



Πλαίσιο Διαχείρισης και Διαλειτουργικότητας Πολυμέσων βάσει Σημαντικής

Διατριβή που εκπονήθηκε στο Πολυτεχνείο Κρήτης για την εκπλήρωση
των υποχρεώσεων για την απόκτηση Διδακτορικού Διπλώματος

Χρυσή Τσιναράκη
Ιούλιος 2008

Περίληψη

Η παρούσα διατριβή εστιάζει στην αναπαράσταση της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού και στην ανάπτυξη λειτουργικότητας διαχείρισης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού. Η λειτουργικότητα αυτή βασίζεται στο κυρίαρχο πρότυπο περιγραφής οπτικοακουστικού υλικού, το πρότυπο MPEG-7 και στο κυρίαρχο πρότυπο αναπαράστασης οντολογιών, τη γλώσσα OWL. Στα πλαίσια της διατριβής αναπτύχθηκε μια οντολογική υποδομή που επιτρέπει την αναπαράσταση και τη διαχείριση της σημαντικής των περιγραφών του οπτικοακουστικού υλικού. Επιπλέον, αναπτύχθηκε ένα μοντέλο αντιστοίχισης που επιτρέπει την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και OWL. Τέλος, ορίστηκαν η γλώσσα ερωτήσεων και το μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων χρηστών **MP7QL** που επιτρέπουν τον ορισμό ερωτήσεων και φίλτρων βάσει της σημαντικής των MPEG-7 περιγραφών του οπτικοακουστικού υλικού.

Τα δομικά αυτά στοιχεία (οντολογική υποδομή, μοντέλο αντιστοίχισης, γλώσσα ερωτήσεων και μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων χρηστών) αποτελούν τη θεωρητική βάση για την ανάπτυξη του πλαισίου (framework) **DS-MIRF (Domain-Specific Multimedia Information and Filtering Framework)**, το οποίο υποστηρίζει την ανάπτυξη υπηρεσιών και εφαρμογών οπτικοακουστικού υλικού, οι οποίες βασίζονται σε γνώση περιοχής και χρησιμοποιούν και επεκτείνουν το πρότυπο MPEG-7. Συγκεκριμένα, το πλαίσιο DS-MIRF απαρτίζεται από:

- Την οντολογική υποδομή του, η οποία αποτελείται από:
 - Μια OWL-DL ανώτερη οντολογία που αποτυπώνει τη σημαντική του προτύπου MPEG-7.
Καθώς το πρότυπο MPEG-7 έχει εκφραστεί σε XML Schema σύνταξη, η ανάπτυξη της ανώτερης οντολογίας βασίστηκε στην αντιστοίχιση XML Schema δομών με OWL δομές. Η γενίκευση της μεθοδολογίας αυτής οδήγησε στην ανάπτυξη του μοντέλου αντιστοίχισης **XS2OWL**, το οποίο ορίζει την αντιστοίχιση των δομών των προτύπων XML Schema και OWL, επιτρέποντας έτσι τη χρήση μεθοδολογιών και εργαλείων του Σημασιολογικού Ιστού από εφαρμογές που βασίζονται σε σημαντική που έχει εκφραστεί σε XML Schema σύνταξη.
 - Ένα σύνολο οντολογιών εφαρμογών που επεκτείνουν την ανώτερη οντολογία με γνώση εφαρμογών, ώστε να είναι δυνατή η υποστήριξη προηγμένης λειτουργικότητας που αξιοποιεί την εξειδικευμένη σημαντική κάθε περιοχής εφαρμογών.
 - Μια μεθοδολογία ενσωμάτωσης οντολογιών περιοχής που επεκτείνουν την ανώτερη οντολογία και τις οντολογίες εφαρμογών με γνώση περιοχής.
- Λειτουργικότητα διαχείρισης MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού, περιγραφών προτιμήσεων χρηστών και οντολογιών περιοχής.
- Λειτουργικότητα πλοήγησης, αναζήτησης και φίλτρων οπτικοακουστικού υλικού, καθώς και λειτουργικότητα εξατομίκευσης υπηρεσιών οπτικοακουστικού υλικού που βασίζονται σε γνώση περιοχής. Η λειτουργικότητα αναζήτησης βασίζεται στη γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και η λειτουργικότητα εξατομίκευσης και φίλτρων βασίζεται στο MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων.
- Το συστατικό λογισμικού (software component) GraphOnto, το οποίο χρησιμοποιήθηκε κατά την ανάπτυξη της οντολογικής υποδομής του πλαισίου DS-MIRF. Επιπλέον, στο συστατικό λογισμικού GraphOnto υλοποιήθηκε το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές, επιτρέποντας έτσι την αυτόματη μετατροπή OWL οντολογιών περιοχής και OWL/RDF περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού σε MPEG-7 περιγραφές.

Το μοντέλο αναπαράστασης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής εφαρμόστηκε στα πεδία του αθλητισμού και της πολιτιστικής κληρονομιάς. Στο πεδίο του αθλητισμού μάλιστα το μοντέλο αναπαράστασης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού αξιολογήθηκε σε σχέση με τις κυρίαρχες προσεγγίσεις αναπαράστασης.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή κ. Σταύρο Χριστοδουλάκη για την επίβλεψη του κατά τη διάρκεια των διδακτορικών μου σπουδών και για τις εμπειρίες που μου πρόσφερε στα πλαίσια της εργασίας μου στο Εργαστήριο Διανεμημένων Πληροφοριακών Συστημάτων και Εφαρμογών του Πολυτεχνείου Κρήτης. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής επίβλεψης της διδακτορικής μου διατριβής, τον επίκουρο καθηγητή κ. Μιχάλη Λαγουδάκη και τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Ευριπίδη Πετράκη για τη συνεργασία τους κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διατριβής.

Θα ήθελα ακόμα να ευχαριστήσω τα υπόλοιπα μέλη της επταμελούς επιτροπής, τον καθηγητή κ. Μιχάλη Ζερβάκη, τον καθηγητή κ. Γιάννη Ιωαννίδη, τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Μανόλη Κουμπάρα και τον καθηγητή κ. Τιμολέοντα Σελλή για το χρόνο που διέθεσαν για την ανάγνωση της διατριβής και τις παρατηρήσεις τους πάνω σε αυτήν.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους συνεργάτες μου στο Εργαστήριο Διανεμημένων Πληροφοριακών Συστημάτων και Εφαρμογών του Πολυτεχνείου Κρήτης για τη συνεργασία τους και ιδιαίτερα τους άμεσους συνεργάτες μου: Το μεταπτυχιακό φοιτητή Παναγιώτη Πολύδωρο, τους προπτυχιακούς φοιτητές Στράτο Παπαδομανωλάκη, Ελένη Φατούρου, Αλέξανδρο Ντούσια και Αθηνά Συντζανάκη και τον ΙΔΑΧ Νεκτάριο Γιολδάση.

Χρυσή Τσιναράκη

Πολυτεχνείο Κρήτης

Ιούλιος 2008

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	ii
Ευχαριστίες	iii
Πίνακας Περιεχομένων	iv
Πίνακας Εικόνων	vii
Πίνακας Πινάκων	xii
1. Εισαγωγή	1
1.1. Αναγκαιότητα και Στόχοι της Διατριβής.....	4
1.1.1. Ενσωμάτωση Γνώσης Περιοχής σε MPEG-7 Περιγραφές	4
1.1.2. Διαλειτουργικότητα μεταξύ MPEG-7 και OWL	4
1.1.3. Διαλειτουργικότητα μεταξύ XML Schema και OWL.....	5
1.1.4. Διαλειτουργικότητα μεταξύ MPEG-7 και CIDOC/CRM.....	5
1.1.5. Προηγμένες Υπηρεσίες Πλοήγησης, Φίλτρων και Αναζήτησης βάσει MPEG-7 Περιγραφών	6
1.2. Συνεισφορά της Διατριβής.....	7
1.2.1. Το Πλαίσιο DS-MIRF	7
1.2.2. Συνεισφορά της Διατριβής σε Ανοιχτά Ερευνητικά Θέματα	9
1.3. Δομή της Διατριβής.....	11
2. Σχετική Εργασία	13
2.1. Πρότυπα.....	13
2.1.1. XML Schema	13
2.1.2. MPEG-7.....	15
MPEG-7 MDS	19
Δομή των MPEG-7 Περιγραφών	25
2.1.3. MPEG-21	27
Αρχιτεκτονική Προσαρμογής Ψηφιακών Αντικειμένων (Digital Item Adaptation Architecture – DIA)	29
2.1.4. Ο Σημασιολογικός Ιστός (Semantic Web)	30
RDF και RDFS.....	31
DAML+OIL.....	32
OWL (Web Ontology Language)	33
2.1.5. CIDOC/CRM	35
2.2. Σχετική Έρευνα	37
2.2.1. Διαλειτουργικότητα μεταξύ XML Schema και OWL.....	37
2.2.2. Οντολογίες Περιγραφής Πολυμέσων που βασίζονται στο MPEG-7	38
2.2.3. Υποστήριξη Διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και CIDOC/CRM.....	39
2.2.4. Αναζήτηση Οπτικοακουστικού Υλικού που διαθέτει MPEG-7 Περιγραφή	40
2.2.5. Υποστήριξη Εξατομίκευσης Υπηρεσιών και Φιλτραρίσματος Οπτικοακουστικού Υλικού που διαθέτει MPEG-7 Περιγραφή	42
2.3. Σύγκριση της Σχετικής Έρευνας με τη Συνεισφορά της Διατριβής.....	44
2.3.1. Διαλειτουργικότητα μεταξύ XML Schema και OWL.....	44
2.3.2. Οντολογίες Περιγραφής Πολυμέσων που βασίζονται στο MPEG-7	44
2.3.3. Υποστήριξη Διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και CIDOC/CRM.....	46
2.3.4. Αναζήτηση Οπτικοακουστικού Υλικού που διαθέτει MPEG-7 Περιγραφή	46
2.3.5. Υποστήριξη Εξατομίκευσης Υπηρεσιών και Φιλτραρίσματος Οπτικοακουστικού Υλικού που διαθέτει MPEG-7 Περιγραφή	47

2.4. Ανακεφαλαίωση.....	47
3. Πλαίσιο Υποστήριξης Διαλειτουργικότητας μεταξύ OWL και XML.....	49
3.1. Το Πλαίσιο XS2OWL.....	50
3.1.1. Συνοπτική παρουσίαση της Δομής των Οντολογιών Αντιστοίχισης	52
3.1.2. Σύνοψη του Μοντέλου Αντιστοίχισης XS2OWL.....	54
3.2. Η Οντολογία OWL2XMLRules	55
3.2.1. Η Κλάση ComplexTypeInfoType	55
3.2.2. Η Κλάση DatatypePropertyInfoType.....	56
3.2.3. Η Κλάση ElementContainerType	56
3.2.4. Η Κλάση ElementInfoType.....	57
3.2.5. Η Κλάση ElementRefType.....	57
3.3. Το Μοντέλο Αντιστοίχισης XS2OWL	58
3.3.1. Αναπαράσταση Σύνθετων XML Schema Τύπων	60
OWL Αναπαράσταση Σύνθετων XML Schema Τύπων που Επεκτείνουν Σύνθετους XML Schema Τύπους.....	61
OWL Αναπαράσταση Σύνθετων XML Schema Τύπων που Επεκτείνουν Σύνθετους XML Schema Τύπους.....	63
Παράδειγμα.....	64
3.3.2. Αναπαράσταση Απλών XML Schema Τύπων Δεδομένων	66
3.3.3. Αναπαράσταση XML Schema Στοιχείων.....	67
Αναπαράσταση XML Schema Μοντέλων Ομάδων	70
3.3.4. Αναπαράσταση XML Schema Γνωρισμάτων.....	74
Αναπαράσταση XML Schema Ομάδων Γνωρισμάτων	76
3.3.5. Αναπαράσταση XML Schema Συνόλων.....	78
3.3.6. Αναπαράσταση XML Schema Ακολουθιών	79
3.3.7. Αναπαράσταση XML Schema Επιλογών	82
3.3.8. Αναπαράσταση XML Schema Αναφορών	87
3.4. Μετατροπή XML Εγγράφων σε OWL/RDF Περιγραφές	88
3.5. Μετατροπή OWL/RDF Περιγραφών σε XML Σύνταξη	92
3.6. Αξιολόγηση του Μοντέλου Αντιστοίχισης XS2OWL.....	96
3.7. Ανακεφαλαίωση.....	97
4. Μοντέλο Αναπαράστασης Γνώσης Περιοχής με MPEG-7 Δομές.....	98
4.1. Αναπαράσταση Οντολογιών Περιοχής με MPEG-7 Δομές.....	99
4.1.1. Αναπαράσταση Οντολογιών Περιοχής με MPEG-7 Δομές	101
Αναπαράσταση Δηλώσεων Οντολογιών.....	102
4.1.2. Αναπαράσταση Σχέσεων με MPEG-7 Δομές.....	103
4.1.3. Αναπαράσταση Ιδιοτήτων με MPEG-7 Δομές.....	103
Αναπαράσταση Τιμών Ιδιοτήτων με MPEG-7 Δομές.....	105
4.1.4. Αναπαράσταση Κλάσεων με MPEG-7 Δομές.....	107
4.1.5. Αναπαράσταση Ατόμων με MPEG-7 Δομές	108
4.1.6. Αναπαράσταση Αξωμάτων με MPEG-7 Δομές	110
4.2. Σύνοψη του Μοντέλου Αναπαράστασης Γνώσης Περιοχής με MPEG-7 Δομές.....	114
4.3. Ανακεφαλαίωση.....	117
5. Η Γλώσσα Ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL Μοντέλο Περιγραφής Προτιμήσεων Αναζήτησης και Φίλτρων.....	118
5.1. Απαιτήσεις και Προδιαγραφές.....	119
5.2. Σχεδιασμός και Σημαντική της Γλώσσας Ερωτήσεων MP7QL	121
5.2.1. MP7QL Ερωτήσεις.....	122

Σχεδιασμός και Σημαντική των MP7QL Ερωτήσεων	122
MP7QL Καθορισμοί Ερωτήσεων	126
5.2.2. Δομή των Αποτελεσμάτων των MP7QL Ερωτήσεων	134
5.3. Το MP7QL Μοντέλο Περιγραφής Προτιμήσεων Αναζήτησης και Φίλτρων	136
5.4. Αξιολόγηση της Γλώσσας Ερωτήσεων MP7QL και του MP7QL Μοντέλου Περιγραφής Προτιμήσεων Αναζήτησης και Φίλτρων.....	139
5.4.1. Ικανοποίηση Απαιτήσεων και Κάλυψη Προδιαγραφών	139
5.4.2. Αξιολόγηση Εκφραστικότητας.....	141
5.5. Επεξεργασία των MP7QL Ερωτήσεων στο Πλαίσιο DS-MIRF.....	143
5.5.1. DS-MIRF Αποθήκη MPEG-7 Μεταδεδομένων	143
5.5.2. Επεξεργασία MP7QL Ερωτήσεων	144
5.6. Ανακεφαλαίωση.....	147
6. Μοντέλο Υποστήριξης Διαλειτουργικότητας Σημαντικής μεταξύ OWL και MPEG-7 στο Πλαίσιο DS-MIRF	149
6.1. Η Οντολογική Υποδομή του Πλαισίου DS-MIRF.....	149
6.1.1. Ανώτερη Οντολογία.....	150
6.1.2. Οντολογίες Εφαρμογών	152
Οντολογία Τυποποιημένων Σχέσεων	152
Οντολογία Προτιμήσεων Χρηστών βάσει Σημαντικής.....	154
6.1.3. Ορισμός και Ενσωμάτωση Οντολογιών Περιοχής.....	160
6.2. Μοντέλο Αντιστοίχισης OWL Δομών με MPEG-7 Δομές	163
6.2.1. Αναπαράσταση OWL Οντολογιών Περιοχής με MPEG-7 Δομές.....	163
Αναπαράσταση OWL Οντολογιών με MPEG-7 Δομές.....	164
Αναπαράσταση OWL Κλάσεων με MPEG-7 Δομές	166
Αναπαράσταση OWL Ιδιοτήτων Τύπου Δεδομένων με MPEG-7 Δομές.....	167
Αναπαράσταση OWL Ιδιοτήτων Αντικειμένων με MPEG-7 Δομές.....	169
Αναπαράσταση OWL Ατόμων με MPEG-7 Δομές.....	172
Αναπαράσταση OWL Αξιωμάτων με MPEG-7 Δομές	175
Σύνοψη και Ιδιότητες του Μοντέλου Αντιστοίχισης OWL Δομών με MPEG-7 Δομές.....	178
6.2.2. Αναπαράσταση OWL/RDF Περιγραφών με MPEG-7 Δομές	179
6.3. Το Συστατικό Λογισμικού GraphOnto	180
6.4. Ανακεφαλαίωση.....	181
7. Εφαρμογές και Αξιολόγηση.....	182
7.1. Εφαρμογές	182
7.1.1. Αθλητισμός	182
7.1.2. Πολιτιστική Κληρονομιά	184
7.2. Αξιολόγηση.....	186
7.3. Ανακεφαλαίωση.....	189
8. Ανακεφαλαίωση – Συνεισφορά – Μελλοντικές Επεκτάσεις	190
8.1. Ανακεφαλαίωση.....	190
8.2. Συνεισφορά της Διατριβής.....	191
8.3. Μελλοντικές Επεκτάσεις	193
Αναφορές	194
Παράρτημα – Περιγραφή Συνοδευτικού Υλικού	201
Γλωσσάρι	202

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Η Αρχιτεκτονική του Πλαισίου DS-MIRF	8
Εικόνα 2: XML Σχήμα για τον ορισμό Πινάκων Πραγματικών με τιμές στο διάστημα [0, 1]	15
Εικόνα 3: Έγγραφο που υπακούει στο XML Σχήμα που παρουσιάστηκε στην Εικόνα 2.....	15
Εικόνα 4: Ορισμός του MPEG-7 Τύπου Δεδομένων "zeroToOneType", που αναπαριστά πραγματικούς αριθμούς μεταξύ 0 και 1.....	17
Εικόνα 5: Γενικός Ορισμός MPEG-7 Περιγραφέα	18
Εικόνα 6: Γενικός Ορισμός MPEG-7 Σχήματος Περιγραφής.....	18
Εικόνα 7: Γενικός Ορισμός MPEG-7 Σχήματος Κατηγοριοποίησης.....	18
Εικόνα 8: Επισκόπηση του MPEG-7 MDS	19
Εικόνα 9: RDFS Ορισμός των Κλάσεων "Animal" και "Person"	31
Εικόνα 10: RDFS Ορισμός της Ιδιότητας "hasSurname"	31
Εικόνα 11: RDF Περιγραφή των προσώπων "Chrisa" και "Xenia"	32
Εικόνα 12: Μοντέλο Γράφου που αναπαριστά την RDF Περιγραφή που παρουσιάζεται στην Εικόνα 11	32
Εικόνα 13: Ορισμός των Κλάσεων "Animal" και "Person" σε OWL σύνταξη	34
Εικόνα 14: Ορισμός της Ιδιότητας Τύπου Δεδομένων "hasSurname" σε OWL σύνταξη	35
Εικόνα 15: Τροποποίηση του ορισμού της Κλάσης "Person", ώστε όλα τα Πρόσωπα να έχουν τουλάχιστον ένα Επώνυμο	35
Εικόνα 16: Εισαγωγή του Τύπου Δεδομένων "zeroToOneType" που ορίστηκε στην Εικόνα 4 σε OWL Οντολογία, μέσω της δομής rdfs:Datatype.....	35
Εικόνα 17 : Επισκόπηση του Προτύπου CIDOC/CRM	37
Εικόνα 18: Το Σύστημα XS2OWL.....	50
Εικόνα 19: Σχηματική αναπαράσταση της μετατροπής XML Εγγράφων σε OWL/RDF Περιγραφές που βασίζονται στην Κύρια Οντολογία που έχει παραχθεί για το XML Σχήμα στο οποίο υπακούν τα XML Έγγραφα	52
Εικόνα 20: Σχηματική αναπαράσταση της μετατροπής OWL/RDF Περιγραφών που βασίζονται στην Κύρια Οντολογία σε XML έγγραφα (ή τμήματα XML εγγράφων) που υπακούν στο αρχικό XML Σχήμα.....	52
Εικόνα 21: Η Ιεραρχία Κλάσεων της Οντολογίας OWL2XMLRules	53
Εικόνα 22: XML Σχήμα για την περιγραφή Προσώπων	60
Εικόνα 23: OWL-DL Αναπαράσταση, βάσει του Μοντέλου Αντιστοίχισης XS2OWL, Σύνθετων XML Schema Τύπων που είτε επεκτείνουν Σύνθετους XML Schema Τύπους είτε δεν επεκτείνουν XML Schema Τύπους.....	61
Εικόνα 24: OWL-DL Αναπαράσταση, βάσει του Μοντέλου Αντιστοίχισης XS2OWL, Σύνθετων XML Schema Τύπων που επεκτείνουν Απλούς XML Schema Τύπους	63
Εικόνα 25: Οι OWL Κλάσεις που αναπαριστούν στην Κύρια Οντολογία τους Σύνθετους XML Schema Τύπους "PersonType" και "EmployeeType" που ορίστηκαν στην Εικόνα 22.....	65
Εικόνα 26: Τα OWL Άτομα που αναπαριστούν στην Οντολογία Αντιστοίχισης τους Σύνθετους XML Schema Τύπους "PersonType" και "EmployeeType" που ορίστηκαν στην Εικόνα 22	65
Εικόνα 27: OWL-DL Αναπαράσταση, βάσει του Μοντέλου Αντιστοίχισης XS2OWL, Απλών XML Schema Τύπων Δεδομένων	66
Εικόνα 28: Ο Απλός XML Schema Τύπος Δεδομένων "NS_country_UNType" που αναπαριστά τον Ανώνυμο Απλό Τύπο Δεδομένων που περιγράφει Κωδικούς Χωρών και ορίστηκε στην Εικόνα 22.....	67

Εικόνα 29: OWL Δήλωση στην Κύρια Οντολογία του Απλού XML Schema Τύπου Δεδομένων "NS_country_UNType" που ορίζεται στην Εικόνα 28	67
Εικόνα 30: OWL-DL Αναπαράσταση, βάσει του Μοντέλου Αντιστοίχησης XS2OWL, XML Schema Στοιχείων.....	68
Εικόνα 31: Η OWL Ιδιότητα Αντικειμένων "Person__PersonType" που αναπαριστά στην Κύρια Οντολογία το Στοιχείο "Persons" που ορίστηκε στην Εικόνα 22	70
Εικόνα 32: Το OWL Άτομο "Person__PersonType__ei" που αναπαριστά στην Οντολογία Αντιστοίχησης το Στοιχείο "Persons" που ορίστηκε στην Εικόνα 22	70
Εικόνα 33: OWL-DL Αναπαράσταση, βάσει του Μοντέλου Αντιστοίχησης XS2OWL, XML Schema Μοντέλων Ομάδων	72
Εικόνα 34: Οι OWL Ιδιότητες που αναπαριστούν στην Κύρια Οντολογία το Μοντέλο Ομάδας "personGroup" που ορίστηκε στην Εικόνα 22	73
Εικόνα 35: Τα OWL Άτομα που αναπαριστούν στην Οντολογία Αντιστοίχησης το Μοντέλο Ομάδας "personGroup" που ορίστηκε στην Εικόνα 22	74
Εικόνα 36: OWL-DL Αναπαράσταση, βάσει του Μοντέλου Αντιστοίχησης XS2OWL, XML Schema Γνωρισμάτων.....	75
Εικόνα 37: Η OWL Ιδιότητα Τύπου Δεδομένων "prefix__xs_string" που αναπαριστά το Γνώρισμα "prefix" του Σύνθετου Τύπου "NameType" που ορίστηκε στην Εικόνα 22.....	76
Εικόνα 38: Το OWL Άτομο "NameType_prefix__xs_string" που αναπαριστά στην Οντολογία Αντιστοίχησης το Γνώρισμα "prefix" που ορίστηκε στην Εικόνα 22	76
Εικόνα 39: OWL-DL Αναπαράσταση, βάσει του Μοντέλου Αντιστοίχησης XS2OWL, XML Schema Ομάδων Γνωρισμάτων	77
Εικόνα 40: Οι OWL Ιδιότητες Τύπου Δεδομένων που αναπαριστούν στην Κύρια Οντολογία την Ομάδα Γνωρισμάτων "addressGroup" που ορίστηκε στην Εικόνα 22	78
Εικόνα 41: Τα OWL Άτομα που αναπαριστούν στην Οντολογία Αντιστοίχησης την Ομάδα Γνωρισμάτων "addressGroup" που ορίστηκε στην Εικόνα 22.....	78
Εικόνα 42: Αλγόριθμος μετασχηματισμού XML Schema Συνόλων σε Ανώνυμες OWL Κλάσεις, όπου: (α) Ο αλγόριθμος cardinality(item,val) ορίζει ένα περιορισμό πολλαπλότητας για την ιδιότητα που αναπαριστά το item με τιμή val; και (β) Ο αλγόριθμος max_cardinality(item,max) ορίζει ένα περιορισμό μέγιστης πολλαπλότητας για την ιδιότητα που αναπαριστά το item με τιμή max.	79
Εικόνα 43: Αναπαράσταση στην Κύρια Οντολογία του XML Schema Συνόλου που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο Σύνθετο XML Schema Τύπο "NameType"	79
Εικόνα 44: Αλγόριθμος μετασχηματισμού XML Schema Ακολουθιών σε Ανώνυμες OWL Κλάσεις, όπου ο αλγόριθμος min_cardinality(item,min) ορίζει ένα περιορισμό ελάχιστης πολλαπλότητας για την ιδιότητα που αναπαριστά το item με τιμή min. Η αρχική κλήση του αλγορίθμου είναι sequence_cardinality_restrictions(s, 1, 1).	81
Εικόνα 45: Αναπαράσταση στην Κύρια Οντολογία της XML Schema Ακολουθίας που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο Μοντέλο Ομάδας "personGroup"	82
Εικόνα 46: Αναπαράσταση στην Οντολογία Αντιστοίχησης της XML Schema Ακολουθίας που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο Μοντέλο Ομάδας "personGroup"	82
Εικόνα 47: Αλγόριθμος μετασχηματισμού XML Schema Επιλογών σε Ανώνυμες OWL Κλάσεις, όπου (α) Ο αλγόριθμος deep_cardinality(item,val) ορίζει ένα περιορισμό πολλαπλότητας με τιμή val για κάθε ιδιότητα που αναπαριστά το item ή περιέχεται σε κάποια ακολουθία ή επιλογή που περιέχεται στο item; και (β) Ο αλγόριθμος distribute(item_num, min_val, max_val) υπολογίζει τους επιτρεπτούς συνδυασμούς των αριθμών εμφανίσεων "item_num" αντικειμένων, ώστε το άθροισμα των αριθμών εμφανίσεων τους να είναι μεταξύ "min_val" και "max_val". Η αρχική κλήση του αλγορίθμου είναι choice_cardinality_restrictions(c, c_min_occurs, c_max_occurs).	84
Εικόνα 48: Αναπαράσταση στην Κύρια Οντολογία της XML Schema Επιλογής που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο Σύνθετο XML Schema Τύπο "IDType"	86

Εικόνα 49: Αναπαράσταση στην Οντολογία Αντιστοίχισης της XML Schema Επιλογής που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο Σύνθετο XML Schema Τύπο "IDType"	87
Εικόνα 50: OWL-DL Αναπαράσταση, βάσει του Μοντέλου Αντιστοίχισης XS2OWL, XML Schema Αναφορών	88
Εικόνα 51: Αναπαράσταση στην Κύρια Οντολογία της XML Schema Αναφοράς στο Στοιχείο "Person" που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο Σύνθετο XML Schema Τύπο "PersonsType"	88
Εικόνα 52: Αλγόριθμος μετατροπής XML Εγγράφων σε OWL/RDF Περιγραφές	89
Εικόνα 53: XML Έγγραφο που περιγράφει ένα πρόσωπο και υπακούει στο XML Σχήμα που ορίστηκε στην Εικόνα 22	89
Εικόνα 54: OWL/RDF Περιγραφή που προκύπτει από τη μετατροπή του XML Εγγράφου που παρουσιάστηκε στην Εικόνα 53	90
Εικόνα 55: Αλγόριθμος μετατροπής XML Στοιχείων σε OWL Ιδιότητες	91
Εικόνα 56: Αλγόριθμος Ορισμού OWL Ατόμου που αναπαριστά την τιμή XML Στοιχείου	92
Εικόνα 57: Αλγόριθμος μετατροπής XML Γνωρισμάτων σε OWL Ιδιότητες Τύπου Δεδομένων	92
Εικόνα 58: Αλγόριθμος μετατροπής OWL/RDF Περιγραφών σε XML Έγγραφα (ή Τμήματα XML Εγγράφων)	93
Εικόνα 59: OWL/RDF Περιγραφή που βασίζεται στην Κύρια Οντολογία που αποτυπώνει τη σημαντική του XML Σχήματος που ορίστηκε στην Εικόνα 22	94
Εικόνα 60: Τμήμα XML Εγγράφου που προκύπτει από τη μετατροπή της OWL/RDF Περιγραφής που φαίνεται στην Εικόνα 59	94
Εικόνα 61: Αλγόριθμος μετατροπής Ιδιοτήτων Αντικειμένων σε XML Στοιχεία	94
Εικόνα 62: Αλγόριθμος μετατροπής Ατόμων σε Τμήματα XML Εγγράφων	95
Εικόνα 63: Αλγόριθμος μετατροπής Ιδιοτήτων Τύπων Δεδομένων σε XML Δομές	96
Εικόνα 64: Οντολογία Περιοχής για Ποδόσφαιρο, εκφρασμένη σε MPEG-7 Σύνταξη	101
Εικόνα 65: Απεικόνιση του Μοντέλου Αναπαράστασης Γνώσης Περιοχής με τη χρήση MPEG-7 Δομών	115
Εικόνα 66: Αναπαράσταση Γνώσης Περιοχής για Ποδόσφαιρο με τη χρήση MPEG-7 Δομών	116
Εικόνα 67: Απεικόνιση της DS-MIRF Αποθήκης MPEG-7 Μεταδεδομένων	120
Εικόνα 68: OWL/RDF Περιβάλλον Εργασίας	120
Εικόνα 69: Ιεραρχία των MP7QL Τύπων Ερωτήσεων	123
Εικόνα 70: XML Σύνταξη της MP7QL Ερώτησης με σαφώς καθορισμένες Τιμές Προτίμησης που ζητά τις Περιγραφές των JPEG Εικόνων που περιέχουν στον Τίτλο τους τις λέξεις-κλειδιά "soccer" και "Barcelona". Τα αποτελέσματα θα περιλαμβάνουν τους Τίτλους των περιγραφών, τις Ετικέτες των Περιγραφών Σημαντικής τους και τα URI των Εικόνων. Η Διάταξη των Αποτελεσμάτων θα είναι Αύξουσα και θα βασίζεται στους Τίτλους των Περιγραφών	125
Εικόνα 71: Ιεραρχία Τύπων των MP7QL Καθορισμών Ερωτήσεων	126
Εικόνα 72: XML Σύνταξη της MP7QL Ερώτησης «Θέλω τις Οντότητες Σημαντικής που ανήκουν στην κλάση "Ποδοσφαιριστής"»	130
Εικόνα 73: XML Σύνταξη της MP7QL Ερώτησης «Θέλω το οπτικοακουστικό υλικό όπου ο ποδοσφαιριστής Marques σκοράρει»	132
Εικόνα 74: XML Σύνταξη της MP7QL Ερώτησης «Θέλω τις Αφηρημένες Οντότητες Σημαντικής που αναπαριστούν Υποκλάσεις της Κλάσης "Ποδοσφαιριστής"»	132
Εικόνα 75: XML Σύνταξη της MP7QL Ερώτησης «Θέλω το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει γκολ (τιμή προτίμησης 100) ή πέναλτυ (τιμή προτίμησης 50)»	133
Εικόνα 76: Τα αποτελέσματα της MP7QL Ερώτησης που φαίνεται στην Εικόνα 70	135

Εικόνα 77: Αποτελέσματα της MP7QL Ερώτησης κατά την εκτέλεση της οποίας συνέβη η Εξαίρεση "Invalid query"	136
Εικόνα 78: MP7QL Προτιμήσεις Αναζήτησης και Φίλτρων που εκφράζουν την Προτίμηση «Θέλω το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει γκολ (τιμή προτίμησης 100) ή διαθέτει τίτλο που περιέχει τη λέξη-κλειδί 'soccer' (τιμή προτίμησης 90)».....	138
Εικόνα 79: Τα Στοιχεία του MPEG-7 Μοντέλου Προτιμήσεων Αναζήτησης και Φίλτρων και του MP7QL Μοντέλου Προτιμήσεων Αναζήτησης και Φίλτρων	138
Εικόνα 80: MP7QL Ερώτηση που χρησιμοποιεί τις Προτιμήσεις Αναζήτησης και Φίλτρων και το Ιστορικό Χρήσης των Χρηστών	139
Εικόνα 81: Η MP7QL/XML Αναπαράσταση του Τύπου Ερωτήσεων «Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει τα γκολ που έβαλε η Ομάδα Χ στην Ομάδα Υ».....	142
Εικόνα 82: MPEG-7 FASP που αναπαριστά τον Τύπο Ερωτήσεων «Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει τα γκολ που έβαλε η Ομάδα Χ στην Ομάδα Υ».....	143
Εικόνα 83: Η Αρχιτεκτονική της DS-MIRF Αποθήκης MPEG-7 Μεταδεδομένων	144
Εικόνα 84: Αναπαράσταση του ότι ο αγώνας "G1" έλαβε χώρα στο γήπεδο "F1" με τη χρήση εμφωλευμένου στοιχείου	146
Εικόνα 85: Αναπαράσταση του ότι ο αγώνας "G1" έλαβε χώρα στο γήπεδο "F1" με τη χρήση ζεύγους σχέσεων τύπου "location"/"locationOf"	146
Εικόνα 86: XML Σύνταξη της MP7QL Ερώτησης «Δώσε μου τα video που περιέχουν γκολ και δεν περιέχουν τη λέξη "France" στην ετικέτα τους»	147
Εικόνα 87: Η XQuery Ερώτηση στην οποία μετατρέπεται η MP7QL Ερώτηση που ορίστηκε στην Εικόνα 86	147
Εικόνα 88: Η Οντολογική Υποδομή του Πλαισίου DS-MIRF	150
Εικόνα 89: Ο MPEG-7 Τύπος "AgentType" που ορίζεται στο τμήμα MPEG-7 MDS.....	150
Εικόνα 90: Η OWL Κλάση "AgentType" της Ανώτερης Οντολογίας του Πλαισίου DS-MIRF	151
Εικόνα 91: Τμήμα του Σχήματος Κατηγοριοποίησης "RoleCS" του MPEG-7 MDS.....	151
Εικόνα 92: Τμήμα της OWL/RDF περιγραφής που αναπαριστά το τμήμα του Σχήματος Κατηγοριοποίησης "RoleCS" του MPEG-7 MDS που φαίνεται στην Εικόνα 91	151
Εικόνα 93: Ιεραρχία Κλάσεων για την αναπαράσταση Τυποποιημένων Σχέσεων	154
Εικόνα 94: Η OWL Κλάση "AgentRelationType" της Οντολογίας Τυποποιημένων Σχέσεων	154
Εικόνα 95: Η Δομή των MPEG-7 Περιγραφών Προτιμήσεων Χρηστών και των Περιγραφών Προτιμήσεων Χρηστών που βασίζονται στο μοντέλο της παρούσας διατριβής	155
Εικόνα 96: Επεκτάσεις της MPEG-7 Ιεραρχίας Τύπων για την αναπαράσταση Περιγραφών Προτιμήσεων βάσει Σημαντικής.....	157
Εικόνα 97: Η Δομή των MPEG-7 Περιγραφών Προτιμήσεων Πλοήγησης και των Περιγραφών Προτιμήσεων Πλοήγησης που βασίζονται στο Μοντέλο της παρούσας διατριβής	157
Εικόνα 98: Η Δομή των MPEG-7 Περιγραφών Προτιμήσεων Συνόψεων και των Περιγραφών Προτιμήσεων Συνόψεων που βασίζονται στο Μοντέλο της παρούσας διατριβής.....	159
Εικόνα 99: Περιγραφή Προτιμήσεων Πλοήγησης βάσει Σημαντικής που αντιστοιχεί στην τυπική σύνταξη της έκφρασης (94).....	160
Εικόνα 100: Οι Ιδιότητες Αντικειμένων "ScoresRelation" και "ScoredByRelation"	162
Εικόνα 101: Τμήμα OWL Οντολογίας Ποδοσφαίρου	165
Εικόνα 102: Το τμήμα της παραγόμενης MPEG-7 Περιγραφής που αναπαριστά το τμήμα της OWL Οντολογίας Ποδοσφαίρου που φαίνεται στην Εικόνα 101.....	165
Εικόνα 103: Οι OWL κλάσεις "GameAction" και "PlayerAction"	167

Εικόνα 104: Τμήμα της Παραγόμενης MPEG-7 Περιγραφής που αναπαριστά την Οντολογία Ποδοσφαίρου, που περιέχει τις αναπαραστάσεις των OWL Κλάσεων "GameAction" και "PlayerAction"	167
Εικόνα 105: Αναπαράσταση, σε MPEG-7 σύνταξη, της Ιδιότητας Τύπου Δεδομένων "InitialNumOfPlayers"	168
Εικόνα 106: Αναπαράσταση, σε MPEG-7 σύνταξη, της Ιδιότητας Τύπου Δεδομένων "shirtNumber"	169
Εικόνα 107: Στιγμιότυπο της Ιδιότητας Αντικειμένων "Status" της κλάσης "TournamentSoccerTeamGameState"	170
Εικόνα 108: Αναπαράσταση, σε MPEG-7 σύνταξη, της Ιδιότητας Αντικειμένων "Status"	170
Εικόνα 109: Στιγμιότυπο της Ιδιότητας Αντικειμένων "role" της Κλάσης "Midfielder"	171
Εικόνα 110: Αναπαράσταση, σε MPEG-7 σύνταξη, της Ιδιότητας Αντικειμένων "role" της Κλάσης "Midfielder"	171
Εικόνα 111 Αναπαράσταση, σε MPEG-7 σύνταξη, της Ιδιότητας Αντικειμένων "Sponsor"	172
Εικόνα 112: Το Άτομο "Papastathopoulos" που αναπαριστά τον Ποδοσφαιριστή Σωκράτη Παπασταθόπουλο	174
Εικόνα 113: Αναπαράσταση, σε MPEG-7 σύνταξη, του Ατόμου "Papastathopoulos" που ορίστηκε στην Εικόνα 112	175
Εικόνα 114: Περιορισμός Τιμής για την Ιδιότητα "lang"	176
Εικόνα 115: Στιγμιότυπο του Γνωρίσματος "xml:lang" με τιμή "GR"	176
Εικόνα 116: Τμήμα του Ορισμού της Κλάσης "AEKPlayer", που περιλαμβάνει τον περιορισμό τιμής στην Ιδιότητα Τύπου Δεδομένων "Email"	176
Εικόνα 117: Τμήμα του Ορισμού της Οντότητας Σημαντικής "AEKPlayer", που περιλαμβάνει την αναπαράσταση της Ιδιότητας Τύπου Δεδομένων "Email"	176
Εικόνα 118: OWL Άτομο της Κλάσης "PostalAddressType", που αναπαριστά τη διεύθυνση των ποδοσφαιριστών της ΑΕΚ και αποτελεί την υποχρεωτική τιμή της ιδιότητας "PostalAddress" για τα άτομα που ανήκουν στην κλάση "AEKPlayer"	177
Εικόνα 119: Αναπαράσταση, σε MPEG-7 σύνταξη, της Ιδιότητας Αντικειμένων "PostalAddress"	177
Εικόνα 120: Η Διεπαφή του Συστατικού Λογισμικού GraphOnto	181
Εικόνα 121: Η Διεπαφή του Συστήματος Αυτόματης Μετατροπής CIDOC/CRM Περιγραφών σε MPEG-7 Περιγραφές	185

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1: Οι τύποι που εξειδικεύουν τον MPEG-7 τύπο "SemanticBaseType"	22
Πίνακας 2: Τα Σχήματα Κατηγοριοποίησης των MPEG-7 Σχέσεων	22
Πίνακας 3: Ισοδύναμες MPEG-7 Δομές. Στην 1 ^η στήλη φαίνεται ο MPEG-7 Τύπος μέσα στον οποίο επιτρέπεται να οριστούν οι δομές αυτές, στη 2 ^η στήλη η σημαντική τους, στην 3 ^η στήλη ο πρώτος τρόπος αναπαράστασης της σημαντικής και στην 4 ^η στήλη ο δεύτερος τρόπος αναπαράστασης της σημαντικής.	23
Πίνακας 4: Οι τύποι που εξειδικεύουν τον MPEG-7 τύπο "MultimediaContentType"	26
Πίνακας 5: Στοιχεία των MPEG-7 Περιγραφών στην τιμή των οποίων μπορεί να γίνει Αναφορά. Στην 1 ^η στήλη φαίνονται οι MPEG-7 Τύποι όπου ορίζονται τα Στοιχεία, στη 2 ^η το όνομα κάθε Στοιχείου και στην 3 ^η το όνομα του αντίστοιχου Στοιχείου Αναφοράς.....	27
Πίνακας 6: Σύνοψη του Μοντέλου Αντιστοίχισης XS2OWL.....	54
Πίνακας 7: Σύνοψη του Μοντέλου Αναπαράστασης Γνώσης Περιοχής με MPEG-7 Δομές	116
Πίνακας 8: Τα Στοιχεία των MP7QL Καθορισμών Ερωτήσεων.....	128
Πίνακας 9: Επιτρεπτές Τιμές των Τελεστών Διάταξης.....	128
Πίνακας 10: Επιτρεπτές Τιμές των Τελεστών Σύγκρισης Συμβολοσειρών	128
Πίνακας 11: Οι Απαιτήσεις της MPEG-7 Μορφής Ερωτήσεων (MP7QF) και η κάλυψή τους από τη Γλώσσα Ερωτήσεων MP7QL.....	141
Πίνακας 12: Σύνοψη του Μοντέλου Αντιστοίχισης OWL Δομών με MPEG-7 Δομές.....	179
Πίνακας 13: Σύνοψη του Μοντέλου Αντιστοίχισης των Προτύπων CIDOC/CRM και MPEG-7	185
Πίνακας 14: Οι Ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν κατά την Αξιολόγηση σε Φυσική Γλώσσα	186
Πίνακας 15: Αποτελέσματα της Αξιολόγησης για Ερωτήσεις βάσει Λέξεων-Κλειδιών	187
Πίνακας 16: Αποτελέσματα της Αξιολόγησης για Ερωτήσεις βάσει γενικού σκοπού MPEG-7 Δομών Περιγραφής της Σημαντικής και Περιγραφών Κειμένου	188
Πίνακας 17: Αποτελέσματα της Αξιολόγησης για Ερωτήσεις βάσει γενικού σκοπού MPEG-7 Δομών Περιγραφής της Σημαντικής και Γνώσης Περιοχής.....	188

1. Εισαγωγή

Η ψυχαγωγία και η ενημέρωση κατά κύριο λόγο και η εκπαίδευση και η διαχείριση της πολιτιστικής κληρονομιάς κατά δεύτερο λόγο είναι οι βασικοί τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας που έχουν κάνει εξαιρετικά δημοφιλή την ηλεκτρονική επικοινωνία με τη χρήση οπτικοακουστικού υλικού (audiovisual content), το οποίο περιλαμβάνει ήχο και εικόνες (κινούμενες και ακίνητες, φυσικές και συνθετικές). Η ανάπτυξη συσκευών και εφαρμογών ηλεκτρονικής μετάδοσης και αναπαραγωγής του οπτικοακουστικού υλικού προσίπων στο μέσο πολίτη (κινηματογράφος, ραδιόφωνο, τηλεόραση, συσκευές αναπαραγωγής ήχου όπως κασετόφωνα, πικάπ κ.α.) έχει συντελέσει σημαντικά σε αυτή την εξέλιξη.

Τα **ψηφιακά μέσα επικοινωνίας (digital media)** έχουν προκαλέσει ριζικές αλλαγές στην αλληλεπίδραση των χρηστών με το οπτικοακουστικό υλικό. Επιπλέον, η μαζική παραγωγή και διάθεση φθηνών συσκευών (μηχανήματα αναπαραγωγής CD και/ή MP3, ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές και μηχανές λήψης, «έξυπνα» κινητά τηλέφωνα κ.α.) που επιτρέπουν την παραγωγή, διαχείριση και κατανάλωση ψηφιακού οπτικοακουστικού υλικού έχει προκαλέσει έκρηξη στον όγκο του διαθέσιμου οπτικοακουστικού υλικού.

Η ανάπτυξη προηγμένων (advanced) δικτυακών υποδομών που υποστηρίζουν τη γρήγορη πρόσβαση στο οπτικοακουστικό υλικό και συνέβαλαν στη δημιουργία του **Διαδικτύου (Internet)** και του **Παγκοσμίου Ιστού (World Wide Web – WWW)** επέτρεψε την αποδοτική μετάδοση οπτικοακουστικού υλικού και την παροχή υπηρεσιών (services) για το υλικό αυτό.

Έτσι, έχει διαμορφωθεί ένα ανοικτό περιβάλλον διαχείρισης και κατανάλωσης οπτικοακουστικού υλικού στον Παγκόσμιο Ιστό, όπου παρέχονται υπηρεσίες που χαρακτηρίζονται από υψηλή ποιότητα, προηγμένες δυνατότητες αλληλεπίδρασης, εξατομίκευση (personalization) και προσαρμογή (adaptation) του περιεχομένου βάσει των προτιμήσεων των χρηστών (user preferences) και των δυνατοτήτων πρόσβασής τους.

Επιπλέον, οι χρήστες απαιτούν προηγμένες υπηρεσίες, όπου θα μπορούν με ακρίβεια να εκφράσουν τις προτιμήσεις τους τόσο για τα στοιχεία που σχετίζονται με το οπτικοακουστικό υλικό (π.χ. συντελεστές, τίτλος, πνευματικά δικαιώματα κ.α.) όσο και για τη σημαντική του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού (όπως, για παράδειγμα, γεγονότα που συμβαίνουν, άνθρωποι και τοποθεσίες που εμφανίζονται κ.α.). Οι υπηρεσίες που βασίζονται στη σημαντική του περιεχομένου ονομάζονται **υπηρεσίες σημαντικής (semantic services)**.

Οι υπηρεσίες που παρέχονται για το οπτικοακουστικό υλικό βασίζονται κυρίως στην ανάκτηση (retrieval) και το φιλτράρισμα (filtering) του υλικού. Για τις υπηρεσίες αυτές επιθυμητή είναι η δυνατότητα έκφρασης με ακρίβεια των συνθηκών που θέλει ο χρήστης να ισχύουν. Αυτό εξασφαλίζεται με τη δομημένη περιγραφή της σημαντικής του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού, όπου ενσωματώνεται συστηματικά και γνώση περιοχής, και τη δυνατότητα έκφρασης ερωτήσεων (queries) που χρησιμοποιούν τη δομή των περιγραφών και τη γνώση περιοχής αντί για περιγραφή και ανάκτηση που βασίζεται μόνο σε λέξεις-κλειδιά (keywords). Έτσι διασφαλίζονται τόσο η ανάκληση (recall) όσο το δυνατόν περισσότερων αντικειμένων που ικανοποιούν τις συνθήκες που θέτουν οι χρήστες όσο και η ακρίβεια (precision) που εξασφαλίζει την ανάκτηση μόνο των αντικειμένων που ικανοποιούν τις συνθήκες αυτές. Τα παρακάτω παραδείγματα από το πεδίο του ποδοσφαίρου δείχνουν πως η δομημένη και βασισμένη σε γνώση περιοχή περιγραφής της σημαντικής του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού διασφαλίζει την ανάκληση και την ακρίβεια των ερωτήσεων και των φίλτρων που εφαρμόζονται στο υλικό αυτό:

1. Έστω χρήστης που θέλει να ανακτήσει (είτε μέσω άμεσης ερώτησης είτε μέσω του ορισμού κάποιου φίλτρου) το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει τα γκολ που έχει πετύχει η εθνική ομάδα της Γαλλίας.

Αν το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού έχει περιγραφεί με κείμενο ή λέξεις-κλειδιά και η ερώτηση γίνει με τη χρήση λέξεων-κλειδιών, η ερώτηση θα εκφραστεί με τις λέξεις-κλειδιά "France" και "goal". Το αποτέλεσμα θα είναι η ανάκτηση τόσο του οπτικοακουστικού υλικού που περιλαμβάνει τα γκολ της εθνικής ομάδας της Γαλλίας όσο και του οπτικοακουστικού υλικού που περιλαμβάνει τα γκολ σε βάρος της εθνικής ομάδας της Γαλλίας.

Αν η περιγραφή της σημαντικής του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού είναι δομημένη, αλλά δεν έχει ενσωματωθεί συστηματικά σε αυτήν η γνώση περιοχής, τα γκολ περιγράφονται ως γεγονότα με συντελεστές (agents) τις ομάδες και τους παίκτες που τα επιτυγχάνουν και ως παραλήπτες (receivers) τις ομάδες και τους τερματοφύλακες που τα δέχονται. Σε αυτή την περίπτωση, θα ανακτηθεί το οπτικοακουστικό υλικό όπου η εθνική ομάδα της Γαλλίας είναι ο συντελεστής οποιουδήποτε γεγονότος και όχι μόνο των γκολ (π.χ. πέναλτυ, κόρνερ κλπ.). Ακόμα και αν συνδυασθούν λέξεις-κλειδιά με τις συνθήκες για τις δομημένες περιγραφές της σημαντικής των γεγονότων (όπως η λέξη-κλειδί "goal" στο συγκεκριμένο παράδειγμα), είναι πιθανό να ανακτηθεί άσχετο υλικό (όπως, για παράδειγμα, στην περίπτωση που στην περιγραφή ενός σουτ που παραλίγο να οδηγήσει σε γκολ περιλαμβάνεται η έκφραση "near-goal").

Τέλος, αν η περιγραφή της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού είναι δομημένη και έχει ενσωματωθεί συστηματικά σε αυτήν η γνώση περιοχής, τα διαφορετικά γεγονότα του ποδοσφαίρου περιγράφονται με ενιαίο και ξεκάθαρο τρόπο, επιτρέποντας έτσι την έκφραση συνθηκών που μπορούν να αναφερθούν στα διαφορετικά είδη γεγονότων. Έτσι, το αποτέλεσμα στην περίπτωση του παραδείγματος θα είναι η ανάκτηση μόνο των γκολ της εθνικής ομάδας της Γαλλίας, καθώς με την ενσωμάτωση γνώσης περιοχής θα έχει οριστεί η οντότητα σημαντικής (semantic entity) "goal", με την οποία θα συνδέονται όλα τα γεγονότα που αναπαριστούν γκολ, και θα είναι δυνατή η έκφραση συνθηκών που θα αναφέρονται μόνο σε τέτοιου τύπου γεγονότα.

2. Έστω χρήστης που θέλει να ανακτήσει το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει τις παρεκτροπές (misconducts) που συνέβησαν κατά τη διάρκεια του Παγκοσμίου Κυπέλλου (Mundial) 2006. Αν το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού έχει περιγραφεί με κείμενο ή λέξεις-κλειδιά, είναι πολύ πιθανό οι περιγραφές να μην περιέχουν τη λέξη-κλειδί "misconduct", αλλά τις λέξεις-κλειδιά που περιγράφουν τη συγκεκριμένη κάθε φορά παρεκτροπή, όπως κλωτσιά (kick) κ.α. Έτσι, είναι πιθανό να μην επιστραφεί από ερωτήσεις που βασίζονται σε λέξεις-κλειδιά μεγάλο μέρος του σχετικού με την ερώτηση οπτικοακουστικού υλικού. Η ερώτηση αυτή δε μπορεί να απαντηθεί ικανοποιητικά ούτε στην περίπτωση που έχει γίνει δομημένη περιγραφή της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού αν δεν έχει γίνει συστηματική ενσωμάτωση της γνώσης περιοχής, έτσι ώστε να είναι σαφές ότι οι επιμέρους έννοιες που αναφέρονται σε παρεκτροπές περιλαμβάνονται στη γενικότερη έννοια "misconduct". Αντίθετα, αν η περιγραφή έχει γίνει με δομημένο τρόπο και συστηματική ενσωμάτωση της γνώσης περιοχής, η έννοια "misconduct" έχει ξεκάθαρα αναπαρασταθεί ως οντότητα σημαντικής που γενικεύει τις οντότητες σημαντικής που αναπαριστούν τις επιμέρους παρεκτροπές. Έτσι επιστρέφεται όλο το σχετικό με την ερώτηση οπτικοακουστικό υλικό.
3. Έστω χρήστης που θέλει να ανακτήσει το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει τα γκολ που πέτυχαν οι παίκτες της ομάδας Barcelona κατά τη διάρκεια του Παγκοσμίου Κυπέλλου (Mundial) 2006. Η ερώτηση αυτή δε μπορεί να εκφραστεί με τη χρήση λέξεων-κλειδιών μόνο, καθώς δεν είναι ιδιαίτερα πιθανό να αναφέρεται, μαζί με το όνομα του παίκτη που πετυχαίνει γκολ, η ομάδα για την οποία αγωνίζεται επαγγελματικά. Αντίθετα, με τη δομημένη περιγραφή της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού, οι παίκτες αναπαρίστανται ως οντότητες σημαντικής που συνδέονται με σχέση μέλους με τις ομάδες τους, οι οποίες επίσης αναπαρίστανται ως οντότητες σημαντικής. Επιπλέον, η γνώση περιοχής που έχει συστηματικά ενσωματωθεί επιτρέπει την ανάκτηση μόνο των γκολ (και όχι άλλων γεγονότων) των οποίων οι παίκτες της ομάδας Barcelona είναι συντελεστές. Έτσι, η ερώτηση μπορεί να εκφραστεί επιτυχώς και με ακρίβεια, ώστε να επιστραφεί μόνο το σχετικό με την ερώτηση οπτικοακουστικό υλικό.

Οι χρήστες ενός ανοικτού περιβάλλοντος διαχείρισης και κατανάλωσης οπτικοακουστικού υλικού, όπως αυτό που έχει αναπτυχθεί σήμερα στο Διαδίκτυο, απαιτούν τη **διαλειτουργικότητα (interoperability)** των υπηρεσιών οπτικοακουστικού υλικού που παρέχονται από διαφορετικούς φορείς, ώστε να μπορούν να τις συνδυάζουν και να αξιοποιούν τα αποτελέσματά τους με διαφανή (transparent) τρόπο. Η διαλειτουργικότητα καθορίζεται σε δυο επίπεδα: στο συντακτικό επίπεδο, οπότε ονομάζεται **συντακτική διαλειτουργικότητα (syntactic interoperability)**, και στο επίπεδο της σημαντικής, οπότε ονομάζεται **διαλειτουργικότητα σημαντικής (semantic interoperability)**.

Η συντακτική διαλειτουργικότητα εξασφαλίζεται με την υιοθέτηση και τη χρήση προτύπων (standards). Το κυρίαρχο πρότυπο ανταλλαγής δεδομένων για πολλές και διαφορετικές περιοχές εφαρμογών στο Διαδίκτυο σήμερα είναι η **XML (eXtensible Markup Language)** [Br&al04], εξασφαλίζοντας έτσι ένα βασικό επίπεδο συντακτικής διαλειτουργικότητας στο Διαδίκτυο. Τα πρότυπα που οδηγούν τις εξελίξεις στη βιομηχανία οπτικοακουστικού υλικού είναι τα MPEG πρότυπα. Το πρότυπο **MPEG-7** [Sal01] [Mart03] [CSP01], γνωστό και ως **Διεπαφή Περιγραφής Περιεχομένου Πολυμέσων (Multimedia Content Description Interface)**, έχει επικρατήσει σήμερα για την περιγραφή οπτικοακουστικού υλικού και την υποστήριξη υπηρεσιών για το υλικό αυτό. Το MPEG-7 επιτρέπει τον ορισμό μεταδεδομένων για την περιγραφή της δομής και του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού, την αναπαράσταση των χαμηλού επιπέδου οπτικών και ακουστικών χαρακτηριστικών του οπτικοακουστικού υλικού (π.χ. ιστογράμματα χρώματος, διανύσματα κίνησης, τέμπο ήχου κ.α.), την περιγραφή της κατάτμησης (segmentation) του οπτικοακουστικού υλικού, την περιγραφή των προτιμήσεων των χρηστών σχετικά με την κατανάλωση οπτικοακουστικού υλικού κ.α. Το πρότυπο **MPEG-21** [Per01] [Per03] ορίζει ένα ανοικτό περιβάλλον για τη διανομή και την κατανάλωση οπτικοακουστικού υλικού, μέσω της τυποποίησης (standardization) της προσαρμογής και της διαχείρισης οπτικοακουστικού υλικού, της μόνωσης (privacy) και της προστασίας των πνευματικών δικαιωμάτων.

Η διαλειτουργικότητα σημαντικής επιτυγχάνεται μέσω της ενσωμάτωσης **γνώσης περιοχής (domain knowledge)**, η οποία συνήθως εκφράζεται με τη μορφή **οντολογιών περιοχής (domain ontologies)**. **Οντολογία (Ontology)** είναι μια – πιθανώς μη πλήρης – αξιωματική διατύπωση (axiomatization) μιας σύλληψης εννοιών (conceptualization) [Gu98], που εκφράζει τη συναίνεση (consensus) μιας ή περισσότερων κοινοτήτων χρηστών για τη σημαντική (semantics) συγκεκριμένων εννοιών (concepts). Η συμφωνία αυτή μπορεί να ισχύει είτε για τη γενική χρήση των εννοιών είτε για τη χρήση τους σε συγκεκριμένα πεδία (για παράδειγμα, η χρήση της λέξης «όργανο» στη μουσική και στην ανατομία). Οι οντολογίες αναπαρίστανται με τη χρήση γλωσσών περιγραφής οντολογιών, στις οποίες τα τελευταία χρόνια το κυρίαρχο πρότυπο είναι η **OWL (Web Ontology Language)** [HPSH03] [MGHa04].

Τόσο η διαλειτουργικότητα σημαντικής μεταξύ υπηρεσιών οπτικοακουστικού υλικού όσο και οι υπηρεσίες σημαντικής για οπτικοακουστικό υλικό μπορούν να υποστηριχτούν μέσω της αναπαράστασης και της διαχείρισης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού. Για το σκοπό αυτό, στα πλαίσια της παρούσας διατριβής αναπτύχθηκε μια OWL οντολογική υποδομή που επιτρέπει την αναπαράσταση και τη διαχείριση της σημαντικής των MPEG-7 περιγραφών του οπτικοακουστικού υλικού. Επιπλέον, αναπτύχθηκε ένα μοντέλο αντιστοίχισης που επιτρέπει την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και OWL. Τέλος, ορίστηκαν η γλώσσα ερωτήσεων και το μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων χρηστών **MP7QL** που επιτρέπουν τον ορισμό ερωτήσεων και φίλτρων βάσει της σημαντικής των MPEG-7 περιγραφών του οπτικοακουστικού υλικού.

Τα δομικά αυτά στοιχεία (οντολογική υποδομή, μοντέλο αντιστοίχισης, γλώσσα ερωτήσεων και μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων χρηστών) αποτελούν τη θεωρητική βάση για την ανάπτυξη του πλαισίου (framework) **DS-MIRF (Domain-Specific Multimedia Information and Filtering Framework)**, το οποίο υποστηρίζει την ανάπτυξη υπηρεσιών και εφαρμογών οπτικοακουστικού υλικού, οι οποίες βασίζονται σε γνώση περιοχής και χρησιμοποιούν και επεκτείνουν το πρότυπο MPEG-7.

Το υπόλοιπο αυτού του κεφαλαίου δομείται ως εξής: Η αναγκαιότητα και οι στόχοι της παρούσας διατριβής παρουσιάζονται στην ενότητα 1.1, η συνεισφορά της διατριβής παρουσιάζεται στην ενότητα 1.2 και η δομή της διατριβής περιγράφεται στην ενότητα 1.3.

1.1. Αναγκαιότητα και Στόχοι της Διατριβής

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται η αναγκαιότητα και οι στόχοι της παρούσας διατριβής και συγκεκριμένα: Η αναγκαιότητα συστηματικής ενσωμάτωσης γνώσης περιοχής σε MPEG-7 περιγραφές παρουσιάζεται στην υποενότητα 1.1.1, η ανάγκη διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και OWL περιγράφεται στην υποενότητα 1.1.2, η αναγκαιότητα διαλειτουργικότητας μεταξύ XML Schema και OWL περιγράφεται στην υποενότητα 1.1.3, η αναγκαιότητα διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και CIDOC/CRM παρουσιάζεται στην υποενότητα 1.1.4 και η ανάγκη παροχής προηγμένων υπηρεσιών φίλτρων και αναζήτησης για οπτικοακουστικό υλικό παρουσιάζεται στην υποενότητα 1.1.5.

1.1.1. Ενσωμάτωση Γνώσης Περιοχής σε MPEG-7 Περιγραφές

Η αναγκαιότητα συστηματικής ενσωμάτωσης γνώσης περιοχής σε MPEG-7 περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού παρουσιάζεται σ' αυτή την υποενότητα. Έχει ήδη αναφερθεί ότι το MPEG-7 επιτρέπει τη δομημένη περιγραφή του οπτικοακουστικού υλικού από πολλές απόψεις, συμπεριλαμβανομένης της σημαντικής του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού. Παρ' όλο που οι δομές του MPEG-7 επιτρέπουν την πλήρη και δομημένη περιγραφή του οπτικοακουστικού υλικού, είναι γενικού σκοπού δομές και δεν επιτρέπουν άμεσα τη συστηματική ενσωμάτωση γνώσης περιοχής, καθώς το MPEG-7 δε διαθέτει μηχανισμούς ενσωμάτωσης και αξιοποίησης οντολογιών περιοχής.

Σύμφωνα όμως με τις απόψεις της επιστημονικής κοινότητας [OntoWeb] [DELOS] και όπως φαίνεται στα παραδείγματα της εισαγωγής, η ενσωμάτωση γνώσης περιοχής βελτιώνει την απόδοση της αναζήτησης και του φιλτραρίσματος οπτικοακουστικού υλικού. Αυτό συμβαίνει καθώς η ενσωμάτωση γνώσης περιοχής επιτρέπει την κατηγοριοποίηση των οντοτήτων σημαντικής που ανήκουν στον ίδιο γενικού σκοπού MPEG-7 τύπο. Για παράδειγμα, στο πεδίο του ποδοσφαίρου (απ' όπου είναι τα παραδείγματα της εισαγωγής), μπορούν να διαχωριστούν οι ποδοσφαιριστές από τους διαιτητές και τους προπονητές ποδοσφαίρου (που αναπαρίστανται όλες από οντότητες σημαντικής που ανήκουν στον MPEG-7 τύπο "AgentObjectType"), τα γκολ από τα πέναλτυ, τα φάουλ, τις κόκκινες κάρτες και τα κόρνερ (που αναπαρίστανται όλα από οντότητες σημαντικής που ανήκουν στον MPEG-7 τύπο "EventType") κλπ. Έτσι, μπορούν να εκφραστούν και να απαντηθούν με ακρίβεια ερωτήσεις που αφορούν συγκεκριμένες κατηγορίες οντοτήτων σημαντικής (π.χ. τα γκολ, τους ποδοσφαιριστές κ.α.).

Φαίνεται λοιπόν από τα παραπάνω ότι η συστηματική ενσωμάτωση γνώσης περιοχής σε MPEG-7 περιγραφές είναι απαραίτητη για τη βελτίωση της απόδοσης της ανάκτησης και του φιλτραρίσματος οπτικοακουστικού υλικού και για την παροχή προηγμένων υπηρεσιών αυτού του είδους. Αυτό εξηγείται καθώς η δομημένη με βάση το πρότυπο MPEG-7 περιγραφή της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού εξαλείφει τις αδυναμίες της περιγραφής και της ανάκτησης βάσει λέξεων-κλειδιών και η ενσωμάτωση γνώσης περιοχής εξαλείφει τις αδυναμίες των γενικού σκοπού δομών του MPEG-7.

1.1.2. Διαλειτουργικότητα μεταξύ MPEG-7 και OWL

Στην υποενότητα αυτή περιγράφεται η ανάγκη υποστήριξης διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και OWL. Όπως φάνηκε στην παράγραφο 1.1.1, είναι αναγκαία η ενσωμάτωση γνώσης περιοχής στις MPEG-7 περιγραφές και η αξιοποίησή της κατά τη διάρκεια της ανάκτησης και του φιλτραρίσματος οπτικοακουστικού υλικού.

Με δεδομένο ότι η γνώση περιοχής εκφράζεται με τη μορφή οντολογιών περιοχής οι οποίες συνήθως αναπαρίστανται με τη χρήση γλωσσών περιγραφής οντολογιών, πεδίο στο οποίο η OWL κυριαρχεί, είναι προφανές ότι είναι αναγκαία η υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και OWL. Η αναγκαιότητα αυτή ενισχύεται καθώς, λόγω της κυριαρχίας της OWL στην περιγραφή οντολογιών, έχουν αναπτυχθεί και αναπτύσσονται καθημερινά εργαλεία (tools) διαχείρισης OWL οντολογιών (όπως π.χ. συντάκτες (editors), εργαλεία εξαγωγής συμπερασμάτων (reasoners) κ.α.), ενώ όλο και περισσότερες OWL οντολογίες περιοχής αναπτύσσονται από κοινότητες χρηστών και η ενσωμάτωση της γνώσης που κωδικοποιείται σ' αυτές είναι επιθυμητή. Έτσι, ακόμα και αν ήταν δυνατή η έκφραση της γνώσης περιοχής στο MPEG-7, εφαρμογές (applications) όπως η απόκτηση γνώσης (knowledge acquisition) από οπτικοακουστικό υλικό μπορούν να ωφεληθούν σημαντικά από την αξιοποίηση γνώσης περιοχής εκφρασμένης σε OWL και εργαλείων εξαγωγής συμπερασμά-

των για OWL, με δεδομένο μάλιστα ότι δεν υπάρχουν τέτοια εργαλεία για MPEG-7. Η διαδικασία εξαγωγής συμπερασμάτων μάλιστα μπορεί να αξιοποιήσει αποτελεσματικά τη γνώση περιοχής ώστε να βελτιώσει την ποιότητα και την ακρίβεια των αποτελεσμάτων της. Μ' αυτό τον τρόπο, επιπρόσθετη γνώση μπορεί να αποκτηθεί κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας του οπτικοακουστικού υλικού (για παράδειγμα, στο ποδόσφαιρο η αναγνώριση ενός σουτ που ακολουθείται από πανηγυρισμούς και σέντρα μπορεί να οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι έχει σημειωθεί γκολ).

Επιπλέον, η υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και OWL θα επέτρεπε τη συμπληρωματική έκφραση σημαντικής (semantics) του MPEG-7 που δεν εκφράζεται στην XML σύνταξη του, παρ' όλο που περιγράφεται πλήρως στο κείμενο της επίσημης περιγραφής του. Παράδειγμα της σημαντικής αυτής είναι η αναπαράσταση των τυποποιημένων MPEG-7 σχέσεων, όπου μέρος της πληροφορίας για κάθε τύπο σχέσης (όπως για παράδειγμα η αντίστροφη σχέση της) δεν εκφράζεται στην XML σύνταξη του MPEG-7, παρ' όλο που παρουσιάζεται στο κείμενο περιγραφής του MPEG-7 [ISO/IEC03d].

1.1.3. Διαλειτουργικότητα μεταξύ XML Schema και OWL

Το κυρίαρχο πρότυπο ανταλλαγής δεδομένων για πολλές και διαφορετικές περιοχές εφαρμογών στο Διαδίκτυο σήμερα είναι η **XML (eXtensible Markup Language)** [Br&al04], η οποία βασίζεται στο ημιδομημένο μοντέλο δεδομένων. Η γλώσσα **XML Schema** [Fa01] [TBMM01] [BiMa01] χρησιμοποιεί XML σύνταξη και υποστηρίζει πλούσιες δομές και τύπους δεδομένων με στόχο τον ορισμό της δομής των διαφορετικών κλάσεων των XML δεδομένων. Λόγω των δυνατοτήτων δομής που παρέχει η γλώσσα XML Schema και του κεντρικού ρόλου που παίζει κατά την ανταλλαγή δεδομένων στο Διαδίκτυο, σημαντικά πρότυπα για πολλές διαφορετικές περιοχές εφαρμογών έχουν εκφραστεί στη γλώσσα XML Schema, συμπεριλαμβανομένων προτύπων στην περιοχή των πολυμέσων όπως τα MPEG-7 [CSP01] και MPEG-21 [Per01], προτύπων ηλεκτρονικής εκπαίδευσης (e-learning) όπως τα IEEE LOM [IEEE02] και SCORM [ADL04], προτύπων για Ψηφιακές Βιβλιοθήκες (Digital Libraries) όπως το METS [METS] κ.α. Έτσι, οι XML και XML Schema αποτελούν τη βάση της συντακτικής διαλειτουργικότητας στο Διαδίκτυο.

Αντίστοιχα, λόγω της κυριαρχίας της OWL στην αναπαράσταση οντολογιών περιοχής, που αποτελούν τον κυριότερο μηχανισμό υποστήριξης διαλειτουργικότητας σημαντικής, η OWL αποτελεί τη βάση της διαλειτουργικότητας σημαντικής. Με την κυριάρχηση μάλιστα της OWL στην περιγραφή γνώσης αναπτύχθηκαν εργαλεία που επιτρέπουν την επεξεργασία των δεδομένων βάσει της σημαντικής τους και την παροχή προηγμένων υπηρεσιών.

Φαίνεται λοιπόν ότι η ανάγκη υποστήριξης διαλειτουργικότητας μεταξύ XML/XML Schema και OWL γίνεται όλο και μεγαλύτερη, καθώς:

- Η επεξεργασία βάσει σημαντικής και η εξαγωγή πρόσθετης γνώσης που υποστηρίζεται από εργαλεία που διαχειρίζονται OWL πληροφορία θα ήταν χρήσιμη για υπηρεσίες και εφαρμογές που χρησιμοποιούν πρότυπα τα οποία έχουν εκφραστεί σε XML/XML Schema σύνταξη (όπως για παράδειγμα η αυτόματη εξαγωγή γνώσης από οπτικοακουστικό υλικό).
- Η έκφραση σε OWL σύνταξη της σημαντικής προτύπων των οποίων η σημαντική έχει αποτυπωθεί σε XML σχήματα επιτρέπει την ενσωμάτωση γνώσης περιοχής που έχει εκφραστεί με τη μορφή OWL οντολογιών περιοχής στη σημαντική των προτύπων.
- Αποκτά όλο και μεγαλύτερη σημασία η υποστήριξη διαλειτουργικότητας σημαντικής μεταξύ εφαρμογών και υπηρεσιών που παρέχονται στο ανοιχτό περιβάλλον του Διαδικτύου και είναι πιθανό να ακολουθούν διαφορετικά πρότυπα. Η υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ XML/XML Schema και OWL θα επιτρέψει την ανταλλαγή πληροφορίας τόσο μεταξύ εφαρμογών και υπηρεσιών που χρησιμοποιούν διαφορετικά πρότυπα με XML/XML Schema σύνταξη όσο και μεταξύ εφαρμογών και υπηρεσιών που χρησιμοποιούν πρότυπα με XML/XML Schema σύνταξη και εφαρμογών και υπηρεσιών που χρησιμοποιούν διαφορετικά πρότυπα με OWL σύνταξη.

1.1.4. Διαλειτουργικότητα μεταξύ MPEG-7 και CIDOC/CRM

Το CIDOC/CRM είναι σήμερα το κυρίαρχο πρότυπο περιγραφής στον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς. Ένα αντικείμενο όμως που αποτελεί τμήμα της πολιτιστικής κληρονομιάς μπορεί να αποτυπώνεται σε οπτικοακουστικό υλικό.

Έστω, για παράδειγμα, μια εικόνα που αποτυπώνει έναν πίνακα που ανήκει σε κάποιο μουσείου και απεικονίζει τη μάχη των Θερμοπυλών. Η εικόνα αυτή μπορεί να περιγραφεί με βάση το πρότυπο CIDOC/CRM και να κωδικοποιηθεί σε μια περιγραφή που περιλαμβάνει πληροφορίες για τον πίνακα, όπως το ζωγράφο, το όνομα του πίνακα, τη χρονολογία δημιουργίας του, το ιστορικό ιδιοκτησίας του από διάφορα μουσεία κ.α. Επιπλέον, το πρότυπο CIDOC/CRM μπορεί να διαχειριστεί οντολογίες ιστορίας, οι οποίες αναπαριστούν την ιστορική γνώση, ώστε να μπορεί να υποστηριχθεί η αποτελεσματική ανάκτηση των περιγραφών που βασίζονται στις οντολογίες αυτές. Οι οντολογίες ιστορίας μπορεί να βρίσκονται είτε στον ίδιο οργανισμό προστασίας και διαχείρισης της πολιτιστικής κληρονομιάς (μουσείο, βιβλιοθήκη, αρχείο κ.α.) είτε σε διαφορετικούς οργανισμούς, χρησιμοποιούνται από τις CIDOC/CRM περιγραφές και μπορεί να περιλαμβάνουν τόσο γνώση σχετικά με τη μάχη των Θερμοπυλών, όπως το χρονικό πλαίσιο που συνέβη, την τοποθεσία, τους συμμετέχοντες στρατούς κλπ., όσο και αναφορές σε ψηφιακές πληροφορίες που αφορούν τη μάχη, όπως έγγραφα βιβλιοθήκης, wikipedia περιγραφές κλπ. Έτσι, μια CIDOC/CRM περιγραφή της εικόνας που αποτυπώνει τον πίνακα του παραδείγματος μπορεί να περιέχει τόσο πληροφορία σχετικά με τον πίνακα όσο και δομημένη πληροφορία για τη σημαντική του περιεχομένου του.

Το οπτικοακουστικό υλικό που αποτυπώνει τα αντικείμενα που αποτελούν τμήμα της πολιτιστικής κληρονομιάς είναι πιθανό να περιγράφεται επίσης από MPEG-7 περιγραφές, οι οποίες μπορεί να αποθηκεύονται σε αποθήκες οπτικοακουστικού υλικού με ιστορικό ή πολιτιστικό περιεχόμενο. Έτσι, για την εικόνα του παραπάνω παραδείγματος, η οποία αποτελεί και οπτικό υλικό, θα μπορούσε να αποθηκεύεται μια MPEG-7 περιγραφή σε μια MPEG-7 αποθήκη μεταδεδομένων που περιέχει περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού που αναφέρεται σε ιστορικά γεγονότα. Με δεδομένη όμως την πολυπλοκότητα του προτύπου MPEG-7, ιδιαίτερα σε ότι αφορά την περιγραφή της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού, καθώς και το ότι οι οργανισμοί προστασίας και διαχείρισης της πολιτιστικής κληρονομιάς διαθέτουν (ή αναμένεται να διαθέτουν) CIDOC/CRM περιγραφές του υλικού τους, η δυνατότητα μετατροπής των CIDOC/CRM περιγραφών σε MPEG-7 περιγραφές θα έχει ως συνέπεια μεγάλη εξοικονόμηση χρόνου.

1.1.5. Προηγμένες Υπηρεσίες Πλοήγησης, Φίλτρων και Αναζήτησης βάσει MPEG-7 Περιγραφών

Η ανάγκη υποστήριξης προηγμένων υπηρεσιών πλοήγησης (browsing), φίλτρων και αναζήτησης (search) για οπτικοακουστικό υλικό παρουσιάζεται σ' αυτή την υποενότητα. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται τα κίνητρα για την υποστήριξη δυνατοτήτων ανάκτησης και ορισμού φίλτρων που επιτρέπουν διαφανή πρόσβαση σε οπτικοακουστικό υλικό και τη δυνατότητα έκφρασης συνθηκών για όλες τις συνιστώσες των MPEG-7 περιγραφών του οπτικοακουστικού υλικού. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην αναγκαιότητα υποστήριξης ανάκτησης και φίλτρων βάσει σημαντικής, καθώς τέτοια υποστήριξη, παρ' όλο που είναι ιδιαίτερα χρήσιμη, παρέχεται σπάνια λόγω τόσο της έλλειψης μεθοδολογιών που επιτρέπουν την ανάπτυξή της όσο και της δυσκολίας υλοποίησής της.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το πρότυπο MPEG-7 επιτρέπει τον ορισμό εκτεταμένων δομημένων περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού, που αποτυπώνουν τα χαρακτηριστικά του υλικού από πολλές απόψεις. Έτσι, αρκετές ερευνητικές ομάδες εργάστηκαν σε αναζήτηση και φιλτράρισμα οπτικοακουστικού υλικού βάσει MPEG-7 περιγραφών, εστιάζοντας, ανάλογα με την εξειδίκευση κάθε ομάδας, στη σημαντική του οπτικοακουστικού υλικού, στα σχετικά με το υλικό στοιχεία (π.χ. τίτλος, περίληψη, συντελεστές κ.α.) και στα χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικά του υλικού. Το κυριότερο πρόβλημα των προσεγγίσεων αυτών είναι ότι είναι αποσπασματικές, καθώς καθεμιά αξιοποιεί κάποιες συγκεκριμένες απόψεις των MPEG-7 περιγραφών και αγνοεί τις υπόλοιπες. Αυτό που λείπει από τις υπάρχουσες προσεγγίσεις είναι ένα ομοιόμορφο και διαφανές πλαίσιο για την ανάκτηση και το φιλτράρισμα οπτικοακουστικού υλικού, το οποίο θα βασίζεται στο πρότυπο MPEG-7.

Οι σημαντικότερες προτάσεις για την υποστήριξη ομοιόμορφης και διαφανούς αναζήτησης και φιλτράρισματος οπτικοακουστικού υλικού είναι η χρήση της γλώσσας **XQuery** [Si&al07] και η αξιοποίηση των MPEG-7 περιγραφών **Προτιμήσεων Αναζήτησης και Φίλτρων (Filtering and Search Preferences – FASP)**. Και οι δυο αυτές προσεγγίσεις έχουν σημαντικές αδυναμίες, καθώς δε μπορούν να εκμεταλλευθούν πλήρως την πληροφορία που κωδικοποιείται στις MPEG-7 περιγραφές. Συγκεκριμένα, η XQuery, η οποία είναι γλώσσα γενικού σκοπού για την αναζήτηση XML πληροφορίας, δεν είναι δυνατό να λάβει υπ' όψιν τις ιδιαιτερότητες του MPEG-7 και ιδιαίτερα των τμημάτων των MPEG-7 περιγραφών που αναπαριστούν τα χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικά και

τη σημασία του οπτικοακουστικού υλικού. Οι MPEG-7 προτιμήσεις αναζήτησης και φίλτρων από την άλλη, δεν επιτρέπουν την έκφραση συνθηκών για όλα τα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών. Μάλιστα, ανάμεσα στα στοιχεία για τα οποία οι MPEG-7 προτιμήσεις αναζήτησης και φίλτρων δεν επιτρέπουν την έκφραση συνθηκών είναι τα στοιχεία που αναπαριστούν τα χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικά και τη σημαντική του οπτικοακουστικού υλικού. Έτσι, και οι δυο προτάσεις δεν επιτρέπουν ούτε την υποστήριξη ανάκτησης και φίλτρων βάσει σημαντικής για οπτικοακουστικό υλικό ούτε την υποστήριξη φίλτρων και ανάκτησης βασισμένων σε χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικά.

Για να αρθούν οι περιορισμοί των υπάρχουσών προσεγγίσεων απαιτείται μια γλώσσα ερωτήσεων με σαφή σημαντική που βασίζεται στο MPEG-7 αντί για τη γενικού σκοπού σημαντική της XQuery. Οι βελτιστοποιητές (optimizers) εκτέλεσης ερωτήσεων θα μπορούν έτσι να εκτελούν αποτελεσματικά τον έλεγχο συνέπειας (consistency checking) και τη βελτιστοποίηση πρώτου επιπέδου (first-level optimization) βάσει της σημαντικής αυτής. Για το λόγο αυτό ο **Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (International Organization for Standardization – ISO)** εξέδωσε πρόσφατα τις **Απαιτήσεις της MPEG-7 Μορφής Ερωτήσεων (MPEG-7 Query Format Requirements – MP7QF)** [ISO/IEC06a]. Οι απαιτήσεις αυτές στόχο έχουν να καθοδηγήσουν τη διαδικασία τυποποίησης της έκφρασης ερωτήσεων για οπτικοακουστικό υλικό που έχει περιγραφεί με βάση το MPEG-7 και πρέπει να ικανοποιούνται από τις γλώσσες ανάκτησης οπτικοακουστικού υλικού που βασίζονται στο MPEG-7.

Σε ότι αφορά την πλοήγηση σε οπτικοακουστικό υλικό, το πρότυπο MPEG-7 επιτρέπει στους χρήστες να εκφράσουν τις προτιμήσεις τους στις MPEG-7 περιγραφές **Προτιμήσεων Πλοήγησης (Browsing Preferences – BP)**. Οι περιγραφές αυτές όμως δεν επιτρέπουν στους χρήστες να επιλέξουν σαφώς τους δυαδικούς τελεστές (boolean operators) που θα συνδυάσουν τα κριτήρια πλοήγησης και δεν επιτρέπουν πλοήγηση βάσει της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού. Φαίνεται λοιπόν από τα παραπάνω ότι, για την παροχή προηγμένων υπηρεσιών πλοήγησης είναι απαραίτητο ένα προηγμένο μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων πλοήγησης.

1.2. Συνεισφορά της Διατριβής

Η συνεισφορά της παρούσας διατριβής παρουσιάζεται σε αυτή την ενότητα. Η διατριβή εστιάζει στην αναπαράσταση της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού και στην ανάπτυξη λειτουργικότητας διαχείρισης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού. Η λειτουργικότητα αυτή βασίζεται στο κυρίαρχο πρότυπο περιγραφής οπτικοακουστικού υλικού, το πρότυπο MPEG-7 και στο κυρίαρχο πρότυπο αναπαράστασης οντολογιών, τη γλώσσα OWL. Στα πλαίσια της διατριβής αναπτύχθηκε μια οντολογική υποδομή που επιτρέπει την αναπαράσταση και τη διαχείριση της σημαντικής των περιγραφών του οπτικοακουστικού υλικού. Επιπλέον, αναπτύχθηκε ένα μοντέλο αντιστοίχισης που επιτρέπει την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και OWL. Τέλος, ορίστηκαν η γλώσσα ερωτήσεων και το μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων χρηστών MP7QL που επιτρέπουν τον ορισμό ερωτήσεων και φίλτρων βάσει της σημαντικής των MPEG-7 περιγραφών του οπτικοακουστικού υλικού. Τα δομικά αυτά στοιχεία (οντολογική υποδομή, μοντέλο αντιστοίχισης, γλώσσα ερωτήσεων και μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων χρηστών) αποτελούν τη θεωρητική βάση για την ανάπτυξη του πλαισίου DS-MIRF. Στη συνέχεια, στην υποενότητα 1.2.1 σκιαγραφείται το πλαίσιο DS-MIRF και στην υποενότητα 1.2.2 παρουσιάζεται η συνεισφορά της διατριβής στη μελέτη ανοιχτών ερευνητικών θεμάτων.

1.2.1. Το Πλαίσιο DS-MIRF

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται το πλαίσιο DS-MIRF. Για τη μηχανική λογισμικού (software engineering) πλαίσιο είναι ένα επεκτάσιμο υποσύστημα που υποστηρίζει ένα σύνολο συσχετιζόμενων υπηρεσιών. Το πλαίσιο DS-MIRF αξιοποιεί την αναπαράσταση της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού βάσει του προτεινόμενου από την παρούσα διατριβή μοντέλου με στόχο την υποστήριξη προηγμένων εφαρμογών και υπηρεσιών οπτικοακουστικού υλικού. Οι υπηρεσίες αυτές βασίζονται σε γνώση περιοχής και χρησιμοποιούν και επεκτείνουν τα πρότυπα MPEG-7 και MPEG-21.

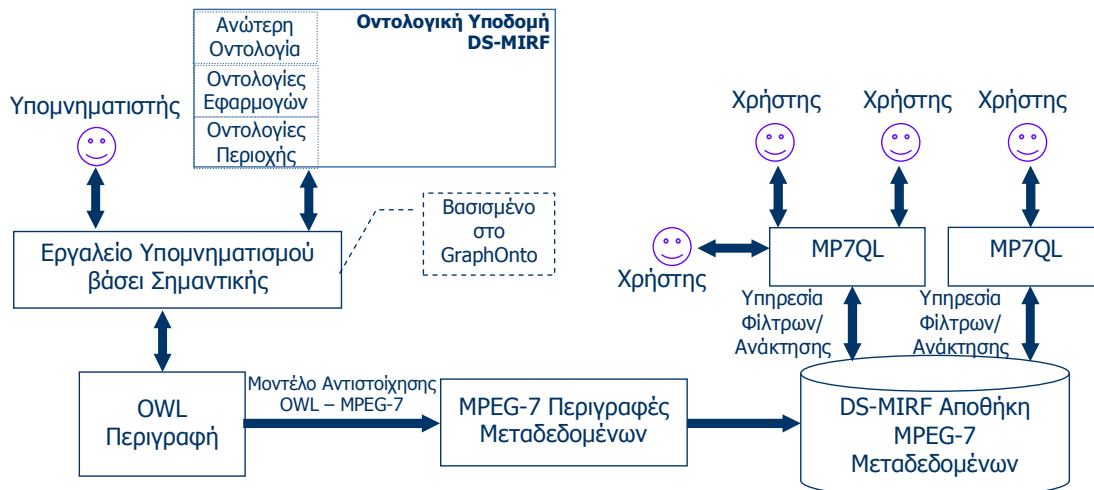
Οι χρήστες του πλαισίου DS-MIRF διακρίνονται σε δυο κατηγορίες:

1. Τους **υπομνηματιστές (annotators)**, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την περιγραφή της σημαντικής του περιεχομένου του διαθέσιμου οπτικοακουστικού υλικού, χρησιμοποιώντας γνώση

περιοχής (για παράδειγμα, είναι υπεύθυνοι να περιγράψουν σημασιολογικά ένα τμήμα video που περιέχει ένα γκολ της AEK σε βάρος του Ολυμπιακού). Έτσι, οι υπομνηματιστές είναι στην ουσία υπεύθυνοι για τον ορισμό μεταδεδομένων που περιγράφουν τη σημαντική του οπτικοακουστικού υλικού.

2. Τους **τελικούς χρήστες (end users)**, οι οποίοι χρησιμοποιούν τις εφαρμογές και τις υπηρεσίες αναζήτησης, ανάκτησης, φιλτραρίσματος και πλοήγησης οπτικοακουστικού υλικού που υποστηρίζονται από το πλαίσιο DS-MIRF. Στο υπόλοιπο της διατριβής οι τελικοί χρήστες θα αναφέρονται απλά ως χρήστες.

Η αρχιτεκτονική του πλαισίου DS-MIRF και η ροή πληροφορίας μεταξύ των συστατικών του απεικονίζονται στην Εικόνα 1. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 1, οι υπομνηματιστές χρησιμοποιούν κάποιο **εργαλείο υπομνηματισμού στο επίπεδο της σημαντικής (semantic annotation tool)**, που βασίζεται στο συστατικό λογισμικού (software component) **GraphOnto**. Το συστατικό λογισμικού GraphOnto επιτρέπει τον ορισμό και τη διαχείριση OWL οντολογιών και OWL/RDF περιγραφών που ορίζονται με βάση οντολογίες και επιτρέπει την αξιοποίηση και την επέκταση της **οντολογικής υποδομής (ontological infrastructure)** του πλαισίου DS-MIRF. Επιπλέον, το συστατικό λογισμικού GraphOnto επιτρέπει τη μετατροπή σε MPEG-7 σύνταξη OWL οντολογιών περιοχής και OWL/RDF περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού.



Εικόνα 1: Η Αρχιτεκτονική του Πλαισίου DS-MIRF

Η οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF υλοποιεί το μοντέλο δεδομένων του [TsPaCh01a] [TsPaCh01b] και απαρτίζεται από: **(α)** Μια **Ανώτερη Οντολογία (Upper Ontology)** που αποτυπώνει πλήρως τη σημαντική των τμημάτων MPEG-7 MDS και MPEG-21 DIA Architecture, καθώς και των απαραίτητων δομών από τα τμήματα MPEG-7 Visual και MPEG-7 Audio; **(β)** Ένα σύνολο **Οντολογιών Εφαρμογών (Application Ontologies)**, που επεκτείνουν τη σημαντική της Ανώτερης Οντολογίας με πληροφορία που σχετίζεται με εφαρμογές; και **(γ)** Ένα σύνολο **Οντολογιών Περιοχής (Domain Ontologies)**, που επεκτείνουν τη σημαντική της Ανώτερης Οντολογίας και των Οντολογιών Εφαρμογών με γνώση περιοχής. Καθώς το πρότυπο MPEG-7 έχει εκφραστεί σε XML Schema σύνταξη, η ανάπτυξη της ανώτερης οντολογίας βασίστηκε στην αντιστοίχιση XML Schema δομών σε OWL δομές. Η γενίκευση της μεθοδολογίας αυτής οδήγησε στην ανάπτυξη του μοντέλου αντιστοίχισης XS2OWL, το οποίο ορίζει την αντιστοίχιση των δομών των προτύπων XML Schema και OWL, επιτρέποντας έτσι τη χρήση μεθοδολογιών και εργαλείων του Σημασιολογικού Ιστού από εφαρμογές που βασίζονται σε σημαντική που έχει εκφραστεί σε XML Schema σύνταξη. Επιπλέον, το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφορίας μεταξύ OWL/RDF εφαρμογών και εφαρμογών που χρησιμοποιούν XML Schema σύνταξη.

Οι οντολογίες που απαρτίζουν την οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF είναι εκφρασμένες σε OWL σύνταξη, καθώς η OWL είναι η κυρίαρχη γλώσσα ορισμού οντολογιών. Έτσι, το αποτέλεσμα του υπομνηματισμού στο επίπεδο της σημαντικής είναι μια OWL/RDF περιγραφή του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού. Η χρήση των οντολογιών επιτρέπει τον αυστηρό έλεγχο της ορθότητας της σημαντικής των παραγόμενων περιγραφών σημαντικής με τη χρήση γνώσης περιοχής (για παράδειγμα, δεν επιτρέπεται μια ομάδα να έχει ταυτόχρονα ενεργούς, κατά τη διάρκεια

ενός αγώνα ποδοσφαίρου, περισσότερους από 11 παίκτες). Η λειτουργικότητα αυτή παρέχεται από το GraphOnto, το οποίο υποστηρίζει, κατά τη διάρκεια του υπομνηματισμού, την επικύρωση της ορθότητας (validation) τόσο των οντολογιών όσο και των περιγραφών που ορίζονται με βάση αυτές.

Στη συνέχεια, οι OWL/RDF περιγραφές μετατρέπονται από το συστατικό λογισμικού GraphOnto σε MPEG-7 περιγραφές βάσει του **μοντέλου αντιστοίχισης μεταξύ MPEG-7 και OWL (MPEG-7 – OWL mapping model)** που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής.

Οι MPEG-7 περιγραφές αποθηκεύονται στη **DS-MIRF Αποθήκη MPEG-7 Μεταδεδομένων (DS-MIRF MPEG-7 Metadata Repository)**, όπου αποθηκεύονται οντολογίες περιοχής εκφρασμένες σε MPEG-7 σύνταξη, MPEG-7 περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού και περιγραφές προτιμήσεων χρηστών. Η DS-MIRF αποθήκη MPEG-7 μεταδεδομένων παρέχει υπηρεσίες διαχείρισης (προσπέλαση, εισαγωγή, διαγραφή και ενημέρωση) MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού, υπηρεσίες διαχείρισης περιγραφών προτιμήσεων χρηστών, υπηρεσίες διαχείρισης οντολογιών περιοχής, πλοήγηση αναζήτηση και φιλτράρισμα οπτικοακουστικού υλικού, καθώς και εξατομικευμένες υπηρεσίες οπτικοακουστικού υλικού που βασίζονται σε γνώση περιοχής. Οι υπηρεσίες αναζήτησης βασίζονται στη γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και οι υπηρεσίες φίλτρων και πλοήγησης βασίζονται στο MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων. Οι υπηρεσίες φίλτρων και αναζήτησης που παρέχονται από τη DS-MIRF Αποθήκη Μεταδεδομένων MPEG-7 χρησιμοποιούνται στη συνέχεια από εφαρμογές πολυμέσων όπως η βασισμένη σε οντολογίες γεννήτρια διεπαφών (interfaces) φυσικής γλώσσας για αποθήκες οπτικοακουστικού υλικού OntoNL [KaCh05] [Kap07].

Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων αναπτύχθηκαν στα πλαίσια της παρούσας διατριβής και έχουν εκφραστεί με τη χρήση τόσο XML Schema όσο και OWL σύνταξης. Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων επιτρέπουν ανάκτηση και φιλτράρισμα οπτικοακουστικού υλικού που έχει περιγραφεί με τη χρήση του προτύπου MPEG-7 με ομοιόμορφο και διαφανή τρόπο. Έτσι, μπορούν να εκφραστούν συνθήκες για όλες τις συνιστώσες των MPEG-7 περιγραφών, να αξιοποιηθεί γνώση περιοχής που έχει εκφραστεί με τη χρήση MPEG-7 σύνταξης και να υποστηριχθούν η ανάκτηση οπτικοακουστικού υλικού βάσει σημαντικής και ο ορισμός φίλτρων σημαντικής για το οπτικοακουστικό υλικό.

Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL έχει ως μοντέλο δεδομένων το MPEG-7 και έχει την ιδιότητα της κλειστότητας, καθώς τα αποτελέσματα των MP7QL ερωτήσεων είναι MPEG-7 περιγραφές.

Το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων έχει το MPEG-7 μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων ως ειδική περίπτωση, γεγονός που επιτρέπει την αξιοποίηση MPEG-7 περιγραφών προτιμήσεων χρηστών από συστήματα διαχείρισης MP7QL περιγραφών προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων.

Το πλαίσιο DS-MIRF υποστηρίζει τη διαλειτουργικότητα μεταξύ OWL και MPEG-7 στο επίπεδο της σημαντικής. Η υποστήριξη αυτή είναι χρήσιμη για δυο διαφορετικές κατηγορίες πιθανών χρηστών:

- Χρήστες που γνωρίζουν την ύπαρξη του πλαισίου DS-MIRF και του λογισμικού που αυτό παρέχει και θα ήθελαν να ενσωματώσουν οντολογίες που αναπτύσσονται στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF (ως οντολογίες περιοχής ή οντολογίες εφαρμογών). Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η διαλειτουργικότητα των οντολογιών τους με το πρότυπο MPEG-7.
- Χρήστες που διαθέτουν οντολογίες ανεξάρτητες από το πλαίσιο DS-MIRF, οι οποίες θα μπορούσαν να ενσωματωθούν στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF ως οντολογίες περιοχής ή οντολογίες εφαρμογών.

1.2.2. Συνεισφορά της Διατριβής σε Ανοιχτά Ερευνητικά Θέματα

Η συνεισφορά της διατριβής στη μελέτη ανοιχτών ερευνητικών θεμάτων, που περιγράφεται σε αυτή την υποενότητα, συνοψίζεται στα εξής σημεία:

- Την τεκμηρίωση της αναγκαιότητας ενσωμάτωσης γνώσης περιοχής στις δυνατότητες δομημένης περιγραφής της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού και την ανάπτυξη ενός μοντέλου περιγραφής οπτικοακουστικού υλικού που το επιτρέπει [TsPaCh01a] [TsPaCh01b]. Αυτό επιτυγχάνεται με την αναπαράσταση των δομών και της σημαντικής του MPEG-7 στο πρώτο επίπεδο

του μοντέλου και την αναπαράσταση της γνώσης περιοχής στο δεύτερο επίπεδο, ώστε η γνώση περιοχής να εμπλουτίζει τις δομές και τη σημαντική του MPEG-7.

- Την ανάπτυξη ενός μοντέλου αναπαράστασης γνώσης περιοχής με τη χρήση MPEG-7 σύνταξης καθώς και την ενσωμάτωση και τη συστηματική αξιοποίησή της στις MPEG-7 περιγραφές [TsFaCh03a] [TsFaCh03b] [Ts&al05].
- Την ανάπτυξη ενός πλαισίου υποστήριξης της διαλειτουργικότητας προτύπων που χρησιμοποιούν XML Schema σύνταξη με γνώση περιοχής που είναι εκφρασμένη με τη μορφή OWL οντολογιών [TsCh07b]. Το πλαίσιο αυτό βασίζεται στο μοντέλο αντιστοίχισης (mapping model) XS2OWL, το οποίο ορίζει την αντιστοίχιση των δομών των προτύπων XML Schema και OWL, επιτρέποντας έτσι τη χρήση μεθοδολογιών και εργαλείων του Σημασιολογικού Ιστού (Semantic Web) από εφαρμογές που χρησιμοποιούν πρότυπα που βασίζονται σε XML Schema. Το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL επιτρέπει τη διατήρηση της συμβατότητας με εφαρμογές που χρησιμοποιούν τις XML Schema εκδόσεις των προτύπων. Το σύστημα XS2OWL που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής υλοποιεί το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL αυτοματοποιώντας την εφαρμογή του.
- Την ανάπτυξη ενός μοντέλου για την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και OWL, που υλοποιείται από ένα πλαίσιο που επιτρέπει την αξιοποίηση γνώσης περιοχής που είναι εκφρασμένη με τη μορφή OWL οντολογιών για τη δημιουργία MPEG-7 περιγραφών συστηματικά εμπλουτισμένων με γνώση περιοχής [Ts&al04] [TsPoCh04a] [TsPoCh04b] [TsPoCh04c] [TsPoCh07] [Ga&al07]. Το πλαίσιο αυτό απαρτίζεται από μια OWL ανώτερη οντολογία που αναπαριστά το MPEG-7, μια μεθοδολογία ορισμού οντολογιών περιοχής και/ή ενσωμάτωσής τους στην ανώτερη οντολογία και από ένα σύνολο κανόνων μετατροπής (transformation rules) OWL οντολογιών περιοχής και περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού σε MPEG-7 σύνταξη.
- Την ανάπτυξη της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL [TsCh06b] [TsCh07a] [TsCh08] και του συμβατού με αυτή MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων χρηστών [TsCh05] [TsCh06a] που επιτρέπουν τη διαφανή πρόσβαση στο οπτικοακουστικό υλικό, τη δυνατότητα έκφρασης συνθηκών για όλες τις συνιστώσες των MPEG-7 περιγραφών καθώς και την ανάκτηση οπτικοακουστικού υλικού βάσει σημαντικής και τον ορισμό φίλτρων σημαντικής για το υλικό αυτό. Επιπλέον, τόσο η MP7QL όσο και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων χρηστών επιτρέπουν το σαφή καθορισμό δυαδικών τελεστών, ώστε να είναι δυνατός ο ακριβής συνδυασμός των συνθηκών των ερωτήσεων σύμφωνα με τις επιθυμίες των χρηστών και τιμών προτίμησης.
- Την υποστήριξη της δυνατότητας έκφρασης και αξιοποίησης γνώσης σχετικής με εφαρμογές (application knowledge), η οποία δεν εκφράζεται άμεσα στα MPEG-7/21 αλλά είναι απαραίτητη για την υποστήριξη προηγμένων υπηρεσιών [TsPoCh07]. Η γνώση αυτή είτε διευκολύνει τη χρήση των προτύπων MPEG-7/21 (συνήθως περιλαμβάνει δομές που υπονοούνται στο κείμενο περιγραφής των προτύπων, όπως είναι οι τυποποιημένες σχέσεις – typed relationships) είτε υποστηρίζει προηγμένες υπηρεσίες περιεχομένου πολυμέσων (όπως, για παράδειγμα, περιγραφές προτιμήσεων χρηστών βάσει σημαντικής – semantic user preferences) και αναπαρίσταται με τη μορφή οντολογιών εφαρμογών (application ontologies). Στα πλαίσια της παρούσας διατριβής αναπτύχθηκαν: (α) Μια οντολογία εφαρμογής που αναπαριστά πλήρως τη σημαντική των τυποποιημένων σχέσεων που περιγράφεται στο κείμενο του MPEG-7 MDS, αλλά δεν αποτυπώνεται πλήρως στην XML/XML Schema σύνταξή του; και (β) Μια οντολογία εφαρμογής για την πλήρη περιγραφή προτιμήσεων χρηστών, που περιλαμβάνει προτιμήσεις φίλτρων και αναζήτησης για οπτικοακουστικό υλικό συμβατές με τη σημαντική του MP7QL μοντέλου προτιμήσεων ανάκτησης και φίλτρων και περιγραφές προτιμήσεων πλοήγησης που χρησιμοποιούν σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές και επιτρέπει την πλοήγηση βάσει της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού.
- Την επαλήθευση της ορθότητας της αναπαράστασης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού που αναπτύχθηκε από την παρούσα διατριβή, μέσω της εφαρμογής της στα πεδία του αθλητισμού [TsPoCh07] [TsPoCh04a] και της πολιτιστικής κληρονομιάς (cultural heritage) [Nt&al07a] [Nt&al07b] [Nt&al08]. Σε σχέση μάλιστα με το πεδίο της πολιτιστικής κληρονομιάς αναπτύχθηκε ένα μοντέλο αντιστοίχισης των προτύπων MPEG-7 και CIDOC/CRM, που επιτρέπει την αξιοποίηση των περιγραφών των αντικειμένων που αποτελούν τμήμα της πολιτιστικής

κληρονομιάς κατά την περιγραφή οπτικοακουστικού υλικού που αποτυπώνει τα αντικείμενα αυτά.

- Την πειραματική αξιολόγηση (evaluation) του μοντέλου αναπαράστασης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού που αναπτύχθηκε από την παρούσα διατριβή σε σχέση με τις κυρίαρχες πρακτικές αναπαράστασης οπτικοακουστικού υλικού [TsPoCh07].

Επιπλέον, τα επιμέρους αποτελέσματα της παρούσας διατριβής συνεισέφεραν στη διαδικασία ορισμού προτύπων και πρακτικών της **Ομάδας Ειδημόνων σε Κινούμενες Εικόνες (Moving Picture Experts Group – MPEG)** και του Σηματολογικού Ιστού στο πεδίο των πολυμέσων και συγκεκριμένα:

- Η οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF επηρέασε σε σημαντικό βαθμό τις εργασίες στην ομάδα "W3C Multimedia Semantics Incubator Group" [W3C/MM], στην οποία η συγγραφέας της διατριβής συμμετείχε ως προσκεκλημένη ειδήμων (invited expert). Ως συνέπεια, τα έγγραφα [Ha07] [Ce&al07] που είναι αποτέλεσμα της εργασίας της ομάδας αυτής έχουν αναφορές σε τμήματα της παρούσας διατριβής.
- Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL [TsCh07e] αποτέλεσε πρόταση για τη σύνταξη της MPEG-7 μορφής ερωτήσεων (MP7QF), στην πρόσκληση υποβολής προτάσεων του MPEG, και επηρέασε το σχεδιασμό του προτύπου το οποίο αναπτύσσεται για την αναζήτηση οπτικοακουστικού υλικού που έχει περιγραφεί με τη χρήση του προτύπου MPEG-7.

1.3. Δομή της Διατριβής

Η δομή της παρούσας διατριβής παρουσιάζεται σ' αυτή την ενότητα. Το υπόλοιπο της διατριβής δομείται ως εξής:

- Στο 2^ο κεφάλαιο γίνεται η επισκόπηση (overview) της σχετικής με την παρούσα διατριβή εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται τα πρότυπα στα οποία βασίστηκε η διατριβή, οι υπάρχουσες ερευνητικές εργασίες για θέματα που πραγματεύεται η διατριβή και γίνεται σύγκριση της υπάρχουσας ερευνητικής δουλειάς με την παρούσα διατριβή.
- Στο 3^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται το πλαίσιο XS2OWL, το οποίο αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής και υποστηρίζει τη διαλειτουργικότητα μεταξύ OWL και XML. Το πλαίσιο XS2OWL βασίζεται στο μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL, το οποίο ορίζει την αντιστοίχιση των δομών των προτύπων XML Schema και OWL, επιτρέποντας έτσι τη χρήση μεθοδολογιών και εργαλείων του Σηματολογικού Ιστού από εφαρμογές που βασίζονται σε σημαντική που έχει εκφραστεί σε XML Schema σύνταξη. Επιπλέον, το πλαίσιο XS2OWL επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφορίας μεταξύ OWL/RDF εφαρμογών και εφαρμογών που χρησιμοποιούν XML Schema σύνταξη.
- Στο 4^ο κεφάλαιο περιγράφεται το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής.
- Στο 5^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL (MPEG-7 Query Language) και το συμβατό με αυτή MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων, που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια της παρούσας διατριβής και στοχεύουν στην υποστήριξη ομοιόμορφης και διαφανούς ανάκτησης και φιλτραρίσματος οπτικοακουστικού υλικού. Συγκεκριμένα, περιγράφονται οι επιμέρους απαιτήσεις που ικανοποιούνται και οι προδιαγραφές που τηρούνται από τη γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων, ο σχεδιασμός και η σημαντική της γλώσσας MP7QL και του MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων. Επιπλέον, παρουσιάζονται η αξιολόγηση της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL και του MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων καθώς και η επεξεργασία των MP7QL ερωτήσεων στο πλαίσιο DS-MIRF.
- Στο 6^ο κεφάλαιο περιγράφεται το μοντέλο υποστήριξης διαλειτουργικότητας σημαντικής μεταξύ MPEG-7 και OWL στο πλαίσιο DS-MIRF. Το μοντέλο αυτό βασίζεται στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF και στο μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές, το οποίο επιτρέπει τη μετατροπή OWL οντολογιών περιοχής και OWL/RDF περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού σε MPEG-7 περιγραφές.

- Στο 7^ο κεφάλαιο περιγράφονται οι εφαρμογές της αναπαράστασης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού που αναπτύχθηκε από την παρούσα διατριβή και η αξιολόγηση της αναπαράστασης αυτής. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται η εφαρμογή της αναπαράστασης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού στα πεδία του αθλητισμού και της πολιτιστικής κληρονομιάς. Στο πεδίο του αθλητισμού μάλιστα το μοντέλο αναπαράστασης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού αξιολογήθηκε σε σχέση με τις κυρίαρχες προσεγγίσεις αναπαράστασης.
- Στο 8^ο κεφάλαιο γίνεται η ανακεφαλαίωση της παρούσας διατριβής, παρουσιάζεται η συνεισφορά της διατριβής και προτείνονται μελλοντικές επεκτάσεις της.

2. Σχετική Εργασία

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η επισκόπηση της σχετικής με την παρούσα διατριβή εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, στην ενότητα 2.1 παρουσιάζονται τα πρότυπα στα οποία βασίστηκε η διατριβή, στην ενότητα 2.2 παρουσιάζονται οι υπάρχουσες ερευνητικές εργασίες για θέματα που πραγματεύεται η διατριβή και στην ενότητα 2.3 γίνεται σύγκριση της υπάρχουσας ερευνητικής εργασίας με την παρούσα διατριβή. Το κεφάλαιο κλείνει με την ανακεφαλαίωση που γίνεται στην ενότητα 2.4.

2.1. Πρότυπα

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα πρότυπα στα οποία βασίστηκε η παρούσα διατριβή. Συγκεκριμένα, στην υποενότητα 2.1.1 παρουσιάζεται η γλώσσα ορισμού κλάσεων δομημένων εγγράφων **XML Schema**, στην υποενότητα 2.1.2 παρουσιάζεται το πρότυπο περιγραφής οπτικοακουστικού υλικού **MPEG-7**, στην υποενότητα 2.1.3 παρουσιάζεται το πρότυπο πλαίσιο διαχείρισης και ανταλλαγής οπτικοακουστικού υλικού **MPEG-21**, στην υποενότητα 2.1.4 παρουσιάζεται ο **Σημασιολογικός Ιστός (Semantic Web)**, με έμφαση στις γλώσσες περιγραφής οντολογιών και μεταδεδομένων στον Παγκόσμιο Ιστό (World Wide Web – WWW) και στην υποενότητα 2.1.5 παρουσιάζεται το πρότυπο **CIDOC/CRM**, που είναι το κυρίαρχο πρότυπο στο πεδίο της πολιτιστικής κληρονομιάς.

2.1.1. XML Schema

Το βασικό πρότυπο ανταλλαγής δομημένων δεδομένων στο Διαδίκτυο σήμερα είναι η **XML (eXtensible Markup Language)** [Br&al04]. Η XML υποστηρίζει δομημένα **XML Έγγραφα (XML Documents)**, τα οποία απαρτίζονται από **στοιχεία (elements)**. Η αρχή και το τέλος ενός XML εγγράφου καθορίζονται από την αρχή και το τέλος του **στοιχείου-ρίζας (root element)** του. Τα στοιχεία μπορεί να είναι εμφωλευμένα (nested) και να διαθέτουν χαρακτηριστικά, τα οποία αναπαρίστανται ως **γνωρίσματα (attributes)**. Η γλώσσα **XML Schema** [Fa01] [TBMM01] [BiMa01], που παρουσιάζεται σε αυτή την υποενότητα, είναι η γλώσσα που χρησιμοποιείται για τον ορισμό κλάσεων XML εγγράφων, όπου για κάθε κλάση καθορίζονται τα χαρακτηριστικά, το περιεχόμενο και η δομή των **στιγμιότυπων (instances)** της. Η γλώσσα XML Schema χρησιμοποιεί XML σύνταξη και υποστηρίζει πλούσιες δομές και τύπους δεδομένων. Ο ορισμός μιας κλάσης εγγράφων στη γλώσσα XML Schema είναι ένα XML σχήμα (schema).

Η γλώσσα XML Schema επιτρέπει τον ορισμό απλών και σύνθετων στοιχείων, τα οποία ανήκουν σε XML Schema τύπους που καθορίζονται στο γνώρισμα “type” των στοιχείων. Τα **σύνθετα στοιχεία (complex elements)** ανήκουν σε **σύνθετους τύπους (complex types)** και μπορεί να διαθέτουν γνωρίσματα και να περιέχουν άλλα στοιχεία. Οι σύνθετοι τύποι μπορεί να είναι απτοί (concrete), οπότε επιτρέπεται να οριστούν στιγμιότυπά τους, ή αφηρημένοι (abstract), οπότε δεν επιτρέπεται ο ορισμός στιγμιότυπων τους, όπως καθορίζεται στο γνώρισμα “abstract” των σύνθετων τύπων. Τα **απλά στοιχεία (simple elements)** ανήκουν σε **απλούς τύπους (simple types)**, οι οποίοι συνήθως ορίζονται ως περιορισμοί (restrictions) των βασικών τύπων που παρέχονται από την XML Schema, όπως είναι οι συμβολοσειρές (strings), οι αριθμοί (ακέραιοι και πραγματικοί), τα σύμβολα (tokens) κ.α. Τα απλά στοιχεία δε διαθέτουν γνωρίσματα και δεν επιτρέπεται να περιέχουν άλλα στοιχεία. Η γλώσσα XML Schema υποστηρίζει κληρονομικότητα (inheritance) και περιορισμούς (constraints) για όλους τους τύπους, απλούς και σύνθετους. Η κληρονομικότητα μπορεί να εφαρμόζεται τόσο με την επέκταση (extension) όσο και με τον περιορισμό του τύπου που αποτελεί βάση του τρέχοντος τύπου. Ο τύπος που αποτελεί τη βάση του τρέχοντος τύπου δηλώνεται στο γνώρισμα “base” του ορισμού του τρέχοντος τύπου. Επιπλέον, μπορεί να δηλωθεί αν επι-

τρέπεται ή όχι ο τρέχον τύπος να αποτελέσει βάση για άλλους τύπους, μέσω της τιμής του γνωρίσματος "final" των σύνθετων τύπων. Υποστηρίζονται ακόμα επαναχρησιμοποιήσιμοι ορισμοί στοιχείων: Η παρουσία του γνωρίσματος "substitutionGroup" σε ορισμούς στοιχείων δηλώνει ότι το τρέχον στοιχείο αποτελεί εξειδίκευση κάποιου άλλου στοιχείου, το όνομα του οποίου καθορίζεται στην τιμή του γνωρίσματος "substitutionGroup". Η δήλωση αν επιτρέπεται ή όχι το τρέχον στοιχείο να εξειδικευτεί γίνεται μέσω της τιμής του γνωρίσματος "block" των στοιχείων.

Η γλώσσα XML Schema υποστηρίζει γνωρίσματα, που αναπαριστούν τα χαρακτηριστικά των σύνθετων τύπων. Γνωρίσματα τα οποία πρέπει να χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα σχηματίζουν **ομάδες γνωρισμάτων (attribute groups)**.

Προκαθορισμένες (fixed) και εξ' ορισμού (default) τιμές υποστηρίζονται από την XML Schema τόσο για γνωρίσματα όσο και για απλού τύπου στοιχεία, μέσω των γνωρισμάτων "default" και "fixed" αντίστοιχα.

Τα στοιχεία που περιέχονται σε κάποιο άλλο στοιχείο ή στον ορισμό κάποιου τύπου μπορεί να είναι εναλλάξιμα, οπότε απαρτίζουν **επιλογές (choices)** και **σύνολα** (που υλοποιούνται από τις δομές "xs:choice" και "xs:all" αντίστοιχα) ή να έχουν προκαθορισμένη σειρά, οπότε απαρτίζουν **ακολουθίες (sequences)** (που υλοποιούνται από τη δομή "xs:sequence"). Τόσο οι ακολουθίες όσο και οι επιλογές μπορεί να είναι εμφωλευμένες. Ο ελάχιστος και ο μέγιστος επιτρεπτός αριθμός στοιχείων μέσα σε ακολουθίες και επιλογές ορίζονται από τα γνωρίσματα "minOccurs" και "maxOccurs" αντίστοιχα. Αν δεν προσδιορίζεται η τιμή του γνωρίσματος "minOccurs" και/ή του γνωρίσματος "maxOccurs", υπονοείται η τιμή 1. Επαναχρησιμοποιήσιμες σύνθετες δομές, που μπορεί να συνδυάζουν ακολουθίες και επιλογές, σχηματίζουν τα **μοντέλα ομάδων (model groups)**.

Τα μοντέλα ομάδων και οι ομάδες γνωρισμάτων ορίζονται σε κορυφαίο επίπεδο (top-level) μόνο, ενώ τα γνωρίσματα και τα στοιχεία μπορούν να οριστούν τόσο σε κορυφαίο επίπεδο όσο και μέσα στους ορισμούς τύπων. Οι τύποι (απλοί και σύνθετοι) μπορούν να οριστούν τόσο σε κορυφαίο επίπεδο όσο και μέσα στους ορισμούς στοιχείων και γνωρισμάτων.

Οι τύποι (απλοί και σύνθετοι), τα στοιχεία, τα γνωρίσματα, οι ομάδες γνωρισμάτων και τα μοντέλα ομάδας κορυφαίου επιπέδου διαθέτουν μοναδικά ονόματα, που αναπαρίστανται από το χαρακτηριστικό "name". Ονόματα διαθέτουν και τα εμφωλευμένα στοιχεία και γνωρίσματα, τα οποία πρέπει να είναι μοναδικά στα όρια των πιο κοντινών τύπων μέσα στους οποίους ορίζονται. Να σημειωθεί ότι οι εμφωλευμένοι τύποι (απλοί και σύνθετοι) είναι ανώνυμοι. Η XML Schema υποστηρίζει XML χώρους ονομάτων (namespaces), που επιτρέπουν τη διάκριση τύπων, στοιχείων και γνωρισμάτων από διαφορετικά σχήματα που έχουν το ίδιο όνομα και μπορεί να χρησιμοποιούνται στο ίδιο έγγραφο. Επιπλέον, όλες οι XML Schema δομές (γνωρίσματα, στοιχεία, επιλογές, ακολουθίες, απλοί και σύνθετοι τύποι, μοντέλα ομάδες και ομάδων γνωρισμάτων) επιτρέπεται να διαθέτουν μοναδικές ταυτότητες (identifiers) που αναπαρίστανται από το γνώρισμα "id".

Τα γνωρίσματα, τα στοιχεία, οι ομάδες γνωρισμάτων και τα μοντέλα ομάδας που ορίζονται σε κορυφαίο επίπεδο μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ορισμούς τύπων μέσω αναφορών (references) που υλοποιούνται από το γνώρισμα "ref".

Τέλος, όλα τα δομικά στοιχεία ενός XML σχήματος μπορεί να διαθέτουν ένα υπόμνημα (annotation) που τα περιγράφει και αναπαρίσταται από το στοιχείο "annotation".

Ως παράδειγμα XML σχήματος, στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται το XML σχήμα <http://www.music.tuc.gr/example.xsd>, που επιτρέπει τον ορισμό πινάκων (matrices) πραγματικών αριθμών με τιμές στο διάστημα [0, 1]. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 2, το XML σχήμα έχει ως στοιχείο-ρίζα το στοιχείο "schema", το οποίο δηλώνει ότι πρόκειται για ορισμό XML σχήματος και στο οποίο ορίζονται οι απαραίτητοι χώροι ονομάτων. Στη συνέχεια, ένα στοιχείο "annotation" παρέχει πληροφορίες για το τρέχον XML σχήμα. Ο ορισμός του στοιχείου "element" με όνομα "Matrix" στη συνέχεια δηλώνει ότι το στοιχείο-ρίζα των εγγράφων που υπακούν στο τρέχον σχήμα είναι το στοιχείο "Matrix", τύπου "MatrixType". Ο ορισμός του σύνθετου τύπου "MatrixType", που αναπαριστά πίνακες πραγματικών με τιμές στο διάστημα [0, 1], ακολουθεί. Βάσει του ορισμού, τα στιγμιότυπα του τύπου "MatrixType" διαθέτουν το γνώρισμα "columns", ακέραιου τύπου, που αναπαριστά τον αριθμό στηλών ενός πίνακα, και ένα αριθμό στοιχείων "Vector"

(τύπου "VectorType"), που αναπαριστούν τις στήλες του πίνακα. Τέλος, ακολουθούν οι ορισμοί των απλών τύπων "zeroToOneType" (που αναπαριστά πραγματικούς αριθμούς μεταξύ 0 και 1) και "VectorType" (που αναπαριστά διανύσματα πραγματικών αριθμών μεταξύ 0 και 1). Ένα παράδειγμα εγγράφου που υπακούει στο XML σχήμα που παρουσιάστηκε στην Εικόνα 2 φαίνεται στην Εικόνα 3.

```
<schema targetNamespace="http://www.music.tuc.gr/example.xsd"
xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:example="http://www.music.tuc.gr/example.xsd">
  <annotation>
    <documentation xml:lang="en">
      An XML Schema for the definition of matrices that contain real
      numbers ranging from 0 to 1
    </documentation>
  </annotation>
  <element name="Matrix" type="example:MatrixType"/>
  <complexType name="MatrixType">
    <sequence>
      <element name="Vector" type="example:VectorType" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded"/>
    </sequence>
    <attribute name="columns" type="integer" use="required"/>
  </complexType>
  <simpleType name="VectorType">
    <list itemType="example:zeroToOneType"/>
  </simpleType>
  <simpleType name="zeroToOneType">
    <restriction base="float">
      <minInclusive value="0.0"/>
      <maxInclusive value="1.0"/>
    </restriction>
  </simpleType>
</schema>
```

Εικόνα 2: XML Σχήμα για τον ορισμό Πινάκων Πραγματικών με τιμές στο διάστημα [0, 1]

```
<?xml version="1.0"?>
<example:Matrix xmlns:example="http://www.music.tuc.gr/example.xsd"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.music.tuc.gr/example.xsd" columns="2">
  <Vector>0.2 1 1 0 0.1 0.7</Vector>
  <Vector>1 0.1 0 1 0.2 0.4</Vector>
</example:Matrix>
```

Εικόνα 3: Έγγραφο που υπακούει στο XML Σχήμα που παρουσιάστηκε στην Εικόνα 2

Λόγω των δυνατοτήτων δόμησης που παρέχει η γλώσσα XML Schema και του κεντρικού ρόλου που παίζει κατά την ανταλλαγή δεδομένων στο Διαδίκτυο, σημαντικά πρότυπα για πολλές διαφορετικές περιοχές εφαρμογών έχουν εκφραστεί στη γλώσσα XML Schema, συμπεριλαμβανομένων προτύπων στην περιοχή των πολυμέσων όπως τα MPEG-7 [CSP01] και MPEG-21 [Per01], προτύπων ηλεκτρονικής εκπαίδευσης (e-learning) όπως τα IEEE LOM [IEEE02] και SCORM [ADL04], προτύπων για Ψηφιακές Βιβλιοθήκες (Digital Libraries) όπως το METS [METS] κ.α.

2.1.2. MPEG-7

Το διεθνές ISO/IEC πρότυπο **MPEG-7** (ISO/IEC 15938), που παρουσιάζεται σ' αυτή την υποενότητα, έχει τον επίσημο τίτλο "**Διεπαφή Περιγραφής Περιεχομένου Πολυμέσων**" ("**Multimedia Content Description Interface**") [Sal01] [Mart03] [CSP01] και έχει αναπτυχθεί από την Ομάδα Ειδημόνων σε Κινούμενες Εικόνες (MPEG). Το MPEG-7 απαρτίζεται από ένα εκτεταμένο σύνολο **Εργαλείων Περιγραφής (Description Tools)** που καθοδηγούν τη δημιουργία περιγραφών (descriptions) οπτικοακουστικού υλικού. Οι περιγραφές αυτές αποτελούν τη βάση πάνω στην οποία

αναπτύσσονται εφαρμογές που παρέχουν αποτελεσματική (effective) και αποδοτική (efficient) πρόσβαση σε οπτικοακουστικό υλικό. Οι MPEG-7 περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού μπορεί να δημιουργούνται είτε χειροκίνητα (manually) είτε αυτόματα και, μετά την αποθήκευσή τους, να προσπελαύνονται από διαφορετικές εφαρμογές όπως οι εφαρμογές υποστήριξης ερωτήσεων, πλοήγησης, φιλτραρίσματος κ.α.

Το MPEG-7 επιτρέπει την περιγραφή οπτικοακουστικού υλικού, που μπορεί να είναι αντικείμενα πολυμέσων (π.χ. εικόνες, ήχος, video κ.α.) και/ή τμήματα (segments) αντικειμένων πολυμέσων. Το υλικό αυτό μπορεί να περιγραφεί από πολλές απόψεις, και οι περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού περιλαμβάνουν:

- Πληροφορία για το υλικό (media information), όπως, για παράδειγμα, η μορφή κωδικοποίησης (media format), η ποιότητα (quality) κ. α.
- Πληροφορία για τη δημιουργία του υλικού (creation information), όπως, για παράδειγμα, ο τίτλος, οι δημιουργοί (creators), το θέμα (subject), το σχετικό υλικό (related material) κ. α.
- Πληροφορία για τη δομή του υλικού (structure).
- Πληροφορία για τον τρόπο χρήσης του υλικού (usage information), όπως, για παράδειγμα, η διαθεσιμότητα (availability), τα δικαιώματα χρήσης (usage rights) κ. α.
- Υπομνήματα σε μορφή κειμένου (textual annotations), τα οποία περιγράφουν το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού.
- Περιγραφές της σημαντικής του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού (media semantics).
- Περιγραφές που αναπαριστούν χαμηλού επιπέδου (low-level) χαρακτηριστικά (features) του οπτικοακουστικού υλικού. Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορεί να είναι οπτικά (visual), όπως το χρώμα (color), η υφή (texture) κ.α., ή ηχητικά (audio), όπως το τέμπο (tempo), η μελωδία (melody) κ.α.
- Υποδείξεις για το ταίριασμα (matching hints) οπτικοακουστικού υλικού με οπτικούς και ηχητικούς περιγραφείς που αναπαριστούν χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικά του οπτικοακουστικού υλικού.
- Πληροφορία για τη σημασία του οπτικοακουστικού υλικού από συγκεκριμένες απόψεις (points of view).
- Τις σχέσεις (relationships) του περιγραφόμενου οπτικοακουστικού υλικού με άλλο υλικό και/ή μεταδεδομένα που περιγράφουν οπτικοακουστικό υλικό.

Το πρότυπο MPEG-7 αποτελείται από τα εξής 9 τμήματα:

1. Το τμήμα **MPEG-7 Systems** [ISO/IEC01a], που αποτελείται από τα MPEG-7 εργαλεία συστήματος και την τελική αρχιτεκτονική (terminal architecture). Τα εργαλεία συστήματος υποστηρίζουν μια δυαδική κωδικοποίηση για την αποδοτική αποθήκευση και μετάδοση των MPEG-7 περιγραφών, παρέχουν μηχανισμούς μετάδοσης περιγραφών (σε δυαδική μορφή ή σε μορφή κειμένου), πολύπλεξη (multiplexing) περιγραφών, συγχρονισμό (synchronization) και περιεχομένου, διαχείριση και προστασία πνευματικών δικαιωμάτων MPEG-7 περιγραφών κ.α.
2. Το τμήμα **MPEG-7 DDL (Description Definition Language)** [ISO/IEC01b], που είναι η γλώσσα ορισμού των MPEG-7 εργαλείων περιγραφής και χρησιμοποιείται για τον ορισμό και την πιθανή επέκτασή τους. Η MPEG-7 DDL βασίζεται στη γλώσσα XML Schema.
3. Το τμήμα **MPEG-7 Visual** [ISO/IEC01c], που περιλαμβάνει εργαλεία περιγραφής οπτικής πληροφορίας. Με τον τρόπο αυτό υποστηρίζεται η χρήση του ευρέως αποδεκτού **Μοντέλου Αναγνώρισης Προσώπων (Face Recognition)** για ανάκτηση βάσει οπτικού περιεχομένου. Τα MPEG-7 εργαλεία οπτικής περιγραφής καλύπτουν τα βασικά οπτικά χαρακτηριστικά: Χρώμα, Υφή, Σχήμα (Shape), Κίνηση (Motion), Εντοπισμός (Localization) και Αναγνώριση Προσώπων (Face Recognition).
4. Το τμήμα **MPEG-7 Audio** [ISO/IEC01d], που παρέχει εργαλεία περιγραφής ηχητικής πληροφορίας τα οποία, μαζί με το τμήμα MPEG-7 MDS, αποτελούν τις δομές (constructs) για την περιγραφή ηχητικού υλικού. Με τη χρήση αυτών των δομών μπορούν να οριστούν τόσο χαμη-

λού επιπέδου περιγραφείς για ηχητικά χαρακτηριστικά, όσο και υψηλού επιπέδου (high-level) εργαλεία περιγραφής που απευθύνονται σε συγκεκριμένες εφαρμογές.

Οι χαμηλού επιπέδου περιγραφείς περιλαμβάνουν τα φασματικά (spectral), παραμετρικά (parametric), και χρονικά (temporal) χαρακτηριστικά του ηχητικού σήματος, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλές εφαρμογές.

Τα υψηλού επιπέδου εργαλεία περιγραφής περιλαμβάνουν γενικά εργαλεία περιγραφής για αναγνώριση (recognition) και δεικτοδότηση (indexing) ηχητικού υλικού, εργαλεία περιγραφής χροιάς οργάνων (instrumental timbre), εργαλεία περιγραφής ομιλίας (spoken content), ένα σχήμα περιγραφής για ηχητικές υπογραφές (audio signatures) και εργαλεία περιγραφής μελωδικών (melodic description tools) για την υποστήριξη ερωτήσεων μέσω σφυρίγματος (query-by-humming).

5. Το τμήμα **MPEG-7 MDS (Multimedia Description Schemes)** [ISO/IEC03a], που περιλαμβάνει το σύνολο των MPEG-7 εργαλείων περιγραφής που αναφέρονται σε γενικά χαρακτηριστικά και περιγραφές πολυμέσων. Γενικού σκοπού δομές που ορίζονται στο τμήμα αυτό, όπως το άνωσμα (vector), ο χρόνος (time), τα εργαλεία περιγραφής με χρήση κειμένου (textual description tools), τα ελεγχόμενα λεξικά (controlled vocabularies) κ.α., χρησιμοποιούνται τόσο για περιγραφές ηχητικού και οπτικού υλικού. Επιπλέον, στο τμήμα MPEG-7 MDS ορίζονται σύνθετα εργαλεία περιγραφής που χρησιμοποιούνται όταν πρέπει να περιγραφούν πάνω από ένα μέσα.
6. Το τμήμα **MPEG-7 Reference Software**, που είναι το λογισμικό αναφοράς που αποτελεί την υλοποίηση των τμημάτων του MPEG-7 που έχουν φτάσει σε πρότυπη κατάσταση (normative status), γνωστή ως **Μοντέλο Πειραματισμού (eXperimentation Model – XM)**. Το λογισμικό (software) αυτό είναι η πλατφόρμα προσομοίωσης (simulation) των MPEG-7 εργαλείων περιγραφής οπτικοακουστικού υλικού και της γλώσσας ορισμού περιγραφών.
7. Το τμήμα **MPEG-7 Conformance Testing**, που απαρτίζεται από κατευθυντήριες γραμμές (guidelines) και διαδικασίες (procedures) για τον έλεγχο συμβατότητας (conformance) των MPEG-7 υλοποιήσεων.
8. Το τμήμα **MPEG-7 Extraction and Use of Descriptions**, που αποτελείται από πληροφοριακό υλικό, σε μορφή τεχνικής αναφοράς (technical report), για την εξαγωγή και χρήση κάποιων εργαλείων περιγραφής, που παρέχουν επιπλέον ενόραση (insight) στην υλοποίηση του MPEG-7 Reference Software και σε εναλλακτικές προσεγγίσεις.
9. Το τμήμα **MPEG-7 Profiles**, που προσδιορίζει το σύνολο των MPEG-7 εργαλείων που απαιτούνται για την παροχή της λειτουργικότητας που είναι απαραίτητη σε συγκεκριμένες κατηγορίες εφαρμογών [ISO/IEC03f].

Τα σημαντικότερα συστατικά του προτύπου MPEG-7 είναι τα **Εργαλεία Περιγραφής**, η **Γλώσσα Ορισμού Περιγραφών (Description Definition Language – DDL)** και τα **Εργαλεία Συστήματος (System Tools)**.

Τα MPEG-7 **Εργαλεία Περιγραφής** καθοδηγούν τη διαδικασία περιγραφής οπτικοακουστικού υλικού. Τα εργαλεία περιγραφής περιλαμβάνουν τους **Τύπους Δεδομένων (Datatypes)**, τους **Περιγραφείς (Descriptors – D)**, τα **Σχήματα Περιγραφής (Description Schemes – DS)** και τα **Σχήματα Κατηγοριοποίησης (Classification Schemes – CS)**.

```
<simpleType name="zeroToOneType">
  <restriction base="float">
    <minInclusive value="0.0"/>
    <maxInclusive value="1.0"/>
  </restriction>
</simpleType>
```

Εικόνα 4: Ορισμός του MPEG-7 Τύπου Δεδομένων "zeroToOneType", που αναπαριστά πραγματικούς αριθμούς μεταξύ 0 και 1

Οι **Τύποι Δεδομένων** είναι επαναχρησιμοποιήσιμοι βασικοί τύποι ή δομές που δεν αναφέρονται αποκλειστικά στην περιοχή των πολυμέσων, αλλά χρησιμοποιούνται από περιγραφείς και περιγρα-

φές σχημάτων. Ένα παράδειγμα MPEG-7 τύπου δεδομένων φαίνεται στην Εικόνα 4, όπου ορίζεται ο τύπος "zeroToOneType", που αναπαριστά πραγματικούς αριθμούς μεταξύ 0 και 1.

Οι **Περιγραφείς** αναπαριστούν χαρακτηριστικά πολυμέσων και ορίζουν τη σύνταξη και τη σημαντική της αναπαράστασης κάθε χαρακτηριστικού. Τα χαρακτηριστικά είναι ιδιότητες που χαρακτηρίζουν το οπτικοακουστικό υλικό και έχουν συγκεκριμένη σημασία για αυτούς που περιγράφουν το υλικό. Έτσι, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν πολλοί περιγραφείς για το ίδιο χαρακτηριστικό. Ο γενικός ορισμός ενός MPEG-7 περιγραφέα, που αποτελεί τη βάση για όλους τους περιγραφείς, φαίνεται στην Εικόνα 5.

```
<complexType name="DType" abstract="true">
  <complexContent>
    <extension base="mpeg7:Mpeg7BaseType"/>
  </complexContent>
</complexType>
```

Εικόνα 5: Γενικός Ορισμός MPEG-7 Περιγραφέα

Τα **Σχήματα Περιγραφής** παρέχουν περιγραφική πληροφορία που αναπαριστά τη δομή και τη σημαντική των σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ των δομικών στοιχείων τους, τα οποία μπορεί να είναι τόσο περιγραφείς όσο και σχήματα περιγραφής. Ο γενικός ορισμός ενός MPEG-7 σχήματος περιγραφής, που αποτελεί τη βάση για όλα τα σχήματα περιγραφής, φαίνεται στην Εικόνα 6.

```
<complexType name="DSType" abstract="true">
  <complexContent>
    <extension base="mpeg7:Mpeg7BaseType">
      <sequence>
        <element name="Header" type="mpeg7:HeaderType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
      </sequence>
      <attribute name="id" type="ID" use="optional"/>
      <attributeGroup ref="mpeg7:timePropertyGrp"/>
      <attributeGroup ref="mpeg7:mediaTimePropertyGrp"/>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>
```

Εικόνα 6: Γενικός Ορισμός MPEG-7 Σχήματος Περιγραφής

Τα **Σχήματα Κατηγοριοποίησης** επιτρέπουν την κατηγοριοποίηση (classification) των όρων που συναντώνται σε μια θεματική περιοχή. Κάθε σχήμα κατηγοριοποίησης απαρτίζεται από ένα σύνολο ιεραρχικά οργανωμένων όρων (terms). Ο γενικός ορισμός ενός MPEG-7 σχήματος κατηγοριοποίησης, που αποτελεί τη βάση για όλα τα σχήματα κατηγοριοποίησης, φαίνεται στην Εικόνα 7.

```
<complexType name="ClassificationSchemeType">
  <complexContent>
    <extension base="mpeg7:ClassificationSchemeBaseType">
      <sequence>
        <element name="Term" type="mpeg7:TermDefinitionType" maxOccurs="unbounded"/>
      </sequence>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>
```

Εικόνα 7: Γενικός Ορισμός MPEG-7 Σχήματος Κατηγοριοποίησης

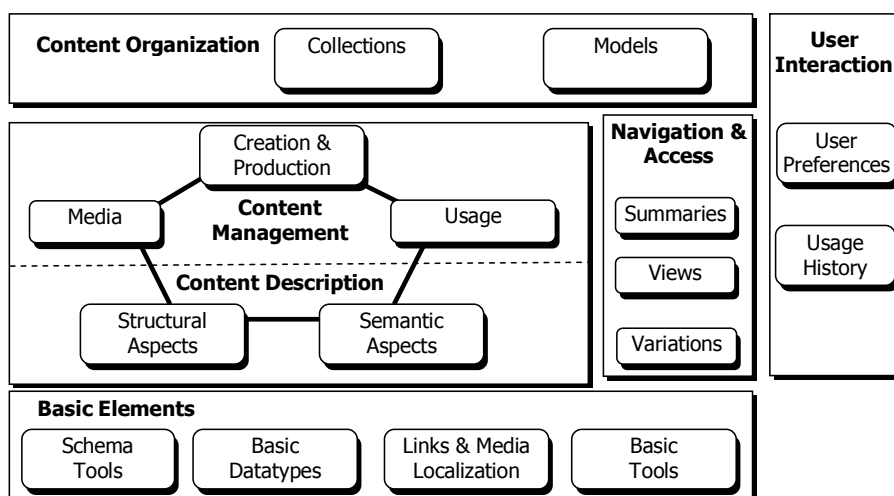
Η MPEG-7 **Γλώσσα Ορισμού Περιγραφών**, που βασίζεται στη γλώσσα XML Schema (βλέπε υποενότητα 2.1.1), είναι η σύνταξη των MPEG-7 εργαλείων περιγραφής και επιτρέπει τον ορισμό νέων περιγραφών και σχημάτων περιγραφής. Επιπλέον, η γλώσσα ορισμού περιγραφών επιτρέπει

την επέκταση και την τροποποίηση υπαρχόντων σχημάτων περιγραφής. Καθώς η γλώσσα XML Schema δεν έχει σχεδιαστεί αποκλειστικά για την περιγραφή οπτικοακουστικού υλικού, οι εξειδικευμένες απαιτήσεις για το πεδίο αυτό καλύφθηκαν μέσω του ορισμού απλών XML Schema τύπων δεδομένων. Έτσι, εκτός από τα δομικά στοιχεία και τους τύπους δεδομένων της XML Schema, η MPEG-7 DDL διαθέτει ένα σύνολο επεκτάσεων [ISO/IEC01b] που καλύπτουν τις απαιτήσεις του πεδίου των πολυμέσων.

Στη συνέχεια θα εστιάσουμε στο τμήμα MPEG-7 MDS, στο οποίο βασίστηκε η παρούσα διατριβή, και θα περιγραφεί λεπτομερώς η δομή των MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού.

MPEG-7 MDS

Το τμήμα **MPEG-7 Multimedia Description Schemes (MDS)** [ISO/IEC03a] παρέχει τις δομές που απαιτούνται για τον ορισμό μεταδεδομένων περιγραφής οπτικοακουστικού υλικού και υπηρεσιών που παρέχονται για το υλικό αυτό. Μια επισκόπηση των βασικών δομικών στοιχείων και της δομής του MPEG-7 MDS φαίνεται στην Εικόνα 8.



Εικόνα 8: Επισκόπηση του MPEG-7 MDS

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 8, το τμήμα MPEG-7 MDS απαρτίζεται από τα εξής βασικά συστατικά:

- Τα **Βασικά Στοιχεία (Basic Elements)**, που χρησιμοποιούνται παντού στο τμήμα MPEG-7 MDS ως θεμελιώδεις έννοιες (fundamental concepts).
- Τα **Στοιχεία Περιγραφής και Διαχείρισης Περιεχομένου (Content Description and Management Elements)**, που επιτρέπουν την περιγραφή οπτικοακουστικού υλικού από διάφορες απόψεις (viewpoints) όπως ο τρόπος χρήσης (usage), η δημιουργία (creation) και η παραγωγή (production), τα χαρακτηριστικά των μέσων (media) που το απαρτίζουν, η δομική (structural) άποψη και η άποψη της σημαντικής (semantic).
- Τα **Στοιχεία Πλοήγησης και Πρόσβασης (Navigation and Access Elements)**, που περιγράφουν την πλοήγηση σε οπτικοακουστικό υλικό, μέσω συνόψεων (summaries) και διαφοροποιήσεων (variations) του υλικού.
- Τα **Στοιχεία Οργάνωσης Περιεχομένου (Content Organization Elements)**, που περιγράφουν το οπτικοακουστικό υλικό χρησιμοποιώντας κατηγοριοποίηση (modeling) και ορισμό συλλογών (collections) οπτικοακουστικού υλικού.
- Τα **Στοιχεία Αλληλεπίδρασης με το Χρήστη (User Interaction Elements)**, που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή των προτιμήσεων των χρηστών σχετικά με την κατανάλωση περιεχομένου πολυμέσων.

Τα παραπάνω βασικά συστατικά του τμήματος MPEG-7 MDS υλοποιούνται από περιγραφείς και σχήματα περιγραφής. Επιπλέον, το τμήμα MPEG-7 MDS διαθέτει 40 πρότυπα σχήματα κατηγοριοποίησης, που περιέχουν τις επιτρεπτές τιμές συγκεκριμένων γνωρισμάτων των περιγραφών και των σχημάτων περιγραφής του MPEG-7 MDS.

Στις παραγράφους που ακολουθούν περιγράφονται σε μεγαλύτερη λεπτομέρεια τα βασικά συστατικά του τμήματος MPEG-7 MDS.

Βασικά Στοιχεία (Basic Elements)

Τα **Βασικά Στοιχεία** του MPEG-7 MDS περιλαμβάνουν τα **Εργαλεία Σχήματος (Schema Tools)**, τους **Βασικούς Τύπους Δεδομένων (Basic Datatypes)**, τα **Εργαλεία Διασύνδεσης και Εντοπισμού Μέσων (Linking and Media Localization Tools)** και τα **Βασικά Εργαλεία (Basic Tools)**:

- Τα **Εργαλεία Σχήματος** χρησιμεύουν κατά το σχηματισμό (formation), το πακετάρισμα (packaging), και τον υπομνηματισμό (annotation) των MPEG-7 περιγραφών. Περιλαμβάνουν το **Στοιχείο-Ρίζα** του MPEG-7, το **Κορυφαίο Στοιχείο** του MPEG-7 και τα **Πακέτα (Packages)**. Το στοιχείο-ρίζα ορίζει τα όρια μιας MPEG-7 περιγραφής και δηλώνει αν αυτή είναι ή όχι πλήρης. Αν η MPEG-7 περιγραφή είναι πλήρης, το στοιχείο-ρίζα ακολουθείται από ένα κορυφαίο στοιχείο που προσανατολίζει την περιγραφή σε μια συγκεκριμένη άποψη (aspect) περιγραφής. Τα πακέτα ορίζονται βάσει του σχήματος περιγραφής **Package DS**, που επιτρέπει στους χρήστες να οργανώσουν τους MPEG-7 περιγραφείς και τα σχήματα περιγραφής σε πακέτα που υποστηρίζουν την οργανωμένη επικοινωνία αυτών των MPEG-7 εργαλείων με εφαρμογές και χρήστες. Επιπλέον, το σχήμα περιγραφής **DescriptionMetadata DS** παρέχει μεταδεδομένα για τις περιγραφές, όπως για παράδειγμα ο χρόνος και το εργαλείο δημιουργίας, η έκδοση (version) κ.α.
- Οι **Βασικοί Τύποι Δεδομένων** παρέχουν ένα εκτεταμένο σύνολο τύπων δεδομένων (όπως, για παράδειγμα, πεδία (ranges) ακεραίων και πραγματικών αριθμών) και μαθηματικές δομές (όπως, για παράδειγμα, διανύσματα και πίνακες) που απαιτούνται κατά την περιγραφή οπτικο-ακουστικού υλικού.
- Τα **Εργαλεία Διασύνδεσης και Εντοπισμού Μέσων** περιλαμβάνουν δομές για τη διασύνδεση αρχείων οπτικοακουστικού υλικού και τον εντοπισμό τμημάτων οπτικοακουστικού υλικού.
- Τα **Βασικά Εργαλεία** απαρτίζονται από δομές για την περιγραφή χρονικής πληροφορίας και πληροφορίας σε μορφή κειμένου.

Τα σχήματα περιγραφής χρονικής πληροφορίας βασίζονται στο πρότυπο ISO 8601 [ISO/IEC98], το οποίο έχει υιοθετηθεί και από την XML Schema. Τα σχήματα περιγραφής **Time DS** και **MediaTime DS** περιγράφουν χρονική πληροφορία για τον πραγματικό κόσμο και για το οπτικοακουστικό υλικό αντίστοιχα.

Το MPEG-7 διαθέτει ένα σύνολο βασικών δομών για τη δημιουργία υπομνημάτων σε μορφή κειμένου (**Textual Annotations**), που ορίζονται στο σχήμα περιγραφής **TextAnnotation DS**. Οι δομές αυτές υλοποιούνται από:

- Το σχήμα περιγραφής **FreeTextAnnotation DS**, που αναπαριστά υπομνήματα σε μορφή ελεύθερου κειμένου (free text). Τα υπομνήματα αυτά είναι τυχαίες συμβολοσειρές που μπορεί να διαθέτουν πληροφορία για τη χρησιμοποιούμενη γλώσσα.
- Το σχήμα περιγραφής **StructuredTextAnnotation DS**, που αναπαριστά δομημένα υπομνήματα. Τα υπομνήματα αυτά διαθέτουν πεδία που αντιστοιχούν στις ερωτήσεις «Ποιος;» ("Who?"), «Ποιο αντικείμενο;» ("What object?"), «Ποια ενέργεια;» ("What action?"), «Που;» ("Where?"), «Πότε;» ("When?"), «Γιατί;» ("Why?") και «Πως;» ("How?").
- Το σχήμα περιγραφής **DependencyStructure DS**, που αναπαριστά υπομνήματα που περιγράφουν ρητά τη συντακτική εξάρτηση ανάμεσα σε γραμματικά στοιχεία που σχηματίζουν προτάσεις.
- Το σχήμα περιγραφής **KeywordAnnotation DS**, που αναπαριστά υπομνήματα που περιέχουν λέξεις-κλειδιά (keywords) και/ή ελεγχόμενους όρους (controlled terms) που περιέχονται σε σχήματα κατηγοριοποίησης.

Στοιχεία Διαχείρισης Περιεχομένου (Content Management Elements)

Τα **Στοιχεία Διαχείρισης Περιεχομένου** επιτρέπουν την περιγραφή του κύκλου ζωής του οπτικοακουστικού υλικού, από τη δημιουργία μέχρι την κατανάλωση (consumption). Παρέχουν πληρο-

φορία για τη δημιουργία, τον τρόπο χρήσης και τα χαρακτηριστικά των μέσων που απαρτίζουν το οπτικοακουστικό υλικό.

Το σχήμα περιγραφής **CreationInformation DS** επιτρέπει την αναπαράσταση πληροφορίας για τη δημιουργία του περιγραφόμενου οπτικοακουστικού υλικού. Η πληροφορία αυτή απαρτίζεται από ένα τίτλο (σε μορφή κειμένου ή οπτικοακουστικού υλικού), σύνοψη σε μορφή κειμένου (abstract), υπομνήματα σε μορφή κειμένου και πληροφορία για δημιουργούς, τόπους και ημερομηνίες δημιουργίας. Το σχήμα περιγραφής **Classification DS** περιγράφει πως το οπτικοακουστικό υλικό κατηγοριοποιείται με βάση τη θεματολογία (genre), το θέμα, το σκοπό (purpose), τη γλώσσα κ.α. ενώ παρέχει πληροφορίες για κριτικές (reviews) και καθοδήγηση (guidance). Τέλος, το σχήμα περιγραφής **RelatedMaterial DS** αναφέρεται σε υλικό που σχετίζεται με το περιγραφόμενο οπτικοακουστικό υλικό.

Το σχήμα περιγραφής **MediaInformation DS** ταυτοποιεί (identifies) την αρχική πηγή του περιεχομένου, από την οποία παράγονται διαφορετικά στιγμιότυπα του οπτικοακουστικού υλικού. Τα στιγμιότυπα του οπτικοακουστικού υλικού αναπαρίστανται ως **Προφίλ Μέσων (Media Profiles)**, που είναι εκδόσεις του αρχικού υλικού, οι οποίες προκύπτουν από τη χρήση διαφορετικών κωδικοποιήσεων (encodings), μορφών αποθήκευσης (storage) και πρωτοκόλλων διανομής (delivery).

Το σχήμα περιγραφής **UsageInformation DS** περιγράφει πληροφορίες για τον τρόπο χρήσης του οπτικοακουστικού υλικού και περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τη διαθεσιμότητα του υλικού, τα δικαιώματα χρήσης του, την καταγραφή χρήσης (usage record) του καθώς και οικονομικές (financial) πληροφορίες σχετικές με αυτό.

Στοιχεία Περιγραφής Περιεχομένου (Content Description Elements)

Τα **Στοιχεία Περιγραφής Περιεχομένου** του MPEG-7 MDS είναι ο μηχανισμός περιγραφής της δομής και της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού. Τα **Δομικά Εργαλεία (Structural Tools)** περιγράφουν τη δομή του οπτικοακουστικού υλικού με τη χρήση τμημάτων video και ήχου, καρέ (frames), ακίνητων (still) και κινούμενων (moving) περιοχών (regions). Τα **Εργαλεία Σημαντικής (Semantic Tools)** περιγράφουν τις οντότητες σημαντικής (semantic entities) του πραγματικού κόσμου που περιέχονται στο οπτικοακουστικό υλικό.

Τα **Δομικά Εργαλεία** οργανώνονται γύρω από το σχήμα περιγραφής **Segment DS**, που αναπαριστά τη χωρική (spatial), χρονική και χωροχρονική (spatiotemporal) δομή του οπτικοακουστικού υλικού. Το σχήμα περιγραφής **Segment DS** μπορεί να οργανωθεί τόσο με ιεραρχική (hierarchical) δομή όσο και με δομή γράφου (graph), επιτρέποντας έτσι την αντίστοιχη δόμηση του οπτικοακουστικού υλικού. Τα τμήματα του οπτικοακουστικού υλικού, που περιγράφονται βάσει του σχήματος περιγραφής Segment DS, μπορούν να περιγραφούν περαιτέρω με τη χρήση υπομνημάτων κειμένου, περιγραφών σημαντικής και αισθητών (perceptual) χαρακτηριστικών (όπως χρώμα, σχήμα, υφή κ.α.).

Τα **Εργαλεία Σημαντικής** επιτρέπουν την περιγραφή της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού. Έτσι, υποστηρίζεται ο ορισμός αφηρημένων και απτών οντοτήτων σημαντικής που μπορεί να είναι γεγονότα (events), αντικείμενα, έννοιες, τόποι (places), χρονικές έννοιες και συντελεστές (agents). Οι συντελεστές περιλαμβάνουν πρόσωπα (persons), ομάδες προσώπων και οργανισμούς (organizations). Τα σχήματα περιγραφής για την αναπαράσταση των οντοτήτων αυτών προκύπτουν από το σχήμα περιγραφής **SemanticBase DS**, όπου ορίζεται ο τύπος "SemanticBaseType" που αναπαριστά τις οντότητες σημαντικής. Ο Πίνακας 1 περιγράφει τους τύπους που επεκτείνουν τον τύπο "SemanticBaseType" και αναπαριστούν συγκεκριμένες κλάσεις οντοτήτων σημαντικής.

Το επίπεδο αφάιρεσης (abstraction level) μιας οντότητας σημαντικής καθορίζεται από το στοιχείο "AbstractionLevel", που ορίζεται στο σχήμα περιγραφής SemanticBase DS και διαθέτει ένα γνώρισμα με τύπο μη αρνητικό ακέραιο και όνομα "Dimension". Όταν το στοιχείο "AbstractionLevel" απουσιάζει από μια περιγραφή σημαντικής, η περιγραφή αναφέρεται σε συγκεκριμένο οπτικοακουστικό υλικό. Όταν το γνώρισμα "Dimension" του στοιχείου "AbstractionLevel" έχει τιμή 0, η περιγραφή αναπαριστά μια απτή οντότητα σημαντικής (όπως, για παράδειγμα, ο ποδοσφαιριστής Zidane) που συσχετίζεται, μέσω των κατάλληλων MPEG-7 σχέσεων, με την περιγραφή κάθε τμήματος οπτικοακουστικού υλικού όπου εμφανίζεται η οντότητα. Όταν το γνώρισμα "Dimension" του στοιχείου "AbstractionLevel" έχει μη μηδενική τιμή, η οντότητα

τα σημαντικής είναι αφηρημένη και αναπαριστά μια κλάση (όπως, για παράδειγμα, η κλάση “SoccerPlayer” που αναπαριστά τους ποδοσφαιριστές).

Όνομα Τύπου	Περιγραφή Τύπου
SemanticType	Απτός MPEG-7 τύπος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή συνόλων οντοτήτων σημαντικής.
AgentObjectType	Απτός MPEG-7 τύπος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή της σημαντικής των συντελεστών που απεικονίζονται σε ένα τμήμα οπτικοακουστικού υλικού. Οι συντελεστές καθορίζονται στο στοιχείο “Agent” του τύπου “AgentObjectType” και αναπαρίστανται από στιγμιότυπα των τύπων που επεκτείνουν τον τύπο “AgentType”, ο οποίος αναπαριστά συντελεστές. Οι τύποι “PersonType”, “OrganizationType” και “PersonGroupType” επεκτείνουν τον τύπο “AgentType” και αναπαριστούν, αντίστοιχα, πρόσωπα, οργανισμούς και ομάδες προσώπων.
ObjectType	Απτός MPEG-7 τύπος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή αντικειμένων του υλικού κόσμου που απεικονίζονται σε ένα τμήμα οπτικοακουστικού υλικού.
EventType	Απτός MPEG-7 τύπος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή γεγονότων που λαμβάνουν χώρα σε ένα τμήμα οπτικοακουστικού υλικού.
ConceptType	Απτός MPEG-7 τύπος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή εννοιών που είναι παρούσες σε ένα τμήμα οπτικοακουστικού υλικού.
SemanticStateType	Απτός MPEG-7 τύπος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή καταστάσεων που υπάρχουν στο περιεχόμενο κάποιου τμήματος οπτικοακουστικού υλικού και επιτρέπει την παραμετρική περιγραφή των χαρακτηριστικών των καταστάσεων.
SemanticPlaceType	Απτός MPEG-7 τύπος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή τόπων που απεικονίζονται σε ένα τμήμα οπτικοακουστικού υλικού.
SemanticTimeType	Απτός MPEG-7 τύπος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή χρονικών στιγμών και/ή διαστημάτων που αναφέρονται σε ένα τμήμα οπτικοακουστικού υλικού.

Πίνακας 1: Οι τύποι που εξειδικεύουν τον MPEG-7 τύπο “SemanticBaseType”

Οι MPEG-7 περιγραφές και οι οντότητες σημαντικής μπορεί να συσχετίζονται μέσω σχέσεων. Οι σχέσεις είναι στιγμιότυπα του MPEG-7 τύπου “RelationType”, μπορεί να είναι κατευθυνόμενες (directed) ή μη και διαθέτουν τύπο, ένταση (strength), πηγή (source) και προορισμό (target). Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει τα 5 σχήματα κατηγοριοποίησης, στα οποία οργανώνονται οι (πάνω από 100) πρότυποι τύποι σχέσεων που ορίζονται στο τμήμα MPEG-7 MDS. Μια MPEG-7 σχέση μπορεί να ορίζεται μέσα στην πηγή της (οπότε και η πηγή της σχέσης μπορεί να μην ορίζεται σαφώς), στο στόχο της ή σε οποιοδήποτε στοιχείο “Relation” των MPEG-7 περιγραφών.

Όνομα Σχήματος Κατηγοριοποίησης	Τύποι Σχέσεων
BaseRelation CS	Βασικοί τύποι σχέσεων (equals, inside, covers, overlaps, touches, refines κ.α.)
GraphRelation CS	Τύποι σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ κόμβων γράφων (identity, equivalent κ.α.)
SpatialRelation CS	Τύποι χωρικών σχέσεων (over, below, south, northwest, above κ.α.)
TemporalRelation CS	Τύποι χρονικών σχέσεων (precedes, follows, meets, during, contains κ.α.)
SemanticRelation CS	Τύποι σχέσεων σημαντικής (shows, agent, causer, experiencer κ.α.)

Πίνακας 2: Τα Σχήματα Κατηγοριοποίησης των MPEG-7 Σχέσεων

Οι δυνατότητες που παρέχει το πρότυπο MPEG-7 για την περιγραφή της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού, παρ’ όλο που είναι εκτεταμένες, είναι γενικού σκοπού και δεν υποστηρίζουν άμεσα την ενσωμάτωση γνώσης περιοχής (που είναι πιθανώς εκφρασμένη με τη μορφή οντολογιών περιοχής). Το γεγονός αυτό έχει ως συνέπεια να μην υπάρχει μια συστηματική προσέγγιση για την αποτύπωση της γνώσης περιοχής, αλλά η γνώση αυτή να αποτυπώνεται με τη μορφή κειμένου στις περιγραφές των οντοτήτων σημαντικής (π.χ. στις ετικέτες και τους ορισμούς των οντοτήτων σημαντικής). Η προσέγγιση αυτή μπορεί να προκαλέσει μείωση της ακρίβειας των εφαρμογών ανάκτησης οπτικοακουστικού υλικού. Έτσι, για παράδειγμα, τα γήπεδα ποδοσφαίρου, με βάση αυτή την προσέγγιση θα αναπαρίστανται ως στιγμιότυπα του τύπου “SemanticPlaceType”, που ο ορισμός και/ή η ετικέτα τους θα περιέχουν τη φράση “soccer field”. Έστω τώρα μια ερώτηση που θα αναζητά τόπους που χρησιμοποιούνται ως γήπεδα ποδοσφαίρου. Η ερώτηση αυτή θα ανακτήσει,

εκτός από τα στιγμιότυπα του τύπου "SemanticPlaceType" που αναπαριστούν γήπεδα ποδοσφαίρου, τα στιγμιότυπα του τύπου "SemanticPlaceType" που κατά τύχη ο ορισμός και/ή η ετικέτα τους περιέχουν τη φράση "soccer field" (όπως, για παράδειγμα, κάποια καταστήματα που βρίσκονται δίπλα σε γήπεδα ποδοσφαίρου και οι ορισμοί και/ή οι ετικέτες τους περιέχουν τη φράση "next to the soccer field").

Τέλος, να σημειωθεί ότι το πρότυπο MPEG-7 επιτρέπει την αναπαράσταση συγκεκριμένων τύπων σχέσεων μεταξύ οντοτήτων σημαντικής από στοιχεία εμφωλευμένα στις οντότητες σημαντικής. Ο Πίνακας 4 παρουσιάζει τους MPEG-7 τύπους οντοτήτων σημαντικής στους οποίους επιτρέπεται αυτή η αναπαράσταση, τη σημαντική της αναπαράστασης και τους ισοδύναμους διαφορετικούς τρόπους αναπαράστασης.

MPEG-7 Τύπος	Σημαντική των Δομών	MPEG-7 Δομή	Ισοδύναμη MPEG-7 Δομή
EventType	Σχέση μέρους/όλου μεταξύ γεγονότων	Event, EventRef	Οντότητα σημαντικής τύπου "EventType" και ζεύγος σχέσεων τύπου "part" / "partOf"
EventType, Semantic-StateType	Σύνδεση γεγονότων και καταστάσεων με τους τόπους τους	SemanticPlace	Οντότητα σημαντικής τύπου "EventType" ή "SemanticStateType" και ζεύγος σχέσεων τύπου "location" / "locationOf"
EventType, Semantic-StateType	Σύνδεση γεγονότων και καταστάσεων με τους χρόνους τους	SemanticTime	Οντότητα σημαντικής τύπου "EventType" ή "SemanticStateType" και ζεύγος σχέσεων τύπου "time" / "timeOf"
ObjectType	Σχέση μέρους/όλου μεταξύ αντικειμένων	Object, ObjectRef	Οντότητα σημαντικής τύπου "ObjectType" και ζεύγος σχέσεων τύπου "part" / "partOf"
SemanticBagType, SemanticType	Σχέση μέλους/ομάδας σε σύνολα οντοτήτων σημαντικής	SemanticBase, SemanticBaseRef	Οντότητα σημαντικής και ζεύγος σχέσεων τύπου "member" / "memberOf"

Πίνακας 3: Ισοδύναμες MPEG-7 Δομές. Στην 1^η στήλη φαίνεται ο MPEG-7 Τύπος μέσα στον οποίο επιτρέπεται να οριστούν οι δομές αυτές, στη 2^η στήλη η σημαντική τους, στην 3^η στήλη ο πρώτος τρόπος αναπαράστασης της σημαντικής και στην 4^η στήλη ο δεύτερος τρόπος αναπαράστασης της σημαντικής.

Στοιχεία Πλοήγησης και Πρόσβασης (Navigation and Access Elements)

Τα **Στοιχεία Πλοήγησης και Πρόσβασης** του MPEG-7 MDS διευκολύνουν την πλοήγηση σε οπτικοακουστικό υλικό και την ανάκτηση οπτικοακουστικού υλικού με τον ορισμό **συνόψεων, διαμερίσεων (partitions), αποσυνθέσεων (decompositions)** και **διαφοροποιήσεων**.

Έτσι, μπορούν να οριστούν συνόψεις του οπτικοακουστικού υλικού, ώστε να υποστηριχτεί η πλοήγηση, η οπτικοποίηση (visualization) και η αναπαραγωγή του ήχου του οπτικοακουστικού υλικού. Το σχήμα περιγραφής **Summary DS** υποστηρίζει δυο τρόπους δόμησης των συνόψεων:

- Ιεραρχική δόμηση, οπότε η πληροφορία οργανώνεται σε επίπεδα που περιγράφουν το οπτικοακουστικό υλικό με περισσότερη ή λιγότερη λεπτομέρεια, ανάλογα με την απόστασή τους από τη ρίζα της σύνοψης.
- Ακολουθιακή δόμηση, όπου οι συνόψεις είναι ακολουθίες εικόνων ή τμημάτων video, πιθανώς συγχρονισμένες με ήχο.

Μια άλλη δυνατότητα είναι η περιγραφή διαμερίσεων και αποσυνθέσεων του οπτικοακουστικού υλικού στα πεδία του χρόνου, του τόπου και της συχνότητας (frequency). Οι διαμερίσεις και οι αποσυνθέσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την περιγραφή διαφορετικών απόψεων του οπτικοακουστικού υλικού.

Τέλος, υποστηρίζεται ο ορισμός, μέσω του σχήματος περιγραφής **Variation DS**, περιγραφών διαφοροποιήσεων του οπτικοακουστικού υλικού (όπως συνόψεις, εκδόσεις σε διαφορετικές γλώσσες, εκδόσεις με τη χρήση διαφορετικών μέσων κ.α.). Έτσι, γίνεται δυνατή η επιλογή της καταλληλότερης διαφοροποίησης ενός τμήματος οπτικοακουστικού υλικού που μπορεί, αν είναι απαραίτητο, να αντικαταστήσει το αρχικό, ώστε να προσαρμοστεί στις δυνατότητες των συσκευών (devices) και των προτιμήσεων των χρηστών.

Στοιχεία Οργάνωσης Περιεχομένου (Content Organization Elements)

Τα **Στοιχεία Οργάνωσης Περιεχομένου** του MPEG-7 MDS επιτρέπουν την οργάνωση και τη μοντελοποίηση συλλογών οπτικοακουστικού υλικού και οντοτήτων σημαντικής που μπορεί να απει-

κονίζονται στο οπτικοακουστικό υλικό. Το σχήμα περιγραφής **Collection DS** οργανώνει τόσο συλλογές οπτικοακουστικού υλικού (που μπορεί να είναι αντικείμενα πολυμέσων ή τμήματα αυτών) όσο και συλλογές γεγονότων και αντικειμένων που εμφανίζονται σε οπτικοακουστικό υλικό, επιτρέποντας έτσι την περιγραφή των συλλογών με βάση τις κοινές ιδιότητες (properties) των συστατικών τους.

Στοιχεία Αλληλεπίδρασης με το Χρήστη (User Interaction Elements)

Τα **Στοιχεία Αλληλεπίδρασης με το Χρήστη** περιγράφουν τις προτιμήσεις του χρήστη σε ότι αφορά την κατανάλωση οπτικοακουστικού υλικού και το ιστορικό χρήσης (usage history) οπτικοακουστικού υλικού από το χρήστη. Έτσι, είναι δυνατό το ταίριασμα (matching) μεταξύ των προτιμήσεων των χρηστών και των MPEG-7 περιγραφών, ώστε να υποστηριχθεί η εξατομίκευση στην πρόσβαση, την παρουσίαση (presentation) και την κατανάλωση οπτικοακουστικού υλικού.

Οι προτιμήσεις των χρηστών αναπαρίστανται μέσω του σχήματος περιγραφής **UserPreference DS**, το οποίο επιτρέπει σε κάθε χρήστη τον καθορισμό του βαθμού προτίμησης κάθε χαρακτηριστικού του οπτικοακουστικού υλικού, των χαρακτηριστικών μόνωσης και της αυτόματης ή μη ενημέρωσης των προτιμήσεων. Οι MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων χρηστών περιλαμβάνουν:

- Ένα σύνολο **FilteringAndSearchPreferences (FASP)** στοιχείων, που περιγράφουν τις προτιμήσεις των χρηστών σε ότι αφορά φιλτράρισμα και αναζήτηση οπτικοακουστικού υλικού. Τόσο τα FASP στοιχεία όσο και τα στοιχεία που αυτά περιέχουν διαθέτουν το γνώρισμα “*preferenceValue*”, το οποίο αναπαριστά τιμές προτίμησης (preference values) και επιτρέπει στους χρήστες να καθορίσουν τη σημαντικότητα κάθε στοιχείου των προτιμήσεών τους στο διάστημα [-100, 100]. Ένα στοιχείο FASP αποτελείται από:
 - Ένα σύνολο στοιχείων **ClassificationPreferences**, που περιγράφουν τις προτιμήσεις των χρηστών σχετικά με τα γνωρίσματα κατηγοριοποίησης του οπτικοακουστικού υλικού.
 - Ένα σύνολο στοιχείων **SourcePreferences**, που περιγράφουν τις προτιμήσεις των χρηστών σχετικά με την πηγή του οπτικοακουστικού υλικού.
 - Ένα σύνολο στοιχείων **PreferenceCondition**, που περιγράφουν τις συνθήκες χρήσης, σε ότι αφορά τόπο και χρόνο, υπό τις οποίες ισχύει η τρέχουσα FASP περιγραφή.
 - Ένα σύνολο στοιχείων **CreationPreferences**, που περιγράφουν τις προτιμήσεις των χρηστών σχετικά με τη δημιουργία του οπτικοακουστικού υλικού.
 - Ένα σύνολο στοιχείων FASP, που περιγράφουν τις υποπροτιμήσεις φίλτρων και αναζήτησης των προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης που περιγράφει το τρέχον στοιχείο FASP, επιτρέποντας έτσι το σχηματισμό ιεραρχιών FASP στοιχείων.

Να σημειωθεί ότι τα στοιχεία FASP δεν επιτρέπουν το σαφή προσδιορισμό δυαδικών τελεστών για το συνδυασμό των προτιμήσεων που εκφράζονται στα επιμέρους στοιχεία τους. Επιπλέον, η εκφραστικότητα τους είναι περιορισμένη, καθώς δεν επιτρέπουν την έκφραση προτιμήσεων των χρηστών για πολλές απόψεις των MPEG-7 περιγραφών, συμπεριλαμβανομένης των περιγραφής της σημαντικής του προτιμώμενου οπτικοακουστικού υλικού.

- Ένα σύνολο στοιχείων **BrowsingPreferences**, που περιγράφουν τις προτιμήσεις των χρηστών σχετικά με την πλοήγηση σε οπτικοακουστικό υλικό. Ένα στοιχείο BrowsingPreferences αποτελείται από:
 - Ένα σύνολο στοιχείων **SummaryPreferences**, που περιγράφουν τις προτιμήσεις των χρηστών σχετικά με συνόψεις οπτικοακουστικού υλικού.
 - Ένα σύνολο στοιχείων **PreferenceCondition**, που περιγράφουν τις συνθήκες χρήσης, σε ότι αφορά τόπο και χρόνο, υπό τις οποίες ισχύει η τρέχουσα BrowsingPreferences περιγραφή.

Να σημειωθεί ότι τα στοιχεία BrowsingPreferences δεν επιτρέπουν το σαφή προσδιορισμό δυαδικών τελεστών για το συνδυασμό των προτιμήσεων που εκφράζονται στα επιμέρους στοιχεία τους. Επιπλέον, η εκφραστικότητά τους είναι περιορισμένη, καθώς οι χρήστες δε μπορούν να επιλέξουν οπτικοακουστικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί στις συνόψεις που θα οριστούν για αυτούς με βάση τη δομημένη περιγραφή της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού, αλλά

μόνο με τη χρήση λέξεων-κλειδιών και όρων που προσδιορίζουν το θέμα του οπτικοακουστικού υλικού.

Το ιστορικό αλληλεπίδρασης των χρηστών με το οπτικοακουστικό υλικό αναπαρίσταται μέσω του σχήματος περιγραφής **UsageHistory DS**. Το ιστορικό αλληλεπίδρασης ενός χρήστη σε μια συγκεκριμένη περίοδο παρακολουθήσης απαρτίζεται από τη λίστα των ενεργειών αλληλεπίδρασης του χρήστη αυτού με οπτικοακουστικό υλικό.

Δομή των MPEG-7 Περιγραφών

Η δομή των MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού παρουσιάζεται στις παραγράφους που ακολουθούν. Οι MPEG-7 περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού αναπαρίστανται από στιγμιότυπα των MPEG-7 τύπων που επεκτείνουν τον τύπο "MultimediaContentType", ο οποίος ορίζεται στο σχήμα περιγραφής **MultimediaContent DS** και περιγράφει τη δομή των περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού. Ο Πίνακας 4 παρουσιάζει τους MPEG-7 τύπους που επεκτείνουν τον τύπο "MultimediaContentType" και αναπαριστούν περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού διαφορετικών τύπων (π.χ. εικόνων, video, ήχων κ.α.).

Οι MPEG-7 περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού απαρτίζονται από τα εξής στοιχεία:

- Τα στοιχεία "MediaInformation", "MediaInformationRef" και "MediaLocator", στα οποία αποτυπώνεται πληροφορία αυτή για την ταυτότητα (identification) του περιγραφόμενου οπτικοακουστικού υλικού και τον εντοπισμό (locator) του, καθώς και πληροφορία για τα μέσα από τα οποία απαρτίζεται (μορφή κωδικοποίησης, ποιότητα κ.α.).
- Τα στοιχεία "CreationInformation" και "CreationInformationRef", στα οποία αποτυπώνεται πληροφορία για τη δημιουργία (π.χ. τίτλος, δημιουργοί, σύνοψη κ.α.) και την κατηγοριοποίηση του οπτικοακουστικού υλικού (π.χ. θέμα, γλώσσα κ.α.), καθώς και για υλικό που σχετίζεται με το περιγραφόμενο οπτικοακουστικό υλικό.
- Το στοιχείο "TextAnnotation", που είναι μια περιγραφή σε μορφή κειμένου του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού.
- Το στοιχείο "StructuralUnit", που περιγράφει το ρόλο του περιγραφόμενου οπτικοακουστικού υλικού στα πλαίσια της υπό διαχείριση πληροφορίας και παίρνει τιμές της μορφής "scene" (όταν αντιστοιχεί σε σκηνή), "shot" (όταν αντιστοιχεί σε μια λήψη σκηνής), "story" (όταν αντιστοιχεί σε μια ιστορία) κ.α.
- Τα στοιχεία "UsageInformation" και "UsageInformationRef", στα οποία αποτυπώνεται πληροφορία για τον τρόπο χρήσης του περιγραφόμενου οπτικοακουστικού υλικού, που περιλαμβάνει τη διαθεσιμότητα του υλικού, τα δικαιώματα χρήσης του, τα οικονομικά αποτελέσματα της χρήσης του και την καταγραφή της χρήσης του.
- Το στοιχείο "PointOfView", στο οποίο αποτυπώνεται πληροφορία για τη σημασία του οπτικοακουστικού υλικού από συγκεκριμένες απόψεις.
- Το στοιχείο "MatchingHint", που περιέχει υποδείξεις για το ταίριασμα οπτικοακουστικού υλικού με οπτικούς και ηχητικούς περιγραφείς που αναπαριστούν χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικά του οπτικοακουστικού υλικού.
- Το στοιχείο "Relation", που αναπαριστά σχέσεις του περιγραφόμενου οπτικοακουστικού υλικού με άλλο υλικό και/ή μεταδεδομένα που περιγράφουν οπτικοακουστικό υλικό.
- Το στοιχείο "Semantic", που είναι ένα σύνολο οντοτήτων σημαντικής που περιγράφουν τη σημαντική του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού.
- Τα στοιχεία "VisualDescriptor" και "VisualDescriptionScheme", που είναι περιγραφείς που αναπαριστούν χαμηλού επιπέδου οπτικά χαρακτηριστικά του οπτικοακουστικού υλικού, οι οποίοι δομούνται σύμφωνα με το τμήμα MPEG-7 Visual [ISO/IEC01c].
- Τα στοιχεία "AudioDescriptor" και "AudioDescriptionScheme", που είναι περιγραφείς που αναπαριστούν χαμηλού επιπέδου ηχητικά χαρακτηριστικά του οπτικοακουστικού υλικού, οι οποίοι δομούνται σύμφωνα με το τμήμα MPEG-7 Audio [ISO/IEC01d].

- Το στοιχείο “VisualTimeSeriesDescriptor”, που είναι περιγραφείς που αναπαριστούν τα χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικά της οπτικής κίνησης των τμημάτων κινούμενης εικόνας του οπτικοακουστικού υλικού, οι οποίοι δομούνται σύμφωνα με το τμήμα MPEG-7 Visual [ISO/IEC01c].

Όνομα Τύπου	Περιγραφή Τύπου
ImageType	Περιγραφή Εικόνων
VideoType	Περιγραφή Κινούμενων Εικόνων (Video)
AudioType	Περιγραφή Ηχητικών Δεδομένων
AudioVisualType	Περιγραφή Οπτικοακουστικού Υλικού
MultimediaType	Περιγραφή Πολυμέσων
SignalType	Περιγραφή Σήματος
AnalyticEditedVideoType	Περιγραφή Κινούμενων Εικόνων που έχουν υποστεί επεξεργασία
InkContentType	Περιγραφή Ψηφιοποιημένων Χειρογράφων
MultimediaCollectionType	Περιγραφή Συλλογών Πολυμέσων

Πίνακας 4: Οι τύποι που εξειδικεύουν τον MPEG-7 τύπο “MultimediaContentType”

Το πρότυπο MPEG-7 επιτρέπει τη χρήση αναφορών για πολλά από τα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών (ο Πίνακας 5 παρουσιάζει όλα τα MPEG-7 στοιχεία η τιμή των οποίων μπορεί να αναφερθεί και τα αντίστοιχα MPEG-7 στοιχεία που υλοποιούν τις αναφορές). Έτσι, το πρότυπο MPEG-7 επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση τμημάτων MPEG-7 περιγραφών.

MPEG-7 Τύπος	Στοιχείο	Αναφορά στο Στοιχείο
SignalType	Signal	SignalRef
PullbackDefinitionType, DoublePullbackDefinitionType	AlphabetGraph	AlphabetGraphRef
PersonType	Affiliation/Organization	Affiliation/OrganizationRef
PersonType	Affiliation/PersonGroup	Affiliation/PersonGroupRef
PersonType, PersonGroupType, OrganizationType	Address	AddressRef
PersonGroupType	Member	MemberRef
PersonGroupType, OrganizationType	Jurisdiction	JurisdictionRef
OrganizationType	Contact	ContactRef
SegmentType	Semantic	SemanticRef
MediaAgentType, AgentObjectType	Agent	AgentRef
SegmentType, RelatedMaterialType	MediaInformation	MediaInformationRef
SegmentType, RelatedMaterialType, CollectionType	CreationInformation	CreationInformationRef
SegmentType, RelatedMaterialType, CollectionType	UsageInformation	UsageInformationRef
StillRegionSpatialDecompositionType, StillRegion3DSpatialDecompositionType, VideoSegmentTemporalDecompositionType, VideoSegmentSpatioTemporalDecompositionType, MovingRegionTemporalDecompositionType, MovingRegionSpatioTemporalDecompositionType, AudioVisualSegmentMediaSourceDecompositionType, AudioVisualRegionMediaSourceDecompositionType	StillRegion	StillRegionRef
StillRegion3DSpatialDecompositionType	StillRegion3D	StillRegion3DRef
VideoSegmentSpatialDecompositionType, VideoSegmentSpatioTemporalDecompositionType, MovingRegionSpatialDecompositionType, MovingRegionTemporalDecompositionType, MovingRegionSpatioTemporalDecompositionType, MovingRegionMediaSourceDecompositionType, AudioVisualRegionMediaSourceDecompositionType	MovingRegion	MovingRegionRef
VideoSegmentTemporalDecompositionType, VideoSegmentMediaSourceDecompositionType, AudioVisualSegmentMediaSourceDecompositionType, AudioVisualRegionMediaSourceDecompositionType	VideoSegment	VideoSegmentRef
AudioSegmentTemporalDecompositionType, AudioSegmentMediaSourceDecompositionType, AudioVisualSegmentMediaSourceDecompositionType, AudioVisualRegionMediaSourceDecompositionType	AudioSegment	AudioSegmentRef
AudioVisualSegmentSpatialDecompositionType, AudioVisualSegmentTemporalDecompositionType, AudioVisualSegmentSpatioTemporalDecompositionType, AudioVisualSegmentMediaSourceDecompositionType, AudioVisualRegionTemporalDecompositionType, AudioVisualRegionMediaSourceDecompositionType, AudioVisualRegionSpatialDecompositionType, AudioVisualRegionSpatioTemporalDecompositionType	AudioVisualRegion	AudioVisualRegionRef

tionType		
AudioVisualSegmentTemporalDecompositionType	AudioVisualSegment	AudioVisualSegmentRef
MultimediaSegmentMediaSourceDecompositionType, SegmentCollectionType, MixedCollectionType	Segment	SegmentRef
InkMediaInformationType	OverlaidMedia/ Overlaid-MediaLocator	OverlaidMedia/ OverlaidMediaRef
InkSegmentSpatialDecompositionType, InkSegmentTemporalDecompositionType	InkSegment	InkSegmentRef
AnalyticEditedVideoSegmentSpatioTemporalDecompositionType, AnalyticTransitionType	EditedMovingRegion	EditedMovingRegionRef
EditedVideoEditingTemporalDecompositionType	Shot	ShotRef
EditedVideoEditingTemporalDecompositionType	GlobalTransition	GlobalTransitionRef
ShotEditingTemporalDecompositionType	CompositionShot	CompositionShotRef
ShotEditingTemporalDecompositionType	CompositionTransition	CompositionTransitionRef
CompositionShotEditingTemporalDecompositionType, IntraCompositionShotEditingTemporalDecompositionType	IntraCompositionShot	IntraCompositionShotRef
CompositionShotEditingTemporalDecompositionType, IntraCompositionShotEditingTemporalDecompositionType	InternalTransition	InternalTransitionRef
SemanticBaseType	MediaOccurrence/ Media-Information	MediaOccurrence/ MediaInformationRef
SemanticBagType	SemanticBase	SemanticBaseRef
ObjectType	Object	ObjectRef
EventType	Event	EventRef
HierarchicalSummaryType, SummarySegmentGroupType	SummarySegmentGroup	SummarySegmentGroupRef
SummarySegmentGroupType	SummarySegment	SummarySegmentRef
ViewSetType, SpaceTreeType, FrequencyTreeType, SpaceFrequencyGraphType, VideoViewGraphType, MultiResolutionPyramidType	View	ViewRef
SpaceTreeType, FrequencyTreeType, MultiResolutionPyramidType	Child	ChildRef
SpaceFrequencyGraphType	SpaceChild	SpaceChildRef
SpaceFrequencyGraphType	FrequencyChild	FrequencyChildRef
VideoViewGraphType	SpaceFrequencyChild	SpaceFrequencyChildRef
VideoViewGraphType	TimeFrequencyChild	TimeFrequencyChildRef
ContentCollectionType, MixedCollectionType	Content	ContentRef
ContentCollectionType	ContentCollection	ContentCollectionRef
SegmentCollectionType	SegmentCollection	SegmentCollectionRef
DescriptorCollectionType	DescriptorCollection	DescriptorCollectionRef
ConceptCollectionType, MixedCollectionType	Concept	ConceptRef
ConceptCollectionType	ConceptCollection	ConceptCollectionRef
MixedCollectionType	MixedCollection	MixedCollectionRef
StructuredCollectionType, CollectionModelType, ClusterModelType	Collection	CollectionRef
StructuredCollectionType	CollectionModel	CollectionModelRef
StructuredCollectionType, ClusterModelType, ClusterClassification-ModelType	ClusterModel	ClusterModelRef
StructuredCollectionType	StructuredCollection	StructuredCollectionRef

Πίνακας 5: Στοιχεία των MPEG-7 Περιγραφών στην τιμή των οποίων μπορεί να γίνει Αναφορά. Στην 1^η στήλη φαίνονται οι MPEG-7 Τύποι όπου ορίζονται τα Στοιχεία, στη 2^η το όνομα κάθε Στοιχείου και στην 3^η το όνομα του αντίστοιχου Στοιχείου Αναφοράς.

2.1.3. MPEG-21

Το πρότυπο **MPEG-21** (ISO/IEC 21000) [Per01] [Per03], που παρουσιάζεται σ' αυτή την υποενότητα, έχει αναπτυχθεί από την Ομάδα Ειδημόνων σε Κινούμενες Εικόνες (MPEG) ως ένα ανοικτό πλαίσιο (framework) για τη διανομή και την κατανάλωση πολυμέσων. Ο βασικός στόχος του MPEG-21 είναι η υποστήριξη διαφανούς διαχείρισης και χρήσης αντικειμένων πολυμέσων σε ένα ευρύ φάσμα δικτύων (networks) και συσκευών. Έτσι, το MPEG-21 καθορίζει:

- Τους τρόπους προσαρμογής οπτικοακουστικού υλικού με βάση τις προτιμήσεις των χρηστών και τις δυνατότητες συσκευών και δικτύων.

- Τους τρόπους προστασίας των πνευματικών δικαιωμάτων.
- Τους τρόπους προστασίας της μόνωσης παροχών (providers) και καταναλωτών (consumers).

Οι θεμελιώδεις έννοιες για το MPEG-21 είναι ο **Χρήστης (User)** και το **Ψηφιακό Αντικείμενο (Digital Item – DI)**.

Το **ψηφιακό αντικείμενο** είναι η θεμελιώδης μονάδα (unit) διανομής και αλληλεπίδρασης του οπτικοακουστικού υλικού στο MPEG-21 πλαίσιο. Ένα MPEG-21 ψηφιακό αντικείμενο είναι ο συνδυασμός του οπτικοακουστικού υλικού και των μεταδεδομένων (metadata) που το περιγράφουν, μαζί με τη δομή που ορίζεται από τις σχέσεις που υπάρχουν στο οπτικοακουστικό υλικό, στα μεταδεδομένα και μεταξύ μεταδεδομένων και οπτικοακουστικού υλικού. Παράδειγμα ψηφιακού αντικείμενου αποτελεί η παρουσίαση μιας ομάδας ποδοσφαίρου, που περιλαμβάνει φωτογραφίες, video, πληροφορία σε μορφή κειμένου, περιγραφές αγώνων κ.α.

Ο **χρήστης** είναι μια οντότητα που αλληλεπιδρά με το MPEG-21 περιβάλλον (environment) ή χρησιμοποιεί κάποιο ψηφιακό αντικείμενο.

Το πρότυπο MPEG-21 οργανώνεται σε 16 τμήματα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανεξάρτητα, αλλά το αποτέλεσμα της χρήσης τους είναι βέλτιστο όταν χρησιμοποιούνται όλα μαζί. Τα τμήματα από τα οποία απαρτίζεται το MPEG-21 είναι τα εξής:

- Το τμήμα **“Part 1 – Vision, technologies and strategy”**, που περιγράφει το MPEG-21 πλαίσιο διαχείρισης οπτικοακουστικού υλικού, περιλαμβανομένων των στοιχείων της αρχιτεκτονικής του και των λειτουργικών απαιτήσεων (functional requirements) για τον καθορισμό (specification) τους [ISO/IEC02a].
- Το τμήμα **“Part 2 – Digital Item Declaration (DID)”**, που παρέχει μια ενιαία και ευέλικτη αφαίρεση (abstraction) και ένα διαλειτουργικό (interoperable) σχήμα για τη δήλωση ψηφιακών αντικειμένων [ISO/IEC03b]. Η δήλωση των ψηφιακών αντικειμένων γίνεται μέσω της **Γλώσσας Δήλωσης Ψηφιακών Αντικειμένων (Digital Item Declaration Language – DIDL)**. Μέσω της DIDL καθορίζονται ακόμα το περιεχόμενο και τα μεταδεδομένα των ψηφιακών αντικειμένων, καθώς και οι μεταξύ τους σχέσεις.
- Το τμήμα **“Part 3 – Digital Item Identification (DII)”**, που ορίζει το πλαίσιο ταυτοποίησης οντοτήτων, ανεξάρτητα από τη φύση, τον τύπο ή την «υφή» (granularity) τους [ISO/IEC03c]. Στο τμήμα αυτό καθορίζεται ο μηχανισμός ταυτοποίησης ψηφιακών αντικειμένων (ή τμημάτων ψηφιακών αντικειμένων), πνευματικών δικαιωμάτων ψηφιακών αντικειμένων και σχημάτων περιγραφής. Επιπλέον, καθορίζονται οι σχέσεις μεταξύ ψηφιακών αντικειμένων και σχημάτων περιγραφής και μεταξύ ψηφιακών αντικειμένων και υπάρχοντων συστημάτων ταυτοποίησης.
- Το τμήμα **“Part 4 – Intellectual Property Management and Protection (IPMP)”**, που παρέχει εργαλεία για την αξιόπιστη διαχείριση και προστασία του οπτικοακουστικού υλικού σε δίκτυα και συσκευές.
- Το τμήμα **“Part 5 – Rights Expression Language (REL)”**, που καθορίζει μια γλώσσα καταληπτή από τους υπολογιστές, που χρησιμοποιείται για τη δήλωση πνευματικών δικαιωμάτων και αδειών (permissions) [ISO/IEC03d]. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιεί τους όρους που ορίζονται στο τμήμα **“Part 6 – Rights Data Dictionary (RDD)”** του MPEG-21.
- Το τμήμα **“Part 6 – Rights Data Dictionary (RDD)”**, που καθορίζει ένα λεξικό (dictionary) που περιέχει όρους για την περιγραφή των πνευματικών δικαιωμάτων που σχετίζονται με οπτικοακουστικό υλικό [ISO/IEC03e].
- Το τμήμα **“Part 7 – Digital Item Adaptation (DIA)”**, που στοχεύει στην υποστήριξη διαλειτουργικότητας και διαφανούς πρόσβασης σε (πιθανώς διανεμημένο) οπτικοακουστικό υλικό [ISO/IEC04a]. Αυτό επιτυγχάνεται με την προσαρμογή του προς διανομή και παρουσίαση υλικού στις προτιμήσεις των χρηστών, τις δυνατότητες των συσκευών που χρησιμοποιούν και τις συνθήκες του χρησιμοποιούμενου δικτύου. Όλες οι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπ’ όψιν κατά την προσαρμογή ορίζονται στο τμήμα αυτό του MPEG-21, όπου περιγράφεται η **Αρχιτεκτονική Προσαρμογής Ψηφιακών Αντικειμένων (Digital Item Adaptation Architecture – DIA)**. Καθώς η Αρχιτεκτονική Προσαρμογής Ψηφιακών Αντικειμένων παρέχει εργαλεία που σχε-

τίζονται με το αντικείμενο της παρούσας διατριβής, στη συνέχεια δίνεται μια λεπτομερέστερη περιγραφή της.

- Το τμήμα **“Part 8 – Reference Software”**, που περιλαμβάνει λογισμικό αναφοράς, το οποίο υλοποιεί τα εργαλεία που ορίζονται στα υπόλοιπα τμήματα του MPEG-21.
- Το τμήμα **“Part 9 – File Format”**, που ορίζει τη μορφή των αρχείων (file format) που χρησιμοποιούνται για τη διανομή και την αποθήκευση ψηφιακών αντικειμένων.
- Το τμήμα **“Part 10 – Digital Item Processing (DIP)”**, που ορίζει μηχανισμούς που εξασφαλίζουν τη διαλειτουργικότητα και την τυποποιημένη επεξεργασία (processing) της πληροφορίας των ψηφιακών αντικειμένων.
- Το τμήμα **“Part 11 – Evaluation methods for persistent association technologies”**, που τεκμηριώνει (documents) τις βέλτιστες πρακτικές (best practices) αξιολόγησης τεχνολογιών διαρκούς συσχέτισης (persistent association technologies) με τη χρήση κοινής τεχνολογίας.
- Το τμήμα **“Part 12 – Testbed for MPEG-21 Resource Delivery”**, που παρέχει ένα πεδίο πειραματισμού (testbed) για τη διανομή περιεχομένου πολυμέσων κλιμακούμενου (scalable) όγκου και τον έλεγχο (testing) και την αξιολόγηση της κλιμακούμενης διανομής.
- Το τμήμα **“Part 13 – Scalable video Coding”**, που υποστηρίζει, στα πλαίσια του MPEG-21, την αποδοτική κλιμακούμενη κωδικοποίηση video.
- Το τμήμα **“Part 14 – Conformance Test”**, που παρέχει μηχανισμούς ελέγχου της συμβατότητας των MPEG-21 υλοποιήσεων με το πρότυπο MPEG-21.
- Το τμήμα **“Part 15 – Event Reporting”**, που επιτρέπει την παροχή αναφορών (reports) ακριβείας που περιγράφουν τι συνέβη στα πλαίσια συγκεκριμένων γεγονότων, όπου ως γεγονός ορίζεται η αλληλεπίδραση με κάποιο ψηφιακό αντικείμενο στο MPEG-21 πλαίσιο διαχείρισης-διανομής-χρήσης οπτικοακουστικού υλικού.
- Το τμήμα **“Part 16 – Binary Format”**, όπου ορίζεται η δυαδική (binary) μορφή ανταλλαγής MPEG-21 περιγραφών.

Αρχιτεκτονική Προσαρμογής Ψηφιακών Αντικειμένων (Digital Item Adaptation Architecture – DIA)

Η **Αρχιτεκτονική Προσαρμογής Ψηφιακών Αντικειμένων (Digital Item Adaptation Architecture – DIA)** παρέχει εργαλεία για την προσαρμογή ψηφιακών αντικειμένων, έτσι ώστε να υποστηριχθεί η παροχή διαφανούς πρόσβασης σε οπτικοακουστικό υλικό χωρίς οι χρήστες να ασχολούνται με θέματα δικτύου, συσκευών και λογισμικού. Η Αρχιτεκτονική Προσαρμογής Ψηφιακών Αντικειμένων χρησιμοποιεί ως σύνταξη την MPEG-7 γλώσσα ορισμού περιγραφών και εκφράζεται με τη χρήση τύπων δεδομένων, περιγραφέων, σχημάτων περιγραφής και σχημάτων κατηγοριοποίησης. Τα βασικά δομικά στοιχεία της Αρχιτεκτονικής Προσαρμογής Ψηφιακών Αντικειμένων είναι τα εξής:

- Τα **Εργαλεία Σχήματος (Schema Tools)**, που απαρτίζονται από τη βασική ιεραρχία τύπων της Αρχιτεκτονικής Προσαρμογής Ψηφιακών Αντικειμένων, το στοιχείο-ρίζα και τα κορυφαία στοιχεία της.
- Τους **Τύπους Δεδομένων Χαμηλού Επιπέδου (Low-level Datatypes)**, που είναι θεμελιώδεις τύποι δεδομένων που χρησιμοποιούνται σε όλη την έκταση της Αρχιτεκτονικής Προσαρμογής Ψηφιακών Αντικειμένων.
- Τα **Εργαλεία Περιγραφής του Περιβάλλοντος Χρήσης (Usage Environment Description Tools)**, όπου καθορίζονται πολλές από τις παραμέτρους προσαρμογής των ψηφιακών αντικειμένων. Η περιγραφή του περιβάλλοντος χρήσης διαθέτει τις εξής ιδιότητες, που αξιοποιούνται κατά την προσαρμογή ψηφιακών αντικειμένων:
 - Τα **Χαρακτηριστικά των Χρηστών (User Characteristics)**, τα οποία περιλαμβάνουν:
 - Πληροφορία για τους χρήστες.
 - Περιγραφές των προτιμήσεων των χρηστών.

- Ιστορικό χρήσης.
- Προτιμήσεις παρουσίασης και μετατροπής μέσων (media conversion).
- Χαρακτηριστικά προσβασιμότητας (accessibility).
- Πληροφορία που επιτρέπει την καλύτερη υποστήριξη υπηρεσιών που βασίζονται στο περιβάλλον (context-based), όπως είναι τα χαρακτηριστικά κινητικότητας (mobility characteristics), ο προορισμός (destination) και το επίκεντρο προσοχής (focus of attention).

Οι προτιμήσεις των χρηστών και το ιστορικό χρήσης αναπαρίστανται με τη χρήση των αντίστοιχων MPEG-7 τύπων. Συνέπεια της επιλογής αυτής είναι το ότι οι περιορισμοί που υιοθετήθηκαν κατά το σχεδιασμό των MPEG-7 τύπων (όπως, για παράδειγμα, η ελλιπής υποστήριξη της περιγραφής των προτιμήσεων σημαντικής των χρηστών) μεταφέρονται και στην MPEG-21 Αρχιτεκτονική Προσαρμογής Ψηφιακών Αντικειμένων.

- Τις **Δυνατότητες Τερματικών Συσκευών (Terminal Capabilities)**, που περιγράφουν τις δυνατότητες των τερματικών συσκευών και επιτρέπουν την προσαρμογή των ψηφιακών αντικειμένων σε αυτές.
- Τα **Χαρακτηριστικά του Δικτύου (Network Characteristics)**, που περιγράφουν τόσο τα στατικά γνωρίσματα των δικτύων, όπως είναι, για παράδειγμα, το μέγιστο εύρος ζώνης (bandwidth) όσο και δυναμικές παραμέτρους των δικτύων, όπως είναι, για παράδειγμα, το διαθέσιμο εύρος ζώνης.
- Τα **Χαρακτηριστικά του Φυσικού Περιβάλλοντος (Natural Environment Characteristics)**, που περιλαμβάνουν το χρόνο και τον τόπο χρήσης του οπτικοακουστικού υλικού, καθώς και οπτικοακουστικά γνωρίσματα που μπορούν να μετρηθούν και να επηρεάσουν τον τρόπο διανομής και/ή κατανάλωσης του οπτικοακουστικού υλικού όπως, για παράδειγμα, ο θόρυβος.
- Την **Περιγραφή της Σύνταξης Δυναδίων Ροών (Bitstream Syntax Description)**, που χρησιμοποιείται για την υψηλού επιπέδου περιγραφή, με τη χρήση XML σύνταξης, της δομής των δυναδίων ροών (bitstreams).
- Τους **Συνδέσμους της Σύνταξης Δυναδίων Ροών (Bitstream Syntax Description Link)**, που διευκολύνουν την αναφορά (referencing) σε πληροφορία που μπορεί να αξιοποιηθεί κατά την προσαρμογή δυναδίων ροών.
- Την **Ποιότητα Υπηρεσιών του Δικτύου και των Τερματικών Συσκευών (Terminal and Network Quality of Service – QoS)**, που ασχολείται με το πρόβλημα της επιλογής των βέλτιστων παραμέτρων για την προσαρμογή των ψηφιακών αντικειμένων, έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι περιορισμοί που τίθενται από συσκευές και δίκτυα, ενώ παράλληλα μεγιστοποιείται η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών.
- Τα **Εργαλεία Περιγραφής Καθολικών Περιορισμών (Universal Constraints Description Tools)**, που αποτελούν μια μαθηματική αφαίρεση, όπου οι περιορισμοί αναπαρίστανται από μεταβλητές που καθορίζουν τα χαρακτηριστικά των ψηφιακών αντικειμένων και του περιβάλλοντος.

2.1.4. Ο Σημασιολογικός Ιστός (Semantic Web)

Η XML και η XML Schema είναι κατάλληλες για την περιγραφή της δομής της πληροφορίας, καθώς παρέχουν σύνταξη για τη δομική περιγραφή της πληροφορίας, όχι όμως και για την περιγραφή της σημαντικής της. Έτσι, ενώ παρέχουν συντακτική διαλειτουργικότητα, δεν παρέχουν διαλειτουργικότητα σημαντικής για εφαρμογές που ανταλλάσσουν καταληπτή από υπολογιστές πληροφορία στον Παγκόσμιο Ιστό. Για το λόγο αυτό σχηματίστηκε, στα τέλη της δεκαετίας του 1990 η ομάδα εργασίας του **Σημασιολογικού Ιστού (Semantic Web)** [W3C/SW], με στόχο τον ορισμό επεκτάσεων σημαντικής για τα πρότυπα XML και XML Schema. Στα πλαίσια του Σημασιολογικού Ιστού ορίστηκαν γλώσσες που υποστηρίζουν περιγραφές της σημαντικής των **πηγών (resources)** του Διαδικτύου. Οι σημαντικότερες από τις γλώσσες αυτές περιγράφονται στις παραγράφους που ακολουθούν και είναι οι **RDF/RDFS**, **DAML+OIL** και **OWL**.

RDF και RDFS

Το πρώτο βήμα στην κατεύθυνση της ανάπτυξης γλωσσών που υποστηρίζουν περιγραφές βάσει σημαντικής ήταν η ανάπτυξη της **RDF (Resource Description Framework)** [MaMi04], που είναι μια γενικού σκοπού και ανεξάρτητη από περιοχές εφαρμογών σύνταξη για την περιγραφή πηγών στο Διαδίκτυο.

Για την RDF πηγές είναι όλα τα αντικείμενα που ταυτοποιούνται από URIs [B-LFM98] και χαρακτηρίζονται από ένα σύνολο **ιδιοτήτων (properties)**. Οι ιδιότητες ορίζουν δυαδικές σχέσεις μεταξύ των πηγών και των συσχετιζόμενων με αυτές **τιμών (values)**. Η δομή αυτή εκφράζεται από **τριάδες (triplets)** που ονομάζονται **προτάσεις (statements)**. Οι προτάσεις έχουν τη μορφή [**υποκείμενο (subject)**, **κατηγορημα (predicate)**, **αντικείμενο (object)**], όπου το υποκείμενο είναι η περιγραφόμενη πηγή, το κατηγορημα είναι μια ιδιότητα της πηγής και το αντικείμενο είναι η τιμή της ιδιότητας. Η τιμή μιας ιδιότητας μπορεί να είναι **κυριολεκτική τιμή (literal)** (όπως είναι, για παράδειγμα, οι συμβολοσειρές, οι ακέραιοι, οι ημερομηνίες κ.α.) ή άλλες πηγές. Μια RDF **περιγραφή** είναι ένα σύνολο των προτάσεων που αφορούν την ίδια πηγή.

Η RDF είναι μια συντακτική επέκταση της XML που αυξάνει την εκφραστικότητά της, καθώς ορίζει πως πρέπει να εκφραστεί μια περιγραφή, δεν καθορίζει όμως τη σημαντική της. Η σημαντική των περιγραφών πρέπει να βασίζεται σε κοινά **λεξικά (vocabularies) όρων** που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την περιγραφή των ιδιοτήτων των πηγών. Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκε μια επέκταση της RDF στο επίπεδο της σημαντικής, η **RDFS (RDF Schema)** [BrGu04], που επιτρέπει τον ορισμό των όρων που χρησιμοποιούνται σε RDF προτάσεις, συμπεριλαμβανομένης της σηματικής των όρων. Να σημειωθεί ότι η RDFS δεν ορίζει σύνολα ιδιοτήτων για συγκεκριμένες περιοχές εφαρμογών, αλλά παρέχει τις απαραίτητες δομές για τον ορισμό τους. Αυτό επιτυγχάνεται με τον ορισμό των ιδιοτήτων με βάση τις **κλάσεις (classes)** των οποίων τα **άτομα (individuals)** μπορούν να τις διαθέτουν.

Ως παράδειγμα χρήσης της RDFS, στην Εικόνα 9 ορίζονται η κλάση "Animal", που αναπαριστά ζώα, και η κλάση "Person", που επιτρέπει την αναπαράσταση προσώπων. Η κλάση "Person" είναι υποκλάση (subclass) της κλάσης "Animal". Επιπλέον, τα πρόσωπα έχουν την ιδιότητα "hasSurname", που αναπαριστά τα επώνυμά τους. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 10, η ιδιότητα "hasSurname" έχει ως **πεδίο ορισμού (domain)** την κλάση "Person" και ως **πεδίο τιμών (range)** τον τύπο της συμβολοσειράς.

```
<rdfs:Class rdf:ID="Animal"/>
<rdfs:Class rdf:ID="Person">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Animal"/>
</rdfs:Class>
```

Εικόνα 9: RDFS Ορισμός των Κλάσεων "Animal" και "Person"

```
<rdfs:Property rdf:ID="hasSurname">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Person" />
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</rdfs:Property>
```

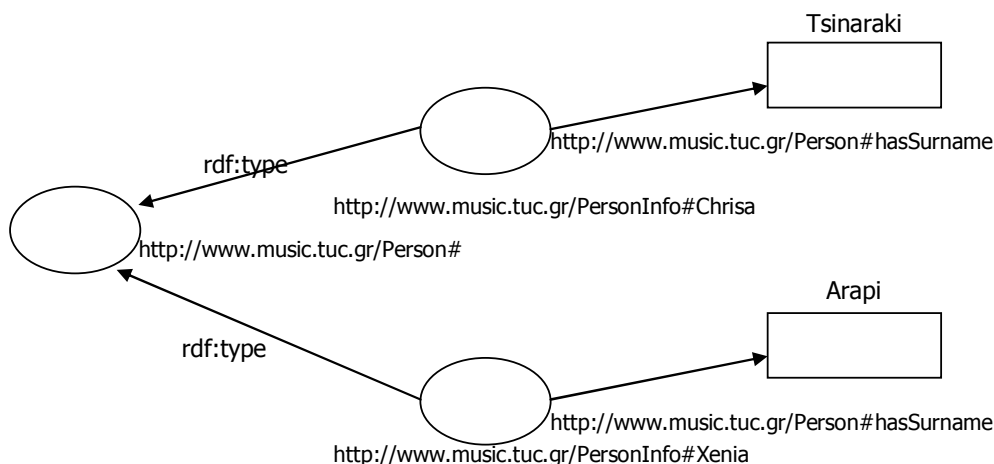
Εικόνα 10: RDFS Ορισμός της Ιδιότητας "hasSurname"

Έτσι, σε αναλογία με την XML Schema που επιτρέπει τον ορισμό γλωσσών που περιγράφουν τη δομή συγκεκριμένων κλάσεων XML εγγράφων, η RDFS επιτρέπει τον ορισμό γλωσσών που περιγράφουν τη σημασία συγκεκριμένων κλάσεων πληροφορίας. Οι γλώσσες που βασίζονται στην RDFS είναι στην ουσία οντολογίες, που παρέχουν διαλειτουργικότητα μεταξύ περιγραφών πληροφορίας που η σημαντική τους σχετίζεται με μια συγκεκριμένη περιοχή, παρ' όλο που μπορεί να έχουν διαφορετική δομή. Στο υπόλοιπο της παρούσας διατριβής, με τον όρο RDF(S) θα αναφέρονται μαζί η RDF και η RDFS.

Τα RDF(S) μοντέλα αναπαρίστανται συνήθως ως γράφοι. Για παράδειγμα, έστω οι RDF περιγραφές που παρουσιάζονται στην Εικόνα 11 για τις πηγές <http://www.music.tuc.gr/PersonInfo#Chrisa> και <http://www.music.tuc.gr/PersonInfo#Xenia>, που περιγράφουν τα πρόσωπα "Chrisa" και "Xenia" και έχουν δομηθεί με βάση το RDF Schema που απεικονίζεται στην Εικόνα 9. Ο γράφος που αναπαριστά τις RDF περιγραφές που παρουσιάζονται στην Εικόνα 11 φαίνεται στην Εικόνα 12 και είναι δομημένος με βάση την RDF παραστατική γραφή (notation) [MaMi04]. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 12, οι πηγές αναπαρίστανται ως ελλείψεις και οι κυριολεκτικές τιμές των ιδιοτήτων ως παραλληλόγραμμα. Οι κατευθυνόμενες ακμές αναπαριστούν τις ιδιότητες και ενώνουν τις πηγές με άλλες πηγές ή με τις τιμές των ιδιοτήτων τους. Το βέλος της ακμής φανερώνει την τιμή της ιδιότητας, ενώ η αρχή της ακμής φανερώνει το υποκείμενο της ιδιότητας. Να σημειωθεί ακόμα ότι μια RDF περιγραφή που ανήκει στην κλάση "Person" είναι ουσιαστικά μια περιγραφή του τύπου (που περιγράφεται από τη δομή `rdf:type`) <http://example.org/Person#>. Συνεπώς, μέσω της δομής `rdf:type` δηλώνεται ότι μια πηγή ανήκει σε μια κλάση.

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
xmlns:schema="http://www.music.tuc.gr/Person#">
  <schema:Person rdf:ID="http://www.music.tuc.gr/PersonInfo#Chrisa">
    <hasSurname>Tsinaraki</hasSurname>
  </schema:Person>
  <schema:Person rdf:ID="http://www.music.tuc.gr/PersonInfo#Xenia">
    <hasSurname>Arapis</hasSurname>
  </schema:Person>
</rdf:RDF>
```

Εικόνα 11: RDF Περιγραφή των προσώπων "Chrisa" και "Xenia"



Εικόνα 12: Μοντέλο Γράφου που αναπαριστά την RDF Περιγραφή που παρουσιάζεται στην Εικόνα 11

DAML+OIL

Παρά το γεγονός ότι οι RDF(S) είναι μια σημαντική εξέλιξη για την εξάλειψη των περιορισμών των XML και XML Schema, δεν είναι αρκετά εκφραστικές από πλευράς σημαντικής. Για παράδειγμα, επιτρέπουν περιορισμούς μόνο στα πεδία τιμών και ορισμού των ιδιοτήτων, ενώ δεν υποστηρίζουν μονοσήμαντες (functional), μεταβατικές (transitive) και αντιστροφές (inverse) ιδιότητες. Επιπλέον, οι RDF(S) δεν υποστηρίζουν περιορισμούς πολλαπλότητας (cardinality), τύπου (type) και τιμών. Έτσι, αποφασίστηκε η επέκταση του Σημασιολογικού Ιστού με την υποστήριξη χαρακτηριστικών που συναντώνται στις γλώσσες αναπαράστασης γνώσης (knowledge representation languages).

Η πρώτη σημαντική προσπάθεια σ' αυτή την κατεύθυνση ήταν η ανάπτυξη της **DAML+OIL** [La&a100] [MG&a102] [Ba&a102], μιας γλώσσας για την αναπαράσταση οντολογιών που προέκυψε από τη συνένωση των αποτελεσμάτων του προγράμματος DAML-ONT (DARPA Agent Markup Lan-

guage for Ontologies), που υλοποιήθηκε στις ΗΠΑ, και του ευρωπαϊκού προγράμματος OIL (Ontology Inference Layer).

Η DAML+OIL είναι γλώσσα **Περιγραφικής Λογικής (Description Logic – DL)** και βασίζεται στις RDF(S), τις οποίες επεκτείνει με γνωρίσματα περιγραφής της σημαντικής και πιο πλούσιες θεμελιώδεις έννοιες (primitives) μοντελοποίησης. Επιπλέον, παρέχει μηχανισμούς εξαγωγής συμπερασμάτων (inference mechanisms) καθώς υποστηρίζει:

- **Υπαγωγή (subsumption)**, που συνίσταται στην απόφαση αν μια κλάση “A” είναι υποκλάση της κλάσης “B” με δεδομένους τους ορισμούς τους.
- **Αναγνώριση (recognition)**, που συνίσταται στην απόφαση αν το άτομο “A1” ανήκει στην κλάση “A”.
- **Κατηγοριοποίηση (classification)**, που συνίσταται στην αυτόματη αναδιοργάνωση της ιεραρχίας κλάσεων με βάση τους ορισμούς των κλάσεων.

Η DAML+OIL αποτέλεσε τη βάση για την ανάπτυξη της γλώσσας περιγραφής οντολογιών OWL, που είναι σήμερα το κυρίαρχο πρότυπο για την αναπαράσταση οντολογιών.

OWL (Web Ontology Language)

Η **OWL (Web Ontology Language)** [HPSH03] [MGHa04] είναι μια πρότυπη γλώσσα περιγραφής οντολογιών στο Διαδίκτυο και αποτελεί συνέχεια και επέκταση της DAML+OIL. Η OWL στοχεύει στην παροχή πλήρους υποστήριξης των χαρακτηριστικών των γλωσσών αναπαράστασης γνώσης, επεκτείνοντας με αυτό τον τρόπο την εκφραστικότητα (expressiveness) της DAML+OIL. Καθώς η πολυπλοκότητα (complexity) της εξαγωγής συμπερασμάτων αυξάνεται όσο αυξάνεται η εκφραστικότητα της γλώσσας, αναπτύχθηκαν τρία είδη (species) της OWL, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά περίπτωση, ανάλογα με τις ανάγκες σε εκφραστικότητα και τους περιορισμούς σε πολυπλοκότητα. Τα τρία είδη της OWL είναι τα εξής:

1. Η **OWL Lite**, που στοχεύει σε χαμηλής πολυπλοκότητας εξαγωγή συμπερασμάτων, αλλά έχει περιορισμένη εκφραστικότητα. Η εξαγωγή συμπερασμάτων από OWL Lite οντολογίες είναι εγγυημένο ότι δίνει συμπεράσματα, τα οποία παράγονται, στη χειρότερη περίπτωση, σε εκθετικό χρόνο. Για να είναι αυτό δυνατό, η OWL Lite δεν υποστηρίζει τις λειτουργίες ένωση (union) και συμπλήρωμα (complement), ενώ οι περιορισμοί πολλαπλότητας των ιδιοτήτων μπορεί να έχουν μόνο τις τιμές 0 και 1.
2. Η **OWL DL (OWL Description Logics)**, που επεκτείνει την εκφραστικότητα της OWL Lite με λειτουργικότητα περιγραφικής λογικής και τύπους δεδομένων. Η OWL DL είναι το πιο εκφραστικό από τα είδη της OWL που εγγυώνται περατότητα και αποτελεσματικότητα της εξαγωγής συμπερασμάτων.
3. Η **OWL Full**, που υποστηρίζει όλα τα χαρακτηριστικά της περιγραφικής λογικής και της RDF. Η OWL Full είναι το πιο εκφραστικό από τα είδη της OWL, αλλά δεν εγγυάται περατότητα και αποτελεσματικότητα της εξαγωγής συμπερασμάτων.

Κάθε ένα από τα τρία είδη αποτελεί επέκταση του προηγούμενου απλούστερου είδους σε ότι αφορά τόσο στο τι μπορεί να εκφραστεί έγκυρα όσο και στο τι μπορεί αξιόπιστα να εξαχθεί ως συμπέρασμα. Έτσι, ισχύουν οι παρακάτω σχέσεις:

- Κάθε έγκυρη OWL Lite οντολογία είναι και έγκυρη OWL-DL οντολογία.
- Κάθε έγκυρη OWL-DL οντολογία είναι και έγκυρη OWL Full οντολογία.
- Κάθε αξιόπιστο OWL Lite συμπέρασμα είναι και αξιόπιστο OWL-DL συμπέρασμα.
- Κάθε αξιόπιστο OWL-DL συμπέρασμα είναι και αξιόπιστο OWL Full συμπέρασμα.

Η OWL αναπτύχθηκε με βάση το παράδειγμα (paradigm) της περιγραφικής λογικής και χρησιμοποιεί RDF(S) σύνταξη. Τα δομικά στοιχεία των OWL οντολογιών είναι οι κλάσεις, οι ιδιότητες και τα

άτομα. Οι OWL κλάσεις, οι OWL ιδιότητες, και τα OWL άτομα ταυτοποιούνται από μοναδικές ταυτότητες, που καθορίζονται στο "rdf:ID" γνώρισμά τους. Επιπλέον, μπορεί να διαθέτουν ετικέτες και σχόλια σε γλώσσα κατανοητή από άνθρωπο, τα οποία δεν επηρεάζουν τη λογική ερμηνεία τους από τα εργαλεία εξαγωγής συμπερασμάτων και ορίζονται μέσω των δομών "rdfs:label" και "rdfs:comment" αντίστοιχα.

Οι **OWL κλάσεις** αναπαριστούν σύνολα ατόμων που διαθέτουν κάποιες κοινές ιδιότητες και ανήκουν στην ίδια κατηγορία. Κάθε OWL άτομο είναι μέλος της κλάσης "owl:Thing" και συνεπώς κάθε νέα OWL κλάση που ορίζεται είναι υποκλάση της κλάσης "owl:Thing". Οι OWL κλάσεις ορίζονται μέσω της δομής "owl:Class" και μπορεί να οριστούν εξ' αρχής, μέσω των λειτουργιών συνόλων τομή (intersection), ένωση και συμπλήρωμα (με τη χρήση των δομών "owl:intersectionOf", "owl:unionOf" και "owl:complementOf" αντίστοιχα) και με απαρίθμηση (enumeration) των ατόμων που ανήκουν σε αυτές (μέσω της δομής "owl:oneOf"). Ιεραρχίες κλάσεων σχηματίζονται με τη χρήση της δομής "rdfs:subClassOf", που δηλώνει ότι μια κλάση "A1" αποτελεί υποκλάση της κλάσης "A", την οποία εξειδικεύει. Μια OWL κλάση μπορεί να είναι υποκλάση περισσότερων από μιας κλάσεων. Επιπλέον, δυο OWL κλάσεις μπορούν να χαρακτηριστούν ως ισοδύναμες (equivalent) ή ξένες (disjoint), μέσω των δομών αντιστοίχισης (mapping) "owl:equivalentClass" και "owl:disjointWith" αντίστοιχα. Παράδειγμα ορισμού OWL κλάσεων αποτελούν οι κλάσεις "Animal" και "Person", που είχαν αρχικά οριστεί στην Εικόνα 9 σε RDFS σύνταξη, και ορίζονται σε OWL σύνταξη στην Εικόνα 13.

```
<owl:Class rdf:ID="Animal"/>
<owl:Class rdf:ID="Person">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Animal"/>
</owl:Class>
```

Εικόνα 13: Ορισμός των Κλάσεων "Animal" και "Person" σε OWL σύνταξη

Τα **OWL άτομα** αποτελούν τα μέλη των OWL κλάσεων. Το σύνολο των ατόμων που ανήκουν σε μια συγκεκριμένη κλάση ονομάζεται επέκταση κλάσης (class extension). Ένα άτομο μπορεί να ανήκει σε μία ή περισσότερες κλάσεις. Ένα άτομο συνδέεται με τις κλάσεις στις οποίες ανήκει μέσω της δομής "rdf:type". Τα άτομα διαθέτουν τις ιδιότητες των OWL κλάσεων όπου ανήκουν και υπακούουν στους περιορισμούς που υπάρχουν γι' αυτές. Επιπλέον, υποστηρίζονται για την αντιστοίχιση μεταξύ ατόμων οι σχέσεις ταυτότητα (identity) και διαφορά (difference), μέσω των δομών "owl:sameAs" και "owl:differentFrom", "owl:AllDifferent" αντίστοιχα.

Οι **OWL ιδιότητες** επιτρέπουν τον ισχυρισμό γενικευμένων κοινά αποδεκτών δεδομένων (facts) για τις κλάσεις και συγκεκριμένων κοινά αποδεκτών δεδομένων για τα άτομα των κλάσεων. Οι ιδιότητες είναι δυαδικές σχέσεις και διακρίνονται σε 2 κατηγορίες:

- Τις **Ιδιότητες Τύπων Δεδομένων (Datatype Properties)**, που συσχετίζουν άτομα που ανήκουν στην OWL κλάση που αποτελεί πεδίο ορισμού της ιδιότητας, με τιμές ενός συγκεκριμένου τύπου δεδομένων, που αποτελεί πεδίο τιμών της ιδιότητας. Το πεδίο τιμών μπορεί να είναι κάποιος XML Schema τύπος ή συγκεκριμένες κυριολεκτικές τιμές. Ο ορισμός συγκεκριμένων κυριολεκτικών τιμών γίνεται με τη χρήση των δομών "owl:oneOf", "rdf:List" και "rdf:rest". Οι Ιδιότητες Τύπων Δεδομένων ορίζονται μέσω της δομής "owl:DatatypeProperty". Παράδειγμα ορισμού OWL ιδιότητας τύπου δεδομένων αποτελεί η ιδιότητα "hasSurname", που ορίστηκε αρχικά στην Εικόνα 10 σε RDFS σύνταξη και ορίζεται σε OWL σύνταξη στην Εικόνα 14.
- Τις **Ιδιότητες Αντικειμένων (Object Properties)**, που συσχετίζουν άτομα που ανήκουν στην OWL κλάση που αποτελεί πεδίο ορισμού της ιδιότητας, με άτομα που ανήκουν στην OWL κλάση που αποτελεί πεδίο τιμών της ιδιότητας. Οι Ιδιότητες Αντικειμένων ορίζονται μέσω της δομής "owl:ObjectProperty". Το πεδίο τιμών δύναται να είναι μία ή περισσότερες κλάσεις (που καθορίζονται μέσω της δομής "owl:unionOf") ή συγκεκριμένα άτομα κλάσεων (που καθορίζονται μέσω της δομής "owl:oneOf").

```
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="hasSurname">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Person"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:DatatypeProperty>
```

Εικόνα 14: Ορισμός της Ιδιότητας Τύπου Δεδομένων "hasSurname" σε OWL σύνταξη

Οι OWL ιδιότητες μπορεί να καθοριστούν ως συμμετρικές (symmetric), μεταβατικές, μονοσήμαντες και επί (inverse functional). Επιπλέον, υποστηρίζονται οι σχέσεις αντιστοίχισης μεταξύ ιδιοτήτων ισοδυναμία και αντιστροφή (inversion), μέσω των δομών "owl:equivalentProperty" και "owl:inverseOf" αντίστοιχα. Ιεραρχίες ιδιοτήτων μπορούν να σχηματιστούν με τη χρήση της δομής "rdfs:subPropertyOf", που δηλώνει ότι μια ιδιότητα "I1" αποτελεί υποιδιότητα της ιδιότητας "I", την οποία εξειδικεύει. Μια OWL ιδιότητα μπορεί να είναι υποιδιότητα περισσότερων από μιας ιδιοτήτων.

Υποστηρίζονται επίσης OWL περιορισμοί μέσω της δομής "owl:Restriction", που συμπεριλαμβάνουν περιορισμούς τύπου (μέσω των δομών "owl:allValuesFrom" και "owl:someValuesFrom"), περιορισμούς πολλαπλότητας (μέσω των δομών "owl:cardinality", "owl:minCardinality" και "owl:maxCardinality") και περιορισμούς τιμής (μέσω της δομής "owl:hasValue"). Ως παράδειγμα, για να εκφραστεί ότι τα πρόσωπα πρέπει να διαθέτουν τουλάχιστον ένα επώνυμο, ο ορισμός της κλάσης "Person" πρέπει να τροποποιηθεί όπως φαίνεται στην Εικόνα 15, με την προσθήκη του περιορισμού η πολλαπλότητα της ιδιότητας "hasSurname" να είναι τουλάχιστον 1. Ο περιορισμός αυτός δε μπορεί να εκφραστεί σε RDFS.

```
<owl:Class rdf:ID="Person">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Animal"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#hasSurname"/>
      <owl:minCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">1</owl:minCardinality>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

Εικόνα 15: Τροποποίηση του ορισμού της Κλάσης "Person", ώστε όλα τα Πρόσωπα να έχουν τουλάχιστον ένα Επώνυμο

Τέλος, η OWL υποστηρίζει την εισαγωγή (import) XML Schema τύπων δεδομένων που δηλώνονται στις OWL οντολογίες (μέσω της δομής rdfs:Datatype) για την αναπαράσταση απλών τύπων που επεκτείνουν ή περιορίζουν βασικούς τύπους. Για παράδειγμα, ο τύπος δεδομένων "zeroToOneType" που ορίστηκε στην Εικόνα 4, μπορεί να εισαχθεί σε μια OWL οντολογία με τη σύνταξη που φαίνεται στην Εικόνα 16.

```
<rdfs:Datatype rdf:about="http://www.music.tuc.gr/datatypes#zeroToOneType">
  <rdfs:isDefinedBy rdf:resource="http://www.music.tuc.gr/datatypes#"/>
  <rdfs:label>zeroToOneType</rdfs:label>
</rdfs:Datatype>
```

Εικόνα 16: Εισαγωγή του Τύπου Δεδομένων "zeroToOneType" που ορίστηκε στην Εικόνα 4 σε OWL Οντολογία, μέσω της δομής rdfs:Datatype

2.1.5. CIDOC/CRM

Το **CIDOC/CRM** [ISO/IEC06c] είναι μια πρότυπη οντολογία που αναπτύχθηκε από τη Διεθνή Επιτροπή Τεκμηρίωσης (International Committee for Documentation – CIDOC) του Διεθνούς Συμβού-

λίου Μουσείων (International Council of Museums – ICOM). Οι εργασίες ξεκίνησαν το 1996, το CIDOC/CRM έγινε αποδεκτό σαν ISO πρότυπο το 2006 και σήμερα είναι το κυρίαρχο πρότυπο στην περιοχή της πολιτιστικής κληρονομιάς.

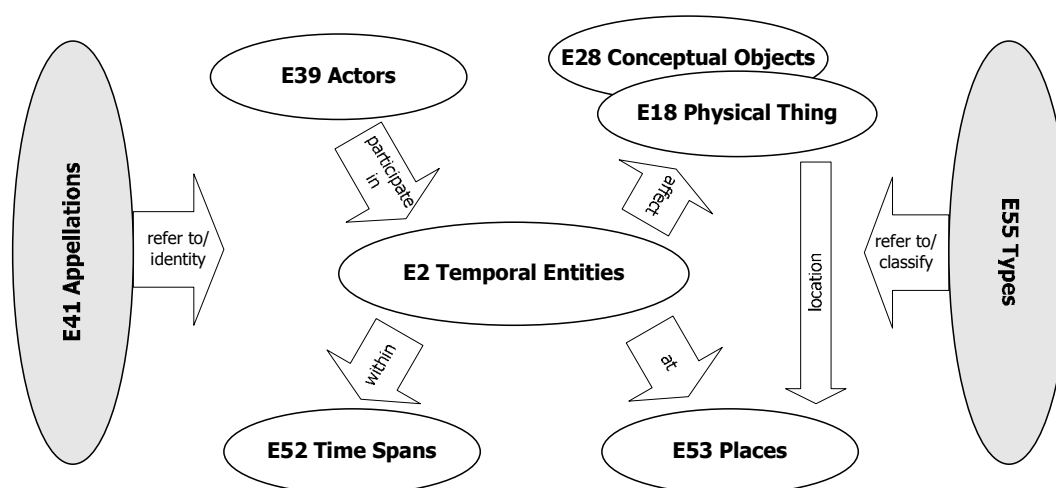
Ο αρχικός σκοπός του προτύπου ήταν η υποστήριξη της ενοποίησης ετερογενών πηγών πολιτιστικής πληροφορίας και της ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ αυτών. Το CIDOC/CRM παρέχει τους ορισμούς σημαντικής που είναι αναγκαίοι για την περιγραφή πολιτιστικών αντικειμένων καθώς και των συσχετίσεων μεταξύ τους. Επιπλέον, μέσω της δομής και των γενικών εννοιών που προσφέρει το CIDOC/CRM και των μεταξύ τους συσχετίσεων, επιτρέπει τη μετατροπή περιγραφών που αναπαρίστανται με τη χρήση άλλων προτύπων, σε περιβάλλον CIDOC/CRM. Αυτός είναι και ένας από τους βασικούς παράγοντες για τη διάδοση του CIDOC/CRM, αφού μπορεί αυτό να αποτελέσει το ενδιάμεσο στάδιο για την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ οργανισμών πολιτιστικής κληρονομιάς, όπως είναι τα αρχεία, τα μουσεία, οι βιβλιοθήκες κ.α., που χρησιμοποιούν διαφορετικά μοντέλα. Κάποια από τα πρότυπα στο πεδίο της πολιτιστικής κληρονομιάς για τα οποία έχουν ήδη δημιουργηθεί αντιστοιχίσεις με το CIDOC/CRM είναι το MIDAS [EH98], το Dublin Core [ISO/IEC03g], το μοντέλο δεδομένων AMICO [AMICO05], το EAD [LC], κ.α.

Οι σημαντικότερες από τις καινοτομίες τις οποίες εισήγαγε το CIDOC/CRM, οι οποίες το καθιστούν πολύ ισχυρό εργαλείο μοντελοποίησης γνώσης για την πολιτιστική κληρονομιά, είναι οι εξής:

- Βασικό στοιχείο των περιγραφών του προτύπου CIDOC/CRM δεν αποτελούν τα αντικείμενα, όπως στα υπόλοιπα μοντέλα, αλλά τα γεγονότα. Οι πολιτιστικές περιγραφές περιστρέφονται γύρω από γεγονότα, τα οποία έχουν κάποια χρονική διάρκεια και συνέβησαν σε κάποια γεωγραφική τοποθεσία, και μέσω αυτών μπορούν να συσχετιστούν άνθρωποι και αντικείμενα.
- Το CIDOC/CRM χρησιμοποιεί πολλαπλές ISA ιεραρχίες για την περαιτέρω κατηγοριοποίηση βασικών εννοιών, όπως γεγονότα, αντικείμενα, κλπ. Αυτό το χαρακτηριστικό επιτρέπει την καλύτερη και λεπτομερέστερη μοντελοποίηση της γνώσης για την πολιτιστική κληρονομιά. Επίσης, μέσω αυτού του χαρακτηριστικού εξασφαλίζεται η μοναδικότητα στις ιδιότητες των κλάσεων. Για παράδειγμα, κάθε υποκλάση της κλάσης “E5 Event” (που χρησιμοποιείται για την περιγραφή γεγονότων) έχει τις δικές της ιδιότητες για τη συσχέτιση με ανθρώπους και αντικείμενα, ανάλογα με το ρόλο που είχαν στο συγκεκριμένου τύπου γεγονός.
- Το CIDOC/CRM επιτρέπει τη δημιουργία τυπολογιών και την οργάνωσή τους σε ιεραρχίες. Έτσι, μέσω της κλάσης “E55 Type” μπορούν να δημιουργηθούν νέοι τύποι, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συστήματα ταξινόμησης ανάλογα με το πλαίσιο εργασίας του εκάστοτε χρήστη.
- Δίνεται μεγάλη έμφαση στις επωνυμίες (appellations) που μπορεί να υπάρχουν για κάποιο αντικείμενο, άνθρωπο, τοποθεσία, κλπ., οι οποίες αναπαρίστανται μέσω της κλάσης “E41 Appellation” και των υποκλάσεών της. Η ξεχωριστή μοντελοποίηση των επωνυμιών παρέχει ευελιξία στη δήλωση του χρόνου ζωής της κάθε επωνυμίας, το γεγονός ανάθεσής της σε κάποιο συγκεκριμένο στοιχείο, καθώς και τη συγκεκριμένη συσχέτισή της με το προσδιοριζόμενο στοιχείο.
- Το CIDOC/CRM εισάγει την έννοια της αβεβαιότητας στην περιγραφή των χρονικών πλαισίων (που γίνεται μέσω της κλάσης “E52 Time-Span”), καθώς πολλές φορές η ιστορική και πολιτιστική γνώση είναι ελλιπής. Έτσι, τα στιγμιότυπα της κλάσης “E52 Time-Span” αναπαριστούν προσεγγίσεις των πραγματικών χρονικών πλαισίων στα οποία συνέβησαν κάποια φαινόμενα. Μέσω των ιδιοτήτων της συγκεκριμένης κλάσης μπορούν να εκφραστούν ακριβώς αυτές οι προσεγγίσεις. Μία ακραία περίπτωση τέτοιας προσέγγισης θα μπορούσε να είναι ένα χρονικό πλαίσιο το οποίο έχει άγνωστη αρχή, τέλος και χρονική διάρκεια. Το χρονικό αυτό πλαίσιο θα μπορούσε να αναπαραστήσει την κοινή περίοδο για δύο γεγονότα, ώστε να καθοριστεί ότι αυτά συνέβησαν ταυτόχρονα, χωρίς να απαιτείται να είναι γνωστό πότε συνέβησαν.
- Το CIDOC/CRM επιτρέπει τον προσδιορισμό γεωγραφικών τοποθεσιών όχι μόνο μέσω απόλυτων γεωγραφικών συντεταγμένων, όπως στα περισσότερα μοντέλα, αλλά και μέσω αναφοράς σε σταθερά αντικείμενα. Αυτές οι σχετικές αναφορές είναι συχνά προτιμότερες στα πλαίσια της τεκμηρίωσης της πολιτιστικής κληρονομιάς και τείνουν να είναι ακριβέστερες.

Μία γενική επισκόπηση του προτύπου CIDOC/CRM φαίνεται στην Εικόνα 17. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα φαινόμενα με χρονική διάρκεια (τα οποία αναπαρίστανται από την κλάση “E2 Tempo-

ral Entities”) αποτελούν κεντρικό στοιχείο των περιγραφών. Σε αυτά συμμετέχουν άνθρωποι (τα οποία αναπαρίστανται από την κλάση “E39 Actors”) και μπορούν να επηρεάσουν αντικείμενα, τα οποία διαχωρίζονται σε υλικά (τα οποία αναπαρίστανται από την κλάση “E18 Physical Thing”) και άυλα (τα οποία αναπαρίστανται από την κλάση “E28 Conceptual Objects”). Επίσης, τα φαινόμενα αυτά συμβαίνουν σε κάποιο χρονικό πλαίσιο (που αναπαρίστανται από την κλάση “E52 Time-Span”) και σε κάποια γεωγραφική τοποθεσία (που αναπαρίστανται από την κλάση “E52 Place”) η οποία μπορεί να προσδιοριστεί και μέσω αναφοράς της θέσης κάποιου φυσικού αντικείμενου. Τέλος, για όλα τα στοιχεία του μοντέλου μπορούν να δηλωθούν επωνυμίες (οι οποίες αναπαρίστανται από την κλάση “E41 Appellation”) και τύποι που μπορούν να οργανωθούν σε ιεραρχίες (οι οποίες αναπαρίστανται από την κλάση “E55 Type”).



Εικόνα 17 : Επισκόπηση του Προτύπου CIDOC/CRM

2.2. Σχετική Έρευνα

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι υπάρχουσες ερευνητικές εργασίες για θέματα που πραγματεύεται η παρούσα διατριβή. Συγκεκριμένα, στην υποενότητα 2.2.1 παρουσιάζονται ερευνητικές εργασίες για την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ XML Schema και OWL, στην υποενότητα 2.2.2 παρουσιάζονται οντολογίες περιγραφής περιεχομένου πολυμέσων που έχουν βασιστεί στο πρότυπο MPEG-7, στην υποενότητα 2.2.3 παρουσιάζονται ερευνητικές εργασίες για την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και CIDOC/CRM, στην υποενότητα 2.2.4 παρουσιάζονται ερευνητικές εργασίες για την υποστήριξη αναζήτησης οπτικοακουστικού υλικού που διαθέτει MPEG-7 περιγραφή και στην υποενότητα 2.2.5 παρουσιάζονται οι διαφορετικές προσεγγίσεις για την υποστήριξη εξατομίκευσης υπηρεσιών και φιλτράρισματος οπτικοακουστικού υλικού στο MPEG-7 περιβάλλον.

2.2.1. Διαλειτουργικότητα μεταξύ XML Schema και OWL

Η κυριαρχία των προτύπων XML και XML Schema στη σύνταξη των εγγράφων που διακινούνται στο Διαδίκτυο και η έκφραση προτύπων για πολλές διαφορετικές περιοχές εφαρμογών σε XML Schema σύνταξη έχουν εξασφαλίσει τη συντακτική διαλειτουργικότητα στο Διαδίκτυο. Παρ’ όλα αυτά, αρκετές εφαρμογές που χρησιμοποιούν πρότυπα βασισμένα στην XML Schema χρειάζεται να ανταλλάξουν πληροφορία με εφαρμογές της ίδιας περιοχής που βασίζονται σε διαφορετικά πρότυπα. Για τη συστηματική υποστήριξη της λειτουργικότητας αυτής απαραίτητη είναι η διαλειτουργικότητα σημαντικής, που μπορεί να επιτευχθεί με την ενσωμάτωση γνώσης περιοχής, η οποία θα επιτρέψει στις εφαρμογές της ίδιας περιοχής να επικοινωνήσουν, στις δομές των προτύπων.

Επιπλέον, η παροχή προηγμένης υποστήριξης στο επίπεδο της σημαντικής είναι απαραίτητη για εφαρμογές που χρειάζεται να ενσωματώσουν γνώση περιοχής η οποία έχει εκφραστεί με τη μορφή οντολογιών και να εφαρμόσουν επεξεργασία στο επίπεδο της σημαντικής (συμπεριλαμβανομένης της εξαγωγής συμπερασμάτων) στις δομές των προτύπων. Για παράδειγμα, έστω οι MPEG-7 υπηρεσίες, οι περισσότερες από τις οποίες (αναζήτηση, εξατομίκευση, πλοήγηση και διανομή) θα επω-

φελούνταν από την ενσωμάτωση γνώσης περιοχής. Το MPEG-7 διαθέτει δομές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναπαράσταση γνώσης περιοχής, αν και είναι πολύπλοκες και μάλλον δύσχρηστες. Οι προγραμματιστές που καλούνται να ενσωματώσουν τη γνώση περιοχής στις δομές του MPEG-7 είναι πιθανό να είναι περισσότερο εξοικειωμένοι με την OWL για την αναπαράσταση γνώσης περιοχής. Επιπλέον, συγκεκριμένες MPEG-7 εφαρμογές όπως η εξαγωγή γνώσης από οπτικοακουστικό υλικό μπορεί να επωφεληθούν από τη χρήση εργαλείων εξαγωγής συμπερασμάτων για OWL, επιτυγχάνοντας την ενσωμάτωση της εξαχθείσας γνώσης στη σημαντική του MPEG-7. Η γνώση αυτή στη συνέχεια θα πρέπει να μετατραπεί στην XML σύνταξη του MPEG-7, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διαφανή τρόπο από εφαρμογές που βασίζονται στο πρότυπο.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι είναι σημαντική η υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ XML Schema και OWL, η οποία θα επιτρέψει τόσο την ενσωμάτωση γνώσης περιοχής στις δομές των προτύπων που έχουν εκφραστεί σε XML Schema σύνταξη όσο και τη χρήση εργαλείων του Σημασιολογικού Ιστού για πληροφορία που έχει δομηθεί με βάση τα πρότυπα αυτά.

Η έρευνα στην κατεύθυνση αυτή είναι περιορισμένη. Συγκεκριμένα, σε δυο εργασίες προτάθηκαν (σχεδόν) αυτόματοι μετασχηματισμοί των XML Schema δομών σε OWL [FeZiTr04] [GaCe05]. Οι μετασχηματισμοί αυτοί παράγουν OWL-Full οντολογίες που αναπαριστούν σημαντικό τμήμα της σημαντικής των XML σχημάτων. Τα βασικότερα προβλήματα των προτεινόμενων μετασχηματισμών είναι τα εξής:

- Οι παραγόμενες οντολογίες είναι OWL-Full οντολογίες. Η OWL-Full όμως δεν εγγυάται περατότητα και αποτελεσματικότητα της εξαγωγής συμπερασμάτων.
- Τμήμα της σημαντικής των XML σχημάτων χάνεται κατά τη μετατροπή σε OWL. Αυτό έχει ως συνέπεια τα άτομα που ορίζονται στη συνέχεια με βάση τις παραχθείσες οντολογίες να μη μπορούν να μετατραπούν σε ορθά XML έγγραφα (ή τμήματα XML εγγράφων) που υπακούν τα αρχικά XML σχήματα.
- Κάποιοι μετασχηματισμοί (όπως για παράδειγμα η αναπαράσταση του αριθμού εμφανίσεων των στοιχείων που απαρτίζουν τις XML Schema ακολουθίες και επιλογές) που προτείνονται στα [FeZiTr04] και [GaCe05] δεν ακολουθούν πιστά τη σημαντική της XML Schema.
- Η ανθρώπινη παρέμβαση απαιτείται για να διασφαλιστεί η ορθότητα των παραγόμενων οντολογιών όταν υπάρχουν στο αρχικό XML σχήμα ομώνυμες δομές κορυφαίου επιπέδου (όπως, για παράδειγμα, στοιχεία, τύποι, ομάδες γνωρισμάτων ή μοντέλα ομάδας).

2.2.2. Οντολογίες Περιγραφής Πολυμέσων που βασίζονται στο MPEG-7

Το MPEG-7 χρησιμοποιεί XML Schema σύνταξη, με συνέπεια ένα σημαντικό τμήμα της σημαντικής του να μην εκφράζεται ρητά. Με δεδομένο μάλιστα ότι το MPEG-7 επιτρέπει την περιγραφή του περιεχομένου του ίδιου τμήματος οπτικοακουστικού υλικού με τη χρήση διαφορετικών δομών και τεχνικών (π.χ. τόσο με περιγραφές κειμένου όσο και με δομημένες περιγραφές σημαντικής), δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα διαλειτουργικότητας κατά την ανταλλαγή και την επεξεργασία MPEG-7 περιγραφών [NaOsHa04] [NaOsHa05]. Επιπλέον, η XML Schema σύνταξη του MPEG-7 δεν επιτρέπει την αξιοποίηση εργαλείων του Σημασιολογικού Ιστού για τον περαιτέρω εμπλουτισμό των MPEG-7 περιγραφών.

Οι δυνατότητες που παρέχονται από τα εργαλεία του Σημασιολογικού Ιστού (ιδιαίτερα από τα προγράμματα εξαγωγής συμπερασμάτων) για επεξεργασία της πληροφορίας στο επίπεδο της σημαντικής είναι ιδιαίτερα χρήσιμες σε κάποιες κατηγορίες εφαρμογών πολυμέσων, όπως για παράδειγμα στην αυτόματη περιγραφή οπτικοακουστικού υλικού. Το γεγονός αυτό οδήγησε, ήδη από τον ορισμό του MPEG-7, σε προσπάθειες έκφρασης της σημαντικής του χρησιμοποιώντας τη σύνταξη γλωσσών του Σημασιολογικού Ιστού. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει τη χρήση εργαλείων του Σημασιολογικού Ιστού για τον εμπλουτισμό περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού. Επιπλέον, δίνει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης στη σημαντική του MPEG-7 γνώσης περιοχής η οποία αναπαρίσταται από οντολογίες περιοχής που έχουν εκφραστεί μέσω γλωσσών του Σημασιολογικού Ιστού.

Χρονολογικά, η πρώτη προσπάθεια έκφρασης της σημαντικής του MPEG-7 χρησιμοποιώντας ως σύνταξη κάποια γλώσσα του Σημασιολογικού Ιστού έγινε κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του προτύπου [Hu99]. Η αρχική αυτή πρόταση χρησιμοποίησε RDF(S) σύνταξη για την αναπαράσταση ενός μικρού τμήματος της σημαντικής του MPEG-7 και συγκεκριμένα ένα μέρος των τμημάτων MPEG-7

MDS και MPEG-7 Visual. Σε επόμενο στάδιο ενσωματώθηκαν DAML+OIL δομές για την ακριβέστερη αναπαράσταση της σημαντικής του MPEG-7 [Hu01]. Η οντολογία αυτή μετατράπηκε πρόσφατα (και παράλληλα με την έρευνα σε αυτό το πεδίο από την παρούσα διατριβή) σε OWL-Full, αλλά το βασικό μειονέκτημά της, η περιορισμένη κάλυψη της σημαντικής του MPEG-7 παραμένει. Επιπλέον, η χρήση OWL Full σύνταξης δεν εγγυάται περατότητα και αποτελεσματικότητα της εξαγωγής συμπερασμάτων. Τέλος, η οντολογία αυτή χρησιμοποιήθηκε μαζί με την Ανώτερη Οντολογία ABC (ABC Upper Ontology) [LaHu01] και μια οντολογία καυσίμων σε ένα σύστημα διαχείρισης γνώσης (knowledge management system) για τη βελτιστοποίηση της μετατροπής της χημικής ενέργειας των καυσίμων σε ηλεκτρική [HuDrLi04]. Έτσι, έγινε δυνατή, έστω και με έμμεσο τρόπο, η ενσωμάτωση γνώσης περιοχής στην οντολογία που αναπαριστά μέρος της σημαντικής του MPEG-7. Συγκεκριμένα, η γνώση περιοχής που αναπαρίσταται στην οντολογία καυσίμων επεκτείνει τις έννοιες που ορίζονται στην Ανώτερη Οντολογία ABC, στην οποία ενσωματώνεται και η οντολογία που αναπαριστά μέρος της σημαντικής του MPEG-7.

RDF(S) σύνταξη χρησιμοποίησε και η οντολογία που αναπτύχθηκε αργότερα (μετά την έρευνα σε αυτό το πεδίο από την παρούσα διατριβή) και αναπαριστά τη σημαντική του τμήματος MPEG-7 Visual [Si&al05]. Η χρήση RDF(S) σύνταξης έχει ως συνέπεια να μην είναι πλήρης η αναπαράσταση της σημαντικής των δομών του τμήματος MPEG-7 Visual, λόγω της περιορισμένης εκφραστικότητας των RDF(S). Επιπλέον, η κάλυψη του MPEG-7 και ιδιαίτερα του τμήματος του προτύπου όπου περιγράφονται η δομή και το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού είναι περιορισμένη, καθώς αυτά καθορίζονται κυρίως στο τμήμα MPEG-7 MDS.

Η οντολογία που προτάθηκε στο [GaCe05] αναπτύχθηκε μετά την έρευνα στο πεδίο των οντολογιών πολυμέσων που βασίζονται στο MPEG-7 από την παρούσα διατριβή, αναπαριστά τη σημαντική ολόκληρου του MPEG-7 και χρησιμοποιεί OWL Full σύνταξη. Η οντολογία έχει παραχθεί αυτόματα¹, από το λογισμικό που υλοποιεί το μοντέλο αντιστοίχισης XML Schema δομών με OWL δομές που προτείνεται στο [GaCe05] (βλέπε υποενότητα 2.2.1 για λεπτομέρειες). Επιπλέον, έχει οριστεί ένα μοντέλο αντιστοίχισης XML δομών με RDF δομές, που επιτρέπει τη μετατροπή MPEG-7 περιγραφών σε RDF περιγραφές, που βασίζονται στην οντολογία που αποτυπώνει τη σημαντική του MPEG-7. Το βασικό μειονέκτημα αυτής της οντολογίας είναι ότι χρησιμοποιεί OWL Full σύνταξη, οπότε δεν εγγυάται περατότητα και αποτελεσματικότητα της εξαγωγής συμπερασμάτων. Επιπλέον, οι αδυναμίες του μοντέλου αντιστοίχισης που προτείνεται στο [GaCe05] και αφορούν την αποτύπωση της σημαντικής που κωδικοποιείται στα XML σχήματα (βλέπε υποενότητα 2.2.1 για λεπτομέρειες) μεταφέρονται και στην οντολογία που έχει παραχθεί με την εφαρμογή του στα XML σχήματα που περιγράφουν το MPEG-7.

Τέλος, μια διαφορετική προσέγγιση έχει προταθεί στο [Tro03], όπου χρησιμοποιούνται δυο επίπεδα οντολογιών για την περιγραφή οπτικοακουστικού υλικού: Το πρώτο επίπεδο αποτελείται από μια οντολογία που αποτυπώνει τις έννοιες της θεματολογίας (genre), του θέματος (theme) και της τεχνικής διαδικασίας (technical process), ενώ το δεύτερο επίπεδο απαρτίζεται από γνώση περιοχής που επεκτείνει τη γνώση του πρώτου επιπέδου και αποτυπώνεται σε μια ή περισσότερες οντολογίες περιοχής, καθώς ένα περιορισμένο υποσύνολο της σημαντικής του MPEG-7 αναπαρίσταται από τις έννοιες της οντολογίας του πρώτου επιπέδου. Οι περιγραφές που παράγονται βάσει της οντολογικής αυτής υποδομής μπορούν στη συνέχεια να μετατραπούν σε MPEG-7 σύνταξη. Το βασικό μειονέκτημα της προσέγγισης αυτής είναι η περιορισμένη κάλυψη της σημαντικής του MPEG-7.

2.2.3. Υποστήριξη Διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και CIDOC/CRM

Η υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και CIDOC/CRM προϋποθέτει τον ορισμό ενός μοντέλου αντιστοίχισης των δομών του προτύπου MPEG-7 με τις δομές του προτύπου CIDOC/CRM. Η ανάπτυξη ενός τέτοιου μοντέλου θα επιτρέψει τη μετατροπή CIDOC/CRM περιγραφών σε MPEG-7 περιγραφές.

Κάθε προσπάθεια ανάπτυξης ενός μοντέλου αντιστοίχισης των δομών του προτύπου MPEG-7 με τις δομές του προτύπου CIDOC/CRM πρέπει να αντιμετωπίσει το πρόβλημα που προκύπτει από το γεγονός ότι το CIDOC/CRM είναι πολύ πιο λεπτομερές σε ότι αφορά την αναπαράσταση οντοτήτων

¹ Στην πραγματικότητα, η δημιουργία της οντολογίας είναι ημιαυτόματη, καθώς απαιτείται ανθρώπινη παρέμβαση για να διασφαλιστεί η ορθότητα των οντολογιών που παράγονται από το μοντέλο αντιστοίχισης XML Schema δομών με OWL δομές που προτείνεται στο [GaCe05].

και ιδιοτήτων του πεδίου της πολιτιστικής κληρονομιάς. Έτσι, ενώ ορίζονται εύκολα οι αντιστοιχίσεις για τις κοινές γενικού σκοπού οντότητες και ιδιότητες των δυο προτύπων, οι εξειδικευμένες οντότητες και ιδιότητες του CIDOC/CRM πρέπει να αναπαρασταθούν με MPEG-7 σύνταξη.

Η μοναδική έως τώρα ερευνητική εργασία στην αντιστοίχιση των προτύπων MPEG-7 και CIDOC/CRM ορίζει μια επέκταση του προτύπου MPEG-7 για την αναπαράσταση των εξειδικευμένων οντοτήτων και ιδιοτήτων του CIDOC/CRM χρησιμοποιώντας τη σύνταξη της MPEG-7 DDL [Hu02]. Έτσι, ορίζεται ουσιαστικά μια επέκταση της XML Schema σύνταξης του MPEG-7. Συνεπώς, καθώς η επέκταση αυτή δεν αποτελεί πρότυπο, οι επεκταμένες MPEG-7 περιγραφές που αναπαριστούν CIDOC/CRM περιγραφές δεν είναι XML έγγραφα που υπακούν την XML Schema σύνταξη του προτύπου MPEG-7 και δε μπορούν να αξιοποιηθούν από εργαλεία, υπηρεσίες και εφαρμογές που υποστηρίζουν το πρότυπο.

2.2.4. Αναζήτηση Οπτικοακουστικού Υλικού που διαθέτει MPEG-7 Περιγραφή

Το πρότυπο MPEG-7 επιτρέπει τον ορισμό δομημένων περιγραφών του οπτικοακουστικού υλικού, που καλύπτουν πολλές και διαφορετικές απόψεις του οπτικοακουστικού υλικού (βλέπε υποενότητα 2.1.2 για λεπτομέρειες). Οι MPEG-7 περιγραφές επιτρέπουν την ανάπτυξη ισχυρής και αποτελεσματικής λειτουργικότητας ανάκτησης οπτικοακουστικού υλικού, με βάση την πληροφορία που κωδικοποιείται σ' αυτές. Πολλές ερευνητικές ομάδες έχουν εργαστεί στο πεδίο της ανάκτησης οπτικοακουστικού υλικού βάσει MPEG-7 περιγραφών. Οι ομάδες αυτές βασίζονται συνήθως στην αξιοποίηση διαφορετικών στοιχείων των MPEG-7 περιγραφών. Έτσι, οι ερευνητικές εργασίες τους μπορούν να χωριστούν, με βάση τα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών που αξιοποιούν, στις εξής τρεις κατηγορίες:

1. Συστήματα που αξιοποιούν τα χαμηλού επιπέδου οπτικά και/ή ακουστικά χαρακτηριστικά του οπτικοακουστικού υλικού (π.χ. χρώμα, υφή, σχήμα, κίνηση, τέμπο κ.α.), που ορίζονται στα τμήματα MPEG-7 Visual και MPEG-7 Audio [Ak&al01] [BeDBNu06] [Be&al04] [ChHa04] [EiBr03] [SnWo03] [Da&al05]. Τα συστήματα αυτής της κατηγορίας υποστηρίζουν ερωτήσεις ομοιότητας (similarity queries) που βασίζονται στον υπολογισμό της ομοιότητας των χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικών του οπτικοακουστικού υλικού με κάποια τιμή ή με τις αντίστοιχες τιμές κάποιου παραδείγματος. Για παράδειγμα, συστήματα αυτής της κατηγορίας μπορούν να απαντήσουν ερωτήσεις της μορφής «Δώσε μου εικόνες που περιέχουν σχήματα που μοιάζουν με το σχήμα που δίνω ως παράδειγμα».
2. Συστήματα που αξιοποιούν τα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών όπου το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού περιγράφεται με τη χρήση κειμένου και/ή τα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών που παρέχουν πληροφορία για το οπτικοακουστικό υλικό (π.χ. μορφή αποθήκευσης, συντελεστές κ.α.) [GrLa02] [RoHuKo03]. Τα συστήματα αυτής της κατηγορίας υποστηρίζουν ερωτήσεις που βασίζονται σε ανάκτηση βάσει κειμένου, βάσει λέξεων-κλειδιών και βάσει του συνδυασμού των τιμών των στοιχείων των MPEG-7 περιγραφών που παρέχουν πληροφορία για το οπτικοακουστικό υλικό. Για παράδειγμα, συστήματα αυτής της κατηγορίας μπορούν να απαντήσουν ερωτήσεις της μορφής «Δώσε μου τα τμήματα MPEG-2 video, που έχουν ως παραγωγό το Eurosport και περιέχουν σε οποιοδήποτε στοιχείο τους τις λέξεις-κλειδιά 'Italy', 'France' και 'goal'».
3. Συστήματα που αξιοποιούν τα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών όπου το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού περιγράφεται στο επίπεδο της σημαντικής, μέσω των δομών του MPEG-7 σχήματος περιγραφής Semantic DS [AgAn04] [Ha&al06] [Ha&al04] [Lu&al03]. Τα συστήματα αυτής της κατηγορίας υποστηρίζουν ερωτήσεις βάσει σημαντικής. Για παράδειγμα, συστήματα αυτής της κατηγορίας μπορούν να απαντήσουν ερωτήσεις της μορφής «Δώσε μου τα τμήματα video που περιέχουν γκολ της εθνικής ομάδας της Γαλλίας σε βάρος της εθνικής ομάδας της Ιταλίας».

Τα συστήματα που εντάσσονται στις τρεις παραπάνω κατηγορίες, περιορίζοντας το πρόβλημα της ανάκτησης οπτικοακουστικού υλικού στην αξιοποίηση διαφορετικών για κάθε κατηγορία υποσύνολων στοιχείων των MPEG-7 περιγραφών, καταλήγουν σε αποδοτικούς αλγόριθμους ανάκτησης με βάση μοντέλα δεδομένων που αποτελούν υποσύνολα του MPEG-7. Το βασικό μειονέκτημα των συστημάτων αυτών είναι ότι λαμβάνουν υπ' όψιν συγκεκριμένες απόψεις των MPEG-7 περιγραφών

τις οποίες και αξιοποιούν κατά τη διάρκεια της αναζήτησης, δεν αποτελούν όμως ολοκληρωμένες προσεγγίσεις που επιτρέπουν τη διαφανή και ομοιόμορφη ανάκτηση οπτικοακουστικού υλικού, με βάσει κριτήρια που μπορεί να συνδυάζουν οποιοσδήποτε απόψεις των MPEG-7 περιγραφών. Έτσι, τα συστήματα που εντάσσονται στις τρεις παραπάνω κατηγορίες δε μπορούν να απαντήσουν ερωτήσεις της μορφής «Δώσε μου τα τμήματα MPEG-2 video, που έχουν ως παραγωγό το Eurosport, περιέχουν γκολ της εθνικής ομάδας της Γαλλίας σε βάρος της εθνικής ομάδας της Ιταλίας και περιέχουν σε ένα τουλάχιστον καρέ ένα τμήμα εικόνας που μοιάζει με το παράδειγμα που δίνεται» (όπου το παράδειγμα που δίνεται μπορεί να είναι η φωτογραφία ενός ποδοσφαιριστή).

Η πρώτη προσέγγιση για την ανάπτυξη ενός ενιαίου και διαφανούς πλαισίου ανάκτησης οπτικοακουστικού υλικού που αξιοποιεί πληροφορία για το οπτικοακουστικό υλικό που έχει εκφραστεί σε MPEG-7 σύνταξη ήταν η χρήση της γλώσσας ανάκτησης XML περιεχομένου XQuery [Si&al07] σε XML αποθήκες δεδομένων όπου αποθηκεύονται οι MPEG-7 περιγραφές του οπτικοακουστικού υλικού [Le&al03]. Η προσέγγιση αυτή είναι προσέγγιση γενικού σκοπού και δε μπορεί να αξιοποιήσει με συστηματικό τρόπο γνώση περιοχής που έχει εκφραστεί με τη χρήση MPEG-7 δομών. Επιπλέον, η προσέγγιση χρήσης της XQuery για την ανάκτηση οπτικοακουστικού υλικού που περιγράφεται με τη χρήση MPEG-7 σύνταξης δε λαμβάνει υπ' όψιν κάποιες ιδιαιτερότητες του MPEG-7, με συνέπεια τα εξειδικευμένα συστήματα που εντάσσονται στις τρεις κατηγορίες που περιγράφηκαν παραπάνω να έχουν καλύτερη απόδοση για ερωτήσεις που περιλαμβάνουν κριτήρια που αντιστοιχούν στα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών όπου παρουσιάζονται αυτές οι ιδιαιτερότητες. Συγκεκριμένα, η προσέγγιση αυτή δε λαμβάνει υπ' όψιν τις εξής ιδιαιτερότητες του MPEG-7:

- Το MPEG-7 μοντέλο αναπαράστασης της σημαντικής του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού είναι περίπλοκο και, μέσω των MPEG-7 σχέσεων, σχηματίζει γράφους που απαρτίζονται από οντότητες σημαντικής. Το μοντέλο αυτό όμως είναι δύσκολο να το διαχειριστεί η XQuery, η οποία είναι έχει χτιστεί γύρω από τη διαχείριση δομών δέντρων και όχι γράφων. Επιπλέον, η γνώση περιοχής που μπορεί να ενσωματώνεται στις MPEG-7 περιγραφές σημαντικής ορίζεται στο επίπεδο του εγγράφου και όχι στο επίπεδο του σχήματος, οπότε οι συνθήκες που την περιλαμβάνουν δε μπορούν να εκφραστούν με τρόπο ενιαίο με τις συνθήκες για τα υπόλοιπα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών. Έτσι, το μήκος των XQuery ερωτήσεων είναι μεγάλο και οι ερωτήσεις δεν είναι εύκολα κατανοητές, ακόμα και για άτομα που γνωρίζουν τη δομή των MPEG-7 περιγραφών.
- Για τη σύγκριση και την αποτίμηση της ομοιότητας των χαμηλού επιπέδου οπτικών και/ή ακουστικών χαρακτηριστικών του οπτικοακουστικού υλικού απαιτείται η εφαρμογή εξειδικευμένων αλγορίθμων επεξεργασίας σήματος, που δε μπορούν να υλοποιηθούν με τη σύνταξη της XQuery. Συνεπώς, δεν είναι δυνατή η αποδοτική αξιοποίηση των χαρακτηριστικών αυτών, καθώς η XQuery τα διαχειρίζεται με τον ίδιο τρόπο που διαχειρίζεται τα υπόλοιπα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών.

Το πρόβλημα αυτό μπορεί να λυθεί μερικώς με την υποστήριξη τεχνικών αποτίμησης ομοιότητας που έχουν αναπτυχθεί σε XML γλώσσες ερωτήσεων που υποστηρίζουν την αποτίμηση ομοιότητας XML εγγράφων και χαρακτηριστικών εγγράφων όπως η γλώσσα XIRQL [FuGro04]. Το πρόβλημα που παραμένει σε αυτή την περίπτωση είναι η υλοποίηση των αλγορίθμων επεξεργασίας σήματος και η συνεπής με τη σύνταξη της γλώσσας χρήση τους.

Τα μειονεκτήματα αυτά καθιστούν δύσκολη για το μέσο χρήστη την έκφραση, μέσω XQuery, ερωτήσεων σημαντικής και ερωτήσεων που βασίζονται στα χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικά του οπτικοακουστικού υλικού. Ακόμα δυσκολότερη για το μέσο χρήστη είναι η έκφραση XQuery ερωτήσεων που συνδυάζουν κριτήρια που αναφέρονται στη σημαντική και/ή στα χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικά με κριτήρια για περιγραφές βάσει κειμένου και πληροφορίες για το οπτικοακουστικό υλικό. Τέλος, η XQuery δεν υποστηρίζει ερωτήσεις με τιμές προτίμησης (preference values), που θα επέτρεπαν στους χρήστες να εκφράσουν ποια από τα κριτήρια των ερωτήσεων είναι πιο σημαντικά για αυτούς.

Μια άλλη προσέγγιση για την ανάκτηση οπτικοακουστικού υλικού με ενιαίο και διαφανή τρόπο είναι η χρήση MPEG-7 προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων (FASP) ως ερωτήσεων για οπτικοακουστικό υλικό που έχει περιγραφεί με MPEG-7 σύνταξη. Δυστυχώς όμως, οι MPEG-7 προτιμήσεις αναζήτησης και φίλτρων έχουν περιορισμένες δυνατότητες έκφρασης, καθώς στοχεύουν στην αναπαράσταση ιεραρχιών απλών προτιμήσεων, που καλύπτουν κυρίως τις απαιτήσεις που προκύπτουν από

εφαρμογές και υπηρεσίες για ταινίες, όχι όμως και για υλικό που περιέχει δομημένα και τυποποιημένα γεγονότα όπως π.χ. τα αθλητικά γεγονότα. Έτσι, η προσέγγιση αυτή παρουσιάζει τα εξής μειονεκτήματα:

- Πολλά από τα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού δεν υπάρχουν στις MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων, με συνέπεια να μη μπορούν να εκφραστούν κριτήρια για τα στοιχεία αυτά. Τα πιο σημαντικά από τα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού που δεν υπάρχουν στις MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων είναι τα στοιχεία που περιγράφουν τη σημαντική του περιεχομένου (συμπεριλαμβανομένης της γνώσης περιοχής) και τα χαμηλού επιπέδου οπτικά και/ή ακουστικά χαρακτηριστικά του.
- Οι MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων δεν επιτρέπουν τη σαφή δήλωση των δυαδικών τελεστών (AND, OR και NOT) με τους οποίους θα συνδυάζονται τα επιμέρους κριτήρια που περιγράφονται σ' αυτές.

Τα μειονεκτήματα αυτά δεν επιτρέπουν την έκφραση ερωτήσεων για όλες τις απόψεις των MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού. Επιπλέον, καθώς δεν υποστηρίζονται κριτήρια για τη σημαντική του περιεχομένου, δε μπορούν να υποστηριχθούν ερωτήσεις βάσει σημαντικής και δε μπορεί να αξιοποιηθεί η γνώση περιοχής κατά την επεξεργασία των ερωτήσεων. Ακόμα, δε μπορούν να αξιοποιήσουν τα χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικά του οπτικοακουστικού υλικού, στα οποία βασίζονται πολλές ερευνητικές εργασίες. Τέλος, η δυνατότητα σαφούς περιγραφής του τρόπου συνδυασμού των επιμέρους κριτηρίων των ερωτήσεων είναι περιορισμένη, καθώς δεν υποστηρίζονται δυαδικοί τελεστές που θα επέτρεπαν το σαφή καθορισμό των κριτηρίων που είναι απαραίτητο να ικανοποιούνται από όλα τα αποτελέσματα των ερωτήσεων και των ομάδων των κριτηρίων που αρκεί κάποιο από αυτά να ικανοποιείται. Ιδιαίτερα προβληματική είναι η αδυναμία συστηματικής αξιοποίησης της γνώσης περιοχής, καθώς η ενσωμάτωση γνώσης περιοχής στις περιγραφές και η αξιοποίησή της κατά την αναζήτηση βελτιώνει την ακρίβεια και την ανάκληση της αναζήτησης [ShRaTh05].

Τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι εφαρμογές και οι υπηρεσίες που χρησιμοποιούν τις υπάρχουσες προσεγγίσεις μπορούν να εξαλειφθούν μέσω της υποστήριξης μιας εξειδικευμένης γλώσσας ερωτήσεων για οπτικοακουστικό υλικό που έχει περιγραφεί με βάση το MPEG-7. Η γλώσσα αυτή πρέπει να έχει ξεκάθαρη σημαντική, προσαρμοσμένη στις απαιτήσεις του MPEG-7 (αντί για τη γενικού σκοπού σημαντική της XQuery). Έτσι, οι βελτιστοποιητές εκτέλεσης ερωτήσεων θα μπορούν να εκτελούν αποτελεσματικά τον έλεγχο συνέπειας και τη βελτιστοποίηση πρώτου επιπέδου βάσει της σημαντικής αυτής. Για το λόγο αυτό ο ISO εξέδωσε πρόσφατα τις Απαιτήσεις της MPEG-7 Μορφής Ερωτήσεων (MP7QF) [ISO/IEC06a]. Οι απαιτήσεις αυτές στόχο έχουν να καθοδηγήσουν τη διαδικασία τυποποίησης της έκφρασης ερωτήσεων για οπτικοακουστικό υλικό που έχει περιγραφεί με βάση το MPEG-7 και πρέπει να ικανοποιούνται από τις γλώσσες ανάκτησης οπτικοακουστικού υλικού που αξιοποιούν πληροφορία που έχει κωδικοποιηθεί σε MPEG-7 περιγραφές. Οι Απαιτήσεις της MPEG-7 Μορφής Ερωτήσεων καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα απαιτήσεων, που περιλαμβάνει από τη δυνατότητα έκφρασης χωρο-χρονικών ερωτήσεων (spatiotemporal queries) και ερωτήσεων μέσω παραδειγμάτων (query-by-example) μέχρι τη δυνατότητα έκφρασης ερωτήσεων βάσει κειμένου (textual queries) και ερωτήσεων για το υλικό (π.χ. ερωτήσεις για τη δημιουργία, τη μορφή αποθήκευσης κ.α.).

2.2.5. Υποστήριξη Εξατομίκευσης Υπηρεσιών και Φιλτραρίσματος Οπτικοακουστικού Υλικού που διαθέτει MPEG-7 Περιγραφή

Το φιλτράρισμα οπτικοακουστικού υλικού και η εξατομίκευση των υπηρεσιών που παρέχονται για το οπτικοακουστικό υλικό βασίζονται στην πληροφορία που περιγράφει το υλικό αυτό, καθώς και στην πληροφορία που περιγράφει τις προτιμήσεις των χρηστών σχετικά με την κατανάλωση οπτικοακουστικού υλικού. Καθώς το MPEG-7 επιτρέπει τον ορισμό δομημένων περιγραφών του οπτικοακουστικού υλικού, που καλύπτουν πολλές και διαφορετικές απόψεις του υλικού αυτού, είναι αναμενόμενο ότι, με βάση τις MPEG-7 περιγραφές, μπορεί να αναπτυχθεί ισχυρή και αποτελεσματική λειτουργικότητα φιλτραρίσματος οπτικοακουστικού υλικού και εξατομίκευσης των υπηρεσιών που παρέχονται για το οπτικοακουστικό υλικό. Οι δυνατότητες υποστήριξης αποτελεσματικού φιλτραρίσματος οπτικοακουστικού υλικού και εξατομίκευσης των υπηρεσιών που παρέχονται για το υλικό από τις MPEG-7 περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού περιορίζονται από το MPEG-7 μοντέλο περι-

γραφής προτιμήσεων χρηστών. Όπως αναφέρθηκε στην υποενότητα 2.2.4, οι MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης δεν επιτρέπουν ούτε την έκφραση ερωτήσεων για όλες τις απόψεις των MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού (συμπεριλαμβανομένης της περιγραφής της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού) ούτε τη συστηματική αξιοποίηση της γνώσης περιοχής, ενώ δεν υποστηρίζουν δυαδικούς τελεστές. Να σημειωθεί ότι τα μειονεκτήματα αυτά των MPEG-7 περιγραφών προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης δεν αντιμετωπίζονται ούτε από το MPEG-21, το οποίο τις ενσωματώνει τις MPEG-7 δομές στις περιγραφές του περιβάλλοντος των χρηστών.

Καθώς οι MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης δεν επιτρέπουν τη δομημένη έκφραση προτιμήσεων για τη σημαντική του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού, η ακρίβεια του φιλτραρίσματος μειώνεται. Αυτό συμβαίνει γιατί οι προτιμήσεις των χρηστών για το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού μπορούν να εκφραστούν μόνο μέσω λέξεων-κλειδίων. Για παράδειγμα, έστω κάποιος χρήστης που θέλει να στέλνονται σ' αυτόν μόνο τα τμήματα video που περιέχουν τα γκολ της Γαλλίας. Αν εκφράσει την προτίμησή του αυτή με τις λέξεις-κλειδιά 'goal' και 'France', θα στέλνονται σ' αυτόν εκτός από τα γκολ της Γαλλίας και τα γκολ εις βάρος της Γαλλίας.

Η έλλειψη υποστήριξης από τα MPEG-7/21 για την έκφραση προτιμήσεων που αφορούν στη σημαντική του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού έχει οδηγήσει σε δυο προσεγγίσεις για το φιλτράρισμα οπτικοακουστικού υλικού και την εξατομίκευση των υπηρεσιών που παρέχονται για το οπτικοακουστικό υλικό:

- Την ανάπτυξη συστημάτων που βασίζονται στις MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης και χρησιμοποιούν λέξεις κλειδιά για την περιγραφή του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού, οπότε δεν επιτρέπουν την αξιοποίηση των δυνατοτήτων δομημένης περιγραφής της σημαντικής του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού που παρέχει το MPEG-7 [RoHuKo03] [TsLiSm04] [Wa&al04].

Ένα σημαντικό μειονέκτημα των συστημάτων αυτών είναι η αδυναμία συστηματικής αξιοποίησης της γνώσης περιοχής που εκφράζεται μέσω MPEG-7 σύνταξης: Η δυνατότητα αξιοποίησης της γνώσης περιοχής είναι ιδιαίτερα σημαντική, αφού μπορεί να αξιοποιηθεί κατά την ανάκτηση και το φιλτράρισμα βάσει σημαντικής [Va&al06] και, στην περίπτωση αυτή, βελτιώνει την ακρίβεια της ανάκτησης [ShRaTh05]. Επιπλέον, μπορεί να αξιοποιηθεί κατά την παροχή εξατομικευμένων υπηρεσιών σημαντικής, που αναπτύσσονται πάνω από περιγραφές χρηστών που περιλαμβάνουν κριτήρια για τη σημαντική του επιθυμητού περιεχομένου. Οι περιγραφές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια ως περιγραφές του σχετικού με το περιεχόμενο περιβάλλοντος των χρηστών τόσο κατά τη διάρκεια της αναζήτησης οπτικοακουστικού υλικού (οπότε χρησιμοποιούνται για την επέκταση των ερωτήσεων (query expansion) ή την αποσαφήνισή (disambiguation) τους) όσο και κατά τη διάρκεια του φιλτραρίσματος οπτικοακουστικού υλικού (όπου χρησιμοποιούνται ως συνεχείς ερωτήσεις που επιλέγουν το περιεχόμενο που θα επιστραφεί στους χρήστες).

Τέλος, η αδυναμία σαφούς προσδιορισμού των δυαδικών τελεστών που θα χρησιμοποιηθούν για το συνδυασμό των προτιμήσεων των χρηστών έχει ως συνέπεια την περαιτέρω μείωση της εκφραστικότητας των MPEG-7 περιγραφών προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης.

- Την ανάπτυξη συστημάτων που δεν αξιοποιούν τις MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης και χρησιμοποιούν δικά τους μοντέλα περιγραφής των προτιμήσεων των χρηστών που επιτρέπουν, μέσω της χρήσης των δομών του Semantic DS του MPEG-7 MDS, την έκφραση προτιμήσεων για τη σημαντική του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού και την αξιοποίηση της δομημένης περιγραφής της σημαντικής του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού στις MPEG-7 περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού [AgAn04] [AgAn06].

Έτσι, τα συστήματα που βασίζονται στο πρότυπο MPEG-7 για το φιλτράρισμα οπτικοακουστικού υλικού και την εξατομίκευση των υπηρεσιών που παρέχονται για το υλικό αυτό είτε δεν αξιοποιούν τις MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης είτε δεν εκμεταλλεύονται πλήρως την πληροφορία που κωδικοποιείται στις MPEG-7 περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού.

2.3. Σύγκριση της Σχετικής Έρευνας με τη Συνεισφορά της Διατριβής

Στην ενότητα παρουσιάζεται η συνεισφορά της παρούσας διατριβής μέσω της σύγκρισής της με τις σχετικές, για καθένα από τα θέματα που πραγματεύεται, ερευνητικές εργασίες. Συγκεκριμένα, στην υποενότητα 2.3.1 συγκρίνεται η προσέγγιση της παρούσας διατριβής για την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ XML Schema και OWL με τις υπάρχουσες ερευνητικές εργασίες. Στη συνέχεια, οι οντολογίες περιγραφής περιεχομένου πολυμέσων που έχουν βασιστεί στο πρότυπο MPEG-7 συγκρίνονται με την οντολογική υποδομή που αναπτύχθηκε για το σκοπό αυτό στα πλαίσια της παρούσας διατριβής στην υποενότητα 2.3.2, ενώ στην υποενότητα 2.3.3 συγκρίνεται η προσέγγιση της παρούσας διατριβής για την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και CIDOC/CRM με τις υπάρχουσες ερευνητικές εργασίες. Τέλος, στην υποενότητα 2.3.4 συγκρίνονται με την παρούσα διατριβή ερευνητικές εργασίες για την υποστήριξη αναζήτησης οπτικοακουστικού υλικού που διαθέτει MPEG-7 περιγραφή και στην υποενότητα 2.3.5 συγκρίνονται η προσέγγιση της παρούσας διατριβής με τις υπάρχουσες προσεγγίσεις για την υποστήριξη εξατομίκευσης στο MPEG-7 περιβάλλον.

2.3.1. Διαλειτουργικότητα μεταξύ XML Schema και OWL

Η συνεισφορά της παρούσας διατριβής για την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ XML Schema και OWL συγκρίνεται σε αυτή την υποενότητα με τις υπάρχουσες στο πεδίο αυτό ερευνητικές εργασίες, οι οποίες περιγράφηκαν στην υποενότητα 2.2.1.

Για την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ XML Schema και OWL αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL, το οποίο επιτρέπει το μετασχηματισμό XML σχημάτων σε OWL-DL οντολογίες και υλοποιείται από το πλαίσιο XS2OWL. Το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL περιγράφει την αντιστοίχιση όλων των δομικών στοιχείων της XML Schema με OWL-DL δομές. Σε σύγκριση με τις ερευνητικές εργασίες [FeZiTr04] και [GaCe05], το μοντέλο αντιστοίχισης και το σύστημα XS2OWL υπερέχουν ξεκάθαρα καθώς:

- Οι παραγόμενες από το μοντέλο αντιστοίχισης και το σύστημα XS2OWL οντολογίες είναι OWL-DL οντολογίες (και όχι OWL-Full όπως οι οντολογίες που παράγονται από τις [FeZiTr04] και [GaCe05]), γεγονός που εγγυάται την περατότητα και την αποτελεσματικότητα της εξαγωγής συμπερασμάτων.
- Το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL αναπαριστά πλήρως τη σημαντική των XML σχημάτων σε OWL. Έτσι, τα άτομα που ορίζονται στη συνέχεια με βάση τις παραχθείσες οντολογίες μπορούν να μετατραπούν σε ορθά XML έγγραφα (ή τμήματα XML εγγράφων) δομημένα με βάση τα αρχικά XML σχήματα.
- Το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL ακολουθεί πιστά τη σημαντική της XML Schema.
- Με βάση το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL παράγονται πάντα ορθές οντολογίες και δε χρειάζεται ανθρώπινη παρέμβαση για τη διασφάλιση της ορθότητάς τους, όπως συμβαίνει με τις οντολογίες που παράγονται στην [GaCe05].

2.3.2. Οντολογίες Περιγραφής Πολυμέσων που βασίζονται στο MPEG-7

Στην υποενότητα αυτή συγκρίνεται η Ανώτερη Οντολογία του πλαισίου DS-MIRF, που αναπτύχθηκε στην παρούσα διατριβή και αποτυπώνει πλήρως τη σημαντική των τμημάτων MPEG-7 MDS και MPEG-21 DIA Architecture, καθώς και των απαραίτητων δομών από τα τμήματα MPEG-7 Visual και MPEG-7 Audio, με υπάρχουσες ερευνητικές εργασίες στο πεδίο των οντολογιών περιγραφής πολυμέσων που βασίζονται στο πρότυπο MPEG-7.

Σε σχέση με την πρώτη οντολογία που βασίστηκε στο MPEG-7 και αναπτύχθηκε σταδιακά στα [Hu99], [Hu01] και [HuDrLi04], η Ανώτερη Οντολογία του πλαισίου DS-MIRF διαφέρει στα εξής σημεία:

- Χρησιμοποιεί OWL-DL σύνταξη, ενώ η οντολογία που παρουσιάστηκε στο [HuDrLi04] χρησιμοποιεί OWL-Full σύνταξη. Συνεπώς, η Ανώτερη Οντολογία του πλαισίου DS-MIRF εγγυάται περα-

τότητα και αποτελεσματικότητα της εξαγωγής συμπερασμάτων, όχι όμως και η οντολογία που παρουσιάστηκε στο [HuDrLi04].

- Η οντολογία που παρουσιάστηκε στο [HuDrLi04] καλύπτει ένα μικρό μόνο μέρος της σημαντικής του MPEG-7. Αντίθετα, η Ανώτερη Οντολογία του πλαισίου DS-MIRF καλύπτει τη σημαντική ολόκληρου του τμήματος MPEG-7 MDS και των απαραίτητων δομών από τα τμήματα MPEG-7 Visual και MPEG-7 Audio. Είναι λοιπόν προφανές ότι η Ανώτερη Οντολογία του πλαισίου DS-MIRF υπερέρχει της οντολογίας που παρουσιάστηκε στο [HuDrLi04] σε ότι αφορά την κάλυψη του προτύπου MPEG-7.
- Η ενσωμάτωση γνώσης περιοχής (που εκφράζεται με τη μορφή οντολογιών περιοχής) στην Ανώτερη Οντολογία του πλαισίου DS-MIRF (και κατά συνέπεια και στη σημαντική του προτύπου MPEG-7) γίνεται άμεσα και ανεξάρτητα από τις οντολογίες κορυφαίου επιπέδου που μπορεί να χρησιμοποιηθούν. Αντίθετα, η γνώση περιοχής ενσωματώνεται στην οντολογία που παρουσιάστηκε στο [HuDrLi04] έμμεσα και εξαρτάται από την Ανώτερη Οντολογία ABC. Συγκεκριμένα, η γνώση περιοχής επεκτείνει τις έννοιες της Ανώτερης Οντολογίας ABC, στην οποία ενσωματώνεται και η οντολογία που βασίζεται στο πρότυπο MPEG-7. Επιπλέον, στα πλαίσια της παρούσας διατριβής έχει μελετηθεί, εκτός από την ενσωμάτωση γνώσης περιοχής στην Ανώτερη Οντολογία του πλαισίου DS-MIRF, η ενσωμάτωση στη σημαντική της Ανώτερης Οντολογίας γνώσης εφαρμογών που εκφράζεται με τη μορφή οντολογιών εφαρμογών και επιτρέπει την ανάπτυξη πρόσθετων προηγμένων εφαρμογών και υπηρεσιών.

Η οντολογία που αναπτύχθηκε στο [Si&al05] εστιάζει στην αναπαράσταση της σημαντικής του τμήματος MPEG-7 Visual, ενώ η Ανώτερη Οντολογία του πλαισίου DS-MIRF εστιάζει στην αναπαράσταση της σημαντικής του τμήματος MPEG-7 MDS. Συνεπώς, δε μπορεί να γίνει άμεση σύγκριση της κάλυψης της σημαντικής του MPEG-7 από τις οντολογίες αυτές. Το γεγονός βέβαια ότι το τμήμα MPEG-7 MDS είναι πολύ πιο εκτεταμένο από το τμήμα MPEG-7 Visual στηρίζει την άποψη ότι η Ανώτερη Οντολογία του πλαισίου DS-MIRF καλύπτει μεγαλύτερο μέρος της σημαντικής του MPEG-7 από την οντολογία που αναπτύχθηκε στο [Si&al05]. Επιπλέον, η οντολογία που αναπτύχθηκε στο [Si&al05] χρησιμοποιεί RDF(S) σύνταξη, η οποία δεν επιτρέπει την πλήρη αναπαράσταση της σημαντικής των MPEG-7 δομών, σε αντίθεση με την OWL-DL σύνταξη της Ανώτερης Οντολογίας του πλαισίου DS-MIRF.

Σε σχέση με την οντολογία που αναπτύχθηκε στο [GaCe05], η Ανώτερη Οντολογία του πλαισίου DS-MIRF διαφέρει σε ότι αφορά:

- Την κάλυψη της σημαντικής του MPEG-7: Η οντολογία που αναπτύχθηκε στο [GaCe05] καλύπτει ολόκληρο το MPEG-7, ενώ η Ανώτερη Οντολογία του πλαισίου DS-MIRF καλύπτει το τμήμα MPEG-7 MDS και τις απαραίτητες δομές από τα τμήματα MPEG-7 Visual και MPEG-7 Audio. Η βασική αιτία της διαφοράς αυτής είναι το ότι η Ανώτερη Οντολογία του πλαισίου DS-MIRF ορίστηκε χειρωνακτικά, ενώ η οντολογία που αναπτύχθηκε στο [GaCe05] είναι αποτέλεσμα της αυτόματης μετατροπής των σχημάτων που απαρτίζουν το MPEG-7 σε OWL σύνταξη από το λογισμικό που υλοποιεί το μοντέλο αντιστοίχισης που παρουσιάζεται στο [GaCe05]. Στα πλαίσια των εφαρμογών που εξετάζουμε στην παρούσα διατριβή, η Ανώτερη Οντολογία του πλαισίου DS-MIRF καλύπτει όλες τις ανάγκες που έχουν προκύψει. Επιπλέον, χάρη στο μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL που αναπτύχθηκε με βάση την εμπειρία που αποκτήθηκε κατά τον ορισμό της οντολογίας και το λογισμικό που το υλοποιεί, η Ανώτερη Οντολογία του πλαισίου DS-MIRF μπορεί να επεκταθεί και να καλύψει ολόκληρο το MPEG-7.
- Την αποτύπωση της σημαντικής του MPEG-7, καθώς το μοντέλο αντιστοίχισης βάσει του οποίου ορίστηκε η οντολογία που αναπτύχθηκε στο [GaCe05] δεν αναπαριστά σε όλες τις περιπτώσεις σωστά τη σημαντική της XML Schema (για παράδειγμα, οι περιορισμοί πολλαπλότητας της οντολογίας αυτής δεν αποτυπώνουν ορθά τη σημαντική της XML Schema σύνταξης του MPEG-7, όπως εκφράζεται με τους αντίστοιχους XML Schema περιορισμούς πολλαπλότητας). Αντίθετα, η Ανώτερη Οντολογία του πλαισίου DS-MIRF αναπαριστά με ακρίβεια τη σημαντική του MPEG-7 που αποτυπώνεται σε αυτήν.

Τέλος, η Ανώτερη Οντολογία του πλαισίου DS-MIRF και η μεθοδολογία ενσωμάτωσης γνώσης περιοχής σε αυτήν υπερέρχουν της οντολογικής υποδομής που περιγράφεται στο [Tro03] λόγω της μεγαλύτερης κάλυψης της σημαντικής του MPEG-7. Παρ' όλα αυτά, αξίζει να σημειωθεί η ομοιότη-

τα των δυο προσεγγίσεων σε ότι αφορά την αναπαράσταση γενικού σκοπού γνώσης και γνώσης περιοχής σε διαφορετικά, σαφώς διαχωρισμένα επίπεδα.

2.3.3. Υποστήριξη Διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και CIDOC/CRM

Σε αυτή την υποενότητα συγκρίνεται η προσέγγιση της παρούσας διατριβής για την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και CIDOC/CRM με την υπάρχουσα έρευνα σε αυτό το πεδίο.

Το βασικό μειονέκτημα της μοναδικής έως τώρα ερευνητική εργασία στην αντιστοίχιση των προτύπων MPEG-7 και CIDOC/CRM [Hu02] είναι το ότι εισάγει ένα πρόβλημα διαλειτουργικότητας, καθώς προτείνει μια μη πρότυπη επέκταση του προτύπου MPEG-7. Συνεπώς, οι επεκταμένες MPEG-7 περιγραφές που αναπαριστούν CIDOC/CRM περιγραφές δεν είναι XML έγγραφα που υπακούουν την XML Schema σύνταξη του προτύπου MPEG-7 και δε μπορούν να αξιοποιηθούν από εργαλεία, υπηρεσίες και εφαρμογές που υποστηρίζουν το πρότυπο MPEG-7.

Αντίθετα, η προσέγγιση της παρούσας διατριβής, όπου οι εξειδικευμένες στο πεδίο της πολιτιστικής κληρονομιάς οντότητες και ιδιότητες του προτύπου CIDOC/CRM αναπαρίστανται με βάση το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με τη χρήση MPEG-7 δομών, επιλύει το πρόβλημα διαλειτουργικότητας που προκύπτει. Αυτό συμβαίνει επειδή οι MPEG-7 περιγραφές που αναπαριστούν, με βάση την προσέγγιση της παρούσας διατριβής, CIDOC/CRM περιγραφές είναι XML έγγραφα που υπακούουν την XML Schema σύνταξη του προτύπου MPEG-7.

2.3.4. Αναζήτηση Οπτικοακουστικού Υλικού που διαθέτει MPEG-7 Περιγραφή

Σε αυτή την υποενότητα συγκρίνεται η γλώσσα ερωτήσεων για οπτικοακουστικό υλικό MP7QL, η οποία αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής, με τις υπάρχουσες ερευνητικές εργασίες για την αναζήτηση οπτικοακουστικού υλικού που διαθέτει MPEG-7 περιγραφή.

Η MP7QL χρησιμοποιεί XML Schema σύνταξη, έχει το MPEG-7 ως μοντέλο δεδομένων και επιτρέπει την έκφραση ερωτήσεων που περιλαμβάνουν κριτήρια για όλες τις απόψεις των MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού. Έτσι, επιτρέπει την ενιαία και διαφανή ανάκτηση οπτικοακουστικού υλικού και αξιοποιεί πληροφορία για το οπτικοακουστικό υλικό που έχει εκφραστεί σε MPEG-7 σύνταξη. Επιπλέον, επιτρέπει στους χρήστες να συνδυάσουν τα κριτήρια των ερωτήσεων με σαφή τρόπο και να δηλώσουν ποια από αυτά είναι πιο σημαντικά, μέσω της υποστήριξης δυαδικών τελεστών και τιμών προτίμησης. Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL επιτρέπει επίσης την έκφραση ερωτήσεων που βασίζονται σε γνώση περιοχής, όπως προέκυψε από την αξιολόγηση της εκφραστικότητας της στην περιοχή του ποδοσφαίρου. Τέλος, η MP7QL καλύπτει τις Απαιτήσεις της MPEG-7 Μορφής Ερωτήσεων.

Έτσι, η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL υπερέχει από τις υπάρχουσες προσεγγίσεις για την αναζήτηση οπτικοακουστικού υλικού που περιγράφεται από MPEG-7 μεταδεδομένα και συγκεκριμένα:

- Σε σχέση με τα εξειδικευμένα συστήματα που αξιοποιούν συγκεκριμένα υποσύνολα των στοιχείων που απαρτίζουν τις MPEG-7 περιγραφές η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL αποτελεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για τη διαφανή και με ενιαίο τρόπο ανάκτηση οπτικοακουστικού υλικού. Επιπλέον, η σύνταξή της επιτρέπει την έκφραση ερωτήσεων για όλες τις (συνήθως διαφορετικές) απόψεις που καλύπτουν τα εξειδικευμένα συστήματα και επιτρέπει το συνδυασμό των προσεγγίσεων των διαφορετικών συστημάτων.
- Σε σχέση με τη χρήση της XQuery για την ανάκτηση οπτικοακουστικού υλικού που περιγράφεται με τη χρήση MPEG-7 σύνταξης, η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL υπερέχει στην αντιμετώπιση των ιδιαιτεροτήτων του MPEG-7 (περιγραφές σημαντικής, γνώση περιοχής, χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικά). Αυτό συμβαίνει καθώς, έχοντας το MPEG-7 ως μοντέλο δεδομένων, η MP7QL έχει σημαντική που βασίζεται στο MPEG-7 και όχι γενικευμένη σημαντική όπως η XQuery. Επιπλέον, η MP7QL επιτρέπει στους χρήστες να δηλώσουν, μέσω τιμών προτίμησης, ποια από τα κριτήρια των ερωτήσεων είναι πιο σημαντικά, χαρακτηριστικό που απουσιάζει από τη γλώσσα ερωτήσεων XQuery. Επιπλέον, οι MP7QL ερωτήσεις έχουν μικρότερο μήκος από τις XQuery ερωτήσεις και είναι πολύ ευκολότερα κατανοητές από χρήστες που γνωρίζουν τη δομή των MPEG-7 περιγραφών.

- Σε σχέση με τη χρήση MPEG-7 προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων (FASP) ως ερωτήσεων για οπτικοακουστικό υλικό που έχει περιγραφεί με MPEG-7 σύνταξη, η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL υπερέχει σε σχέση με τη δυνατότητα έκφρασης ερωτήσεων για όλες τις απόψεις των MPEG-7 περιγραφών. Αυτό συμβαίνει επειδή οι MPEG-7 προτιμήσεις αναζήτησης και φίλτρων δεν επιτρέπουν την έκφραση κριτηρίων για όλα τα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών, συμπεριλαμβανομένων των περιγραφών σημαντικής, της γνώσης περιοχής και των χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικών. Επιπλέον, η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL επιτρέπει στους χρήστες να συνδυάσουν τα κριτήρια των ερωτήσεων με σαφή τρόπο μέσω της υποστήριξης δυαδικών τελεστών, οι οποίοι απουσιάζουν από τη σύνταξη των MPEG-7 περιγραφών προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων.

2.3.5. Υποστήριξη Εξατομίκευσης Υπηρεσιών και Φιλτραρίσματος Οπτικοακουστικού Υλικού που διαθέτει MPEG-7 Περιγραφή

Η προσέγγιση της παρούσας διατριβής για την υποστήριξη εξατομίκευσης υπηρεσιών και φιλτραρίσματος οπτικοακουστικού υλικού που διαθέτει MPEG-7 περιγραφή συγκρίνεται σε αυτή την υποενότητα με τις υπάρχουσες προσεγγίσεις σε αυτό το πεδίο.

Το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής είναι συμβατό με τη γλώσσα ερωτήσεων MP7QL (στην πραγματικότητα, μια MP7QL περιγραφή προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων είναι ένα τμήμα MP7QL ερώτησης). Όπως και η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL, έτσι και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων επιτρέπει τόσο την έκφραση κριτηρίων για όλες τις απόψεις των MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού όσο και το σαφή καθορισμό δυαδικών τελεστών και τιμών προτίμησης. Επιπλέον, το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων αποτελεί επέκταση του μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων που ορίζεται στο τμήμα MPEG-7 MDS. Έτσι, οι MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων αποτελούν ειδική περίπτωση περιγραφών του MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά του MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων συμβάλλουν στην υπεροχή του σε σχέση με τις υπάρχουσες προσεγγίσεις εξατομίκευσης υπηρεσιών και φιλτραρίσματος οπτικοακουστικού υλικού και συγκεκριμένα:

- Σε σχέση με τις προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν το μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων που ορίζεται στο τμήμα MPEG-7 MDS [RoHuKo03] [TsLiSm04] [Wa&aI04], η προτεινόμενη προσέγγιση επιτρέπει την παροχή περισσότερο προηγμένων υπηρεσιών και μεγαλύτερη ευελιξία. Συγκεκριμένα, η υποστήριξη έκφρασης κριτηρίων για όλες τις απόψεις των MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού (και όχι μερικών μόνο, όπως γίνεται στις MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων) και η υποστήριξη δυαδικών τελεστών αυξάνουν την εκφραστικότητα του MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων. Το γεγονός μάλιστα ότι υποστηρίζονται περιγραφές σημαντικής και η αξιοποίηση γνώσης περιοχής επιτρέπει την παροχή εξατομικευμένων υπηρεσιών σημαντικής.
- Σε σχέση με τις προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν μοντέλα περιγραφής προτιμήσεων που δε λαμβάνουν υπ' όψιν το μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων που ορίζεται στο τμήμα MPEG-7 MDS [AgAn04] [AgAn06], η προτεινόμενη προσέγγιση παρέχει τις ίδιες (τουλάχιστον) δυνατότητες, καθώς καλύπτει όλες τις απόψεις των MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού. Παράλληλα, μπορεί να αξιοποιήσει τις υπάρχουσες MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων, καθώς αυτές αποτελούν ειδική περίπτωση περιγραφών του MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων, πράγμα που δεν είναι άμεσα δυνατό όταν χρησιμοποιούνται μοντέλα ανεξάρτητα από το MPEG-7 μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων.

2.4. Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό έγινε μια επισκόπηση της σχετικής με την παρούσα διατριβή εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάστηκαν:

- Στην ενότητα 2.1, τα πρότυπα στα οποία βασίστηκε η διατριβή. Τα πρότυπα αυτά είναι η γλώσσα ορισμού κλάσεων δομημένων εγγράφων XML Schema, το πρότυπο περιγραφής οπτικοακουστικού υλικού MPEG-7, το πρότυπο πλαίσιο διαχείρισης και ανταλλαγής οπτικοακουστικού υλικού MPEG-21, οι τεχνολογίες του Σημασιολογικού Ιστού, με έμφαση στις γλώσσες περιγραφής οντολογιών και μεταδεδομένων στον Παγκόσμιο Ιστό και το πρότυπο CIDOC/CRM, το οποίο κυριαρχεί στην περιοχή της πολιτιστικής κληρονομιάς.
- Στην ενότητα 2.2, οι υπάρχουσες ερευνητικές εργασίες για θέματα που πραγματεύεται η διατριβή. Τα θέματα αυτά περιλαμβάνουν την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ XML Schema και OWL, την ανάπτυξη οντολογιών περιγραφής περιεχομένου πολυμέσων που βασίζονται στο πρότυπο MPEG-7, την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και CIDOC/CRM και την υποστήριξη αναζήτησης και εξατομίκευσης υπηρεσιών πολυμέσων που αξιοποιούν MPEG-7 περιγραφές.

Τέλος, στην ενότητα 2.3 έγινε σύγκριση της υπάρχουσας ερευνητικής δουλειάς με τη συνεισφορά της παρούσας διατριβής στα θέματα που πραγματεύεται η διατριβή.

3. Πλαίσιο Υποστήριξης Διαλειτουργικότητας μεταξύ OWL και XML

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται το πλαίσιο **XS2OWL**, το οποίο αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής για την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ OWL και XML. Το πλαίσιο XS2OWL βασίζεται στο μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL, το οποίο επιτρέπει σε εφαρμογές που βασίζονται σε σημαντική που έχει εκφραστεί σε XML Schema σύνταξη να χρησιμοποιήσουν μεθοδολογίες και εργαλεία του Σημασιολογικού Ιστού (συμπεριλαμβανομένων των εργαλείων εξαγωγής συμπερασμάτων). Επιπλέον, το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφορίας μεταξύ OWL/RDF εφαρμογών και εφαρμογών που χρησιμοποιούν XML Schema σύνταξη. Η λειτουργικότητα αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική για πολλά και διαφορετικά επιστημονικά πεδία. Αυτό συμβαίνει επειδή, από τη μια έχουν εκφραστεί σε XML Schema σύνταξη πρότυπα για τα πεδία αυτά (όπως, για παράδειγμα, το πρότυπο MPEG-7 στο πεδίο των πολυμέσων), ενώ από την άλλη η χρήση εργαλείων και μεθοδολογιών του Σημασιολογικού Ιστού θα ήταν επωφελής για αρκετές εφαρμογές στα πεδία αυτά (όπως, για παράδειγμα, στο πεδίο των πολυμέσων και συγκεκριμένα στις εφαρμογές αυτόματης εξαγωγής γνώσης από περιεχόμενο πολυμέσων).

Το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL [TsCh07b] [TsCh07c] περιγράφει την αντιστοίχιση OWL-DL και XML Schema δομών. Έτσι, τα XML σχήματα μπορούν να εκφραστούν σε OWL σύνταξη (και συγκεκριμένα, σε OWL-DL σύνταξη, που είναι η πιο εκφραστική έκδοση της OWL που εγγυάται περατότητα και αποτελεσματικότητα κατά την εξαγωγή συμπερασμάτων) ως **Κύριες Οντολογίες (Main Ontologies)**. Οι κύριες οντολογίες επιτρέπουν την ενσωμάτωση γνώσης περιοχής, που έχει εκφραστεί με τη μορφή OWL οντολογιών περιοχής, στη σημαντική που έχει αποτυπωθεί σε XML σχήματα. Έτσι, τα XML έγγραφα που είναι συμβατά με τα αρχικά XML σχήματα μπορούν να αναπαρασταθούν ως OWL/RDF περιγραφές [TsCh07d]. Επιπλέον, με την ενσωμάτωση γνώσης περιοχής και εφαρμογών και τη χρήση εργαλείων εξαγωγής συμπερασμάτων μπορεί να εμπλουτιστεί η πληροφορία των XML εγγράφων με επιπλέον γνώση που εξάγεται αυτόματα.

Το πλαίσιο XS2OWL επιτρέπει την αναπαράσταση των OWL/RDF περιγραφών που ορίζονται βάσει των κύριων οντολογιών σε XML μορφή συμβατή με τα αρχικά XML σχήματα, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από εφαρμογές που χρησιμοποιούν XML Schema σύνταξη [TsCh07d]. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για XML σχήματα που αναπαριστούν πρότυπα, καθώς στην περίπτωση αυτή πολλές εφαρμογές αναμένεται να χρησιμοποιούν την XML Schema σύνταξη των προτύπων. Η συμβατότητα αυτή εξασφαλίζεται μέσω των **Οντολογιών Αντιστοίχισης (Mapping Ontologies)**. Οι οντολογίες αντιστοίχισης είναι OWL-DL οντολογίες που αναπαριστούν τις XML Schema δομές που δε μπορούν να αναπαρασταθούν άμεσα σε OWL και, επιπλέον, αντιστοιχίζουν τα ονόματα των XML Schema δομών του αρχικού XML σχήματος με τις ταυτότητες των αντίστοιχων OWL-DL δομών της κύριας οντολογίας.

Το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια του χειροκίνητου ορισμού της ανώτερης οντολογίας για πολυμέσα και υπηρεσίες πολυμέσων που χρησιμοποιείται στο πλαίσιο DS-MIRF και αποτυπώνει τη σημαντική του MPEG-7 MDS και της MPEG-21 DIA Architecture. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατά τη διαδικασία αυτή οδήγησε στον ορισμό των κανόνων αντιστοίχισης που απαρτίζουν το μοντέλο XS2OWL. Η έκφραση της σημαντικής των XML Schema δομών σε OWL σύνταξη αυτοματοποιήθηκε στη συνέχεια με την ανάπτυξη του συστήματος XS2OWL, το οποίο υλοποιεί τους κανόνες του μοντέλου αντιστοίχισης XS2OWL και επιτρέπει να εκφραστούν αυτόματα οι XML Schema δομές σε OWL-DL σύνταξη.

Το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL και η υλοποίησή του έχουν εφαρμοστεί σε ευρέως αποδεκτά πρότυπα (όπως τα IEEE LOM και SCORM στον τομέα της ηλεκτρονικής εκπαίδευσης, το METS για ψηφιακές βιβλιοθήκες κ.α.) και έχει εξεταστεί και επαληθευτεί η ορθότητά του.

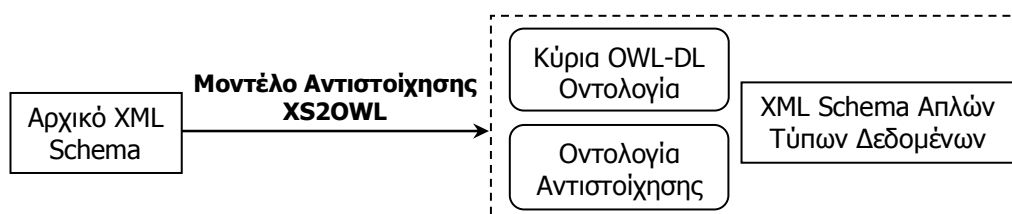
Το υπόλοιπο του κεφαλαίου έχει την εξής δομή: Το πλαίσιο XS2OWL περιγράφεται στην ενότητα 3.1. Το μοντέλο αναπαράστασης των οντολογιών αντιστοίχισης παρουσιάζεται στην ενότητα 3.2, ενώ το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL περιγράφεται στην ενότητα 3.3. Η μετατροπή XML εγγράφων σε OWL/RDF περιγραφές περιγράφεται στην ενότητα 3.4 και η μετατροπή OWL/RDF περιγραφών σε XML έγγραφα παρουσιάζεται στην ενότητα 3.5. Η αξιολόγηση του μοντέλου XS2OWL παρουσιάζεται στην ενότητα 3.6. Τέλος, στην ενότητα 3.7 ανακεφαλαιώνονται τα σημαντικότερα σημεία του κεφαλαίου.

3.1. Το Πλαίσιο XS2OWL

Στην ενότητα αυτή περιγράφεται το πλαίσιο XS2OWL, το οποίο παρέχει διαλειτουργικότητα μεταξύ OWL και XML. Το πλαίσιο XS2OWL θεμελιώνει τη διαλειτουργικότητα σε ένα σύνολο OWL οντολογιών που κωδικοποιούν σε OWL σύνταξη τη σημαντική των XML σχημάτων. Οι οντολογίες αυτές παράγονται αυτόματα από το σύστημα XS2OWL, το οποίο υλοποιεί το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL και απεικονίζεται στην Εικόνα 18. Το σύστημα XS2OWL έχει υλοποιηθεί με τη χρήση της γλώσσας **XML Stylesheet Transformation Language (XSLT)** [Kay05].

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 18, το σύστημα XS2OWL δέχεται ως είσοδο (input) ένα XML σχήμα και παράγει ως έξοδο (output) μέσω της εφαρμογής του μοντέλου αντιστοίχισης XS2OWL:

- Μια OWL-DL **Κύρια Οντολογία**, όπου αποτυπώνεται άμεσα η σημαντική των δομών του XML σχήματος στις αντίστοιχες OWL-DL δομές. Αν το αρχικό XML σχήμα αναπαριστά κάποιο πρότυπο (ή τμήμα προτύπου), η οντολογία αυτή είναι ανώτερη οντολογία ή τμήμα ανώτερης οντολογίας, που αναπαριστά γενικού σκοπού δομές και η σημαντική της μπορεί να επεκταθεί στη συνέχεια από οντολογίες περιοχής και εφαρμογών.
- Ένα **XML Schema Απλών Τύπων Δεδομένων**, που περιέχει τους απλούς XML Schema τύπους δεδομένων που ορίζονται στο αρχικό XML σχήμα και χρησιμοποιούνται στην κύρια οντολογία.
- Μια OWL-DL **Οντολογία Αντιστοίχισης**, που αντιστοιχίζει τα ονόματα των δομών του αρχικού XML σχήματος με τις ταυτότητες των αντίστοιχων δομών της OWL-DL κύριας οντολογίας και αποτυπώνει συστηματικά τη σημαντική της XML Schema που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL.



Εικόνα 18: Το Σύστημα XS2OWL

Έτσι, η σημαντική των XML σχημάτων που κωδικοποιείται στις δομές της κύριας οντολογίας μπορεί να επεκταθεί από γνώση περιοχής και να οδηγήσει στην περιγραφή πληροφορίας που μπορεί να εμπλουτιστεί με τη χρήση εργαλείων εξαγωγής συμπερασμάτων. Η πληροφορία που κωδικοποιείται στην κύρια οντολογία αρκεί για τη μετέπειτα επεξεργασία περιγραφών σε ένα OWL/RDF περιβάλλον: Στο περιβάλλον αυτό, η κύρια οντολογία, πιθανώς εμπλουτισμένη με γνώση περιοχής που έχει κωδικοποιηθεί σε OWL οντολογίες περιοχής, θα χρησιμοποιείται ως βάση για τον ορισμό OWL/RDF περιγραφών που θα αναπαριστούν πληροφορία δομημένη με βάση τη σημαντική των XML σχημάτων. Η πληροφορία αυτή θα μπορεί να εμπλουτιστεί περαιτέρω με τη χρήση εργαλείων εξαγωγής συμπερασμάτων και να αποθηκευτεί σε OWL/RDF μορφή.

Αν όμως ο στόχος είναι η διαλειτουργικότητα με εφαρμογές που χρησιμοποιούν τα αρχικά XML σχήματα, δεν αρκεί η σημαντική που έχει κωδικοποιηθεί στην κύρια οντολογία. Αυτό συμβαίνει για-

τί η διαλειτουργικότητα απαιτεί την ανταλλαγή πληροφορίας, οπότε πρέπει να υποστηριχθούν δυο σημαντικές λειτουργίες που απαιτούν επιπλέον γνώση:

1. Η μετατροπή XML εγγράφων που υπακούν στο αρχικό XML σχήμα σε OWL/RDF περιγραφές που βασίζονται στην κύρια οντολογία. Η διαδικασία αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη, καθώς επιτρέπει την ενσωμάτωση και την αξιοποίηση υπάρχουσας πληροφορίας που έχει δομηθεί με βάση το αρχικό XML σχήμα κατά την εξαγωγή συμπερασμάτων. Αν μάλιστα το αρχικό XML σχήμα αναπαριστά κάποιο πρότυπο (όπως το MPEG-7), η πιθανότητα ύπαρξης μεγάλου όγκου πληροφορίας που έχει δομηθεί με βάση το αρχικό XML σχήμα είναι μεγάλη.

Για τη μετατροπή XML εγγράφων που υπακούν στο αρχικό XML σχήμα σε OWL/RDF περιγραφές που βασίζονται στην κύρια οντολογία είναι απαραίτητη η γνώση της αντιστοίχισης των ονομάτων των δομών του XML σχήματος με τις ταυτότητες των αντίστοιχων δομών της OWL-DL κύριας οντολογίας. Αυτό συμβαίνει καθώς η μεν OWL επιβάλλει τη χρήση μοναδικών ταυτοτήτων για τα δομικά στοιχεία των OWL οντολογιών, η δε XML Schema επιτρέπει τη χρήση των ίδιων ονομάτων από διαφορετικά δομικά στοιχεία του ίδιου XML σχήματος σε δυο περιπτώσεις:

- Τα κορυφαίου επιπέδου δομικά στοιχεία διαφορετικού είδους μπορούν να έχουν το ίδιο όνομα (για παράδειγμα, ένα στοιχείο κορυφαίου επιπέδου μπορεί να έχει το ίδιο όνομα με ένα – σύνθετο ή απλό – τύπο κορυφαίου επιπέδου που ορίζεται στο ίδιο σχήμα)
- Τα δομικά στοιχεία οποιουδήποτε είδους που είναι εμφωλευμένα σε διαφορετικά δομικά στοιχεία μπορούν να έχουν το ίδιο όνομα (για παράδειγμα, στοιχεία με το ίδιο όνομα και πιθανώς διαφορετικό τύπο μπορούν να οριστούν σε διαφορετικούς σύνθετους XML Schema τύπους).

Επιπλέον, απαιτείται η γνώση των εξ' ορισμού τιμών των γνωρισμάτων και των στοιχείων απλού τύπου των XML σχημάτων στα οποία υπακούν τα έγγραφα. Η πληροφορία αυτή, παρ' όλο που υπάρχει στα XML σχήματα, δε μπορεί να αναπαρασταθεί στην κύρια οντολογία, καθώς η OWL δε διαθέτει κάποια δομή για την αναπαράσταση εξ' ορισμού τιμών.

2. Η μετατροπή OWL/RDF περιγραφών που βασίζονται στην κύρια οντολογία σε XML έγγραφα (ή τμήματα XML εγγράφων) που υπακούν στο αρχικό XML σχήμα. Η διαδικασία αυτή είναι σημαντική καθώς επιτρέπει τη μετατροπή των, πιθανώς εμπλουτισμένων με γνώση περιοχής ή από την εξαγωγή συμπερασμάτων, OWL/RDF περιγραφών σε XML σύνταξη συμβατή με το αρχικό XML σχήμα, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από εφαρμογές που βασίζονται στη σύνταξη αυτή. Η σημασία της διαδικασίας αυτής είναι μεγαλύτερη όταν το αρχικό XML σχήμα αναπαριστά κάποιο πρότυπο, καθώς είναι πολύ πιθανό να υπάρχουν εφαρμογές που βασίζονται στην XML Schema σύνταξη του προτύπου.

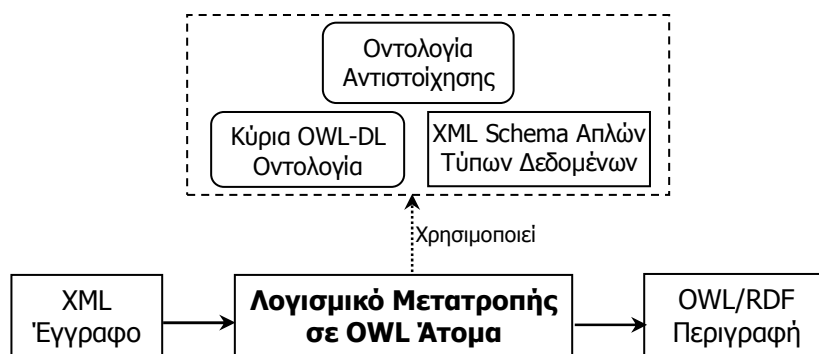
Για τη μετατροπή OWL/RDF περιγραφών που βασίζονται στην κύρια οντολογία σε XML έγγραφα (ή τμήματα XML εγγράφων) που υπακούν στο αρχικό XML σχήμα είναι απαραίτητες:

- Η γνώση της αντιστοίχισης των ονομάτων των δομών του XML σχήματος με τις ταυτότητες των αντίστοιχων δομών της OWL-DL κύριας οντολογίας.
- Η σημαντική της XML Schema που δε μπορεί να αποτυπωθεί άμεσα σε OWL αλλά είναι απαραίτητη για τη δόμηση XML (τμημάτων) εγγράφων που υπακούν στο αρχικό XML σχήμα. Παράδειγμα αποτελεί η διάταξη (order) των στοιχείων που απαρτίζουν τις XML Schema ακολουθίες, η οποία δε μπορεί να αντιστοιχιστεί με κάποια OWL δομή καθώς η OWL αναπαριστά τις ιδιότητες των OWL κλάσεων ως μη διατεταγμένα (unordered) σύνολα.

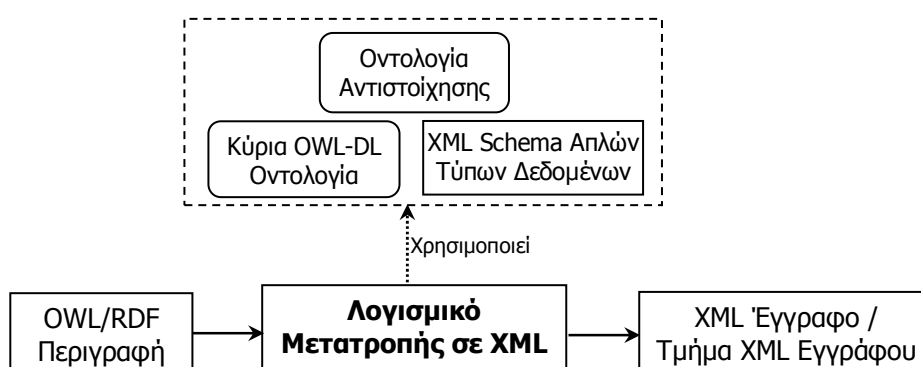
Για την υποστήριξη των παραπάνω λειτουργιών, παράγεται αυτόματα από το σύστημα XS2OWL για κάθε XML σχήμα μια **οντολογία αντιστοίχισης** όπου κωδικοποιείται όλη η απαραίτητη πληροφορία. Έτσι, η μετατροπή XML εγγράφων που υπακούν στο αρχικό XML σχήμα σε OWL/RDF περιγραφές που βασίζονται στην κύρια οντολογία υλοποιείται όπως φαίνεται στην Εικόνα 19 και η μετατροπή OWL/RDF περιγραφών που βασίζονται στην κύρια οντολογία σε XML έγγραφα (ή τμήματα XML εγγράφων) που υπακούν στο αρχικό XML σχήμα υλοποιείται όπως φαίνεται στην Εικόνα 20.

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 19, το λογισμικό που μετατρέπει τα XML έγγραφα που υπακούν στο αρχικό XML σχήμα σε OWL/RDF περιγραφές που βασίζονται στην κύρια οντολογία δέχεται ως είσοδο ένα XML έγγραφο που υπακούει στο αρχικό XML σχήμα και, χρησιμοποιώντας ένα σύνολο κανό-

νων αντιστοίχησης που βασίζονται στην κύρια οντολογία και την οντολογία αντιστοίχησης, παράγει ως έξοδο μια OWL/RDF περιγραφή.



Εικόνα 19: Σχηματική αναπαράσταση της μετατροπής XML Εγγράφων σε OWL/RDF Περιγραφές που βασίζονται στην Κύρια Οντολογία που έχει παραχθεί για το XML Σχήμα στο οποίο υπακούν τα XML Έγγραφα



Εικόνα 20: Σχηματική αναπαράσταση της μετατροπής OWL/RDF Περιγραφών που βασίζονται στην Κύρια Οντολογία σε XML έγγραφα (ή τμήματα XML εγγράφων) που υπακούν στο αρχικό XML Σχήμα

Αντίστοιχα και όπως φαίνεται στην Εικόνα 20, το λογισμικό που μετατρέπει OWL/RDF περιγραφές που βασίζονται στην κύρια οντολογία σε XML έγγραφα που υπακούν στο αρχικό XML σχήμα δέχεται ως είσοδο μια OWL/RDF περιγραφή και, χρησιμοποιώντας ένα σύνολο κανόνων αντιστοίχησης που βασίζονται στην κύρια οντολογία και την οντολογία αντιστοίχησης, παράγει ως έξοδο ένα XML έγγραφο (ή ένα τμήμα XML εγγράφου) που υπακούει στο αρχικό XML σχήμα.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι το πλαίσιο XS2OWL υποστηρίζει τη διαλειτουργικότητα μεταξύ XML και OWL μέσω της πλήρους αποτύπωσης της σημαντικής των XML σχημάτων σε OWL-DL, και συγκεκριμένα στις κύριες οντολογίες και τις οντολογίες αντιστοίχησης που παράγει ως έξοδο το σύστημα XS2OWL για τα XML σχήματα. Έτσι, εργαλεία και εφαρμογές που βασίζονται στην OWL, όπως, για παράδειγμα, τα εργαλεία εξαγωγής συμπερασμάτων, μπορούν να αξιοποιούν πλήρως τη σημαντική των XML σχημάτων και να ανταλλάσσουν πληροφορία με εφαρμογές που βασίζονται στα αρχικά XML σχήματα.

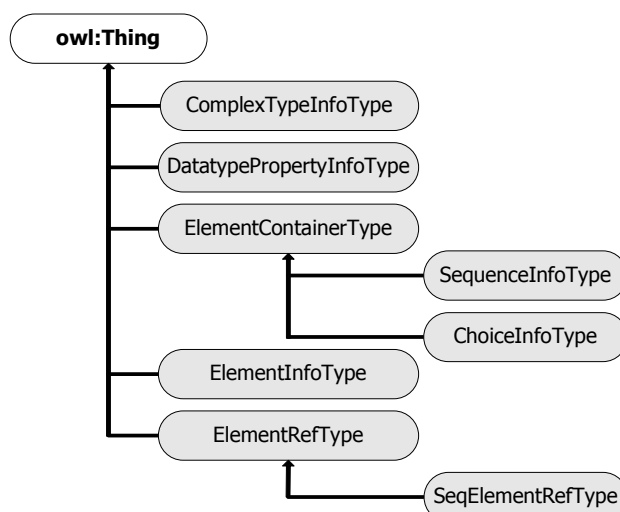
Στη συνέχεια αυτής της ενότητας παρουσιάζονται συνοπτικά η δομή των οντολογιών αντιστοίχησης (στην υποενότητα 3.1.1) και οι κανόνες αντιστοίχησης που απαρτίζουν το μοντέλο XS2OWL (στην υποενότητα 3.1.2).

3.1.1. Συνοπτική παρουσίαση της Δομής των Οντολογιών Αντιστοίχησης

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, για την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ XML και OWL είναι απαραίτητη, εκτός από μια κύρια οντολογία που αποτυπώνει τη σημαντική κάθε XML σχήματος, η γνώση: **(α)** της αντιστοίχησης των ονομάτων των δομών ενός XML σχήματος με τις ταυτότητες των αντίστοιχων δομών της OWL-DL κύριας οντολογίας που αποτυπώνει τη σημαντική του; και **(β)** του τμήματος της σημαντικής της XML Schema που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL. Αυτό συμβαίνει επειδή η γνώση αυτή είναι απαραίτητη τόσο για τη μετατροπή XML εγγράφων που

υπακούουν στο αρχικό XML σχήμα σε OWL/RDF περιγραφές που βασίζονται στην κύρια οντολογία όσο και για τη μετατροπή OWL/RDF περιγραφών που βασίζονται στην κύρια οντολογία σε XML έγγραφα (ή τμήματα XML εγγράφων) που υπακούουν στο αρχικό XML σχήμα. Για να υποστηριχθεί η σημαντική αυτή λειτουργικότητα, η αντιστοίχιση των ονομάτων των δομών του XML σχήματος με τις ταυτότητες των αντίστοιχων δομών της OWL-DL κύριας οντολογίας και η σημαντική της XML Schema που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL αναπαρίστανται με τη μορφή **οντολογιών αντιστοίχισης**, η δομή των οποίων περιγράφεται συνοπτικά σ' αυτή την ενότητα.

Η δομή των οντολογιών αντιστοίχισης βασίζεται στο μοντέλο OWL2XMLRules, το οποίο αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής. Το μοντέλο OWL2XMLRules αναπαριστά την αντιστοίχιση των ονομάτων των δομών ενός XML σχήματος με τις ταυτότητες των αντίστοιχων δομών της OWL-DL κύριας οντολογίας που αποτυπώνει τη σημαντική του, καθώς και το τμήμα της σημαντικής της XML Schema που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL. Το μοντέλο OWL2XMLRules έχει εκφραστεί σε OWL-DL σύνταξη και αναπαρίσταται από την οντολογία OWL2XMLRules (που είναι διαθέσιμη στο <http://www.music.tuc.gr/ontologies/OWL2XMLRules/OWL2XMLRules>) και απεικονίζεται στην Εικόνα 21. Έτσι, για κάθε XML σχήμα που δέχεται σαν είσοδο, το σύστημα XS2OWL παράγει μια OWL οντολογία αντιστοίχισης που επεκτείνει την οντολογία OWL2XMLRules με άτομα που αποτυπώνουν την απαραίτητη πληροφορία για αντιστοιχήσεις XML Schema και OWL δομών και τη σημαντική του XML σχήματος που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 21, η οντολογία OWL2XMLRules απαρτίζεται από τις εξής κλάσεις:



Εικόνα 21: Η Ιεραρχία Κλάσεων της Οντολογίας OWL2XMLRules

- Την κλάση “ComplexTypeInfoType”, που αποτυπώνει πληροφορία για σύνθετους XML Schema τύπους.
- Την κλάση “DatatypePropertyInfoType”, που αποτυπώνει πληροφορία για ιδιότητες τύπου δεδομένων.
- Την κλάση “ElementContainerType”, που αποτυπώνει πληροφορία για XML Schema ακολουθίες και επιλογές.
- Την κλάση “ChoiceInfoType”, που είναι υποκλάση της κλάσης “ElementContainerType” και αποτυπώνει πληροφορία για XML Schema επιλογές.
- Την κλάση “SequenceInfoType”, που είναι υποκλάση της κλάσης “ElementContainerType” και αποτυπώνει πληροφορία για XML Schema ακολουθίες.
- Την κλάση “ElementInfoType”, που αποτυπώνει πληροφορία για XML Schema στοιχεία.
- Την κλάση “ElementRefType”, που αποτυπώνει πληροφορία σχετικά με τη χρήση στοιχείων σε ακολουθίες ή επιλογές.
- Την κλάση “SeqElementRefType”, που είναι υποκλάση της κλάσης “ElementRefType” και αποτυπώνει πληροφορία σχετικά με τη χρήση στοιχείων σε ακολουθίες.

Συνολικά, η οντολογία OWL2XMLRules απαρτίζεται από 8 κλάσεις, 16 ιδιότητες τύπου δεδομένων, 3 ιδιότητες αντικειμένων και 21 αξιώματα. Η εκτεταμένη περιγραφή της δομής των κλάσεων της οντολογίας OWL2XMLRules παρατίθεται στην ενότητα 3.2.

3.1.2. Σύνοψη του Μοντέλου Αντιστοίχισης XS2OWL

Σ' αυτή την υποενότητα παρουσιάζεται συνοπτικά το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL, το οποίο καθορίζει την αναπαράσταση XML Schema δομών σε OWL σύνταξη. Ο Πίνακας 6 παρουσιάζει συνοπτικά τις αντιστοιχίες που απαρτίζουν το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL. Έτσι, η πρώτη στήλη περιέχει τις XML Schema δομές και οι τρεις επόμενες στήλες τις αντίστοιχες δομές που παράγονται από την εφαρμογή του μοντέλου XS2OWL σε αυτές. Συγκεκριμένα, οι δομές της κύριας οντολογίας που αντιστοιχούν στις XML Schema δομές παρουσιάζονται στη δεύτερη στήλη, οι αντίστοιχες δομές της οντολογίας αντιστοίχισης περιέχονται στην τρίτη στήλη και οι απλοί τύποι δεδομένων που χρησιμοποιούνται από την κύρια οντολογία παρατίθενται στην τέταρτη στήλη.

Όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, οι σύνθετοι XML Schema τύποι αναπαρίστανται στην κύρια οντολογία ως κλάσεις, καθώς τόσο οι σύνθετοι XML Schema τύποι όσο και οι OWL κλάσεις αναπαριστούν σύνολα οντοτήτων με κοινά χαρακτηριστικά. Η απαραίτητη πληροφορία για την αντιστοίχιση σύνθετων XML Schema τύπων και OWL κλάσεων και η σημαντική των σύνθετων XML Schema τύπων που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL σύνταξη αναπαρίστανται από άτομα της κλάσης "ComplexTypeInfoType" στην οντολογία αντιστοίχισης.

XML Schema Δομή	OWL-DL Αναπαράσταση		
	Κύρια Οντολογία	Οντολογία Αντιστοίχισης	XML Schema Απλών Τύπων Δεδομένων
Σύνθετος Τύπος (xs:complexType)	Κλάση (owl:Class)	Άτομο ComplexTypeInfoType	
Απλός Τύπος (xs:simpleType)	Δήλωση Τύπου Δεδομένων (rdfs:Datatype)		Απλός Τύπος (xs:simpleType)
Στοιχείο (xs:element)	Ιδιότητα – Αντικειμένων ή Τύπου Δεδομένων (owl:DatatypeProperty ή owl:ObjectProperty)	Άτομο ElementTypeInfoType	
Γνώρισμα (xs:attribute)	Ιδιότητα Τύπου Δεδομένων (owl:DatatypeProperty)	Άτομο DatatypePropertyInfoType	
Σύνολο (xs:all)	Ανώνυμη Κλάση – Τομή (owl:Class – owl:intersectionOf)		
Ακολουθία (xs:sequence)	Ανώνυμη Κλάση – Τομή (owl:Class – owl:intersectionOf)	Άτομο SequenceTypeInfoType	
Επιλογή (xs:choice)	Ανώνυμη Κλάση – Ένωση (owl:Class – owl:unionOf)	Άτομο ChoiceTypeInfoType	
Υπόμνημα (xs:annotation)	Σχόλιο (rdfs:comment)		

Πίνακας 6: Σύνοψη του Μοντέλου Αντιστοίχισης XS2OWL

Αντίστοιχα, οι απλοί XML Schema τύποι αναπαρίστανται στην κύρια οντολογία ως δηλώσεις τύπων δεδομένων, ενώ οι απλοί τύποι δεδομένων αποθηκεύονται στο XML Schema Απλών Τύπων Δεδομένων. Η αναπαράσταση αυτή είναι αναγκαία καθώς OWL επιτρέπει τη χρήση απλών XML Schema τύπων που έχουν δηλωθεί στις οντολογίες, όχι όμως και τον ορισμό απλών τύπων δεδομένων μέσα στις οντολογίες.

Τα γνωρίσματα των σύνθετων XML Schema τύπων αναπαρίστανται στην κύρια οντολογία ως ιδιότητες τύπου δεδομένων, καθώς τόσο τα XML Schema γνωρίσματα όσο και οι OWL ιδιότητες τύπου δεδομένων αναπαριστούν απλού τύπου χαρακτηριστικά. Η απαραίτητη πληροφορία για την αντιστοίχιση XML Schema γνωρισμάτων και OWL ιδιοτήτων τύπου δεδομένων και η σημαντική των XML Schema γνωρισμάτων που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL σύνταξη αναπαρίστανται από άτομα της κλάσης "DatatypePropertyInfoType" στην οντολογία αντιστοίχισης.

Τα στοιχεία των σύνθετων XML Schema τύπων αναπαρίστανται στην κύρια οντολογία ως ιδιότητες (τύπου δεδομένων ή αντικειμένων, ανάλογα με το αν είναι σύνθετου ή απλού τύπου), καθώς τόσο τα XML Schema στοιχεία όσο και οι OWL ιδιότητες αναπαριστούν χαρακτηριστικά. Η απαραίτητη πληροφορία για την αντιστοίχιση XML Schema στοιχείων και OWL ιδιοτήτων και η σημαντική των

XML Schema στοιχείων που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL σύνταξη αναπαρίστανται από άτομα της κλάσης `ElementInfoType` στην οντολογία αντιστοίχισης.

Τα XML Schema σύνολα, οι ακολουθίες και οι επιλογές αναπαρίστανται στην κύρια οντολογία ως ανώνυμες κλάσεις που ορίζονται με τη χρήση των τελεστών τομή (για τα σύνολα και τις ακολουθίες) και ένωση (για τις επιλογές). Η σημαντική των XML Schema ακολουθιών και επιλογών που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL σύνταξη αναπαρίστανται στην οντολογία αντιστοίχισης από άτομα των κλάσεων `SequenceInfoType` και `ChoiceInfoType` αντίστοιχα.

Τέλος, τα υπομνήματα των XML Schema δομών αναπαρίστανται στην κύρια οντολογία ως ετικέτες των αντίστοιχων OWL δομών.

3.2. Η Οντολογία OWL2XMLRules

Η οντολογία OWL2XMLRules περιγράφεται σε αυτή την ενότητα. Συγκεκριμένα, περιγράφονται η δομή των κλάσεων που απαρτίζουν την οντολογία OWL2XMLRules, και οι ιδιότητες των κλάσεων αυτών. Όπως έχει ήδη αναφερθεί στην υποενότητα 3.1.1, η οντολογία OWL2XMLRules επιτρέπει την αναπαράσταση πληροφορίας για τις αντιστοιχίσεις XML Schema και OWL δομών και τη σημαντική των XML σχημάτων που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL σύνταξη. Οι κλάσεις από τις οποίες απαρτίζεται η οντολογία OWL2XMLRules περιγράφονται στις υποενότητες που ακολουθούν και συγκεκριμένα: Η κλάση `ComplexTypeInfoType` παρουσιάζεται στην υποενότητα 3.2.1, η κλάση `DatatypePropertyInfoType` παρουσιάζεται στην υποενότητα 3.2.2, η κλάση `ElementContainerType` παρουσιάζεται στην υποενότητα 3.2.3, η κλάση `ElementInfoType` παρουσιάζεται στην υποενότητα 3.2.4 και η κλάση `ElementRefType` παρουσιάζεται στην υποενότητα 3.2.5.

3.2.1. Η Κλάση ComplexTypeInfoType

Η κλάση `ComplexTypeInfoType`, που περιγράφεται σε αυτή την υποενότητα, αποτυπώνει πληροφορία για σύνθετους XML Schema τύπους. Η πληροφορία αυτή διακρίνεται σε: (α) Πληροφορία για την αντιστοίχιση των σύνθετων XML Schema τύπων με OWL-DL κλάσεις; και (β) Πληροφορία για σύνθετους XML Schema τύπους που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL. Στις παραγράφους που ακολουθούν περιγράφεται λεπτομερώς η πληροφορία για σύνθετους XML Schema τύπους που κωδικοποιείται στα άτομα της κλάσης `ComplexTypeInfoType`.

Πληροφορία για την αντιστοίχιση των σύνθετων XML Schema τύπων με OWL-DL κλάσεις. Η πληροφορία για την αντιστοίχιση των σύνθετων XML Schema τύπων με OWL-DL κλάσεις που κωδικοποιείται στα άτομα της κλάσης `ComplexTypeInfoType` απαρτίζεται, για κάθε σύνθετο XML Schema τύπο T , από την ιδιότητα τύπου δεδομένων `typeID` και την ιδιότητα τύπου δεδομένων `classID`.

Η ιδιότητα τύπου δεδομένων `typeID`, πολλαπλότητας από 0 έως 1, αναπαριστά το όνομα του σύνθετου XML Schema τύπου T .

Η ιδιότητα τύπου δεδομένων `classID`, πολλαπλότητας 1, αναπαριστά την ταυτότητα της OWL κλάσης που αναπαριστά το σύνθετο XML Schema τύπο T στην κύρια οντολογία.

Πληροφορία για σύνθετους XML Schema τύπους που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL. Η πληροφορία για σύνθετους XML Schema τύπους που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL απαρτίζεται, για κάθε σύνθετο XML Schema τύπο από την ιδιότητα τύπου δεδομένων `abstract`, την ιδιότητα τύπου δεδομένων `final`, την ιδιότητα αντικειμένων `DatatypePropertyInfo` και την ιδιότητα αντικειμένων `ElementContainer`.

Η ιδιότητα τύπου δεδομένων `abstract` είναι τύπου δυαδικής τιμής και έχει πολλαπλότητα από 0 έως 1. Αναπαριστά την τιμή του γνωρίσματος `abstract` του σύνθετου XML Schema τύπου T , όπου δηλώνεται αν ο τύπος T είναι αφηρημένος, οπότε δεν επιτρέπεται ο ορισμός στιγμιотύπων του τύπου αυτού. Η απουσία της ιδιότητας τύπου δεδομένων `abstract` ισοδυναμεί με το να έχει η ιδιότητα αυτή την τιμή `false`.

Η ιδιότητα τύπου δεδομένων `final` είναι τύπου δυαδικής τιμής και έχει πολλαπλότητα από 0 έως 1. Αναπαριστά την τιμή του γνωρίσματος `final` του σύνθετου XML Schema τύπου T , όπου δηλώνεται αν επιτρέπεται η περαιτέρω εξειδίκευση του τύπου αυτού. Η απουσία της ιδιότητας τύπου δεδομένων `final` ισοδυναμεί με το να έχει η ιδιότητα αυτή την τιμή `false`.

Η ιδιότητα αντικειμένων `DatatypePropertyInfo`, δεν έχει περιορισμούς πολλαπλότητας, είναι τύπου `DatatypePropertyInfoType` και επιτρέπει την αποτύπωση πληροφορίας για τις ιδιότητες τύπου δεδομένων της κλάσης που αναπαριστά το σύνθετο XML Schema τύπο T στην κύρια οντολογία.

Η ιδιότητα αντικειμένων `ElementContainer`, δεν έχει περιορισμούς πολλαπλότητας, είναι τύπου `ElementContainerType` και επιτρέπει την αναπαράσταση πληροφορίας πολλαπλότητας και διάταξης για τα στοιχεία των ακολουθιών και των επιλογών του σύνθετου XML Schema τύπου T .

3.2.2. Η Κλάση `DatatypePropertyInfoType`

Η κλάση `DatatypePropertyInfoType`, που περιγράφεται σε αυτή την υποενότητα, αποτυπώνει πληροφορία για τις ιδιότητες τύπου δεδομένων της κύριας οντολογίας. Η πληροφορία αυτή απαρτίζεται, για κάθε ιδιότητα τύπου δεδομένων DP της κύριας οντολογίας, από την ιδιότητα τύπου δεδομένων `datatypePropertyID`, την ιδιότητα τύπου δεδομένων `XMLConstructID`, Την ιδιότητα τύπου δεδομένων `datatypePropertyType` και την ιδιότητα τύπου δεδομένων `defaultValue`.

Η ιδιότητα τύπου δεδομένων `datatypePropertyID`, τύπου συμβολοσειράς και πολλαπλότητας 1, αναπαριστά την ταυτότητα της ιδιότητας τύπου δεδομένων DP .

Η ιδιότητα τύπου δεδομένων `XMLConstructID`, τύπου συμβολοσειράς και πολλαπλότητας από 0 έως 1, αναπαριστά το όνομα της XML Schema δομής (που μπορεί να είναι γνώρισμα ή στοιχείο απλού τύπου) που αναπαριστά η ιδιότητα τύπου δεδομένων DP . Η απουσία της ιδιότητας τύπου δεδομένων `XMLConstructID` σημαίνει ότι η ιδιότητα DP εκφράζει το ότι ο τύπος που αναπαρίσταται από την κλάση που αποτελεί πεδίο ορισμού της ιδιότητας DP αποτελεί επέκταση κάποιου απλού τύπου δεδομένων.

Η ιδιότητα τύπου δεδομένων `datatypePropertyType`, τύπου συμβολοσειράς και πολλαπλότητας 1, αναπαριστά την προέλευση της ιδιότητας τύπου δεδομένων DP . Η ιδιότητα τύπου δεδομένων `datatypePropertyType` μπορεί να πάρει τις τιμές:

- `Attribute` αν η δομή που αναπαρίσταται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων DP είναι γνώρισμα.
- `Element` αν η δομή που αναπαρίσταται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων DP είναι στοιχείο.
- `Extension` αν η ιδιότητα τύπου δεδομένων DP δεν αναπαριστά κάποια δομή, αλλά εκφράζει το ότι ο τύπος που αναπαρίσταται από την κλάση που αποτελεί πεδίο ορισμού της ιδιότητας αποτελεί επέκταση του απλού τύπου δεδομένων που αποτελεί το πεδίο τιμών της ιδιότητας.

Η ιδιότητα τύπου δεδομένων `defaultValue`, τύπου συμβολοσειράς και πολλαπλότητας από 0 έως 1, αναπαριστά την (προαιρετική) εξ' ορισμού τιμή της δομής που αναπαρίσταται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων DP . Η απουσία της ιδιότητας τύπου δεδομένων `defaultValue` σημαίνει ότι η ιδιότητα τύπου δεδομένων DP δε διαθέτει εξ' ορισμού τιμή.

3.2.3. Η Κλάση `ElementContainerType`

Η κλάση `ElementContainerType`, που περιγράφεται σε αυτή την υποενότητα, αποτυπώνει πληροφορία για τις XML Schema ακολουθίες και επιλογές. Η πληροφορία αυτή απαρτίζεται, για κάθε XML Schema επιλογή ή ακολουθία C , από πληροφορία για την ακριβή πολλαπλότητα της C , από πληροφορία για τα μέλη της C και από πληροφορία για τη θέση της C (αν αυτή είναι εμφωλευμένη σε άλλη ακολουθία ή επιλογή).

Πληροφορία για την ακριβή πολλαπλότητα της c. Η πληροφορία για την ακριβή πολλαπλότητα της XML Schema ακολουθίας ή επιλογής *c* αναπαρίσταται από τις τιμές της ιδιότητας τύπου δεδομένων `minOccurs` και της ιδιότητας τύπου δεδομένων `maxOccurs`.

Η ιδιότητα τύπου δεδομένων `minOccurs`, τύπου συμβολοσειράς και πολλαπλότητας 1, αναπαριστά τον ελάχιστο αριθμό εμφανίσεων της *c*.

Η ιδιότητα τύπου δεδομένων `maxOccurs`, τύπου συμβολοσειράς και πολλαπλότητας 1, αναπαριστά το μέγιστο αριθμό εμφανίσεων της *c*.

Πληροφορία για τα μέλη της c. Η πληροφορία για τα μέλη της XML Schema ακολουθίας ή επιλογής *c* αναπαρίσταται από τις τιμές της ιδιότητας αντικειμένων `Item`. Για τα μέλη της *c* που είναι ακολουθίες ή επιλογές, η τιμή της ιδιότητας `Item` είναι τύπου `ElementContainerType`, ενώ για τα μέλη της *c* που είναι στοιχεία (συμπεριλαμβανομένων των μελών των περιεχόμενων συνόλων, που αντιμετωπίζονται ως στοιχεία), η τιμή της ιδιότητας `Item` είναι τύπου `ElementRefType`.

Πληροφορία για τη θέση της c. Αν η XML Schema ακολουθία ή επιλογή *c* είναι εμφωλευμένη σε άλλη ακολουθία ή επιλογή, η πληροφορία για τη θέση της *c* αναπαρίσταται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων `itemPosition`, πολλαπλότητας 1.

Η κλάση `ElementContainerType` εξειδικεύεται από τις κλάσεις `ChoiceInfoType` και `SequenceInfoType`, οι οποίες αποτυπώνουν, αντίστοιχα, πληροφορία σχετικά με τις XML Schema επιλογές και τις XML Schema ακολουθίες.

3.2.4. Η Κλάση `ElementInfoType`

Η κλάση `ElementInfoType`, που περιγράφεται σε αυτή την υποενότητα, αποτυπώνει πληροφορία σχετικά με τα XML Schema στοιχεία. Η πληροφορία αυτή διακρίνεται σε πληροφορία για την αντιστοίχιση XML Schema στοιχείων και OWL-DL ιδιοτήτων και σε πληροφορία για XML Schema στοιχεία που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL.

Πληροφορία για την αντιστοίχιση XML Schema στοιχείων και OWL-DL ιδιοτήτων. Η πληροφορία για την αντιστοίχιση XML Schema στοιχείων και OWL-DL ιδιοτήτων απαρτίζεται, για κάθε XML Schema στοιχείο *E*, από την ιδιότητα τύπου δεδομένων `elementID`, την ιδιότητα τύπου δεδομένων `propertyID` και την ιδιότητα τύπου δεδομένων `isRoot`.

Η ιδιότητα τύπου δεδομένων `elementID`, τύπου συμβολοσειράς και πολλαπλότητας 1, αναπαριστά το όνομα του XML Schema στοιχείου *E*.

Η ιδιότητα τύπου δεδομένων `propertyID`, τύπου συμβολοσειράς και πολλαπλότητας 1, αναπαριστά την ταυτότητα της ιδιότητας που αναπαριστά το στοιχείο *E* στην κύρια οντολογία.

Η ιδιότητα τύπου δεδομένων `isRoot`, τύπου δυαδικής τιμής και πολλαπλότητας από 0 έως 1, εκφράζει αν το στοιχείο *E* είναι το κορυφαίο στοιχείο του αρχικού XML σχήματος. Η απουσία της ιδιότητας τύπου δεδομένων `isRoot` ισοδυναμεί με το να έχει η ιδιότητα αυτή την τιμή `false`.

Πληροφορία για XML Schema στοιχεία που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL. Η πληροφορία για XML Schema στοιχεία που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL απαρτίζεται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων `block`, πολλαπλότητας από 0 έως 1, που αναπαριστά την τιμή του γνωρίσματος `block` του XML Schema στοιχείου, όπου δηλώνεται αν επιτρέπεται η περαιτέρω εξειδίκευση του στοιχείου αυτού. Η απουσία της ιδιότητας τύπου δεδομένων `block` ισοδυναμεί με το να έχει η ιδιότητα αυτή την τιμή `false`.

3.2.5. Η Κλάση `ElementRefType`

Η κλάση `ElementRefType`, που περιγράφεται σε αυτή την υποενότητα, αποτυπώνει πληροφορία σχετικά με τη χρήση κάποιου στοιχείου σε κάποια XML Schema ακολουθία ή επιλογή. Η πληροφορία αυτή απαρτίζεται, για κάθε XML Schema στοιχείο *E* που περιέχεται σε XML Schema ακο-

λουθία ή επιλογή, από την ιδιότητα τύπου δεδομένων `refElementID`, την ιδιότητα τύπου δεδομένων `minOccurs` και την ιδιότητα τύπου δεδομένων `maxOccurs`.

Η ιδιότητα τύπου δεδομένων `refElementID`, τύπου συμβολοσειράς και πολλαπλότητας 1, αναπαριστά το όνομα του XML Schema στοιχείου *E*.

Η ιδιότητα τύπου δεδομένων `minOccurs`, τύπου συμβολοσειράς και πολλαπλότητας 1, αναπαριστά τον ελάχιστο αριθμό εμφανίσεων του στοιχείου *E*.

Η ιδιότητα τύπου δεδομένων `maxOccurs`, τύπου συμβολοσειράς και πολλαπλότητας 1, αναπαριστά το μέγιστο αριθμό εμφανίσεων του στοιχείου *E*.

Η κλάση `ElementRefType` εξειδικεύεται από την κλάση `SeqElementRefType`, η οποία αποτυπώνει πληροφορία σχετικά με τη χρήση κάποιου στοιχείου σε κάποια ακολουθία. Η πληροφορία αυτή απαρτίζεται, για κάθε XML Schema στοιχείο *SE* που περιέχεται σε XML Schema ακολουθία, από τις ιδιότητες της κλάσης `ElementRefType` και την ιδιότητα τύπου δεδομένων `itemPosition`, ακέραιου τύπου και πολλαπλότητας 1, που αναπαριστά τη θέση του στοιχείου *SE* μέσα στην ακολουθία.

3.3. Το Μοντέλο Αντιστοίχισης XS2OWL

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL, που επιτρέπει την αναπαράσταση της σημαντικής των XML σχημάτων σε OWL-DL σύνταξη. Όπως περιγράφηκε στην ενότητα 3.1, για την αναπαράσταση της σημαντικής ενός XML σχήματος παράγονται αυτόματα, με βάση το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL: **(α)** Μια κύρια οντολογία, που αναπαριστά άμεσα τις XML Schema δομές σε OWL-DL σύνταξη; **(β)** Ένα XML σχήμα τύπων δεδομένων, το οποίο περιέχει τους απλούς τύπους δεδομένων του αρχικού XML σχήματος που χρησιμοποιούνται στην κύρια οντολογία; και **(γ)** Μια οντολογία αντιστοίχισης που αντιστοιχίζει τα ονόματα των δομών του αρχικού XML σχήματος με τις ταυτότητες των αντίστοιχων δομών της κύριας οντολογίας και αποτυπώνει συστηματικά τη σημαντική της XML Schema που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε κάποια OWL δομή.

Για να κατανοηθούν καλύτερα το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL και η λειτουργία του συστήματος που το υλοποιεί, στις υποενότητες που ακολουθούν και περιγράφεται η αναπαράσταση συγκεκριμένων XML Schema δομών σε OWL-DL σύνταξη θα παρουσιαστεί και η εφαρμογή του μοντέλου XS2OWL στις αντίστοιχες δομές του XML σχήματος που φαίνεται στην Εικόνα 22. Το XML σχήμα που φαίνεται στην Εικόνα 22 επιτρέπει την αναπαράσταση λιστών που περιέχουν περιγραφές προσώπων και απαρτίζεται από:

- Τα XML Schema στοιχεία `Persons` (τύπου `PersonsType`) και `Person` (τύπου `PersonType`), που αναπαριστούν, αντίστοιχα, λίστες προσώπων και πρόσωπα. Το στοιχείο `Persons` είναι το στοιχείο-ρίζα του σχήματος.
- Τους σύνθετους XML Schema τύπους `PersonsType` (που αναπαριστά λίστες προσώπων), `PersonType` (που αναπαριστά πρόσωπα), `EmployeeType` (που εξειδικεύει τον τύπο `PersonType` και αναπαριστά εργαζόμενους), `AddressType` (που αναπαριστά διευθύνσεις), `NameType` (που αναπαριστά ονόματα προσώπων), και `IDType` (που αναπαριστά ταυτότητες προσώπων).
- Το XML Schema μοντέλο ομάδας `personGroup`, που αναπαριστά το σύνολο των στοιχείων του τύπου `PersonType`.
- Την XML Schema ομάδα γνωρισμάτων `addressGroup`, που απαρτίζεται από τα γνωρίσματα των διευθύνσεων.
- Το XML Schema γνώρισμα `country`, που αναπαριστά τον κωδικό μιας χώρας.
- Τον απλό XML Schema τύπο `validAgeType`, που ορίζει τις επιτρεπτές τιμές ηλικίας.

```

<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDe-
fault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">

  <xs:element name="Persons" type="PersonsType"/>

  <xs:complexType name="PersonsType">
    <xs:sequence>
      <xs:element ref="Person" maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>

  <xs:element name="Person" type="PersonType"/>

  <xs:complexType name="PersonType">
    <xs:group ref="personGroup"/>
  </xs:complexType>

  <xs:complexType name="EmployeeType">
    <xs:complexContent>
      <xs:extension base="PersonType">
        <xs:sequence>
          <xs:element name="Employer" type="xs:string" maxOccurs="unbounded"/>
        </xs:sequence>
      </xs:extension>
    </xs:complexContent>
  </xs:complexType>

  <xs:group name="personGroup">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="ID" type="IDType"/>
      <xs:element name="Name" type="NameType"/>
      <xs:element name="Address" type="AddressType" maxOccurs="unbounded"/>
      <xs:element name="Age" type="validAgeType"/>
    </xs:sequence>
  </xs:group>

  <xs:complexType name="AddressType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="Street" type="xs:string"/>
      <xs:element name="Number" type="xs:integer"/>
    </xs:sequence>
    <xs:attributeGroup ref="addressGroup"/>
  </xs:complexType>

  <xs:attributeGroup name="addressGroup">
    <xs:attribute ref="country" use="required"/>
    <xs:attribute name="city" type="xs:string"/>
    <xs:attribute name="postCode" type="xs:integer"/>
  </xs:attributeGroup>

  <xs:attribute name="country">
    <xs:simpleType>
      <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:whiteSpace value="collapse"/>
        <xs:pattern value="[a-zA-Z]{2}"/>
      </xs:restriction>
    </xs:simpleType>
  </xs:attribute>

  <xs:complexType name="NameType">
    <xs:all>
      <xs:element name="FirstName" type="xs:string"/>
      <xs:element name="Surname" type="xs:string"/>
    </xs:all>
    <xs:attribute name="prefix" type="xs:string"/>
  </xs:complexType>

```

```

<xs:complexType name="IDType">
  <xs:choice>
    <xs:element name="PassportID" type="xs:integer"/>
    <xs:element name="IdentityCardID" type="xs:string"/>
  </xs:choice>
</xs:complexType>

<xs:simpleType name="validAgeType">
  <xs:restriction base="xs:float">
    <xs:minInclusive value="0.0"/>
    <xs:maxInclusive value="150.0"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:schema>

```

Εικόνα 22: XML Σχήμα για την περιγραφή Προσώπων

Στη συνέχεια περιγράφεται η αναπαράσταση των XML Schema δομών από OWL-DL δομές και συγκεκριμένα, στην υποενότητα 3.3.1 περιγράφεται η αναπαράσταση σύνθετων XML Schema τύπων, στην υποενότητα 3.3.2 περιγράφεται η αναπαράσταση απλών XML Schema τύπων δεδομένων, στην υποενότητα 3.3.3 περιγράφεται η αναπαράσταση XML Schema στοιχείων, στην υποενότητα 3.3.4 περιγράφεται η αναπαράσταση XML Schema γνωρισμάτων, στην υποενότητα 3.3.5 περιγράφεται η αναπαράσταση XML Schema συνόλων, στην υποενότητα 3.3.6 περιγράφεται η αναπαράσταση XML Schema ακολουθιών, στην υποενότητα 3.3.7 περιγράφεται η αναπαράσταση XML Schema επιλογών και στην υποενότητα 3.3.8 περιγράφεται η αναπαράσταση XML Schema αναφορών.

3.3.1. Αναπαράσταση Σύνθετων XML Schema Τύπων

Η OWL-DL αναπαράσταση σύνθετων XML Schema τύπων βάσει του μοντέλου αντιστοίχισης XS2OWL περιγράφεται σ' αυτή την υποενότητα. Όπως έχει ήδη αναφερθεί στην υποενότητα 3.1.2, οι σύνθετοι XML Schema τύποι αναπαρίστανται στην κύρια οντολογία ως OWL κλάσεις που ορίζονται μέσω της OWL δομής `owl:Class` και ως άτομα της κλάσης `"ComplexTypeInfoType"` στην οντολογία αντιστοίχισης.

Έστω ο σύνθετος XML Schema τύπος `ct` που περιγράφεται στην έκφραση (1), όπου:

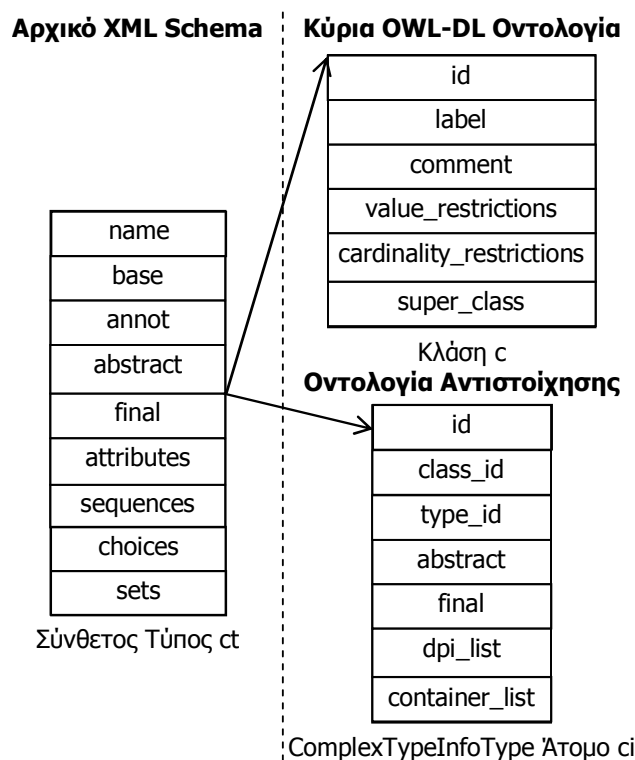
$$ct(name, base, attributes, sequences, sets, choices, annot, abstract, final) \quad (1)$$

- `name` είναι η τιμή του `"name"` γνωρίσματος του σύνθετου XML Schema τύπου `ct`, που αναπαριστά το όνομά του.
- `abstract` είναι η τιμή του προαιρετικού `"abstract"` γνωρίσματος του σύνθετου XML Schema τύπου `ct`, όπου δηλώνεται αν ο τύπος `ct` είναι αφηρημένος.
- `final` είναι η τιμή του προαιρετικού `"final"` γνωρίσματος του σύνθετου XML Schema τύπου `ct`, όπου δηλώνεται αν επιτρέπεται η περαιτέρω εξειδίκευση του τύπου `ct`.
- `base` είναι η τιμή του προαιρετικού (optional) `"base"` γνωρίσματος του σύνθετου XML Schema τύπου `ct` και αναπαριστά τον (απλό ή σύνθετο) τύπο που επεκτείνει ο σύνθετος XML Schema τύπος `ct`.
- `annot` είναι ένα προαιρετικό υπόμνημα που περιγράφει το σύνθετο XML Schema τύπο `ct` και αποτελεί την τιμή του στοιχείου `"annotation"`.
- `attributes` είναι το σύνολο των γνωρισμάτων του σύνθετου XML Schema τύπου `ct`.
- `sequences` είναι το σύνολο των ακολουθιών του σύνθετου XML Schema τύπου `ct`.
- `sets` είναι το σύνολο των συνόλων του σύνθετου XML Schema τύπου `ct`.
- `choices` είναι το σύνολο των επιλογών του σύνθετου XML Schema τύπου `ct`.

Η OWL αναπαράσταση του σύνθετου XML Schema τύπου ct είναι διαφορετική, ανάλογα με το αν αυτός επεκτείνει κάποιο απλό XML Schema τύπο ή κάποιο σύνθετο XML Schema τύπο. Ανεξάρτητα από το γεγονός αυτό, τα στοιχεία και τα γνωρίσματα του σύνθετου XML Schema τύπου ct αναπαρίστανται από ιδιότητες (τύπου δεδομένων και αντικειμένων) στην κύρια οντολογία. Στις παραγράφους που ακολουθούν περιγράφεται αναλυτικά η OWL αναπαράσταση σύνθετων XML Schema τύπων και παρατίθεται ένα παράδειγμα αναπαράστασης σύνθετων XML Schema τύπων σε OWL σύνταξη.

OWL Αναπαράσταση Σύνθετων XML Schema Τύπων που Επεκτείνουν Σύνθετους XML Schema Τύπους

Έστω ο σύνθετος XML Schema τύπος ct , ο οποίος επεκτείνει κάποιο σύνθετο XML Schema τύπο $base$ ή δεν προσδιορίζεται ότι επεκτείνει κάποιο τύπο. Η OWL αναπαράσταση του σύνθετου τύπου ct απεικονίζεται σχηματικά στην Εικόνα 23, όπου φαίνεται ότι ο σύνθετος XML Schema τύπος ct αναπαρίστανται στην κύρια οντολογία από μια OWL κλάση c και στην οντολογία αντιστοίχισης από ένα άτομο ci που ανήκει στην κλάση "ComplexTypeInfoType".



Εικόνα 23: OWL-DL Αναπαράσταση, βάσει του Μοντέλου Αντιστοίχισης XS2OWL, Σύνθετων XML Schema Τύπων που είτε επεκτείνουν Σύνθετους XML Schema Τύπους είτε δεν επεκτείνουν XML Schema Τύπους

Η OWL κλάση c που αναπαρίστα στην κύρια οντολογία το σύνθετο τύπο ct περιγράφεται στην έκφραση (2), όπου:

$$c(id, superclass, label, comment, value_restrictions, cardinality_restrictions) \quad (2)$$

- `id` είναι η ταυτότητα της κλάσης c , που αναπαρίσταται από τη δομή `rfd:ID` και έχει ως τιμή:
 - Την τιμή `name` αν ο σύνθετος τύπος ct είναι τύπος κορυφαίου επιπέδου.
 - Αν ο σύνθετος τύπος ct είναι ανώνυμος τύπος εμφωλευμένος σε κάποιο στοιχείο e , την αυτόματα παραγόμενη τιμή `concatenate(ct_name, '_', element_name, '_UNType')`, όπου:
 - Ο αλγόριθμος `concatenate(...)` παίρνει ως ορίσματα ένα (μη προκαθορισμένο) αριθμό από συμβολοσειρές και επιστρέφει τη συνένωσή τους.

- Το `ct_name` έχει την τιμή:
 - Αν το στοιχείο `e` είναι εμφωλευμένο σε κάποιο σύνθετο τύπο `ct`, την τιμή του `"name"` γνωρίσματος του τύπου `ct`.
 - Αν το στοιχείο `e` είναι στοιχείο κορυφαίου επιπέδου, την τιμή `"NS"`.
- `element_name` είναι η τιμή του `"name"` γνωρίσματος του στοιχείου `e`.
- `superclass` είναι η ταυτότητα της κλάσης που επεκτείνεται από την κλάση `c`, έχει τιμή `base` και υλοποιείται μέσω της OWL δομής `owl:subClassOf`.
- `label` είναι η ετικέτα της κλάσης `c`, που έχει τιμή `id` και υλοποιείται μέσω της OWL δομής `rdfs:label`.
- `comment` είναι ένα (προαιρετικό) σχόλιο που περιγράφει την κλάση `c`, έχει ως τιμή το `annot` και υλοποιείται μέσω της OWL δομής `rdfs:comment`.
- `value_restrictions` είναι το σύνολο των περιορισμών τιμής (που ορίζονται μέσω της OWL δομής `owl:hasValue`) και αναπαριστούν τυχόν σταθερές τιμές που έχουν οριστεί για κάποια γνωρίσματα ή απλού τύπου στοιχεία του σύνθετου τύπου `ct`. Οι τιμές των περιορισμών είναι οι τιμές του `"fixed"` γνωρίσματος των αντίστοιχων δομών (στοιχείων ή γνωρισμάτων).
- `cardinality_restrictions` είναι το σύνολο των περιορισμών πολλαπλότητας που συνδέονται με τις ιδιότητες που αναπαριστούν τα γνωρίσματα και τα στοιχεία του σύνθετου τύπου `ct`.
 - Οι περιορισμοί πολλαπλότητας που οφείλονται στα γνωρίσματα του σύνθετου τύπου `ct` καθορίζονται ως εξής:
 - Αν κάποιο γνώρισμα του σύνθετου τύπου `ct` έχει την τιμή `"required"` στο `"use"` γνώρισμά του, η τιμή αυτή αναπαρίσταται από ένα περιορισμό πολλαπλότητας με τιμή 1 για την ιδιότητα τύπου δεδομένων που αναπαριστά το γνώρισμα (που αναπαρίσταται μέσω της δομής `owl:cardinality`).
 - Αν κάποιο γνώρισμα του σύνθετου τύπου `ct` έχει την τιμή `"prohibited"` στο `"use"` γνώρισμά του, η τιμή αυτή αναπαρίσταται από ένα περιορισμό πολλαπλότητας με τιμή 0 για την ιδιότητα τύπου δεδομένων που αναπαριστά το γνώρισμα.
 - Αν κάποιο γνώρισμα του σύνθετου τύπου `ct` έχει την τιμή `"optional"` στο `"use"` γνώρισμά του ή το γνώρισμα `"use"` είναι απόν, η τιμή αυτή αναπαρίσταται από ένα περιορισμό μέγιστης πολλαπλότητας με τιμή 1 για την ιδιότητα τύπου δεδομένων που αναπαριστά το γνώρισμα (που αναπαρίσταται μέσω της δομής `owl:maxCardinality`).
 - Οι περιορισμοί πολλαπλότητας που οφείλονται στα στοιχεία που περιέχονται στις ακολουθίες, τα σύνολα και τις επιλογές του σύνθετου τύπου `ct` ορίζονται με βάση τις τιμές των χαρακτηριστικών `"minOccurs"` και `"maxOccurs"` των στοιχείων, των ακολουθιών, των συνόλων και των επιλογών (για λεπτομέρειες βλέπε τις υποενότητες 3.3.5, 3.3.6 και 3.3.7).

Η αντιστοίχιση των σύνθετων XML Schema τύπων που επεκτείνουν σύνθετους XML Schema τύπους του αρχικού σχήματος με τις OWL-DL κλάσεις της κύριας οντολογίας καθώς και η πληροφορία που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL για τους σύνθετους XML Schema τύπους που επεκτείνουν σύνθετους XML Schema τύπους αναπαρίστανται στην οντολογία αντιστοίχισης από ένα άτομο `ci` που ανήκει στην κλάση `"ComplexTypeInfoType"` και περιγράφεται από την έκφραση (3), όπου:

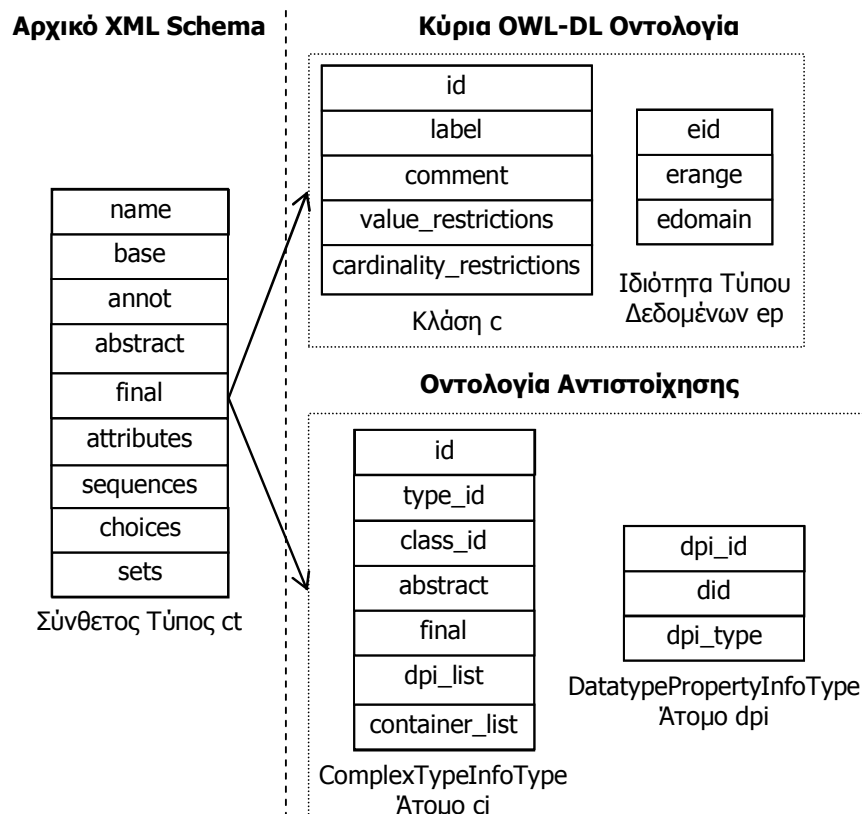
$$ci(id, type_id, class_id, abstract, final, dpi_list, container_list) \quad (3)$$

- `id` είναι η ταυτότητα του ατόμου `ci` και έχει την τιμή `name`.
- `type_id` είναι το όνομα του σύνθετου τύπου `ct`, έχει την τιμή `name` και αναπαρίσταται από την `"typeID"` ιδιότητα τύπου δεδομένων του ατόμου `ci`.

- `class_id` είναι η ταυτότητα της κλάσης `c`, που αναπαριστά το σύνθετο τύπο `ct` στην κύρια οντολογία. Το `class_id` αναπαρίσταται από την `"classID"` ιδιότητα τύπου δεδομένων του ατόμου `ci`.
- `abstract` είναι η πληροφορία για το αν ο σύνθετος τύπος `ct` είναι αφηρημένος και αναπαρίσταται από την `"abstract"` ιδιότητα τύπου δεδομένων του ατόμου `ci`.
- `final` είναι η πληροφορία για το αν ο σύνθετος τύπος `ct` επιτρέπεται να εξειδικευτεί περαιτέρω και αναπαρίσταται από τη `"final"` ιδιότητα τύπου δεδομένων του ατόμου `ci`.
- `dpi_list` είναι το σύνολο των αναπαραστάσεων των ιδιοτήτων τύπου δεδομένων της κλάσης `c`.
- `container_list` είναι το σύνολο των αναπαραστάσεων των δοχείων (containers), που μπορεί να είναι σύνολα, ακολουθίες ή επιλογές, του σύνθετου τύπου `ct` και αντιστοιχούν στα `sequences`, `sets` και `choices`.

OWL Αναπαράσταση Σύνθετων XML Schema Τύπων που Επεκτείνουν Σύνθετους XML Schema Τύπους

Έστω ο σύνθετος τύπος `ct`, ο οποίος επεκτείνει κάποιο απλό τύπο `base`. Η αναπαράσταση του σύνθετου τύπου `ct` απεικονίζεται σχηματικά στην Εικόνα 24, όπου φαίνεται ότι ο σύνθετος XML Schema τύπος `ct` αναπαρίσταται: **(α)** Στην κύρια οντολογία από μια OWL κλάση `c` και μια ιδιότητα τύπου δεδομένων `ep` που εκφράζει το ότι ο σύνθετος τύπος `ct` επεκτείνει τον απλό τύπο `base`; και **(β)** Στην οντολογία αντιστοίχισης από ένα άτομο `ci` που ανήκει στην κλάση `"ComplexTypeInfoType"` και από ένα άτομο `dpi` που ανήκει στην κλάση `"DatatypePropertyInfoType"`.



Εικόνα 24: OWL-DL Αναπαράσταση, βάσει του Μοντέλου Αντιστοίχισης XS2OWL, Σύνθετων XML Schema Τύπων που επεκτείνουν Απλούς XML Schema Τύπους

Ο σύνθετος τύπος `ct` αναπαρίσταται στην κύρια οντολογία από την OWL κλάση `c` που περιγράφεται στην έκφραση (4) και την ιδιότητα τύπου δεδομένων `ep` που εκφράζει το ότι ο σύνθετος τύπος

ct επεκτείνει κάποιο απλό τύπο και περιγράφεται στην έκφραση (5). Η κλάση c και τα id, label, comment, value_restrictions, cardinality_restrictions έχουν τη σημαντική που συναντάται στις κλάσεις που αναπαριστούν σύνθετους τύπους που επεκτείνουν σύνθετους τύπους. Για την ιδιότητα τύπου δεδομένων ep ισχύουν τα εξής:

$$c(id, label, comment, value_restrictions, cardinality_restrictions) \quad (4)$$

$$ep(eid, erange, edomain) \quad (5)$$

- eid είναι η ταυτότητα της ιδιότητας τύπου δεδομένων ep και έχει τιμή concatenate(base, '_content').
- erange είναι το πεδίο τιμών της ιδιότητας ep και έχει τιμή base.
- edomain είναι το πεδίο ορισμού της ιδιότητας ep και έχει την τιμή της ταυτότητας id της κλάσης c.

Η αντιστοίχιση των σύνθετων XML Schema τύπων που επεκτείνουν απλούς XML Schema τύπους του αρχικού σχήματος με τις OWL-DL κλάσεις της κύριας οντολογίας καθώς και η πληροφορία που δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL για τους σύνθετους XML Schema τύπους που επεκτείνουν απλούς XML Schema τύπους αναπαρίστανται στην οντολογία αντιστοίχισης από ένα άτομο ci που ανήκει στην κλάση "ComplexTypeInfoType" και περιγράφεται από την έκφραση (3), και από ένα άτομο dpi που ανήκει στην κλάση "DatatypePropertyTypeInfoType" και περιγράφεται από την έκφραση (6). Η σημαντική των συστατικών του ατόμου dpi είναι η εξής:

$$dpi(dpi_id, did, dpi_type) \quad (6)$$

- dpi_id είναι η ταυτότητα της ιδιότητας τύπου δεδομένων dpi και έχει την ίδια τιμή με την ταυτότητα της ιδιότητας τύπου δεδομένων ep.
- did είναι η ταυτότητα της ιδιότητας τύπου δεδομένων ep και αναπαρίσταται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων "datatypePropertyID".
- dpi_type είναι το είδος της ιδιότητας τύπου δεδομένων ep, που αναπαρίσταται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων "datatypePropertyType", και καθώς αυτή αναπαριστά την επέκταση κάποιου απλού τύπου από το σύνθετο τύπο ct έχει την τιμή "Extension".

Παράδειγμα

Έστω ως παράδειγμα ο σύνθετος τύπος "PersonType" και ο τύπος "EmployeeType" που τον επεκτείνει, οι οποίοι ορίστηκαν στην Εικόνα 22. Οι σύνθετοι αυτοί τύποι αναπαρίστανται, αντίστοιχα, στην κύρια οντολογία από τις OWL κλάσεις "PersonType" και "EmployeeType" όπως φαίνεται στην Εικόνα 25 και στην οντολογία αντιστοίχισης από τα OWL άτομα "PersonType" και "EmployeeType" της κλάσης "ComplexTypeInfoType", όπως φαίνεται στην Εικόνα 26.

```
<owl:Class rdf:ID="PersonType">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class>
      <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Restriction>
          <owl:onProperty rdf:resource="#ID_personGroup__IDType"/>
          <owl:cardinality rdf:datatype="&xsd;integer">1</owl:cardinality>
        </owl:Restriction>
        <owl:Restriction>
          <owl:onProperty rdf:resource="#Name_personGroup__NameType"/>
          <owl:cardinality rdf:datatype="&xsd;integer">1</owl:cardinality>
        </owl:Restriction>
        <owl:Restriction>
          <owl:onProperty rdf:resource="#Address_personGroup__AddressType"/>
```

```

        <owl:minCardinality
rdf:datatype="&xsd;integer">1</owl:minCardinality>
        </owl:Restriction>
        <owl:Restriction>
            <owl:onProperty rdf:resource="#Age_personGroup_validAgeType"/>
            <owl:cardinality rdf:datatype="&xsd;integer">1</owl:cardinality>
        </owl:Restriction>
        </owl:intersectionOf>
    </owl:Class>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:label>PersonType</rdfs:label>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="EmployeeType">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#PersonType"/>
    <rdfs:subClassOf>
        <owl:Class>
            <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
                <owl:Restriction>
                    <owl:onProperty rdf:resource="#Employer_xs_string"/>
                    <owl:minCardinality
rdf:datatype="&xsd;integer">1</owl:minCardinality>
                </owl:Restriction>
            </owl:intersectionOf>
        </owl:Class>
    </rdfs:subClassOf>
    <rdfs:label>EmployeeType</rdfs:label>
</owl:Class>

```

Εικόνα 25: Οι OWL Κλάσεις που αναπαριστούν στην Κύρια Οντολογία τους Σύνθετους XML Schema Τύπους "PersonType" και "EmployeeType" που ορίστηκαν στην Εικόνα 22

```

<ox:XSDComplexTypeInfoType rdf:ID="PersonType">
    <ox:typeID>PersonType</ox:typeID>
    <ox:classID>PersonType</ox:classID>
    <ox:ElementContainer>
        <ox:SequenceInfoType rdf:ID="PersonType_sequence_1_1">
            <!-- sequence element info -->
        </ox:SequenceInfoType>
    </ox:ElementContainer>
    <ox:DatatypePropertyInfo>
        <!-- datatype property info -->
    </ox:DatatypePropertyInfo>
</ox:XSDComplexTypeInfoType>

<ox:XSDComplexTypeInfoType rdf:ID="EmployeeType">
    <ox:typeID>EmployeeType</ox:typeID>
    <ox:classID>EmployeeType</ox:classID>
    <ox:ElementContainer>
        <ox:SequenceInfoType rdf:ID="PersonType_sequence_1_1">
            <!-- sequence element info -->
        </ox:SequenceInfoType>
    </ox:ElementContainer>
    <ox:DatatypePropertyInfo>
        <!-- datatype property info -->
    </ox:DatatypePropertyInfo>
</ox:XSDComplexTypeInfoType>

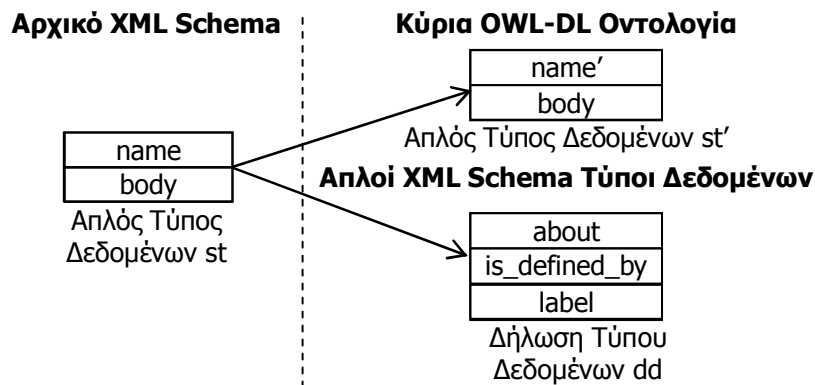
```

Εικόνα 26: Τα OWL Άτομα που αναπαριστούν στην Οντολογία Αντιστοίχισης τους Σύνθετους XML Schema Τύπους "PersonType" και "EmployeeType" που ορίστηκαν στην Εικόνα 22

3.3.2. Αναπαράσταση Απλών XML Schema Τύπων Δεδομένων

Σ' αυτή την υποενότητα περιγράφεται η OWL-DL αναπαράσταση απλών XML Schema τύπων δεδομένων (simple XML Schema datatypes), με βάση το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL.

Η OWL δεν παρέχει άμεση υποστήριξη για τον ορισμό απλών τύπων δεδομένων, επιτρέπει όμως τη χρήση υπαρχόντων απλών XML Schema τύπων δεδομένων. Οι τύποι αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε OWL οντολογίες αν έχουν δηλωθεί με τη χρήση της OWL δομής `rdfs:Datatype`. Έτσι, οι απλοί τύποι δεδομένων που ορίζονται στο αρχικό XML σχήμα αναπαρίστανται με βάση το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL, όπως φαίνεται στην Εικόνα 27, από ένα απλό XML Schema τύπο δεδομένων στο παραγόμενο XML σχήμα απλών τύπων δεδομένων και από μια δήλωση τύπου δεδομένων στην κύρια οντολογία.



Εικόνα 27: OWL-DL Αναπαράσταση, βάσει του Μοντέλου Αντιστοίχισης XS2OWL, Απλών XML Schema Τύπων Δεδομένων

Έστω ο απλός XML Schema τύπος δεδομένων `st` που περιγράφεται από την έκφραση (7) όπου:

$$st(name, body) \quad (7)$$

- `name` είναι το όνομα του απλού XML Schema τύπου δεδομένων `st`, που αναπαρίσταται από την τιμή του "name" γνωρίσματός του (αν ο τύπος είναι ανώνυμος, το όνομά του έχει κενή τιμή).
- `body` είναι το κυρίως τμήμα του ορισμού του απλού XML Schema τύπου δεδομένων `st`.

Με βάση το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL αναπαρίσταται, με βάση το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL, από τον απλό XML Schema τύπο δεδομένων `st'` που περιγράφεται από την έκφραση (8) στο παραγόμενο XML σχήμα απλών τύπων δεδομένων και από τη δήλωση τύπου δεδομένων `dd` που περιγράφεται από την έκφραση (9) στην κύρια οντολογία.

$$st'(name', body) \quad (8)$$

$$dd(about, is_defined_by, label) \quad (9)$$

Ο απλός τύπος δεδομένων `st'` έχει τον ίδιο ορισμό (`body`) με τον αρχικό τύπο `st`, ενώ για το όνομά του `name'` ισχύουν τα εξής:

- Αν ο αρχικός τύπος `st` είναι απλός τύπος κορυφαίου επιπέδου, το `name'` παίρνει την τιμή `name` του ονόματος του αρχικού τύπου `st`.
- Αν ο αρχικός τύπος `st` είναι ανώνυμος απλός τύπος δεδομένων, εμφωλευμένος στον ορισμό της δομής `ae` (η οποία μπορεί να είναι γνώρισμα ή στοιχείο απλού τύπου), το `name'` παίρνει την τιμή `concatenate(ct_name, '_', ae_name, '_UNType')`, όπου:
 - `ct_name` είναι το όνομα του σύνθετου τύπου όπου ορίζεται η δομή `ae`. Αν η δομή `ae` είναι δομή κορυφαίου επιπέδου, το `ct_name` παίρνει την τιμή "NS".
 - `ae_name` είναι το όνομα της δομής `ae`.

Η σημαντική της δήλωσης τύπου δεδομένων `dd` στην κύρια οντολογία είναι η εξής:

- `is_defined_by` είναι το URI του XML σχήματος που περιέχει τους απλούς τύπους δεδομένων και αναπαρίσταται μέσω της δομής `rdfs:isDefinedBy`.
- `about` είναι η αναφορά στον απλό τύπο δεδομένων `st` από τη δήλωση τύπου δεδομένων `dd`, αναπαρίσταται μέσω της δομής `rdf:about` και έχει την τιμή `concatenate(is_defined_by, name)`.
- `label` είναι η ετικέτα της δήλωσης τύπου δεδομένων `dd` και έχει τιμή `name`.

Έστω, ως παράδειγμα, ο ανώνυμος απλός XML Schema τύπος δεδομένων που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο γνώρισμα `"country"`, ο οποίος εξειδικεύει τον τύπο της συμβολοσειράς (`"xs:string"`) και αναπαριστά κωδικούς χωρών. Ο τύπος δεδομένων που τον αναπαριστά στο XML Schema όπου αποθηκεύονται οι ορισμοί των απλών τύπων δεδομένων παρουσιάζεται στην Εικόνα 28 και η OWL δήλωση τύπου δεδομένων για τον τύπο αυτό στην κύρια οντολογία παρουσιάζεται στην Εικόνα 29.

```
<simpleType name="NS_country_UNType">
  <restriction base="xs:string">
    <whiteSpace value="collapse"/>
    <pattern value="[a-zA-Z]{2}"/>
  </restriction>
</simpleType>
```

Εικόνα 28: Ο Απλός XML Schema Τύπος Δεδομένων "NS_country_UNType" που αναπαριστά τον Ανώνυμο Απλό Τύπο Δεδομένων που περιγράφει Κωδικούς Χωρών και ορίστηκε στην Εικόνα 22

```
<rdfs:Datatype rdf:about="&datatypes;NS_country_UNType">
  <rdfs:isDefinedBy rdf:resource="&datatypes;"/>
  <rdfs:label>NS_country_UNType</rdfs:label>
</rdfs:Datatype>
```

Εικόνα 29: OWL Δήλωση στην Κύρια Οντολογία του Απλού XML Schema Τύπου Δεδομένων "NS_country_UNType" που ορίζεται στην Εικόνα 28

3.3.3. Αναπαράσταση XML Schema Στοιχείων

Στην υποενότητα αυτή περιγράφεται η αναπαράσταση XML Schema στοιχείων (elements) σε OWL-DL σύνταξη, με βάση το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL. Όπως έχει ήδη αναφερθεί στην υποενότητα 3.1.2, τα XML Schema στοιχεία αναπαρίστανται στην κύρια οντολογία ως OWL ιδιότητες: Τα στοιχεία απλού τύπου αναπαρίστανται ως ιδιότητες τύπου δεδομένων (μέσω της δομής `owl:DatatypeProperty`) και τα στοιχεία σύνθετου τύπου αναπαρίστανται ως ιδιότητες αντικειμένων (μέσω της δομής `owl:ObjectProperty`). Στην οντολογία αντιστοίχισης, τα XML Schema στοιχεία αναπαρίστανται ως άτομα της κλάσης `"ElementInfoType"`. Επιπλέον, για τα στοιχεία απλού τύπου δημιουργούνται στην οντολογία αντιστοίχισης και άτομα της κλάσης `"DatatypePropertyInfoType"`.

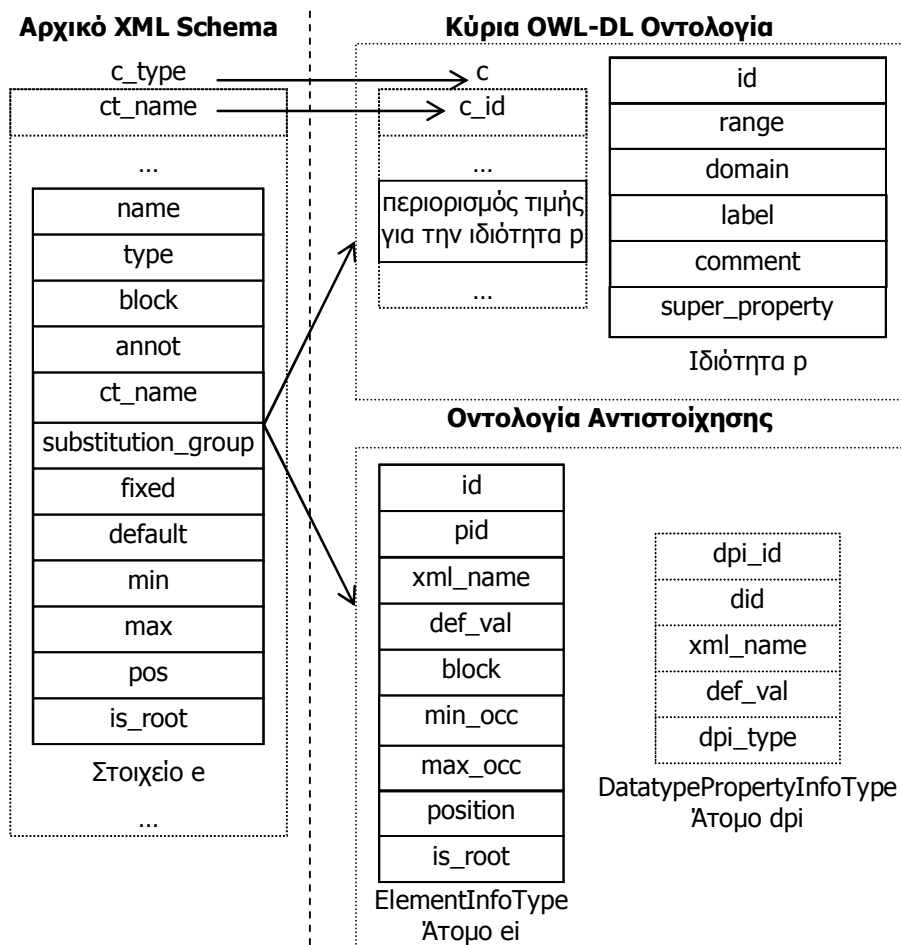
Έστω το XML Schema στοιχείο e που περιγράφεται από την έκφραση (10), όπου:

$$e(\text{name}, \text{type}, \text{block}, \text{annot}, \text{ct_name}, \text{substitution_group}, \text{default}, \text{min}, \text{max}, \text{pos}, \text{is_root}) \quad (10)$$

- `name` είναι το όνομα του XML Schema στοιχείου e .
- `type` είναι ο τύπος του XML Schema στοιχείου e , που αναπαρίσταται από την τιμή του `"type"` γνωρίσματός του.
- `block` είναι η τιμή του προαιρετικού `"block"` γνωρίσματός του XML Schema στοιχείου e , όπου δηλώνεται αν επιτρέπεται η περαιτέρω εξειδίκευση του στοιχείου αυτού.

- `annot` είναι ένα προαιρετικό υπόμνημα που περιγράφει το XML Schema στοιχείο e .
- `ct_name` είναι το όνομα του σύνθετου XML Schema τύπου μέσα στον οποίο ορίζεται το στοιχείο e (αν το στοιχείο e είναι στοιχείο κορυφαίου επιπέδου, το `ct_name` έχει την τιμή "null").
- `substitution_group` είναι ένα προαιρετικό στοιχείο που επεκτείνεται από το στοιχείο e .
- `fixed` είναι η προκαθορισμένη τιμή του στοιχείου e , που αναπαρίσταται από την τιμή του προαιρετικού "fixed" γνωρίσματός του.
- `default` είναι η εξ' ορισμού τιμή του στοιχείου e , που αναπαρίσταται από την τιμή του προαιρετικού "default" γνωρίσματός του.
- `min` είναι ο ελάχιστος επιτρεπτός αριθμός εμφανίσεων του στοιχείου e , που αναπαρίσταται από την τιμή του "minOccurs" γνωρίσματός του.
- `max` είναι ο μέγιστος επιτρεπτός αριθμός εμφανίσεων του στοιχείου e , που αναπαρίσταται από την τιμή του "maxOccurs" γνωρίσματός του.
- Αν το στοιχείο e αποτελεί μέλος μιας ακολουθίας, `pos` είναι η θέση του στοιχείου e μέσα στην ακολουθία.
- Η τιμή `is_root` είναι δυαδική και εκφράζει αν το στοιχείο e είναι το στοιχείο-ρίζα του XML σχήματος.

Η OWL-DL αναπαράσταση του στοιχείου e με βάση το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL απεικονίζεται σχηματικά στην Εικόνα 30.



Εικόνα 30: OWL-DL Αναπαράσταση, βάσει του Μοντέλου Αντιστοίχισης XS2OWL, XML Schema Στοιχείων

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 30, το στοιχείο e αναπαρίσταται στην κύρια οντολογία από την ιδιότητα (τύπου δεδομένων αν είναι στοιχείο απλού τύπου, αντικειμένων αν είναι στοιχείο σύνθετου τύπου) p που περιγράφεται από την έκφραση (11), όπου:

$$p(id, range, domain, label, comment, super_property) \quad (11)$$

- id είναι η ταυτότητα της ιδιότητας p και έχει την τιμή `concatenate(name, '___', type)`.
- $label$ είναι η (προαιρετική) ετικέτα της ιδιότητας p και έχει ως τιμή το `name`.
- $range$ είναι το (προαιρετικό) πεδίο τιμών της ιδιότητας p , που αναπαρίσταται μέσω της OWL δομής `rdfs:range` και έχει την τιμή `type`. Αν το `type` έχει την τιμή "null", το $range$ είναι απόν από την ιδιότητα p .
- $domain$ είναι το (προαιρετικό) πεδίο ορισμού της ιδιότητας p , που αναπαρίσταται μέσω της OWL δομής `rdfs:domain` και έχει την τιμή `ct_name`. Αν το `ct_name` έχει την τιμή "null", το $domain$ είναι απόν από την ιδιότητα p .
- $comment$ είναι ένα (προαιρετικό) σχόλιο που περιγράφει την ιδιότητα p και έχει ως τιμή το `annot`.
- $super_property$ είναι ο προσδιορισμός της ιδιότητας που εξειδικεύεται από την p , αναπαρίσταται μέσω της OWL δομής `rdfs:subPropertyOf` και έχει ως τιμή το `substitution_group`.

Επιπλέον, η (προαιρετική) προκαθορισμένη τιμή (*fixed*) του στοιχείου e αναπαρίσταται ως περιορισμός τιμής στον ορισμό κάθε κλάσης c που αναπαριστά κάποιο τύπο `c_type` ο οποίος περιέχει ή χρησιμοποιεί το στοιχείο e .

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 30, το XML Schema στοιχείο e αναπαρίσταται στην οντολογία αντιστοίχησης από το άτομο ei της κλάσης "ElementInfoType", το οποίο περιγράφεται από την έκφραση (12). Επιπλέον, αν το στοιχείο e είναι απλού τύπου, οπότε αναπαρίσταται στην κύρια οντολογία από ιδιότητα αντικειμένων, η αναπαράστασή του στην οντολογία αντιστοίχησης συμπληρώνεται από ένα άτομο dpi που ανήκει στην κλάση "DatatypePropertyInfoType" και περιγράφεται από την έκφραση (13).

$$ei(id, pid, xml_name, def_val, block, min_occ, max_occ, position, is_root) \quad (12)$$

$$dpi(dpi_id, did, xml_name, def_val, dpi_type) \quad (13)$$

Η σημαντική του ατόμου ei είναι η εξής:

- id είναι η ταυτότητα του ατόμου ei και έχει την τιμή `concatenate(ct_name, '___', name, '___', type, '___ei')`.
- pid είναι η ταυτότητα της ιδιότητας p , που αναπαριστά το στοιχείο e στην κύρια οντολογία, και αναπαρίσταται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων "propertyID" του ατόμου ei .
- xml_name είναι το όνομα του στοιχείου e και αναπαρίσταται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων "elementID" του ατόμου ei .
- def_val είναι η εξ' ορισμού τιμή του στοιχείου e , έχει την τιμή `default` και αναπαρίσταται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων "default" του ατόμου ei .
- Το $block$ δηλώνει αν επιτρέπεται η περαιτέρω εξειδίκευση του στοιχείου e , αναπαρίσταται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων "block" του ατόμου ei και έχει την τιμή `block`.
- Το is_root δηλώνει αν το στοιχείο e είναι το στοιχείο-ρίζα του XML σχήματος, αναπαρίσταται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων "isRoot" του ατόμου ei και έχει την τιμή `is_root`.
- min_occ είναι ο ελάχιστος επιτρεπτός αριθμός εμφανίσεων του στοιχείου e , αναπαρίσταται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων "minOccurs" του ατόμου ei και έχει την τιμή `min`.

- `max_occ` είναι ο μέγιστος επιτρεπτός αριθμός εμφανίσεων του στοιχείου e , αναπαρίσταται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων `"maxOccurs"` του ατόμου ei και έχει την τιμή του `max`.
- `position` είναι η θέση του στοιχείου e , αν αυτό αποτελεί μέλος μιας ακολουθίας, και έχει τιμή `pos`. Το `position` αναπαρίσταται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων `"itemPosition"` του ατόμου ei .

Η σημαντική του ατόμου dpi είναι η εξής:

- `dpi_id` είναι η ταυτότητα του ατόμου dpi και έχει την τιμή `concatenate(ct_name, '\_', name, '\_', type)`.
- `did` είναι η ταυτότητα `id` της ιδιότητας τύπου δεδομένων p που αναπαριστά το στοιχείο e στην κύρια οντολογία.
- `xml_name` είναι το όνομα του στοιχείου e και αναπαρίσταται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων `"XMLConstructID"` του ατόμου dpi .
- Το `def_val` είναι η εξ' ορισμού τιμή του στοιχείου e και έχει την τιμή `default`.
- Το `dpi_type` είναι το είδος της δομής που αναπαριστά η ιδιότητα τύπου δεδομένων p , και έχει την τιμή `"Element"`.

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Person__PersonType">
  <rdfs:range rdf:resource="#PersonType"/>
  <rdfs:label>Person</rdfs:label>
</owl:ObjectProperty>
```

Εικόνα 31: Η OWL Ιδιότητα Αντικειμένων "Person__PersonType" που αναπαριστά στην Κύρια Οντολογία το Στοιχείο "Persons" που ορίστηκε στην Εικόνα 22

```
<ox:ElementInfoType rdf:ID="Person__PersonType__ei">
  <ox:propertyID>Person__PersonType</ox:propertyID>
  <ox:elementID>Person</ox:elementID>
  <ox:isRoot>false</ox:isRoot>
</ox:ElementInfoType>
```

Εικόνα 32: Το OWL Άτομο "Person__PersonType__ei" που αναπαριστά στην Οντολογία Αντιστοίχισης το Στοιχείο "Persons" που ορίστηκε στην Εικόνα 22

Ως παράδειγμα, έστω το κορυφαίο επιπέδου στοιχείο `"Person"`, που ορίστηκε στην Εικόνα 22 και έχει ως τύπο το σύνθετο XML Schema τύπο `"PersonType"`. Το στοιχείο `"Person"` αναπαρίσταται στην κύρια οντολογία από την OWL ιδιότητα αντικειμένων `"Person__PersonType"`, που φαίνεται στην Εικόνα 31 και στην οντολογία αντιστοίχισης από το OWL άτομο `"Person__PersonType__ei"` της κλάσης `"ElementInfoType"`, όπως φαίνεται στην Εικόνα 32.

Αναπαράσταση XML Schema Μοντέλων Ομάδων

Η αναπαράσταση XML Schema μοντέλων ομάδων (model groups) σε OWL-DL σύνταξη, με βάση το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL περιγράφεται στις παραγράφους που ακολουθούν. Τα XML Schema μοντέλα ομάδων είναι στην ουσία σύνολα στοιχείων, που οργανώνονται σε XML Schema δοχεία (ακολουθίες, επιλογές και σύνολα), τα οποία μπορεί με τη σειρά τους να αποτελούν μέλη ακολουθιών ή επιλογών. Έτσι, τα XML Schema μοντέλα ομάδων αναπαρίστανται στην κύρια οντολογία ως σύνολα ιδιοτήτων, καθεμιά από τις οποίες αναπαριστά ένα στοιχείο που ανήκει σε ακολουθία, επιλογή ή σύνολο που ορίζεται μέσα στο μοντέλο ομάδας, και στην οντολογία αντιστοίχισης ως σύνολα ατόμων της κλάσης `"ElementInfoType"`. Επιπλέον, για τα στοιχεία απλού τύπου των μοντέλων ομάδας δημιουργούνται στην οντολογία αντιστοίχισης και άτομα της κλάσης `"DatatypePropertyInfoType"`.

Έστω μοντέλο ομάδας g , που απαρτίζεται από n δοχεία, τα οποία μπορεί να είναι ακολουθίες, σύνολα ή επιλογές. Το μοντέλο ομάδας g περιγράφεται από την έκφραση (14), όπου:

$$g(g_name, (l_1, l_2, \dots, l_n)) \quad (14)$$

- g_name είναι το όνομα του μοντέλου ομάδας g .
- l_i , με $1 \leq i \leq n$, είναι τα δοχεία που απαρτίζουν το μοντέλο ομάδας g . Έστω δοχείο l_i , που περιέχει m στοιχεία (τα οποία μπορεί να ανήκουν άμεσα σε αυτό ή στα δοχεία που είναι μέλη του) και περιγράφεται από την έκφραση (15), όπου για $1 \leq i \leq n$ και για $1 \leq j \leq m$ ισχύουν τα εξής:

$$l_i(e_{i1}(\text{name}_{i1}, \text{type}_{i1}, \text{annot}_{i1}, \text{substitution_group}_{i1}, \text{block}_{i1}, \text{default}_{i1}, \text{min}_{i1}, \text{max}_{i1}, \text{pos}_{i1}), \dots, e_{im}(\text{name}_{im}, \text{type}_{im}, \text{annot}_{im}, \text{substitution_group}_{im}, \text{block}_{im}, \text{default}_{im}, \text{min}_{im}, \text{max}_{im}, \text{pos}_{im})) \quad (15)$$

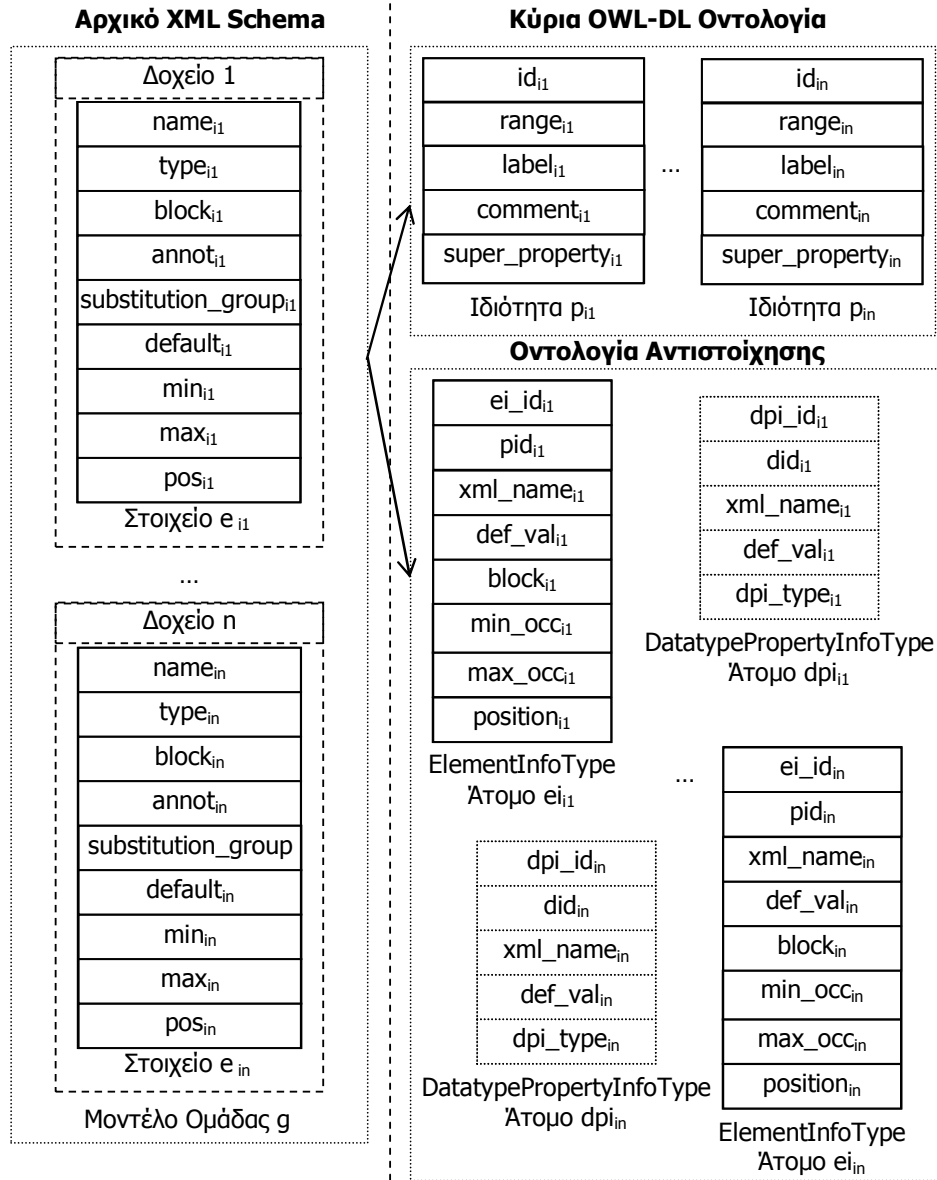
- name_{ij} είναι το όνομα του στοιχείου e_{ij} .
- type_{ij} είναι ο (προαιρετικός) τύπος του στοιχείου e_{ij} .
- annot_{ij} είναι ένα (προαιρετικό) υπόμνημα που περιγράφει το στοιχείο e_{ij} .
- $\text{substitution_group}_{ij}$ είναι ένα (προαιρετικό) στοιχείο που επεκτείνεται από το στοιχείο e_{ij} .
- block_{ij} είναι η τιμή του (προαιρετικού) “block” γνωρίσματός του στοιχείου e_{ij} , όπου δηλώνεται αν επιτρέπεται η περαιτέρω εξειδίκευση του στοιχείου αυτού.
- default_{ij} είναι η εξ’ ορισμού τιμή του στοιχείου e_{ij} , που αναπαρίσταται από την τιμή του (προαιρετικού) “default” γνωρίσματός του.
- min_{ij} είναι ο ελάχιστος επιτρεπτός αριθμός εμφανίσεων του στοιχείου e_{ij} , που αναπαρίσταται από την τιμή του “minOccurs” γνωρίσματός του.
- max_{ij} είναι ο μέγιστος επιτρεπτός αριθμός εμφανίσεων του στοιχείου e_{ij} , που αναπαρίσταται από την τιμή του “maxOccurs” γνωρίσματός του.
- Αν το στοιχείο e_{ij} αποτελεί μέλος μιας ακολουθίας, pos_{ij} είναι η θέση του στοιχείου e_{ij} μέσα στην ακολουθία.

Η OWL-DL αναπαράσταση του μοντέλου ομάδας g με βάση το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL απεικονίζεται σχηματικά στην Εικόνα 33. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 33, το μοντέλο ομάδας g αναπαρίσταται στην κύρια οντολογία από ένα σύνολο ιδιοτήτων p_{ij} για $1 \leq i \leq n$ και $1 \leq j \leq m$, που περιγράφονται από την έκφραση (16), όπου:

$$p_{ij}(\text{id}_{ij}, \text{range}_{ij}, \text{label}_{ij}, \text{comment}_{ij}, \text{super_property}_{ij}) \quad (16)$$

- id_{ij} είναι η ταυτότητα της ιδιότητας p_{ij} και έχει την τιμή $\text{concatenate}(g_name, \text{‘_’}, \text{name}_{ij})$.
- range_{ij} είναι το (προαιρετικό) πεδίο τιμών της ιδιότητας p_{ij} και έχει την τιμή type_{ij} .
- label_{ij} είναι η επικέτα της ιδιότητας p_{ij} και έχει ως τιμή το name_{ij} .
- comment_{ij} είναι ένα (προαιρετικό) σχόλιο που περιγράφει την ιδιότητα p_{ij} και έχει ως τιμή το annot_{ij} .
- $\text{super_property}_{ij}$ είναι ο προσδιορισμός της (προαιρετικής) ιδιότητας που εξειδικεύεται από την p_{ij} και έχει ως τιμή το $\text{substitution_group}_{ij}$.

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 33, το XML Schema μοντέλο ομάδας g αναπαρίσταται στην οντολογία αντιστοίχισης από ένα σύνολο ατόμων e_{ij} για $1 \leq i \leq n$ και $1 \leq j \leq m$, της κλάσης “ElementInfoType” που περιγράφονται από την έκφραση (17). Επιπλέον, η αναπαράσταση στην οντολογία αντιστοίχισης κάθε στοιχείου απλού τύπου του μοντέλου ομάδας g συμπληρώνεται από ένα άτομο dpi_{kl} που ανήκει στην κλάση “DatatypePropertyInfoType” και περιγράφεται από την έκφραση (18).



Εικόνα 33: OWL-DL Αναπαράσταση, βάσει του Μοντέλου Αντιστοίχισης XS2OWL, XML Schema Μοντέλων Ομάδων

$$ei_{ij}(ei_id_{ij}, pid_{ij}, xml_name_{ij}, def_val_{ij}, block_{ij}, min_occ_{ij}, max_occ_{ij}, position_{ij}) \quad (17)$$

$$dpi_{ij}(dpi_id_{ij}, did_{ij}, xml_name_{ij}, def_val_{ij}, dpi_type_{ij}) \quad (18)$$

Η σημαντική των ατόμων ei_{ij} , για $1 \leq i \leq n$ και $1 \leq j \leq m$, είναι η εξής:

- ei_id_{ij} είναι η ταυτότητα του ατόμου ei_{ij} και έχει την τιμή concatenate(name_{ij}, '_, g_name, '_, type_{ij}, '___ei').
- pid_{ij} είναι η ταυτότητα id_{ij} της ιδιότητας p_{ij} που αναπαριστά το στοιχείο ei_{ij} στην κύρια οντολογία.
- xml_name_{ij} είναι το όνομα του στοιχείου ei_{ij} .
- def_val_{ij} είναι η εξ' ορισμού τιμή του στοιχείου ei_{ij} , και έχει την τιμή default_{ij}.
- Το $block_{ij}$ δηλώνει αν επιτρέπεται η περαιτέρω εξειδίκευση του στοιχείου ei_{ij} , που αναπαριστάται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων "block" του ατόμου ei_{ij} και έχει την τιμή block_{ij}.

- min_occ_{ij} είναι ο ελάχιστος επιτρεπτός αριθμός εμφανίσεων του στοιχείου e_{ij} και έχει την τιμή min_{ij} .
- max_occ_{ij} είναι ο μέγιστος επιτρεπτός αριθμός εμφανίσεων του στοιχείου e_{ij} και έχει την τιμή max_{ij} .
- Το position_{ij} είναι η θέση του στοιχείου e_{ij} , αν αυτό αποτελεί μέλος μιας ακολουθίας, και έχει τιμή του pos_{ij} .

Η σημαντική του ατόμου dpi_{ij} είναι η εξής:

- dpi_id_{ij} είναι η ταυτότητα του ατόμου dpi_{ij} και έχει την τιμή `concatenate(nameij, '_', g_name, '__', typeij)`.
- did_{ij} είναι η ταυτότητα id_{ij} της ιδιότητας p_{ij} , που αναπαριστά το στοιχείο e_{ij} στην κύρια οντολογία.
- xml_name_{ij} είναι το όνομα του στοιχείου e_{ij} .
- def_val_{ij} είναι η εξ' ορισμού τιμή του στοιχείου e_{ij} και έχει την τιμή default_{ij} .
- Το dpi_type_{ij} είναι το είδος της δομής που αναπαριστά η ιδιότητα τύπου δεδομένων p_{ij} , και έχει την τιμή "Element".

Ως παράδειγμα, έστω το μοντέλο ομάδας "personGroup", που ορίστηκε στην Εικόνα 22. Το μοντέλο ομάδας "personGroup" αναπαρίσταται στην κύρια οντολογία από τις OWL ιδιότητες αντικειμένων "ID_personGroup__IDType", "Name_personGroup__NameType", "Address_personGroup__AddressType" και "Age_personGroup__validAgeType", όπως φαίνεται στην Εικόνα 34. Στην οντολογία αντιστοίχησης το μοντέλο ομάδας "personGroup" αναπαρίσταται από τα OWL άτομα "ID_personGroup__IDType_ei", "Name_personGroup__NameType_ei", "Address_personGroup__AddressType_ei" και "Age_personGroup__validAgeType_ei" της κλάσης "ElementInfoType", και από το OWL άτομο "Age_personGroup__validAgeType" της κλάσης "DatatypePropertyInfoType" όπως φαίνεται στην Εικόνα 35.

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="ID_personGroup__IDType">
  <rdfs:range rdf:resource="#IDType"/>
  <rdfs:label>ID</rdfs:label>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Name_personGroup__NameType">
  <rdfs:range rdf:resource="#NameType"/>
  <rdfs:label>Name</rdfs:label>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Address_personGroup__AddressType">
  <rdfs:range rdf:resource="#AddressType"/>
  <rdfs:label>Address</rdfs:label>
</owl:ObjectProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="Age_personGroup__validAgeType">
  <rdfs:range rdf:resource="#validAgeType"/>
  <rdfs:label>Age</rdfs:label>
</owl:DatatypeProperty>
```

Εικόνα 34: Οι OWL Ιδιότητες που αναπαριστούν στην Κύρια Οντολογία το Μοντέλο Ομάδας "personGroup" που ορίστηκε στην Εικόνα 22

```
<ox:ElementInfoType rdf:ID="Name_personGroup__NameType__ei">
  <ox:propertyID>Name_personGroup__NameType</ox:propertyID>
  <ox:elementID>Name</ox:elementID>
  <ox:isRoot>false</ox:isRoot>
```

```

</ox:ElementInfoType>
<ox:ElementInfoType rdf:ID="Address_personGroup__AddressType__ei">
  <ox:propertyID>Address_personGroup__AddressType</ox:propertyID>
  <ox:elementID>Address</ox:elementID>
  <ox:isRoot>false</ox:isRoot>
</ox:ElementInfoType>
<ox:ElementInfoType rdf:ID="Age_personGroup__validAgeType__ei">
  <ox:propertyID>Age_personGroup__validAgeType</ox:propertyID>
  <ox:elementID>Age</ox:elementID>
  <ox:isRoot>false</ox:isRoot>
</ox:ElementInfoType>
<ox:ElementInfoType rdf:ID="Persons__PersonsType__ei">
  <ox:propertyID>Persons__PersonsType</ox:propertyID>
  <ox:elementID>Persons</ox:elementID>
  <ox:isRoot>false</ox:isRoot>
</ox:ElementInfoType>
<ox:DatatypePropertyInfoType rdf:ID="Age_personGroup__validAgeType">
  <ox:datatypePropertyID>Age_personGroup__validAgeType</ox:datatypePropertyID>
  <ox:XMLConstructID>Age</ox:XMLConstructID>
  <ox:datatypePropertyType>Element</ox:datatypePropertyType>
</ox:DatatypePropertyInfoType>

```

Εικόνα 35: Τα OWL Άτομα που αναπαριστούν στην Οντολογία Αντιστοίχισης το Μοντέλο Ομάδας "personGroup" που ορίστηκε στην Εικόνα 22

3.3.4. Αναπαράσταση XML Schema Γνωρισμάτων

Στην υποενότητα αυτή περιγράφεται η OWL-DL αναπαράσταση XML Schema γνωρισμάτων (attributes), με βάση το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL. Τα XML Schema γνωρίσματα αναπαρίστανται ως OWL ιδιότητες τύπου δεδομένων (που ορίζονται μέσω της OWL δομής `owl:DatatypeProperty`) στην κύρια οντολογία και ως άτομα της κλάσης "`DatatypePropertyInfoType`" στην οντολογία αντιστοίχισης.

Έστω XML Schema γνώρισμα a που περιγράφεται από την έκφραση (19), όπου:

$$a(\text{name}, \text{type}, \text{annot}, \text{ct_name}, \text{fixed}, \text{default}) \quad (19)$$

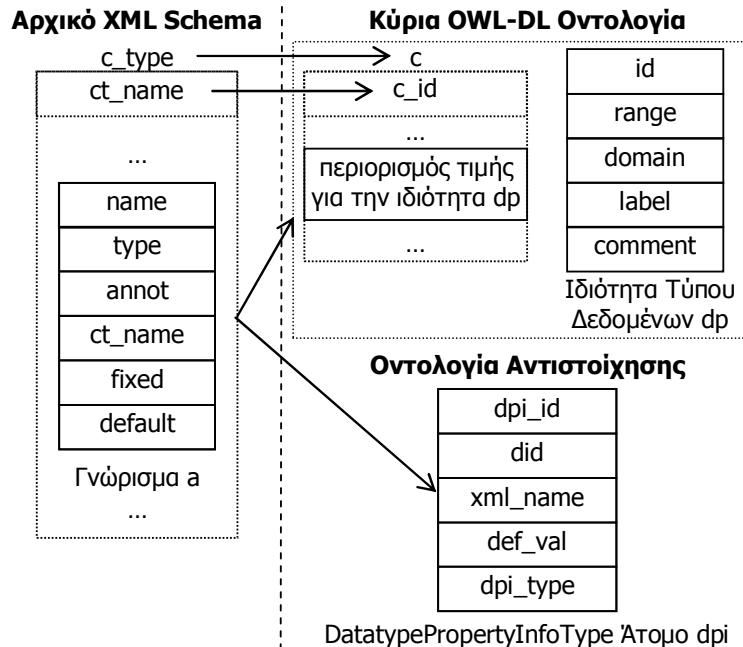
- `name` είναι το όνομα του XML Schema γνωρίσματος a .
- `type` είναι ο (προαιρετικός) τύπος του XML Schema γνωρίσματος a .
- `annot` είναι ένα προαιρετικό υπόμνημα που περιγράφει το γνώρισμα a .
- `ct_name` είναι το όνομα του σύνθετου XML Schema τύπου `c_type` μέσα στον οποίο ορίζεται το γνώρισμα a . Αν το a είναι γνώρισμα κορυφαίου επιπέδου, το `ct_name` έχει την τιμή "null".
- `fixed` είναι η (προαιρετική) προκαθορισμένη τιμή του γνωρίσματος a .
- `default` είναι η (προαιρετική) εξ' ορισμού τιμή του γνωρίσματος a .

Η OWL-DL αναπαράσταση του γνωρίσματος a με βάση το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL απεικονίζεται σχηματικά στην Εικόνα 36. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 36, το γνώρισμα a αναπαρίσταται στην κύρια οντολογία από την ιδιότητα τύπου δεδομένων dp που περιγράφεται από την έκφραση (20), όπου:

$$dp(\text{id}, \text{range}, \text{domain}, \text{label}, \text{comment}) \quad (20)$$

- `id` είναι η ταυτότητα της ιδιότητας dp και έχει την τιμή `concatenate(name, '___', type)`.
- `range` είναι το (προαιρετικό) πεδίο τιμών της ιδιότητας dp και έχει την τιμή `type`. Αν το `type` είναι απόν από το γνώρισμα a , το `range` είναι απόν από την ιδιότητα dp .

- `domain` είναι το (προαιρετικό) πεδίο ορισμού της ιδιότητας `dp` και έχει την τιμή `ct_name`. Αν το `ct_name` έχει την τιμή "null", το `domain` είναι απόν από την ιδιότητα `dp`.
- `label` είναι η ετικέτα της ιδιότητας `dp` και έχει ως τιμή το `name`.
- `comment` είναι ένα (προαιρετικό) σχόλιο που περιγράφει την ιδιότητα `dp` και έχει ως τιμή το `annot`.



Εικόνα 36: OWL-DL Αναπαράσταση, βάσει του Μοντέλου Αντιστοίχισης XS2OWL, XML Schema Γνωρισμάτων

Η (προαιρετική) προκαθορισμένη τιμή (*fixed*) του γνωρίσματος *a* αναπαρίσταται στην κύρια οντολογία ως περιορισμός τιμής στον ορισμό κάθε κλάσης *c* που αναπαριστά κάποιο σύνθετο XML Schema τύπο *c_type* που διαθέτει (μέσω ορισμού ή μέσω αναφοράς) το γνώρισμα *a*.

Το γνώρισμα *a* αναπαρίσταται στην οντολογία αντιστοίχισης, όπως φαίνεται στην Εικόνα 36, από το άτομο *dpi* της κλάσης "DatatypePropertyInfoType" που περιγράφεται από την έκφραση (21), όπου:

$$\text{dpi}(\text{dpi_id}, \text{did}, \text{xml_name}, \text{dpi_type}, \text{def_val}) \quad (21)$$

- `dpi_id` είναι η ταυτότητα του ατόμου `dpi` και έχει την τιμή `concatenate(ct_name, '\_', name, '\_', type)`.
- `did` είναι η ταυτότητα `id` της ιδιότητας `dp`, που αναπαριστά το γνώρισμα *a* στην κύρια οντολογία.
- `xml_name` είναι το όνομα `name` του γνωρίσματος *a*.
- `def_val` είναι η εξ' ορισμού τιμή του γνωρίσματος *a* και έχει την τιμή `default`.
- Το `dpi_type` είναι το είδος της δομής που αναπαριστά η ιδιότητα τύπου δεδομένων `dp`, και έχει την τιμή "Attribute".

Ως παράδειγμα, το γνώρισμα "prefix" του σύνθετου τύπου "NameType" που ορίστηκε στην Εικόνα 22 αναπαρίσταται στην κύρια οντολογία από την ιδιότητα τύπου δεδομένων "prefix_xs_string", όπως φαίνεται στην Εικόνα 37, και στην οντολογία αντιστοίχισης από το OWL άτομο "NameType_prefix_xs_string" της κλάσης "DatatypePropertyInfoType" όπως φαίνεται στην Εικόνα 38.

```
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="prefix__xs_string">
  <rdfs:domain rdf:resource="#NameType"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xs:string"/>
  <rdfs:label>prefix</rdfs:label>
</owl:DatatypeProperty>
```

Εικόνα 37: Η OWL Ιδιότητα Τύπου Δεδομένων "prefix__xs_string" που αναπαριστά το Γνώρισμα "prefix" του Σύνθετου Τύπου "NameType" που ορίστηκε στην Εικόνα 22

```
<ox:DatatypePropertyInfoType rdf:ID="NameType_prefix__xs_string">
  <ox:datatypePropertyID>prefix__xs_string</ox:datatypePropertyID>
  <ox:XMLConstructID>prefix</ox:XMLConstructID>
  <ox:datatypePropertyType>Attribute</ox:datatypePropertyType>
</ox:DatatypePropertyInfoType>
```

Εικόνα 38: Το OWL Άτομο "NameType_prefix__xs_string" που αναπαριστά στην Οντολογία Αντιστοίχισης το Γνώρισμα "prefix" που ορίστηκε στην Εικόνα 22

Αναπαράσταση XML Schema Ομάδων Γνωρισμάτων

Στις παραγράφους που ακολουθούν περιγράφεται η OWL-DL αναπαράσταση XML Schema ομάδων γνωρισμάτων (attribute groups), με βάση το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL. Οι XML Schema ομάδες γνωρισμάτων αναπαρίστανται ως σύνολα ιδιοτήτων τύπου δεδομένων (καθεμιά από τις οποίες αναπαριστά ένα γνώρισμα που ανήκει στην ομάδα γνωρισμάτων) στην κύρια οντολογία και ως σύνολα ατόμων της κλάσης "DatatypePropertyInfoType" στην οντολογία αντιστοίχισης.

Έστω η ομάδα γνωρισμάτων ag που απαρτίζεται από n γνωρίσματα και περιγράφεται από την έκφραση (22), όπου:

$$ag(ag_name, (a_1, \dots, a_n)) \quad (22)$$

- ag_name είναι το όνομα της ομάδας γνωρισμάτων ag .
- a_i , για $1 \leq i \leq n$, είναι τα γνωρίσματα που απαρτίζουν την ομάδα γνωρισμάτων ag και περιγράφονται από την έκφραση (23), όπου:

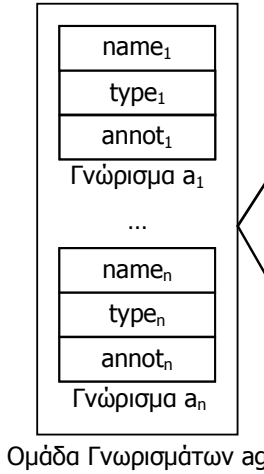
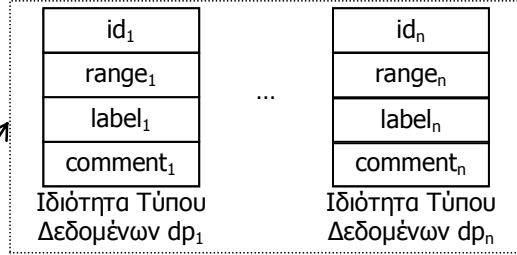
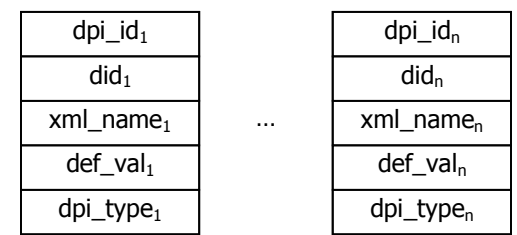
$$a_i(name_i, type_i, annot_i, default_i) \quad (23)$$

- $name_i$ είναι το όνομα του γνωρίσματος a_i .
- $type_i$ είναι ο (προαιρετικός) τύπος του γνωρίσματος a_i .
- $annot_i$ είναι ένα υπόμνημα που περιγράφει το γνώρισμα a_i .
- $default_i$ είναι η (προαιρετική) εξ' ορισμού τιμή του γνωρίσματος a_i .

Η αναπαράσταση της ομάδας γνωρισμάτων ag σε OWL-DL σύνταξη με βάση το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL απεικονίζεται σχηματικά στην Εικόνα 39. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 39, η ομάδα γνωρισμάτων ag αναπαρίστανται στην κύρια οντολογία από ένα σύνολο n ιδιοτήτων τύπου δεδομένων dp_i για $1 \leq i \leq n$ που περιγράφονται από την έκφραση (24), όπου:

$$dp_i(dp_i_id_i, range_i, label_i, comment_i) \quad (24)$$

- id_i είναι η ταυτότητα της ιδιότητας dp_i και έχει την τιμή $concatenate(ag_name, _ , name_i)$.
- $range_i$ είναι το πεδίο τιμών της ιδιότητας dp_i και έχει την τιμή $type_i$.
- $label_i$ είναι η ετικέτα της ιδιότητας dp_i και έχει την τιμή $name_i$.
- $comment_i$ είναι ένα σχόλιο που περιγράφει την ιδιότητα dp_i και έχει την τιμή $annot_i$.

Αρχικό XML Schema**Κύρια OWL-DL Οντολογία****Οντολογία Αντιστοίχισης**

DatatypePropertyInfoType DatatypePropertyInfoType
Άτομο dpi_1 Άτομο dpi_n

Εικόνα 39: OWL-DL Αναπαράσταση, βάσει του Μοντέλου Αντιστοίχισης XS2OWL, XML Schema Ομάδων Γνωρισμάτων

Η ομάδα γνωρισμάτων ag αναπαρίσταται στην οντολογία αντιστοίχισης, όπως φαίνεται στην Εικόνα 36, από ένα σύνολο ατόμων dpi_i , για $1 \leq i \leq n$, που ανήκουν στην κλάση "DatatypePropertyInfoType" και περιγράφονται από την έκφραση (25), όπου:

$$dpi_i(dpi_id_i, did_i, xml_name_i, dpi_type_i, def_val_i) \quad (25)$$

- dpi_id_i είναι η ταυτότητα του ατόμου dpi_i και έχει την τιμή `concatenate(namei, '___', ag_name, '___', type)`.
- did_i είναι η ταυτότητα id_i της ιδιότητας dp_i , που αναπαριστά το γνώρισμα a_i στην κύρια οντολογία.
- xml_name_i είναι το όνομα του γνωρίσματος a_i και έχει τιμή $name_i$.
- def_val_i είναι η εξ' ορισμού τιμή του γνωρίσματος a_i και έχει την τιμή $default_i$.
- dpi_type_i είναι το είδος της δομής που αναπαριστά η ιδιότητα τύπου δεδομένων dp_i , και έχει την τιμή "Attribute".

Ως παράδειγμα, η ομάδα γνωρισμάτων "addressGroup" που ορίστηκε στην Εικόνα 22 αναπαρίσταται στην κύρια οντολογία από τις ιδιότητες τύπου δεδομένων που φαίνονται στην Εικόνα 40 και στην οντολογία αντιστοίχισης από τα OWL άτομα της κλάσης "DatatypePropertyInfoType" που φαίνονται στην Εικόνα 41. Να σημειωθεί ότι για τη μετατροπή του γνωρίσματος "country" έχει ακολουθηθεί διαφορετική προσέγγιση σε ότι αφορά τον ορισμό της ταυτότητας της ιδιότητας τύπου δεδομένων που το αναπαριστά στην κύρια οντολογία, καθώς δεν ορίζεται μέσα στην ομάδα γνωρισμάτων, αλλά αναφέρεται από αυτήν.

```
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="country_NS_country_UNType">
  <rdfs:range rdf:resource="&datatypes;NS_country_UNType"/>
  <rdfs:label>country</rdfs:label>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="city_addressGroup__xs_string">
  <rdfs:range rdf:resource="&xs;string"/>
  <rdfs:label>city</rdfs:label>
```

```

</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="postCode_addressGroup__xs_integer">
  <rdfs:range rdf:resource="&xs;integer"/>
  <rdfs:label>postCode</rdfs:label>
</owl:DatatypeProperty>

```

Εικόνα 40: Οι OWL Ιδιότητες Τύπου Δεδομένων που αναπαριστούν στην Κύρια Οντολογία την Ομάδα Γνωρισμάτων "addressGroup" που ορίστηκε στην Εικόνα 22

```

<ox:DatatypePropertyInfoType rdf:ID="country__NS_country_UNType">
  <ox:datatypePropertyID>country__NS_country_UNType</ox:datatypePropertyID>
  <ox:XMLConstructID>country</ox:XMLConstructID>
  <ox:datatypePropertyType>Attribute</ox:datatypePropertyType>
</ox:DatatypePropertyInfoType>
<ox:DatatypePropertyInfoType rdf:ID="city_addressGroup__xs_string">
  <ox:datatypePropertyID>city_addressGroup__xs_string</ox:datatypePropertyID>
  <ox:XMLConstructID>city</ox:XMLConstructID>
  <ox:datatypePropertyType>Attribute</ox:datatypePropertyType>
</ox:DatatypePropertyInfoType>
<ox:DatatypePropertyInfoType rdf:ID="postCode_addressGroup__xs_integer">
  <ox:datatypePropertyID>postCode_addressGroup__xs_integer</ox:datatypePropertyID>
  <ox:XMLConstructID>postCode</ox:XMLConstructID>
  <ox:datatypePropertyType>Attribute</ox:datatypePropertyType>
</ox:DatatypePropertyInfoType>

```

Εικόνα 41: Τα OWL Άτομα που αναπαριστούν στην Οντολογία Αντιστοίχισης την Ομάδα Γνωρισμάτων "addressGroup" που ορίστηκε στην Εικόνα 22

3.3.5. Αναπαράσταση XML Schema Συνόλων

Στην υποενότητα αυτή περιγράφεται η OWL-DL αναπαράσταση XML Schema συνόλων βάσει του μοντέλου αντιστοίχισης XS2OWL. Τα στοιχεία που είναι μέλη των συνόλων αναπαρίστανται, όπως έχει περιγραφεί στην υποενότητα 3.3.3, στην κύρια οντολογία ως ιδιότητες και στην οντολογία αντιστοίχισης ως OWL άτομα της κλάσης "ElementInfoType".

Τα XML Schema σύνολα αναπαρίστανται στην κύρια οντολογία από ανώνυμες OWL κλάσεις που ορίζονται με τη χρήση του τελεστή της τομής συνόλων (που υλοποιείται από την OWL δομή `owl:intersectionOf`) και περιορισμών πολλαπλότητας για τα μέλη τους. Οι κλάσεις που αναπαριστούν τους σύνθετους τύπους που διαθέτουν (μέσω ορισμού ή μέσω αναφοράς, ως τμήματα μοντέλων ομάδων) τα σύνολα ορίζονται ως υποκλάσεις των ανώνυμων κλάσεων που αναπαριστούν τα σύνολα. Αυτό οφείλεται στο ότι ο μέγιστος και ο ελάχιστος αριθμός εμφανίσεων τόσο των συνόλων όσο και των μελών τους καθορίζονται από τις τιμές των "minOccurs" και "maxOccurs" γνωρισμάτων τους, που μπορεί να είναι 0 ή 1, με υπονοούμενη τιμή 1 τόσο για το μέγιστο όσο και για τον ελάχιστο αριθμό εμφανίσεων αν τα αντίστοιχα γνωρίσματα απουσιάζουν.

Ο αλγόριθμος που μετασχηματίζει ένα σύνολο s του αρχικού XML σχήματος σε μια ανώνυμη OWL κλάση στην κύρια οντολογία παρουσιάζεται στην Εικόνα 42 και καλείται αρχικά ως `set_cardinality_restrictions(s)`.

```

algorithm set_cardinality_restrictions(set)
  ret=''
  s_min_occurs=set/@minOccurs
  s_max_occurs=set/@maxOccurs
  for each set element e
    i_min_occurs=e/@minOccurs
    i_max_occurs=e/@maxOccurs
    if (i_max_occurs*s_max_occurs=0)
      temp=cardinality(e, 0)
    else if (i_min_occurs*s_min_occurs=1)

```

```

        temp=cardinality(e, 1)
    else
        temp=max_cardinality(e, 1)
    end if
    concatenate(ret, temp)
end for
return ret
end algorithm

```

Εικόνα 42: Αλγόριθμος μετασχηματισμού XML Schema Συνόλων σε Ανώνυμες OWL Κλάσεις, όπου: (α) Ο αλγόριθμος `cardinality(item,val)` ορίζει ένα περιορισμό πολλαπλότητας για την ιδιότητα που αναπαριστά το `item` με τιμή `val`; και (β) Ο αλγόριθμος `max_cardinality(item,max)` ορίζει ένα περιορισμό μέγιστης πολλαπλότητας για την ιδιότητα που αναπαριστά το `item` με τιμή `max`.

Ως παράδειγμα, έστω το σύνολο που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο σύνθετο XML Schema Τύπο "NameType". Το σύνολο αυτό αναπαρίσταται στην κύρια οντολογία, μέσα στον ορισμό της κλάσης "NameType" όπου και ορίζεται, από την ανώνυμη κλάση που παρουσιάζεται στην Εικόνα 43.

```

<owl:Class>
  <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#FirstName__xs_string"/>
      <owl:cardinality rdf:datatype="&xsd;integer">1</owl:cardinality>
    </owl:Restriction>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#Surname__xs_string"/>
      <owl:cardinality rdf:datatype="&xsd;integer">1</owl:cardinality>
    </owl:Restriction>
  </owl:intersectionOf>
</owl:Class>

```

Εικόνα 43: Αναπαράσταση στην Κύρια Οντολογία του XML Schema Συνόλου που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο Σύνθετο XML Schema Τύπο "NameType"

3.3.6. Αναπαράσταση XML Schema Ακολουθιών

Στην υποενότητα αυτή περιγράφεται η OWL-DL αναπαράσταση XML Schema ακολουθιών (sequences), με βάση το μοντέλο αντιστοίχησης XS2OWL. Τα στοιχεία που είναι μέλη των ακολουθιών (ή των σύνθετων μελών τους – συνόλων, ακολουθιών ή επιλογών) αναπαρίστανται, όπως έχει περιγραφεί στην υποενότητα 3.3.3, στην κύρια οντολογία ως ιδιότητες και στην οντολογία αντιστοίχησης ως OWL άτομα της κλάσης "ElementInfoType".

Οι XML Schema ακολουθίες αναπαρίστανται στην κύρια οντολογία από ανώνυμες OWL κλάσεις που ορίζονται με τη χρήση του τελεστή της τομής συνόλων (που υλοποιείται από την OWL δομή `owl:intersectionOf`) και περιορισμών πολλαπλότητας για τα μέλη τους (στοιχεία, σύνολα, ακολουθίες και επιλογές) και στην οντολογία αντιστοίχησης ως OWL άτομα της κλάσης "SequenceInfoType". Οι κλάσεις που αναπαριστούν τους σύνθετους τύπους που διαθέτουν (μέσω ορισμού ή μέσω αναφοράς, ως τμήματα μοντέλων ομάδων) τις ακολουθίες ορίζονται ως υποκλάσεις των ανώνυμων κλάσεων που αναπαριστούν τις ακολουθίες. Αυτό οφείλεται στο ότι ο μέγιστος και ο ελάχιστος αριθμός εμφανίσεων τόσο των ακολουθιών όσο και των μελών τους καθορίζονται από τις τιμές των "minOccurs" και "maxOccurs" γνωρισμάτων τους, που είναι ακέραιοι με υπονοούμενη τιμή 1 τόσο για το μέγιστο όσο και για τον ελάχιστο αριθμό εμφανίσεων αν τα αντίστοιχα γνωρίσματα απουσιάζουν. Έτσι, η πολλαπλότητα της ιδιότητας που αναπαριστά το μέλος i της ακολουθίας s (η οποία περιγράφεται από την έκφραση 26) είναι ένας ακέραιος στο διάστημα $[s_min_occurs*i_min_occurs, s_max_occurs*i_max_occurs]$, όπου:

$$s(ct_name, s_min_occurs, s_max_occurs, items) \quad (26)$$

- `ct_name` είναι το όνομα του σύνθετου XML Schema τύπου `c_type` μέσα στον οποίο ορίζεται η ακολουθία `s`.
- `s_min_occurs` είναι η τιμή του γνωρίσματος "minOccurs" της ακολουθίας `s`.
- `s_max_occurs` είναι η τιμή του γνωρίσματος "maxOccurs" της ακολουθίας `s`.
- `items` είναι τα μέλη της ακολουθίας `s`.
- `i_min_occurs` είναι η τιμή του γνωρίσματος "minOccurs" του μέλους `i` της ακολουθίας `s`.
- `i_max_occurs` είναι η τιμή του γνωρίσματος "maxOccurs" του μέλους `i` της ακολουθίας `s`.

Ο αλγόριθμος `sequence_cardinality_restrictions` που μετασχηματίζει την ακολουθία `s` του αρχικού XML σχήματος σε μια ανώνυμη OWL κλάση στην κύρια οντολογία παρουσιάζεται στην Εικόνα 44.

```

algorithm sequence_cardinality_restrictions(sequence, max_param, min_param)
min_occurs=sequence/@minOccurs
max_occurs=sequence/@maxOccurs
temp=''
if ((min_occurs*min_param=0) and (max_occurs='unbounded' or
max_param='unbounded'))
return ''
else
for each sequence item
if the item is element
if (max_occurs='unbounded' or max_param='unbounded')
temp=sequence_element_card_restrictions(item, min_param*min_occurs,
'unbounded')
else
temp=sequence_element_card_restrictions(item, min_param*min_occurs,
max_param*max_occurs)
end if
else if the item is sequence
if (max_occurs='unbounded' or max_param='unbounded')
temp=sequence_cardinality_restrictions(item, min_param*min_occurs, 'un-
bounded')
else
temp=sequence_cardinality_restrictions(item, min_param*min_occurs,
max_param*max_occurs)
end if
else
if (max_occurs='unbounded' or max_param='unbounded')
temp=choice_cardinality_restrictions(item, min_param*min_occurs, 'un-
bounded')
else
temp= choice_cardinality_restrictions(item, min_param*min_occurs,
max_param*max_occurs)
end if
end if
ret=concatenate(ret, temp)
end for
return intersection(ret)
end if
end algorithm

algorithm sequence_element_card_restrictions
(element, max_param, min_param)
min_occurs=element/@minOccurs
max_occurs=element/@maxOccurs
if ((min_occurs*min_param=0) and (max_occurs='unbounded' or
max_param='unbounded'))
return ''

```

```

else if (max_occurs='unbounded' or max_param='unbounded')
  return min_cardinality(item, min_occurs*min_param)
else if (max_occurs*max_param=min_occurs*min_param)
  return cardinality(item, min_occurs*min_param)
else
  return intersection(min_cardinality(item, min_occurs*min_param),
max_cardinality(item, max_occurs*max_param))
end if
end algorithm

```

Εικόνα 44: Αλγόριθμος μετασχηματισμού XML Schema Ακολουθιών σε Ανώνυμες OWL Κλάσεις, όπου ο αλγόριθμος `min_cardinality(item,min)` ορίζει ένα περιορισμό ελάχιστης πολλαπλότητας για την ιδιότητα που αναπαριστά το `item` με τιμή `min`. Η αρχική κλήση του αλγορίθμου είναι `sequence_cardinality_restrictions(s, 1, 1)`.

Να σημειωθεί ότι, αν ο μέγιστος αριθμός εμφανίσεων μιας ακολουθίας είναι μεγάλος και πεπερασμένος, ο χειροκίνητος ορισμός της ανώνυμης κλάσης που την αναπαριστά στην κύρια οντολογία είναι δύσκολος και επιρρεπής σε λάθη.

Η σειρά των μελών της ακολουθίας s δε μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα σε OWL σύνταξη. Επιπλέον, αν το s_max_occurs έχει την τιμή "unbounded", δε μπορούν να αναπαρασταθούν με ακρίβεια σε OWL σύνταξη οι περιορισμοί πολλαπλότητας των μελών της ακολουθίας s .

Η πληροφορία για την ακολουθία s που δε μπορεί να αποτυπωθεί άμεσα σε OWL σύνταξη αναπαρίσταται στην οντολογία αντιστοίχησης από το άτομο st της κλάσης "SequenceInfoType" το οποίο περιγράφεται από την έκφραση 27, όπου:

$$st(id, min_occ, max_occ, i_rep) \quad (27)$$

- id είναι η ταυτότητα του ατόμου st και έχει την τιμή `concatenate(ct_name, '__', i)`, όπου i είναι η θέση της ακολουθίας s στον τύπο c_type .
- min_occ είναι ο ελάχιστος επιτρεπτός αριθμός εμφανίσεων της ακολουθίας s και έχει την τιμή s_min_occurs .
- max_occ είναι ο μέγιστος επιτρεπτός αριθμός εμφανίσεων της ακολουθίας s και έχει την τιμή s_max_occurs .
- i_rep είναι οι αναπαραστάσεις των μελών της ακολουθίας s και αντιστοιχούν στο `items`.

Ως παράδειγμα, έστω η ακολουθία που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο μοντέλο ομάδας "personGroup". Η ακολουθία αυτή αναπαρίσταται στην κύρια οντολογία από την ανώνυμη κλάση που παρουσιάζεται στην Εικόνα 45, η οποία ορίζεται μέσα στον ορισμό της κλάσης "PersonType" που αναπαριστά τον ομώνυμο τύπο, ο οποίος χρησιμοποιεί το μοντέλο ομάδας "personGroup". Στην οντολογία αντιστοίχησης η ακολουθία που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο μοντέλο ομάδας "personGroup", αναπαρίσταται από το άτομο "PersonType_sequence_1_1" της κλάσης "SequenceInfoType" που παρουσιάζεται στην Εικόνα 46.

```

<owl:Class>
  <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#ID_personGroup_IDType"/>
      <owl:cardinality rdf:datatype="xsd:integer">1</owl:cardinality>
    </owl:Restriction>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#Name_personGroup_NameType"/>
      <owl:cardinality rdf:datatype="xsd:integer">1</owl:cardinality>
    </owl:Restriction>
  </owl:intersectionOf>
</owl:Class>

```

```

        <owl:onProperty rdf:resource="#Address_personGroup__AddressType"/>
        <owl:minCardinality rdf:datatype="&xsd;integer">1</owl:minCardinality>
    </owl:Restriction>
    <owl:Restriction>
        <owl:onProperty rdf:resource="#Age_personGroup__validAgeType"/>
        <owl:cardinality rdf:datatype="&xsd;integer">1</owl:cardinality>
    </owl:Restriction>
</owl:intersectionOf>
</owl:Class>

```

Εικόνα 45: Αναπαράσταση στην Κύρια Οντολογία της XML Schema Ακολουθίας που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο Μοντέλο Ομάδας "personGroup"

```

<ox:SequenceInfoType rdf:ID="PersonType_sequence_1_1">
    <ox:minOccurs>1</ox:minOccurs>
    <ox:maxOccurs>1</ox:maxOccurs>
    <ox:Item>
        <ox:SeqElementRefType rdf:ID="PersonType_ID_IDType_ref">
            <ox:elementID>PersonType_ID_IDType__ei</ox:elementID>
            <ox:minOccurs>1</ox:minOccurs>
            <ox:maxOccurs>1</ox:maxOccurs>
            <ox:itemPosition>1</ox:itemPosition>
        </ox:SeqElementRefType>
    </ox:Item>
    <ox:Item>
        <ox:SeqElementRefType rdf:ID="PersonType_Name_NameType_ref">
            <ox:elementID>PersonType_Name__NameType__ei</ox:elementID>
            <ox:minOccurs>1</ox:minOccurs>
            <ox:maxOccurs>1</ox:maxOccurs>
            <ox:itemPosition>2</ox:itemPosition>
        </ox:SeqElementRefType>
    </ox:Item>
    <ox:Item>
        <ox:SeqElementRefType rdf:ID="PersonType_Address__AddressType_ref">
            <ox:elementID>PersonType_Address__AddressType__ei</ox:elementID>
            <ox:minOccurs>1</ox:minOccurs>
            <ox:maxOccurs>unbounded</ox:maxOccurs>
            <ox:itemPosition>3</ox:itemPosition>
        </ox:SeqElementRefType>
    </ox:Item>
    <ox:Item>
        <ox:SeqElementRefType rdf:ID="PersonType_Age__validAgeType_ref">
            <ox:elementID>PersonType_Age__validAgeType__ei</ox:elementID>
            <ox:minOccurs>1</ox:minOccurs>
            <ox:maxOccurs>1</ox:maxOccurs>
            <ox:itemPosition>4</ox:itemPosition>
        </ox:SeqElementRefType>
    </ox:Item>
</ox:SequenceInfoType>

```

Εικόνα 46: Αναπαράσταση στην Οντολογία Αντιστοίχισης της XML Schema Ακολουθίας που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο Μοντέλο Ομάδας "personGroup"

3.3.7. Αναπαράσταση XML Schema Επιλογών

Στην υποενότητα αυτή περιγράφεται η OWL-DL αναπαράσταση XML Schema επιλογών (choices), με βάση το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL. Τα στοιχεία που είναι μέλη των επιλογών (ή των σύνθετων μελών τους – συνόλων, ακολουθιών ή επιλογών) αναπαρίστανται, όπως έχει περιγραφεί στην υποενότητα 3.3.3, στην κύρια οντολογία από ιδιότητες και στην οντολογία αντιστοίχισης ως OWL άτομα της κλάσης "ElementInfoType".

Οι XML Schema επιλογές αναπαρίστανται στην κύρια οντολογία ως ανώνυμες OWL κλάσεις που ορίζονται με τη χρήση του τελεστή της ένωσης συνόλων (που υλοποιείται από την OWL δομή

owl:unionOf) και περιορισμών πολλαπλότητας για τα μέλη τους (στοιχεία, σύνολα, ακολουθίες και επιλογές) και στην οντολογία αντιστοίχησης ως OWL άτομα της κλάσης "ChoiceInfoType". Οι κλάσεις που αναπαριστούν τους σύνθετους τύπους που διαθέτουν (μέσω ορισμού ή μέσω αναφοράς, ως τμήματα μοντέλων ομάδων) τις επιλογές ορίζονται ως υποκλάσεις των ανώνυμων κλάσεων που αναπαριστούν τις επιλογές. Αυτό οφείλεται στο ότι ο μέγιστος και ο ελάχιστος αριθμός εμφανίσεων τόσο των επιλογών όσο και των μελών τους καθορίζονται από τις τιμές των "minOccurs" και "maxOccurs" γνωρισμάτων τους, που είναι ακέραιοι με υπονοούμενη τιμή 1 τόσο για το μέγιστο όσο και για τον ελάχιστο αριθμό εμφανίσεων αν τα αντίστοιχα γνωρίσματα απουσιάζουν. Έτσι, η πολλαπλότητα της ιδιότητας που αναπαριστά το μέλος i της επιλογής c (η οποία περιγράφεται από την έκφραση 28) είναι ένας ακέραιος στο διάστημα $[i_min_occurs, c_max_occurs * i_max_occurs]$, όπου:

$$c(ct_name, c_min_occurs, c_max_occurs, items) \quad (28)$$

- ct_name είναι το όνομα του σύνθετου XML Schema τύπου c_type μέσα στον οποίο ορίζεται η επιλογή c .
- c_min_occurs είναι η τιμή του γνωρίσματος "minOccurs" της επιλογής c .
- c_max_occurs είναι η τιμή του γνωρίσματος "maxOccurs" της επιλογής c .
- $items$ είναι τα μέλη της επιλογής c .
- i_min_occurs είναι η τιμή του γνωρίσματος "minOccurs" του μέλους i της επιλογής c .
- i_max_occurs είναι η τιμή του γνωρίσματος "maxOccurs" του μέλους i της επιλογής c .

Ο αλγόριθμος `choice_cardinality_restrictions` που μετασχηματίζει την επιλογή c του αρχικού XML σχήματος σε μια ανώνυμη OWL κλάση στην κύρια οντολογία παρουσιάζεται στην Εικόνα 47.

```

algorithm choice_cardinality_restrictions(choice, max_occurs, min_occurs)
if (min_occurs=0 and max_occurs='unbounded')
    return ''
else if max_occurs='unbounded'
    nz = number of choice items with /@minOccurs<>0
    z = number of choice items with /@minOccurs=0
    nzi = choice items with /@minOccurs<>0
    z_temp=''
    if z>0
        for i=1 to nz
            concatenate(z_temp, deep_cardinality(nzi[i],0))
        end for
        z_temp=intersection(z_temp)
    end if
    matrix=distribute(nz,0,min_occurs)
    ret=''
    for i=1 to matrix rows
        for j=1 to nz
            min=nzi[j]/@minOccurs
            if nzi[j] is element
                concatenate(ret, min_cardinality(nzi[j], min*matrix[i,j]))
            else if nzi[j] is sequence
                temp=sequence_cardinality_restrictions (nzi[j], min*matrix[i,j], 'un-
bounded')
            else
                temp=choice_cardinality_restrictions (nzi[j], min*matrix[i,j], 'un-
bounded')
            end if
        end for
        ret=intersection(ret)
    end for
end for

```

```

    return union(z_temp, ret)
else
    nzu = number of choice items without
        (/@minOccurs<>0 and /@maxOccurs<>'unbounded')
    zu = number of choice items with (/@minOccurs=0
        and /@maxOccurs='unbounded')
    nzui = choice items without (/@minOccurs<>0 and /@maxOccurs<>'unbounded')
    zu_temp=''
    if zu>0
        for i=1 to nzu
            concatenate(zu_temp, cardinality(nzui[i], 0))
        end for
        zu_temp=intersection(z_temp)
    end if
    matrix=distribute(nz,min_occurs,max_occurs)
    ret=''
    for i=1 to matrix rows
        for j=1 to nz
            min=nzui[j]/@minOccurs
            max=nzui[j]/@minOccurs
            if nzui[j] is element
                if (max='unbounded' or max_occurs='unbounded')
                    concatenate(ret, min_cardinality(nzui[j], min*matrix[i,j]))
                else (if min*min_occurs=0)
                    concatenate(ret, max_cardinality(nzui[j], max*matrix[i,j]))
                else (if min*min_occurs=max*max_occurs)
                    concatenate(ret, cardinality(nzui[j], max*matrix[i,j]))
                else
                    concatenate(ret, intersection (min_cardinality(nzui[j],
min*matrix[i,j]), max_cardinality(nzui[j], max*matrix[i,j])))
                end if
            else if nzui[j] is sequence
                if (max='unbounded')
                    temp=sequence_cardinality_restrictions (nzui[j], min*matrix[i,j],
'unbounded')
                else
                    temp=sequence_cardinality_restrictions (nzui[j], min*matrix[i,j],
max*matrix[i,j])
                end if
            else
                if (max='unbounded')
                    temp=choice_cardinality_restrictions (nzui[j], min*matrix[i,j], 'un-
bounded')
                else
                    temp=choice_cardinality_restrictions (nzui[j], min*matrix[i,j],
max*matrix[i,j])
                end if
            end if
        end for
        ret=intersection(ret)
    end for
    return union(zu_temp, ret)
end if
end algorithm

```

Εικόνα 47: Αλγόριθμος μετασχηματισμού XML Schema Επιλογών σε Ανώνυμες OWL Κλάσεις, όπου (α) Ο αλγόριθμος `deep_cardinality(item,val)` ορίζει ένα περιορισμό πολλαπλότητας με τιμή `val` για κάθε ιδιότητα που αναπαριστά το `item` ή περιέχεται σε κάποια ακολουθία ή επιλογή που περιέχεται στο `item`; και (β) Ο αλγόριθμος `distribute(item_num, min_val, max_val)` υπολογίζει τους επιτρεπούς συνδυασμούς των αριθμών εμφανίσεων "`item_num`" αντικειμένων, ώστε το άθροισμα των αριθμών εμφανίσεών τους να είναι μεταξύ "`min_val`" και "`max_val`". Η αρχική κλήση του αλγορίθμου είναι `choice_cardinality_restrictions(c, c_min_occurs, c_max_occurs)`.

Να σημειωθεί ότι, αν ο μέγιστος αριθμός εμφανίσεων μιας επιλογής είναι μεγάλος και πεπερασμένος, ο χειροκίνητος ορισμός της ανώνυμης κλάσης που την αναπαριστά στην κύρια οντολογία είναι δύσκολος και επιρρεπής σε λάθη.

Αν το `s_max_occurs` έχει την τιμή "unbounded", δε μπορούν να αναπαρασταθούν με ακρίβεια σε OWL σύνταξη οι περιορισμοί πολλαπλότητας των μελών της επιλογής `c`. Η πληροφορία για την επιλογή `c` που δε μπορεί να αποτυπωθεί άμεσα σε OWL αναπαρίσταται στην οντολογία αντιστοίχησης από το άτομο `ct` της κλάσης "ChoiceInfoType" που περιγράφεται από την έκφραση 29, όπου:

$$ct(id, min_occ, max_occ, i_rep) \quad (29)$$

- `id` είναι η ταυτότητα του ατόμου `ct` και έχει την τιμή `concatenate(ct_name, '__', i)`, όπου `i` είναι η θέση της επιλογής `c` στον τύπο `c_type`.
- `min_occ` είναι ο ελάχιστος επιτρεπτός αριθμός εμφανίσεων της επιλογής `c`, και έχει την τιμή `c_min_occurs`.
- `max_occ` είναι ο μέγιστος επιτρεπτός αριθμός εμφανίσεων της επιλογής `c`, και έχει την τιμή `c_max_occurs`.
- `i_rep` είναι οι αναπαραστάσεις των μελών της επιλογής `c` και αντιστοιχούν στο `items`.

Ως παράδειγμα, έστω η επιλογή που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο σύνθετο XML Schema τύπο "IDType". Η επιλογή αυτή αναπαρίσταται στην κύρια οντολογία από την ανώνυμη κλάση που παρουσιάζεται στην Εικόνα 48, η οποία ορίζεται μέσα στον ορισμό της κλάσης "IDType", η οποία αναπαριστά το XML Schema τύπο "IDType".

```
<owl:Class>
  <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
    <owl:Class>
      <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class>
          <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
            <owl:Class>
              <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
                <owl:Restriction>
                  <owl:onProperty rdf:resource="#PassportID__xs_integer"/>
                  <owl:minCardinality
rdf:datatype="&xsd;integer">0</owl:minCardinality>
                </owl:Restriction>
                <owl:Restriction>
                  <owl:onProperty rdf:resource="#IdentityCardID__xs_string"/>
                  <owl:minCardinality
rdf:datatype="&xsd;integer">1</owl:minCardinality>
                </owl:Restriction>
              </owl:intersectionOf>
            </owl:Class>
          </owl:Class>
        <owl:Class>
          <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
            <owl:Restriction>
              <owl:onProperty rdf:resource="#PassportID__xs_integer"/>
              <owl:minCardinality
rdf:datatype="&xsd;integer">1</owl:minCardinality>
            </owl:Restriction>
            <owl:Restriction>
              <owl:onProperty rdf:resource="#IdentityCardID__xs_string"/>
              <owl:minCardinality
rdf:datatype="&xsd;integer">0</owl:minCardinality>
            </owl:Restriction>
          </owl:intersectionOf>
        </owl:Class>
      </owl:intersectionOf>
    </owl:Class>
  </owl:unionOf>
</owl:Class>
```

```

        </owl:unionOf>
    </owl:Class>
    <owl:Class>
        <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
            <owl:Class>
                <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
                    <owl:Restriction>
                        <owl:onProperty rdf:resource="#PassportID__xs_integer"/>
                        <owl:maxCardinality
rdf:datatype="&xsd;integer">0</owl:maxCardinality>
                    </owl:Restriction>
                    <owl:Restriction>
                        <owl:onProperty rdf:resource="#IdentityCardID__xs_string"/>
                        <owl:maxCardinality
rdf:datatype="&xsd;integer">1</owl:maxCardinality>
                    </owl:Restriction>
                </owl:intersectionOf>
            </owl:Class>
            <owl:Class>
                <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
                    <owl:Restriction>
                        <owl:onProperty rdf:resource="#PassportID__xs_integer"/>
                        <owl:maxCardinality
rdf:datatype="&xsd;integer">1</owl:maxCardinality>
                    </owl:Restriction>
                    <owl:Restriction>
                        <owl:onProperty rdf:resource="#IdentityCardID__xs_string"/>
                        <owl:maxCardinality
rdf:datatype="&xsd;integer">0</owl:maxCardinality>
                    </owl:Restriction>
                </owl:intersectionOf>
            </owl:Class>
        </owl:unionOf>
    </owl:Class>
    </owl:intersectionOf>
</owl:Class>
</owl:unionOf>
</owl:Class>

```

Εικόνα 48: Αναπαράσταση στην Κύρια Οντολογία της XML Schema Επιλογής που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο Σύνθετο XML Schema Τύπο "IDType"

Στην οντολογία αντιστοίχησης η επιλογή που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο σύνθετο XML Schema τύπο "IDType" αναπαρίσταται από το άτομο "IDType_choice_1" της κλάσης "ChoiceInfoType" που παρουσιάζεται στην Εικόνα 49.

```

<ox:ChoiceInfoType rdf:ID="IDType_choice_1">
    <ox:minOccurs>1</ox:minOccurs>
    <ox:maxOccurs>1</ox:maxOccurs>
    <ox:Item>
        <ox:ElementRefType rdf:ID="IDType_PassportID__xs_integer_ref">
            <ox:elementID>
                IDType_PassportID__xs_integer__ei
            </ox:elementID>
            <ox:minOccurs>1</ox:minOccurs>
            <ox:maxOccurs>1</ox:maxOccurs>
        </ox:ElementRefType>
    </ox:Item>
    <ox:Item>
        <ox:ElementRefType rdf:ID="IDType_IdentityCardID__xs_string_ref">
            <ox:elementID>
                IDType_IdentityCardID__xs_string__ei
            </ox:elementID>
            <ox:minOccurs>1</ox:minOccurs>
            <ox:maxOccurs>1</ox:maxOccurs>
        </ox:ElementRefType>
    </ox:Item>
</ox:ChoiceInfoType>

```

```

</ox:elementID>
<ox:minOccurs>1</ox:minOccurs>
<ox:maxOccurs>1</ox:maxOccurs>
</ox:ElementRefType>
</ox:Item>
</ox:ChoiceInfoType>

```

Εικόνα 49: Αναπαράσταση στην Οντολογία Αντιστοίχισης της XML Schema Επιλογής που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο Σύνθετο XML Schema Τύπο "IDType"

3.3.8. Αναπαράσταση XML Schema Αναφορών

Στην υποενότητα αυτή περιγράφεται η OWL-DL αναπαράσταση XML Schema αναφορών (references), με βάση το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL. Οι XML Schema αναφορές γίνονται από σύνθετους XML Schema τύπους προς XML Schema στοιχεία και γνωρίσματα κορυφαίου επιπέδου, μοντέλα ομάδων και ομάδες γνωρισμάτων. Τα XML Schema γνωρίσματα και στοιχεία, καθώς και τα μοντέλα ομάδων και οι ομάδες γνωρισμάτων αναπαρίστανται στην κύρια οντολογία από ιδιότητες τύπων δεδομένων (αν είναι ή περιέχουν γνωρίσματα ή στοιχεία απλού τύπου) και/ή ιδιότητες αντικειμένων (αν είναι ή περιέχουν στοιχεία σύνθετου τύπου).

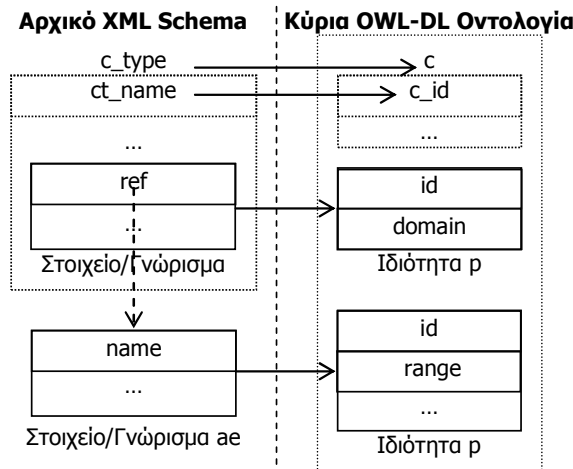
Έστω η αναφορά *ref* που περιγράφεται από την έκφραση (30) και γίνεται από το σύνθετο τύπο *ct* στη δομή (γνώρισμα ή στοιχείο) *actual_ae* με όνομα *name*. Η αναφορά αυτή αναπαρίσταται από την επέκταση *rp* του ορισμού της ιδιότητας (τύπου δεδομένων ή αντικειμένων) *p* που αναπαριστά τη δομή *actual_ae* στην κύρια οντολογία. Η επέκταση *rp* του ορισμού της ιδιότητας *p* περιγράφεται από την έκφραση (31) όπου:

$$\text{ref}(\text{name}) \quad (30)$$

$$\text{rp}(\text{id}, \text{domain}) \quad (31)$$

- *id* είναι η ταυτότητα της ιδιότητας *p* που επεκτείνεται στην *rp* και έχει ως τιμή την ταυτότητα της ιδιότητας που αναπαριστά τη δομή *actual_ae* στην κύρια οντολογία.
- *domain* είναι το πεδίο ορισμού της ιδιότητας *p* που ορίζεται από την *rp* και έχει ως τιμή την ταυτότητα της κλάσης που αναπαριστά το σύνθετο τύπο *ct* στην κύρια οντολογία.

Αν η αναφορά *ref* γίνεται από το σύνθετο τύπο *ct* σε κάποιο μοντέλο ομάδας ή σε κάποια ομάδα γνωρισμάτων, για καθένα από τα στοιχεία του μοντέλου ομάδας ή τα γνωρίσματα της ομάδας γνωρισμάτων ορίζεται μια επέκταση *rp* του ορισμού της ιδιότητας *p* που το αναπαριστά στην κύρια οντολογία.



Εικόνα 50: OWL-DL Αναπαράσταση, βάσει του Μοντέλου Αντιστοίχισης XS2OWL, XML Schema Αναφορών

Η αναπαράσταση της αναφοράς `ref` από το σύνθετο τύπο `ct` στη δομή (γνώρισμα ή στοιχείο) `actual_ae` με όνομα `name` απεικονίζεται στην Εικόνα 50.

Ως παράδειγμα, έστω η αναφορά στο στοιχείο "Person" που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο σύνθετο XML Schema Τύπο "PersonsType". Η αναφορά αυτή αναπαρίσταται στην κύρια οντολογία από την επέκταση του ορισμού της ιδιότητας αντικειμένων "Person__PersonType" που παρουσιάζεται στην Εικόνα 51.

```
<owl:ObjectProperty rdf:about="#Person__PersonType">
  <rdfs:domain rdf:resource="#PersonsType"/>
</owl:ObjectProperty>
```

Εικόνα 51: Αναπαράσταση στην Κύρια Οντολογία της XML Schema Αναφοράς στο Στοιχείο "Person" που ορίστηκε στην Εικόνα 22, μέσα στο Σύνθετο XML Schema Τύπο "PersonsType"

3.4. Μετατροπή XML Εγγράφων σε OWL/RDF Περιγραφές

Η μετατροπή XML εγγράφων σε OWL/RDF περιγραφές, που αποτελεί το θέμα αυτής της ενότητας, επιτρέπει σε εργαλεία και εφαρμογές του Σημαιολογικού Ιστού την αξιοποίηση πληροφορίας που έχει κωδικοποιηθεί σε XML σύνταξη. Η πληροφορία αυτή μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη κατά τη διάρκεια της αυτόματης απόκτησης γνώσης μέσω της εξαγωγής συμπερασμάτων, καθώς επεκτείνει τη βάση γνώσης (knowledge base) που χρησιμοποιείται από τα εργαλεία εξαγωγής συμπερασμάτων. Η σημασία της μετατροπής XML εγγράφων σε OWL/RDF περιγραφές είναι ακόμα μεγαλύτερη όταν το XML σχήμα στο οποίο υπακούουν τα XML έγγραφα περιγράφει κάποιο πρότυπο, καθώς στην περίπτωση αυτή αναμένεται να υπάρχει μεγάλος αριθμός τέτοιων εγγράφων.

Όπως έχει ήδη παρουσιαστεί στην Εικόνα 19, ο αλγόριθμος μετατροπής XML εγγράφων σε OWL/RDF περιγραφές δέχεται ως είσοδο ένα XML έγγραφο και παράγει μια OWL/RDF περιγραφή, χρησιμοποιώντας τη γνώση που κωδικοποιείται στην κύρια οντολογία, την οντολογία αντιστοίχισης και το XML σχήμα απλών τύπων δεδομένων που έχουν παραχθεί από το σύστημα XS2OWL για το XML σχήμα στο οποίο υπακούει το XML έγγραφο. Η OWL/RDF περιγραφή που παράγεται απαρτίζεται από άτομα των OWL κλάσεων της κύριας οντολογίας που αποτυπώνει τη σημαντική του XML σχήματος στο οποίο υπακούει το XML έγγραφο. Συνεπώς, η διαδικασία μετατροπής μπορεί να εφαρμοστεί μόνο σε XML έγγραφα που υπακούουν σε XML σχήματα τα οποία έχουν εκφραστεί σε OWL σύνταξη μέσω του συστήματος XS2OWL.

Η διαδικασία μετατροπής XML εγγράφων σε OWL/RDF περιγραφές υλοποιείται από τον αλγόριθμο `transformXMLdocument` που παρουσιάζεται στην Εικόνα 52.

```
algorithm transformXMLdocument (XMLdocument)
  define an individual I using owl:Thing
  root_element = root element of XMLdocument
  op = transformXMLElement(root_element)
  insert the object property op in I
  define an OWL/RDF description Description
  insert I in Description
  return Description
end algorithm
```

Εικόνα 52: Αλγόριθμος μετατροπής XML Εγγράφων σε OWL/RDF Περιγραφές

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 52, ο αλγόριθμος `transformXMLdocument` δέχεται ως είσοδο το XML έγγραφο `XMLdocument` και επιστρέφει την OWL/RDF περιγραφή `Description`. Η OWL/RDF περιγραφή `Description` περιέχει το άτομο `I`, που αναπαριστά το XML έγγραφο `XMLdocument`, το οποίο διαθέτει την ιδιότητα αντικειμένων `op`. Η ιδιότητα αντικειμένων `op` περιέχει το αποτέλεσμα του μετασχηματισμού του στοιχείου-ρίζας `root_element` του εγγράφου `XMLdocument` από τον αλγόριθμο `transformXMLElement` που παρουσιάζεται στην Εικόνα 55.

Έστω ως παράδειγμα το XML έγγραφο που παρουσιάζεται στην Εικόνα 53 και υπακούει στο XML Σχήμα που ορίστηκε στην Εικόνα 22. Το αποτέλεσμα της εφαρμογής του αλγορίθμου `transformXMLdocument` στο έγγραφο αυτό είναι η OWL/RDF περιγραφή που απεικονίζεται στην Εικόνα 54.

```
<Persons ...>
  <Person>
    <ID>
      <IdentityCardID>N957990</IdentityCardID>
    </ID>
    <Name prefix="Ms">
      <FirstName>Chrisa</FirstName>
      <Surname>Tsinaraki</Surname>
    </Name>
    <Address country="GR">
      <Street>Ag. Roumelis</Street>
      <Number>5</Number>
    </Address>
    <Age>35</Age>
  </Person>
</Persons>
```

Εικόνα 53: XML Έγγραφο που περιγράφει ένα πρόσωπο και υπακούει στο XML Σχήμα που ορίστηκε στην Εικόνα 22

Ο αλγόριθμος `transformXMLelement` μετατρέπει τα XML στοιχεία σε OWL ιδιότητες. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 55, ο αλγόριθμος `transformXMLelement` δέχεται ως είσοδο ένα XML στοιχείο `XMLelement` και παράγει ως έξοδο:

- Αν το στοιχείο `XMLelement` είναι στοιχείο απλού τύπου, μια ιδιότητα τύπου δεδομένων που έχει ως τιμή το περιεχόμενο του στοιχείου `XMLelement`. Αυτό επιτυγχάνεται με την κλήση του αλγορίθμου `transformSimpleXMLelement`, ο οποίος δέχεται ως είσοδο ένα στοιχείο `XMLelement` απλού τύπου και επιστρέφει μια ιδιότητα τύπου δεδομένων που έχει ως τιμή το περιεχόμενο του στοιχείου `XMLelement`. Η ταυτότητα της ιδιότητας τύπου δεδομένων που αντιστοιχεί στο στοιχείο `XMLelement` εντοπίζεται μέσω της οντολογίας αντιστοίχισης.
- Αν το στοιχείο `XMLelement` είναι στοιχείο σύνθετου τύπου, μια ιδιότητα αντικειμένων που έχει ως τιμή ένα άτομο που αναπαριστά το περιεχόμενο του στοιχείου `XMLelement`. Αυτό επιτυγχάνεται με την κλήση του αλγορίθμου `transformComplexXMLelement`, ο οποίος δέχεται ως είσοδο ένα στοιχείο σύνθετου τύπου `XMLelement` και επιστρέφει μια ιδιότητα αντικειμένων που έχει ως τιμή ένα άτομο `I` που αναπαριστά το περιεχόμενο του στοιχείου `XMLelement`. Η ταυτότητα της ιδιότητας αντικειμένων που αντιστοιχεί στο στοιχείο `XMLelement` εντοπίζεται μέσω της οντολογίας αντιστοίχισης, ενώ το άτομο `I` κατασκευάζεται από τον αλγόριθμο `defineIndividual`, που παρουσιάζεται στην Εικόνα 56.

```
<rdf:RDF ...>
  <owl:Ontology rdf:about="">
    <owl:imports rdf:resource="&person;" />
  </owl:Ontology>
  <owl:Thing>
    <person:Persons_ PersonsType>
      <person:PersonsType>
        <person:Person__ PersonType>
          <person:PersonType>
            <person:ID_personGroup__ IDType>
              <person:IDType>
                <person:IdentityCardID__ xs_string>
                  N957990
                </person:IdentityCardID__ xs_string>
```

```

        </person:IDType>
    </person:ID_personGroup__IDType>
    <person:Name_personGroup__NameType>
        <person:NameType>
            <person:prefix__xs_string>Ms</person:prefix__xs_string>
            <person:FirstName__xs_string>
                Chrisa
            </person:FirstName__xs_string>
            <person:Surname__xs_string>
                Tsinaraki
            </person:Surname__xs_string>
        </person:NameType>
    </person:Name_personGroup__NameType>
    <person:Address_personGroup__AddressType>
        <person:AddressType>
            <person:country__NS_country_UNType>
                GR
            </person:country__NS_country_UNType>
            <person:Street__xs_string>
                Ag. Roumelis
            </person:Street__xs_string>
            <person:Number__xs_integer>5</person:Number__xs_integer>
        </person:AddressType>
    </person:Address_personGroup__AddressType>
    <person:Age_personGroup__validAgeType>
        35
    </person:Age_personGroup__validAgeType>
</person:PersonType>
</person:Person__PersonType>
</person:PersonsType>
</person:Persons__PersonsType>
</owl:Thing>
</rdf:RDF>

```

Εικόνα 54: OWL/RDF Περιγραφή που προκύπτει από τη μετατροπή του XML Εγγράφου που παρουσιάστηκε στην Εικόνα 53

Ως παράδειγμα, το στοιχείο σύνθετου τύπου “Name” του XML εγγράφου που παρουσιάζεται στην Εικόνα 53 μετατρέπεται στην ιδιότητα αντικειμένων “Name_personGroup__NameType” της OWL/RDF περιγραφής που απεικονίζεται στην Εικόνα 54.

```

algorithm transformXMLElement(XMLElement)
    if XMLElement is of simple type
        return transformSimpleXMLElement(XMLElement)
    else
        return transformComplexXMLElement(XMLElement)
    end if
end algorithm

algorithm transformSimpleXMLElement(XMLElement)
    find in the mapping ontology the rdf:ID dp_id of the datatype property corresponding to XMLElement
    dp = new instance of the datatype property with rdf:ID = dp_id
    dp_value = content of XMLElement
    insert dp_value in dp
    return dp
end algorithm

algorithm transformComplexXMLElement(XMLElement)
    find in the mapping ontology the rdf:ID op_id of the object property corresponding to XMLElement
    op = new instance of the object property with rdf:ID = op_id

```

```

I = defineIndividual(XMLElement)
insert I in op
return op
end algorithm

```

Εικόνα 55: Αλγόριθμος μετατροπής XML Στοιχείων σε OWL Ιδιότητες

Ο αλγόριθμος `defineIndividual` δέχεται ως είσοδο ένα στοιχείο σύνθετου τύπου `XMLElement` και επιστρέφει ένα άτομο `I` που αναπαριστά το περιεχόμενο του στοιχείου `XMLElement`. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 56, ο αλγόριθμος `defineIndividual` εντοπίζει μέσω της οντολογίας αντιστοίχισης την ταυτότητα της κλάσης που αναπαριστά τον τύπο του στοιχείου `XMLElement` και δημιουργεί ένα άτομο `I` της κλάσης αυτής. Αν ο τύπος του στοιχείου `XMLElement` επεκτείνει κάποιο απλό τύπο, δημιουργείται μια ιδιότητα `base_dp` που περιέχει την απλού τύπου τιμή του στοιχείου `XMLElement`. Στη συνέχεια εισάγονται στο άτομο `I` οι ιδιότητες που αναπαριστούν τα στοιχεία και τα γνωρίσματα του στοιχείου `XMLElement`, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που είναι απόντα από το στοιχείο `XMLElement` αλλά διαθέτουν εξ' ορισμού τιμή (η πληροφορία για τις εξ' ορισμού τιμές ανακτάται από την οντολογία αντιστοίχισης). Οι ιδιότητες που αναπαριστούν τα στοιχεία και τα γνωρίσματα του στοιχείου `XMLElement` κατασκευάζονται με την κλήση των αλγορίθμων `transformXMLElement` και `transformXMLAttribute` αντίστοιχα.

```

algorithm defineIndividual(XMLElement)
  t = XMLElement type
  find in the mapping ontology the rdf:ID cid of the class corresponding to t
  indiv = new individual of the class with rdf:ID = cid
  if t extends a simple type
    st = the simple type extended by t
    base_dp_id = concatenate(content, st@name)
    base_dp = new instance of the datatype property with rdf:ID = base_dp_id
    base_dp_value = content of XMLElement
    insert base_dp_value in base_dp
    insert base_dp in indiv
  end if
  for each attribute of t with default value that is not defined in XMLElement
    a = current attribute
    define an instance ia of a
    value = the default value of a
    insert value in ia
    insert ia in XMLElement
  end for
  for each simple type element of t with default value that is not defined in XMLElement
    e = current element
    define an instance ie of e
    value = the default value of e
    insert value in ie
    insert ie in XMLElement
  end for
  for each attribute of XMLElement
    a = current attribute
    ia = transformXMLAttribute(a)
    insert ia in indiv
  end for
  for each element of XMLElement
    e = current element
    ie = transformXMLElement(e)
    insert ie in indiv
  end for
  return indiv
end algorithm

```

Εικόνα 56: Αλγόριθμος Ορισμού OWL Ατόμου που αναπαριστά την τιμή XML Στοιχείου

Ως παράδειγμα, το περιεχόμενο του στοιχείου σύνθετου τύπου "Name" του XML εγγράφου που παρουσιάζεται στην Εικόνα 53 μετατρέπεται στο άτομο της κλάσης "NameType" της OWL/RDF περιγραφής που απεικονίζεται στην Εικόνα 54.

Ο αλγόριθμος `transformXMLAttribute`, που παρουσιάζεται στην Εικόνα 57, μετατρέπει XML γνώρισμα σε ιδιότητες τύπου δεδομένων. Ο αλγόριθμος `transformXMLAttribute` δέχεται ως είσοδο ένα γνώρισμα `XMLAttribute` και επιστρέφει μια ιδιότητα τύπου δεδομένων `dp`. Η ταυτότητα της ιδιότητας τύπου δεδομένων που αντιστοιχεί στο γνώρισμα `XMLAttribute` εντοπίζεται μέσω της οντολογίας αντιστοίχησης.

```
algorithm transformXMLAttribute(XMLAttribute)
  find in the mapping ontology the rdf:ID dp_id of the datatype property corresponding to XMLAttribute
  dp = new instance of the datatype property with rdf:ID = dp_id
  dp_value = XMLAttribute value
  insert dp_value in dp
  return dp
end algorithm
```

Εικόνα 57: Αλγόριθμος μετατροπής XML Γνωρισμάτων σε OWL Ιδιότητες Τύπου Δεδομένων

Ως παράδειγμα, το γνώρισμα "country" του XML εγγράφου που παρουσιάζεται στην Εικόνα 53 μετατρέπεται στην ιδιότητα τύπου δεδομένων "country__NS_country_UNType" της OWL/RDF περιγραφής που απεικονίζεται στην Εικόνα 54.

3.5. Μετατροπή OWL/RDF Περιγραφών σε XML Σύνταξη

Το θέμα αυτής της ενότητας είναι η μετατροπή OWL/RDF περιγραφών σε XML έγγραφα ή τμήματα XML εγγράφων. Η υποστήριξη αυτής της λειτουργικότητας είναι πολύ σημαντική, καθώς επιτρέπει την εισαγωγή περιγραφών που έχουν εμπλουτιστεί μέσω προηγμένης επεξεργασίας στο επίπεδο της σημαντικής σε εφαρμογές που βασίζονται στην XML Schema.

Όπως έχει ήδη παρουσιαστεί στην Εικόνα 20, ο αλγόριθμος μετατροπής OWL/RDF περιγραφών σε XML έγγραφα ή τμήματα XML εγγράφων δέχεται ως είσοδο μια OWL/RDF περιγραφή και παράγει ως έξοδο ένα XML έγγραφο. Κατά τη μετατροπή χρησιμοποιείται η γνώση που κωδικοποιείται στην κύρια οντολογία, την οντολογία αντιστοίχησης και το XML σχήμα απλών τύπων δεδομένων που έχουν παραχθεί από το σύστημα XS2OWL για το XML σχήμα στο οποίο υπακούει το XML έγγραφο που παράγεται ως έξοδος. Η OWL/RDF περιγραφή που αποτελεί την είσοδο του αλγορίθμου μετατροπής απαρτίζεται από άτομα των OWL κλάσεων της κύριας οντολογίας που αποτυπώνει τη σημαντική του XML σχήματος στο οποίο υπακούει το παραγόμενο XML έγγραφο. Συνεπώς, η διαδικασία μετατροπής μπορεί να εφαρμοστεί μόνο σε OWL/RDF περιγραφές που βασίζονται σε κύριες οντολογίες που έχουν προκύψει από την εφαρμογή του μοντέλου αντιστοίχησης XS2OWL σε κάποιο XML σχήμα.

Η διαδικασία μετατροπής OWL/RDF περιγραφών σε XML έγγραφα ή τμήματα XML εγγράφων υλοποιείται από τον αλγόριθμο `transformOWLRDFdescription` που παρουσιάζεται στην Εικόνα 58.

```
algorithm transformOWLRDFdescription(OWLRDFdescription)
  find in the mapping ontology the rdf:ID root_id of the object property corresponding to the root element of the XML Schema
  if OWLRDFdescription contains an object property with rdf:ID=root_id
    return transformOWLRDFdescription2Doc(OWLRDFdescription, root_id)
  else
    return transformOWLRDFdescription2Fragment(OWLRDFdescription)
  end if
end algorithm
```



```

algorithm transformOWLRDFdescription2Doc(OWLRDFdescription, root_id)
  root_property = the object property instance of OWLRDFdescription with
rdf:ID=root_id
  el = transformObjectProperty(root_property)
  define a root element re with all the necessary namespaces
  insert el in re
  return re
end algorithm

algorithm transformOWLRDFdescription2Fragment(OWLRDFdescription)
  top_properties = the object property instances of OWLRDFdescription that cor-
respond to the element(s) closer to the root element
  define a new XML fragment f
  for each object property in top_properties
    op = the current object property
    e = transformObjectProperty(op)
    insert e in f
  end for
  return f
end algorithm

```

Εικόνα 58: Αλγόριθμος μετατροπής OWL/RDF Περιγραφών σε XML Έγγραφα (ή Τμήματα XML Εγγράφων)

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 58, ο αλγόριθμος `transformOWLRDFdescription` δέχεται ως είσοδο την OWL/RDF περιγραφή `OWLRDFdescription` και επιστρέφει ένα XML έγγραφο ή ένα τμήμα XML εγγράφου. Συγκεκριμένα, ο αλγόριθμος `transformOWLRDFdescription` εντοπίζει, μέσω της οντολογίας αντιστοίχισης, την ταυτότητα `root_id` της ιδιότητας αντικειμένων που αντιστοιχεί στο στοιχείο-ρίζα του XML σχήματος στο οποίο θα υπακούει το τελικό XML έγγραφο (ή τμήμα XML εγγράφου) και στη συνέχεια:

- Αν η OWL/RDF περιγραφή `OWLRDFdescription` περιέχει κάποιο στιγμιότυπο της ιδιότητας αντικειμένων `root_id`, το αποτέλεσμα είναι ένα XML έγγραφο που παράγεται από την κλήση του αλγορίθμου `transformOWLRDFdescription2Doc` με είσοδο την OWL/RDF περιγραφή `OWLRDFdescription` και την ταυτότητα `root_id`. Ο αλγόριθμος `transformOWLRDFdescription2Doc` εντοπίζει το στιγμιότυπο `root_property` της ιδιότητας αντικειμένων `root_id` και το μετατρέπει στο XML στοιχείο `el` μέσω του αλγορίθμου `transformObjectProperty` που καλείται για το στιγμιότυπο `root_property` και παρουσιάζεται στην Εικόνα 61. Στη συνέχεια δημιουργεί ένα κενό XML έγγραφο `re`, στο οποίο εισάγει το στοιχείο `el` και επιστρέφει το XML έγγραφο `re`.
- Αν η OWL/RDF περιγραφή `OWLRDFdescription` δεν περιέχει κάποιο στιγμιότυπο της ιδιότητας `root_id`, το αποτέλεσμα είναι ένα τμήμα XML εγγράφου που παράγεται από την κλήση του αλγορίθμου `transformOWLRDFdescription2Fragment` με είσοδο την OWL/RDF περιγραφή `OWLRDFdescription`. Ο αλγόριθμος `transformOWLRDFdescription2Fragment` αρχικά δημιουργεί ένα κενό τμήμα XML εγγράφου `f`. Στη συνέχεια εντοπίζει τα στιγμιότυπα `top_properties` των ιδιοτήτων αντικειμένων που αναπαριστούν στοιχεία που είναι πιο κοντά στο στοιχείο-ρίζα, τα μετατρέπει σε XML στοιχεία μέσω του αλγορίθμου `transformObjectProperty`, τα εισάγει στο τμήμα XML εγγράφου `f` και τέλος επιστρέφει το `f`.

Έστω ως παράδειγμα η OWL/RDF περιγραφή που παρουσιάζεται στην Εικόνα 59 που βασίζεται στην κύρια οντολογία που προέκυψε από την εφαρμογή του μοντέλου αντιστοίχισης XS2OWL στο XML Σχήμα που ορίστηκε στην Εικόνα 22. Το αποτέλεσμα της εφαρμογής του αλγορίθμου `transformOWLRDFdescription` σ' αυτή την περιγραφή είναι το τμήμα XML εγγράφου που απεικονίζεται στην Εικόνα 60.

```
<person:Address_personGroup__AddressType>
```

```

<person:AddressType>
  <person:country__NS_country_UNType>GR</person:country__NS_country_UNType>
  <person:Street__xs_string>Korai</person:Street__xs_string>
  <person:Number__xs_integer> 5 </person:Number__xs_integer>
</person:AddressType>
</person:Address_personGroup__AddressType>

```

Εικόνα 59: OWL/RDF Περιγραφή που βασίζεται στην Κύρια Οντολογία που αποτυπώνει τη σημαντική του XML Σχήματος που ορίστηκε στην Εικόνα 22

```

<Address country="GR">
  <Street>Korai</Street>
  <Number>5</Number>
</Address>

```

Εικόνα 60: Τμήμα XML Εγγράφου που προκύπτει από τη μετατροπή της OWL/RDF Περιγραφής που φαίνεται στην Εικόνα 59

Ο αλγόριθμος `transformObjectProperty` μετατρέπει το στιγμιότυπο `ObjectProperty` μιας OWL ιδιότητας αντικειμένων που δέχεται ως είσοδο στο στιγμιότυπο `e` του XML στοιχείου που αντιστοιχεί στην ιδιότητα αντικειμένων, το οποίο και επιστρέφει. Συγκεκριμένα και όπως φαίνεται στην Εικόνα 61, ο αλγόριθμος `transformObjectProperty` εντοπίζει μέσω της οντολογίας αντιστοίχισης το όνομα του XML στοιχείου του οποίου ένα στιγμιότυπο `e` ορίζεται και θα επιστραφεί τελικά. Στη συνέχεια, η τιμή του στιγμιότυπου `ObjectProperty` μετασχηματίζεται στην τιμή του `e` μέσω του αλγορίθμου `transformIndividual` που παρουσιάζεται στην Εικόνα 62 και, τέλος, επιστρέφεται το `e`.

```

algorithm transformObjectProperty(ObjectProperty)
  e_name = the name of the element that corresponds to ObjectProperty (found in
the mapping ontology)
  e = a new instance of the element with name = e_name
  e_value = the individual that represents the value of ObjectProperty
  e = transformIndividual(e_value, e)
  return e
end algorithm

```

Εικόνα 61: Αλγόριθμος μετατροπής Ιδιοτήτων Αντικειμένων σε XML Στοιχεία

Ως παράδειγμα, το στιγμιότυπο της ιδιότητας αντικειμένων `Address_personGroup__AddressType` που φαίνεται στην Εικόνα 59 μετατρέπεται από τον αλγόριθμο `transformObjectProperty` στο στοιχείο `Address` που φαίνεται στην Εικόνα 60.

Ο αλγόριθμος `transformIndividual`, όπως φαίνεται στην Εικόνα 62, μετατρέπει ένα άτομο `Individual` που δέχεται ως είσοδο στην τιμή του κενού στιγμιότυπου στοιχείου `element` το οποίο και επιστρέφει.

```

algorithm transformIndividual(Individual, element)
  absent_dps = the datatype properties of the class of Individual that represent
XML constructs having a default value and do not exist in Individual
  for each datatype property in absent_dps
    adp = the current datatype property
    a = a new instance of adp
    a_default = the default value of the XML construct represented by adp
    insert a_default in a
    insert a in Individual
  end for
  return element
end algorithm

```

```

end for
absent_ops = the object properties of the class of Individual that represent
XML elements having a default value and do not exist in Individual
for each object property in absent_ops
  aop = the current object property
  a = a new instance of aop
  a_default = the default value of the XML element represented by aop
  insert a_default in a
  insert a in Individual
end for
dps = the datatype property instances of Individual
ops = the object property instance instances of Individual
for each datatype property in dps
  dp = the current datatype property instance
  construct = transformDatatypeProperty(dp)
  insert construct in element ordered according to the information in the map-
ping ontology
end for
for each object property instance in ops
  op = the current object property instance
  e = transformObjectProperty(op)
  insert e in element ordered according to the information in the mapping on-
tology
end for
return element
end algorithm

```

Εικόνα 62: Αλγόριθμος μετατροπής Ατόμων σε Τμήματα XML Εγγράφων

Αρχικά ο αλγόριθμος `transformIndividual` εντοπίζει τις ιδιότητες τύπου δεδομένων `absent_dps` και τις ιδιότητες αντικειμένων `absent_ops` της κλάσης του ατόμου `Individual` οι οποίες αναπαριστούν XML δομές που διαθέτουν εξ' ορισμού τιμή και δεν ορίζονται για το άτομο `Individual`. Στη συνέχεια, δημιουργούνται στιγμιότυπα των ιδιοτήτων αυτών που έχουν ως τιμή τις αντίστοιχες εξ' ορισμού τιμές, τα οποία εισάγονται στο άτομο `Individual`. Έπειτα, τα στιγμιότυπα των ιδιοτήτων αντικειμένων του ατόμου `Individual` μετατρέπονται σε στοιχεία μέσω του αλγορίθμου `transformObjectProperty` και εισάγονται στο στοιχείο `element`, ενώ τα στιγμιότυπα των ιδιοτήτων τύπου δεδομένων του ατόμου `Individual` μετατρέπονται στις XML δομές που αναπαριστούν τις ιδιότητες τύπου δεδομένων μέσω του αλγορίθμου `transformDatatypeProperty` και εισάγονται στο στοιχείο `element`.

Ως παράδειγμα, το άτομο της κλάσης `AddressType` που φαίνεται στην Εικόνα 59 μετατρέπεται από τον αλγόριθμο `transformIndividual` στο περιεχόμενο του στοιχείου `Address` που φαίνεται στην Εικόνα 60.

Ο αλγόριθμος `transformDatatypeProperty`, όπως φαίνεται στην Εικόνα 63, μετατρέπει το στιγμιότυπο `DatatypeProperty` μιας OWL ιδιότητας τύπου δεδομένων που δέχεται ως είσοδο σε ένα στιγμιότυπο της XML δομής που αντιστοιχεί στην ιδιότητα τύπου δεδομένων, το οποίο και επιστρέφει. Αρχικά ο αλγόριθμος `transformDatatypeProperty` εντοπίζει, μέσω της οντολογίας αντιστοίχισης, το είδος `kind` της δομής που αναπαρίσταται από το στιγμιότυπο `DatatypeProperty` και στη συνέχεια:

```

algorithm transformDatatypeProperty(DatatypeProperty)
  kind = kind of the construct represented by DatatypeProperty
  if kind = "Attribute"
    a_name = name of the attribute that corresponds to DatatypeProperty (found
in the mapping ontology)
    a = a new instance of the attribute with name = a_name
    a_value = the value of DatatypeProperty
    insert a_value in a
  end if
end algorithm

```

```

    return a
  else if kind = "Element"
    e_name = name of the element that corresponds to DatatypeProperty (found in
the mapping ontology)
    e = a new instance of the element with name = e_name
    e_value = the value of DatatypeProperty
    insert e_value in e
    return e
  else
    dval = the value of DatatypeProperty
    return dval
  end if
end algorithm

```

Εικόνα 63: Αλγόριθμος μετατροπής Ιδιοτήτων Τύπων Δεδομένων σε XML Δομές

- Αν το στιγμιότυπο `DatatypeProperty` αναπαριστά στιγμιότυπο κάποιου γνωρίσματος, εντοπίζεται μέσω της οντολογίας αντιστοίχισης το όνομα `a_name` του γνωρίσματος και δημιουργείται ένα στιγμιότυπο `a` του γνωρίσματος, το οποίο έχει ως τιμή την τιμή του `DatatypeProperty`. Τέλος, επιστρέφεται το στιγμιότυπο `a`.
- Αν το στιγμιότυπο `DatatypeProperty` αναπαριστά στιγμιότυπο κάποιου στοιχείου, εντοπίζεται μέσω της οντολογίας αντιστοίχισης το όνομα `e_name` του στοιχείου και δημιουργείται ένα στιγμιότυπο `e` του στοιχείου, το οποίο έχει ως τιμή την τιμή του `DatatypeProperty`. Τέλος, επιστρέφεται το στιγμιότυπο `e`.
- Αν το `DatatypeProperty` είναι στιγμιότυπο μιας ιδιότητας τύπου δεδομένων που εκφράζει ότι η κλάση του ατόμου που διαθέτει το `DatatypeProperty` αναπαριστά κάποιον XML Schema τύπο που επεκτείνει κάποιον απλό XML Schema τύπο, επιστρέφεται η τιμή του στιγμιότυπου `DatatypeProperty`.

Ως παράδειγμα, το στιγμιότυπο της ιδιότητας τύπου δεδομένων `Street__xs_string` που φαίνεται στην Εικόνα 59 μετατρέπεται από τον αλγόριθμο `transformDatatypeProperty` στο στοιχείο `Street` που φαίνεται στην Εικόνα 60.

3.6. Αξιολόγηση του Μοντέλου Αντιστοίχισης XS2OWL

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του μοντέλου αντιστοίχισης και του συστήματος XS2OWL. Πρώτα απ' όλα, για να υπάρξει εκτεταμένος έλεγχος, το μοντέλο αντιστοίχισης εφαρμόστηκε σε εκτεταμένα και ευρέως αποδεκτά πρότυπα που έχουν εκφραστεί σε XML Schema: τα τμήματα MPEG-7 MDS και την MPEG-21 DIA Architecture των προτύπων MPEG-7 και MPEG-21 στο πεδίο των πολυμέσων, τα πρότυπα IEEE LOM και SCORM στο πεδίο της ηλεκτρονικής εκπαίδευσης και το πρότυπο METS στο πεδίο των ψηφιακών βιβλιοθηκών. Τα πρότυπα αυτά και η διαλειτουργικότητά τους με OWL έχουν εξετασθεί στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Δικτύου Αριστείας DELOS II [ArMoCh06] [TsPoCh04a] [TsPoCh04b] [TsPoCh07].

Οι οντολογίες που παρήχθησαν αυτόματα μέσω της εφαρμογής του μοντέλου αντιστοίχισης από το σύστημα XS2OWL στις XML Schema εκφράσεις των προτύπων ελέγχθηκαν και επαληθεύτηκε ότι αποτυπώνουν με ακρίβεια τη σημαντική των προτύπων XML σχημάτων.

Στη συνέχεια, οι OWL-DL κύριες οντολογίες που παρήχθησαν αυτόματα εμπλουτίστηκαν με γνώση περιοχής, μέσω της ενσωμάτωσης οντολογιών περιοχής, και παρήχθησαν OWL/RDF περιγραφές που βασίστηκαν στην εμπλουτισμένη οντολογική υποδομή. Τέλος, οι OWL/RDF περιγραφές μετασχηματίστηκαν, με την εφαρμογή των αλγορίθμων που περιγράφηκαν στις ενότητες 3.4 και 3.5, σε XML έγγραφα. Οι μετασχηματισμοί ήταν επιτυχείς, καθώς τα έγγραφα που παρήχθησαν υπακούουν στα αρχικά XML σχήματα, και επιβεβαιώθηκε έτσι ότι η σημαντική των προτύπων είχε αποτυπωθεί πλήρως στις κύριες οντολογίες και τις οντολογίες αντιστοίχισης.

Ειδικά για τα πρότυπα πολυμέσων, εξετάστηκε λεπτομερώς η σημαντική των OWL αναπαραστάσεων που παρήχθησαν. Καθώς σε πρώιμο στάδιο της διατριβής είχαν μετατραπεί χειροκίνητα ο MPEG-7 MDS και η MPEG-21 DIA Architecture σε OWL-DL σύνταξη και αποτέλεσαν την ανώτερη οντολογία του πλαισίου DS-MIRF, έγινε σύγκριση της σημαντικής που αποτυπώθηκε χειροκίνητα με τη σημαντική που αποτυπώθηκε αυτόματα, μέσω του μοντέλου αντιστοίχισης και του συστήματος XS2OWL. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης έδειξαν ότι οι αριθμοί κλάσεων, ιδιοτήτων και αξιωμάτων ήταν ίδιοι και στις δυο περιπτώσεις και ότι η σημαντική που είχε αποτυπωθεί χειροκίνητα σε OWL δομές αποτυπώθηκε πλήρως και με τους αυτόματους μετασχηματισμούς.

Καθώς η μετατροπή OWL/RDF περιγραφών περιεχομένου πολυμέσων που ορίζονται με βάση την ανώτερη οντολογία του πλαισίου DS-MIRF σε MPEG-7 έγγραφα είναι απαραίτητη για το πλαίσιο DS-MIRF, αναπτύχθηκε επίσης χειροκίνητα μια οντολογία αντιστοίχισης για τον MPEG-7 MDS. Έτσι, έγινε σύγκριση και της οντολογίας αντιστοίχισης που είχε οριστεί χειροκίνητα για τον MPEG-7 MDS με το αντίστοιχο τμήμα της οντολογίας αντιστοίχισης για τον MPEG-7 MDS που δημιουργήθηκε αυτόματα. Και πάλι, τα αποτελέσματα της σύγκρισης έδειξαν ότι οι αριθμοί κλάσεων, ιδιοτήτων και αξιωμάτων ήταν ίδιοι και στις δυο περιπτώσεις και ότι η σημαντική που είχε αποτυπωθεί χειροκίνητα αποτυπώθηκε πλήρως και με τους αυτόματους μετασχηματισμούς.

3.7. Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκε το πλαίσιο XS2OWL, το οποίο αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής για την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ OWL και XML. Το πλαίσιο XS2OWL βασίζεται στο μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL, το οποίο επιτρέπει τον αυτόματο μετασχηματισμό XML σχημάτων σε OWL-DL οντολογίες. Ο μετασχηματισμός αυτός επιτρέπει σε πολλές και διαφορετικές εφαρμογές (για παράδειγμα, στην εξαγωγή γνώσης από οπτικοακουστικό υλικό) την ενσωμάτωση γνώσης περιοχής και εφαρμογών, με τη μορφή OWL οντολογιών, καθώς και τη χρήση εργαλείων εξαγωγής συμπερασμάτων. Επιπλέον, οι οντολογίες που παράγονται αυτόματα από το σύστημα XS2OWL το οποίο υλοποιεί το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL επιτρέπουν την ανταλλαγή πληροφορίας μεταξύ εφαρμογών που βασίζονται στην OWL και εφαρμογών που βασίζονται στην XML Schema. Αυτό επιτυγχάνεται με την υποστήριξη της μετατροπής XML εγγράφων σε OWL/RDF περιγραφές και OWL/RDF περιγραφών σε XML έγγραφα. Τόσο το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL όσο και οι αλγόριθμοι μετατροπής περιγράφηκαν εκτενώς στο κεφάλαιο αυτό. Επιπλέον, παρουσιάστηκε ο τρόπος με τον οποίο το σύστημα XS2OWL χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο της ορθότητας της προσέγγισης του πλαισίου XS2OWL, μέσω της εφαρμογής του μοντέλου XS2OWL σε εκτεταμένα και ευρέως αποδεκτά πρότυπα που έχουν εκφραστεί σε XML Schema σύνταξη.

4. Μοντέλο Αναπαράστασης Γνώσης Περιοχής με MPEG-7 Δομές

Το πρότυπο MPEG-7 επιτρέπει τη δομημένη περιγραφή του οπτικοακουστικού υλικού από πολλές απόψεις, συμπεριλαμβανομένης της σημαντικής του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού. Παρ' όλο που οι δομές του MPEG-7 επιτρέπουν την πλήρη και δομημένη περιγραφή του οπτικοακουστικού υλικού, είναι γενικού σκοπού δομές και δεν επιτρέπουν άμεσα τη συστηματική ενσωμάτωση γνώσης περιοχής.

Σύμφωνα όμως με τις απόψεις της επιστημονικής κοινότητας [OntoWeb] [DELOS], η ενσωμάτωση γνώσης περιοχής βελτιώνει την απόδοση της αναζήτησης και του φιλτραρίσματος οπτικοακουστικού υλικού. Αυτό συμβαίνει καθώς η ενσωμάτωση γνώσης περιοχής επιτρέπει την κατηγοριοποίηση των οντοτήτων σημαντικής που ανήκουν στον ίδιο γενικού σκοπού MPEG-7 τύπο. Έτσι, μπορούν να εκφραστούν και να απαντηθούν με ακρίβεια ερωτήσεις που αφορούν συγκεκριμένες κατηγορίες οντοτήτων σημαντικής (π.χ. τα γκολ, τους ποδοσφαιριστές κ.α.).

Από τα παραπάνω φαίνεται η ανάγκη συστηματικής ενσωμάτωσης γνώσης περιοχής στις MPEG-7 περιγραφές. Την ανάγκη αυτή έρχεται να καλύψει το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής και περιγράφεται σε αυτό το κεφάλαιο.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η γνώση περιοχής συνήθως κωδικοποιείται σε οντολογίες περιοχής. Με βάση το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής, κάθε οντολογία περιοχής *DO* μπορεί να μετασχηματιστεί σε μια οντολογία περιοχής *MP7DO*, η οποία εκφράζεται σε MPEG-7 σύνταξη [TsPaCh01a] [TsPaCh01b] [TsFaCh03a] [TsFaCh03b] [Pa&al03] [TsPoCh05]. Αυτό επιτυγχάνεται με την αξιοποίηση των MPEG-7 σχέσεων και των γενικού σκοπού δομών που ορίζονται στο σχήμα περιγραφής Semantic DS του MPEG-7 MDS για την αναπαράσταση οντοτήτων σημαντικής. Έτσι, μπορούν να αναπαράσταθούν γεγονότα, έννοιες, συντελεστές, χρόνος, τόπος και αντικείμενα. Οι βασικές κλάσεις οντοτήτων σημαντικής αναπαρίστανται από τους αντίστοιχους MPEG-7 τύπους που ορίζονται στο σχήμα περιγραφής Semantic DS του MPEG-7 MDS. Συγκεκριμένα, η κλάση των γεγονότων αναπαρίσταται από τον τύπο "EventType", η κλάση των αντικειμένων αναπαρίσταται από τον τύπο "ObjectType", η κλάση των συντελεστών αναπαρίσταται από τον τύπο "AgentObjectType", η κλάση των εννοιών αναπαρίσταται από τον τύπο "ConceptType", η κλάση των τόπων αναπαρίσταται από τον τύπο "SemanticPlaceType" και η κλάση των χρόνων αναπαρίσταται από τον τύπο "SemanticTimeType". Οι οντότητες σημαντικής μπορεί να είναι αφηρημένες, οπότε αναπαρίστανται επαναχρησιμοποιήσιμη γνώση (π.χ. στο ποδόσφαιρο αφηρημένες οντότητες σημαντικής είναι το γεγονός «γκολ», το αντικείμενο «μπάλα», ο τόπος «γήπεδο ποδοσφαίρου» κ.α.) ή απτές, οπότε αναπαρίστανται συγκεκριμένα στιγμιότυπα οντοτήτων (π.χ. το 1^ο γκολ του τελικού του Παγκοσμίου Κυπέλλου (Mundial) 2006, το γήπεδο ποδοσφαίρου «Στάδιο Ειρήνης και Φιλίας» κ.α.).

Η δυνατότητα αναπαράστασης οντολογιών περιοχής με MPEG-7 δομές επιτρέπει τη συστηματική αναπαράσταση γνώσης περιοχής σε MPEG-7 σύνταξη και την ενσωμάτωση της γνώσης περιοχής σε MPEG-7 περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού. Έτσι, μπορεί να υποστηριχθεί η παροχή προηγμένων υπηρεσιών σημαντικής για το υλικό αυτό.

Να σημειωθεί ότι, αντί για το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής, θα μπορούσε, για την αναπαράσταση της γνώσης περιοχής να επιλεγεί η ακόλουθη προσέγγιση:

- Οι κλάσεις οντοτήτων σημαντικής που αποτυπώνουν γνώση περιοχής και επεκτείνουν τις βασικές κλάσεις οντοτήτων σημαντικής να αναπαρασταθούν ως νέοι, εξειδικευμένοι τύποι που θα επεκτείνουν τους MPEG-7 τύπους που ορίζονται στο σχήμα περιγραφής Semantic DS του MPEG-7 MDS.
- Τα άτομα που ανήκουν στις κλάσεις οντοτήτων σημαντικής που αποτυπώνουν γνώση περιοχής να αναπαρασταθούν ως στιγμιότυπα των εξειδικευμένων τύπων που αναπαριστούν κλάσεις οντοτήτων σημαντικής που αποτυπώνουν γνώση περιοχής.

Το βασικό μειονέκτημα της προσέγγισης αυτής σε σχέση με την προσέγγιση της παρούσας διατριβής είναι ότι επεκτείνεται το πρότυπο MPEG-7 με τρόπο που δε διασφαλίζει τη διαλειτουργικότητα με εφαρμογές που χρησιμοποιούν το πρότυπο, καθώς αυτές δε θα αναγνωρίζουν τους νέους τύπους.

Το κεφάλαιο έχει την εξής δομή: Η αναπαράσταση οντολογιών περιοχής με τη χρήση MPEG-7 δομών περιγράφεται στην ενότητα 4.1. Τα χαρακτηριστικά του μοντέλου αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές συνοψίζονται στην ενότητα 4.2. Τέλος, τα σημαντικότερα σημεία του κεφαλαίου ανακεφαλαιώνονται στην ενότητα 4.3.

4.1. Αναπαράσταση Οντολογιών Περιοχής με MPEG-7 Δομές

Το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής επιτρέπει την αναπαράσταση κάθε οντολογίας περιοχής DO από μια οντολογία περιοχής MP7DO, η οποία εκφράζεται σε MPEG-7 σύνταξη. Η αναπαράσταση οντολογιών περιοχής με MPEG-7 δομές, βάσει του μοντέλου αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές είναι το θέμα αυτής της ενότητας.

Για να γίνει ευκολότερα κατανοητή η αναπαράσταση οντολογιών περιοχής βάσει του μοντέλου αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές, έστω ως παράδειγμα μια οντολογία περιοχής για ποδόσφαιρο, με ταυτότητα "soccer". Η οντολογία αυτή έστω ότι περιλαμβάνει:

- Τις κλάσεις "SoccerPlayer" και "Goalkeeper", που αναπαριστούν, αντίστοιχα, τους ποδοσφαιριστές και τους τερματοφύλακες. Καθώς οι τερματοφύλακες είναι ποδοσφαιριστές με εξειδικευμένο ρόλο, η κλάση "Goalkeeper" είναι υποκλάση της κλάσης "SoccerPlayer". Έστω ακόμα ότι η κλάση "SoccerPlayer" διαθέτει τις ιδιότητες "DateOfBirth", τύπου "Date", που αναπαριστά την ημερομηνία γέννησης ενός ποδοσφαιριστή, και "PlaceOfBirth", τύπου "City", που αναπαριστά τον τόπο γέννησης ενός ποδοσφαιριστή, καθώς και τη σχέση "scorerOf", που συνδέει τον ποδοσφαιριστή με τα γκολ που πέτυχε. Να σημειωθεί ότι η κλάση "City", που αναπαριστά πόλεις, μπορεί να ορίζεται στην οντολογία ποδοσφαίρου ή σε κάποια άλλη οντολογία.
- Το άτομο "Buffon", που ανήκει στην κλάση "SoccerPlayer" και αναπαριστά τον τερματοφύλακα Buffon.

Η οντολογία αυτή μπορεί να αναπαρασταθεί σε MPEG-7 σύνταξη, με βάση το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές, από την οντολογία που φαίνεται στην Εικόνα 64.

Στη συνέχεια περιγράφεται λεπτομερώς η αναπαράσταση οντολογιών περιοχής βάσει του μοντέλου αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές και συγκεκριμένα: Η αναπαράσταση οντολογιών περιοχής με MPEG-7 δομές περιγράφεται στην υποενότητα 4.1.1, η αναπαράσταση σχέσεων με MPEG-7 δομές περιγράφεται στην υποενότητα 4.1.2, αναπαράσταση ιδιοτήτων με MPEG-7 δομές περιγράφεται στην υποενότητα 4.1.3, η αναπαράσταση κλάσεων με MPEG-7 δομές περιγράφεται στην ενότητα 4.1.4, η αναπαράσταση ατόμων με MPEG-7 δομές παρουσιάζεται στην ενότητα 4.1.5 και η αναπαράσταση αξιωμάτων με MPEG-7 δομές περιγράφεται στην ενότητα 4.1.6.

```
<Description xsi:type="SemanticDescriptionType">
  <Semantics id="soccer">
    <AbstractionLevel dimension="1"/>
  </Semantics>
</Description>
```

```

<Label>
  <Name>Soccer Ontology</Name>
</Label>
<Definition>
  <FreeTextAnnotation>OWL Ontology for Soccer</FreeTextAnnotation>
</Definition>
<Property>
  <Name>Ontology Self</Name>
  <Definition>socceragents</Definition>
  <Term>
    <Name>href</Name>
    <Definition>
      "http://127.0.0.1/ontologies/DomainOntologies/soccer/socceragents#"
    </Definition>
  </Term>
</Property>
<SemanticBase xsi:type="AgentObjectType" id="SoccerPlayer">
  <AbstractionLevel dimension="1"/>
  <Label>
    <Name>Soccer Player</Name>
  </Label>
  <Property>
    <Name>DateOfBirth</Name>
    <Definition>Date</Definition>
  </Property>
  <Relation type="property" source="#SoccerPlayer" target="#City">
    <Header xsi:type="DescriptionMetadataType">
      <Comment>
        <FreeTextAnnotation>PlaceOfBirth</FreeTextAnnotation>
      </Comment>
    </Header>
  </Relation>
  <Relation type="propertyOf" source="#City" target="#SoccerPlayer">
    <Header xsi:type="DescriptionMetadataType">
      <Comment>
        <FreeTextAnnotation>PlaceOfBirth</FreeTextAnnotation>
      </Comment>
    </Header>
  </Relation>
  <Relation type="agentOf" source="#SoccerPlayer" target="#Goal">
    <Header xsi:type="DescriptionMetadataType">
      <Comment>
        <FreeTextAnnotation>scorerOf</FreeTextAnnotation>
      </Comment>
    </Header>
  </Relation>
</SemanticBase>
<SemanticBase xsi:type="AgentObjectType" id="Goalkeeper">
  <AbstractionLevel dimension="1"/>
  <Label>
    <Name>Goalkeeper Object</Name>
  </Label>
  <Relation type="specializes" source="#Goalkeeper" target="#SoccerPlayer"/>
  <Relation type="generalizes" source="#SoccerPlayer" target="#Goalkeeper"/>
</SemanticBase>
<SemanticBase xsi:type="AgentObjectType" id="Buffon">
  <AbstractionLevel dimension="0"/>
  <Label>
    <Name>Buffon</Name>
  </Label>
  <Definition>
    <FreeTextAnnotation>Gianluigi Buffon</FreeTextAnnotation>
  </Definition>
  <Property>

```



```

    <Name>DateOfBirth</Name>
    <Definition>21/01/1978</Definition>
  </Property>
  <Relation type="exemplifies" source="#Buffon" target="#Goalkeeper"/>
  <Relation type="exemplifiedBy" source="#Goalkeeper" target="#Buffon"/>
  <Relation type="property" source="#Buffon" target="#Carrara">
    <Header xsi:type="DescriptionMetadataType">
      <Comment>
        <FreeTextAnnotation>PlaceOfBirth</FreeTextAnnotation>
      </Comment>
    </Header>
  </Relation>
  <Relation type="propertyOf" source="#Carrara" target="#Buffon">
    <Header xsi:type="DescriptionMetadataType">
      <Comment>
        <FreeTextAnnotation>PlaceOfBirth</FreeTextAnnotation>
      </Comment>
    </Header>
  </Relation>
  <Agent xsi:type="PersonType" id="BuffonPerson">
    <Name>
      <FamilyName initial="B">Buffon</FamilyName>
      <GivenName>Gianluigi</GivenName>
    </Name>
  </Agent>
</SemanticBase>
</Semantics>
</Description>

```

Εικόνα 64: Οντολογία Περιοχής για Ποδόσφαιρο, εκφρασμένη σε MPEG-7 Σύνταξη

4.1.1. Αναπαράσταση Οντολογιών Περιοχής με MPEG-7 Δομές

Η αναπαράσταση οντολογιών περιοχής με MPEG-7 δομές περιγράφεται σε αυτή την υποενότητα. Έστω μια οντολογία περιοχής μια οντολογία περιοχής DO, η οποία περιγράφεται, ανεξάρτητα από τη γλώσσα αναπαράστασής της, από την έκφραση 32, όπου:

DO(do_name, label, comment, imported_ontologies, classes, properties, individuals, relationships) (32)

- do_name είναι το όνομα της οντολογίας περιοχής DO.
- label είναι η (προαιρετική) ετικέτα της οντολογίας DO.
- comment είναι ένα (προαιρετικό) σχόλιο περιγραφής της οντολογίας DO.
- imported_ontologies είναι το σύνολο των οντολογιών που εισάγονται στην οντολογία DO.
- classes είναι οι κλάσεις της οντολογίας περιοχής DO.
- properties είναι οι ιδιότητες της οντολογίας περιοχής DO.
- individuals είναι τα άτομα της οντολογίας περιοχής DO.
- relationships είναι οι σχέσεις που ορίζονται στην οντολογία περιοχής DO.
- axioms είναι τα αξιώματα που ορίζονται στην οντολογία περιοχής DO. Τα αξιώματα αυτά μπορεί να ορίζουν τις ιεραρχίες κλάσεων και ιδιοτήτων της οντολογίας περιοχής DO, τις σχέσεις ισοδυναμίας και διαφορετικότητας μεταξύ των κλάσεων, των ιδιοτήτων και των ατόμων της οντολογίας περιοχής DO, καθώς και τους περιορισμούς τιμής, τύπου και πολλαπλότητας που ισχύουν για τις κλάσεις, τις ιδιότητες και τα άτομα της οντολογίας περιοχής DO.

Η οντολογία περιοχής DO αναπαρίσταται σε MPEG-7 σύνταξη από μια MPEG-7 οντολογία περιοχής MP7DO που υλοποιείται από ένα στοιχείο "Description" D, τύπου

“SemanticDescriptionType”. Το στοιχείο D διαθέτει ένα στοιχείο “Semantics” S , τύπου “SemanticType”, το οποίο περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση 33, όπου:

$$S(id, alevel, l, d, iop, sop, p, sb, r) \quad (33)$$

- id είναι η ταυτότητα του στοιχείου S , που αναπαρίσταται από το γνώρισμα “id” και έχει τιμή do_name .
- $alevel$ είναι η τιμή του γνωρίσματος “dimension” του στοιχείου “AbstractionLevel” του στοιχείου S και έχει τιμή 1. Με αυτό τον τρόπο δηλώνεται ότι η συγκεκριμένη περιγραφή σημαντικής είναι αφηρημένη και δεν περιγράφει συγκεκριμένο οπτικοακουστικό υλικό.
- l είναι η ετικέτα του στοιχείου S και αναπαρίσταται από την τιμή του υποστοιχείου “Name” του στοιχείου “Label” που περιέχεται στο στοιχείο S . Αν η οντολογία περιοχής DO διαθέτει ετικέτα, το l έχει ως τιμή την τιμή $label$, διαφορετικά έχει ως τιμή την τιμή do_name .
- d είναι η (προαιρετική) περιγραφή του στοιχείου S , που ορίζεται αν υπάρχει σχόλιο περιγραφής της οντολογίας περιοχής DO , αναπαρίσταται από την τιμή του υποστοιχείου “FreeTextAnnotation” ενός στοιχείου “Definition” που ορίζεται μέσα στο στοιχείο S και έχει τιμή $comment$.
- iop είναι το σύνολο των δηλώσεων των οντολογιών που εισάγονται στην οντολογία περιοχής DO .
- sop είναι η δήλωση της οντολογίας περιοχής DO .
- sb είναι τα στοιχεία “SemanticBase” του στοιχείου S , τα οποία αναπαριστούν τις κλάσεις και τα άτομα της οντολογίας περιοχής DO .
- p είναι τα στοιχεία “Property” του στοιχείου S , τα οποία αναπαριστούν ιδιότητες της οντολογίας περιοχής DO .
- r είναι τα στοιχεία “Relation” του στοιχείου S , τα οποία αναπαριστούν ιδιότητες και σχέσεις της οντολογίας περιοχής DO .

Για παράδειγμα, η οντολογία ποδοσφαίρου του παραδείγματος της ενότητας 4.1 αναπαρίσταται από το στοιχείο “Description”, τύπου “SemanticDescriptionType”, που φαίνεται στην Εικόνα 64.

Αναπαράσταση Δηλώσεων Οντολογιών

Οι δηλώσεις οντολογιών που ορίζονται σε μια οντολογία περιοχής DO μπορεί να αναφέρονται είτε στην ίδια την οντολογία περιοχής DO είτε στις οντολογίες που εισάγονται στην οντολογία περιοχής DO . Κάθε δήλωση οντολογίας OD αναπαρίσταται από ένα στοιχείο “Property”, το οποίο ορίζεται μέσα στο στοιχείο S της αναπαράστασης D της οντολογίας περιοχής DO και περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση 34 όπου:

$$OD(name, def, uri) \quad (34)$$

- $name$ είναι η τιμή του στοιχείου “Name” που ορίζεται μέσα στο στοιχείο OD και έχει τιμή “Ontology” αν πρόκειται για δήλωση οντολογίας που εισάγεται στην οντολογία περιοχής DO και “Ontology Self” αν πρόκειται για τη δήλωση της οντολογίας περιοχής DO .
- def είναι η τιμή του (προαιρετικού) στοιχείου “Definition” που ορίζεται μέσα στο στοιχείο OD και έχει ως τιμή το όνομα της (προαιρετικής) XML οντότητας που αντιστοιχεί στην οντολογία που περιγράφεται από το στοιχείο OD .
- uri ένα στοιχείο “Term” που αναπαριστά το URI της οντολογίας, ορίζεται μέσα στο στοιχείο OD και περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση 35, όπου:

$$uri(tname, tdef) \quad (35)$$

- `tname` είναι η τιμή του στοιχείου "Name" που ορίζεται μέσα στο στοιχείο `term` και έχει τιμή "href".
- `tdef` είναι η τιμή του στοιχείου "Definition" που ορίζεται μέσα στο στοιχείο `term` και έχει ως τιμή το URI της οντολογίας που δηλώνεται από το στοιχείο `OD`.

Για παράδειγμα, η δήλωση της οντολογίας ποδοσφαίρου του παραδείγματος της ενότητας 4.1 αναπαρίσταται, όπως φαίνεται στην Εικόνα 64, από το στοιχείο "Property", το στοιχείο "Name" του οποίου έχει την τιμή "Ontology Self".

4.1.2. Αναπαράσταση Σχέσεων με MPEG-7 Δομές

Σε αυτή την υποενότητα περιγράφεται η αναπαράσταση, με MPEG-7 δομές, σχέσεων που ορίζονται σε οντολογίες περιοχής. Οι σχέσεις που ορίζονται σε μια οντολογία περιοχής `DO` αναπαρίστανται σε MPEG-7 σύνταξη από στοιχεία "Relation" που αναπαριστούν MPEG-7 σχέσεις. Καθώς όμως οι MPEG-7 σχέσεις είναι πεπερασμένες και γενικού σκοπού, τα αρχικά ονόματα των σχέσεων της οντολογίας περιοχής `DO` αναπαρίστανται από σχόλια στα στιγμιότυπα των MPEG-7 σχέσεων. Κάθε σχέση `relationship` της οντολογίας περιοχής `DO` αναπαρίσταται από ένα στιγμιότυπο του στοιχείου "Relation" που περιγράφεται από την έκφραση 36, όπου:

$$\text{relationship}(r_type, r_source, r_target, r_name, r_strength) \quad (36)$$

- `r_type` είναι ο τύπος της σχέσης `relationship` και έχει ως τιμή τον τύπο της πιο κοντινής, σε επίπεδο σημαντικής, MPEG-7 σχέσης.
- `r_source` είναι η πηγή της σχέσης `relationship`, αναπαρίσταται από το γνώρισμα "source" και έχει ως τιμή την ταυτότητα `source_id` του στοιχείου "SemanticBase" του στοιχείου `S` της αναπαράστασης `D` της οντολογίας περιοχής `DO` που αναπαριστά την πηγή της σχέσης.
- `r_target` είναι ο στόχος της σχέσης `relationship`, αναπαρίσταται από το γνώρισμα "target" και έχει ως τιμή την ταυτότητα `target_id` του στοιχείου "SemanticBase" του στοιχείου `S` της αναπαράστασης `D` της οντολογίας περιοχής `DO` που αναπαριστά την πηγή της.
- `r_name` είναι το όνομα της σχέσης `relationship`, το οποίο αναπαρίσταται από την τιμή του στοιχείου "Relation/Header/Comment/FreeTextAnnotation" της σχέσης `relationship`.
- `r_strength` είναι η ένταση της σχέσης `relationship` και αναπαρίσταται από το γνώρισμα "strength".

Να σημειωθεί ότι οι σχέσεις της οντολογίας περιοχής `DO` μπορεί να ορίζονται είτε μέσα στο στοιχείο `S` της αναπαράστασης `D` της οντολογίας περιοχής `DO` είτε στο στοιχείο "SemanticBase" του στοιχείου `S` που αναπαριστά την πηγή της σχέσης.

Για παράδειγμα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 64, η σχέση "scorerOf" συνδέει ένα ποδοσφαιριστή με τα γκολ που πέτυχε και αναπαρίσταται από μια MPEG-7 σχέση τύπου "agentOf".

4.1.3. Αναπαράσταση Ιδιοτήτων με MPEG-7 Δομές

Η αναπαράσταση ιδιοτήτων που ορίζονται σε οντολογίες περιοχής με MPEG-7 δομές περιγράφεται σε αυτή την υποενότητα. Οι ιδιότητες που ορίζονται σε μια οντολογία περιοχής `DO` και δεν αντιστοιχούν σε κάποιο στοιχείο ή γνώρισμα των MPEG-7 περιγραφών αναπαρίστανται σε MPEG-7 σύνταξη από στοιχεία "Property" αν πρόκειται για ιδιότητες απλού τύπου ή για ιδιότητες με πεδίο τιμών τον MPEG-7 τύπο "InlineTermDefinitionType" (ή κάποιο MPEG-7 τύπο που τον εξειδικεύει) και από στοιχεία "Relation" αν πρόκειται για ιδιότητες σύνθετου τύπου. Επιπλέον, αν πρόκειται για ιδιότητα που έχει ως πεδίο ορισμού κάποια κλάση που αναπαριστά κατάσταση και αποτελεί υποκλάση της κλάσης "SemanticStateType" και είτε είναι ιδιότητα απλού τύπου είτε έχει ως πεδίο τιμών κλάση που αντιστοιχεί σε κάποιο από τους MPEG-7 τύπους "IntegerMatrixType", "FloatMatrixType", "TextualType" (ή κάποιο MPEG-7 τύπο που τον εξειδικεύει), "TextAnnotationType" (ή κάποιο MPEG-7 τύπο που τον εξειδικεύει), "Controlled-

TermUseType” (ή κάποιο MPEG-7 τύπο που τον εξειδικεύει), και “DType” (ή κάποιο MPEG-7 τύπο που τον εξειδικεύει), η ιδιότητα αναπαρίσταται από ένα στοιχείο “AttributeValuePair”.

Έστω η ιδιότητα P της οντολογίας περιοχής DO , η οποία περιγράφεται από την έκφραση 37, όπου:

$$P(p_id, range, domain, value, label, comment) \quad (37)$$

- p_id είναι η ταυτότητα της ιδιότητας P .
- $domain$ είναι το πεδίο ορισμού της ιδιότητας P .
- $range$ είναι το πεδίο τιμών της ιδιότητας P .
- $value$ είναι η (προαιρετική) προκαθορισμένη τιμή της ιδιότητας P .
- $label$ είναι η (προαιρετική) επiketά της ιδιότητας P .
- $comment$ είναι ένα (προαιρετικό) σχόλιο περιγραφής της ιδιότητας P .

Η αναπαράσταση της ιδιότητας P της οντολογίας περιοχής DO μπορεί να ορίζεται είτε μέσα στο στοιχείο S της αναπαράστασης D της οντολογίας περιοχής DO είτε στο στοιχείο “SemanticBase” του στοιχείου S που αναπαριστά το πεδίο ορισμού της ιδιότητας.

Ιδιότητες που αναπαρίστανται από Στοιχεία “Property”. Έστω ένα στιγμιότυπο $prop$ του στοιχείου “Property”, που αναπαριστά την ιδιότητα P της οντολογίας περιοχής DO . Το στιγμιότυπο $prop$ του στοιχείου “Property” περιγράφεται από την έκφραση 38, όπου:

$$prop(name, type, fixed) \quad (38)$$

- $name$ είναι το όνομα της ιδιότητας P , και αναπαρίσταται από την τιμή του “Name” στοιχείου του $prop$ και έχει τιμή p_id .
- $type$ είναι ο τύπος της ιδιότητας P και αναπαρίσταται από την τιμή του “Definition” στοιχείου του $prop$.
- $fixed$ είναι η αναπαράσταση τυχόν περιορισμού τιμής της ιδιότητας P στην τιμή $value$, που εκφράζει το αξίωμα του καθορισμού περιορισμών τιμής των ιδιοτήτων (βλέπε υποενότητα 4.1.6 για λεπτομέρειες).

Για παράδειγμα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 64, η κλάση “SoccerPlayer” διαθέτει την ιδιότητα “DateOfBirth”, τύπου “Date”, που αναπαρίσταται από ένα στοιχείο “Property”.

Ιδιότητες που αναπαρίστανται από Στοιχεία “Relation”. Έστω ότι η ιδιότητα P της οντολογίας περιοχής DO που αναπαρίσταται από στοιχεία “Relation”. Η ιδιότητα P αναπαρίσταται, για καθένα από τα πεδία ορισμού της ιδιότητας, από ένα ζεύγος σχέσεων που υλοποιούνται από στοιχεία “Relation”, τα στοιχεία $property_relationship$ και $propertyOf_relationship$, που περιγράφονται, αντίστοιχα, από τις εκφράσεις 39 και 40.

$$property_relationship(pr_type, pr_source, pr_target, pr_name) \quad (39)$$

$$propertyOf_relationship(por_type, por_source, por_target, por_name) \quad (40)$$

Για το στοιχείο $property_relationship$, που περιγράφεται στην έκφραση 39, ισχύουν τα εξής:

- pr_type είναι ο τύπος της σχέσης $property_relationship$ και έχει τιμή “property”.
- pr_source είναι η πηγή της σχέσης $property_relationship$ και έχει ως τιμή την ταυτότητα του πεδίου ορισμού της ιδιότητας.
- pr_target είναι ο στόχος της σχέσης $property_relationship$ και έχει ως τιμή την ταυτότητα του πεδίου τιμών της ιδιότητας.
- pr_name είναι το όνομα της ιδιότητας που αναπαρίσταται από τη σχέση $property_relationship$ και έχει τιμή p_id .

Για το στοιχείο `propertyOf_relationship`, που περιγράφεται στην έκφραση 40, ισχύουν τα εξής:

- `por_type` είναι ο τύπος της σχέσης `propertyOf_relationship` και έχει τιμή `"propertyOf"`.
- `por_source` είναι η πηγή της σχέσης `propertyOf_relationship` και έχει ως τιμή την ταυτότητα του πεδίου τιμών της ιδιότητας.
- `por_target` είναι ο στόχος της σχέσης `propertyOf_relationship` και έχει ως τιμή την ταυτότητα του πεδίου ορισμού της ιδιότητας.
- `por_name` είναι το όνομα της ιδιότητας που αναπαρίσταται από τη σχέση `propertyOf_relationship` και έχει τιμή `p_id`.

Για παράδειγμα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 64, η κλάση `"SoccerPlayer"` διαθέτει την ιδιότητα `"PlaceOfBirth"`, που αναπαρίσταται από ένα ζεύγος σχέσεων τύπου `"property"/"propertyOf"`.

Ιδιότητες που αναπαρίστανται από Στοιχεία `"AttributeValuePair"`. Έστω ένα στιγμιότυπο AVOP του στοιχείου `"AttributeValuePair"`, που αναπαριστά την ιδιότητα `P` της οντολογίας περιοχής DO. Το στιγμιότυπο AVOP του στοιχείου `"AttributeValuePair"` περιγράφεται από την έκφραση 41, όπου:

$$\text{AVOP}(\text{name}, \text{def}, \text{type}, \text{fixed}) \quad (41)$$

- `name` είναι η τιμή του στοιχείου `"Name"` που ορίζεται μέσα στο στοιχείο `"Attribute"` του AVOP και έχει τιμή `p_id`.
- `def` είναι η τιμή του (προαιρετικού) στοιχείου `"Definition"` που ορίζεται μέσα στο στοιχείο `"Attribute"` του AVOP και έχει τιμή `comment`.
- `type` είναι η τιμή ενός στιγμιότυπου του στοιχείου `"TextValue"` που ορίζεται μέσα στο στοιχείο AVOP και έχει ως τιμή την ταυτότητα της κλάσης που αποτελεί πεδίο ορισμού της ιδιότητας.
- `fixed` ένα (προαιρετικό) στοιχείο που ορίζεται μέσα στο στοιχείο AVOP, αναπαριστά τυχόν προκαθορισμένη τιμή της ιδιότητας `P` στην τιμή `value` και εκφράζει το αξίωμα του καθορισμού περιορισμών τιμής των ιδιοτήτων (βλέπε υποενότητα 4.1.6 για λεπτομέρειες).

Αναπαράσταση Τιμών Ιδιοτήτων με MPEG-7 Δομές

Οι τιμές των ιδιοτήτων των ατόμων που ορίζονται σε οντολογίες περιοχής αναπαρίστανται, κατ'αντιστοιχία με τις ιδιότητες, από στοιχεία `"Property"` αν πρόκειται για τιμές ιδιοτήτων απλού τύπου ή για τιμές ιδιοτήτων με πεδίο τιμών τον MPEG-7 τύπο `"InlineTermDefinitionType"` (ή κάποιο MPEG-7 τύπο που τον εξειδικεύει) και από στοιχεία `"Relation"` αν πρόκειται για τιμές ιδιοτήτων σύνθετου τύπου.

Τιμές Ιδιοτήτων που αναπαρίστανται από Στοιχεία `"Property"`. Έστω το στιγμιότυπο `P` της ιδιότητας `"Property"`, που αναπαριστά την τιμή μιας απλού τύπου ιδιότητας του ατόμου `Ind` και περιγράφεται από την έκφραση 42, όπου:

$$P(\text{name}, \text{value}) \quad (42)$$

- `name` είναι το όνομα της ιδιότητας και αναπαρίσταται από την τιμή του `"Name"` υποστοιχείου του στοιχείου `"Property"`.
- `value` είναι η τιμή της ιδιότητας και αναπαρίσταται από την τιμή του `"Definition"` υποστοιχείου του στοιχείου `"Property"`.

Για παράδειγμα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 64, το άτομο `"Buffon"` διαθέτει την ιδιότητα `"DateOfBirth"`, με τιμή `"21/01/1978"`, που αναπαρίσταται από ένα στοιχείο `"Property"`.

Τιμές Ιδιοτήτων που αναπαρίστανται από Στοιχεία "Relation". Έστω η τιμή μιας ιδιότητας του ατόμου *Ind* της οντολογίας περιοχής *DO* που αναπαρίσταται από στοιχεία "Relation". Η τιμή αυτή αναπαρίσταται από ένα ζεύγος σχέσεων που υλοποιούνται από στοιχεία "Relation", τα στοιχεία *property_relationship* και *propertyOf_relationship*, που αναπαρίστανται, αντίστοιχα, από τις εκφράσεις 43 και 44.

property_relationship(*pr_type*, *pr_source*, *pr_target*, *pr_name*) (43)

propertyOf_relationship(*por_type*, *por_source*, *por_target*, *por_name*) (44)

Για το στοιχείο *property_relationship*, που περιγράφεται στην έκφραση 43, ισχύουν τα εξής:

- *pr_type* είναι ο τύπος της σχέσης *property_relationship* και έχει τιμή "property".
- *pr_source* είναι η πηγή της σχέσης *property_relationship* και έχει ως τιμή την ταυτότητα του στοιχείου "SemanticBase" του στοιχείου *S* της αναπαράστασης *D* της οντολογίας περιοχής *DO* που αναπαριστά το άτομο *Ind*.
- *pr_target* είναι ο στόχος της σχέσης *propertyOf_relationship* και έχει ως τιμή την ταυτότητα του στοιχείου "SemanticBase" του στοιχείου *S* της αναπαράστασης *D* της οντολογίας περιοχής *DO* που αναπαριστά την τιμή της ιδιότητας.
- *pr_name* είναι το όνομα της ιδιότητας που αναπαρίσταται από τη σχέση *property_relationship*.

Για το στοιχείο *propertyOf_relationship*, που περιγράφεται στην έκφραση 44, ισχύουν τα εξής:

- *por_type* είναι ο τύπος της σχέσης *propertyOf_relationship* και έχει τιμή "propertyOf".
- *por_source* είναι η πηγή της σχέσης *propertyOf_relationship* και έχει ως τιμή την ταυτότητα του στοιχείου "SemanticBase" του στοιχείου *S* της αναπαράστασης *D* της οντολογίας περιοχής *DO* που αναπαριστά την τιμή της ιδιότητας.
- *por_target* είναι ο στόχος της σχέσης *propertyOf_relationship* και έχει ως τιμή την ταυτότητα του στοιχείου "SemanticBase" του στοιχείου *S* της αναπαράστασης *D* της οντολογίας περιοχής *DO* που αναπαριστά το άτομο *Ind*.
- *por_name* είναι το όνομα της ιδιότητας που αναπαρίσταται από τη σχέση *propertyOf_relationship*.

Για παράδειγμα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 64, το άτομο "Buffon" διαθέτει την ιδιότητα "PlaceOfBirth", που αναπαρίσταται από ένα ζεύγος σχέσεων τύπου "property"/"propertyOf", που συνδέουν το άτομο "Buffon" με το άτομο "Carrara".

Τιμές Ιδιοτήτων που αναπαρίστανται από Στοιχεία "AttributeValuePair". Έστω η τιμή *v* μιας ιδιότητας του ατόμου *Ind* της οντολογίας περιοχής *DO* που αναπαρίσταται από ένα στοιχείο "AttributeValuePair". Ανάλογα με τον τύπο της *v*, η τιμή αναπαρίσταται από την τιμή ενός υποστοιχείου του στοιχείου "AttributeValuePair":

- Την τιμή του στοιχείου "BooleanValue", αν η τιμή *v* είναι τύπου δυαδικής τιμής.
- Την τιμή του στοιχείου "IntegerValue", αν η τιμή *v* είναι ακέραιου τύπου.
- Την τιμή του στοιχείου "FloatValue", αν η τιμή *v* είναι τύπου πραγματικού αριθμού.
- Την τιμή του στοιχείου "TextValue", αν η τιμή *v* είναι τύπου συμβολοσειράς, τύπου "TextualType" ή κάποιου MPEG-7 τύπου που εξειδικεύει τον τύπο "TextualType".
- Την τιμή του στοιχείου "IntegerMatrixValue", αν η τιμή *v* είναι τύπου "IntegerMatrixType".

- Την τιμή του στοιχείου "FloatMatrixValue", αν η τιμή v είναι τύπου "FloatMatrixType".
- Την τιμή του στοιχείου "TextAnnotationValue", αν η τιμή v είναι τύπου "TextAnnotationType" ή κάποιου MPEG-7 τύπου που τον εξειδικεύει.
- Την τιμή του στοιχείου "ControlledTermUseValue", αν η τιμή v είναι τύπου "ControlledTermUseType" ή κάποιου MPEG-7 τύπου που τον εξειδικεύει.
- Την τιμή του στοιχείου "DescriptorValue", αν η τιμή v είναι τύπου "DType" ή κάποιου MPEG-7 τύπου που τον εξειδικεύει.

4.1.4. Αναπαράσταση Κλάσεων με MPEG-7 Δομές

Σε αυτή την υποενότητα περιγράφεται η αναπαράσταση, με MPEG-7 δομές, κλάσεων που ορίζονται σε οντολογίες περιοχής. Οι κλάσεις που ορίζονται σε οντολογίες περιοχής αναπαρίστανται με τη χρήση MPEG-7 δομών ως αφηρημένες οντότητες σημαντικής, που αποτελούν στιγμιότυπα των τύπων που ορίζονται στο σχήμα περιγραφής Semantic DS του MPEG-7 MDS. Ως παράδειγμα, στην Εικόνα 64 φαίνεται η αναπαράσταση των κλάσεων που αναπαριστούν ποδοσφαιριστές και τερματοφύλακες με τη χρήση MPEG-7 δομών, από τις MPEG-7 αφηρημένες οντότητες σημαντικής "SoccerPlayer" και "Goalkeeper" αντίστοιχα.

Έστω η κλάση C , που ορίζεται σε μια οντολογία περιοχής DO και περιγράφεται από την έκφραση 45, όπου:

$C(cid, superclass, subclasses, label, comment, MPEG7_type, properties, relationships)$ (45)

- cid είναι η ταυτότητα της κλάσης C . Για παράδειγμα, η κλάση "SoccerPlayer" που αναπαριστά ποδοσφαιριστές έχει ταυτότητα "SoccerPlayer".
- $superclass$ είναι η ταυτότητα της αναπαράστασης, με τη χρήση MPEG-7 δομών, της υπερκλάσης της κλάσης C . Για παράδειγμα, η κλάση "SoccerPlayer" που αναπαριστά ποδοσφαιριστές έχει ως $superclass$ την τιμή "AgentObjectType" και η κλάση "Goalkeeper" έχει ως $superclass$ την τιμή "SoccerPlayer".
- $subclasses$ είναι το σύνολο των υποκλάσεων της κλάσης C .
- $label$ είναι η (προαιρετική) ετικέτα της κλάσης C .
- $comment$ είναι ένα (προαιρετικό) σχόλιο περιγραφής της κλάσης C .
- $MPEG7_type$ είναι η ταυτότητα του MPEG-7 τύπου που αναπαριστά την πιο κοντινή βασική κλάση-πρόγονο της κλάσης C . Για παράδειγμα, τόσο η κλάση "SoccerPlayer" που αναπαριστά ποδοσφαιριστές όσο και η κλάση "Goalkeeper" που αναπαριστά τερματοφύλακες έχουν $MPEG7_type$ τον τύπο "AgentObjectType". Να σημειωθεί ότι για τις κλάσεις που έχουν ως υπερκλάση μια γενικού σκοπού κλάση, η οποία αναπαρίσταται από κάποιο MPEG-7 τύπο που ορίζεται στο σχήμα περιγραφής Semantic DS του MPEG-7 MDS, τα $superclass$ και $MPEG7_type$ έχουν την ίδια τιμή.
- $properties$ είναι οι ιδιότητες της κλάσης C .
- $relationships$ είναι οι σχέσεις της κλάσης C .

Η κλάση C αναπαρίσταται με τη χρήση MPEG-7 δομών και βάσει του μοντέλου αναπαράστασης που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής από την αφηρημένη οντότητα σημαντικής AI , η οποία περιγράφεται από την έκφραση 46, όπου:

$AI(ai_id, label, type, abstraction_level, specializes_relationship, generalizes_relationships, property_elements, property_relationships, propertyOf_relationships, exemplifiedBy_relationships, relationships)$ (46)

- ai_id είναι η ταυτότητα της αφηρημένης οντότητας σημαντικής AI , αναπαρίσταται από το γνώρισμα "id" και έχει τιμή cid . Για παράδειγμα, η αφηρημένη οντότητα σημαντικής "Soc-

cerPlayer” που ορίζεται στην Εικόνα 64 και αναπαριστά την ομώνυμη κλάση έχει ταυτότητα “SoccerPlayer”.

- label είναι μια ετικέτα που περιγράφει την αφηρημένη οντότητα σημαντικής AI και αναπαρίσταται από το στοιχείο “Label”. Για παράδειγμα, η αφηρημένη οντότητα σημαντικής “SoccerPlayer” που ορίζεται στην Εικόνα 64 και αναπαριστά την ομώνυμη κλάση έχει ετικέτα “Soccer Player”.
- type είναι ο MPEG-7 τύπος του οποίου στιγμιότυπο είναι η αφηρημένη οντότητα σημαντικής AI, αναπαρίσταται από το γνώρισμα “type” και έχει τιμή MPEG7_type. Για παράδειγμα, οι αφηρημένες οντότητες σημαντικής “SoccerPlayer” και “Goalkeeper” που ορίζονται στην Εικόνα 64 και αναπαριστούν τις ομώνυμες κλάσεις έχουν τύπο “AgentObjectType”.
- Το abstraction_level δηλώνει ότι η οντότητα σημαντικής AI είναι αφηρημένη και αναπαρίσταται από το γνώρισμα “dimension” του στοιχείου “AbstractionLevel”, το οποίο έχει τιμή μεγαλύτερη του 0. Για παράδειγμα, οι οντότητες σημαντικής “SoccerPlayer” και “Goalkeeper”, που φαίνονται στην Εικόνα 64, είναι αφηρημένες, καθώς η τιμή του γνωρίσματος “dimension” του στοιχείου “AbstractionLevel” είναι 1.
- specializes_relationship είναι μια MPEG-7 σχέση, τύπου “specializes”, που ορίζεται μόνο αν superclass $\neq$ MPEG7_type και συνδέει την αφηρημένη οντότητα σημαντικής AI με την αφηρημένη οντότητα σημαντικής που αναπαριστά την υπερκλάση της, αν η τελευταία είναι κλάση που ορίζεται σε οντολογία περιοχής. Η σχέση specializes_relationship αναπαριστά το αξίωμα της εξειδίκευσης κλάσεων (βλέπε υποενότητα 4.1.6 για λεπτομέρειες).
- generalizes_relationships είναι το σύνολο των MPEG-7 σχέσεων, τύπου “generalizes”, που συνδέουν την αφηρημένη οντότητα σημαντικής AI με τις αφηρημένες οντότητες σημαντικής που αναπαριστούν τις υποκλάσεις της. Μια σχέση που ανήκει στο σύνολο generalizes_relationships αναπαριστά το αξίωμα της γενίκευσης κλάσεων (βλέπε υποενότητα 4.1.5 για λεπτομέρειες).
- property_elements είναι το σύνολο των στοιχείων “Property” της αφηρημένης οντότητας σημαντικής AI, που αναπαριστούν ιδιότητες της κλάσης C (βλέπε υποενότητα 4.1.3 για λεπτομέρειες).
- property_relationships είναι το σύνολο των MPEG-7 σχέσεων, τύπου “property”, που αναπαριστούν σύνθετου τύπου ιδιότητες της κλάσης C (βλέπε υποενότητα 4.1.3 για λεπτομέρειες).
- propertyOf_relationships είναι το σύνολο των MPEG-7 σχέσεων, τύπου “propertyOf”, που συνδέουν την αφηρημένη οντότητα σημαντικής AI με τις αφηρημένες οντότητες σημαντικής που αναπαριστούν κλάσεις οι οποίες διαθέτουν ιδιότητες με πεδίο τιμών την κλάση C (βλέπε υποενότητα 4.1.3 για λεπτομέρειες).
- exemplifiedBy_relationships είναι το σύνολο των MPEG-7 σχέσεων, τύπου “exemplifiedBy”, που συνδέουν την αφηρημένη οντότητα σημαντικής AI με τις απτές οντότητες σημαντικής που αναπαριστούν άτομα που ανήκουν στην κλάση C. Μια σχέση που ανήκει στο σύνολο exemplifiedBy_relationships αναπαριστά το αξίωμα της υπαγωγής σε μια κλάση (βλέπε υποενότητα 4.1.6 για λεπτομέρειες).
- relationships είναι το σύνολο των σχέσεων που αναπαριστούν τις σχέσεις της κλάσης C (βλέπε υποενότητα 4.1.2 για λεπτομέρειες).

4.1.5. Αναπαράσταση Ατόμων με MPEG-7 Δομές

Σε αυτή την υποενότητα περιγράφεται η αναπαράσταση, με MPEG-7 δομές, ατόμων που ανήκουν σε κλάσεις οι οποίες ορίζονται σε οντολογίες περιοχής. Τα άτομα που ανήκουν σε κλάσεις που ορίζονται σε οντολογίες περιοχής αναπαρίστανται με τη χρήση MPEG-7 δομών ως απτές οντότητες σημαντικής, που αποτελούν στιγμιότυπα των τύπων που ορίζονται στο σχήμα περιγραφής Seman-

tic DS του MPEG-7 MDS. Ως παράδειγμα, στην Εικόνα 64 ορίζεται το άτομο "Buffon" για την αναπαράσταση του τερματοφύλακα Buffon με τη χρήση MPEG-7 δομών.

Έστω ένα άτομο *Ind*, που ανήκει στην κλάση *class*, η οποία ορίζεται σε μια οντολογία περιοχής DO. Το άτομο *Ind* περιγράφεται τυπικά από την έκφραση 47, όπου:

$$\text{Ind}(\text{ind_id}, \text{class}, \text{MPEG7_type}, \text{properties}, \text{relationships}, \text{label}, \text{comment}) \quad (47)$$

- *ind_id* είναι η ταυτότητα του ατόμου *Ind*. Για παράδειγμα, στην Εικόνα 66 το άτομο "Buffon" έχει ταυτότητα "Buffon".
- *class* είναι η ταυτότητα της αναπαράστασης, με τη χρήση MPEG-7 δομών, της κλάσης στην οποία ανήκει το άτομο *Ind*. Για παράδειγμα, το άτομο "Buffon" της κλάσης "Goalkeeper" που ορίζεται στην Εικόνα 64 έχει ως *class* την τιμή "Goalkeeper".
- *MPEG7_type* είναι η ταυτότητα του MPEG-7 τύπου που αναπαριστά τη βασική κλάση που είναι ταυτόχρονα και ο πιο κοντινός πρόγονος της κλάσης στην οποία ανήκει το άτομο *Ind*. Για παράδειγμα, το άτομο "Buffon" της κλάσης "Goalkeeper" που ορίζεται στην Εικόνα 64 έχει *MPEG7_type* τον τύπο "AgentObjectType". Να σημειωθεί ότι για τα άτομα που ανήκουν σε μια γενικού σκοπού κλάση, η οποία αναπαρίσταται από κάποιο MPEG-7 τύπο που ορίζεται στο σχήμα περιγραφής Semantic DS του MPEG-7 MDS, τα *class* και *MPEG7_type* έχουν την ίδια τιμή.
- *properties* είναι οι ιδιότητες του ατόμου *Ind*.
- *relationships* είναι οι σχέσεις του ατόμου *Ind*.
- *label* είναι η (προαιρετική) ετικέτα του ατόμου *Ind*.
- *comment* είναι ένα (προαιρετικό) σχόλιο περιγραφής του ατόμου *Ind*.

Το άτομο *Ind* αναπαρίσταται με τη χρήση MPEG-7 δομών και βάσει του μοντέλου αναπαράστασης που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής από την απτή οντότητα σημαντικής CI που περιγράφεται στην έκφραση 48, όπου:

$$\text{CI}(\text{ci_id}, \text{label}, \text{type}, \text{abstraction_level}, \text{property_elements}, \text{property_relationships}, \text{property_of_relationships}, \text{exemplifies_relationship}, \text{relationships}) \quad (48)$$

- *ci_id* είναι η ταυτότητα της απτής οντότητας σημαντικής CI και έχει τιμή *ind_id*. Για παράδειγμα, η απτή οντότητα σημαντικής "Buffon" που ορίζεται στην Εικόνα 64 έχει ταυτότητα "Buffon".
- *label* είναι μια ετικέτα που περιγράφει την απτή οντότητα σημαντικής CI. Για παράδειγμα, η απτή οντότητα σημαντικής "Buffon" που ορίζεται στην Εικόνα 64 έχει ετικέτα "Buffon".
- *type* είναι ο MPEG-7 τύπος του οποίου στιγμιότυπο είναι η απτή οντότητα σημαντικής CI και έχει τιμή *MPEG7_type*. Για παράδειγμα, η απτή οντότητα σημαντικής "Buffon" που ορίζεται στην Εικόνα 64 έχει τύπο "AgentObjectType".
- Το *abstraction_level* δηλώνει ότι η οντότητα σημαντικής CI είναι απτή. Για παράδειγμα, η οντότητα σημαντικής "Buffon" που ορίζεται στην Εικόνα 64 είναι απτή καθώς έχει 0 ως τιμή του γνωρίσματος "dimension" του στοιχείου "AbstractionLevel".
- *property_elements* είναι το σύνολο των στοιχείων "Property" της απτής οντότητας σημαντικής CI, που αναπαριστούν ιδιότητες του ατόμου *Ind* (βλέπε υποενότητα 4.1.3 για λεπτομέρειες).
- *property_relationships* είναι το σύνολο των MPEG-7 σχέσεων, τύπου "property" της απτής οντότητας σημαντικής CI, που αναπαριστούν ιδιότητες του ατόμου *Ind* (βλέπε υποενότητα 4.1.3 για λεπτομέρειες).
- *propertyOf_relationships* είναι το σύνολο των MPEG-7 σχέσεων, τύπου "propertyOf" της απτής οντότητας σημαντικής CI, που συνδέουν την απτή οντότητα σημα-

ντικής CI με τις απτές οντότητες σημαντικής που διαθέτουν κάποια ιδιότητα που έχει ως τιμή τη CI (βλέπε υποενότητα 4.1.3 για λεπτομέρειες).

- `exemplifies_relationship` είναι η MPEG-7 σχέση τύπου “`exemplifies`” της απτής οντότητας σημαντικής CI, που συνδέει την απτή οντότητα σημαντικής CI με την αφηρημένη οντότητα σημαντικής που αναπαριστά την κλάση στην οποία ανήκει το άτομο `Ind`. Η σχέση `exemplifies_relationship` ορίζεται μόνο αν `class ≠ MPEG7_type` και αναπαριστά το αξίωμα της υπαγωγής σε μια κλάση (βλέπε υποενότητα 4.1.6 για λεπτομέρειες).
- `relationships` είναι το σύνολο των MPEG-7 σχέσεων που αναπαριστούν τις σχέσεις του ατόμου `Ind` (βλέπε υποενότητα 4.1.2 για λεπτομέρειες).

4.1.6. Αναπαράσταση Αξιωμάτων με MPEG-7 Δομές

Η αναπαράσταση των αξιωμάτων που ορίζονται σε οντολογίες περιοχής με MPEG-7 δομές περιγράφεται σε αυτή την υποενότητα. Τα αξιώματα που αναπαρίστανται από το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές και περιγράφονται λεπτομερώς στη συνέχεια είναι τα αξιώματα της γενίκευσης και της εξειδίκευσης κλάσεων, το αξίωμα της υπαγωγής ατόμου σε κλάση, το αξίωμα του καθορισμού περιορισμών τιμής μιας ιδιότητας, τα αξιώματα προσδιορισμού κλάσεων ως ισοδύναμων ή ξένων, το αξίωμα προσδιορισμού ατόμων ως ισοδύναμων και το αξίωμα του ορισμού μιας κλάσης ως τομής ή ένωσης περισσότερων από μιας κλάσεων.

Γενίκευση και Εξειδίκευση Κλάσεων. Τα αξιώματα της γενίκευσης και της εξειδίκευσης κλάσεων αναπαρίστανται από MPEG-7 σχέσεις τύπου “`specializes`” και “`generalizes`” αντίστοιχα.

Έστω η σχέση `specializes_relationship`, που εκφράζει ότι η κλάση που αναπαρίσταται από την αφηρημένη οντότητα σημαντικής subclass εξειδικεύει την κλάση που αναπαρίσταται από την αφηρημένη οντότητα σημαντικής superclass. Η σχέση `specializes_relationship` υλοποιείται από ένα στιγμιότυπο του στοιχείου “`Relation`” που περιγράφεται από την έκφραση 49, όπου:

`specializes_relationship(sr_type, sr_source, sr_target)` (49)

- `sr_type` είναι ο τύπος της σχέσης `specializes_relationship` και έχει τιμή “`specializes`”, η οποία αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος “`type`” της σχέσης `specializes_relationship`.
- `sr_source` είναι η πηγή της σχέσης `specializes_relationship` και έχει ως τιμή την ταυτότητα της αφηρημένης οντότητας σημαντικής subclass, η οποία αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος “`source`” της σχέσης `specializes_relationship`.
- `sr_target` είναι ο στόχος της σχέσης `specializes_relationship` και έχει ως τιμή την ταυτότητα της αφηρημένης οντότητας σημαντικής superclass, η οποία αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος “`target`” της σχέσης `specializes_relationship`.

Για παράδειγμα, οι αφηρημένες οντότητες σημαντικής “`SoccerPlayer`” και “`Goalkeeper`”, που ορίζονται στην Εικόνα 64 και αναπαριστούν τις ομώνυμες κλάσεις, συνδέονται με μια MPEG-7 σχέση τύπου “`specializes`” που έχει ως πηγή την αφηρημένη οντότητα σημαντικής “`Goalkeeper`” και ως στόχο την αφηρημένη οντότητα σημαντικής “`SoccerPlayer`”.

Αντίστοιχα, η σχέση `generalizes_relationship`, που εκφράζει ότι η κλάση που αναπαρίσταται από την αφηρημένη οντότητα σημαντικής superclass αποτελεί γενίκευση της κλάσης που αναπαρίσταται από την αφηρημένη οντότητα σημαντικής subclass. Η σχέση `generalizes_relationship` υλοποιείται από ένα στιγμιότυπο του στοιχείου “`Relation`” που περιγράφεται από την έκφραση 50, όπου:

`generalizes_relationship(gr_type, gr_source, gr_target)` (50)

- `gr_type` είναι ο τύπος της σχέσης `generalizes_relationship` και έχει τιμή “`generalizes`”.

- `gr_source` είναι η πηγή της σχέσης `generalizes_relationship` και έχει ως τιμή την ταυτότητα της αφηρημένης οντότητας σημαντικής `superclass`, η οποία αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος `"source"` της σχέσης `specializes_relationship`.
- `gr_target` είναι ο στόχος της σχέσης `generalizes_relationship` και έχει ως τιμή την ταυτότητα της αφηρημένης οντότητας σημαντικής `subclass`, η οποία αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος `"target"` της σχέσης `specializes_relationship`.

Για παράδειγμα, οι αφηρημένες οντότητες σημαντικής `"SoccerPlayer"` και `"Goalkeeper"`, που ορίζονται στην Εικόνα 64 και αναπαριστούν τις ομώνυμες κλάσεις, συνδέονται με μια MPEG-7 σχέση τύπου `"generalizes"` που έχει ως πηγή την αφηρημένη οντότητα σημαντικής `"SoccerPlayer"` και ως στόχο την αφηρημένη οντότητα σημαντικής `"Goalkeeper"`.

Υπαγωγή Ατόμου σε Κλάση. Το αξίωμα της υπαγωγής ενός ατόμου `Ind` σε μια κλάση `C` αναπαρίσταται από ένα ζεύγος MPEG-7 σχέσεων `exemplifies_relationship` και `exemplifiedBy_relationship`, τύπου `"exemplifies"` και `"exemplifiedBy"` αντίστοιχα.

Η σχέση `exemplifiedBy_relationship` αναπαρίσταται από ένα στιγμιότυπο του στοιχείου `"Relation"` που περιγράφεται από την έκφραση 51, όπου:

$$\text{exemplifiedBy_relationship}(\text{ebr_type}, \text{ebr_source}, \text{ebr_target}) \quad (51)$$

- `ebr_type` είναι ο τύπος της σχέσης `exemplifiedBy_relationship` και έχει τιμή `"exemplifiedBy"`.
- `ebr_source` είναι η πηγή της σχέσης `exemplifiedBy_relationship`, έχει ως τιμή την ταυτότητα της αφηρημένης οντότητας σημαντικής που αναπαριστά την κλάση `C`, και αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος `"source"` της σχέσης `exemplifiedBy_relationship`.
- `ebr_target` είναι ο στόχος της σχέσης `exemplifiedBy_relationship`, έχει ως τιμή την ταυτότητα της απτής οντότητας σημαντικής που αναπαριστά το άτομο `Ind`, και αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος `"target"` της σχέσης `exemplifiedBy_relationship`.

Η σχέση `exemplifies_relationship` αναπαρίσταται από ένα στιγμιότυπο του στοιχείου `"Relation"` που περιγράφεται από την έκφραση 52, όπου:

$$\text{exemplifies_relationship}(\text{er_type}, \text{er_source}, \text{er_target}) \quad (52)$$

- `er_type` είναι ο τύπος της σχέσης `exemplifies_relationship` και έχει τιμή `"exemplifies"`.
- `er_source` είναι η πηγή της σχέσης `exemplifies_relationship`, έχει ως τιμή την ταυτότητα της απτής οντότητας σημαντικής που αναπαριστά το άτομο `Ind`, και αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος `"source"` της σχέσης `exemplifies_relationship`.
- `er_target` είναι ο στόχος της σχέσης `exemplifies_relationship`, έχει ως τιμή την ταυτότητα της αφηρημένης οντότητας σημαντικής που αναπαριστά την κλάση `C`, και αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος `"target"` της σχέσης `exemplifies_relationship`.

Για παράδειγμα, η απτή οντότητα σημαντικής `"Buffon"` που ορίζεται στην Εικόνα 64 συνδέεται με την αφηρημένη οντότητα σημαντικής `"Goalkeeper"` με μια MPEG-7 σχέση τύπου `"exemplifies"`, που έχει ως πηγή την απτή οντότητα σημαντικής `"Buffon"` και ως στόχο την αφηρημένη οντότητα σημαντικής `"Goalkeeper"` και με μια MPEG-7 σχέση τύπου `"exemplifiedBy"`, που έχει ως πηγή την αφηρημένη οντότητα σημαντικής `"Goalkeeper"` και ως στόχο την απτή οντότητα σημαντικής `"Buffon"`.

Καθορισμός Περιορισμών Τιμής Ιδιοτήτων. Το αξίωμα του καθορισμού περιορισμών τιμής μιας ιδιότητας `P` αναπαρίσταται με διαφορετικό τρόπο, ανάλογα με τον τρόπο αναπαράστασης των ιδιοτήτων.

Αν η ιδιότητα P αναπαρίσταται από στοιχείο "Property", ο περιορισμός τιμής αναπαρίσταται από ένα στοιχείο "Term", το στοιχείο `fixed` που περιγράφεται τυπικά από την έκφραση 53, όπου:

$$\text{fixed}(\text{fname}, (\text{fdef} | \text{fhref})) \quad (53)$$

- `fname` είναι η τιμή του στοιχείου "Name" που ορίζεται μέσα στο στοιχείο `fixed` και έχει ως τιμή "fixed".
- `fdef` είναι η τιμή του στοιχείου "Definition" που ορίζεται μέσα στο στοιχείο `fixed` και έχει ως τιμή την προκαθορισμένη τιμή `value` της ιδιότητας P .
- `fhref` είναι η τιμή του στοιχείου "href" που ορίζεται μέσα στο στοιχείο `fixed` και έχει ως τιμή μια αναφορά στην προκαθορισμένη τιμή της ιδιότητας P .

Αν η ιδιότητα P αναπαρίσταται από στοιχεία "Relation", ο περιορισμός τιμής αναπαρίσταται, για κάθε κλάση D που ανήκει στο πεδίο ορισμού της ιδιότητας P , από ένα ζεύγος MPEG-7 σχέσεων "property"/"propertyOf" που συνδέουν την κλάση D με μια απτή οντότητα σημαντικής V , η οποία αναπαριστά την προκαθορισμένη τιμή της ιδιότητας.

Αν η ιδιότητα P αναπαρίσταται από στοιχείο "AttributeValuePair", ανάλογα με τον τύπο της προκαθορισμένης τιμής V της ιδιότητας P ο περιορισμός τιμής αναπαρίσταται από την τιμή ενός υποστοιχείου του στοιχείου "AttributeValuePair" και συγκεκριμένα:

- Την τιμή του στοιχείου "BooleanValue", αν η προκαθορισμένη τιμή V είναι τύπου δυαδικής τιμής.
- Την τιμή του στοιχείου "IntegerValue", αν η προκαθορισμένη τιμή V είναι ακέραιου τύπου.
- Την τιμή του στοιχείου "FloatValue", αν η προκαθορισμένη τιμή V είναι τύπου πραγματικού αριθμού.
- Την τιμή του στοιχείου "TextValue", αν η προκαθορισμένη τιμή V είναι τύπου συμβολοσειράς, τύπου "TextualType" ή κάποιου MPEG-7 τύπου που εξειδικεύει τον τύπο "TextualType".
- Την τιμή του στοιχείου "IntegerMatrixValue", αν η προκαθορισμένη τιμή V είναι τύπου "IntegerMatrixType".
- Την τιμή του στοιχείου "FloatMatrixValue", αν η προκαθορισμένη τιμή V είναι τύπου "FloatMatrixType".
- Την τιμή του στοιχείου "TextAnnotationValue", αν η προκαθορισμένη τιμή V είναι τύπου "TextAnnotationType" ή κάποιου MPEG-7 τύπου που τον εξειδικεύει.
- Την τιμή του στοιχείου "ControlledTermUseValue", αν η προκαθορισμένη τιμή V είναι τύπου "ControlledTermUseType" ή κάποιου MPEG-7 τύπου που τον εξειδικεύει.
- Την τιμή του στοιχείου "DescriptorValue", αν η προκαθορισμένη τιμή V είναι τύπου "DType" ή κάποιου MPEG-7 τύπου που τον εξειδικεύει.

Ισοδυναμία Κλάσεων. Ο προσδιορισμός μιας κλάσης A ως ισοδύναμης μιας κλάσης B αναπαρίσταται από ένα στιγμιότυπο `equivalent_relationship` του στοιχείου "Relation", τύπου "equivalent", που περιγράφεται από την έκφραση 54, όπου:

$$\text{equivalent_relationship}(\text{eq_type}, \text{eq_source}, \text{eq_target}) \quad (54)$$

- `eq_type` είναι ο τύπος της σχέσης `equivalent_relationship` και έχει τιμή "equivalent".
- `eq_source` είναι η πηγή της σχέσης `equivalent_relationship`, έχει ως τιμή την ταυτότητα της αφηρημένης οντότητας σημαντικής που αναπαριστά την κλάση A , και αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος "source" της σχέσης `equivalent_relationship`.

- `eq_target` είναι ο στόχος της σχέσης `equivalent_relationship`, έχει ως τιμή την ταυτότητα της αφηρημένης οντότητας σημαντικής που αναπαριστά την κλάση `B`, και αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος `"target"` της σχέσης `equivalent_relationship`.

Ορισμός Ξένης Κλάσης. Ο προσδιορισμός μιας κλάσης `A` ως ξένης με μια κλάση `B` αναπαρίσταται από ένα στιγμιότυπο `disjoint_relationship` του στοιχείου `"Relation"`, τύπου `"disjoint"`, που περιγράφεται από την έκφραση 55, όπου:

$$\text{disjoint_relationship}(d_type, d_source, d_target) \quad (55)$$

- `d_type` είναι ο τύπος της σχέσης `disjoint_relationship` και έχει τιμή `"disjoint"`.
- `d_source` είναι η πηγή της σχέσης `disjoint_relationship`, έχει ως τιμή την ταυτότητα της αφηρημένης οντότητας σημαντικής που αναπαριστά την κλάση `A`, και αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος `"source"` της σχέσης `disjoint_relationship`.
- `d_target` είναι ο στόχος της σχέσης `disjoint_relationship`, έχει ως τιμή την ταυτότητα της αφηρημένης οντότητας σημαντικής που αναπαριστά την κλάση `B`, και αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος `"target"` της σχέσης `disjoint_relationship`.

Ισοδυναμία Ατόμων. Ο προσδιορισμός ενός ατόμου `A` ως ισοδύναμου με κάποιο άτομο `B` αναπαρίσταται από ένα στιγμιότυπο `equals_relationship` του στοιχείου `"Relation"`, τύπου `"equals"`, που περιγράφεται από την έκφραση 56, όπου:

$$\text{equals_relationship}(eq_type, eq_source, eq_target) \quad (56)$$

- `eq_type` είναι ο τύπος της σχέσης `equals_relationship` και έχει τιμή `"equals"`.
- `eq_source` είναι η πηγή της σχέσης `equals_relationship`, έχει ως τιμή την ταυτότητα της απτής οντότητας σημαντικής που αναπαριστά το άτομο `A` και αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος `"source"` της σχέσης `equals_relationship`.
- `eq_target` είναι ο στόχος της σχέσης `equals_relationship`, έχει ως τιμή την ταυτότητα της απτής οντότητας σημαντικής που αναπαριστά το άτομο `B`, και αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος `"target"` της σχέσης `equals_relationship`.

Διαφορετικότητα Ατόμων. Ο προσδιορισμός ενός ατόμου `A` ως ισοδύναμου με κάποιο άτομο `B` αναπαρίσταται από ένα στιγμιότυπο `nequals_relationship` του στοιχείου `"Relation"`, τύπου `"separated"`, που περιγράφεται από την έκφραση 57, όπου:

$$\text{separated_relationship}(eq_type, eq_source, eq_target) \quad (57)$$

- `eq_type` είναι ο τύπος της σχέσης `separated_relationship` και έχει τιμή `"separated"`.
- `eq_source` είναι η πηγή της σχέσης `separated_relationship`, έχει ως τιμή την ταυτότητα της απτής οντότητας σημαντικής που αναπαριστά το άτομο `A` και αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος `"source"` της σχέσης `separated_relationship`.
- `eq_target` είναι ο στόχος της σχέσης `separated_relationship`, έχει ως τιμή την ταυτότητα της απτής οντότητας σημαντικής που αναπαριστά το άτομο `B`, και αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος `"target"` της σχέσης `separated_relationship`.

Ένωση Κλάσεων. Ο ορισμός μιας κλάσης `A` ως ένωσης των `N` ($N > 0$) κλάσεων `A1, A2, ..., AN` αναπαρίσταται από το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές με τη βοήθεια μιας σχέσης `union_relationship`, που υλοποιείται από ένα στοιχείο στοιχείου `"Relation"` τύπου `"union"`.

Έστω `s` μια MPEG-7 συλλογή που απαρτίζεται από τις αφηρημένες οντότητες σημαντικής που αναπαριστούν τις κλάσεις `A1, A2, ..., AN` και υλοποιείται από μια οντότητα σημαντικής `s` τύπου `"SemanticType"`. Η σχέση `union_relationship` περιγράφεται από την έκφραση 58, όπου:

$$\text{union_relationship}(u_type, u_source, u_target) \quad (58)$$

- u_type είναι ο τύπος της σχέσης $\text{union_relationship}$ και έχει τιμή "union".
- u_source είναι η πηγή της σχέσης $\text{union_relationship}$, έχει ως τιμή την ταυτότητα της αφηρημένης οντότητας σημαντικής που αναπαριστά την κλάση A και αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος "source" της σχέσης $\text{union_relationship}$.
- u_target είναι ο στόχος της σχέσης $\text{union_relationship}$, έχει ως τιμή την ταυτότητα της οντότητας σημαντικής S και αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος "target" της σχέσης $\text{union_relationship}$.

Τομή Κλάσεων. Ο ορισμός μιας κλάσης A ως τομής των N ($N > 0$) κλάσεων $A_1, A_2, \dots, A_N$ αναπαρίσταται από το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές με τη βοήθεια μιας σχέσης $\text{intersection_relationship}$, που υλοποιείται από ένα στοιχείο στοιχείου "Relation" τύπου "intersection".

Έστω s μια MPEG-7 συλλογή που απαρτίζεται από τις αφηρημένες οντότητες σημαντικής που αναπαριστούν τις κλάσεις $A_1, A_2, \dots, A_N$ και υλοποιείται από μια οντότητα σημαντικής s τύπου "SemanticType". Η σχέση $\text{intersection_relationship}$ περιγράφεται από την έκφραση 59, όπου:

$$\text{intersection_relationship}(i_type, i_source, i_target) \quad (59)$$

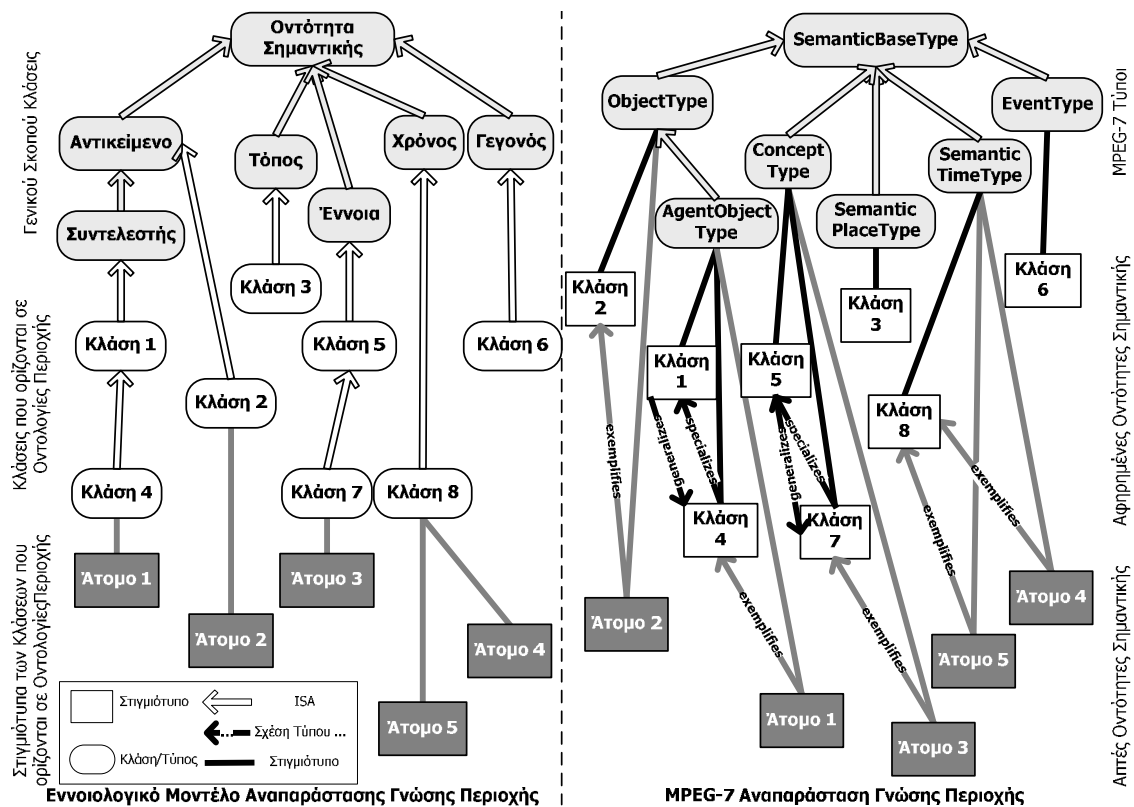
- i_type είναι ο τύπος της σχέσης $\text{intersection_relationship}$ και έχει τιμή "intersection".
- i_source είναι η πηγή της σχέσης $\text{intersection_relationship}$, έχει ως τιμή την ταυτότητα της αφηρημένης οντότητας σημαντικής που αναπαριστά την κλάση A και αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος "source" της σχέσης $\text{intersection_relationship}$.
- i_target είναι ο στόχος της σχέσης $\text{intersection_relationship}$, έχει ως τιμή την ταυτότητα της οντότητας σημαντικής s και αναπαρίσταται από την τιμή του γνωρίσματος "target" της σχέσης $\text{intersection_relationship}$.

4.2. Σύνοψη του Μοντέλου Αναπαράστασης Γνώσης Περιοχής με MPEG-7 Δομές

Σε αυτή την ενότητα συνοψίζεται το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές. Το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές βασίζεται, όπως φαίνεται στη διαγραμματική του αναπαράσταση στην Εικόνα 65, στην αξιοποίηση των MPEG-7 σχέσεων και της δυνατότητας ορισμού απτών και αφηρημένων οντοτήτων σημαντικής που παρέχει το πρότυπο MPEG-7.

Οι MPEG-7 περιγραφές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη γνώση περιοχής που αναπαρίσταται με MPEG-7 δομές μέσω αναφορών στις (απτές ή αφηρημένες) οντότητες σημαντικής. Να σημειωθεί ότι τόσο οι αφηρημένες όσο και οι απτές οντότητες σημαντικής ορίζονται σε επίπεδο MPEG-7/XML εγγράφου και όχι σε επίπεδο MPEG-7/XML σχήματος. Έτσι, η αναπαράσταση γνώσης περιοχής σε MPEG-7 περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού με τη χρήση MPEG-7 δομών είναι δυνατή χωρίς να απαιτείται η επέκταση του προτύπου MPEG-7.

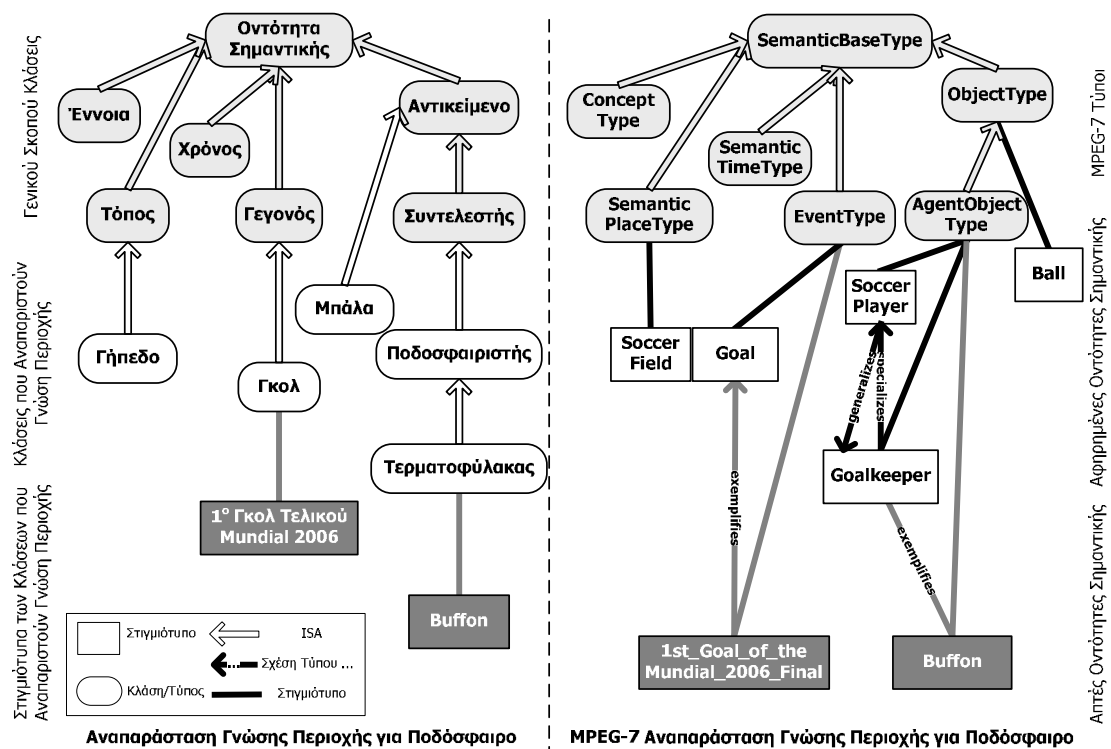
Ένα παράδειγμα εφαρμογής του μοντέλου αναπαράστασης γνώσης περιοχής με τη χρήση MPEG-7 δομών που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής στο πεδίο του ποδοσφαίρου απεικονίζεται στην Εικόνα 66.



Εικόνα 65: Απεικόνιση του Μοντέλου Αναπαράστασης Γνώσης Περιοχής με τη χρήση MPEG-7 Δομών

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 66, η κλάση «Μπάλα», που περιλαμβάνει τα άτομα που αντιστοιχούν σε μπάλες ποδοσφαίρου, αναπαρίσταται από την αφηρημένη οντότητα σημαντικής "Ball", τύπου "ObjectType", η κλάση «Γήπεδο», που περιλαμβάνει τα άτομα που αντιστοιχούν σε γήπεδα ποδοσφαίρου αναπαρίσταται από την αφηρημένη οντότητα σημαντικής "SoccerField", τύπου "SemanticPlaceType", η κλάση «Γκολ», που περιλαμβάνει τα άτομα που αντιστοιχούν σε γκολ αναπαρίσταται από την αφηρημένη οντότητα σημαντικής "Goal", τύπου "EventType" και η κλάση «Ποδοσφαιριστής», που περιλαμβάνει τα άτομα που αντιστοιχούν σε ποδοσφαιριστές αναπαρίσταται από την αφηρημένη οντότητα σημαντικής "SoccerPlayer", τύπου "AgentObjectType". Να σημειωθεί ότι η κλάση «Τερματοφύλακας», που περιλαμβάνει τα άτομα που αντιστοιχούν σε τερματοφύλακες αναπαρίσταται από την αφηρημένη οντότητα σημαντικής "Goalkeeper", τύπου "AgentObjectType", και, καθώς επεκτείνει την κλάση που αναπαρίσταται από την αφηρημένη οντότητα σημαντικής "SoccerPlayer" συνδέεται με αυτήν μέσω ενός ζεύγους σχέσεων τύπου "specializes" και "generalizes". Τέλος, ο τερματοφύλακας "Buffon" αναπαρίσταται από το στιγμιότυπο "Buffon", τύπου "AgentObjectType", και συνδέεται με την αφηρημένη οντότητα σημαντικής "Goalkeeper" μέσω ζεύγους σχέσεων τύπου "exemplifies" και "exemplifiedBy". Αντίστοιχα, το πρώτο γκολ του τελικού του Παγκοσμίου Κυπέλλου 2006 αναπαρίσταται από το στιγμιότυπο "1st_Goal_of_the_Mundial_2006_Final", τύπου "EventType", και συνδέεται με την αφηρημένη οντότητα σημαντικής "Goal" μέσω ζεύγους σχέσεων τύπου "exemplifies" και "exemplifiedBy".

Ο Πίνακας 7 συνοψίζει το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές, καθώς παρουσιάζει συνοπτικά την αναπαράσταση, σε MPEG-7 σύνταξη, των δομών των οντολογιών περιοχής στις οποίες οργανώνεται η γνώση περιοχής.



Εικόνα 66: Αναπαράσταση Γνώσης Περιοχής για Ποδόσφαιρο με τη χρήση MPEG-7 Δομών

Δομή Οντολογίας	MPEG-7 Αναπαράσταση
Δήλωση Οντολογίας	Στοιχείο "Description", τύπου "SemanticDescriptionType"
Ιδιότητα	Γνώρισμα / Στοιχείο / Στοιχείο "Property" / Ζεύγος Στοιχείων "Relation" Τύπου "property"- "propertyOf" / Στοιχείο "AttributeValuePair"
Σχέση	Στοιχείο "Relation"
Κλάση	Στοιχείο "SemanticBase" με "AbstractionLevel /@dimension" = 1
Άτομο	Στοιχείο "SemanticBase" με "AbstractionLevel /@dimension" = 0
Αξίωμα Υπαγωγής σε Κλάση	Ζεύγος Στοιχείων "Relation" Τύπου "exemplifies"- "exemplifiedBy"
Αξιώματα Εξειδίκευσης και Γενίκευσης Κλάσεων	Ζεύγος Στοιχείων "Relation" Τύπου "specializes"- "generalizes"
Αξίωμα Καθορισμού Περιορισμών Τιμής των Ιδιοτήτων	Στοιχείο "Term" / Ζεύγος Στοιχείων "Relation" Τύπου "property"- "propertyOf"
Αξίωμα Ισοδυναμίας Κλάσεων	Στοιχείο "Relation" Τύπου "equivalent"
Ορισμός Ξένης Κλάσης	Στοιχείο "Relation" Τύπου "disjoint"
Αξίωμα Ισοδυναμίας Ατόμων	Στοιχείο "Relation" Τύπου "equals"
Αξίωμα Διαφορετικότητας Ατόμων	Στοιχείο "Relation" Τύπου "separated"
Ένωση Κλάσεων	Στοιχείο "Relation" Τύπου "union"
Τομή Κλάσεων	Στοιχείο "Relation" Τύπου "intersection"

Πίνακας 7: Σύνοψη του Μοντέλου Αναπαράστασης Γνώσης Περιοχής με MPEG-7 Δομές

Τέλος, να σημειωθεί ότι το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής υλοποιήθηκε τόσο σε σχεσιακές βάσεις δεδομένων (στα πλαίσια των διπλωματικών εργασιών [Παπ01] και [Φατ02]) όσο και σε XML βάσεις δεδομένων (στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας [Συν07]).

4.3. Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφηκε το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής. Συγκεκριμένα, περιγράφηκε η αναπαράσταση των οντολογιών περιοχής και των δομών από τις οποίες απαρτίζονται με βάση το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές και παρουσιάστηκαν συνοπτικά τα χαρακτηριστικά του μοντέλου. Το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές στην αξιοποίηση των MPEG-7 σχέσεων και των γενικού σκοπού δομών που ορίζονται στο σχήμα περιγραφής Semantic DS του MPEG-7 MDS για την αναπαράσταση οντοτήτων σημαντικής.

5. Η Γλώσσα Ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL Μοντέλο Περιγραφής Προτιμήσεων Αναζήτησης και Φίλτρων

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL (MPEG-7 Query Language) [TsCh06b] [TsCh07a] [TsCh08] και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων [TsCh05] [TsCh06a], που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια της παρούσας διατριβής και υλοποιήθηκαν στα πλαίσια της αποθήκης μεταδεδομένων του πλαισίου DS-MIRF. Ο βασικός στόχος τόσο της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL όσο και του MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων είναι η υποστήριξη ομοιόμορφης και διαφανούς ανάκτησης και φιλτραρίσματος οπτικοακουστικού υλικού που έχει περιγραφεί με τη χρήση του προτύπου MPEG-7, ώστε να μπορούν να υποστηριχθούν προηγμένες υπηρεσίες για το υλικό αυτό.

Για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός, απαραίτητη είναι μια γλώσσα με ξεκάθαρη σημαντική, προσαρμοσμένη στις απαιτήσεις του MPEG-7 (αντί για τη γενικού σκοπού σημαντική της XQuery). Έτσι, οι βελτιστοποιητές εκτέλεσης ερωτήσεων θα μπορούν να εκτελούν αποτελεσματικά τον έλεγχο συνέπειας και τη βελτιστοποίηση πρώτου επιπέδου βάσει της σημαντικής αυτής. Επιπλέον, η έκφραση XQuery ερωτήσεων για τη σημαντική του οπτικοακουστικού υλικού είναι επίπονη και οδηγεί στον ορισμό δυσνόητων, ακόμα και για χρήστες που γνωρίζουν τη δομή των MPEG-7 περιγραφών, ερωτήσεων με μεγάλο μήκος. Αυτό οφείλεται στο ότι το MPEG-7 μοντέλο αναπαράστασης της σημαντικής του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού είναι περίπλοκο και η γνώση περιοχής που μπορεί να ενσωματώνεται στις MPEG-7 περιγραφές σημαντικής ορίζεται στο επίπεδο του εγγράφου και όχι στο επίπεδο του σχήματος. Τέλος, για τη σύγκριση και την αποτίμηση της ομοιότητας των χαμηλού επιπέδου οπτικών και/ή ακουστικών χαρακτηριστικών του οπτικοακουστικού υλικού απαιτείται η εφαρμογή εξειδικευμένων αλγορίθμων επεξεργασίας σήματος, που δε μπορούν να υλοποιηθούν με τη σύνταξη της XQuery. Συνεπώς, δεν είναι δυνατή η αποδοτική αξιοποίηση των χαρακτηριστικών αυτών, καθώς η XQuery τα διαχειρίζεται με τον ίδιο τρόπο που διαχειρίζεται τα υπόλοιπα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών.

Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων έχουν εκφραστεί σε XML Schema και σε OWL σύνταξη και έχουν ως μοντέλο δεδομένων το MPEG-7. Έτσι, η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε περιβάλλοντα που βασίζονται στην XML Schema σύνταξη του προτύπου MPEG-7, όσο και σε OWL/RDF περιβάλλοντα όπου η σημαντική του MPEG-7 εκφράζεται με τη χρήση OWL σύνταξης. Επίσης, τόσο στις MP7QL ερωτήσεις όσο και στα MP7QL φίλτρα μπορούν να εκφραστούν συνθήκες για όλες τις συνιστώσες των MPEG-7 περιγραφών (όπως για παράδειγμα για τα χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικά, για τις περιγραφές σημαντικής, για πληροφορία σχετική με το οπτικοακουστικό υλικό κ.α.). Μπορεί ακόμα να αξιοποιηθεί γνώση περιοχής που έχει εκφραστεί με τη χρήση MPEG-7 σύνταξης και να υποστηριχθούν η ανάκτηση οπτικοακουστικού υλικού βάσει σημαντικής και ο ορισμός φίλτρων σημαντικής για το υλικό αυτό. Επιπλέον, τόσο η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL όσο και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων επιτρέπουν το σαφή καθορισμό δυαδικών τελεστών, που επιτρέπουν τον ακριβή συνδυασμό των συνθηκών των ερωτήσεων και των φίλτρων σύμφωνα με τις επιθυμίες των χρηστών, και τιμών προτίμησης, που επιτρέπουν στους χρήστες να εκφράσουν πόσο σημαντική είναι για αυτούς κάθε συνθήκη.

Το βασικό κίνητρο για την ανάπτυξη του MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων ήταν η υποστήριξη προηγμένων υπηρεσιών οπτικοακουστικού υλικού και η ανεπάρκεια

του MPEG-7 μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων για το σκοπό αυτό. Η ανεπάρκεια αυτή οφείλεται στο ότι οι MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης δεν επιτρέπουν ούτε την έκφραση συνθηκών για όλες τις συνιστώσες των MPEG-7 περιγραφών ούτε τη χρήση δυαδικών τελεστών. Επιπλέον, οι MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης δε μπορούν να αξιοποιηθούν ικανοποιητικά για την παροχή υπηρεσιών βάσει σημαντικής καθώς υποστηρίζουν την περιγραφή της σημαντικής του προτιμώμενου περιεχομένου μόνο με λέξεις-κλειδιά.

Οι MP7QL ερωτήσεις μπορούν να αξιοποιήσουν τις MP7QL προτιμήσεις των χρηστών και το ιστορικό χρήσης του οπτικοακουστικού υλικού απ' αυτούς, υποστηρίζοντας έτσι την εξατομικευμένη ανάκτηση του οπτικοακουστικού υλικού. Να σημειωθεί ότι το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων έχει το MPEG-7 μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων ως ειδική περίπτωση, γεγονός που επιτρέπει την αξιοποίηση MPEG-7 περιγραφών προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων τόσο από τη γλώσσα ερωτήσεων MP7QL όσο και από τα συστήματα που διαχειρίζονται τις MP7QL περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων.

Η αξιολόγηση της εκφραστικότητας της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL στο πεδίο του ποδοσφαίρου έδειξε ότι η MP7QL επιτρέπει την έκφραση ερωτήσεων σημαντικής που καλύπτουν τις απαιτήσεις των εφαρμογών του πεδίου αυτού (και, κατ' επέκταση, άλλων εφαρμογών του αθλητισμού όπου συναντώνται προκαθορισμένα γεγονότα με ξεκάθαρη σημαντική).

Τέλος, η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL έχει την ιδιότητα της κλειστότητας [Da95], καθώς το μοντέλο δεδομένων της είναι το πρότυπο MPEG-7 και τα αποτελέσματα των MP7QL ερωτήσεων είναι MPEG-7 περιγραφές.

Οι επιμέρους απαιτήσεις που ικανοποιούνται και οι προδιαγραφές που τηρούνται από τη γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων παρουσιάζονται στην ενότητα 5.1. Ο σχεδιασμός και η σημαντική της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL παρουσιάζονται στην ενότητα 5.2. Το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων περιγράφεται στην ενότητα 5.3. Η αξιολόγηση της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL και του MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων παρουσιάζεται στην ενότητα 5.4. Η επεξεργασία των MP7QL ερωτήσεων περιγράφεται στην ενότητα 5.5. Τέλος, στην ενότητα 5.6 ανακεφαλαιώνονται τα σημαντικότερα σημεία του κεφαλαίου.

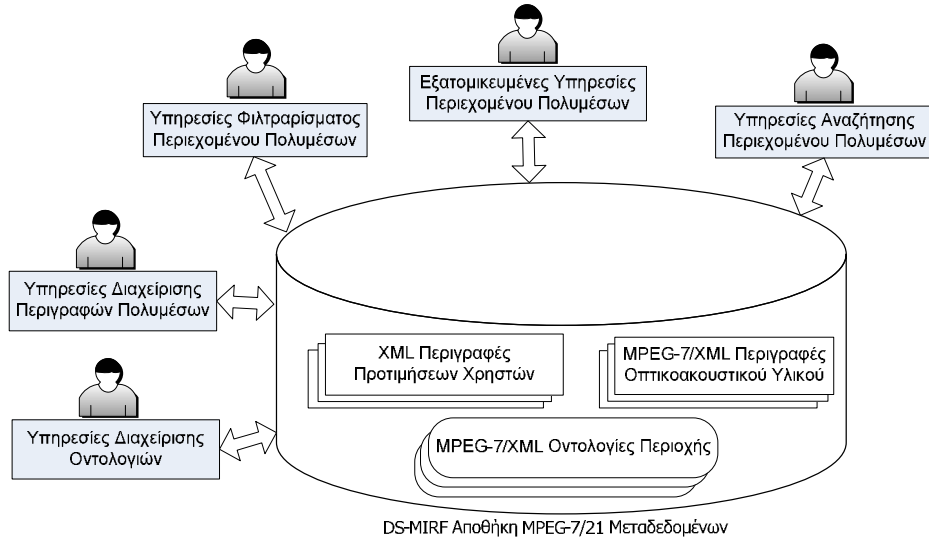
5.1. Απαιτήσεις και Προδιαγραφές

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται οι απαιτήσεις και οι προδιαγραφές που καθόρισαν το σχεδιασμό της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL και του MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων. Οι απαιτήσεις που ικανοποιούνται και οι προδιαγραφές που τηρούνται από τη γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων είναι οι εξής:

- Η υποστήριξη ομοιόμορφης και διαφανούς ανάκτησης και φιλτραρίσματος οπτικοακουστικού υλικού που έχει περιγραφεί με τη χρήση του προτύπου MPEG-7. Έτσι, θα μπορούν να εκφραστούν με ομοιόμορφο τρόπο και να συνδυαστούν συνθήκες για όλες τις συνιστώσες των MPEG-7 περιγραφών (όπως για παράδειγμα για τα χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικά, για τις περιγραφές σημαντικής, για πληροφορία σχετική με το οπτικοακουστικό υλικό κ.α.). Ταυτόχρονα, θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι βέλτιστες πρακτικές για την εξέταση της ικανοποίησης των συνθηκών που αφορούν απόψεις των MPEG-7 περιγραφών που διαχειρίζονται αποτελεσματικά εξειδικευμένα συστήματα (π.χ. χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικά).
- Η ικανοποίηση των Απαιτήσεων της MPEG-7 Μορφής Ερωτήσεων (MPEG-7 Query Format Requirements – MP7QF) [ISO/IEC06a], οι οποίες στοχεύουν να καθοδηγήσουν την τυποποίηση της έκφρασης ερωτήσεων για οπτικοακουστικό υλικό που έχει περιγραφεί με βάση το πρότυπο MPEG-7 και πρέπει να ικανοποιούνται από τις γλώσσες ανάκτησης οπτικοακουστικού υλικού που αξιοποιούν MPEG-7 περιγραφές. Οι Απαιτήσεις της MPEG-7 Μορφής Ερωτήσεων καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα απαιτήσεων, που εκτείνεται από την απαίτηση για XML σύνταξη και τη δυνατότητα έκφρασης χωρο-χρονικών ερωτήσεων και ερωτήσεων μέσω παραδειγμάτων μέχρι τη δυνατό-

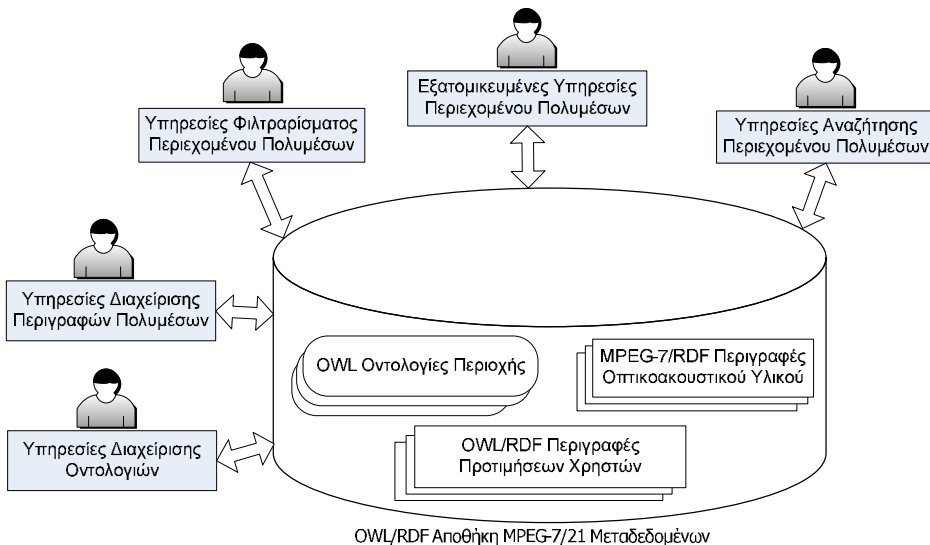
τητα έκφρασης ερωτήσεων βάσει κειμένου και ερωτήσεων για το υλικό (π.χ. ερωτήσεις για τη δημιουργία του υλικού, τη μορφή αποθήκευσής του κ.α.).

- Η δυνατότητα χρήσης της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL και του MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων τόσο σε ένα περιβάλλον που βασίζεται στην XML Schema σύνταξη του προτύπου MPEG-7, όσο και σε ένα OWL/RDF περιβάλλον όπου η σημαντική του MPEG-7 εκφράζεται με τη χρήση OWL σύνταξης.



Εικόνα 67: Απεικόνιση της DS-MIRF Αποθήκης MPEG-7 Μεταδεδομένων

Στην πρώτη περίπτωση, η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL παρέχει υπηρεσίες ανάκτησης και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων φιλτράρισμα και εξατομικευση των παρεχόμενων υπηρεσιών πάνω από μια XML αποθήκη δεδομένων, όπως είναι η DS-MIRF Αποθήκη Μεταδεδομένων που απεικονίζεται στην Εικόνα 67. Η XML αποθήκη δεδομένων περιέχει MPEG-7 περιγραφές του οπτικοακουστικού υλικού, MP7QL περιγραφές προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης (που ακολουθούν την XML Schema σύνταξη της MP7QL) και οντολογίες περιοχής εκφρασμένες σε MPEG-7 σύνταξη. Η μηχανή ερωτήσεων (query engine) που είναι υπεύθυνη για την αξιολόγηση των MP7QL ερωτήσεων και το ταίριασμα οπτικοακουστικού υλικού – προτιμήσεων χρηστών υλοποιείται με τη χρήση της γλώσσας ερωτήσεων XQuery.



Εικόνα 68: OWL/RDF Περιβάλλον Εργασίας

Στη δεύτερη περίπτωση, όπως φαίνεται στην Εικόνα 68, οι περιγραφές του οπτικοακουστικού υλικού, οι MP7QL περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων και οι οντολογίες περιοχής εκφράζονται σε OWL/RDF σύνταξη και αποθηκεύονται σε μια OWL/RDF αποθήκη δεδομένων.

Οι παρεχόμενες υπηρεσίες είναι ίδιες με αυτές που παρέχονται στην πρώτη περίπτωση, με μόνη διαφορά ότι τώρα τόσο οι MP7QL ερωτήσεις όσο και οι MP7QL περιγραφές προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης χρησιμοποιούν OWL/RDF σύνταξη. Επιπλέον, η μηχανή ερωτήσεων που είναι υπεύθυνη για την αξιολόγηση των MP7QL ερωτήσεων και το ταίριασμα οπτικοακουστικού υλικού – προτιμήσεων χρηστών υλοποιείται με τη χρήση της γλώσσας ερωτήσεων SPARQL [PrSe07].

- Η συμβατότητα του MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων με το MPEG-7 μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων, έτσι ώστε το MPEG-7 μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων να είναι ειδική περίπτωση του αντίστοιχου MP7QL μοντέλου. Έτσι, τα συστήματα που θα μπορούν να αξιοποιήσουν περιγραφές προτιμήσεων δομημένες με βάση το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων θα μπορούν επίσης να αξιοποιήσουν MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων.
- Η ικανοποίηση της ιδιότητας της κλειστότητας από τη γλώσσα ερωτήσεων MP7QL. Μια γλώσσα ερωτήσεων έχει την ιδιότητα της κλειστότητας αν τα αποτελέσματα των ερωτήσεων που εκφράζονται μέσω αυτής έχουν δομή συμβατή με το μοντέλο δεδομένων της γλώσσας. Η κλειστότητα είναι σημαντική ιδιότητα των γλωσσών ερωτήσεων καθώς:
 - Διευκολύνει τη σύνθεση (composition) και την αποσύνθεση των ερωτήσεων.
 - Επιτρέπει την αποθήκευση των αποτελεσμάτων των ερωτήσεων και την υποβολή ερωτήσεων σε αυτά με διαφανή τρόπο και με τη χρήση της ίδιας γλώσσας ερωτήσεων. Έτσι, μπορεί να υποστηριχθεί αναζήτηση επί των αποτελεσμάτων των MP7QL ερωτήσεων, λειτουργικότητα που επιτρέπει την υποστήριξη προηγμένων υπηρεσιών όπως η ανάδραση σχετικότητας (relevance feedback).
 - Επιτρέπει τον ορισμό απόψεων (views), με την έννοια ότι οι χρήστες θα μπορούν να δουν μόνο ένα περιορισμένο τμήμα των βάσεων (ή αποθηκών) δεδομένων επί των οποίων ενεργούν οι γλώσσες ερωτήσεων, το οποίο απαρτίζεται από ένα περιορισμένο σύνολο οντοτήτων. Αν η γλώσσα ερωτήσεων διαθέτει την ιδιότητα της κλειστότητας, οι απόψεις υλοποιούνται ως ερωτήσεις.

Λόγω των παραπάνω πλεονεκτημάτων, η κλειστότητα θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική ιδιότητα και έχει καθοδηγήσει το σχεδιασμό πολλών ευρέως αποδεκτών γλωσσών, όπως είναι η SQL [Da95] και η XQuery [Cha&al07]. Επιπλέον, γλώσσες ερωτήσεων που δεν είχαν αρχικά την ιδιότητα της κλειστότητας τροποποιήθηκαν ώστε να την αποκτήσουν. Παράδειγμα γλώσσας αυτής της κατηγορίας είναι η ODMG OQL [RoKeBa99].

- Η δυνατότητα αξιοποίησης γνώσης περιοχής που έχει εκφραστεί με τη χρήση MPEG-7 σύνταξης καθώς και η υποστήριξη ανάκτησης οπτικοακουστικού υλικού βάσει σημαντικής και ορισμού φίλτρων σημαντικής για το υλικό αυτό. Η γνώση περιοχής είναι ιδιαίτερα σημαντική, αφού μπορεί να αξιοποιηθεί κατά την ανάκτηση και το φιλτράρισμα βάσει σημαντικής και, στην περίπτωση αυτή, βελτιώνει την ακρίβεια της ανάκτησης. Επιπλέον, μπορεί να αξιοποιηθεί κατά την παροχή εξατομικευμένων υπηρεσιών σημαντικής, που αναπτύσσονται πάνω από περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων που περιλαμβάνουν κριτήρια για τη σημαντική του επιθυμητού περιεχομένου. Οι περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια ως περιγραφές του σχετικού με το περιεχόμενο περιβάλλοντος των χρηστών τόσο κατά τη διάρκεια της αναζήτησης οπτικοακουστικού υλικού (οπότε χρησιμοποιούνται για την επέκταση των ερωτήσεων ή την αποσαφήνισή τους) όσο και κατά τη διάρκεια του φιλτράρισματος οπτικοακουστικού υλικού (όπου χρησιμοποιούνται ως συνεχείς ερωτήσεις που επιλέγουν το περιεχόμενο που θα επιστραφεί στους χρήστες).

5.2. Σχεδιασμός και Σημαντική της Γλώσσας Ερωτήσεων MP7QL

Ο σχεδιασμός και η σημαντική της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL παρουσιάζονται σε αυτή την ενότητα. Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL έχει το MPEG-7 ως μοντέλο δεδομένων και διαθέτει την ιδιότητα της κλειστότητας. Επιπλέον, υποστηρίζει ομοιόμορφη και διαφανή ανάκτηση και φιλτράρισμα οπτικοακουστικού υλικού που έχει περιγραφεί με τη χρήση του προτύπου MPEG-7, καθώς μπορούν

να εκφραστούν με ομοιόμορφο τρόπο και να συνδυαστούν συνθήκες για όλες τις συνιστώσες των MPEG-7 περιγραφών. Τέλος, η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε περιβάλλοντα που βασίζονται στην XML Schema σύνταξη του προτύπου MPEG-7, όσο και σε OWL/RDF περιβάλλοντα όπου η σημαντική του προτύπου MPEG-7 εκφράζεται με τη χρήση OWL σύνταξης, καθώς έχουν εκφραστεί σε XML Schema σύνταξη και σε OWL σύνταξη. Να σημειωθεί ακόμα ότι οι MP7QL ερωτήσεις επιτρέπουν την αξιοποίηση των (MPEG-7 και MP7QL) περιγραφών προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων των χρηστών και του ιστορικού αλληλεπίδρασης των χρηστών με οπτικοακουστικό υλικό, υποστηρίζοντας έτσι την εξατομικευμένη ανάκτηση οπτικοακουστικού υλικού.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι MP7QL ερωτήσεις στην υποενότητα 5.2.1 και η δομή των αποτελεσμάτων των MP7QL ερωτήσεων στην υποενότητα 5.2.2.

5.2.1. MP7QL Ερωτήσεις

Οι MP7QL ερωτήσεις παρουσιάζονται σε αυτή την υποενότητα, και συγκεκριμένα ο σχεδιασμός, η δομή και η σημαντική τους.

Οι MP7QL ερωτήσεις έχουν σύνταξη της μορφής SELECT-FROM-WHERE. Η πληροφορία που επιστρέφεται για τα αποτελέσματα των ερωτήσεων (π.χ. URI, τίτλος, συντελεστές κ.α.) καθορίζεται στο τμήμα SELECT, ο τύπος των MPEG-7 περιγραφών μεταξύ των οποίων θα γίνει η αναζήτηση (π.χ. περιγραφές εικόνων, οντολογίες περιοχής, περιγραφές ήχου κ.α.) καθορίζεται στο τμήμα FROM και οι συνθήκες που πρέπει να ικανοποιούνται από τα αποτελέσματα των MP7QL ερωτήσεων καθορίζονται στο τμήμα WHERE, μέσα στους MP7QL καθορισμούς ερωτήσεων (MP7QL query specifications). Ένας MP7QL καθορισμός ερωτήσεων μπορεί να περιλαμβάνει συνθήκες για οποιοδήποτε στοιχείο ή γνώρισμα μιας MPEG-7 περιγραφής. Ειδικά για τις συνθήκες που αναφέρονται στη σημαντική του οπτικοακουστικού υλικού, οι MP7QL καθορισμοί ερωτήσεων επιτρέπουν την αξιοποίηση γνώσης περιοχής που έχει κωδικοποιηθεί με MPEG-7 δομές.

Στις παραγράφους που ακολουθούν περιγράφονται τόσο η θεμελιώδης δομή της MP7QL ερώτησης όσο και οι συνθήκες των MP7QL ερωτήσεων, που ορίζονται στους MP7QL καθορισμούς ερωτήσεων.

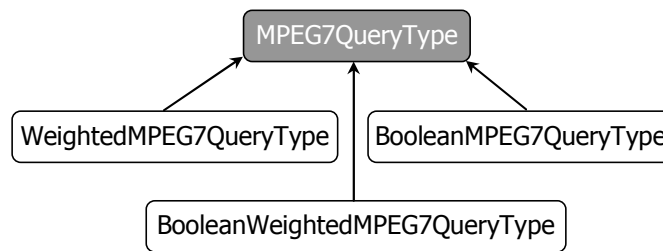
Σχεδιασμός και Σημαντική των MP7QL Ερωτήσεων

Οι MP7QL ερωτήσεις αναπαρίστανται από τον αφηρημένο τύπο “MPEG7QueryType” και τους τύπους που τον εξειδικεύουν. Καθώς η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL επιτρέπει το σαφή καθορισμό δυαδικών τελεστών και τιμών προτίμησης για τα στοιχεία των ερωτήσεων, ορίστηκαν τρεις τύποι που επεκτείνουν τον τύπο “MPEG7QueryType”, ώστε να είναι δυνατή η αναπαράσταση των απαραίτητων τύπων ερωτήσεων:

- Ο τύπος “WeightedMPEG7QueryType”, ο οποίος αναπαριστά ερωτήσεις με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης. Οι τιμές προτίμησης είναι ακέραιοι με τιμές στο διάστημα [-100, 100] και εξ’ ορισμού τιμή 10. Ο τύπος, η εξ’ ορισμού τιμή και οι επιτρεπτές τιμές των τιμών προτίμησης των MP7QL ερωτήσεων είναι συμβατά με τον τύπο, την εξ’ ορισμού τιμή και τις επιτρεπτές τιμές των τιμών προτίμησης των MPEG-7 περιγραφών προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων.
- Ο τύπος “BooleanMPEG7QueryType”, ο οποίος αναπαριστά ερωτήσεις με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές (AND/OR/XOR/NOT).
- Ο τύπος “BooleanWeightedMPEG7QueryType”, ο οποίος αναπαριστά ερωτήσεις όπου καθορίζονται σαφώς τόσο οι τιμές προτίμησης όσο και οι δυαδικοί τελεστές

Η ιεραρχία των MP7QL τύπων ερωτήσεων απεικονίζεται στην Εικόνα 69, όπου η σκίαση του κόμβου-ρίζας δηλώνει ότι ο τύπος “MPEG7QueryType” είναι αφηρημένος.

Η σύνταξη των MP7QL ερωτήσεων είναι της μορφής SELECT-FROM-WHERE. Η σύνταξη μιας MP7QL ερώτησης Q περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση (regular expression) (60). Όπως φαίνεται στην κανονική έκφραση (60), όλα τα στοιχεία των MP7QL ερωτήσεων είναι προαιρετικά. Μ’ αυτό τον τρόπο υποστηρίζονται κενές ερωτήσεις, οι οποίες επιτρέπουν την πλοήγηση στα περιεχόμενα των αποθηκών οπτικοακουστικού υλικού.



Εικόνα 69: Ιεραρχία των MP7QL Τύπων Ερωτήσεων

$Q = [\text{Select}][\text{From}][\text{Where}][\text{OrderBy}][\text{GroupBy}]$ (60)

Το στοιχείο "Select" της MP7QL ερώτησης Q επιτρέπει τον καθορισμό των στοιχείων και/ή των γνωρισμάτων των MPEG-7 περιγραφών που θα επιστραφούν με τα αποτελέσματα της ερώτησης. Αν μια MP7QL ερώτηση δε διαθέτει το στοιχείο "Select", για τα αποτελέσματά της θα επιστραφούν προκαθορισμένα στοιχεία και γνωρίσματα, όπως περιγράφεται στην υποενότητα 5.2.2. Το στοιχείο "Select" μιας MP7QL ερώτησης περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση (61), όπου:

$\text{Select} = \text{Item}^* [\text{format}][\text{transformationRules}] [\text{maxItems}][\text{numOfPageItems}][\text{page}]$
 $[\text{timeLimit}]$ (61)

- Τα στοιχεία "Item" έχουν ως τιμές XPath [Be&al07] εκφράσεις που αναπαριστούν τα στοιχεία και/ή τα γνωρίσματα των MPEG-7 περιγραφών που θα επιστραφούν για καθένα από τα αποτελέσματα των ερωτήσεων.
- Το γνώρισμα "format" αναπαριστά το URI του αρχείου όπου καθορίζεται η δομή της μορφής παρουσίασης των αποτελεσμάτων (της μορφής δηλαδή με την οποία θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα στην οθόνη ή σε κάποια άλλη συσκευή εξόδου του χρήστη). Η προκαθορισμένη τιμή του είναι το URI της δομής των αποτελεσμάτων των MP7QL ερωτήσεων.
- Το γνώρισμα "transformationRules" αναπαριστά το URI του XSL φύλλου στυλ που πρέπει να εφαρμοστεί στα αποτελέσματα των MP7QL ερωτήσεων ώστε να μετατραπούν στην επιθυμητή μορφή παρουσίασης των αποτελεσμάτων.
- Το γνώρισμα "maxItems" αναπαριστά το μέγιστο αριθμό αποτελεσμάτων που θα επιστραφούν στο χρήστη για την τρέχουσα ερώτηση. Το γνώρισμα "maxItems" έχει την εξ' ορισμού τιμή "unbounded", που δηλώνει ότι δεν υπάρχει άνω όριο στον αριθμό αποτελεσμάτων που θα επιστραφούν.
- Το γνώρισμα "numOfPageItems" αναπαριστά το μέγιστο αριθμό αποτελεσμάτων που μπορούν να παρουσιαστούν σε κάθε σελίδα αποτελεσμάτων και έχει την εξ' ορισμού τιμή 10.
- Το γνώρισμα "timeLimit" αναπαριστά το χρονικό όριο (σε δευτερόλεπτα) μέχρι το οποίο πρέπει να έχει επιστραφεί το αποτέλεσμα της ερώτησης και έχει την εξ' ορισμού τιμή 300.
- Το γνώρισμα "page" αναπαριστά τον αριθμό της σελίδας των αποτελεσμάτων που πρέπει να επιστραφεί πρώτη και έχει την εξ' ορισμού τιμή 1.

Το στοιχείο "From" της MP7QL ερώτησης Q επιτρέπει τον καθορισμό του πεδίου αναζήτησης της ερώτησης μέσω της επιλογής του τύπου (ή των τύπων) MPEG-7 περιγραφών όπου θα τεθεί η ερώτηση και περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση (62).

$\text{From} = \text{FromItem}^*$ (62)

Τα στοιχεία "FromItem" έχουν ως τιμές προκαθορισμένες συμβολοσειρές που καθορίζουν τον τύπο (ή τους τύπους) MPEG-7 περιγραφών όπου θα τεθεί η ερώτηση Q . Το πεδίο αναζήτησης μπορεί να απαρτίζεται από ένα ή περισσότερους τύπους MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού (όπως π.χ. στην ερώτηση «Δώσε μου φωτογραφίες του ποδοσφαιριστή Marques»), από επαναχρησιμοποιήσιμες οντότητες σημαντικής που ικανοποιούν κάποιες συνθήκες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την περιγραφή οπτικοακουστικού υλικού (όπως π.χ. στην ερώτηση «Δώσε μου

τους ποδοσφαιριστές της ομάδας ποδοσφαίρου Barcelona») ή δομικά στοιχεία οντολογιών περιοχής που έχουν εκφραστεί με MPEG-7 σύνταξη (όπως π.χ. στην ερώτηση «Δώσε μου τις υποκλάσεις της κλάσης "SoccerPlayer"»). Οι επιτρεπτές τιμές των στοιχείων "FromItem" είναι οι εξής:

- Τα ονόματα των τύπων των MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού που περιέχει ο Πίνακας 4 της υποενότητας 2.1.2 του 2^{ου} κεφαλαίου.
- Η τιμή "AllMultimediaDescriptions", που είναι η εξ' ορισμού τιμή των στοιχείων "FromItem" και δηλώνει ότι το πεδίο αναζήτησης της ερώτησης περιλαμβάνει όλους τους τύπους περιγραφών περιεχομένου πολυμέσων.
- Η τιμή "SemanticEntityDefinition", που δηλώνει ότι το πεδίο αναζήτησης της ερώτησης περιλαμβάνει τις επαναχρησιμοποιήσιμες οντότητες σημαντικής.
- Η τιμή "Ontology", που δηλώνει ότι το πεδίο αναζήτησης περιλαμβάνει δομικά στοιχεία οντολογιών περιοχής που έχουν εκφραστεί σε MPEG-7 σύνταξη.

Το στοιχείο "OrderBy" της MP7QL ερώτησης Q επιτρέπει τον καθορισμό των κριτηρίων διάταξης των αποτελεσμάτων της ερώτησης και περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση (63).

$$\text{OrderBy}=\text{Criterion}^* \quad (63)$$

Τα στοιχεία "Criterion" αναπαριστούν κριτήρια διάταξης. Ένα στοιχείο "Criterion" περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση (64), όπου:

$$\text{Criterion}=\text{Item} [\text{priority}][\text{order}] \quad (64)$$

- Το στοιχείο "Item" έχει ως τιμή μια XPath έκφραση που προσδιορίζει το στοιχείο ή το γνώρισμα των MPEG-7 περιγραφών στο οποίο θα βασιστεί η διάταξη των αποτελεσμάτων βάσει του τρέχοντος κριτηρίου.
- Το γνώρισμα "priority" καθορίζει την προτεραιότητα του τρέχοντος κριτηρίου και έχει την εξ' ορισμού τιμή 0.
- Το γνώρισμα "order" καθορίζει το είδος της διάταξης (αύξουσα – ascending – ή φθίνουσα – descending) βάσει του τρέχοντος κριτηρίου διάταξης και έχει την εξ' ορισμού τιμή "ascending".

Το στοιχείο "GroupBy" της MP7QL ερώτησης Q επιτρέπει τον καθορισμό του στοιχείου ή του γνωρίσματος στο οποίο θα βασιστεί η ομαδοποίηση των αποτελεσμάτων της ερώτησης Q. Το στοιχείο "GroupBy" έχει ως τιμή μια XPath έκφραση που προσδιορίζει το στοιχείο ή το γνώρισμα των MPEG-7 περιγραφών στο οποίο θα βασιστεί η ομαδοποίηση των αποτελεσμάτων της ερώτησης.

Το στοιχείο "Where" της MP7QL ερώτησης Q επιτρέπει την έκφραση των συνθηκών που οι χρήστες επιθυμούν να ικανοποιούνται από τα αποτελέσματα της ερώτησης. Η δομή του στοιχείου "Where" είναι διαφορετική για τους διαφορετικούς τύπους MP7QL ερωτήσεων και συγκεκριμένα:

- Το στοιχείο "Where" μιας MP7QL ερώτησης με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης (WWhere), τύπου "WeightedMPEG7QueryType", περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση (65) όπου:

$$\text{WWhere}=(\text{WQS pv})^* \quad (65)$$

- pv είναι μια σαφώς καθορισμένη τιμή προτίμησης.
- wqs είναι ένας καθορισμός ερώτησης με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης, ο οποίος περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση (69). Ένας καθορισμός ερώτησης απαρτίζεται από τις συνθήκες που ο χρήστης επιθυμεί να ικανοποιούνται από τα αποτελέσματα της ερώτησης.
- Το στοιχείο "Where" μιας MP7QL ερώτησης με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές (BWhere), τύπου "BooleanMPEG7QueryType", περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκ-

φραση (66), όπου BQS είναι ένας καθορισμός ερώτησης με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές, ο οποίος περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση (73).

$$BWhere=BQS [NOT] ((AND|OR|XOR) BQS [NOT])^* \quad (66)$$

- Το στοιχείο "Where" μιας MP7QL ερώτησης όπου καθορίζονται σαφώς οι δυαδικοί τελεστές και οι τιμές προτίμησης (BWWhere), τύπου "BooleanWeightedMPEG7QueryType", περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση (67), όπου BWQS είναι ένας καθορισμός ερώτησης στον οποίο καθορίζονται σαφώς οι δυαδικοί τελεστές και οι τιμές προτίμησης και περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση (78).

$$BWWhere=BWQS \text{ pv } ((AND|OR|XOR) BWQS \text{ pv})^* \quad (67)$$

Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL παρέχει μεταβλητές (variables), οι οποίες επιτρέπουν τον ορισμό επαναχρησιμοποιήσιμων τμημάτων ερωτήσεων. Από πλευράς σύνταξης, μεταβλητή είναι ένα στοιχείο MP7QL ερώτησης που έχει ταυτότητα που ξεκινά με το χαρακτήρα "\$".

Η δομή και η σημαντική των MP7QL ερωτήσεων έχουν εκφραστεί σε XML Schema σύνταξη και σε OWL σύνταξη². Ένα παράδειγμα MP7QL ερώτησης παρατίθεται σε τυπική σύνταξη στην έκφραση (68) και σε XML σύνταξη στην Εικόνα 70.

$$\begin{aligned} BQS1 = & (Select(Item(Mpeg7/Description/MultimediaContent/Image/ \\ & CreationInformation/Creation/Title) Item(Mpeg7/Description/MultimediaContent/ Im- \\ & age/Semantic/Label/Name) Item(Mpeg7/Description/MultimediaContent/Image/ Media- \\ & Locator/MediaUri)) From(FromItem(ImageType)) OrderBy(Item(Mpeg7/Description/ \\ & MultimediaContent/Image/CreationInformation/Creation/Title)) From(VideoType) \\ & Where(BQS(CrP('Title('soccer' 'Barcelona') keywords)) \\ & SoP(MediaFormat(FileFormat(jpg))))) \end{aligned} \quad (68)$$

```
<Mpeg7Query xmlns="urn:mpeg:mp7q:schema:2001" xsi:type="WeightedMpeg7QueryType"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="urn:mpeg:mp7q:schema:2001 WMP7QF.xsd">
  <Select>
    <Item>Mpeg7/Description/MultimediaContent/Image/CreationInformation/Creation/
Title</Item>
    <Item>Mpeg7/Description/MultimediaContent/Image/Semantic/Label/Name</Item>
    <Item>Mpeg7/Description/MultimediaContent/Image/MediaLocator/MediaUri</Item>
  </Select>
  <From><Item>ImageType</Item></From>
  <OrderBy>
    <OrderCriterion>
      <Item>Mpeg7/Description/MultimediaContent/Image/CreationInformation/Creation/
Title</Item>
    </OrderCriterion>
  </OrderBy>
  <Where>
    <QuerySpecification xsi:type="WeightedContextQuerySpecificationType">
      <CreationPreferences>
        <Title preferenceValue="100" stringComparisonOperator="keywords">soccer
Barcelona</Title>
      </CreationPreferences>
      <SourcePreferences>
        <MediaFormat>
          <FileFormat><Name stringComparisonOperator="equals">jpg</Name></FileFormat>
        </MediaFormat>
      </SourcePreferences>
    </QuerySpecification>
  </Where>
</Mpeg7Query>
```

Εικόνα 70: XML Σύνταξη της MP7QL Ερώτησης με σαφώς καθορισμένες Τιμές Προτίμησης που ζητά τις Περιγραφές των JPEG Εικόνων που περιέχουν στον Τίτλο τους τις λέξεις-

² Η XML Schema σύνταξη της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL είναι διαθέσιμη στην τοποθεσία http://www.music.tuc.gr/delos/resources/MP7QL_XS.zip και η OWL σύνταξη της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL είναι διαθέσιμη στην τοποθεσία http://www.music.tuc.gr/delos/resources/MP7QL_OWL.zip. Η OWL σύνταξη της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL έχει προκύψει από την εφαρμογή του μοντέλου αντιστοίχισης XS2OWL από το σύστημα XS2OWL στην XML Schema σύνταξή της.

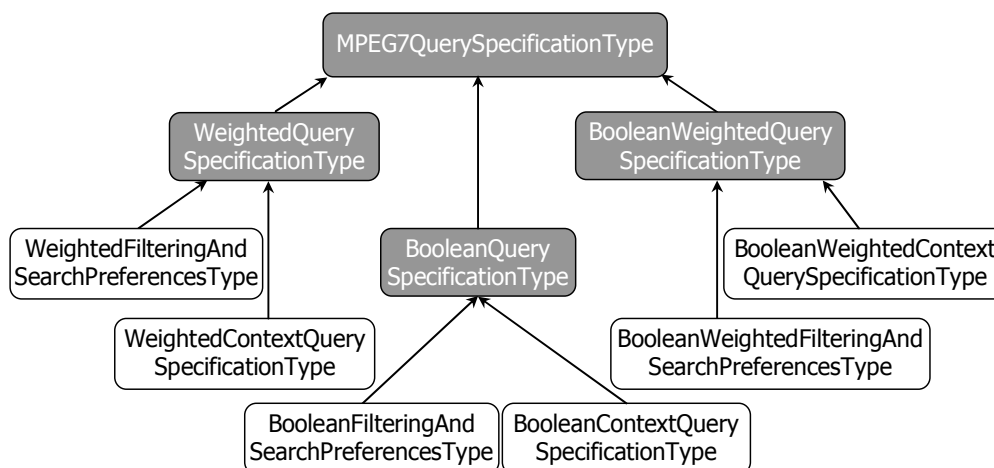
κλειδιά “soccer” και “Barcelona”. Τα αποτελέσματα θα περιλαμβάνουν τους Τίτλους των περιγραφών, τις Ετικέτες των Περιγραφών Σημαντικής τους και τα URI των Εικόνων. Η Διάταξη των Αποτελεσμάτων θα είναι Αύξουσα και θα βασίζεται στους Τίτλους των Περιγραφών.

Πρόκειται για ερώτηση με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης που ζητά τις περιγραφές των JPEG εικόνων που περιέχουν στον τίτλο τους τις λέξεις-κλειδιά “soccer” και “Barcelona”. Τα αποτελέσματα θα περιλαμβάνουν τους τίτλους των περιγραφών, τις ετικέτες των περιγραφών σημαντικής τους και τα URI των εικόνων. Η διάταξη των αποτελεσμάτων θα είναι αύξουσα και θα βασίζεται στους τίτλους των περιγραφών.

MP7QL Καθορισμοί Ερωτήσεων

Οι MP7QL καθορισμοί ερωτήσεων, που περιγράφονται στις παραγράφους που ακολουθούν, περιέχουν τις συνθήκες που οι χρήστες ζητούν να ικανοποιούνται από τα αποτελέσματα των MP7QL ερωτήσεων.

Οι MP7QL καθορισμοί ερωτήσεων αναπαρίστανται από τον αφηρημένο τύπο “MPEG7QuerySpecificationType” και τους αφηρημένους τύπους που τον επεκτείνουν. Η χρήση ενός συγκεκριμένου τύπου καθορισμών ερωτήσεων εξαρτάται από τη σαφή ή μη έκφραση τιμών προτίμησης και δυαδικών τελεστών στις συνθήκες των MP7QL ερωτήσεων. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 71, οι αφηρημένοι τύποι που επεκτείνουν τον τύπο “MPEG7QuerySpecificationType” είναι οι εξής:



Εικόνα 71: Ιεραρχία Τύπων των MP7QL Καθορισμών Ερωτήσεων

- Ο τύπος “WeightedQuerySpecificationType”, που αναπαριστά καθορισμούς ερωτήσεων με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης.
- Ο τύπος “BooleanQuerySpecificationType”, που αναπαριστά καθορισμούς ερωτήσεων με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές.
- Ο τύπος “BooleanWeightedQuerySpecificationType”, που αναπαριστά καθορισμούς ερωτήσεων με δυαδικούς τελεστές και τιμές προτίμησης που έχουν καθοριστεί σαφώς.

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 71, οι αφηρημένοι τύποι καθορισμών ερωτήσεων “WeightedQuerySpecificationType”, “BooleanQuerySpecificationType” και “BooleanWeightedQuerySpecificationType” εξειδικεύονται από απτούς τύπους που αναπαριστούν προτιμήσεις αναζήτησης και φίλτρων (“WeightedFilteringAndSearchPreferencesType”, “BooleanFilteringAndSearchPreferencesType” και “BooleanWeightedFilteringAndSearchPreferencesType” αντίστοιχα) και καθορισμούς ερωτήσεων που επιτρέπουν την αξιοποίηση του περιβάλλοντος του χρήστη σε ότι αφορά τις προτιμήσεις κατανάλωσης οπτικοακουστικού υλικού (“WeightedContextQuerySpecificationType”, “BooleanContextQuerySpecificationType” και “BooleanWeightedContextQuerySpecificationType” αντίστοιχα). Το περιβάλλον του χρήστη σε ότι αφορά τις προτιμήσεις κατανάλωσης οπτικοακουστικού υλικού μπορεί να περιλαμβάνει τις προτιμήσεις αναζήτησης και φίλτρων (ή κάποιους καθορισμούς ερωτήσεων

που αναπαριστούν τις προτιμήσεις αναζήτησης και φίλτρων μόνο για τη συγκεκριμένη ερώτηση) και το ιστορικό χρήσης οπτικοακουστικού υλικού.

Οι MP7QL καθορισμοί ερωτήσεων σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να μπορούν να εκφραστούν και να συνδυαστούν συνθήκες για όλες τις απόψεις του οπτικοακουστικού υλικού που έχει περιγραφεί με βάση το πρότυπο MPEG-7. Έτσι, για κάθε στοιχείο των MPEG-7 περιγραφών υπάρχει ένα αντίστοιχο στοιχείο των MP7QL καθορισμών ερωτήσεων, το οποίο χρησιμοποιείται κατά την έκφραση των συνθηκών που πρέπει να ισχύουν για τα αντίστοιχα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών που θα επιστραφούν ως αποτελέσματα.

Τα στοιχεία των MP7QL καθορισμών ερωτήσεων για τα οποία υπάρχουν αντίστοιχα στοιχεία στις MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων έχουν τα ίδια ονόματα με τα αντίστοιχα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων. Η επιλογή αυτή έγινε για να είναι ομοιόμορφη, σε ότι αφορά τα κοινά στοιχεία, η δομή των MP7QL ερωτήσεων με αυτή των MPEG-7 περιγραφών προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων. Με δεδομένο μάλιστα ότι το MP7QL μοντέλο προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων επεκτείνει το MPEG-7 μοντέλο προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων, εξασφαλίζεται και η ομοιομορφία στην επεξεργασία MP7QL ερωτήσεων και (MP7QL και MPEG-7) φίλτρων. Να σημειωθεί επιπλέον ότι ανάμεσα στις Απαιτήσεις της MPEG-7 Μορφής Ερωτήσεων είναι η υποστήριξη ερωτήσεων βάσει MPEG-7 περιγραφών προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων και η δυνατότητα ενσωμάτωσης των προτιμήσεων αυτών στις MP7QL ερωτήσεις με τη μορφή καθορισμών ερωτήσεων επιτυγχάνει αυτό το στόχο. Τα στοιχεία των MP7QL καθορισμών ερωτήσεων για τα οποία δεν υπάρχουν αντίστοιχα στοιχεία στις MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων έχουν τα ίδια ονόματα με τα αντίστοιχα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού (εκτός από τα στοιχεία που υποστηρίζουν ερωτήσεις βάσει παραδειγμάτων, τα οποία είναι βοηθητικά). Ο Πίνακας 8 παραθέτει τα στοιχεία των MP7QL καθορισμών ερωτήσεων, που είναι όλα προαιρετικά.

Όνομα και Ακρωνύμιο Στοιχείου MP7QL Καθορισμών Ερωτήσεων	Περιγραφή Στοιχείου MP7QL Καθορισμών Ερωτήσεων	Όνομα και Προέλευση του Αντίστοιχου MPEG-7 Στοιχείου
MediaIdentification (MI)	Συνθήκες για την ταυτότητα του οπτικοακουστικού υλικού.	MediaIdentification (Στοιχείο MPEG-7 Περιγραφής)
MediaProfile (MP)	Συνθήκες για τα χαρακτηριστικά των μέσων από τα οποία απαρτίζεται το οπτικοακουστικό υλικό.	MediaProfile (Στοιχείο MPEG-7 Περιγραφής)
MediaLocator (ML)	Συνθήκες για την πληροφορία εντοπισμού του οπτικοακουστικού υλικού.	MediaLocator (Στοιχείο MPEG-7 Περιγραφής)
StructuralUnit (SU)	Συνθήκες για τη δομή του οπτικοακουστικού υλικού.	StructuralUnit (Στοιχείο MPEG-7 Περιγραφής)
CreationPreferences (CrP)	Συνθήκες σχετικά με τη δημιουργία του οπτικοακουστικού υλικού.	CreationPreferences (Στοιχείο MPEG-7 FASP)
ClassificationPreferences (CIP)	Συνθήκες σχετικά με την κατηγοριοποίηση του οπτικοακουστικού υλικού.	ClassificationPreferences (Στοιχείο MPEG-7 FASP)
SourcePreferences (SoP)	Συνθήκες σχετικά με το διανομέα του οπτικοακουστικού υλικού.	SourcePreferences (Στοιχείο MPEG-7 FASP)
Semantic (SeP)	Συνθήκες για τη σημαντική του οπτικοακουστικού υλικού, για επαναχρησιμοποιήσιμες οντότητες σημαντικής και για οντολογίες περιοχής.	Semantic (Στοιχείο MPEG-7 Περιγραφής)
PreferenceCondition (PC)	Συνθήκες για το χρόνο και τον τόπο που πρέπει να ισχύουν για να είναι σε ισχύ ο τρέχον καθορισμός ερώτησης.	PreferenceCondition (Στοιχείο MPEG-7 FASP)
UsageInformation (UI)	Συνθήκες για τις συνθήκες και τις δυνατότητες χρήσης του οπτικοακουστικού υλικού.	UsageInformation (Στοιχείο MPEG-7 Περιγραφής)
MatchingHint (MH)	Συνθήκες για τα κριτήρια ταιριάσματος χαμηλού επιπέδου περιγραφών με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά του οπτικοακουστικού υλικού.	MatchingHint (Στοιχείο MPEG-7 Περιγραφής)
PointOfView (PoV)	Συνθήκες για τη σημασία του οπτικοακουστικού υλικού από συγκεκριμένες απόψεις.	PointOfView (Στοιχείο MPEG-7 Περιγραφής)
RelatedMaterial (RM)	Συνθήκες για υλικό σχετικό με το οπτικοακουστικό υλικό που θα περιληφθεί στα αποτελέσματα.	RelatedMaterial (Στοιχείο MPEG-7 Περιγραφής)
Relation (R)	Συνθήκες για τις σχέσεις του οπτικοακουστικού υλικού ή της περιγραφής του με άλλο υλικό ή με περιγραφές υλικού.	Relation (Στοιχείο MPEG-7 Περιγραφής)
TextAnnotation (TA)	Συνθήκες για τις περιγραφές κειμένου του οπτικοακουστικού υλικού.	TextAnnotation (Στοιχείο MPEG-7 Περιγραφής)

VisualDescriptor (VD), VisualDescriptionScheme (VDS)	Αναφορά στα χαμηλού επιπέδου οπτικά χαρακτηριστικά που πρέπει να ταιριάζουν με τα αντίστοιχα χαμηλού επιπέδου οπτικά χαρακτηριστικά των αποτελεσμάτων.	VisualDescriptor, VisualDescriptionScheme (Στοιχείο MPEG-7 Περιγραφής)
AudioDescriptor (AD), AudioDescriptionScheme (ADS)	Αναφορά στα χαμηλού επιπέδου ακουστικά χαρακτηριστικά που πρέπει να ταιριάζουν με τα αντίστοιχα χαμηλού επιπέδου ακουστικά χαρακτηριστικά των αποτελεσμάτων.	AudioDescriptor, AudioDescriptionScheme (Στοιχείο MPEG-7 Περιγραφής)
VisualTimeSeriesDescriptor (VTSD)	Αναφορά στους περιγραφείς που αναπαριστούν τη χρονική αλληλουχία των οπτικών χαρακτηριστικών των κινούμενων οπτικών τμημάτων και πρέπει να ταιριάζουν με τα αντίστοιχα χαμηλού επιπέδου οπτικά χαρακτηριστικά των αποτελεσμάτων.	VisualTimeSeriesDescriptor (Στοιχείο MPEG-7 Περιγραφής)
DescriptorRef (DR), SemanticEntityRef (SER)	Αναφορά σε υπάρχουσες MPEG-7 περιγραφές, οι οποίες θα καθοδηγήσουν ερωτήσεις βάσει παραδείγματος για περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού (DR) και επαναχρησιμοποιήσιμες οντότητες σημαντικής και οντολογίες περιοχής (SER).	-

Πίνακας 8: Τα Στοιχεία των MP7QL Καθορισμών Ερωτήσεων

Τιμή Τελεστή Διάταξης	Περιγραφή
equals	Επιτυγχάνει αν η τιμή του στοιχείου του καθορισμού ερωτήσεων είναι ίση με την τιμή του αντίστοιχου στοιχείου της MPEG-7 περιγραφής (εξ' ορισμού τιμή).
greaterThan	Επιτυγχάνει αν η τιμή του στοιχείου του καθορισμού ερωτήσεων είναι μεγαλύτερη από την τιμή του αντίστοιχου στοιχείου της MPEG-7 περιγραφής.
greaterThanOrEqual	Επιτυγχάνει αν η τιμή του στοιχείου του καθορισμού ερωτήσεων είναι μεγαλύτερη από ή ίση με την τιμή του αντίστοιχου στοιχείου της MPEG-7 περιγραφής.
lessThan	Επιτυγχάνει αν η τιμή του στοιχείου του καθορισμού ερωτήσεων είναι μικρότερη από την τιμή του αντίστοιχου στοιχείου της MPEG-7 περιγραφής.
lessThanOrEqual	Επιτυγχάνει αν η τιμή του στοιχείου του καθορισμού ερωτήσεων είναι μικρότερη από ή ίση με την τιμή του αντίστοιχου στοιχείου της MPEG-7 περιγραφής.
differentFrom	Επιτυγχάνει αν η τιμή του στοιχείου του καθορισμού ερωτήσεων είναι διαφορετική από την τιμή του αντίστοιχου στοιχείου της MPEG-7 περιγραφής.

Πίνακας 9: Επιτρεπτές Τιμές των Τελεστών Διάταξης

Τιμή Τελεστή Σύγκρισης Συμβολοσειρών	Περιγραφή
contains	Επιτυγχάνει αν η τιμή του στοιχείου του καθορισμού ερωτήσεων περιέχεται στην τιμή του αντίστοιχου στοιχείου της MPEG-7 περιγραφής (εξ' ορισμού τιμή).
equals	Επιτυγχάνει αν η τιμή του στοιχείου του καθορισμού ερωτήσεων είναι ίση με την τιμή του αντίστοιχου στοιχείου της MPEG-7 περιγραφής.
startsWith	Επιτυγχάνει αν η τιμή του στοιχείου του καθορισμού ερωτήσεων είναι ίση με την αρχή της τιμής του αντίστοιχου στοιχείου της MPEG-7 περιγραφής.
endsWith	Επιτυγχάνει αν η τιμή του στοιχείου του καθορισμού ερωτήσεων είναι ίση με το τέλος της τιμής του αντίστοιχου στοιχείου της MPEG-7 περιγραφής.
keywords	Επιτυγχάνει αν κάθε λέξη του στοιχείου του καθορισμού ερωτήσεων περιέχεται στην τιμή του αντίστοιχου στοιχείου της MPEG-7 περιγραφής.
notContains	Επιτυγχάνει αν η τιμή του στοιχείου του καθορισμού ερωτήσεων δεν περιέχεται στην τιμή του αντίστοιχου στοιχείου της MPEG-7 περιγραφής.

Πίνακας 10: Επιτρεπτές Τιμές των Τελεστών Σύγκρισης Συμβολοσειρών

Εκτός από την πιθανή χρήση δυαδικών τελεστών και τιμών προτίμησης, οι χρήστες μπορούν να αποσαφηνίσουν περαιτέρω τις συνθήκες που θέλουν να ισχύουν για τα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών χρησιμοποιώντας τους τελεστές διάταξης και τους τελεστές σύγκρισης συμβολοσειρών που διαθέτει η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL. Ο Πίνακας 9 και ο Πίνακας 10 παραθέτουν τις τιμές και τις περιγραφές των τελεστών διάταξης και των τελεστών σύγκρισης συμβολοσειρών της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL αντίστοιχα.

Στη συνέχεια περιγράφονται λεπτομερώς οι διαφορετικοί τύποι MP7QL καθορισμών ερωτήσεων.

MP7QL Καθορισμοί Ερωτήσεων με σαφώς καθορισμένες Τιμές Προτίμησης. Στους MP7QL καθορισμούς ερωτήσεων με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης οι χρήστες μπορούν να δηλώσουν, μέσω τιμών προτίμησης, πόσο σημαντική είναι για αυτούς κάθε συνθήκη των καθορισμών ερωτήσεων.

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 71, οι MP7QL καθορισμοί ερωτήσεων με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης αναπαρίστανται από τον αφηρημένο τύπο “WeightedQuerySpecificationType” και τους απτούς τύπους που τον εξειδικεύουν. Οι απτοί αυτοί τύποι είναι:

- Ο τύπος “WeightedContextQuerySpecificationType”, που αναπαριστά καθορισμούς ερωτήσεων με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης στους οποίους μπορεί να περιγραφεί το περιβάλλον εργασίας του χρήστη, σε ότι αφορά τις προτιμήσεις αναζήτησης και φίλτρων και το ιστορικό χρήσης οπτικοακουστικού υλικού.
- Ο τύπος “WeightedFilteringAndSearchPreferencesType”, που αναπαριστά MP7QL περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης (λεπτομέρειες για τις MP7QL περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων δίνονται στην ενότητα 5.3).

Ο τύπος “WeightedContextQuerySpecificationType” (WQS) απαρτίζεται από συνθήκες που εκφράζονται στα στοιχεία που περιέχει ο Πίνακας 8 και περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση (69), όπου:

$$WQS=((MI|MP|ML|SU|CrP|ClP|SoP|SeP|PC|UI|MH|PoV|RM|R|TA|DR|SER \quad (69) \\ |VD|VDS|AD|ADS|VTSD|UH|FASP) \text{ } pn)^*$$

- Το στοιχείο MI εκφράζει συνθήκες για την ταυτότητα του οπτικοακουστικού υλικού.
- Το στοιχείο MP εκφράζει συνθήκες για τα χαρακτηριστικά των μέσων που απαρτίζουν το οπτικοακουστικό υλικό.
- Το στοιχείο ML εκφράζει συνθήκες για την πληροφορία εντοπισμού του οπτικοακουστικού υλικού.
- Το στοιχείο SU εκφράζει συνθήκες για τη δομή του οπτικοακουστικού υλικού.
- Το στοιχείο CrP εκφράζει συνθήκες για τη δημιουργία του οπτικοακουστικού υλικού.
- Το στοιχείο ClP εκφράζει συνθήκες για την κατηγοριοποίηση του οπτικοακουστικού υλικού.
- Το στοιχείο SoP εκφράζει συνθήκες για το διανομέα του οπτικοακουστικού υλικού.
- Το στοιχείο SeP εκφράζει συνθήκες για τη σημαντική του οπτικοακουστικού υλικού.
- Το στοιχείο PC περιγράφει τις συνθήκες υπό τις οποίες έχει ισχύ ο τρέχον καθορισμός ερωτήσεων.
- Το στοιχείο UI εκφράζει συνθήκες για τις δυνατότητες και τις συνθήκες χρήσης του οπτικοακουστικού υλικού.
- Το στοιχείο MH εκφράζει συνθήκες για τα κριτήρια ταιριάσματος χαμηλού επιπέδου περιγραφών με τα αντίστοιχα χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικά του οπτικοακουστικού υλικού.
- Το στοιχείο PoV εκφράζει συνθήκες για τη σημασία του οπτικοακουστικού υλικού από συγκεκριμένες απόψεις.
- Το στοιχείο RM εκφράζει συνθήκες για υλικό σχετικό με το οπτικοακουστικό υλικό που θα περιληφθεί στα αποτελέσματα.
- Το στοιχείο R εκφράζει συνθήκες για τις σχέσεις του οπτικοακουστικού υλικού ή της περιγραφής του με άλλο οπτικοακουστικό υλικό ή με περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού.
- Το στοιχείο TA εκφράζει συνθήκες για τις περιγραφές βάσει κειμένου του οπτικοακουστικού υλικού.
- Το στοιχείο DR αναφέρεται σε μια MPEG-7 περιγραφή οπτικοακουστικού υλικού που πρέπει να χρησιμοποιηθεί ως παράδειγμα κατά την εκτέλεση της ερώτησης.
- Το στοιχείο SER αναφέρεται σε μια οντότητα σημαντικής που πρέπει να χρησιμοποιηθεί ως παράδειγμα κατά την εκτέλεση της ερώτησης.

- Τα στοιχεία `VD` και `VDS` αναφέρονται σε χαμηλού επιπέδου οπτικά χαρακτηριστικά που πρέπει να ταιριάζουν με τα αντίστοιχα χαμηλού επιπέδου οπτικά χαρακτηριστικά των αποτελεσμάτων.
- Τα στοιχεία `AD` και `ADS` αναφέρονται σε χαμηλού επιπέδου ακουστικά χαρακτηριστικά που πρέπει να ταιριάζουν με τα αντίστοιχα χαμηλού επιπέδου ακουστικά χαρακτηριστικά των αποτελεσμάτων.
- Το στοιχείο `VTSD` αναφέρεται σε περιγραφείς που αναπαριστούν τη χρονική αλληλουχία των οπτικών χαρακτηριστικών των κινούμενων οπτικών τμημάτων που πρέπει να ταιριάζουν με τα αντίστοιχα χαμηλού επιπέδου οπτικά χαρακτηριστικά των αποτελεσμάτων.
- Το στοιχείο `UH` αναφέρεται στο ιστορικό κατανάλωσης οπτικοακουστικού υλικού από το χρήστη.
- Το στοιχείο `FASP` αναφέρεται σε προτιμήσεις αναζήτησης και φίλτρων του χρήστη.

Τα στοιχεία `SeP`, όπου τίθενται συνθήκες σημαντικής, υποστηρίζουν ανάκτηση και φίλτρα βάσει της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού καθώς και εξατομίκευση υπηρεσιών βάσει σημαντικής. Στοιχεία με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης στα οποία τίθενται συνθήκες σημαντικής (`WSeP`) περιγράφονται τυπικά στην κανονική έκφραση (70), όπου `WSE` είναι ένα σύνολο συνθηκών σημαντικής με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης. Ένα σύνολο συνθηκών σημαντικής με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης `WSE` περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση (71).

$$WSeP=(WSE \text{ } pv)^* \quad (70)$$

Όπως φαίνεται στην κανονική έκφραση (71), ένα σύνολο συνθηκών σημαντικής με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης μπορεί να διαθέτει ταυτότητα `SID`, τύπο `SType` καθώς και:

$$WSE=[SID] \text{ } SType \text{ } pv \text{ } ((AName \text{ } AValue \text{ } pv) \mid (EName \text{ } EValue \text{ } pv \text{ } (EName \text{ } EAValue \text{ } pv)^* \text{ } (E \text{ } pv)^*)) \mid (RType \text{ } RTarget \text{ } RSource \text{ } RStrength \text{ } pv))^* \text{ } maxOccurs \text{ } minOccurs \quad (71)$$

- Γνωρίσματα, καθένα από τα οποία μπορεί να διαθέτει όνομα `AName` και τιμή `AValue`.
- Στοιχεία, καθένα από τα οποία μπορεί να διαθέτει όνομα `EName`, τιμή `EValue`, γνωρίσματα που διαθέτουν όνομα `EName` και τιμή `EValue`, και στοιχεία.
- Σχέσεις, που διαθέτουν τύπο `RType`, στόχο `RTarget`, πηγή `RSource` και ένταση `RStrength`.
- Μέγιστο (`minOccurs`) και ελάχιστο (`maxOccurs`) επιτρεπτό αριθμό εμφανίσεων. Οι εξ' ορισμού τιμές του ελάχιστου και του μέγιστου αριθμού εμφανίσεων είναι 1 και "unbounded" αντίστοιχα.

Ένας καθορισμός ερωτήσεων με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης παρουσιάστηκε στην έκφραση (68) και στην Εικόνα 70, ενώ ένα ακόμα παράδειγμα φαίνεται στην ερώτηση που εκφράζεται σε τυπική σύνταξη στην έκφραση (72) και σε XML σύνταξη στην Εικόνα 72.

```
<Mpeg7Query xmlns="urn:mpeg:mp7q:schema:2001"
xmlns:mpeg7="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001" xsi:type="WeightedMpeg7QueryType"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="urn:mpeg:mp7q:schema:2001 WMP7QF.xsd">
<From><Item>SemanticEntityDefinition</Item></From>
<Where>
<QuerySpecification xsi:type="WeightedContextQuerySpecification">
<Semantic>
<SemanticBase xsi:type="WeightedAgentObjectType">
<Relation type="urn:mpeg:mpeg7:cs:SemanticRelationCS:2001:exemplifies"
target="socceragents#SoccerPlayer" preferenceValue="100"/>
</SemanticBase>
</Semantic>
</QuerySpecification>
</Where>
</Mpeg7Query>
```

Εικόνα 72: XML Σύνταξη της MP7QL Ερώτησης «Θέλω τις Οντότητες Σημαντικής που ανήκουν στην κλάση "Ποδοσφαιριστής"»

$$BQS1 = (From(Ontology) Where(BQS(SeP(AgentObjectType (exemplifies, SoccerPlayer) 100)))) \quad (72)$$

Πρόκειται για ερώτηση που απευθύνεται σε μια οντολογία ποδοσφαίρου που έχει εκφραστεί σε MPEG-7 σύνταξη και ζητά τις οντότητες σημαντικής που ανήκουν στην κλάση «Ποδοσφαιριστής», η οποία αναπαρίσταται από την αφηρημένη οντότητα σημαντικής "SoccerPlayer".

MP7QL Καθορισμοί Ερωτήσεων με σαφώς καθορισμένους Δυαδικούς Τελεστές. Στους MP7QL καθορισμούς ερωτήσεων με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν ποιοι από τους δυαδικούς τελεστές AND, OR, XOR και NOT θα χρησιμοποιηθούν για το συνδυασμό των συνθηκών από τις οποίες απαρτίζονται οι καθορισμοί ερωτήσεων. Οι τελεστές AND, OR και XOR καθορίζουν την τιμή του γνωρίσματος "ANDOROperator", που έχει εξ' ορισμού τιμή "OR", και ο τελεστής NOT καθορίζει την τιμή του γνωρίσματος "NOTOperator", που έχει εξ' ορισμού τιμή "false" (με την έννοια ότι οι χρήστες εξ' ορισμού θέλουν το οπτικοακουστικό υλικό που ικανοποιεί τις συνθήκες που έχουν θέσει).

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 71, οι MP7QL καθορισμοί ερωτήσεων με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές αναπαρίστανται από τον αφηρημένο τύπο "BooleanQuerySpecificationType" και τους απτούς τύπους που τον εξειδικεύουν. Οι απτοί αυτοί τύποι είναι:

- Ο τύπος "BooleanContextQuerySpecificationType", που αναπαριστά καθορισμούς ερωτήσεων με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές, στους οποίους μπορεί να περιγραφεί το περιβάλλον εργασίας του χρήστη, σε ότι αφορά προτιμήσεις αναζήτησης και φίλτρων και ιστορικό χρήσης οπτικοακουστικού υλικού.
- Ο τύπος "BooleanFilteringAndSearchPreferencesType", που αναπαριστά MP7QL περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές.

Ο τύπος "BooleanContextQuerySpecificationType" (BQS) περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση (73).

$$BQS = (MI | MP | ML | SU | CrP | CIP | SoP | SeP | PC | UI | MH | PoV | RM | R | TA | DR | SER | VD | VDS | AD | ADS | VTSD | UH | FASP) [NOT] (AND | OR | XOR) (MI | MP | ML | SU | CrP | CIP | SoP | SeP | PC | UI | MH | PoV | RM | R | TA | DR | SER | VD | VDS | AD | ADS | VTSD | UH | FASP) [NOT] \quad (73)$$

Στοιχεία με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές στα οποία τίθενται συνθήκες σημαντικής (BSeP) περιγράφονται τυπικά στην κανονική έκφραση (74), όπου BSE είναι ένα σύνολο συνθηκών σημαντικής με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές. Μια συνθήκη σημαντικής με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές BSE περιγράφεται τυπικά στην κανονική έκφραση (75).

$$BSeP = [NOT] BSE ((AND | OR | XOR) [NOT] BSE)^* \quad (74)$$

$$BSE = [SID] SType ((AND | OR | XOR) [NOT] (AName AValue) | (EName EValue (EName EValue)^* (E)^*) | (RType RTarget RSource RStrength))^* maxOccurs minOccurs \quad (75)$$

Ένας καθορισμός ερωτήσεων με σαφείς δυαδικούς τελεστές περιέχεται στην ερώτηση «Θέλω το οπτικοακουστικό υλικό όπου ο ποδοσφαιριστής Marques σκοράρει», η οποία εκφράζεται σε τυπική σύνταξη στην έκφραση (76) και σε XML σύνταξη στην Εικόνα 73.

$$BQS1 = (Where(BQS(SeP(EventType AND (exemplifies, Goal) AND (agent, $mar) AND (($mar, AgentObjectType) AND (exemplifies, SoccerPlayer, $mar) AND (Agent(Name(FamilyName 'Marques')))))))) \quad (76)$$

Στο παράδειγμα αυτό θεωρείται ότι υπάρχουν οι αφηρημένες οντότητες σημαντικής "SoccerPlayer" και "Goal", οι οποίες αναπαριστούν τις κλάσεις "Ποδοσφαιριστής" και "Γκολ" αντίστοιχα. Επιπλέον, θεωρείται ότι η μεταβλητή με ταυτότητα \$mar αναπαριστά τον ποδοσφαιριστή "Marques".

```

<Mpeg7Query xmlns="urn:mpeg:mp7q:schema:2001"
xmlns:mpeg7="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001" xsi:type="BooleanMpeg7QueryType"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="urn:mpeg:mp7q:schema:2001 BooleanMP7QF.xsd">
  <Where>
    <QuerySpecification xsi:type="BooleanContextQuerySpecificationType">
      <Semantic ANDOROperator="AND">
        <SemanticBase xsi:type="BooleanEventType" ANDOROperator="AND"
NOTOperator="false">
          <Relation ANDOROperator="AND" target="soccerevents#Goal"
type="urn:mpeg:mpeg7:cs:SemanticRelationCS:2001:exemplifies"/>
          <Relation ANDOROperator="AND" target="$mar"
type="urn:mpeg:mpeg7:cs:SemanticRelationCS:2001:agent"/>
        </SemanticBase>
        <SemanticBase ANDOROperator="AND" xsi:type="BooleanAgentObjectType" id="$mar"
NOTOperator="false">
          <Relation ANDOROperator="AND" target="socceragents#SoccerPlayer"
type="urn:mpeg:mpeg7:cs:SemanticRelationCS:2001:exemplifies"/>
          <Agent xsi:type="BooleanPersonType">
            <Name><FamilyName>Marques</FamilyName></Name>
          </Agent>
        </SemanticBase>
      </Semantic>
    </QuerySpecification>
  </Where>
</Mpeg7Query>

```

Εικόνα 73: XML Σύνταξη της MP7QL Ερώτησης «Θέλω το οπτικοακουστικό υλικό όπου ο ποδοσφαιριστής Marques σκοράρει»

Ένα ακόμα παράδειγμα καθορισμού ερωτήσεων με σαφείς δυαδικούς τελεστές περιέχεται στην ερώτηση «Θέλω τις αφηρημένες οντότητες σημαντικής που αναπαριστούν υποκλάσεις της κλάσης “Ποδοσφαιριστής”», η οποία εκφράζεται σε τυπική σύνταξη στην έκφραση (77) και σε XML σύνταξη στην Εικόνα 74.

BQS1 = (From(Ontology) Where(BQS(SeP(AgentObjectType AND (specializes, Soccer- (77)
Player))))))

```

<Mpeg7Query xmlns="urn:mpeg:mp7q:schema:2001"
xmlns:mpeg7="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001" xsi:type="BooleanMpeg7QueryType"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="urn:mpeg:mp7q:schema:2001 BooleanMP7QF.xsd">
  <From><Item>Ontology</Item></From>
  <Where>
    <QuerySpecification xsi:type="BooleanContextQuerySpecificationType">
      <Semantic>
        <SemanticBase xsi:type="BooleanAgentObjectType" ANDOROperator="AND">
          <AbstractionLevel dimension="1"
numberComparisonOperator="greaterThanOrEqual"/>
          <Relation type="urn:mpeg:mpeg7:cs:SemanticRelationCS:2001:specializes"
target="socceragents#SoccerPlayer" ANDOROperator="AND"/>
        </SemanticBase>
      </Semantic>
    </QuerySpecification>
  </Where>
</Mpeg7Query>

```

Εικόνα 74: XML Σύνταξη της MP7QL Ερώτησης «Θέλω τις Αφηρημένες Οντότητες Σημαντικής που αναπαριστούν Υποκλάσεις της Κλάσης “Ποδοσφαιριστής”»

Στο παράδειγμα αυτό θεωρείται ότι υπάρχει η αφηρημένη οντότητα σημαντικής “SoccerPlayer”, η οποία αναπαριστά την κλάση “Ποδοσφαιριστής”.

MP7QL Καθορισμοί Ερωτήσεων με Δυαδικούς Τελεστές και Τιμές Προτίμησης που έχουν καθοριστεί σαφώς. Στους MP7QL καθορισμούς ερωτήσεων με δυαδικούς τελεστές και τιμές προτίμησης που έχουν καθοριστεί σαφώς οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν τους δυαδικούς τελεστές που θα χρησιμοποιηθούν για το συνδυασμό των συνθηκών από τις οποίες απαρτίζονται οι καθορισμοί ερωτήσεων και τις τιμές προτίμησης που δηλώνουν πόσο σημαντική είναι για αυτούς κάθε συνθήκη των καθορισμών ερωτήσεων.

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 71, οι MP7QL καθορισμοί ερωτήσεων με δυαδικούς τελεστές και τιμές προτίμησης που έχουν καθοριστεί σαφώς αναπαρίστανται από τον αφηρημένο τύπο “BooleanWeightedQuerySpecificationType” και τους απτούς τύπους που τον εξειδικεύουν. Οι απτοί αυτοί τύποι είναι:

- Ο τύπος “BooleanWeightedContextQuerySpecificationType”, που αναπαριστά καθορισμούς ερωτήσεων με δυαδικούς τελεστές και τιμές προτίμησης που έχουν καθοριστεί σαφώς, στους οποίους μπορεί να περιγραφεί το περιβάλλον εργασίας του χρήστη, σε ότι αφορά προτιμήσεις αναζήτησης και φίλτρων και ιστορικό χρήσης οπτικοακουστικού υλικού.
- Ο τύπος “BooleanWeightedFilteringAndSearchPreferencesType”, που αναπαριστά MP7QL περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων με δυαδικούς τελεστές και τιμές προτίμησης που έχουν καθοριστεί σαφώς.

Ο τύπος “BooleanWeightedContextQuerySpecificationType” (BWQS) περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση (78).

$$\begin{aligned} BWQS = & (MI | MP | ML | SU | CrP | CIP | SoP | SeP | PC | UI | MH | PoV | RM | R | TA | DR | \\ & SER | VD | VDS | AD | ADS | VTSD | UH | FASP) \text{ pv } ((AND | OR | XOR) \\ & (MI | MP | ML | SU | CrP | CIP | SoP | SeP | PC | UI | MH | PoV | \\ & RM | R | TA | DR | SER | VD | VDS | AD | ADS | VTSD | UH | FASP) \text{ pv})^* \end{aligned} \quad (78)$$

Στοιχεία με δυαδικούς τελεστές και τιμές προτίμησης που έχουν καθοριστεί σαφώς στα οποία τίθενται συνθήκες σημαντικής (BWSeP) περιγράφονται τυπικά στην κανονική έκφραση (79), όπου BWSE είναι ένα σύνολο συνθηκών σημαντικής με δυαδικούς τελεστές και τιμές προτίμησης που έχουν καθοριστεί σαφώς. Μια συνθήκη σημαντικής BWSE με δυαδικούς τελεστές και τιμές προτίμησης που έχουν καθοριστεί σαφώς περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση (80).

$$BWSeP = BWSE \text{ pv } ((AND | OR | XOR) BWSE \text{ pv})^* \quad (79)$$

$$\begin{aligned} BWSE = & [SID] SType \text{ pv } ((AND | OR | XOR) (AName AValue \text{ pv}) | (ENAME EValue \text{ pv} \\ & (ENAME EValue \text{ pv})^* (E \text{ pv})^*) | (RType RTarget RSource RStrength \text{ pv})^* \text{ maxOccurs} \\ & \text{minOccurs} \end{aligned} \quad (80)$$

Ένας καθορισμός ερωτήσεων με δυαδικούς τελεστές και τιμές προτίμησης που έχουν καθοριστεί σαφώς περιέχεται στην ερώτηση «Θέλω το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει γκολ (τιμή προτίμησης 100) ή πέναλτυ (τιμή προτίμησης 50)», η οποία εκφράζεται σε τυπική σύνταξη στην έκφραση (81) και σε XML σύνταξη στην Εικόνα 75.

```
<Mpeg7Query xmlns="urn:mpeg:mp7q:schema:2001"
xmlns:mpeg7="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001" xsi:type="BooleanWeightedMpeg7QueryType"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="urn:mpeg:mp7q:schema:2001 BooleanWMP7QF.xsd" >
  <Where>
    <QuerySpecification ANDOROperator="OR">
      xsi:type="BooleanWeightedContextQuerySpecificationType">
        <Semantic ANDOROperator="OR">
          <SemanticBase preferenceValue="100" xsi:type="BooleanWeightedEventType">
            <Relation ANDOROperator="AND" target="soccerevents#Goal"
type="urn:mpeg:mpeg7:cs:SemanticRelationCS:2001:exemplifies"/>
          </SemanticBase>
          <SemanticBase preferenceValue="50" xsi:type="BooleanWeightedEventType">
            <Relation ANDOROperator="AND" target="soccerevents#PenaltyKick"
type="urn:mpeg:mpeg7:cs:SemanticRelationCS:2001:exemplifies"/>
          </SemanticBase>
        </Semantic>
      </QuerySpecification>
    </Where>
  </Mpeg7Query>
```

Εικόνα 75: XML Σύνταξη της MP7QL Ερώτησης «Θέλω το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει γκολ (τιμή προτίμησης 100) ή πέναλτυ (τιμή προτίμησης 50)»

$$BWQS1 = (Where(BQS(SeP(EventType AND (exemplifies, Goal) 100) OR (EventType AND (exemplifies, PenaltyKick) 50)))) \quad (81)$$

Στο παράδειγμα αυτό θεωρείται ότι υπάρχουν οι αφηρημένες οντότητες σημαντικής “PenaltyKick” και “Goal” που αναπαριστούν τις κλάσεις “Πέναλτι” και “Γκολ” αντίστοιχα.

5.2.2. Δομή των Αποτελεσμάτων των MP7QL Ερωτήσεων

Η μορφή οργάνωσης των αποτελεσμάτων των MP7QL ερωτήσεων περιγράφεται σε αυτή την υποενότητα. Τα αποτελέσματα των MP7QL ερωτήσεων δομούνται ως MPEG-7 έγγραφα. Έτσι, μπορούν να αποθηκευτούν σε MPEG-7 αποθήκες δεδομένων και να αποτελέσουν το πεδίο αναζήτησης κάποιων MP7QL ερωτήσεων. Επιπλέον, το γεγονός ότι η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL έχει ως μοντέλο δεδομένων το πρότυπο MPEG-7 και τα αποτελέσματα των MP7QL ερωτήσεων δομούνται ως MPEG-7 περιγραφές συνεπάγεται ότι η MP7QL έχει την ιδιότητα της κλειστότητας.

Οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν μορφές παρουσίασης των αποτελεσμάτων διαφορετικές από την MPEG-7 μορφή δόμησης των αποτελεσμάτων. Στην περίπτωση αυτή, πρέπει να προσδιορίσουν, στο στοιχείο “Select” των MP7QL ερωτήσεων, τη δομή της μορφής παρουσίασης των αποτελεσμάτων και το XSL φύλλο στυλ το οποίο θα μετατρέπει την MPEG-7 μορφή δόμησης των αποτελεσμάτων στην επιθυμητή μορφή παρουσίασης.

Τα αποτελέσματα μιας MP7QL ερώτησης Q αποτελούν το περιεχόμενο μιας MPEG-7 περιγραφής, η οποία απαρτίζεται από MPEG-7 συλλογές. Το σύνολο των αποτελεσμάτων της ερώτησης Q αναπαρίσταται από μια MPEG-7 συλλογή S τύπου “MixedCollectionType”. Η συλλογή S διαθέτει ένα στοιχείο “CreationInformation”, το οποίο περιέχει πληροφορία σχετικά με τη δημιουργία της συλλογής. Αν η ερώτηση Q εκτελεστεί κανονικά, ο τίτλος της συλλογής S , ο οποίος αναπαρίσταται από το στοιχείο “Title” που περιέχεται στο στοιχείο “CreationInformation”, έχει την τιμή “Query Results” και η σύννοσή της, η οποία αναπαρίσταται από το στοιχείο “Abstract” που περιέχεται στο στοιχείο “CreationInformation”, έχει την τιμή “Automatically created mixed collection, that contains MP7QL query results”. Αν, αντίθετα, συμβεί κάποια εξαίρεση (exception), δεν επιστρέφονται αποτελέσματα, ο τίτλος της συλλογής S έχει την τιμή “Exception” και η σύννοσή της έχει ως τιμή το μήνυμα που επιστράφηκε από τη μηχανή ερωτήσεων για την περιγραφή της εξαίρεσης.

Τα αποτελέσματα των MP7QL ερωτήσεων που τερματίζουν κανονικά αναπαρίστανται από στοιχεία “MixedCollection” της συλλογής S , τύπου “MixedCollectionType”, τα οποία διατάσσονται με βάση τα κριτήρια που έχουν θέσει οι χρήστες στο στοιχείο “OrderBy” της MP7QL ερώτησης Q . Αν οι χρήστες έχουν θέσει κάποιο κριτήριο ομαδοποίησης των αποτελεσμάτων στο στοιχείο “GroupBy” της MP7QL ερώτησης Q , κάθε ομάδα αποτελεσμάτων G αναπαρίσταται από ένα στοιχείο “MixedCollection”, τύπου “MixedCollectionType”, το οποίο περιέχει τα αποτελέσματα που ανήκουν στην ομάδα αποτελεσμάτων G . Τα στοιχεία των ομάδων αποτελεσμάτων διατάσσονται με βάση τα κριτήρια που έχουν θέσει οι χρήστες στο στοιχείο “OrderBy”.

Ένα στοιχείο “MixedCollection” R , το οποίο αναπαριστά ένα αποτέλεσμα μιας MP7QL ερώτησης Q που τερματίζει κανονικά απαρτίζεται από:

- Μια αναφορά στην περιγραφή του τρέχοντος αποτελέσματος, που είναι το URI της περιγραφής και αναπαρίσταται από ένα στοιχείο “ContentRef” αν η ερώτηση αφορά περιγραφές οπτικο-ακουστικού υλικού και από ένα στοιχείο “ConceptRef” αν η ερώτηση αφορά οντότητες σημαντικής ή οντολογίες που έχουν εκφραστεί με MPEG-7 σύνταξη. Το στοιχείο αυτό περιέχεται στα αποτελέσματα όλων των MP7QL ερωτήσεων, ανεξάρτητα από τις επιλογές του χρήστη στο στοιχείο “Select” των MP7QL ερωτήσεων.
- Ένα στοιχείο που περιέχει τα στοιχεία και/ή τα γνωρίσματα της MPEG-7 περιγραφής του τρέχοντος μέλους των αποτελεσμάτων που πρέπει να επιστραφούν στο χρήστη με βάση τις επιλογές του τελευταίου στο στοιχείο “Select” των MP7QL ερωτήσεων. Πρόκειται για ένα στοιχείο “Content” αν η ερώτηση αφορά περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού και για ένα στοιχείο “ConceptRef” αν η ερώτηση αφορά οντότητες σημαντικής ή οντολογίες που έχουν εκφραστεί με MPEG-7 σύνταξη. Το στοιχείο αυτό δημιουργείται μόνο αν ο χρήστης έχει επιλέξει στο στοιχείο “Select” των MP7QL ερωτήσεων να επιστρέφονται σε αυτόν κάποια στοιχεία και/ή γνωρίσματα των MPEG-7 περιγραφών των αποτελεσμάτων.

```

<Mpeg7 xmlns="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001 Mpeg7-2001.xsd">
  <Description xsi:type="ContentEntityType">
    <MultimediaContent xsi:type="MultimediaCollectionType">
      <Collection xsi:type="MixedCollectionType">
        <CreationInformation>
          <Creation>
            <Title>Query Results</Title>
            <Abstract>
              <FreeTextAnnotation>Automatically created mixed collection, that
contains MP7QL query results.</FreeTextAnnotation>
            </Abstract>
          </Creation>
        </CreationInformation>
        <MixedCollection xsi:type="MixedCollectionType">
          <Content xsi:type="ImageType">
            <Image>
              <MediaLocator>
                <MediaUri>http://www.music.tuc.gr/photos/Barcelona05.jpg</MediaUri>
              </MediaLocator>
              <CreationInformation>
                <Creation>
                  <Title>Photo of the soccer team Barcelona in 2005</Title>
                </Creation>
              </CreationInformation>
              <Semantic>
                <Label><Name>Barcelona 2005</Name></Label>
              </Semantic>
            </Image>
          </Content>
          <ContentRef href="http://www.music.tuc.gr/Desc/Barcelona05.xml"/>
          <Concept xsi:type="ConceptType">
            <Label><Name>Rank</Name></Label>
            <Property>
              <Name>Rank Value</Name>
              <Definition>1</Definition>
            </Property>
          </Concept>
        </MixedCollection>
      </MixedCollection xsi:type="MixedCollectionType">
        <Content xsi:type="ImageType">
          <Image>
            <MediaLocator>
              <MediaUri>http://www.music.tuc.gr/photos/Barcelona06.jpg</MediaUri>
            </MediaLocator>
            <CreationInformation>
              <Creation>
                <Title>Photo of the soccer team Barcelona in 2006</Title>
              </Creation>
            </CreationInformation>
            <Semantic>
              <Label><Name>Barcelona 2006</Name></Label>
            </Semantic>
          </Image>
        </Content>
        <ContentRef href="http://www.music.tuc.gr/Desc/Barcelona06.xml"/>
        <Concept xsi:type="ConceptType">
          <Label><Name>Rank</Name></Label>
          <Property>
            <Name>Rank Value</Name>
            <Definition>2</Definition>
          </Property>
        </Concept>
      </MixedCollection>
    </Collection>
  </MultimediaContent>
</Description>
</Mpeg7>

```

Εικόνα 76: Τα αποτελέσματα της MP7QL Ερώτησης που φαίνεται στην Εικόνα 70

- Ένα σύνολο στοιχείων "Concept", τύπου "ConceptType", που αναπαριστούν την πληροφορία που επιστρέφει η μηχανή ερωτήσεων για καθένα από τα αποτελέσματα των ερωτήσεων

(όπως είναι, για παράδειγμα, η σειρά (rank), η συνάφεια (relevance) κ.α.). Το όνομα του στοιχείου πληροφορίας αναπαρίσταται από το στοιχείο "Name" και η τιμή του από το στοιχείο "Property" του στοιχείου "Concept". Τα στοιχεία αυτά περιέχονται στα αποτελέσματα όλων των MP7QL ερωτήσεων αν η μηχανή ερωτήσεων επιστρέφει πληροφορία για τα αποτελέσματα, ανεξάρτητα από τις επιλογές του χρήστη στο στοιχείο "Select" των MP7QL ερωτήσεων.

Αν δεν υπάρχουν αποτελέσματα για κάποια ερώτηση, η MPEG-7 συλλογή s που αναπαριστά τα αποτελέσματα διαθέτει μόνο πληροφορία σχετικά με τη δημιουργία της.

Ως παράδειγμα αποτελεσμάτων MP7QL ερώτησης, έστω ότι τα αποτελέσματα της ερώτησης που φαίνεται στην Εικόνα 70 είναι δυο εικόνες, που απεικονίζουν την ομάδα ποδοσφαίρου Barcelona κατά τα έτη 2005 και 2006. Έστω ακόμα ότι η μηχανή ερωτήσεων επιστρέφει τη σειρά κάθε αποτελέσματος. Η MPEG-7 περιγραφή που περιέχει τα αποτελέσματα της ερώτησης φαίνεται στην Εικόνα 76.

Έστω τώρα ότι απευθύνεται σε μια MP7QL μηχανή ερωτήσεων μια ερώτηση που δεν είναι συντακτικά σωστή, με συνέπεια να συμβεί μια εξαίρεση "Invalid query". Η MPEG-7 περιγραφή – απάντηση στην ερώτηση αυτή φαίνεται στην Εικόνα 77.

```
<Mpeg7 xmlns="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001 Mpeg7-2001.xsd">
  <Description xsi:type="ContentEntityType">
    <MultimediaContent xsi:type="MultimediaCollectionType">
      <Collection xsi:type="MixedCollectionType">
        <CreationInformation>
          <Creation>
            <Title>Exception</Title>
            <Abstract><FreeTextAnnotation>Invalid query</FreeTextAnnotation></Abstract>
          </Creation>
        </CreationInformation>
      </Collection>
    </MultimediaContent>
  </Description>
</Mpeg7>
```

Εικόνα 77: Αποτελέσματα της MP7QL Ερώτησης κατά την εκτέλεση της οποίας συνέβη η Εξαίρεση "Invalid query"

5.3. Το MP7QL Μοντέλο Περιγραφής Προτιμήσεων Αναζήτησης και Φίλτρων

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων. Το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων αποτελεί τμήμα του μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων χρηστών που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής (βλέπε υποενότητα 6.1.2 για λεπτομέρειες).

Το βασικό κίνητρο για την ανάπτυξη του MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων ήταν η ανεπάρκεια του MPEG-7 μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων για την υποστήριξη προηγμένων υπηρεσιών. Αυτό οφείλεται στο ότι οι MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης δεν επιτρέπουν ούτε την έκφραση συνθηκών για όλες τις συνιστώσες των MPEG-7 περιγραφών ούτε τη χρήση δυαδικών τελεστών. Επιπλέον, οι MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης δε μπορούν να αξιοποιηθούν ικανοποιητικά για την παροχή υπηρεσιών βάσει σημαντικής καθώς υποστηρίζουν την περιγραφή της σημαντικής του προτιμώμενου περιεχομένου μόνο με λέξεις-κλειδιά.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στην υποενότητα 5.2.1 και απεικονιστεί στην Εικόνα 71, οι MP7QL περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων είναι MP7QL καθορισμοί ερωτήσεων. Έτσι, οι MP7QL περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων διαθέτουν όλα τα στοιχεία των MP7QL καθορισμών ερωτήσεων, καθώς και στοιχεία "FilteringAndSearchPreferences" (FASP), τα οποία επιτρέπουν τον ορισμό ιεραρχιών προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων.

Με βάση την παρουσίαση που έγινε στην υποενότητα 5.2.1, οι MP7QL περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων διακρίνονται σε:

- Περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης, οι οποίες αναπαρίστανται από τον τύπο "WeightedFilteringAndSearchPreferencesType" (WFASP), ο οποίος περιγράφεται από την κανονική έκφραση (82).
- Περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές, οι οποίες αναπαρίστανται από τον τύπο "BooleanFilteringAndSearchPreferencesType" (BFASP), ο οποίος περιγράφεται από την κανονική έκφραση (83).
- Περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων με δυαδικούς τελεστές και τιμές προτίμησης που έχουν καθοριστεί σαφώς, οι οποίες αναπαρίστανται από τον τύπο "BooleanWeightedFilteringAndSearchPreferencesType" (BWFASP), ο οποίος περιγράφεται από την κανονική έκφραση (84).

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 71, οι τύποι αυτοί επεκτείνουν τους αφηρημένους τύπους καθορισμών ερωτήσεων ("WeightedQuerySpecificationType", "BooleanQuerySpecificationType" και "BooleanWeightedQuerySpecificationType" αντίστοιχα). Να σημειωθεί ότι ο τελεστής NOT και οι αρνητικές τιμές προτίμησης επιτρέπουν στους χρήστες να εκφράσουν την απαρέσκειά τους για κάποια χαρακτηριστικά του οπτικοακουστικού υλικού στις προτιμήσεις αναζήτησης και φίλτρων. Επιπλέον, το γνώρισμα "protected" δηλώνει αν επιτρέπεται ή όχι η πρόσβαση στις προτιμήσεις αναζήτησης και φίλτρων κάποιου χρήστη.

$$WFASP = ((MI | MP | ML | SU | CrP | CIP | SoP | SeP | PC | UI | MH | PoV | RM | R | TA | DR | SER | VD | VDS | AD | ADS | VTSD | FASP) pv)^* [protected] \quad (82)$$

$$BFASP = ((MI | MP | ML | SU | CrP | CIP | SoP | SeP | PC | UI | MH | PoV | RM | R | TA | DR | SER | VD | VDS | AD | ADS | VTSD | FASP) [NOT] (AND | OR | XOR) (MI | MP | ML | SU | CrP | CIP | SoP | SeP | PC | UI | MH | PoV | RM | R | TA | DR | SER | VD | VDS | AD | ADS | VTSD | FASP) [NOT])^* [protected] \quad (83)$$

$$BWFASP = ((MI | MP | ML | SU | CrP | CIP | SoP | SeP | PC | UI | MH | PoV | RM | R | TA | DR | SER | VD | VDS | AD | ADS | VTSD | FASP) pv ((AND | OR | XOR) (MI | MP | ML | SU | CrP | CIP | SoP | SeP | PC | UI | MH | PoV | RM | R | TA | DR | SER | VD | VDS | AD | ADS | VTSD | FASP) pv))^* [protected] \quad (84)$$

Οι MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων είναι ειδική περίπτωση των MP7QL περιγραφών προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων. Συγκεκριμένα, μια MPEG-7 περιγραφή προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων είναι μια MP7QL περιγραφή προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων τύπου "WeightedFilteringAndSearchPreferencesType" που διαθέτει μόνο στοιχεία "CreationPreferences", "ClassificationPreferences", "SourcePreferences", "PreferenceCondition" και "FilteringAndSearchPreferences". Στην Εικόνα 79 απεικονίζεται γραφικά το ότι όλα τα στοιχεία του MPEG-7 μοντέλου προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων είναι στοιχεία και του MP7QL μοντέλου προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων. Συνεπώς, ένα σύστημα διαχείρισης MP7QL περιγραφών προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων μπορεί να διαχειριστεί και MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων.

Ένα παράδειγμα MP7QL περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης, που εκφράζει την προτίμηση «Θέλω το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει γκολ (τιμή προτίμησης 100) ή διαθέτει τίτλο που περιέχει τη λέξη-κλειδί 'soccer' (τιμή προτίμησης 90)», παρουσιάζεται σε τυπική σύνταξη στην έκφραση (85) και σε XML σύνταξη στην Εικόνα 78.

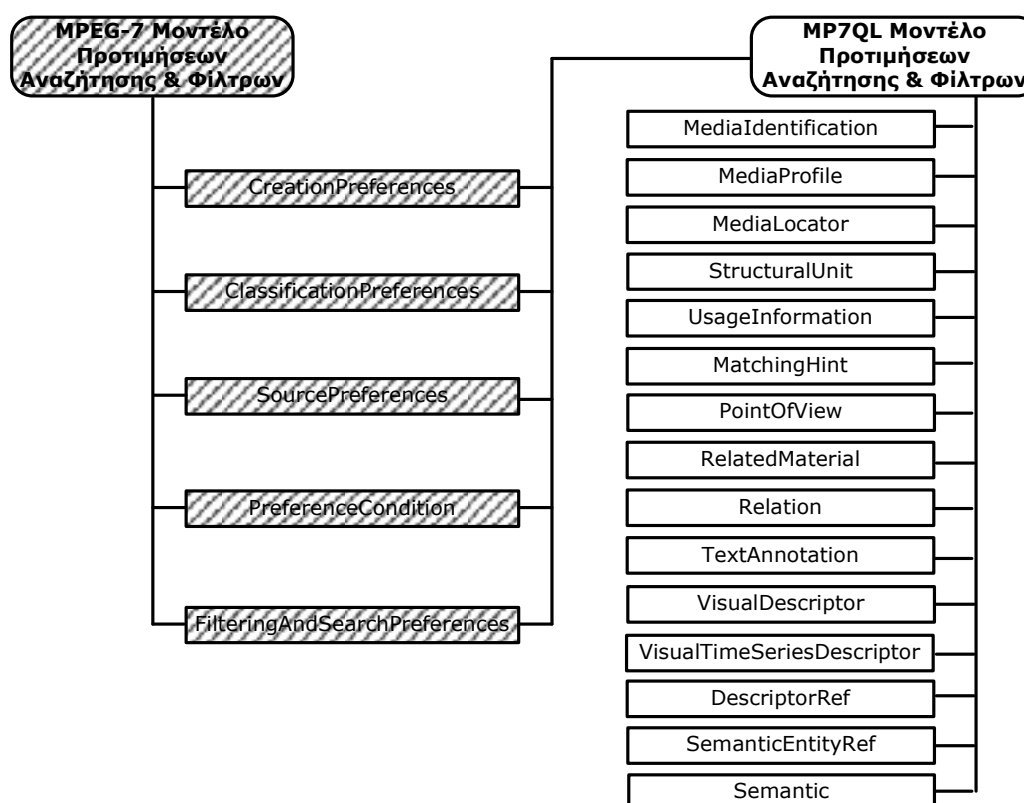
$$FASP1 = (Where((EventType (exemplifies, Goal)) 100 (Title 'soccer' 90)) \quad (85)$$

```

<Mpeg7Query xmlns="urn:mpeg:mp7q:schema:2001"
xmlns:mpeg7="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001" xsi:type="WeightedMpeg7QueryType"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="urn:mpeg:mp7q:schema:2001 WMP7QF.xsd" >
  <Where>
    <QuerySpecification xsi:type="WeightedFilteringAndSearchPreferencesType">
      <Semantic>
        <SemanticBase xsi:type="WeightedEventType" preferenceValue="100">
          <Relation target="soccerevents#Goal"
type="urn:mpeg:mpeg7:cs:SemanticRelationCS:2001:exemplifies"/>
        </SemanticBase>
      </Semantic>
      <CreationPreferences>
        <Title preferenceValue="90" stringComparisonOperator="keywords">Soccer</Title>
      </CreationPreferences>
    </QuerySpecification>
  </Where>
</Mpeg7Query>

```

Εικόνα 78: MP7QL Προτιμήσεις Αναζήτησης και Φίλτρων που εκφράζουν την Προτίμηση «Θέλω το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει γκολ (τιμή προτίμησης 100) ή διαθέτει τίτλο που περιέχει τη λέξη-κλειδί 'soccer' (τιμή προτίμησης 90)»



Εικόνα 79: Τα Στοιχεία του MPEG-7 Μοντέλου Προτιμήσεων Αναζήτησης και Φίλτρων και του MP7QL Μοντέλου Προτιμήσεων Αναζήτησης και Φίλτρων

Οι MP7QL περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων μπορούν να αξιοποιηθούν από τις MP7QL ερωτήσεις, καθώς οι MP7QL καθορισμοί ερωτήσεων μπορεί να περιέχουν αναφορές στις περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων και στο ιστορικό αλληλεπίδρασης των χρηστών με οπτικοακουστικό υλικό. Ως παράδειγμα, στην ερώτηση που παρουσιάζεται σε XML σύνταξη στην Εικόνα 80, οι περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων (με τιμή προτίμησης 100) και το ιστορικό αλληλεπίδρασης του χρήστη (με τιμή προτίμησης 50) χρησιμοποιούνται από μια MP7QL ερώτηση που θα επιστρέψει στο χρήστη οπτικοακουστικό υλικό που ταιριάζει με τις προτιμήσεις του και/ή είναι σχετικό με υλικό που ο ίδιος έχει προσπελάσει στο παρελθόν.

```

<Mpeg7Query xmlns="urn:mpeg:mp7q:schema:2001"
xmlns:mpeg7="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001" xsi:type="WeightedMpeg7QueryType"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="urn:mpeg:mp7q:schema:2001 WMP7QF.xsd">
  <Select>
    <Item>Mpeg7/Description/MultimediaContent/Image/CreationInformation/Creation/
Title</Item>
    <Item>Mpeg7/Description/MultimediaContent/Image/MediaLocator/MediaUri</Item>
  </Select>
  <From><Item>ImageType</Item></From>
  <Where>
    <QuerySpecification xsi:type="WeightedContextQuerySpecificationType">
      <FilteringAndSearchPreferencesRef preferenceValue="100"
href="http://www.music.tuc.gr/UPs/chrisa.xml"/>
      <UsageHistoryRef preferenceValue="50"
href="http://www.music.tuc.gr/UH/chrisa.xml"/>
    </QuerySpecification>
  </Where>
</Mpeg7Query>

```

Εικόνα 80: MP7QL Ερώτηση που χρησιμοποιεί τις Προτιμήσεις Αναζήτησης και Φίλτρων και το Ιστορικό Χρήσης των Χρηστών

5.4. Αξιολόγηση της Γλώσσας Ερωτήσεων MP7QL και του MP7QL Μοντέλου Περιγραφής Προτιμήσεων Αναζήτησης και Φίλτρων

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται η αξιολόγηση της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL και του MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων. Στην υποενότητα 5.4.1 αξιολογούνται η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων ως προς την κάλυψη των απαιτήσεων και των προδιαγραφών που καθόρισαν το σχεδιασμό τους. Στην υποενότητα 5.4.2 παρουσιάζεται η αξιολόγηση της εκφραστικότητας της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL και του MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων για την έκφραση συνθηκών για τη σημαντική του οπτικοακουστικού υλικού στο πεδίο του ποδοσφαίρου.

5.4.1. Ικανοποίηση Απαιτήσεων και Κάλυψη Προδιαγραφών

Στην υποενότητα αυτή αξιολογούνται η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων ως προς την κάλυψη των απαιτήσεων και των προδιαγραφών που παρουσιάστηκαν στην ενότητα 5.1 και καθόρισαν το σχεδιασμό τους. Οι προδιαγραφές και οι απαιτήσεις αυτές καλύπτονται καθώς:

- Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων υποστηρίζουν την ομοιομορφία και τη διαφάνεια στην ανάκτηση και το φιλτράρισμα του οπτικοακουστικού υλικού που έχει περιγραφεί με τη χρήση του προτύπου MPEG-7. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ομοιόμορφης έκφρασης και του συνδυασμού συνθηκών για όλες τις συστάσεις των MPEG-7 περιγραφών.
- Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε περιβάλλοντα που βασίζονται στην XML Schema σύνταξη του προτύπου MPEG-7, όσο και σε OWL/RDF περιβάλλοντα όπου η σημαντική του MPEG-7 εκφράζεται με τη χρήση OWL σύνταξης. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της έκφρασης της σημαντικής της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL και του MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων τόσο με XML Schema σύνταξη όσο και με OWL σύνταξη.
- Το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων είναι συμβατό με το MPEG-7 μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων και συγκεκριμένα το MPEG-7 μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων είναι ειδική περίπτωση του αντίστοιχου MP7QL μοντέλου, όπως έχει δείχθει στην ενότητα 5.3. Έτσι, τα συστήματα που θα μπορούν να αξιοποιήσουν περιγραφές προτιμήσεων δομημένες με βάση το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων, θα μπορούν επίσης να αξιοποιήσουν MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων.

- Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL ικανοποιεί την ιδιότητα της κλειστότητας, καθώς το μοντέλο δεδομένων της είναι το MPEG-7 και τα αποτελέσματα των MP7QL ερωτήσεων δομούνται ως MPEG-7 περιγραφές.
- Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL επιτρέπει την αξιοποίηση γνώσης περιοχής που έχει εκφραστεί με τη χρήση MPEG-7 σύνταξης, καθώς και την ανάκτηση οπτικοακουστικού υλικού βάσει σημαντικής και τον ορισμό φίλτρων σημαντικής για το υλικό αυτό. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της δυνατότητας έκφρασης συνθηκών για τα στοιχεία σημαντικής τόσο στις MP7QL ερωτήσεις όσο και στις MP7QL περιγραφές προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων.
- Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL ικανοποιεί τις Απαιτήσεις της MPEG-7 Μορφής Ερωτήσεων (MP7QF). Ο Πίνακας 11 παρουσιάζει τις απαιτήσεις αυτές, καθώς και τον τρόπο κάλυψής τους από την MP7QL.

Απαιτήσεις της MPEG-7 Μορφής Ερωτήσεων	Κάλυψη από την MP7QL
Ενσωμάτωση MPEG-7 δομών	Η MP7QL ενσωματώνει ικανοποιητικά τα τμήματα MPEG-7 MDS, Visual και Audio, καθώς αφ' ενός επιτρέπει ερωτήσεις για όλες τις απόψεις των MPEG-7 περιγραφών που ορίζονται στα τμήματα αυτά και αφ' ετέρου τα αποτελέσματα δομούνται ως MPEG-7 περιγραφές.
XML τεχνολογία	Τόσο η XML Schema όσο και η OWL σύνταξη της MP7QL βασίζονται στην XML τεχνολογία.
Ανεξαρτησία ομιλούμενης γλώσσας και συνόλου χαρακτήρων (character set)	Η MP7QL είναι ανεξάρτητη ομιλούμενης γλώσσας και συνόλου χαρακτήρων.
Ερωτήσεις βάσει περιγραφών με κείμενο (query-by-textual description)	Μπορούν να εκφραστούν συνθήκες για όλες τις τιμές κειμένου των MPEG-7 περιγραφών.
Ερωτήσεις ελεύθερου κειμένου	Μπορούν να εκφραστούν ερωτήσεις ελεύθερου κειμένου μέσω του στοιχείου <i>Keyword</i> των προτιμήσεων δημιουργίας, όπου καθορίζονται οι λέξεις και οι φράσεις που αναζητούνται.
Ερωτήσεις βάσει παραδείγματος	Μπορούν να εκφραστούν ερωτήσεις βάσει παραδείγματος, μέσω του στοιχείου <i>MediaURI</i> , όπου καθορίζεται το URI του οπτικοακουστικού υλικού που θα χρησιμοποιηθεί ως παράδειγμα.
Ερωτήσεις βάσει παραδείγματος – τμήματος οπτικοακουστικού υλικού (query by segment example)	Μπορούν να εκφραστούν ερωτήσεις βάσει παραδείγματος – τμήματος οπτικοακουστικού υλικού, μέσω του στοιχείου <i>DescriptionRef</i> , όπου καθορίζεται το MPEG-7 τμήμα που θα χρησιμοποιηθεί ως παράδειγμα.
Ερωτήσεις βάσει μεικτών παραδειγμάτων (query by mixed example)	Μπορούν να εκφραστούν ερωτήσεις βάσει μεικτών παραδειγμάτων με τη χρήση πολλαπλών σπιν-μιοτύπων του στοιχείου <i>MediaURI</i> .
Ερωτήσεις βάσει ταυτότητας (query by ID)	Μπορούν να εκφραστούν ερωτήσεις βάσει ταυτότητας, μέσω του στοιχείου <i>EntityIdentifier</i> , όπου καθορίζεται η ταυτότητα του υλικού που αναζητείται.
Ερωτήσεις βάσει MPEG-7 περιγραφών (query by MPEG-7 description)	Μπορούν να εκφραστούν ερωτήσεις βάσει MPEG-7 περιγραφών, μέσω του στοιχείου <i>DescriptionRef</i> , όπου καθορίζεται η MPEG-7 περιγραφή όπου θα βασιστεί η ερώτηση.
Ερωτήσεις βάσει προτιμήσεων χρηστών και ιστορικού χρήσης	Επιτρέπεται τόσο η ενσωμάτωση των προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων στις MP7QL ερωτήσεις όσο και η αναφορά σε προτιμήσεις χρηστών και ιστορικό χρήσης.
Συνδυασμός συνθηκών για διαφορετικά στοιχεία	Επιτρέπεται ο συνδυασμός συνθηκών για διαφορετικά στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών μέσω δυαδικών τελεστών και/ή τιμών προτίμησης.
Κενές ερωτήσεις	Οι κενές ερωτήσεις υποστηρίζονται, καθώς όλα τα στοιχεία των MP7QL ερωτήσεων είναι προαιρετικά.
Χρήση ή μη προσωπικών πληροφοριών κατά την εκτέλεση ερωτήσεων	Οι πληροφορίες για το χρήστη χρησιμοποιούνται μόνο αν ο χρήστης τις συμπεριλάβει ή αναφερθεί σε αυτές στην ερώτηση. Επιπλέον, το στοιχείο <i>PreferenceCondition</i> επιτρέπει να καθοριστεί υπό ποιες συνθήκες τόπου και χρόνου θα χρησιμοποιούνται οι προτιμήσεις των χρηστών.
Χωροχρονικές ερωτήσεις	Υποστηρίζονται ερωτήσεις για όλες τις χωρικές και χρονικές σχέσεις που παρέχονται από το MPEG-7.
Καθορισμός της πληροφορίας που παρέχεται για τα αποτελέσματα	Η επιλογή των στοιχείων των MPEG-7 περιγραφών που θα περιλαμβάνονται στα αποτελέσματα γίνεται μέσω του στοιχείου <i>Select</i> .
Καθορισμός του τύπου και/ή της μορφής των αποτελεσμάτων	Ο καθορισμός του τύπου των αποτελεσμάτων γίνεται μέσω του στοιχείου <i>From</i> . Επιπλέον, η μορφή αποθήκευσης των αποτελεσμάτων καθορίζεται μέσω του στοιχείου <i>MediaFormat</i> των προτιμήσεων πηγής.
Παράμετροι διάταξης (sorting) και ομαδοποίησης (grouping) των αποτελεσμάτων	Το στοιχείο <i>OrderBy</i> επιτρέπει τον καθορισμό των κριτηρίων διάταξης των αποτελεσμάτων και το στοιχείο <i>GroupBy</i> επιτρέπει τον καθορισμό των κριτηρίων ομαδοποίησης των αποτελεσμάτων.
Καθορισμός της μορφής παρουσίασης των αποτελεσμάτων	Η μορφή παρουσίασης των αποτελεσμάτων καθορίζεται μέσω: (α) Του γνωρίσματος <i>format</i> που καθορίζει τη δομή της μορφής παρουσίασης των αποτελεσμάτων; και (β) Του γνωρίσματος <i>transformationRules</i> , όπου καθορίζονται οι κανόνες μετασχηματισμού των αποτελεσμάτων στη μορφή παρουσίασής τους.
Περιορισμός του αριθμού των αποτελεσμάτων	Ο περιορισμός του αριθμού των αποτελεσμάτων επιτυγχάνεται μέσω του γνωρίσματος <i>maxItems</i> .
Επιλογή της επιστρεφόμενης σελίδας	Η επιστρεφόμενη σελίδα αποτελεσμάτων επιλέγεται μέσω του γνωρίσματος <i>page</i> .

αποτελεσμάτων	
Προκαθορισμένη μορφή του συνόλου των αποτελεσμάτων	Η προκαθορισμένη μορφή των αποτελεσμάτων των MP7QL ερωτήσεων είναι η μορφή MPEG-7 περιγραφών συλλογών οπτικοακουστικού υλικού.
Καθορισμός εξαιρέσεων	Οι εξαιρέσεις αναπαρίστανται από κατάλληλα μηνύματα που περιέχονται στα αποτελέσματα.
Επιλογή εξυπηρετητή και παροχέα υπηρεσιών	Η επιλογή εξυπηρετητή και παροχέα υπηρεσιών γίνεται μέσω του στοιχείου Disseminator των προτιμήσεων πηγής.
Αναζήτηση στα αποτελέσματα των ερωτήσεων	Η αναζήτηση στα αποτελέσματα των ερωτήσεων υποστηρίζεται, καθώς τα αποτελέσματα αναπαρίστανται ως MPEG-7 περιγραφές, επί των οποίων μπορεί να εφαρμοστούν MP7QL ερωτήσεις.
Υποστήριξη ανάδρασης σχεπικότητας	Η MP7QL επιτρέπει την αναζήτηση στα αποτελέσματα των ερωτήσεων, οπότε είναι δυνατή η υποστήριξη ανάδρασης σχεπικότητας, καθώς οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν τα αποτελέσματα που τους ικανοποιούν περισσότερο, να δώσουν (προαιρετικά) τιμές προτίμησης για αυτά και να ορίσουν έτσι νέες ερωτήσεις.
Καθορισμός χρονικού ορίου απάντησης	Ο καθορισμός χρονικού ορίου απάντησης γίνεται μέσω του γνωρίσματος timeLimit.

Πίνακας 11: Οι Απαιτήσεις της MPEG-7 Μορφής Ερωτήσεων (MP7QF) και η κάλυψή τους από τη Γλώσσα Ερωτήσεων MP7QL

5.4.2. Αξιολόγηση Εκφραστικότητας

Η αξιολόγηση της εκφραστικότητας της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL και του MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων για την έκφραση συνθηκών για τη σημαντική του οπτικοακουστικού υλικού στο πεδίο του ποδοσφαίρου στο πεδίο του ποδοσφαίρου παρουσιάζεται σε αυτή την υποενότητα.

Ο βασικός στόχος ήταν να ελεγχθεί αν η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL μπορεί να εκφράσει με ακρίβεια τις ερωτήσεις που απαιτούνται από τις εφαρμογές συγκεκριμένων πεδίων. Έτσι, επιλέχθηκε το πεδίο του ποδοσφαίρου, για το οποίο έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια της παρούσας διατριβής μια εκτεταμένη οντολογία, που βασίζεται στους κανόνες της FIFA [FIFA] (βλέπε ενότητα 6.1.3 για λεπτομέρειες). Η οντολογία αυτή έχει εκφραστεί (εκτός των άλλων και) με τη χρήση MPEG-7 δομών και έχει αποθηκευτεί στη DS-MIRF αποθήκη μεταδεδομένων.

Στη συνέχεια, συλλέχθηκαν αντιπροσωπευτικοί τύποι ερωτήσεων (όχι συγκεκριμένες ερωτήσεις) στο πεδίο του ποδοσφαίρου, βάσει της ακόλουθης διαδικασίας:

- Μελετήθηκε η ιστοσελίδα μιας δημοφιλούς εταιρείας στοιχημάτων³ και συγκεκριμένα τα διαθέσιμα στοιχήματα για αγώνες ποδοσφαίρου, καθώς αναμένεται ότι τα στοιχήματα αυτά αντικατοπτρίζουν σε γενικές γραμμές τα ενδιαφέροντα της ευρείας κατηγορίας χρηστών που είναι οι ποδοσφαιρόφιλοι.
- Οι προσανατολισμένες στα στατιστικά εκφράσεις των στοιχημάτων μετατράπηκαν σε εκφράσεις προσανατολισμένες στο περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού. Για παράδειγμα, η έκφραση «Πόσα γκολ θα βάλει η Ομάδα X;» μετατράπηκε στην έκφραση «Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει τα γκολ που έβαλε η Ομάδα X», η έκφραση «Πόσες κόκκινες κάρτες θα δοθούν στον Αγώνα Ψ;» μετατράπηκε στην έκφραση «Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει τις κόκκινες κάρτες που δόθηκαν στον Αγώνα Ψ» και η έκφραση «Πόσες κίτρινες κάρτες θα πάρει ο Παικτης Μ στη Διοργάνωση Ν;» μετατράπηκε στην έκφραση «Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει τις κίτρινες κάρτες που πήρε ο Παικτης Μ στη Διοργάνωση Ν».

Έτσι, συγκεντρώθηκαν πάνω από 100 τύποι ερωτήσεων για αγώνες ποδοσφαίρου⁴. Αυτοί οι τύποι ερωτήσεων μπορούν να εκφραστούν ως πρότυπα ερωτήσεων (query templates) που χρησιμοποιούν οντότητες σημαντικής για την περιγραφή του προτιμώμενου οπτικοακουστικού υλικού. Σε πεδία όπου τα γεγονότα παίζουν σημαντικό ρόλο, όπως είναι το ποδόσφαιρο (και γενικότερα ο αθλητισμός) οι συνθήκες που εκφράζονται στους τύπους ερωτήσεων περιστρέφονται γύρω από τα γεγονότα, τους συντελεστές τους, τον τόπο, το χρόνο κ.α.

Τέλος, επιχειρήθηκε να εκφραστούν οι παραπάνω τύποι ερωτήσεων σε MP7QL σύνταξη. Διαπιστώθηκε ότι όλοι αυτοί οι τύποι ερωτήσεων μπορούν να εκφραστούν τόσο ως MP7QL ερωτήσεις όσο και ως MP7QL φίλτρα, χωρίς να απαιτείται επέκταση της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL, του MP7QL

³ Πρόκειται για την εταιρεία στοιχημάτων bwin, <http://www.bwin.com>

⁴ Οι τύποι ερωτήσεων είναι διαθέσιμοι στη διεύθυνση: <http://www.music.tuc.gr/delos/resources/SoccerQueryTypes.zip>.

μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων ή της οντολογίας ποδοσφαίρου. Αυτό σημαίνει ότι οι MP7QL ερωτήσεις μπορούν να εκφράσουν με ακρίβεια τη σημαντική των εκφράσεων σε φυσική γλώσσα που προέκυψαν από τη μετατροπή των στοιχημάτων. Να σημειωθεί ότι κανένας τύπος ερωτήσεων δεν ήταν ιδιαίτερα δύσκολο να εκφραστεί σε MP7QL σύνταξη και ότι η έκφραση όλων των τύπων ερωτήσεων είχε περίπου τον ίδιο βαθμό δυσκολίας.

Έστω ως παράδειγμα ο τύπος ερωτήσεων «Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει τα γκολ που έβαλε η Ομάδα Χ στην Ομάδα Υ». Η τυπική MP7QL αναπαράστασή του φαίνεται στην έκφραση (86) και η MP7QL/XML αναπαράστασή του φαίνεται στην Εικόνα 81.

BQS3 = (Where(BQS(SeP(EventType AND (exemplifies, Goal) AND (agent, \$x) AND (patient, \$y)) AND ((\$x, AgentObjectType) AND (exemplifies, SoccerTeam, \$x) AND (Agent(Name 'X')) AND ((\$y, AgentObjectType) AND (exemplifies, SoccerTeam, \$y) AND (Agent(Name 'Y')))))) (86)

Στο παράδειγμα αυτό θεωρείται ότι υπάρχουν οι αφηρημένες οντότητες σημαντικής "SoccerTeam" και "Goal", οι οποίες αναπαριστούν τις κλάσεις των ομάδων ποδοσφαίρου και των γκολ αντίστοιχα. Επιπλέον, θεωρείται ότι οι μεταβλητές \$x και \$y έχουν ως τιμές τις οντότητες σημαντικής που αναπαριστούν τις ομάδες ποδοσφαίρου «Ομάδα Χ» και «Ομάδα Υ» αντίστοιχα.

```
<Mpeg7Query xmlns="urn:mpeg:mp7q:schema:2001"
xmlns:mpeg7="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001" xsi:type="BooleanMpeg7QueryType"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="urn:mpeg:mp7q:schema:2001 BooleanMP7QF.xsd">
  <Where>
    <QuerySpecification xsi:type="BooleanContextQuerySpecificationType">
      <Semantic ANDOperator="AND">
        <SemanticBase xsi:type="BooleanEventType" ANDOperator="AND">
          <Relation ANDOperator="AND" target="soccerevents#Goal"
type="urn:mpeg:mpeg7:cs:SemanticRelationCS:2001:exemplifies"/>
          <Relation ANDOperator="AND" target="$x"
type="urn:mpeg:mpeg7:cs:SemanticRelationCS:2001:agent"/>
          <Relation ANDOperator="AND" target="$y"
type="urn:mpeg:mpeg7:cs:SemanticRelationCS:2001:patient"/>
        </SemanticBase>
        <SemanticBase ANDOperator="AND" xsi:type="BooleanAgentObjectType" id="$x">
          <Relation ANDOperator="AND" target="socceragents#PlayerObject"
type="urn:mpeg:mpeg7:cs:SemanticRelationCS:2001:exemplifies"/>
          <Agent xsi:type="BooleanPersonGroupType">
            <Name>X</Name>
          </Agent>
        </SemanticBase>
        <SemanticBase ANDOperator="AND" xsi:type="BooleanAgentObjectType" id="$y">
          <Relation ANDOperator="AND" target="socceragents#PlayerObject"
type="urn:mpeg:mpeg7:cs:SemanticRelationCS:2001:exemplifies"/>
          <Agent xsi:type="BooleanPersonGroupType">
            <Name>Y</Name>
          </Agent>
        </SemanticBase>
      </Semantic>
    </QuerySpecification>
  </Where>
</Mpeg7Query>
```

Εικόνα 81: Η MP7QL/XML Αναπαράσταση του Τύπου Ερωτήσεων «Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει τα γκολ που έβαλε η Ομάδα Χ στην Ομάδα Υ»

Κάποιοι από τους τύπους ερωτήσεων μπορούν να εκφραστούν με ακρίβεια χρησιμοποιώντας την προσέγγιση των MPEG-7 περιγραφών προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης, που βασίζεται σε λέξεις-κλειδιά. Για παράδειγμα, ο τύπος ερωτήσεων «Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει τα γκολ μεταξύ των ομάδων Ομάδα Χ και Ομάδα Υ» εκφράζεται με τη μορφή MPEG-7 περιγραφής προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης χρησιμοποιώντας τις λέξεις-κλειδιά "X", "Y" και "goal", όπως φαίνεται στην Εικόνα 82, που θα είχε ως αποτέλεσμα να επιστραφεί το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει όλα τα γκολ μεταξύ των δυο ομάδων.

```

<Mpeg7 xmlns="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001 Mpeg7-2001.xsd">
  <Description xsi:type="UserDescriptionType">
    <UserPreferences>
      <FilteringAndSearchPreferences>
        <CreationPreferences>
          <Keyword>X</Keyword>
          <Keyword>Y</Keyword>
          <Keyword>goal</Keyword>
        </CreationPreferences>
      </FilteringAndSearchPreferences>
    </UserPreferences>
  </Description>
</Mpeg7>

```

Εικόνα 82: MPEG-7 FASP που αναπαριστά τον Τύπο Ερωτήσεων «Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει τα γκολ που έβαλε η Ομάδα X στην Ομάδα Y»

Οι MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης εμφανίζουν μειονεκτήματα όταν υπάρχει μια τουλάχιστον κατευθυνόμενη σχέση μεταξύ των οντοτήτων που εμφανίζονται στα κριτήρια αναζήτησης. Για παράδειγμα, έστω ο τύπος ερωτήσεων «Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει τα γκολ που έβαλε η Ομάδα X στην Ομάδα Y», ο οποίος έχει εκφραστεί με ακρίβεια σε MP7QL σύνταξη, όπως έχει δείχθει στην έκφραση (86) και την Εικόνα 81. Ο τύπος αυτός ερωτήσεων θα εκφραζόταν ως MPEG-7 περιγραφή προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης με την ίδια ακριβώς σύνταξη που εκφράζεται ο τύπος ερωτήσεων «Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει τα γκολ μεταξύ των ομάδων Ομάδα X και Ομάδα Y» και φαίνεται στην Εικόνα 82 και θα είχε ως συνέπεια την επιστροφή τόσο το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει όλα τα γκολ που έβαλε η Ομάδα X στην Ομάδα Y όσο και το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει όλα τα γκολ που έβαλε η Ομάδα Y στην Ομάδα X. Συνεπώς, θα υπάρχουν κατά λάθος ανακτώμενα αντικείμενα (false drops) και η ακρίβεια της ανάκτησης θα είναι μειωμένη.

Άλλα παραδείγματα τύπων ερωτήσεων που μπορούν να εκφραστούν με ακρίβεια σε MP7QL σύνταξη αλλά όχι και με τη σύνταξη των MPEG-7 περιγραφών προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης είναι «Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει τις κόκκινες κάρτες των παικτών της ομάδας Ομάδα X στον αγώνα Ομάδα X – Ομάδα Y», «Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που περιέχει τα γκολ που έβαλε η Ομάδα X στην Ομάδα Y με πέναλτυ» κ.α.

5.5. Επεξεργασία των MP7QL Ερωτήσεων στο Πλαίσιο DS-MIRF

Η επεξεργασία των MP7QL ερωτήσεων (MP7QL query processing) στο πλαίσιο DS-MIRF περιγράφεται σε αυτή την ενότητα. Συγκεκριμένα, περιγράφεται η επεξεργασία των MP7QL ερωτήσεων από τη **DS-MIRF Αποθήκη MPEG-7 Μεταδεδομένων (DS-MIRF MPEG-7 Metadata Repository)** που σχεδιάστηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής και υλοποιήθηκε από τη διπλωματική εργασία [Συν07]. Έτσι, η DS-MIRF αποθήκη MPEG-7 μεταδεδομένων παρουσιάζεται στην υποενότητα 5.5.1 και η επεξεργασία των MP7QL ερωτήσεων στο πλαίσιο DS-MIRF περιγράφεται στην υποενότητα 5.5.2.

5.5.1. DS-MIRF Αποθήκη MPEG-7 Μεταδεδομένων

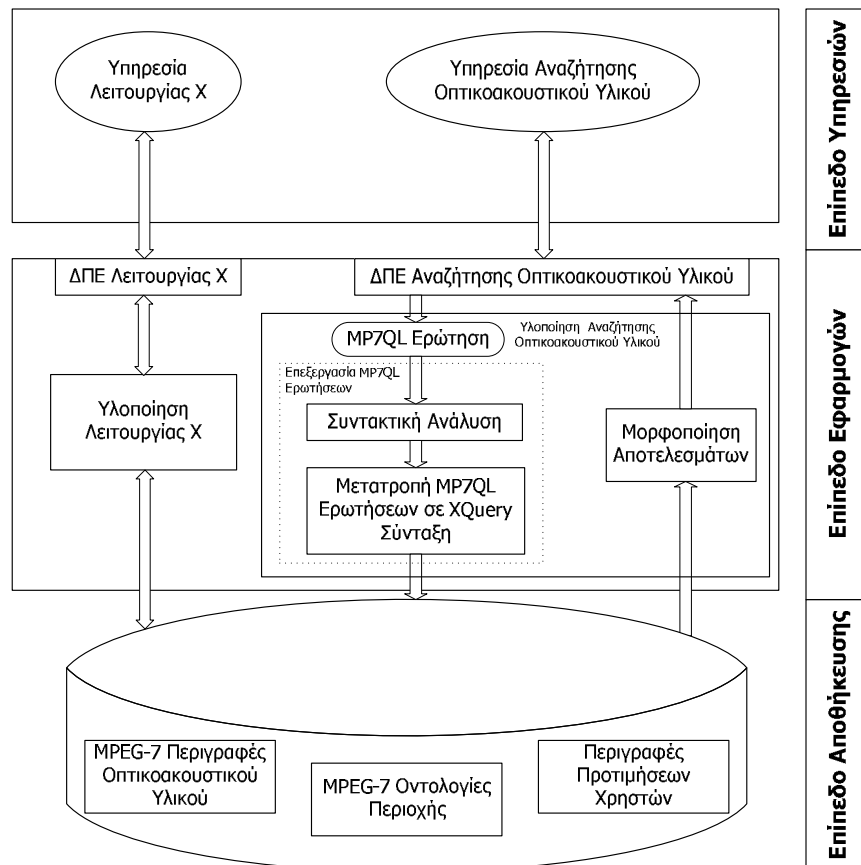
Η DS-MIRF Αποθήκη MPEG-7 Μεταδεδομένων, που περιγράφεται σε αυτή την υποενότητα, παρέχει μια σειρά από υπηρεσίες οπτικοακουστικού υλικού.

Η αρχιτεκτονική της DS-MIRF αποθήκης MPEG-7 μεταδεδομένων, που απεικονίζεται στην Εικόνα 83, απαρτίζεται από τρία επίπεδα:

- Το **Επίπεδο Υπηρεσιών (Service Layer)**, στο οποίο ορίζονται οι υπηρεσίες που παρέχονται από τη DS-MIRF αποθήκη MPEG-7 μεταδεδομένων. Οι υπηρεσίες αυτές περιλαμβάνουν υπηρεσίες διαχείρισης (προσπέλαση, εισαγωγή, διαγραφή και ενημέρωση) MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού, υπηρεσίες διαχείρισης περιγραφών προτιμήσεων χρηστών, υπηρεσίες διαχείρισης οντολογιών περιοχής, πλοήγηση, αναζήτηση και φιλτράρισμα οπτικοακουστικού υλικού, καθώς και εξατομικευμένες υπηρεσίες οπτικοακουστικού υλικού που βασίζονται σε γνώση περιοχής. Από τις υπηρεσίες αυτές, οι υπηρεσίες αναζήτησης βασίζονται στη γλώσσα ερωτήσε-

ων MP7QL (και συγκεκριμένα στην XML Schema σύνταξη της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL), ενώ η εξατομίκευση των υπηρεσιών και οι υπηρεσίες φίλτρων βασίζονται στο MP7QL μοντέλο προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης.

- Το **Επίπεδο Εφαρμογών (Application Layer)**, στο οποίο υλοποιούνται οι λειτουργίες που χρησιμοποιούνται από τις υπηρεσίες που ορίζονται στο επίπεδο υπηρεσιών. Για κάθε λειτουργία ορίζεται μια Διεπαφή Προγραμματιστή Εφαρμογών – ΔΠΕ (Application Programmers Interface – API), οι οποία επιτρέπει τη χρήση της λειτουργίας από υπηρεσίες και εφαρμογές.
- Το **Επίπεδο Αποθήκευσης (Storage Layer)**, όπου γίνεται η διαχείριση των MPEG-7 περιγραφών που χρησιμοποιούνται από τις λειτουργίες του επιπέδου εφαρμογών. Το επίπεδο εφαρμογών έχει αναπτυχθεί πάνω από την XML βάση δεδομένων Oracle Berkeley XML Database [BerXD]. Οι MPEG-7 περιγραφές που διαχειρίζεται το επίπεδο αποθήκευσης της DS-MIRF αποθήκης MPEG-7 μεταδεδομένων περιλαμβάνουν: **(α)** Τις MPEG-7 οντολογίες περιοχής, όπου κωδικοποιείται γνώση περιοχής με τη χρήση MPEG-7 σύνταξης βάσει του μοντέλου αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής (βλέπε 4^ο κεφάλαιο για λεπτομέρειες); **(β)** Τις MPEG-7 περιγραφές του οπτικοακουστικού υλικού, που παρέχουν πληροφορία για το υλικό αυτό και επιτρέπουν την ανάκτησή του βάσει κριτηρίων σχετικών με τα γνωρίσματά του; και **(γ)** Τις περιγραφές προτιμήσεων χρηστών, που παρέχουν πληροφορία για τις προτιμήσεις των χρηστών σε ότι αφορά την κατανάλωση οπτικοακουστικού υλικού και μπορεί να αξιοποιηθούν κατά τη διάρκεια της αναζήτησης οπτικοακουστικού υλικού (οπότε χρησιμοποιούνται για την επέκταση των ερωτήσεων ή την αποσαφήνισή τους), κατά τη διάρκεια του φιλτραρίσματος οπτικοακουστικού υλικού (όπου χρησιμοποιούνται ως συνεχείς ερωτήσεις που επιλέγουν το περιεχόμενο που θα επιστραφεί στους χρήστες) και κατά την πλοήγηση σε οπτικοακουστικό υλικό.



Εικόνα 83: Η Αρχιτεκτονική της DS-MIRF Αποθήκης MPEG-7 Μεταδεδομένων

5.5.2. Επεξεργασία MP7QL Ερωτήσεων

Σε αυτή την υποενότητα περιγράφεται η επεξεργασία MP7QL ερωτήσεων στο πλαίσιο DS-MIRF και, συγκεκριμένα, από τη DS-MIRF αποθήκη MPEG-7 μεταδεδομένων.

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 83, όταν κάποιος χρήστης χρησιμοποιεί την υπηρεσία αναζήτησης οπτικοακουστικού υλικού της DS-MIRF αποθήκης MPEG-7 μεταδεδομένων, υποβάλλει σε αυτήν μια MP7QL ερώτηση, η οποία περνά στην υλοποίηση της λειτουργίας αναζήτησης μέσω της ΔΠΕ αναζήτησης οπτικοακουστικού υλικού.

Στη συνέχεια, γίνεται η **επεξεργασία της MP7QL ερώτησης**, η οποία περιλαμβάνει τη **συντακτική ανάλυση** (parsing) της MP7QL ερώτησης από τον MP7QL συντακτικό αναλυτή (parser) και τη συστηματική **μετατροπή της MP7QL ερώτησης σε XQuery σύνταξη**, που επιτρέπει την εκτέλεσή της από την XML βάση δεδομένων του επιπέδου αποθήκευσης της DS-MIRF αποθήκης MPEG-7 μεταδεδομένων. Η XQuery μορφή της ερώτησης υποβάλλεται στη DS-MIRF αποθήκη MPEG-7 μεταδεδομένων και, αφού επιστραφούν τα αποτελέσματα που ικανοποιούν τις συνθήκες της ερώτησης, ακολουθεί η **μορφοποίηση των αποτελεσμάτων** ώστε να έχουν τη μορφή MPEG-7 περιγραφής που καθορίζεται από τη γλώσσα MP7QL. Τέλος, τα αποτελέσματα επιστρέφονται από τη ΔΠΕ αναζήτησης οπτικοακουστικού υλικού.

Η διαδικασία μετατροπής της MP7QL ερώτησης σε XQuery σύνταξη βασίζεται στην αντιστοίχιση των στοιχείων των MP7QL ερωτήσεων με τα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών, όπως καθορίζει ο Πίνακας 8 της υποενότητας 5.2.1. Καθώς όμως το πρότυπο MPEG-7 επιτρέπει την έκφραση της ίδιας σημαντικής με διαφορετικούς τρόπους, είναι απαραίτητη η επέκταση της XQuery ερώτησης που προκύπτει έτσι ώστε να επιστρέφονται όλα τα αποτελέσματα που ικανοποιούν τις συνθήκες της MP7QL ερώτησης, ανεξάρτητα από τις MPEG-7 δομές που χρησιμοποιούν. Συγκεκριμένα, η ανάγκη επέκτασης των MP7QL ερωτήσεων οφείλεται στην υποστήριξη αναφορών, στην ύπαρξη ισοδύναμων MPEG-7 συντακτικών δομών και στην υποστήριξη διαφορετικών τρόπων σύνταξης και τοποθεσίας των MPEG-7 σχέσεων.

Για την αποτίμηση των τιμών των χαμηλού επιπέδου οπτικών και ακουστικών χαρακτηριστικών των MPEG-7 περιγραφών και για να εξεταστεί αν αυτά ικανοποιούν τις συνθήκες που τα αφορούν υπάρχει η δυνατότητα κλήσης εξειδικευμένων συναρτήσεων που υλοποιούν αυτή τη λειτουργικότητα.

Επιπλέον, για την υποστήριξη ερωτήσεων ομοιότητας χρησιμοποιείται η υλοποίηση του **Επεκταμένου Δυναμικού Μοντέλου (Extended Boolean Model)** σε XML βάσεις δεδομένων που αναπτύχθηκε στην ερευνητική εργασία [KoKaCh07].

Στις παραγράφους που ακολουθούν περιγράφεται η επέκταση των XQuery ερωτήσεων που παράγονται κατά την επεξεργασία των MP7QL ερωτήσεων και δίνεται ένα παράδειγμα XQuery ερώτησης που προκύπτει από τη διαδικασία αυτή.

Επέκταση Ερωτήσεων λόγω Αναφορών. Το πρότυπο MPEG-7 επιτρέπει τη χρήση αναφορών για πολλά από τα στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών. Έτσι, το πρότυπο MPEG-7 επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση τμημάτων MPEG-7 περιγραφών. Για παράδειγμα, η οντότητα σημαντικής που αναπαριστά τον τερματοφύλακα Buffon μπορεί να οριστεί μόνο μια φορά και στη συνέχεια να αναφέρεται από τις MPEG-7 περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού όπου εμφανίζεται ο τερματοφύλακας Buffon. Η υποστήριξη αναφορών όμως απαιτεί την επέκταση των XQuery ερωτήσεων που παράγονται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των MP7QL ερωτήσεων, ώστε κάθε φορά που υπάρχει συνθήκη για κάποιο στοιχείο που η τιμή του μπορεί να αναφέρεται (αντί να ορίζεται) στις MPEG-7 περιγραφές να επιστρέφονται τόσο οι MPEG-7 περιγραφές όπου η τιμή του στοιχείου ορίζεται όσο και οι MPEG-7 περιγραφές όπου η τιμή του στοιχείου αναφέρεται, αν η τιμή αυτή ικανοποιεί τις συνθήκες της ερώτησης.

Έστω Q μια XQuery ερώτηση που έχει προκύψει κατά την επεξεργασία μιας MP7QL ερώτησης MPQ που περιέχει συνθήκες $C_1, C_2, \dots, C_N$ για N στοιχεία $E_1, E_2, \dots, E_N$, η τιμή των οποίων μπορεί να αναφέρεται (αντί να ορίζεται) στις MPEG-7 περιγραφές. Η ερώτηση Q' που προκύπτει από την επέκταση της ερώτησης Q περιέχει, διαζευκτικά με κάθε συνθήκη C_i της ερώτησης Q , μια συνθήκη C'_i που αναζητεί τις τιμές $V_1, V_2, \dots, V_N$ που ικανοποιούν τη C_i και επιστρέφει τα αποτελέσματα που περιέχουν αναφορές στις τιμές αυτές.

Επέκταση Ερωτήσεων λόγω Ισοδύναμων MPEG-7 Συντακτικών Δομών. Το πρότυπο MPEG-7 επιτρέπει την αναπαράσταση συγκεκριμένων τύπων σχέσεων μεταξύ οντοτήτων σημαντικής από στοιχεία εμφωλευμένα στις οντότητες σημαντικής. Για παράδειγμα, το ότι ο αγώνας που αναπαρίσται από την οντότητα σημαντικής με ταυτότητα "G1" έλαβε χώρα στο γήπεδο που

αναπαρίσταται από την οντότητα σημαντικής με ταυτότητα "F1" μπορεί να αναπαρασταθεί τόσο από το εμφωλευμένο στοιχείο "SemanticPlace" με ταυτότητα "G1" που φαίνεται στην Εικόνα 84 όσο και από το ζεύγος σχέσεων τύπου "location"/"locationOf" που συνδέει τις οντότητες σημαντικής "F1" και "G1", όπως φαίνεται στην Εικόνα 85.

```
<SemanticBase xsi:type="EventType" id="G1">
  <AbstractionLevel dimension="0" />
  <Label>
    <Name>Soccer Game 1</Name>
  </Label>
  <SemanticPlace id="F1">
    <Label>
      <Name>Soccer Field 1</Name>
    </Label>
  </SemanticPlace>
</SemanticBase>
```

Εικόνα 84: Αναπαράσταση του ότι ο αγώνας "G1" έλαβε χώρα στο γήπεδο "F1" με τη χρήση εμφωλευμένου στοιχείου

```
<SemanticBase xsi:type="EventType" id="G1">
  <AbstractionLevel dimension="0"/>
  <Label>
    <Name>Soccer Game 1</Name>
  </Label>
  <Relation type="location" source="#G1" target="#F1"/>
  <Relation type="locationOf" source="#F1" target="#G1"/>
</SemanticBase>
<SemanticBase xsi:type="SemanticPlaceType" id="F1">
  <AbstractionLevel dimension="0"/>
  <Label>
    <Name>Soccer Field 1</Name>
  </Label>
</SemanticBase>
```

Εικόνα 85: Αναπαράσταση του ότι ο αγώνας "G1" έλαβε χώρα στο γήπεδο "F1" με τη χρήση ζεύγους σχέσεων τύπου "location"/"locationOf"

Η δυνατότητα αναπαράστασης σχέσεων μεταξύ οντοτήτων σημαντικής από στοιχεία εμφωλευμένα στις οντότητες σημαντικής απαιτεί την επέκταση των XQuery ερωτήσεων που παράγονται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των MP7QL ερωτήσεων, ώστε κάθε φορά που υπάρχει συνθήκη για κάποιο εμφωλευμένο στοιχείο που αναπαριστά μια MPEG-7 σχέση να επιστρέφονται τόσο οι MPEG-7 περιγραφές όπου ορίζεται ένα εμφωλευμένο στοιχείο που ικανοποιεί τη συνθήκη όσο και οι MPEG-7 περιγραφές που περιέχουν την ισοδύναμη δομή που χρησιμοποιεί MPEG-7 σχέσεις.

Έστω Q μια XQuery ερώτηση που έχει προκύψει κατά την επεξεργασία μιας MP7QL ερώτησης MPQ και περιέχει συνθήκες $C_1, C_2, \dots, C_N$ για N εμφωλευμένα στοιχεία $E_1, E_2, \dots, E_N$, που αναπαριστούν τις οντότητες σημαντικής $V_1, V_2, \dots, V_N$ και αντιστοιχούν σε MPEG-7 σχέσεις. Η ερώτηση Q' που προκύπτει από την επέκταση της ερώτησης Q περιέχει, διαζευκτικά με κάθε συνθήκη C_i της ερώτησης Q , μια συνθήκη C'_i που αναζητεί ένα ζεύγος σχέσεων $R1_i$ και $R2_i$ κατάλληλου τύπου που συνδέει την οντότητα σημαντικής S_i που περιέχει το στοιχείο E_i με μια οντότητα σημαντικής που ικανοποιεί τη συνθήκη C_i . Οι τύποι των σχέσεων είναι "part" και "partOf" αν πρόκειται για στοιχεία Event, EventRef, Object ή ObjectRef, "location" και "locationOf" αν πρόκειται για στοιχεία SemanticPlace, "time" και "timeOf" αν πρόκειται για στοιχεία SemanticTime και "member" και "memberOf" αν πρόκειται για στοιχεία SemanticBase ή SemanticBase Ref.

Επέκταση Ερωτήσεων λόγω MPEG-7 Σχέσεων. Το πρότυπο MPEG-7 επιτρέπει τον ορισμό MPEG-7 σχέσεων οι οποίες συνδέουν MPEG-7 περιγραφές και τμήματα MPEG-7 περιγραφών. Μια MPEG-7 σχέση μπορεί να ορίζεται μέσα στην πηγή της (οπότε η πηγή της σχέσης επιτρέπεται να

μην ορίζεται σαφώς), στο στόχο της ή σε οποιοδήποτε στοιχείο "Relation" των MPEG-7 περιγραφών. Έστω Q μια XQuery ερώτηση που έχει προκύψει κατά την επεξεργασία μιας MP7QL ερώτησης MPQ που περιέχει συνθήκες $C_1, C_2, \dots, C_N$ για N σχέσεις $R_1, R_2, \dots, R_N$. Η ερώτηση Q που προκύπτει από την επέκταση της ερώτησης Q αντικαθιστά κάθε συνθήκη C_i της ερώτησης Q με μια συνθήκη C'_i που αναζητεί τις σχέσεις που ικανοποιούν τη συνθήκη C_i ανεξάρτητα από την τοποθεσία τους μέσα στις περιγραφές. Αν η συνθήκη C_i περιλαμβάνει κριτήρια για την πηγή των σχέσεων, η συνθήκη C'_i περιέχει, διαζευκτικά, μια συνθήκη που θέτει τα κριτήρια αυτά στην ταυτότητα στοιχείων που περιέχουν τις σχέσεις.

Παράδειγμα. Έστω η MP7QL ερώτηση που παρουσιάζεται, σε XML σύνταξη, στην Εικόνα 86, που σε φυσική γλώσσα εκφράζεται ως «Δώσε μου τα video που περιέχουν γκολ και δεν περιέχουν τη λέξη "France" στην ετικέτα τους». Η XQuery ερώτηση στην οποία μετατρέπεται η MP7QL ερώτηση που ορίστηκε στην Εικόνα 86 είναι η ερώτηση που παρουσιάζεται στην Εικόνα 87.

```
<Mpeg7Query ...>
  <From><Item>VideoType</Item></From>
  <Where>
    <QuerySpecification xsi:type="BooleanContextQuerySpecificationType">
      <Semantic ANDOperator="AND">
        <Label NOTOperator="true"><Name>France</Name></Label>
        <SemanticBase xsi:type="BooleanEventType" ANDOperator="AND">
          <Relation target="soccerevents#Goal" type="exemplifies"/>
        </SemanticBase>
      </Semantic>
    </QuerySpecification>
  </Where>
</Mpeg7Query>
```

Εικόνα 86: XML Σύνταξη της MP7QL Ερώτησης «Δώσε μου τα video που περιέχουν γκολ και δεν περιέχουν τη λέξη "France" στην ετικέτα τους»

```
for $i in doc ('soccer container.bdbxml/όνομα_έγγραφου')//mpeg7:Video
where (some $gt0 in $i/mpeg7:Semantic satisfies (
  not (some $gt1 in $gt0/mpeg7:Label satisfies (
    (compare ($gt1/mpeg7:Name,'France')=0)))
  and (some $gt1 in $gt0/mpeg7:SemanticBase satisfies (
    (contains ($gt1/@xsi:type,'EventType')) and
    ((some $gt2 in $gt1/mpeg7:Relation satisfies (
      contains ($gt2/@target,'soccerevents#Goal') and contains
      ($gt2/@type,'urn:mpeg:mpeg7:cs:SemanticRelationCS:2001:exemplifies'))))))))
return $i/@id
```

Εικόνα 87: Η XQuery Ερώτηση στην οποία μετατρέπεται η MP7QL Ερώτηση που ορίστηκε στην Εικόνα 86

5.6. Ανακεφαλαίωση

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάστηκαν η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων, που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια της παρούσας διατριβής και υλοποιήθηκαν στα πλαίσια της αποθήκης μεταδεδομένων του πλαισίου DS-MIRF. Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων έχουν εκφραστεί με τη χρήση τόσο XML Schema όσο και OWL σύνταξης. Έτσι, η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε περιβάλλοντα που βασίζονται στην XML Schema σύνταξη του προτύπου MPEG-7, όσο και σε OWL/RDF περιβάλλοντα όπου η σημαντική του MPEG-7 εκφράζεται με τη χρήση OWL σύνταξης.

Τόσο η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL όσο και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων επιτρέπουν ανάκτηση και φιλτράρισμα οπτικοακουστικού υλικού που έχει περιγραφεί με τη χρήση του προτύπου MPEG-7 με ομοιόμορφο και διαφανή τρόπο. Έτσι, μπορούν να εκφραστούν συνθήκες για όλες τις συνιστώσες των MPEG-7 περιγραφών, να αξιοποιηθεί γνώση περιοχής που έχει εκφραστεί με τη χρήση MPEG-7 σύνταξης και να υποστηριχθούν η ανάκτηση οπτικοακουστικού υλικού βάσει σημαντικής και ο ορισμός φίλτρων σημαντικής για το υλικό αυτό.

Επιπλέον, τόσο η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL όσο και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων χρηστών επιτρέπουν το σαφή καθορισμό δυαδικών τελεστών, που επιτρέπουν τον ακριβή συνδυασμό των συνθηκών των ερωτήσεων σύμφωνα με τις επιθυμίες των χρηστών, και τιμών προτίμησης, που επιτρέπουν στους χρήστες να εκφράσουν πόσο σημαντική είναι για αυτούς κάθε συνθήκη.

Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL έχει ως μοντέλο δεδομένων το MPEG-7 και έχει την ιδιότητα της κλειστότητας, καθώς τα αποτελέσματα των MP7QL ερωτήσεων είναι MPEG-7 περιγραφές.

Οι MP7QL ερωτήσεις μπορούν να αξιοποιήσουν τις προτιμήσεις των χρηστών και το ιστορικό χρήσης του οπτικοακουστικού υλικού απ' αυτούς, υποστηρίζοντας έτσι την εξατομικευμένη ανάκτηση του οπτικοακουστικού υλικού. Να σημειωθεί ότι το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων χρηστών έχει το MPEG-7 μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων ως ειδική περίπτωση, γεγονός που επιτρέπει την αξιοποίηση MPEG-7 περιγραφών προτιμήσεων χρηστών.

Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL ικανοποιεί τις Απαιτήσεις της MPEG-7 Μορφής Ερωτήσεων (MP7QF). Η αξιολόγηση της εκφραστικότητας της γλώσσας στο πεδίο του ποδοσφαίρου έδειξε ότι η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων επιτρέπουν την έκφραση ερωτήσεων σημαντικής που καλύπτουν τις απαιτήσεις των εφαρμογών του πεδίου αυτού (και, κατ' επέκταση, άλλων εφαρμογών του αθλητισμού όπου συναντώνται προκαθορισμένα γεγονότα με ξεκάθαρη σημαντική).

6. Μοντέλο Υποστήριξης Διαλειτουργικότητας Σημαντικής μεταξύ OWL και MPEG-7 στο Πλαίσιο DS-MIRF

Η υποστήριξη βάσει σημαντικής και η υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ OWL και MPEG-7 είναι από τους βασικούς στόχους της παρούσας διατριβής. Οι στόχοι αυτοί επιτεύχθηκαν με την ανάπτυξη του μοντέλου υποστήριξης διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και OWL του πλαισίου DS-MIRF, που παρουσιάζεται σε αυτό το κεφάλαιο. Το μοντέλο υποστήριξης διαλειτουργικότητας του πλαισίου DS-MIRF βασίζεται στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF, η οποία επέτρεψε την ενσωμάτωση γνώσης περιοχής και γνώσης εφαρμογών στη σημαντική του προτύπου MPEG-7, και στο μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές που επιτρέπει το μετασχηματισμό OWL οντολογιών περιοχής και OWL/RDF περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού σε MPEG-7 περιγραφές. Το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές βασίζεται στο μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής (βλέπε 4^ο κεφάλαιο για λεπτομέρειες).

Το συστατικό λογισμικού GraphOnto χρησιμοποιήθηκε κατά την ανάπτυξη της οντολογικής υποδομής του πλαισίου DS-MIRF. Επιπλέον, στο συστατικό λογισμικού GraphOnto υλοποιήθηκε το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές, επιτρέποντας έτσι την αυτόματη μετατροπή OWL οντολογιών περιοχής και OWL/RDF περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού σε MPEG-7 περιγραφές.

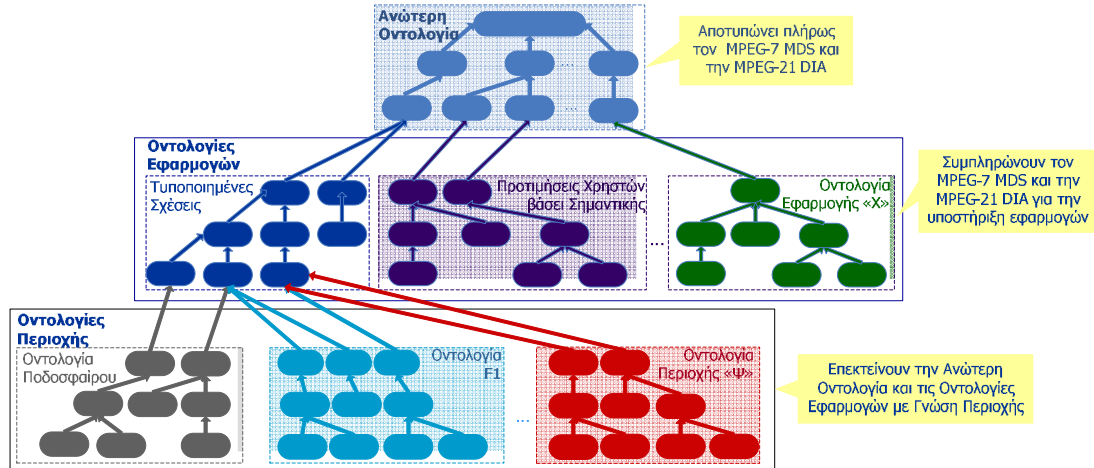
Το υπόλοιπο του κεφαλαίου διαρθρώνεται ως εξής: Στην ενότητα 6.1 περιγράφεται λεπτομερώς η οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF. Στην ενότητα 6.2 παρουσιάζεται το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές, το οποίο επιτρέπει το μετασχηματισμό OWL οντολογιών περιοχής και OWL/RDF περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού σε MPEG-7 περιγραφές. Το συστατικό λογισμικού GraphOnto περιγράφεται στην ενότητα 6.3. Τέλος, το κεφάλαιο κλείνει με μια ανακεφαλαίωση στην ενότητα 6.4.

6.1. Η Οντολογική Υποδομή του Πλαισίου DS-MIRF

Σε αυτή την ενότητα περιγράφεται λεπτομερώς η οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF, η οποία απεικονίζεται στην Εικόνα 88. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 88, η οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF απαρτίζεται από:

- Την **Ανώτερη Οντολογία** του πλαισίου DS-MIRF, που είναι μια OWL-DL οντολογία η οποία αποτυπώνει πλήρως τη σημαντική των τμημάτων MPEG-7 MDS και MPEG-21 DIA Architecture, καθώς και των απαραίτητων δομών από τα τμήματα MPEG-7 Visual και MPEG-7 Audio. Λεπτομερής περιγραφή της ανώτερης οντολογίας του πλαισίου DS-MIRF γίνεται στην υποενότητα 6.1.1.
- Ένα σύνολο OWL-DL **Οντολογιών Εφαρμογών**, που επεκτείνουν, σε OWL σύνταξη, τη σημαντική της ανώτερης οντολογίας με γνώση εφαρμογών, ώστε να είναι δυνατή η υποστήριξη προηγμένων εφαρμογών που αξιοποιούν την εξειδικευμένη σημαντική κάθε περιοχής εφαρμογών. Λεπτομερής περιγραφή των οντολογιών εφαρμογών του πλαισίου DS-MIRF γίνεται στην υποενότητα 6.1.2.

- Μια μεθοδολογία ενσωμάτωσης OWL **Οντολογιών Περιοχής**, που επεκτείνουν την ανώτερη οντολογία και τις οντολογίες εφαρμογών με γνώση περιοχής. Για παράδειγμα, οντολογίες περιοχής σχετικές με τον αθλητισμό επεκτείνουν τις γενικευμένες δυνατότητες περιγραφής του MPEG-7 MDS στο πεδίο του αθλητισμού. Η μεθοδολογία ορισμού και ενσωμάτωσης οντολογιών περιοχής στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF περιγράφεται στην υποενότητα 6.1.3.



Εικόνα 88: Η Οντολογική Υποδομή του Πλαισίου DS-MIRF

6.1.1. Ανώτερη Οντολογία

Η ανώτερη οντολογία του πλαισίου DS-MIRF, η οποία αποτελεί τη βάση για την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ OWL και MPEG-7, περιγράφεται σε αυτή την ενότητα.

Η ανώτερη οντολογία του πλαισίου DS-MIRF είναι μια OWL-DL οντολογία που αποτυπώνει πλήρως τη σημαντική των τμημάτων MPEG-7 MDS και MPEG-21 DIA Architecture, καθώς και των απαραίτητων δομών από τα τμήματα MPEG-7 Visual και MPEG-7 Audio. Η σύνταξη των προτύπων MPEG-7 και MPEG-21 βασίζεται στη γλώσσα XML Schema και, καθώς η ανώτερη οντολογία του πλαισίου DS-MIRF έχει αναπτυχθεί χειρωνακτικά, αποτέλεσμα της ανάπτυξής της ήταν ο ορισμός του XS2OWL μοντέλου αντιστοίχισης XML Schema δομών με OWL-DL δομές, που παρουσιάστηκε στο 3^ο κεφάλαιο. Έτσι, οι δομές των XML σχημάτων που αναπαριστούν τα πρότυπα MPEG-7 και MPEG-21 μετασχηματίστηκαν στις αντίστοιχες OWL δομές της ανώτερης οντολογίας του πλαισίου DS-MIRF βάσει του XS2OWL μοντέλου αντιστοίχισης XML Schema δομών με OWL-DL δομές.

Για παράδειγμα, στην Εικόνα 89 παρουσιάζεται ο MPEG-7 τύπος "AgentType" που αναπαριστά συντελεστές του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού, ορίζεται στο τμήμα MPEG-7 MDS, επεκτείνει τον τύπο "DSType" (ο οποίος αναπαριστά όλα τα σχήματα περιγραφής) και διαθέτει το στοιχείο "Icon". Ο τύπος "AgentType" αναπαρίσταται στην ανώτερη οντολογία του πλαισίου DS-MIRF από την OWL κλάση "AgentType" που παρουσιάζεται στην Εικόνα 90. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 90, το στοιχείο "Icon" αναπαρίσταται στην ανώτερη οντολογία του πλαισίου DS-MIRF από την ομώνυμη ιδιότητα αντικειμένων.

```
<complexType name="AgentType" abstract="true">
  <complexContent>
    <extension base="mpeg7:DSType">
      <sequence>
        <element name="Icon" type="mpeg7:MediaLocatorType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
      </sequence>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>
```

Εικόνα 89: Ο MPEG-7 Τύπος "AgentType" που ορίζεται στο τμήμα MPEG-7 MDS

```

<owl:Class rdf:ID="AgentType">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#DSType"/>
</owl:Class>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Icon">
  <rdfs:domain rdf:resource="#AgentType"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#MediaLocatorType"/>
</owl:ObjectProperty>

```

Εικόνα 90: Η OWL Κλάση "AgentType" της Ανώτερης Οντολογίας του Πλαισίου DS-MIRF

Να σημειωθεί ότι η χειρωνακτική εφαρμογή του μοντέλου αντιστοίχισης XS2OWL κατά την ανάπτυξη της ανώτερης οντολογίας του πλαισίου DS-MIRF επαλήθευσε την ορθότητα του μοντέλου αυτού και καθοδήγησε την αυτοματοποίηση της εφαρμογής του, μέσω του συστήματος XS2OWL που αναπτύχθηκε στη συνέχεια.

Τα πρότυπα MPEG-7 και MPEG-21 διαθέτουν, εκτός από την περιγραφή των δομών τους που γίνεται σε XML Schema σύνταξη, σχήματα κατηγοριοποίησης, τα οποία ομαδοποιούν τους όρους που χρησιμοποιούνται ως τιμές συγκεκριμένων στοιχείων και/ή γνωρισμάτων των δομών αυτών. Συγκεκριμένα, τα σχήματα κατηγοριοποίησης αναπαρίστανται από MPEG-7 περιγραφές που απαρτίζονται από στιγμιότυπα του τύπου "ClassificationSchemeType", τα οποία είναι συλλογές στοιχείων "Term" τύπου "TermDefinitionType". Έτσι, τα σχήματα κατηγοριοποίησης αναπαρίστανται από OWL/RDF περιγραφές που περιέχουν άτομα της κλάσης "ClassificationSchemeType", τα οποία σχετίζονται μέσω της ιδιότητας αντικειμένων "Term" με άτομα της κλάσης "TermDefinitionType". Η διαδικασία μετατροπής των σχημάτων κατηγοριοποίησης σε OWL/RDF περιγραφές καθοδήγησε το σχεδιασμό της διαδικασίας μετατροπής XML περιγραφών σε OWL/RDF περιγραφές που παρουσιάστηκε στην ενότητα 3.4.

```

<ClassificationScheme uri="urn:mpeg7:mpeg7:cs:RoleCS:2001"
domain="//CreationInformation/Creation/Creator/Role"
"/UsageInformation/Dissemination/Disseminator/Role">
  <Term termID="AUTHOR">
    <Name xml:lang="en">Author</Name>
  </Term>
</ClassificationScheme>

```

Εικόνα 91: Τμήμα του Σχήματος Κατηγοριοποίησης "RoleCS" του MPEG-7 MDS

```

<ClassificationSchemeType rdf:ID="RoleCS">
  <uri>urn:mpeg7:mpeg7:cs:RoleCS:2001</uri>
  <domain>//CreationInformation/Creation/Creator/Role</domain>
  <domain>//UsageInformation/Dissemination/Disseminator/Role</domain>
  <Term>
    <TermDefinitionType rdf:ID="AUTHOR">
      <termID rdf:datatype="&xsd;NMToken">AUTHOR</termID>
      <Name>
        <TermNameType rdf:ID="AUTHORNT">
          <lang>en</lang>
          <content>Author</content>
        </TermNameType>
      </Name>
    </TermDefinitionType>
  </Term>
</ClassificationSchemeType>

```

Εικόνα 92: Τμήμα της OWL/RDF περιγραφής που αναπαριστά το τμήμα του Σχήματος Κατηγοριοποίησης "RoleCS" του MPEG-7 MDS που φαίνεται στην Εικόνα 91

Για παράδειγμα, στην Εικόνα 91 παρουσιάζεται ένα τμήμα του σχήματος κατηγοριοποίησης "RoleCS", το οποίο περιγράφει ρόλους συμμετεχόντων στην παραγωγή οπτικοακουστικού υλικού και αναπαρίσταται από το τμήμα της OWL/RDF περιγραφής που φαίνεται στην Εικόνα 92.

Η ανώτερη οντολογία του πλαισίου DS-MIRF απαρτίζεται από:

- 628 OWL κλάσεις, από τις οποίες 390 αναπαριστούν δομές του τμήματος MPEG-7 MDS, 13 αναπαριστούν δομές του τμήματος MPEG-7 Visual και 225 αναπαριστούν δομές του τμήματος MPEG-21 DIA Architecture.
- 769 OWL ιδιότητες αντικειμένων, από τις οποίες 579 αναπαριστούν δομές του τμήματος MPEG-7 MDS, 19 αναπαριστούν δομές του τμήματος MPEG-7 Visual και 171 αναπαριστούν δομές του τμήματος MPEG-21 DIA Architecture.
- 541 OWL ιδιότητες τύπου δεδομένων, από τις οποίες 297 αναπαριστούν δομές του τμήματος MPEG-7 MDS, 18 αναπαριστούν δομές του τμήματος MPEG-7 Visual και 226 αναπαριστούν δομές του τμήματος MPEG-21 DIA Architecture.
- 952 OWL αξιώματα, από τα οποία 740 αναπαριστούν δομές του τμήματος MPEG-7 MDS, 41 αναπαριστούν δομές του τμήματος MPEG-7 Visual και 171 αναπαριστούν δομές του τμήματος MPEG-21 DIA Architecture.
- 1855 OWL άτομα, από τα οποία 1222 αναπαριστούν δομές του τμήματος MPEG-7 MDS και 633 αναπαριστούν δομές του τμήματος MPEG-21 DIA Architecture.

Η ανώτερη οντολογία του πλαισίου DS-MIRF είναι διαθέσιμη στη διεύθυνση <http://www.music.tuc.gr/ontologies/MPEG7MDS MPEG21DIA.zip>. Η συνέπειά της ως OWL-DL οντολογίας έχει ελεγχθεί και πιστοποιηθεί με τη χρήση του προγράμματος ελέγχου συνέπειας και κατάταξης OWL οντολογιών WonderWeb OWL Validator⁵.

6.1.2. Οντολογίες Εφαρμογών

Οι οντολογίες εφαρμογών επεκτείνουν με γνώση εφαρμογών τη σημαντική της ανώτερης οντολογίας του πλαισίου DS-MIRF, στοχεύοντας την υποστήριξη προηγμένων εφαρμογών. Η επέκταση αυτή της σημαντικής της ανώτερης οντολογίας είτε διευκολύνει τη χρήση του προτύπου MPEG-7 (συνήθως περιλαμβάνει δομές που υπονοούνται στο κείμενο περιγραφής του, όπως είναι οι τυποποιημένες σχέσεις) είτε υποστηρίζει προηγμένες υπηρεσίες περιεχομένου πολυμέσων (όπως, για παράδειγμα, προτιμήσεις χρηστών για τη σημαντική του προτιμώμενου οπτικοακουστικού υλικού).

Στα πλαίσια της παρούσας διατριβής αναπτύχθηκε μια OWL-DL οντολογία εφαρμογής που περιέχει επεκτάσεις της σημαντικής της ανώτερης οντολογίας του πλαισίου DS-MIRF για την πλήρη αναπαράσταση των τυποποιημένων σχέσεων που περιγράφονται στο κείμενο του MPEG-7 MDS, αλλά τα χαρακτηριστικά τους δεν αποτυπώνονται πλήρως στην XML σύνταξή του. Επιπλέον, αναπτύχθηκε μια OWL-DL οντολογία εφαρμογής για την περιγραφή προτιμήσεων χρηστών βάσει σημαντικής, για την υποστήριξη προηγμένων υπηρεσιών πλοήγησης, αναζήτησης και φίλτρων για οπτικοακουστικό υλικό.

Στις παραγράφους που ακολουθούν περιγράφονται λεπτομερώς η οντολογία εφαρμογής για την αναπαράσταση τυποποιημένων σχέσεων και η οντολογία εφαρμογής για την περιγραφή προτιμήσεων χρηστών βάσει σημαντικής.

Οντολογία Τυποποιημένων Σχέσεων

Η οντολογία τυποποιημένων σχέσεων που περιγράφεται στη συνέχεια είναι μια OWL-DL οντολογία εφαρμογής που αναπαριστά ένα σύνολο επεκτάσεων της σημαντικής της ανώτερης οντολογίας του πλαισίου DS-MIRF, έτσι ώστε να μπορούν να αναπαρασταθούν με ακρίβεια τυποποιημένες σχέσεις. Οι χρήστες του πλαισίου DS-MIRF δεν είναι υποχρεωμένοι να χρησιμοποιήσουν την οντολογία τυποποιημένων σχέσεων, αν όμως τη χρησιμοποιήσουν διευκολύνονται πολύ στον ορισμό MPEG-7 σχέσεων.

⁵ Το πρόγραμμα ελέγχου συνέπειας και κατάταξης OWL οντολογιών WonderWeb OWL Validator, που είναι διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://phoebus.cs.man.ac.uk:9999/OWL/Validator>, ελέγχει αν οι οντολογίες που δέχεται ως είσοδο είναι συνεπείς και ελέγχει αν ανήκουν σε κάποια από τις τρεις κατηγορίες OWL οντολογιών.

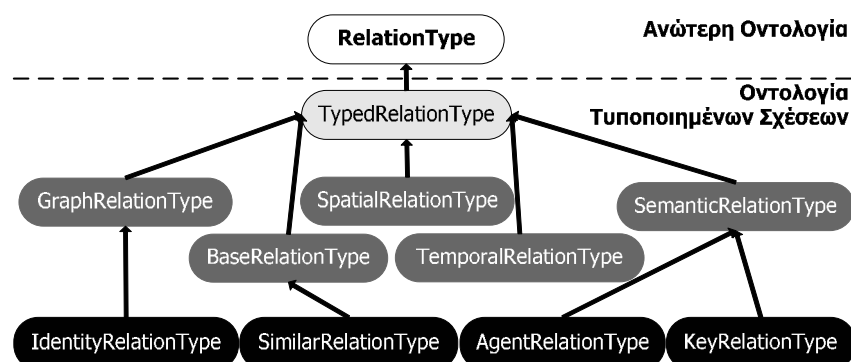
Η λειτουργικότητα που παρέχεται από την οντολογία τυποποιημένων σχέσεων είναι χρήσιμη, καθώς οι τύποι των τυποποιημένων σχέσεων και οι ιδιότητές τους περιγράφονται λεπτομερώς στο κείμενο περιγραφής της σημαντικής του MPEG-7 MDS, αλλά δεν αναπαρίστανται πλήρως από τις XML/XML Schema δομές της MPEG-7 σύνταξης. Συγκεκριμένα, οι MPEG-7 σχέσεις αναπαρίστανται στις MPEG-7 περιγραφές από στιγμιότυπα του MPEG-7 τύπου "RelationType" (βλέπε υποενότητα 2.1.2 για λεπτομέρειες) και διαθέτουν τα γνωρίσματα "type", "source", "target", "strength", και "directed", που αναπαριστούν, αντίστοιχα, τον τύπο, την πηγή, το στόχο, την ένταση των σχέσεων καθώς και το αν μια σχέση είναι ή όχι κατευθυνόμενη. Επιπλέον, το κείμενο που περιγράφει τη σημαντική του MPEG-7 MDS (όχι όμως και η XML/XML Schema σύνταξή του) καθορίζει ποιες MPEG-7 σχέσεις είναι κατευθυνόμενες και ποιες είναι οι αντίστροφες σχέσεις τους. Στο κείμενο καθορίζεται ακόμα ότι ο τύπος μιας MPEG-7 σχέσης μπορεί να είναι ένας από τους τύπους σχέσεων που ορίζονται στα σχήματα κατηγοριοποίησης **RelationBase CS**, **TemporalRelation CS**, **SpatialRelation CS**, **GraphRelation CS** και **SemanticRelation CS**. Φαίνεται λοιπόν από τα παραπάνω ότι για την πλήρη και ορθή από πλευράς σημαντικής περιγραφή μιας MPEG-7 σχέσης είναι απαραίτητο ο χρήστης που την ορίζει να έχει, εκτός από τα XML σχήματα και τα σχήματα κατηγοριοποίησης που περιγράφουν τη σύνταξη του MPEG-7 MDS, το κείμενο που περιγράφει τη σημαντική του MPEG-7 MDS, καθώς ένα σημαντικό τμήμα της σημαντικής των MPEG-7 σχέσεων δεν αναπαρίστανται στην XML/XML Schema σύνταξη του MPEG-7 MDS.

Για να διευκολυνθεί ο ορισμός MPEG-7 σχέσεων αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής μια OWL-DL οντολογία εφαρμογής για την αναπαράσταση τυποποιημένων MPEG-7 σχέσεων. Η οντολογία αυτή επεκτείνει τη σημαντική της ανώτερης οντολογίας του πλαισίου DS-MIRF μέσω του ορισμού κλάσεων που εξειδικεύουν την κλάση "RelationType" που αναπαριστά τον ομώνυμο MPEG-7 τύπο στην ανώτερη οντολογία. Η ιεραρχία κλάσεων της οντολογίας τυποποιημένων σχέσεων απεικονίζεται στην Εικόνα 93. Η κλάση "TypedRelationType" της οντολογίας τυποποιημένων σχέσεων εξειδικεύει την κλάση "RelationType" της ανώτερης οντολογίας του πλαισίου DS-MIRF και κωδικοποιεί όλη την πληροφορία που παρέχει για τις τυποποιημένες σχέσεις το κείμενο περιγραφής του MPEG-7 MDS. Έτσι, η κλάση "TypedRelationType" διαθέτει τις εξής ιδιότητες:

- Την ιδιότητα τύπου δεδομένων "source", την οποία κληρονομεί από την κλάση "RelationType". Η ιδιότητα τύπου δεδομένων "source" αναπαριστά την πηγή των MPEG-7 σχέσεων και είναι τύπου URI.
- Την ιδιότητα τύπου δεδομένων "target", την οποία κληρονομεί από την κλάση "RelationType". Η ιδιότητα τύπου δεδομένων "target" αναπαριστά το στόχο των MPEG-7 σχέσεων και είναι τύπου URI.
- Την ιδιότητα τύπου δεδομένων "typeRT", την οποία κληρονομεί από την κλάση "RelationType". Η ιδιότητα τύπου δεδομένων "typeRT" αναπαριστά τον τύπο των MPEG-7 σχέσεων και είναι τύπου αναφοράς.
- Την ιδιότητα τύπου δεδομένων "directed", την οποία κληρονομεί από την κλάση "RelationType". Η ιδιότητα τύπου δεδομένων "directed" δηλώνει αν οι των MPEG-7 σχέσεις είναι κατευθυνόμενες και είναι τύπου δυαδικής τιμής.
- Την ιδιότητα τύπου δεδομένων "strength", την οποία κληρονομεί από την κλάση "RelationType". Η ιδιότητα τύπου δεδομένων "strength" αναπαριστά την ένταση των MPEG-7 σχέσεων και είναι πραγματικός αριθμός με τιμή μεταξύ 0 και 1.
- Την ιδιότητα τύπου δεδομένων "inverse", που αναπαριστά τις αντίστροφες σχέσεις των κατευθυνόμενων σχέσεων και είναι τύπου URI.

Οι υποκλάσεις της κλάσης "TypedRelationType" έχουν ονόματα που προκύπτουν από τα ονόματα των σχημάτων κατηγοριοποίησης όπου ορίζονται οι τύποι σχέσεων ("RelationBaseType", "TemporalRelationType", "SpatialRelationType", "GraphRelationType" και "SemanticRelationType"). Κάθε υποκλάση της κλάσης "TypedRelationType" αναπαριστά το σύνολο των σχέσεων που ο τύπος τους ορίζεται στο αντίστοιχο σχήμα κατηγοριοποίησης. Οι κλάσεις αυτές έχουν υποκλάσεις που αναπαριστούν σχέσεις συγκεκριμένου τύπου (π.χ. η κλάση "AgentRelationType", υποκλάση της κλάσης "SemanticRelationType", αναπαριστά σχέ-

σεις σημαντικής με τύπο "agent", που ορίζονται στο σχήμα κατηγοριοποίησης SemanticRelation CS).



Εικόνα 93: Ιεραρχία Κλάσεων για την αναπαράσταση Τυποποιημένων Σχέσεων

Έτσι, οι χρήστες που χρησιμοποιούν την οντολογία τυποποιημένων σχέσεων διευκολύνονται στον ορισμό τυποποιημένων MPEG-7 σχέσεων, καθώς δε χρειάζεται να συμβουλευονται το κείμενο περιγραφής του MPEG-7 MDS μια και η σημαντική των σχέσεων κωδικοποιείται εξ' ολοκλήρου στην οντολογία τυποποιημένων σχέσεων. Η οντολογία τυποποιημένων σχέσεων είναι διαθέσιμη στη διεύθυνση <http://www.music.tuc.gr/ontologies/mpeg7/mds/TypedRelationships>. Η οντολογία τυποποιημένων σχέσεων του πλαισίου DS-MIRF απαρτίζεται από 143 κλάσεις, 391 αξιώματα και 1 ιδιότητα τύπου δεδομένων.

Ένα παράδειγμα κλάσης τυποποιημένων σχέσεων που ορίζεται στην οντολογία τυποποιημένων σχέσεων φαίνεται στην Εικόνα 94, όπου παρουσιάζεται ο ορισμός της κλάσης "AgentRelationType", η οποία αναπαριστά σχέσεις σημαντικής τύπου "agent".

```

<owl:Class rdf:ID="AgentRelationType">
  <rdfs:label>Relation</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#SemanticRelationType"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#type"/>
      <owl:hasValue>&SemanticRelationCS;agent</owl:hasValue>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#directed"/>
      <owl:hasValue>true</owl:hasValue>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#inverse"/>
      <owl:hasValue>#AgentOfRelationType </owl:hasValue>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>

```

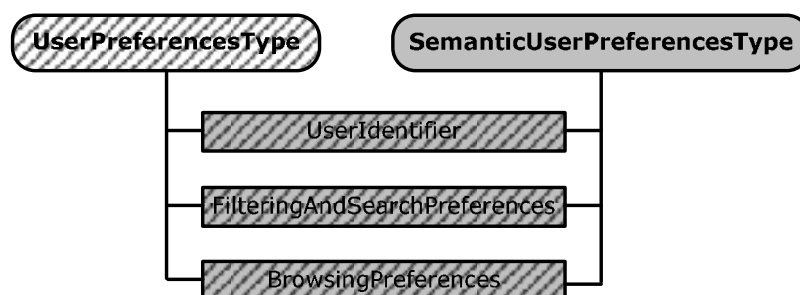
Εικόνα 94: Η OWL Κλάση "AgentRelationType" της Οντολογίας Τυποποιημένων Σχέσεων

Οντολογία Προτιμήσεων Χρηστών βάσει Σημαντικής

Η οντολογία περιγραφής προτιμήσεων χρηστών βάσει σημαντικής που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής περιγράφεται στις παραγράφους που ακολουθούν. Η οντολογία βασίζεται στο MP7QL μοντέλο προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης και αυτή επεκτείνει τη σημαντική της ανώτερης οντολογίας του πλαισίου DS-MIRF, έτσι ώστε η περιγραφή των προτιμήσεων των χρηστών σε ότι αφορά πλοήγηση σε οπτικοακουστικό υλικό, αναζήτηση και φιλτράρισμα οπτικοακουστικού υλικού να είναι πλήρης και να περιλαμβάνει συνθήκες για τη σημαντική του υλικού. Επιπλέον,

ον, το μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων χρηστών στο οποίο βασίζεται η οντολογία περιγραφής προτιμήσεων χρηστών επιτρέπει το σαφή καθορισμό των δυαδικών τελεστών που θα χρησιμοποιηθούν για το συνδυασμό των συνθηκών που εκφράζονται στις περιγραφές προτιμήσεων των χρηστών. Έτσι, η οντολογία περιγραφής προτιμήσεων χρηστών που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής καλύπτει τις ελλείψεις του MPEG-7 μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων χρηστών, το οποίο δεν επιτρέπει τη χρήση δυαδικών τελεστών και επιτρέπει την περιγραφή της σημαντικής του προτιμώμενου περιεχομένου μόνο με λέξεις-κλειδιά.

Η δομή των MPEG-7 περιγραφών προτιμήσεων χρηστών και των περιγραφών προτιμήσεων χρηστών που βασίζονται στο μοντέλο που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής σκιαγραφείται στην Εικόνα 95.



Εικόνα 95: Η Δομή των MPEG-7 Περιγραφών Προτιμήσεων Χρηστών και των Περιγραφών Προτιμήσεων Χρηστών που βασίζονται στο μοντέλο της παρούσας διατριβής

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 95, οι περιγραφές προτιμήσεων χρηστών είναι στιγμιότυπα των τύπων “UserPreferencesType” (αν υπακούν στο MPEG-7 μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων χρηστών) και “SemanticUserPreferencesType” (αν υπακούν στο μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων χρηστών που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής) και απαρτίζονται από τα εξής στοιχεία:

- **UserIdentifier (UI)**, που έχει τη δομή του MPEG-7 τύπου “UserIdentifierType” και αναπαριστά την (προαιρετική) ταυτότητα του χρήστη του οποίου οι προτιμήσεις περιγράφονται.
- **BrowsingPreferences (BP)**, που αναπαριστά τις προτιμήσεις των χρηστών σχετικά με την πλοήγηση σε οπτικοακουστικό υλικό. Το στοιχείο αυτό έχει ως τύπο, για τις MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων χρηστών, τον MPEG-7 τύπο “BrowsingPreferencesType” και για τις περιγραφές προτιμήσεων χρηστών που βασίζονται στο μοντέλο που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής έναν από τους τύπους που εξειδικεύουν τον αφηρημένο τύπο “SemanticBrowsingPreferencesType”, ο οποίος αναπαριστά προτιμήσεις πλοήγησης βάσει σημαντικής.
- **FilteringAndSearchPreferences (FASP)**, που αναπαριστά τις προτιμήσεις των χρηστών σχετικά με την αναζήτηση και το φιλτράρισμα οπτικοακουστικού υλικού. Το στοιχείο αυτό έχει ως τύπο, για τις MPEG-7 περιγραφές προτιμήσεων χρηστών, τον MPEG-7 τύπο “FilteringAndSearchPreferencesType” και για τις περιγραφές προτιμήσεων χρηστών που βασίζονται στο μοντέλο περιγραφών προτιμήσεων χρηστών που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής έναν από τους τύπους MP7QL περιγραφών προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης “WeightedFilteringAndSearchPreferencesType”, “BooleanFilteringAndSearchPreferencesType” και “BooleanWeightedFilteringAndSearchPreferencesType”, που περιγράφονται στις κανονικές εκφράσεις (82), (83) και (84) της ενότητας 5.3 αντιστοίχα.

Με βάση τα παραπάνω, η περιγραφή UP των προτιμήσεων ενός χρήστη περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση (87).

$$UP = [UI] BP^* FASP^* \quad (87)$$

Οι περιγραφές προτιμήσεων χρηστών που βασίζονται στο μοντέλο που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής επιτρέπουν το συνδυασμό, με τη χρήση δυαδικών τελεστών και τιμών

προτίμησης, των συνθηκών που οι χρήστες επιθυμούν να ισχύουν για το οπτικοακουστικό υλικό. Έτσι, οι περιγραφές προτιμήσεων χρηστών αναπαρίστανται από τους τύπους που εξειδικεύουν τον αφηρημένο τύπο "SemanticUserPreferencesType" (που επεκτείνει τον τύπο "DSType") και συγκεκριμένα τον τύπο "WeightedSemanticUserPreferencesType", τον τύπο "BooleanSemanticUserPreferencesType" και τον τύπο "BooleanWeightedSemanticUserPreferencesType".

Ο τύπος "WeightedSemanticUserPreferencesType" αναπαριστά περιγραφές προτιμήσεων χρηστών βάσει σημαντικής με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης. Το στοιχείο BrowsingPreferences του τύπου "WeightedSemanticUserPreferencesType" είναι στιγμιότυπο του τύπου "WeightedBrowsingPreferencesType", ο οποίος αναπαριστά περιγραφές προτιμήσεων πλοήγησης βάσει σημαντικής με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης. Ο τύπος "WeightedBrowsingPreferencesType" επεκτείνει τον αφηρημένο τύπο "SemanticBrowsingPreferencesType", ο οποίος αναπαριστά περιγραφές προτιμήσεων πλοήγησης βάσει σημαντικής. Το στοιχείο FilteringAndSearchPreferences του τύπου "WeightedSemanticUserPreferencesType" είναι στιγμιότυπο του τύπου "WeightedFilteringAndSearchPreferences" που αναπαριστά MP7QL περιγραφές προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης (βλέπε ενότητα 5.3 για λεπτομέρειες σχετικά με τις MP7QL περιγραφές προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης).

Ο τύπος "BooleanSemanticUserPreferencesType" αναπαριστά περιγραφές προτιμήσεων χρηστών βάσει σημαντικής με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές. Το στοιχείο BrowsingPreferences του τύπου "BooleanSemanticUserPreferencesType" είναι τύπου "BooleanBrowsingPreferencesType", ο οποίος αναπαριστά περιγραφές προτιμήσεων πλοήγησης βάσει σημαντικής με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές και επεκτείνει τον αφηρημένο τύπο "SemanticBrowsingPreferencesType". Το στοιχείο FilteringAndSearchPreferences του τύπου "BooleanSemanticUserPreferencesType" είναι στιγμιότυπο του τύπου "BooleanFilteringAndSearchPreferences" που αναπαριστά MP7QL περιγραφές προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές.

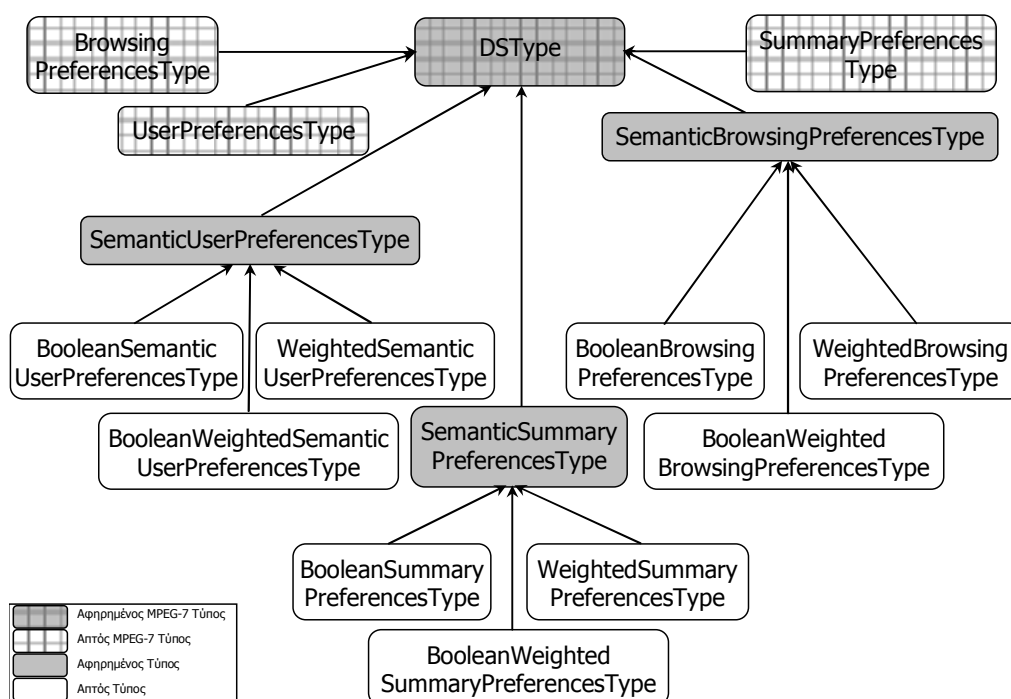
Ο τύπος "BooleanWeightedSemanticUserPreferencesType" αναπαριστά περιγραφές προτιμήσεων χρηστών βάσει σημαντικής με τιμές προτίμησης και δυαδικούς τελεστές που έχουν καθοριστεί σαφώς. Το στοιχείο BrowsingPreferences του τύπου "BooleanWeightedSemanticUserPreferencesType" είναι στιγμιότυπο του τύπου "BooleanWeightedBrowsingPreferencesType", ο οποίος αναπαριστά περιγραφές προτιμήσεων πλοήγησης βάσει σημαντικής με τιμές προτίμησης και δυαδικούς τελεστές που έχουν καθοριστεί σαφώς και επεκτείνει τον αφηρημένο τύπο "SemanticBrowsingPreferencesType". Το στοιχείο FilteringAndSearchPreferences του τύπου "BooleanWeightedSemanticUserPreferencesType" είναι στιγμιότυπο του τύπου "BooleanWeightedFilteringAndSearchPreferences" που αναπαριστά MP7QL περιγραφές προτιμήσεων φίλτρων και αναζήτησης με τιμές προτίμησης και δυαδικούς τελεστές που έχουν καθοριστεί σαφώς.

Οι επεκτάσεις της MPEG-7 ιεραρχίας τύπων με τους τύπους που ορίστηκαν στα πλαίσια της παρούσας διατριβής για την αναπαράσταση περιγραφών προτιμήσεων βάσει σημαντικής απεικονίζονται στην Εικόνα 96.

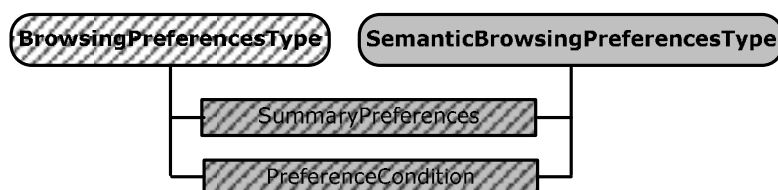
Η δομή των περιγραφών προτιμήσεων πλοήγησης απεικονίζεται στην Εικόνα 97. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 97, μια περιγραφή προτιμήσεων πλοήγησης απαρτίζεται από τα στοιχεία "SummaryPreferences", όπου αναπαρίστανται οι προτιμήσεις των χρηστών σχετικά με συνόψεις του οπτικοακουστικού υλικού που παράγονται (αυτόματα ή χειρωνακτικά) για αυτούς, και "PreferenceCondition", όπου δηλώνονται οι συνθήκες χρόνου και τόπου υπό τις οποίες ισχύει η τρέχουσα περιγραφή προτιμήσεων πλοήγησης.

Οι περιγραφές προτιμήσεων πλοήγησης που υπακούν το μοντέλο περιγραφών προτιμήσεων χρηστών που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής αναπαρίστανται από στιγμιότυπα των τύπων που επεκτείνουν, όπως φαίνεται στην Εικόνα 96, τον αφηρημένο τύπο "SemanticBrowsingPreferencesType", ο οποίος αναπαριστά περιγραφές προτιμήσεων πλοήγησης βάσει σημαντικής. Οι τύποι αυτοί είναι ο τύπος "WeightedBrowsingPreferencesType", ο τύπος "Boo-

leanBrowsingPreferencesType” και ο τύπος “BooleanWeightedBrowsingPreferencesType”.



Εικόνα 96: Επεκτάσεις της MPEG-7 Ιεραρχίας Τύπων για την αναπαράσταση Περιγραφών Προτιμήσεων βάσει Σημαντικής



Εικόνα 97: Η Δομή των MPEG-7 Περιγραφών Προτιμήσεων Πλοήγησης και των Περιγραφών Προτιμήσεων Πλοήγησης που βασίζονται στο Μοντέλο της παρούσας διατριβής

Ο τύπος “WeightedBrowsingPreferencesType” αναπαριστά περιγραφές προτιμήσεων πλοήγησης βάσει σημαντικής με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης. Μια περιγραφή προτιμήσεων πλοήγησης βάσει σημαντικής με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης *WBP* έχει τη μορφή που περιγράφεται τυπικά στην κανονική έκφραση (88), όπου:

$$WBP = (PC | WSP)^* [pv] [protected] \quad (88)$$

- Το στοιχείο *PC* περιγράφει τις συνθήκες χρόνου και τόπου υπό τις οποίες ισχύει η τρέχουσα περιγραφή προτιμήσεων πλοήγησης.
- Το στοιχείο *WSP* περιγράφει προτιμήσεις συνόψεων βάσει σημαντικής με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης.
- pv* είναι μια σαφώς καθορισμένη τιμή προτίμησης.
- Το γνώρισμα “protected” δηλώνει αν επιτρέπεται ή όχι η πρόσβαση στις προτιμήσεις πλοήγησης του χρήστη.

Ο τύπος “BooleanBrowsingPreferencesType” αναπαριστά περιγραφές προτιμήσεων πλοήγησης βάσει σημαντικής με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές. Μια περιγραφή προτιμήσεων πλοήγησης βάσει σημαντικής με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές *BBP* έχει τη μορφή

που περιγράφεται τυπικά στην κανονική έκφραση (89), όπου το στοιχείο `BSP` περιγράφει προτιμήσεις συνόψεων βάσει σημαντικής με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές.

$$BBP = (PC|BSP)^* [AND|OR|XOR][NOT] [protected] \quad (89)$$

Ο τύπος `BooleanWeightedBrowsingPreferencesType` αναπαριστά περιγραφές προτιμήσεων πλοήγησης βάσει σημαντικής με τιμές προτίμησης και δυαδικούς τελεστές που έχουν καθοριστεί σαφώς. Μια περιγραφή προτιμήσεων πλοήγησης βάσει σημαντικής με τιμές προτίμησης και δυαδικούς τελεστές που έχουν καθοριστεί σαφώς `BWBP` έχει τη μορφή που περιγράφεται τυπικά στην κανονική έκφραση (90), όπου το στοιχείο `BWSP` περιγράφει προτιμήσεις συνόψεων βάσει σημαντικής με τιμές προτίμησης και δυαδικούς τελεστές που έχουν καθοριστεί σαφώς.

$$BWBP = (PC|BWSP)^* [AND|OR|XOR] [pv] [protected] \quad (90)$$

Οι περιγραφές προτιμήσεων συνόψεων βάσει σημαντικής αναπαρίστανται από στιγμιότυπα των τύπων που επεκτείνουν, όπως φαίνεται στην Εικόνα 96, τον αφηρημένο τύπο `SemanticSummaryPreferencesType`, ο οποίος αναπαριστά περιγραφές προτιμήσεων συνόψεων βάσει σημαντικής. Οι τύποι αυτοί είναι ο τύπος `WeightedSummaryPreferencesType`, ο τύπος `BooleanSummaryPreferencesType` και ο τύπος `BooleanWeightedSummaryPreferencesType`.

Ο τύπος `WeightedSummaryPreferencesType` αναπαριστά περιγραφές προτιμήσεων συνόψεων βάσει σημαντικής με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης. Μια περιγραφή προτιμήσεων συνόψεων βάσει σημαντικής με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης `WSP` έχει τη μορφή που περιγράφεται τυπικά στην κανονική έκφραση (91), όπου:

$$WSP = (SType|(STheme pv)|WS)^* [pv] [SD][MaxSD][MinSD] [NoKF][MaxNoKF] [MinNoKF][NoC][MaxNoC][MinNoC] \quad (91)$$

- `SType` είναι ένας από τους επιθυμητούς τύπους σύντομης, που αναπαρίστανται από το στοιχείο `SummaryType` και μπορεί να έχει μια από τις τιμές `audio`, `visual`, `audioVisual`, `textual`, `keyAudioClips`, `keyVideoClips`, `keyAudioVisualClips`, `keyFrames`, `keySounds` και `keyThemes`.
- `STheme` είναι ένα από τα επιθυμητά θέματα σύντομης και αναπαρίστανται από το στοιχείο `SummaryTheme`.
- `WS` είναι ένα σύνολο συνθηκών σημαντικής με σαφώς καθορισμένες τιμές προτίμησης το οποίο περιγράφεται τυπικά στην κανονική έκφραση (70) της υποενότητας 5.2.1 και αναπαρίστανται από το στοιχείο `Semantic`.
- `SD` είναι η επιθυμητή διάρκεια της σύντομης, που αναπαρίστανται από το στοιχείο `SummaryDuration`.
- `MaxSD` είναι η μέγιστη επιτρεπτή διάρκεια της σύντομης, που αναπαρίστανται από το στοιχείο `MaxSummaryDuration`.
- `MinSD` είναι η ελάχιστη επιτρεπτή διάρκεια της σύντομης, που αναπαρίστανται από το στοιχείο `MinSummaryDuration`.
- `NoKF` είναι ο επιθυμητός αριθμός καρτέ-κλειδιών (`keyframes`) της σύντομης, που αναπαρίστανται από το στοιχείο `NumOfKeyFrames`.
- `MaxNoKF` είναι ο μέγιστος επιτρεπτός αριθμός καρτέ-κλειδιών της σύντομης, που αναπαρίστανται από το στοιχείο `MaxNumOfKeyFrames`.
- `MinNoKF` είναι ο ελάχιστος επιτρεπτός αριθμός καρτέ-κλειδιών της σύντομης, που αναπαρίστανται από το στοιχείο `MinNumOfKeyFrames`.
- `NoC` είναι ο επιθυμητός αριθμός χαρακτήρων της σύντομης (αν πρόκειται για σύντομη σε μορφή κειμένου), που αναπαρίστανται από το στοιχείο `NumOfChars`.

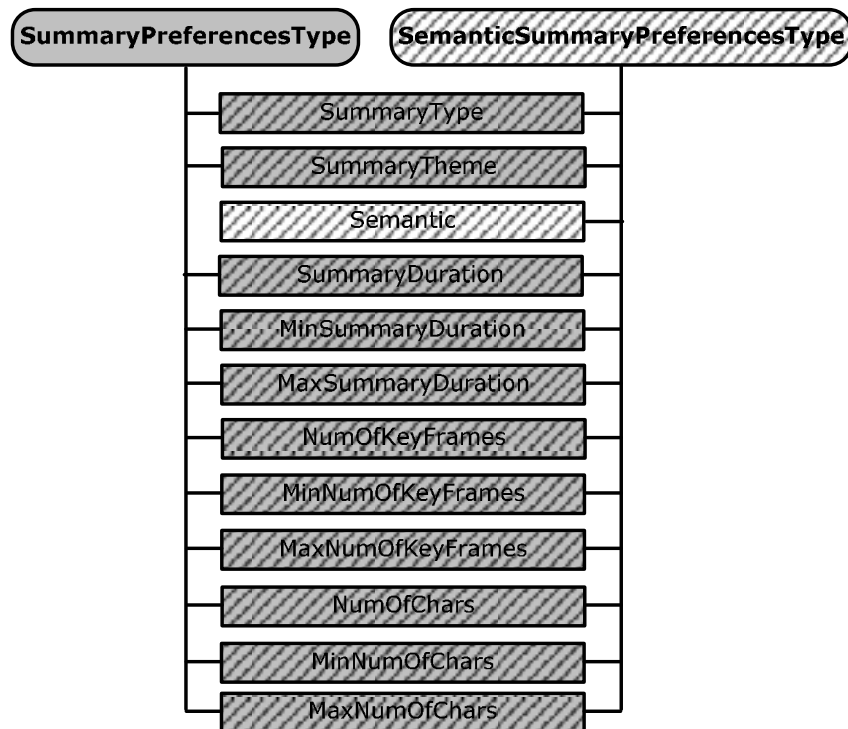
- `MaxNoC` είναι ο μέγιστος επιτρεπτός αριθμός χαρακτήρων της σύνοψης (αν πρόκειται για σύνοψη σε μορφή κειμένου), που αναπαρίσταται από το στοιχείο `"MaxNumOfChars"`.
- `MinNoC` είναι ο ελάχιστος επιτρεπτός αριθμός χαρακτήρων της σύνοψης (αν πρόκειται για σύνοψη σε μορφή κειμένου), που αναπαρίσταται από το στοιχείο `"MinNumOfChars"`.

Ο τύπος `"BooleanSummaryPreferencesType"` αναπαριστά περιγραφές προτιμήσεων συνόψεων βάσει σημαντικής με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές. Μια περιγραφή προτιμήσεων συνόψεων βάσει σημαντικής με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές `BSP` έχει τη μορφή που περιγράφεται τυπικά στην κανονική έκφραση (92), όπου `BS` είναι ένα σύνολο συνθηκών σημαντικής με σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές, το οποίο περιγράφεται τυπικά στην κανονική έκφραση (74) της υποενότητας 5.2.1 και αναπαρίσταται από το στοιχείο `"Semantic"`.

$$BSP = (SType | (STheme [AND | OR | XOR | [NOT]] | BS)^* [AND | OR | XOR | [NOT]] [SD] [MaxSD] [MinSD] [NoKF] [MaxNoKF] [MinNoKF] [NoC] [MaxNoC] [MinNoC]) \quad (92)$$

Ο τύπος `"BooleanWeightedSummaryPreferencesType"` αναπαριστά περιγραφές προτιμήσεων συνόψεων βάσει σημαντικής με τιμές προτίμησης και δυαδικούς τελεστές που έχουν καθοριστεί σαφώς. Μια περιγραφή `BWSP` προτιμήσεων συνόψεων βάσει σημαντικής με τιμές προτίμησης και δυαδικούς τελεστές που έχουν καθοριστεί σαφώς έχει τη μορφή που περιγράφεται τυπικά στην κανονική έκφραση (93), όπου `BWS` είναι ένα σύνολο συνθηκών σημαντικής με τιμές προτίμησης και δυαδικούς τελεστές που έχουν καθοριστεί σαφώς, το οποίο περιγράφεται τυπικά στην κανονική έκφραση (79) της υποενότητας 5.2.1 και αναπαρίσταται από το στοιχείο `"Semantic"`.

$$BWSP = (SType | (STheme [AND | OR | XOR] pv) | BWS)^* [AND | OR | XOR] [pv] [SD] [MaxSD] [MinSD] [NoKF] [MaxNoKF] [MinNoKF] [NoC] [MaxNoC] [MinNoC] \quad (93)$$



Εικόνα 98: Η Δομή των MPEG-7 Περιγραφών Προτιμήσεων Συνόψεων και των Περιγραφών Προτιμήσεων Συνόψεων που βασίζονται στο Μοντέλο της παρούσας διατριβής

Με βάση τα παραπάνω, η δομή των περιγραφών προτιμήσεων συνόψεων είναι αυτή που απεικονίζεται στην Εικόνα 98, όπου φαίνεται ότι σε επίπεδο στοιχείων (και όχι τρόπου συνδυασμού τους) η διαφορά της από τη δομή των MPEG-7 περιγραφών προτιμήσεων συνόψεων είναι το στοιχείο `"Semantic"`, όπου περιγράφονται οι συνθήκες σημαντικής.

Ως παράδειγμα περιγραφής προτιμήσεων πλοήγησης βάσει σημαντικής, έστω οι προτιμήσεις ενός χρήστη που θέλει μια σύνοψη η οποία θα περιέχει τα γκολ της εθνικής ομάδας ποδοσφαίρου της Γαλλίας, οι οποίες περιγράφονται σε τυπική σύνταξη στην έκφραση (94) και σε XML σύνταξη στην Εικόνα 99.

$$UP1 = WSP(WS(EventType \text{ AND } (exemplifies, Goal) \text{ AND } (agent, "France"))) 100 \quad (94)$$

```
<mpeg7:Description xsi:type="SemanticUserDescriptionType">
  <UserPreferences id="UP1" xsi:type="WeightedSemanticUserPreferencesType">
    <BrowsingPreferences xsi:type="WeightedBrowsingPreferencesType">
      <SummaryPreferences xsi:type="WeightedSummaryPreferencesType">
        <Semantic preferenceValue="100">
          <mp7q:SemanticBase xsi:type="mp7q:WeightedEventType" id="FGoal">
            <mp7q:Relation type="agent" target="#France"/>
            <mp7q:Relation type="exemplifies" target="#Goal"/>
          </mp7q:SemanticBase>
        </Semantic>
      </SummaryPreferences>
    </BrowsingPreferences>
  </UserPreferences>
</mpeg7:Description>
```

Εικόνα 99: Περιγραφή Προτιμήσεων Πλοήγησης βάσει Σημαντικής που αντιστοιχεί στην τυπική σύνταξη της έκφρασης (94)

Στο παράδειγμα αυτό θεωρείται ότι υπάρχουν η αφηρημένη οντότητα σημαντικής "Goal", η οποία αναπαριστά την κλάση των γκολ και η απτή οντότητα σημαντικής "France", που αναπαριστά την εθνική ομάδα ποδοσφαίρου της Γαλλίας.

Το μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων χρηστών που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής εκφράστηκε αρχικά σε XML Schema σύνταξη (που είναι διαθέσιμη στη διεύθυνση http://www.music.tuc.gr/delos/resources/SemanticUP_XS.zip) και στη συνέχεια σε OWL-DL σύνταξη, με την εφαρμογή του μοντέλου αντιστοίχησης XS2OWL από το σύστημα XS2OWL στην XML Schema σύνταξή του. Η OWL-DL σύνταξη του μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων χρηστών είναι η οντολογία εφαρμογής προτιμήσεων χρηστών βάσει σημαντικής που επεκτείνει την ανώτερη οντολογία του πλαισίου DS-MIRF και είναι διαθέσιμη στη διεύθυνση http://www.music.tuc.gr/delos/resources/SemanticUP_OWL.zip.

6.1.3. Ορισμός και Ενσωμάτωση Οντολογιών Περιοχής

Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής για τον ορισμό και την ενσωμάτωση OWL οντολογιών περιοχής στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF περιγράφεται σε αυτή την υποενότητα. Στόχος της μεθοδολογίας είναι η επέκταση της σημαντικής της ανώτερης οντολογίας και των οντολογιών εφαρμογών του πλαισίου DS-MIRF με γνώση περιοχής. Ο στόχος αυτός επιτυγχάνεται μέσω της υπαγωγής των κλάσεων των οντολογιών περιοχής που αναπαριστούν τους τύπους οντοτήτων από τους οποίους απαρτίζεται η γνώση περιοχής στις κλάσεις που αναπαριστούν τους γενικού σκοπού τύπους οντοτήτων της ανώτερης οντολογίας και των οντολογιών εφαρμογών, των οποίων και αποτελούν εξειδίκευση.

Η μεθοδολογία ορισμού OWL οντολογιών περιοχής ενταγμένων στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF αποτελείται από τα εξής βήματα:

1. Κάθε τύπος οντοτήτων ET που είναι απαραίτητος για την περιγραφή οπτικοακουστικού υλικού που αναφέρεται στην περιοχή τη γνώση σχετικά με την οποία θα αναπαριστά η οντολογία που θα οριστεί, αναπαρίσταται από μια OWL κλάση C . Οι οντότητες που είναι στιγμιότυπα του τύπου οντοτήτων ET αναπαριστούν οντότητες σημαντικής που μπορεί να εμφανίζονται σε οπτικοακουστικό υλικό που αναφέρεται στη συγκεκριμένη περιοχή.
 - 1.1. Η κλάση C υπάγεται στην κατάλληλη υποκλάση της κλάσης "SemanticBaseType" της ανώτερης οντολογίας του πλαισίου DS-MIRF (η οποία αναπαριστά οντότητες σημαντικής) και συγκεκριμένα:

- 1.1.1. Αν η κλάση C αναπαριστά γεγονότα υπάγεται στην κλάση "EventType".
- 1.1.2. Αν η κλάση C αναπαριστά αντικείμενα υπάγεται στην κλάση "ObjectType".
- 1.1.3. Αν η κλάση C αναπαριστά συμμετέχοντες υπάγεται στην κλάση "AgentObjectType".
- 1.1.4. Αν η κλάση C αναπαριστά τόπους υπάγεται στην κλάση "SemanticPlaceType".
- 1.1.5. Αν η κλάση C αναπαριστά χρονικές στιγμές ή διάρκειες υπάγεται στην κλάση "SemanticTimeType".
- 1.1.6. Αν η κλάση C αναπαριστά καταστάσεις υπάγεται στην κλάση "SemanticStateType".
- 1.1.7. Αν η κλάση C αναπαριστά έννοιες υπάγεται στην κλάση "ConceptType".

Για παράδειγμα, η οντότητα «ποδοσφαιριστής» στο ποδόσφαιρο θα αναπαρίσταται σε μια OWL οντολογία περιοχής που αναπαριστά γνώση περιοχής για ποδόσφαιρο από την κλάση "SoccerPlayerObject". Καθώς η κλάση "SoccerPlayerObject" αναπαριστά συμμετέχοντες στο ποδόσφαιρο, υπάγεται στην κλάση "AgentObjectType" της ανώτερης οντολογίας του πλαισίου DS-MIRF.

- 1.2. Τα χαρακτηριστικά του τύπου οντοτήτων που δε μπορούν να αναπαρασταθούν από τις ιδιότητες της υπερκλάσης της κλάσης C αναπαρίστανται από νέες ιδιότητες που έχουν ως πεδίο ορισμού την κλάση C . Αν ένα χαρακτηριστικό είναι απλού τύπου, αυτό αναπαρίσταται από μια ιδιότητα τύπου δεδομένων, ενώ αν ένα χαρακτηριστικό είναι σύνθετου τύπου, αυτό αναπαρίσταται από μια ιδιότητα αντικειμένων.

Για παράδειγμα, ο αριθμός της φανέλας ενός ποδοσφαιριστή αναπαρίσταται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων "shirtNumber", ακέραιου τύπου, της κλάσης "SoccerPlayerObject".

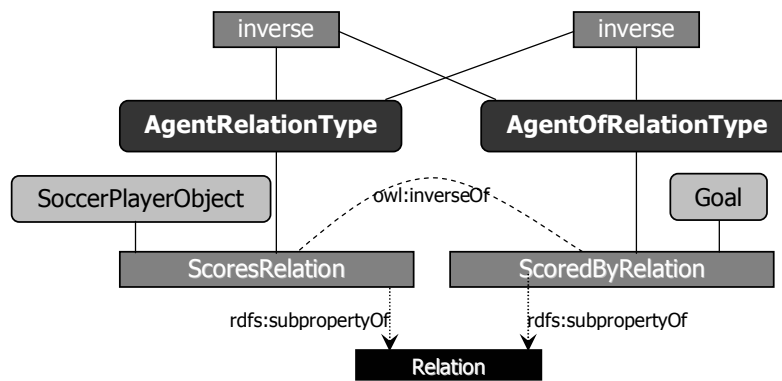
- 1.3. Επιπλέον περιορισμοί, οι οποίοι θα καθοδηγούν τη σωστή περιγραφή του οπτικοακουστικού υλικού, ορίζονται για τις ιδιότητες που κληρονομούνται από την υπερκλάση της νέας κλάσης.

Για παράδειγμα, σε μια οντολογία ποδοσφαίρου πρέπει να οριστεί ο περιορισμός στην ιδιότητα αντικειμένων "Affiliation" ότι κάθε ποδοσφαιριστής πρέπει να ανήκει σε μια τουλάχιστον ποδοσφαιρική ομάδα.

- 2. Τα στιγμιότυπα των τύπων οντοτήτων αναπαρίστανται από άτομα των κλάσεων που αναπαριστούν τους τύπους αυτούς στην οντολογία.
- 3. Ορίζονται επιπλέον περιορισμοί για την πηγή και το στόχο των γενικού σκοπού σχέσεων που αναπαρίστανται με βάση τις δομές της ανώτερης οντολογίας και της οντολογίας τυποποιημένων σχέσεων του πλαισίου DS-MIRF. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του ορισμού ιδιοτήτων αντικειμένων που επιτρέπουν τη σύνδεση σχέσεων με συγκεκριμένες κλάσεις και μόνο. Αν R είναι μια τυποποιημένη σχέση τότε:

- 3.1. Ορίζεται μια υποιδιότητα SR της ιδιότητας "Relation" (η οποία συνδέει οντότητες σημαντικής με τυποποιημένες σχέσεις), με πεδίο ορισμού την ένωση των κλάσεων που επιτρέπεται να αποτελούν πηγή της σχέσης R και πεδίο τιμών την κλάση των σχέσεων που έχουν τον ίδιο τύπο με τη σχέση R .

Για παράδειγμα, έστω ότι σε μια οντολογία ποδοσφαίρου πρέπει να οριστεί ο περιορισμός ότι γκολ μπορούν να πετύχουν μόνο οι ποδοσφαιριστές. Σε αυτή την περίπτωση, όπως φαίνεται στην Εικόνα 100, ορίζεται η ιδιότητα αντικειμένων "ScoresRelation" (που είναι υποιδιότητα της ιδιότητας "Relation"), με πεδίο ορισμού την κλάση "SoccerPlayerObject" και πεδίο τιμών την κλάση "AgentRelationType".



Εικόνα 100: Οι Ιδιότητες Αντικειμένων "ScoresRelation" και "ScoredByRelation"

3.2. Ορίζεται η αντίστροφη ιδιότητα *ISR* της ιδιότητας αντικειμένων *SR*, με πεδίο ορισμού το σύνολο των κλάσεων που επιτρέπεται να αποτελούν στόχο της σχέσης.

3.2.1. Αν η κλάση τυποποιημένων σχέσεων που είναι πεδίο τιμών της ιδιότητας αντικειμένων *SR* δεν είναι κατευθυνόμενη, η ίδια κλάση τυποποιημένων σχέσεων είναι πεδίο τιμών και της ιδιότητας αντικειμένων *ISR*.

3.2.2. Αν η κλάση τυποποιημένων σχέσεων που είναι πεδίο τιμών της ιδιότητας αντικειμένων *SR* είναι κατευθυνόμενη, η αντίστροφή της κλάση τυποποιημένων σχέσεων είναι πεδίο τιμών της ιδιότητας αντικειμένων *ISR*.

Έτσι, το παράδειγμα του βήματος 3.1 συμπληρώνεται με τον ορισμό της ιδιότητας αντικειμένων "ScoredByRelation", αντίστροφης της ιδιότητας "ScoresRelation", με πεδίο ορισμού την κλάση "Goal" (που αναπαριστά τα γκολ). Καθώς η κλάση "AgentRelationType", που είναι πεδίο τιμών της ιδιότητας "ScoresRelation", αναπαριστά κατευθυνόμενες σχέσεις, η ιδιότητα "ScoredByRelation" έχει πεδίο τιμών την κλάση "AgentOfRelationType" που αναπαριστά τις αντίστροφες των σχέσεων που ανήκουν στην κλάση "AgentRelationType".

Η μεθοδολογία ενσωμάτωσης OWL οντολογιών περιοχής στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF αποτελείται από τα εξής βήματα:

1. Κάθε κλάση της οντολογίας περιοχής που αναπαριστά οντότητες σημαντικής υπάγεται στην κατάλληλη υποκλάση της κλάσης "SemanticBaseType" της ανώτερης οντολογίας του πλαισίου DS-MIRF.
2. Εντοπίζονται οι ιδιότητες κάθε κλάσης της οντολογίας περιοχής που αναπαριστούν το ίδιο χαρακτηριστικό με κάποια ιδιότητα της κλάσης της ανώτερης οντολογίας του πλαισίου DS-MIRF στην οποία υπάγεται.
 - 2.1. Αν η σημαντική της ιδιότητας της οντολογίας περιοχής είναι υποσύνολο της σημαντικής της ιδιότητας της ανώτερης οντολογίας, οι ιδιότητες αυτές ορίζονται ως ισοδύναμες.
 - 2.2. Αν η σημαντική της ιδιότητας της οντολογίας περιοχής είναι πλουσιότερη της σημαντικής της ιδιότητας της ανώτερης οντολογίας, η ιδιότητα της οντολογίας περιοχής αποτελεί υποιδιότητα της ιδιότητας της ανώτερης οντολογίας.

Για να ελεγχθεί η ορθότητα της μεθοδολογίας που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής για τον ορισμό και την ενσωμάτωση OWL οντολογιών περιοχής στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF ορίστηκαν μια οντολογία ποδοσφαίρου (που είναι διαθέσιμη στη διεύθυνση <http://www.music.tuc.gr/delos/ontologies/soccer.zip>) και μια οντολογία για φόρμουλα 1 (που είναι διαθέσιμη στη διεύθυνση <http://www.music.tuc.gr/delos/ontologies/F1.zip>).

Η οντολογία ποδοσφαίρου αναπτύχθηκε με βάση τους κανόνες της FIFA [FIFA] και απαρτίζεται από:

- 195 κλάσεις, από τις οποίες 41 αναπαριστούν συμμετέχοντες, 22 τόπους, 5 αντικείμενα, 1 κατάσταση, 9 χρονικές στιγμές και διάρκειες και 117 γεγονότα.

- 29 ιδιότητες τύπου δεδομένων, από τις οποίες 10 αναφέρονται σε συμμετέχοντες, 4 σε τόπους, 2 σε αντικείμενα, 8 σε καταστάσεις, 2 σε χρονικές στιγμές και διάρκειες και 3 σε γεγονότα.
- 94 ιδιότητες αντικειμένων, από τις οποίες 37 αναφέρονται σε συμμετέχοντες, 18 σε τόπους, 2 σε αντικείμενα, 1 σε κατάσταση, 6 σε χρονικές στιγμές και διάρκειες και 30 σε γεγονότα.
- 31 άτομα, από τα οποία 23 αναπαριστούν συμμετέχοντες και 8 γεγονότα.
- 403 αξιώματα, από τα οποία 119 αναφέρονται σε συμμετέχοντες, 58 σε τόπους, 12 σε αντικείμενα, 9 σε καταστάσεις, 26 σε χρονικές στιγμές και διάρκειες και 179 σε γεγονότα.

Η οντολογία για φόρμουλα 1 αναπτύχθηκε με βάση τους κανόνες της FIA [FIA], παρουσιάστηκε σε τεχνικούς της ομάδας φόρμουλα 1 Ferrari και τροποποιήθηκε βάσει των σχολίων τους. Η οντολογία για φόρμουλα 1 απαρτίζεται από:

- 207 κλάσεις, από τις οποίες 40 αναπαριστούν συμμετέχοντες, 16 τόπους, 47 αντικείμενα, 11 καταστάσεις, 11 χρονικές στιγμές και διάρκειες και 82 γεγονότα.
- 20 ιδιότητες τύπου δεδομένων, από τις οποίες 3 αναφέρονται σε αντικείμενα και 17 σε καταστάσεις.
- 68 ιδιότητες αντικειμένων, από τις οποίες 10 αναφέρονται σε συμμετέχοντες, 10 σε τόπους, 3 σε αντικείμενα, 14 σε καταστάσεις, 19 σε χρονικές στιγμές και διάρκειες και 12 σε γεγονότα.
- 12 άτομα, από τα οποία 6 αναπαριστούν συμμετέχοντες και 6 καταστάσεις.
- 360 αξιώματα, από τα οποία 57 αναφέρονται σε συμμετέχοντες, 37 σε τόπους, 57 σε αντικείμενα, 54 σε καταστάσεις, 49 σε χρονικές στιγμές και διάρκειες και 106 σε γεγονότα.

6.2. Μοντέλο Αντιστοίχισης OWL Δομών με MPEG-7 Δομές

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές, το οποίο βασίζεται στο μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής (βλέπε 4^ο κεφάλαιο για λεπτομέρειες), επιτρέπει το μετασχηματισμό OWL οντολογιών περιοχής και OWL/RDF περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού σε MPEG-7 περιγραφές. Το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές έχει υλοποιηθεί στο συστατικό λογισμικού GraphOnto, το οποίο επιτρέπει τον ορισμό και τη διαχείριση OWL οντολογιών και OWL/RDF περιγραφών.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται η αναπαράσταση OWL οντολογιών περιοχής με MPEG-7 δομές στην υποενότητα 6.2.1 και η αναπαράσταση OWL/RDF περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού με MPEG-7 δομές στην υποενότητα 6.2.2.

6.2.1. Αναπαράσταση OWL Οντολογιών Περιοχής με MPEG-7 Δομές

Σε αυτή την υποενότητα περιγράφεται η αναπαράσταση, με MPEG-7 δομές, OWL οντολογιών περιοχής που έχουν ενσωματωθεί στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF. Έτσι, κάθε οντολογία περιοχής αναπαρίσταται από μια MPEG-7 περιγραφή.

Οι περιγραφές που παράγονται υπακούν στο μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής και περιγράφηκε στο 4^ο κεφάλαιο. Η χρήση του μοντέλου αυτού διασφαλίζει ότι τόσο οι παραγόμενες περιγραφές όσο και οι περιγραφές που αναφέρονται σε αυτές είναι συμβατές με το πρότυπο MPEG-7 και μπορούν να αξιοποιηθούν από όλες τις εφαρμογές που το υποστηρίζουν, καθώς δε χρησιμοποιούν δομές που ορίζονται εκτός του προτύπου MPEG-7 (όπως θα γινόταν αν οι οντολογίες περιοχής μετατρέπονταν σε XML σχήματα που θα επέκτειναν τους MPEG-7 τύπους).

Καθώς το πρότυπο MPEG-7 εκφράζεται σε XML/XML Schema σύνταξη, για να διασφαλιστεί η ορθότητα των MPEG-7 περιγραφών που παράγονται κατά τη μετατροπή OWL οντολογιών περιοχής σε MPEG-7 περιγραφές, απαιτείται γνώση που δεν αποτυπώνεται στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF. Η γνώση αυτή περιλαμβάνει την αντιστοίχιση των δομών της ανώτερης οντολογίας του πλαισίου DS-MIRF με τις δομές της XML/XML Schema σύνταξης του προτύπου MPEG-7, καθώς και πληροφορία για τις δομές αυτές που δε μπορεί να εκφραστεί σε OWL σύνταξη (όπως για παρά-

δειγμα οι εξ' ορισμού τιμές, οι θέσεις των στοιχείων των XML Schema ακολουθιών κ.α.). Η γνώση αυτή αναπαρίσταται στην OWL-DL οντολογία *OWL2MPEG7Rules*, που είναι διαθέσιμη στη διεύθυνση <http://www.music.tuc.gr/ontologies/OWL2XMLRules/OWL2MPEG7Rules>. Η οντολογία *OWL2MPEG7Rules* βασίζεται στο μοντέλο *OWL2XMLRules*, το οποίο αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής (βλέπε ενότητα 3.2 για λεπτομέρειες) για την αναπαράσταση XML Schema δομών που δε μπορούν να εκφραστούν άμεσα σε OWL σύνταξη.

Στις παραγράφους που ακολουθούν παρουσιάζεται η αναπαράσταση με MPEG-7 δομές τόσο των OWL οντολογιών περιοχής όσο και των δομικών στοιχείων τους (κλάσεων, ιδιοτήτων, ατόμων και αξιωμάτων) και η υποενότητα κλείνει με τη συνοπτική παρουσίαση του μοντέλου και των ιδιοτήτων του.

Αναπαράσταση OWL Οντολογιών με MPEG-7 Δομές

Με βάση το μοντέλο αντιστοίχησης OWL δομών με MPEG-7 δομές που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής, μια OWL οντολογία περιοχής αναπαρίσταται από μια MPEG-7 περιγραφή η οποία περιέχει ένα στοιχείο "Description", τύπου "SemanticDescriptionType", το οποίο υλοποιεί μια αφηρημένη περιγραφή σημαντικής.

Έστω μια OWL οντολογία περιοχής $\mathcal{O}$, που περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση 95, όπου:

$$O(\text{do_name}, \text{label}, \text{comment}, \text{imported_ontologies}, \text{classes}, \text{properties}, \text{individuals}) \quad (95)$$

- *do_name* είναι το όνομα της XML οντότητας που αντιστοιχεί στην οντολογία $\mathcal{O}$ και υλοποιείται με τη δομή `!ENTITY`.
- *label* είναι η (προαιρετική) ετικέτα της οντολογίας $\mathcal{O}$ και υλοποιείται με τη δομή `rdfs:label`.
- *comment* είναι ένα (προαιρετικό) σχόλιο περιγραφής της οντολογίας $\mathcal{O}$ και υλοποιείται με τη δομή `rdfs:comment`.
- *imported_ontologies* είναι το σύνολο των οντολογιών που εισάγονται, μέσω της δομής `owl:imports`, στην οντολογία $\mathcal{O}$.
- *classes* είναι το σύνολο των κλάσεων της οντολογίας $\mathcal{O}$.
- *properties* είναι το σύνολο των ιδιοτήτων (τύπου δεδομένων και αντικειμένων) της οντολογίας $\mathcal{O}$.
- *individuals* είναι το σύνολο των ατόμων της οντολογίας $\mathcal{O}$.

Η οντολογία περιοχής $\mathcal{O}$ αναπαρίσταται στην παραγόμενη MPEG-7 περιγραφή από μια αφηρημένη περιγραφή σημαντικής που υλοποιείται από ένα στοιχείο "Description" D , τύπου "SemanticDescriptionType". Το στοιχείο D διαθέτει ένα στοιχείο "Semantics" S , τύπου "SemanticType", το οποίο περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση 96, όπου:

$$S(\text{id}, \text{alevel}, \text{l}, \text{d}, \text{iop}, \text{sop}, \text{p}, \text{sb}, \text{r}) \quad (96)$$

- *id* είναι η ταυτότητα του στοιχείου S , που αναπαρίσταται από το γνώρισμα "id" και έχει τιμή *do_name*.
- *alevel* είναι η τιμή του γνωρίσματος "dimension" του στοιχείου "AbstractionLevel" του στοιχείου S και έχει τιμή 1. Με αυτό τον τρόπο δηλώνεται ότι η συγκεκριμένη περιγραφή σημαντικής είναι αφηρημένη και δεν περιγράφει συγκεκριμένο οπτικοακουστικό υλικό.
- *l* είναι η ετικέτα του στοιχείου S και αναπαρίσταται από την τιμή του υποστοιχείου "Name" του στοιχείου "Label" που περιέχεται στο στοιχείο S . Αν η οντολογία $\mathcal{O}$ διαθέτει ετικέτα, το *l* έχει ως τιμή την τιμή *label*, διαφορετικά έχει ως τιμή την τιμή *do_name*.
- *d* είναι η (προαιρετική) περιγραφή του στοιχείου S , που ορίζεται αν υπάρχει σχόλιο περιγραφής της οντολογίας $\mathcal{O}$, αναπαρίσταται από την τιμή του υποστοιχείου "FreeTextAnnotation" ενός στοιχείου "Definition" που ορίζεται μέσα στο στοιχείο S και έχει τιμή *comment*.

- iop είναι το σύνολο των δηλώσεων των οντολογιών που εισάγονται στην οντολογία O . Κάθε μέλος του συνόλου iop είναι μια δήλωση οντολογίας που αναπαρίσταται από ένα στοιχείο "Property" OD, το οποίο ορίζεται μέσα στο στοιχείο s (βλέπε υποενότητα 4.1.1 για λεπτομέρειες).
- sop είναι η δήλωση της οντολογίας O που αναπαρίσταται από ένα στοιχείο "Property" SOD, το οποίο ορίζεται μέσα στο στοιχείο s (βλέπε υποενότητα 4.1.1 για λεπτομέρειες).
- sb είναι τα στοιχεία "SemanticBase" του στοιχείου s , τα οποία αναπαριστούν τις κλάσεις και τα άτομα της οντολογίας O .
- p είναι τα στοιχεία "Property" του στοιχείου s , τα οποία αναπαριστούν ιδιότητες (τύπου δεδομένων και αντικειμένων) της οντολογίας O .
- r είναι τα στοιχεία "Relation" του στοιχείου s , τα οποία αναπαριστούν ιδιότητες αντικειμένων της οντολογίας O .

```
<!ENTITY soccer "http://127.0.0.1/ontologies/DomainOntologies/soccer/soccer#">
<rdf:RDF>
  <owl:Ontology rdf:about="">
    <rdfs:label>Soccer Ontology</rdfs:label>
    <rdfs:comment>OWL Ontology for Soccer</rdfs:comment>
  </owl:Ontology>
  ...
</rdf:RDF>
```

Εικόνα 101: Τμήμα OWL Οντολογίας Ποδοσφαίρου

```
<Mpeg7 xmlns="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001
C:\dbxml\mds-visual-2003sa.xsd">
  <Description xsi:type="SemanticDescriptionType">
    <Semantics id="soccer">
      <AbstractionLevel dimension="1"/>
      <Label>
        <Name>Soccer Ontology</Name>
      </Label>
      <Definition>
        <FreeTextAnnotation>OWL Ontology for Soccer</FreeTextAnnotation>
      </Definition>
      <Property>
        <Name>Ontology Self</Name>
        <Definition>socceragents</Definition>
        <Term>
          <Name>href</Name>
          <Definition>
            "http://127.0.0.1/ontologies/DomainOntologies/soccer/socceragents#"
          </Definition>
        </Term>
      </Property>
      ...
    </Semantics>
  </Description>
</Mpeg7>
```

Εικόνα 102: Το τμήμα της παραγόμενης MPEG-7 Περιγραφής που αναπαριστά το τμήμα της OWL Οντολογίας Ποδοσφαίρου που φαίνεται στην Εικόνα 101

Για παράδειγμα, έστω η οντολογία ποδοσφαίρου ένα τμήμα της οποίας φαίνεται στην Εικόνα 101. Το τμήμα αυτό της οντολογίας αναπαρίσταται στην MPEG-7 περιγραφή που αποτελεί την έκφραση

της οντολογίας σε MPEG-7 σύνταξη από το στοιχείο "Description", τύπου "SemanticDescriptionType" που φαίνεται στην Εικόνα 102.

Αναπαράσταση OWL Κλάσεων με MPEG-7 Δομές

Οι κλάσεις των OWL οντολογιών περιοχής που έχουν ενσωματωθεί στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF αναπαρίστανται στις MPEG-7 περιγραφές που αντιστοιχούν στις οντολογίες περιοχής από αφηρημένες MPEG-7 οντότητες σημαντικής, που υλοποιούνται ως στοιχεία "SemanticBase".

Έστω μια OWL κλάση C , που ανήκει σε μια οντολογία περιοχής που έχει ενσωματωθεί στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF και περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση 97, όπου:

$$C(cid, superclass, subclasses, UOn_ancestor, label, comment, properties) \quad (97)$$

- cid είναι η ταυτότητα της κλάσης C .
- $superclass$ είναι η ταυτότητα της υπερκλάσης της κλάσης C .
- $subclasses$ είναι το σύνολο των υποκλάσεων της κλάσης C .
- $UOn_ancestor$ είναι η ταυτότητα του πιο κοντινού προγόνου της κλάσης C που ανήκει στην ανώτερη οντολογία του πλαισίου DS-MIRF.
- $label$ είναι η (προαιρετική) ετικέτα της κλάσης C .
- $comment$ είναι ένα (προαιρετικό) σχόλιο περιγραφής της κλάσης C .
- $properties$ είναι οι ιδιότητες της κλάσης C .

Η κλάση C αναπαρίστανται στην παραγόμενη MPEG-7 περιγραφή από ένα στοιχείο "SemanticBase" ASB, που περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση 98, όπου:

$$ASB(id, type, alevel, l, d, spec_relation, gen_relations, exby_relations, p, r) \quad (98)$$

- id είναι η ταυτότητα του στοιχείου ASB, που αναπαρίστανται από το γνώρισμα "id" και έχει τιμή cid .
- $type$ είναι ο τύπος του στοιχείου ASB, που αναπαρίστανται από την τιμή του γνωρίσματος "xsi:type" και έχει ως τιμή το όνομα του MPEG-7 τύπου που αναπαριστά η κλάση $UOn_ancestor$ της ανώτερης οντολογίας, το οποίο εντοπίζεται μέσω της οντολογίας OWL2MPEG7Rules.
- $alevel$ είναι η τιμή του γνωρίσματος "dimension" του στοιχείου "AbstractionLevel" του στοιχείου ASB και έχει τιμή 1. Με αυτό τον τρόπο δηλώνεται ότι το στοιχείο ASB αναπαριστά μια αφηρημένη οντότητα σημαντικής.
- l είναι η ετικέτα του στοιχείου ASB. Αν η κλάση C διαθέτει ετικέτα, το l έχει ως τιμή την τιμή $label$, διαφορετικά έχει ως τιμή την τιμή cid .
- d είναι η (προαιρετική) περιγραφή του στοιχείου ASB, που ορίζεται αν υπάρχει σχόλιο περιγραφής της κλάσης C και έχει τιμή $comment$.
- $spec_relation$ είναι ένα στοιχείο "Relation" που ορίζεται μόνο αν $superclass \neq UOn_ancestor$ και αναπαριστά την MPEG-7 σχέση τύπου "specializes" που συνδέει το στοιχείο ASB με την αφηρημένη οντότητα σημαντικής που αναπαριστά την κλάση $superclass$. Έτσι, αναπαρίστανται το αξίωμα της εξειδίκευσης κλάσεων.
- $gen_relations$ είναι ένα σύνολο στοιχείων "Relation" που αναπαριστούν MPEG-7 σχέσεις τύπου "generalizes" οι οποίες συνδέουν το στοιχείο ASB με τις αφηρημένες οντότητες σημαντικής που αναπαριστούν τις υποκλάσεις της κλάσης C . Έτσι, αναπαρίστανται το αξίωμα της γενίκευσης κλάσεων. Έτσι, αναπαρίστανται το αξίωμα της υπαγωγής ατόμων σε κλάσεις.

- `exby_relations` είναι ένα σύνολο στοιχείων "Relation" που αναπαριστούν MPEG-7 σχέσεις τύπου "exemplifiedBy" οι οποίες συνδέουν το στοιχείο ASB με τις απτές οντότητες σημαντικής που αναπαριστούν τα άτομα που ανήκουν στην κλάση C.
- `p` είναι το σύνολο των στοιχείων "Property" του στοιχείου ASB, τα οποία αναπαριστούν ιδιότητες της κλάσης C.
- `r` είναι το σύνολο των στοιχείων "Relation" του στοιχείου ASB, τα οποία αναπαριστούν ιδιότητες αντικειμένων της κλάσης C.

Για παράδειγμα, έστω οι OWL κλάσεις "GameAction" και "PlayerAction" της οντολογίας ποδοσφαίρου μέρος της οποίας παρουσιάστηκε στην Εικόνα 101, οι οποίες φαίνονται στην Εικόνα 103 και αναπαριστούν αντίστοιχα αγωνιστικές δραστηριότητες στο ποδόσφαιρο και δραστηριότητες ποδοσφαιριστών. Έστω ακόμα ότι η κλάση "GameAction" είναι υπερκλάση της κλάσης "PlayerAction". Οι κλάσεις αυτές αναπαρίστανται στην παραγόμενη MPEG-7 περιγραφή από τα "SemanticBase" στοιχεία "GameAction" και "PlayerAction" που φαίνονται στην Εικόνα 104.

```
<owl:Class rdf:ID="GameAction">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&BaseURL;&MDS;EventType"/>
  <rdfs:label>Game Action</rdfs:label>
  <rdfs:comment>Class Representing Soccer Game Actions</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="PlayerAction">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#GameAction"/>
  <rdfs:label>Player Action</rdfs:label>
</owl:Class>
```

Εικόνα 103: Οι OWL κλάσεις "GameAction" και "PlayerAction"

```
<SemanticBase xsi:type="EventType" id="GameAction">
  <AbstractionLevel dimension="1"/>
  <Label>
    <Name>Game Action</Name>
  </Label>
  <Definition>
    <FreeTextAnnotation>
      Class Representing Soccer Game Actions
    </FreeTextAnnotation>
  </Definition>
  <Relation type="generalizes" source="#GameAction" target="#PlayerAction"/>
</SemanticBase>
<SemanticBase xsi:type="EventType" id="PlayerAction">
  <AbstractionLevel dimension="1"/>
  <Label>
    <Name>Player Action</Name>
  </Label>
  <Relation type="specializes" source="#PlayerAction" target="#GameAction"/>
</SemanticBase>
```

Εικόνα 104: Τμήμα της Παραγόμενης MPEG-7 Περιγραφής που αναπαριστά την Οντολογία Ποδοσφαίρου, που περιέχει τις αναπαραστάσεις των OWL Κλάσεων "GameAction" και "PlayerAction"

Αναπαράσταση OWL Ιδιοτήτων Τύπου Δεδομένων με MPEG-7 Δομές

Οι ιδιότητες τύπου δεδομένων των OWL οντολογιών περιοχής που έχουν ενσωματωθεί στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF αναπαρίστανται στις MPEG-7 περιγραφές που αντιστοιχούν στις οντολογίες περιοχής από στοιχεία "Property" και στοιχεία "AttributeValuePair".

Έστω μια OWL ιδιότητα τύπου δεδομένων dp , που ανήκει σε μια οντολογία περιοχής που έχει ενσωματωθεί στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF και περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση 99, όπου:

$$dp(dp_id, range, domain, value, label, comment) \quad (99)$$

- dp_id είναι η ταυτότητα της ιδιότητας τύπου δεδομένων dp .
- $domain$ είναι το πεδίο ορισμού της ιδιότητας τύπου δεδομένων dp .
- $range$ είναι το πεδίο τιμών της ιδιότητας τύπου δεδομένων dp .
- $value$ είναι η (προαιρετική) προκαθορισμένη τιμή της ιδιότητας τύπου δεδομένων dp , η οποία καθορίζεται μέσω περιορισμού τιμής που υλοποιείται μέσω της δομής `owl:hasValue`.
- $label$ είναι η (προαιρετική) ετικέτα της ιδιότητας τύπου δεδομένων dp .
- $comment$ είναι ένα (προαιρετικό) σχόλιο περιγραφής της ιδιότητας τύπου δεδομένων dp .

Η αναπαράσταση της ιδιότητας τύπου δεδομένων dp σε MPEG-7 σύνταξη διαφέρει, ανάλογα με το αν το πεδίο ορισμού της ιδιότητας τύπου δεδομένων dp είναι ή όχι υποκλάση της κλάσης `SemanticStateType`.

Αν το πεδίο ορισμού της ιδιότητας τύπου δεδομένων dp είναι υποκλάση της κλάσης `SemanticStateType`, η ιδιότητα τύπου δεδομένων dp αναπαρίσταται από ένα στοιχείο `AttributeValuePair` AVDP (βλέπε υποενότητα 4.1.3 για λεπτομέρειες).

Για παράδειγμα, έστω ότι μέρος της κατάστασης μιας ομάδας ποδοσφαίρου κατά τη διάρκεια ενός αγώνα αποτελεί ο αριθμός των παικτών που παρατάσσει στο γήπεδο, οπότε η κατάσταση της ομάδας αναπαρίσταται από την κλάση `SoccerTeamGameState` και ο αριθμός των παικτών που η ομάδα παρατάσσει στο γήπεδο αναπαρίσταται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων `InitialNumOfPlayers` της κλάσης αυτής. Έστω τώρα ότι σε κάποιο τουρνουά είναι μέρος των κανονισμών οι ομάδες να παρατάσσουν υποχρεωτικά 11 παίκτες. Στην περίπτωση αυτή ορίζεται μια υποκλάση της κλάσης `SoccerTeamGameState`, η κλάση `TournamentSoccerTeamGameState` που απαιτεί η τιμή της ιδιότητας `InitialNumOfPlayers` να είναι 11. Η ιδιότητα `InitialNumOfPlayers` της κλάσης `TournamentSoccerTeamGameState` αναπαρίσταται σε MPEG-7 σύνταξη από το στοιχείο `AttributeValuePair` που φαίνεται στην Εικόνα 105, το οποίο περιέχεται μέσα στο `SemanticBase` στοιχείο που αναπαριστά την κλάση `TournamentSoccerTeamGameState`.

```
<AttributeValuePair>
  <Attribute>
    <Name>InitialNumOfPlayers</Name>
  </Attribute>
  <TextValue>integer</TextValue>
  <IntegerValue>11</IntegerValue>
</AttributeValuePair>
```

Εικόνα 105: Αναπαράσταση, σε MPEG-7 σύνταξη, της Ιδιότητας Τύπου Δεδομένων "InitialNumOfPlayers"

Αν το πεδίο ορισμού της ιδιότητας τύπου δεδομένων dp δεν είναι η κλάση `SemanticStateType`, η ιδιότητα τύπου δεδομένων dp αναπαρίσταται από ένα στοιχείο `Property` DP (βλέπε υποενότητα 4.1.3 για λεπτομέρειες).

Για παράδειγμα, έστω ότι οι ποδοσφαιριστές αναπαρίστανται από την κλάση `SoccerPlayerObject` και ο αριθμός της φανέλας κάποιου ποδοσφαιριστή αναπαρίσταται από την ιδιότητα τύπου δεδομένων `shirtNumber`. Έστω τώρα ότι σε κάποιο τουρνουά είναι μέρος των κανονισμών οι τερματοφύλακες να έχουν πάντα τη φανέλα με αριθμό 1. Στην περίπτωση αυτή ορίζεται μια υποκλάση της κλάσης `SoccerPlayerObject`, η κλάση `TournamentGoalkeeper`, που απαιτεί

η τιμή της ιδιότητας "shirtNumber" να είναι 1. Η ιδιότητα τύπου δεδομένων "shirtNumber" αναπαρίσταται από το στοιχείο "Property" που φαίνεται στην Εικόνα 106, το οποίο περιέχεται στο "SemanticBase" στοιχείο που αναπαριστά την κλάση "TournamentGoalkeeper".

```
<Property>
  <Name>shirtNumber</Name>
  <Definition>integer</Definition>
  <Term>
    <Name>fixed</Name>
    <Definition>1</Definition>
  </Term>
</Property>
```

Εικόνα 106: Αναπαράσταση, σε MPEG-7 σύνταξη, της Ιδιότητας Τύπου Δεδομένων "shirt-Number"

Αναπαράσταση OWL Ιδιοτήτων Αντικειμένων με MPEG-7 Δομές

Οι ιδιότητες αντικειμένων των OWL οντολογιών περιοχής που έχουν ενσωματωθεί στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF αναπαρίστανται σε MPEG-7 σύνταξη από στοιχεία "Property", από στοιχεία "AttributeValuePair" και από στοιχεία "Relation".

Έστω μια OWL ιδιότητα αντικειμένων op , που ανήκει σε μια οντολογία περιοχής που έχει ενσωματωθεί στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF. Η ιδιότητα αντικειμένων op περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση 100, όπου:

$$op(op_id, range, domain, value, label, comment) \quad (100)$$

- op_id είναι η ταυτότητα της ιδιότητας αντικειμένων op .
- $domain$ είναι το πεδίο ορισμού της ιδιότητας αντικειμένων op .
- $range$ είναι το πεδίο τιμών της ιδιότητας αντικειμένων op .
- $value$ είναι η (προαιρετική) προκαθορισμένη τιμή της ιδιότητας αντικειμένων op .
- $label$ είναι η (προαιρετική) ετικέτα της ιδιότητας αντικειμένων op .
- $comment$ είναι ένα (προαιρετικό) σχόλιο περιγραφής της ιδιότητας αντικειμένων op .

Για την αναπαράσταση της ιδιότητας αντικειμένων op σε MPEG-7 σύνταξη διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις: **(α)** Το πεδίο ορισμού της ιδιότητας αντικειμένων op είναι κάποια υποκλάση της κλάσης "SemanticStateType" και η ιδιότητα αντικειμένων op έχει πεδίο τιμών κάποια από τις κλάσεις "IntegerMatrixType", "FloatMatrixType", "TextualType" (ή κάποια υποκλάση της στην ανώτερη οντολογία), "TextAnnotationType" (ή κάποια υποκλάση της στην ανώτερη οντολογία), "ControlledTermUseType" (ή κάποια υποκλάση της στην ανώτερη οντολογία), και "DType" (ή κάποια υποκλάση της στην ανώτερη οντολογία); **(β)** Το πεδίο ορισμού της ιδιότητας αντικειμένων op είτε δεν ορίζεται είτε είναι υποκλάση της κλάσης "SemanticBaseType" (εκτός από την κλάση "SemanticStateType" και τις υποκλάσεις της) και το πεδίο τιμών της είναι η κλάση "InlineTermDefinitionType" ή κάποια υποκλάση της στην ανώτερη οντολογία; **(γ)** Το πεδίο ορισμού της ιδιότητας αντικειμένων op είναι υποκλάση της κλάσης "SemanticBaseType" (ή κάποιας υποκλάσης της, εκτός από την κλάση "SemanticStateType") και το πεδίο τιμών της η κλάση "SemanticBaseType" ή κάποια υποκλάση της; και **(δ)** Το πεδίο ορισμού της ιδιότητας αντικειμένων op είναι υποκλάση της κλάσης "SemanticBaseType" (ή κάποιας υποκλάσης της, εκτός από την κλάση "SemanticStateType"), ενώ το πεδίο τιμών της δεν είναι ούτε η κλάση "InlineTermDefinitionType" (ή κάποια υποκλάση της στην ανώτερη οντολογία) ούτε η κλάση "SemanticBaseType" (ή κάποια υποκλάση της).

Αν το πεδίο ορισμού της ιδιότητας αντικειμένων op είναι κάποια υποκλάση της κλάσης "SemanticStateType" και η ιδιότητα αντικειμένων op έχει πεδίο τιμών κάποια από τις κλάσεις "Inte-

gerMatrixType", "FloatMatrixType", "TextualType" (ή κάποια υποκλάση της στην ανώτερη οντολογία), "TextAnnotationType" (ή κάποια υποκλάση της στην ανώτερη οντολογία), "ControlledTermUseType" (ή κάποια υποκλάση της στην ανώτερη οντολογία), και "DType" (ή κάποια υποκλάση της στην ανώτερη οντολογία), η ιδιότητα αντικειμένων *op* αναπαρίσταται από ένα στοιχείο "AttributeValuePair" AVOP (βλέπε υποενότητα 4.1.3 για λεπτομέρειες).

Για παράδειγμα, έστω ότι η κατάσταση μιας ομάδας ποδοσφαίρου διαθέτει την ιδιότητα "Status" τύπου "TextAnnotationType", που δηλώνει το είδος της ομάδας και μπορεί να έχει μια από τις τιμές επαγγελματική ("professional"), ημιεπαγγελματική ("semiprofessional") ή ερασιτεχνική ("amateur"). Έστω τώρα ότι σε κάποιο τουρνουά είναι μέρος των κανονισμών οι ομάδες να είναι επαγγελματικές. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται στην κλάση "TournamentSoccerTeamGameState" η τιμή της ιδιότητας "Status" να είναι η τιμή του ατόμου με ταυτότητα "professional" που φαίνεται στην Εικόνα 107. Η ιδιότητα "Status" της κλάσης "TournamentSoccerTeamGameState" αναπαρίσταται σε MPEG-7 σύνταξη στο στοιχείο "TextAnnotationValue" που φαίνεται στην Εικόνα 108, το οποίο περιέχεται μέσα στο "SemanticBase" στοιχείο που αναπαριστά την κλάση "TournamentSoccerTeamGameState".

```
<Status>
  <TextAnnotationType rdf:ID="professional">
    <FreeTextAnnotation>
      <TextualType rdf:ID="professionalFTA">
        <contentString>Professional</contentString>
      </TextualType>
    </FreeTextAnnotation>
  </TextAnnotationType>
</Status>
```

Εικόνα 107: Στιγμιότυπο της Ιδιότητας Αντικειμένων "Status" της κλάσης "TournamentSoccerTeamGameState"

```
<AttributeValuePair>
  <Attribute>
    <Name>Status</Name>
  </Attribute>
  <TextValue>TextAnnotationType</TextValue>
  <TextAnnotationValue id="professional">
    <FreeTextAnnotation id="professionalFTA">
      Professional
    </FreeTextAnnotation>
  </TextAnnotationValue>
</AttributeValuePair>
```

Εικόνα 108: Αναπαράσταση, σε MPEG-7 σύνταξη, της Ιδιότητας Αντικειμένων "Status"

Αν το πεδίο ορισμού της ιδιότητας αντικειμένων *op* είτε δεν ορίζεται είτε είναι υποκλάση της κλάσης "SemanticBaseType" (εκτός από την κλάση "SemanticStateType" και τις υποκλάσεις της) και το πεδίο τιμών της είναι η κλάση "InlineTermDefinitionType" ή κάποια υποκλάση της στην ανώτερη οντολογία, η ιδιότητα αντικειμένων *op* αναπαρίσταται από ένα στοιχείο "Property" *OP* (βλέπε υποενότητα 4.1.3 για λεπτομέρειες). Να σημειωθεί ότι αν δεν καθορίζεται το πεδίο ορισμού της ιδιότητας αντικειμένων *op*, το στοιχείο "Property" που την αναπαριστά ορίζεται μέσα στο στοιχείο "Semantics" που αναπαριστά την οντολογία.

Για παράδειγμα, έστω ότι κάθε ποδοσφαιριστής έχει ρόλο, ο οποίος αναπαρίσταται από την ιδιότητα αντικειμένων "role", που έχει πεδίο τιμών "TermUseType". Έστω τώρα ότι οι μέσοι αναπαρίστανται από την κλάση "Midfielder", που έχει στην ιδιότητα "role" την προκαθορισμένη τιμή "MidfielderTerm", που φαίνεται στην Εικόνα 109. Η ιδιότητα αντικειμένων "role" της κλάσης "Midfielder" αναπαρίσταται σε MPEG-7 σύνταξη από το στοιχείο "Property" που φαίνεται

στην Εικόνα 110, το οποίο περιέχεται μέσα στο "SemanticBase" στοιχείο που αναπαριστά την κλάση "Midfielder".

```
<role>
  <TermUseType rdf:ID="MidfielderTerm">
    <TermName>
      <TermNameType rdf:ID="MidfielderNT">
        <lang>en</lang>
        <contentString>Midfielder</contentString>
      </TermNameType>
    </TermName>
    <Definition>
      <TextualType rdf:ID="MidfielderDef">
        <lang>en</lang>
        <contentString>
          Player who links together the offensive and defensive functions of a
          team, plays behind their forwards.
        </contentString>
      </TextualType>
    </Definition>
  </TermUseType>
</role>
```

Εικόνα 109: Στιγμιότυπο της Ιδιότητας Αντικειμένων "role" της Κλάσης "Midfielder"

```
<Property>
  <Name>role</Name>
  <Term id="MidfielderTerm" xsi:type="TermUseType">
    <Name lang="en">Midfielder</Name>
    <Definition id="MidfielderDef" lang="en">
      Player who links together the offensive and defensive functions of a team,
      plays behind their forwards.
    </Definition>
  </Term>
</Property>
```

Εικόνα 110: Αναπαράσταση, σε MPEG-7 σύνταξη, της Ιδιότητας Αντικειμένων "role" της Κλάσης "Midfielder"

Αν το πεδίο ορισμού της ιδιότητας αντικειμένων *op* είναι υποκλάση της κλάσης "SemanticBaseType" (ή κάποιας υποκλάσης της, εκτός από την κλάση "SemanticStateType") και το πεδίο τιμών της η κλάση "SemanticBaseType" ή κάποια υποκλάση της, η ιδιότητα αντικειμένων *op* αναπαρίσταται από ένα ζεύγος στοιχείων "Relation" *R1* και *R2*, τύπου "property"/"propertyOf" (βλέπε υποενότητα 4.1.3 για λεπτομέρειες).

Να σημειωθεί ότι αν το πεδίο ορισμού ή το πεδίο τιμών της ιδιότητας αντικειμένων *op* απαρτίζεται από περισσότερες από μία κλάσεις, ένα ζεύγος στοιχείων "Relation" *R1* και *R2* ορίζεται για τη συσχέτιση κάθε ζεύγους κλάσεων για το οποίο ισχύει ότι ένα από τα μέλη του ανήκει στο πεδίο ορισμού της ιδιότητας αντικειμένων *op* και ένα από τα μέλη του ανήκει στο πεδίο τιμών της ιδιότητας αντικειμένων *op*.

Για παράδειγμα, έστω ότι οι ομάδες ποδοσφαίρου, που αναπαρίστανται από την κλάση "SoccerTeam", διαθέτουν χορηγούς και ότι η ιδιότητα αντικειμένων "Sponsor", που έχει ως πεδίο ορισμού την κλάση "SoccerTeam" και ως πεδίο τιμών την κλάση "Company", συνδέει μια ομάδα με το χορηγό της. Η αναπαράσταση της ιδιότητας αντικειμένων "Sponsor" σε MPEG-7 σύνταξη φαίνεται στην Εικόνα 111.

```

<Relation type="property" source="#SoccerTeam" target="#Company">
  <Header xsi:type="DescriptionMetadataType">
    <Comment>
      <FreeTextAnnotation>Sponsor</FreeTextAnnotation>
    </Comment>
  </Header>
</Relation>
<Relation type="propertyOf" source="#Company" target="#SoccerTeam">
  <Header xsi:type="DescriptionMetadataType">
    <Comment>
      <FreeTextAnnotation>Sponsor</FreeTextAnnotation>
    </Comment>
  </Header>
</Relation>

```

Εικόνα 111 Αναπαράσταση, σε MPEG-7 σύνταξη, της Ιδιότητας Αντικειμένων "Sponsor"

Αν το πεδίο ορισμού της ιδιότητας αντικειμένων *op* είναι υποκλάση της κλάσης "SemanticBaseType" (ή κάποιας υποκλάσης της, εκτός από την κλάση "SemanticStateType"), ενώ το πεδίο τιμών της δεν είναι ούτε η κλάση "InlineTermDefinitionType" (ή κάποια υποκλάση της στην ανώτερη οντολογία) ούτε η κλάση "SemanticBaseType" (ή κάποια υποκλάση της) τότε:

- Για την αναπαράσταση του πεδίου τιμών της ιδιότητας αντικειμένων *op* ορίζεται ένα στοιχείο "SemanticBase" OPR, τύπου "ConceptType", που αναπαριστά μια αφηρημένη οντότητα σημαντικής που περιγράφεται τυπικά από την κανονική έκφραση 101, όπου:

$$\text{OPR}(\text{name}, \text{alevel}, \text{elements}, \text{attributes}) \quad (101)$$

- *name* είναι το όνομα του στοιχείου OPR και έχει ως τιμή την ταυτότητα της κλάσης που αναπαριστά το πεδίο τιμών της ιδιότητας αντικειμένων *op* στην οντολογία περιοχής.
- *alevel* είναι η τιμή του γνωρίσματος "dimension" του στοιχείου "AbstractionLevel" του στοιχείου OPR και έχει τιμή 1.
- *elements* και *attributes* είναι οι MPEG-7 δομές που αναπαριστούν τις ιδιότητες του πεδίου τιμών της ιδιότητας αντικειμένων *op*.
- Ορίζεται ένα ζεύγος στοιχείων "Relation" R1 και R2, τύπου "property" και "propertyOf" αντίστοιχα, που συνδέουν το πεδίο ορισμού και το πεδίο τιμών της ιδιότητας αντικειμένων *op*.

Αναπαράσταση OWL Ατόμων με MPEG-7 Δομές

Τα άτομα των OWL οντολογιών περιοχής που έχουν ενσωματωθεί στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF αναπαρίστανται σε MPEG-7 σύνταξη από στοιχεία "Property", από στοιχεία "Relation" και από απτές MPEG-7 οντότητες σημαντικής, που υλοποιούνται ως στοιχεία "SemanticBase".

Έστω άτομο *I*, που περιγράφεται από την κανονική έκφραση 102, όπου:

$$I(\text{iid}, \text{class}, \text{UOnCAncessor}, \text{datatype_prop}, \text{object_prop}, \text{label}, \text{comment}) \quad (102)$$

- *iid* είναι η ταυτότητα του ατόμου *I*.
- *class* είναι η κλάση στην οποία ανήκει το άτομο *I*.
- *UOnCAncessor* είναι ο κοντινότερος πρόγονος στην ανώτερη οντολογία του πλαισίου DS-MIRF της κλάσης *class* στην οποία ανήκει το άτομο *I*.
- *datatype_prop* είναι το σύνολο των (προαιρετικών) ιδιοτήτων τύπου δεδομένων του ατόμου *I*.

- `object_prop` είναι το σύνολο των (προαιρετικών) ιδιοτήτων αντικειμένων του ατόμου `I`.
- `label` είναι η (προαιρετική) επικέτα του ατόμου `I`.
- `comment` είναι ένα (προαιρετικό) σχόλιο περιγραφής του ατόμου `I`.
- Αν το άτομο `I` ανήκει στην κλάση `"InlineTermDefinitionType"` ή σε κάποια υποκλάση της στην ανώτερη οντολογία του πλαισίου DS-MIRF, αναπαρίσταται από ένα στοιχείο `"Property"` `IP`, το οποίο ορίζεται μέσα στο στοιχείο `"Semantics"` που αναπαριστά την οντολογία όπου ορίζεται το άτομο `I` (βλέπε υποενότητα 4.1.3 για λεπτομέρειες).

Αν το άτομο `I` ανήκει στην κλάση `"RelationType"` ή σε κάποια υποκλάση της, αναπαρίσταται από ένα στοιχείο `"Relation"` `IR`, τύπου `"RelationType"`, το οποίο ορίζεται μέσα στο στοιχείο `"Semantics"` που αναπαριστά την οντολογία όπου ορίζεται το άτομο `I`. Το στοιχείο `IR` περιγράφεται από την κανονική έκφραση 103, όπου:

$$IR(type, source, target, comment, directed, strength, inverseR) \quad (103)$$

- `type` είναι ο τύπος της σχέσης `IR` και έχει ως τιμή την τιμή της ιδιότητας τύπου δεδομένων `"typeRT"` του ατόμου `I`.
- `source` είναι η πηγή της σχέσης `IR` και έχει ως τιμή την τιμή της ιδιότητας τύπου δεδομένων `"source"` του ατόμου `I`.
- `target` είναι ο στόχος της σχέσης `IR` και έχει ως τιμή την τιμή της ιδιότητας τύπου δεδομένων `"target"` του ατόμου `I`.
- `comment` είναι ένα σχόλιο περιγραφής της σχέσης `IR`, που αναπαρίσταται από το στοιχείο `"Relation/Header/Comment/FreeTextAnnotation"` και έχει τιμή `iid`.
- `directed` είναι ο χαρακτηρισμός της σχέσης `IR` ως κατευθυνόμενης ή μη και έχει ως τιμή την τιμή της ιδιότητας τύπου δεδομένων `"directed"` του ατόμου `I`.
- `strength` είναι η ένταση της σχέσης `IR` και έχει ως τιμή την τιμή της ιδιότητας τύπου δεδομένων `"strength"` του ατόμου `I`.
- `inverseR` είναι η αντίστροφη σχέση της σχέσης `IR`, η οποία ορίζεται μόνο αν η τιμή της ιδιότητας τύπου δεδομένων `"directed"` του ατόμου `I` είναι `"true"`. Η σχέση `IR` ορίζεται στο στοιχείο `"Semantics"` που αναπαριστά την οντολογία όπου ορίζεται το άτομο `I` και περιγράφεται από την κανονική έκφραση 103, όπου:

$$inverseR(type, source, target, directed, strength) \quad (104)$$

- `type` είναι ο τύπος της σχέσης `inverseR` και έχει ως τιμή την αντίστροφη της τιμής της ιδιότητας τύπου δεδομένων `"typeRT"` του ατόμου `I`.
- `source` είναι η πηγή της σχέσης `inverseR` και έχει ως τιμή την τιμή της ιδιότητας τύπου δεδομένων `"target"` του ατόμου `I`.
- `target` είναι ο στόχος της σχέσης `inverseR` και έχει ως τιμή την τιμή της ιδιότητας τύπου δεδομένων `"source"` του ατόμου `I`.
- `directed` είναι ο χαρακτηρισμός της σχέσης `inverseR` ως κατευθυνόμενης ή μη και έχει τιμή `"true"`.
- `strength` είναι η ένταση της σχέσης `inverseR` και έχει ως τιμή την τιμή της ιδιότητας τύπου δεδομένων `"strength"` του ατόμου `I`.

Αν το άτομο `I` ανήκει σε κάποια υποκλάση της κλάσης `"SemanticBaseType"`, αναπαρίσταται από μια απλή οντότητα σημαντικής που υλοποιείται από ένα στοιχείο `"SemanticBase"` `IS`, το οποίο ορίζεται μέσα στο στοιχείο `"Semantics"` που αναπαριστά την οντολογία όπου ορίζεται το άτομο `I` (βλέπε υποενότητα 4.1.5 για λεπτομέρειες).

Για παράδειγμα, έστω το άτομο "Papastathopoulos", που αναπαριστά τον ποδοσφαιριστή Σωκράτη Παπασταθόπουλο και φαίνεται στην Εικόνα 112. Το άτομο αυτό αναπαρίσταται σε MPEG-7 σύνταξη από το στιγμιότυπο "Papastathopoulos" του στοιχείου "SemanticBase", που φαίνεται στην Εικόνα 113. Να σημειωθεί ότι η ιδιότητα "Email" είναι ιδιότητα τύπου δεδομένων που αντιστοιχεί σε στοιχείο, η ιδιότητα "FamilyName" είναι ιδιότητα αντικειμένων, η ιδιότητα "contentString" είναι ιδιότητα τύπου δεδομένων που αναπαριστά την τιμή του στοιχείου "FamilyName" και η ιδιότητα "initial" είναι ιδιότητα τύπου δεδομένων που αντιστοιχεί σε γνώρισμα.

```
<SoccerPlayerObject rdf:ID="Papastathopoulos">
  <rdfs:label>Παπασταθόπουλος</rdfs:label>
  <rdfs:comment>Σωκράτης Παπασταθόπουλος</rdfs:comment>
  <Agent>
    <Player rdf:ID="PapastathopoulosS">
      <ElectronicAddress>
        <ElectronicAddressType rdf:ID="PapastathopoulosS_ElectronicAddress1">
          <Email>players@aeafc.gr</Email>
        </ElectronicAddressType>
      </ElectronicAddress>
      <PersonName>
        <PersonNameType rdf:ID="PapastathopoulosS_PersonName1">
          <FamilyName>
            <NameComponentType rdf:ID="PapastathopoulosS_PN1_FN1">
              <contentString>Παπασταθόπουλος</contentString>
              <initial>P</initial>
            </NameComponentType>
          </FamilyName>
          <GivenName>
            <NameComponentType rdf:ID="PapastathopoulosS_PN1_GN1">
              <contentString>Σωκράτης</contentString>
            </NameComponentType>
          </GivenName>
        </PersonNameType>
      </PersonName>
    </Player>
  </Agent>
</SoccerPlayerObject>
```

Εικόνα 112: Το Άτομο "Papastathopoulos" που αναπαριστά τον Ποδοσφαιριστή Σωκράτη Παπασταθόπουλο

```
<SemanticBase xsi:type="AgentObjectType" id="Papastathopoulos">
  <AbstractionLevel dimension="0"/>
  <Label>
    <Name>Παπασταθόπουλος</Name>
  </Label>
  <Definition>
    <FreeTextAnnotation>
      Σωκράτης Παπασταθόπουλος
    </FreeTextAnnotation>
  </Definition>
  <Agent xsi:type="PersonType" id="PapastathopoulosS">
    <ElectronicAddress id="PapastathopoulosS_ElectronicAddress1">
      <Email>players@aeafc.gr</Email>
    </ElectronicAddress>
    <Name id="PapastathopoulosS_PersonName1">
      <FamilyName id="PapastathopoulosS_PN1_FN1" initial="P">
        Παπασταθόπουλος
      </FamilyName>
      <GivenName id="PapastathopoulosS_PN1_GN1">
        Σωκράτης
      </GivenName>
    </Name>
  </Agent>
</SemanticBase>
```

```

    </GivenName>
  </Name>
</Agent>
<Relation type="exemplifies" source="#Papastathopoulos" tar-
get="#SoccerPlayerObject"/>
<Relation type="exemplifiedBy" source="#SoccerPlayerObject" tar-
get="#Papastathopoulos"/>
</SemanticBase>

```

Εικόνα 113: Αναπαράσταση, σε MPEG-7 σύνταξη, του Ατόμου "Papastathopoulos" που ορίστηκε στην Εικόνα 112

Αν το άτομο *I* δεν ανήκει σε κάποια από τις παραπάνω κλάσεις, αλλά συνδέεται με κάποιο άτομο που ανήκει σε υποκλάση της κλάσης "SemanticBaseType" μέσω κάποιας ιδιότητας αντικειμένων, αναπαρίσταται από ένα στοιχείο "SemanticBase" IR, τύπου "ConceptType". Το στοιχείο IR συνδέεται με ένα ζεύγος σχέσεων "exemplifies" και "exemplifiedBy" με το στοιχείο "SemanticBase", τύπου "ConceptType", που αναπαριστά την κλάση στην οποία αυτό ανήκει.

Αναπαράσταση OWL Αξιωμάτων με MPEG-7 Δομές

Η αναπαράσταση των αξιωμάτων των OWL οντολογιών περιοχής με MPEG-7 δομές, που περιγράφεται στη συνέχεια, βασίζεται στο μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές (βλέπε υποενότητα 4.1.6 για λεπτομέρειες).

Εξειδίκευση Κλάσεων. Το αξίωμα της εξειδίκευσης κλάσεων, που αναπαρίσταται σε OWL σύνταξη από τη δομή `rdfs:subClassOf`, αναπαρίσταται σε MPEG-7 σύνταξη από ένα ζεύγος σχέσεων `specializes_relationship` και `generalizes_relationship`, τύπου "specializes" και "generalizes" αντίστοιχα, που συνδέει τις MPEG-7 αναπαραστάσεις των δυο κλάσεων..

Υπαγωγή Ατόμου σε Κλάση. Το αξίωμα της υπαγωγής ενός ατόμου *Ind* σε μια κλάση *C*, που αναπαρίσταται σε OWL σύνταξη από τη δομή `rdfs:type`, αναπαρίσταται σε MPEG-7 σύνταξη από ένα ζεύγος MPEG-7 σχέσεων `exemplifies_relationship` και `exemplifiedBy_relationship`, τύπου "exemplifies" και "exemplifiedBy" αντίστοιχα, που συνδέει τις MPEG-7 αναπαραστάσεις του ατόμου και της κλάσης.

Καθορισμός Περιορισμών Τιμής Ιδιοτήτων. Το αξίωμα του καθορισμού περιορισμών τιμής μιας ιδιότητας *P* στην τιμή *value* αναπαρίσταται με διαφορετικό τρόπο, ανάλογα με τον τρόπο αναπαράστασης των ιδιοτήτων.

Αν η ιδιότητα *P* αναπαρίσταται από στοιχείο "Property", ο περιορισμός τιμής αναπαρίσταται από ένα στοιχείο "Term" που έχει τιμή *value*.

Αν η ιδιότητα *P* αναπαρίσταται από στοιχείο "Relation", ο περιορισμός τιμής αναπαρίσταται, για κάθε κλάση *D* που ανήκει στο πεδίο ορισμού της ιδιότητας *P*, από ένα ζεύγος MPEG-7 σχέσεων "property"/"propertyOf" που συνδέουν την κλάση *D* με μια απτή οντότητα σημαντικής *V*, η οποία αναπαριστά την προκαθορισμένη τιμή *value* της ιδιότητας.

Αν η ιδιότητα *P* αναπαρίσταται από στοιχείο "AttributeValuePair", ανάλογα με τον τύπο της προκαθορισμένης τιμής *value* της ιδιότητας *P* ο περιορισμός τιμής αναπαρίσταται από την τιμή ενός υποστοιχείου του στοιχείου "AttributeValuePair".

Αν η ιδιότητα *P* εξειδικεύει μια ιδιότητα `UOn_ancestor` που ορίζεται στην ανώτερη οντολογία του πλαισίου DS-MIRF, είτε μέσω του ορισμού περιορισμών τιμής στην ιδιότητα τύπου δεδομένων `UOn_ancestor` είτε μέσω της δομής `owl:hasValue` είτε ως υποϊδιότητά της μέσω της δομής `owl:subpropertyOf`, η αναπαράστασή της διαφέρει ανάλογα με το είδος της MPEG-7 δομής στην οποία αντιστοιχεί η ιδιότητα `UOn_ancestor` (η πληροφορία σχετικά με το είδος και το όνομα της MPEG-7 δομής στην οποία αντιστοιχεί η ιδιότητα `UOn_ancestor` ανακτάται από την οντολογία OWL2MPEG7Rules).

Αν η ιδιότητα `UOn_ancestor` αναπαριστά κάποιο MPEG-7 γνώρισμα a , δημιουργείται ένα στιγμιότυπο του γνωρίσματος a , που έχει τιμή `value`. Για παράδειγμα, έστω ότι για την περιγραφή διευθύνσεων ελληνικών ομάδων ορίζεται ο περιορισμός να είναι οι διευθύνσεις γραμμένες στην ελληνική γλώσσα. Στην περίπτωση αυτή, ορίζεται στην αντίστοιχη οντολογία περιοχής το αξίωμα περιορισμού τιμής της ιδιότητας `"lang"` που φαίνεται στην Εικόνα 114 και απαιτεί η ιδιότητα `"lang"` να έχει την τιμή `"GR"`. Το αξίωμα αυτό θα αναπαρασταθεί σε MPEG-7 σύνταξη από το στιγμιότυπο του γνωρίσματος `"xml:lang"` που φαίνεται στην Εικόνα 115.

```
...
<rdfs:subClassOf>
  <owl:Restriction>
    <owl:onProperty rdf:resource="#lang"/>
    <owl:hasValue>GR</owl:hasValue>
  </owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
...
```

Εικόνα 114: Περιορισμός Τιμής για την Ιδιότητα "lang"

```
xml:lang="EN"
```

Εικόνα 115: Στιγμιότυπο του Γνωρίσματος "xml:lang" με τιμή "GR"

Αν η ιδιότητα `UOn_ancestor` αναπαριστά κάποιο MPEG-7 στοιχείο e , δημιουργείται ένα στιγμιότυπο του στοιχείου e , που έχει τιμή `value`. Για παράδειγμα, έστω ότι όλοι οι παίκτες της ομάδας ποδοσφαίρου ΑΕΚ, που αναπαρίστανται από την κλάση `"AEKPlayer"`, έχουν κοινή ηλεκτρονική διεύθυνση, όπως φαίνεται από το τμήμα του ορισμού της κλάσης που παρουσιάζεται στην Εικόνα 116. Αυτό το αξίωμα περιορισμού τιμής μετατρέπεται στο στοιχείο `"Email"` που φαίνεται στην Εικόνα 117, το οποίο περιέχεται μέσα στο `"SemanticBase"` στοιχείο που αναπαριστά την κλάση `"AEKPlayer"`.

```
<owl:Class rdf:ID="AEKPlayer">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#Email"/>
      <owl:hasValue>players@aekfc.gr</owl:hasValue>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

Εικόνα 116: Τμήμα του Ορισμού της Κλάσης "AEKPlayer", που περιλαμβάνει τον περιορισμό τιμής στην Ιδιότητα Τύπου Δεδομένων "Email"

```
<SemanticBase xsi:type="AgentObjectType" id="AEKPlayer">
  ...
  <Email>players@aekfc.gr</Email>
  ...
</SemanticBase>
```

Εικόνα 117: Τμήμα του Ορισμού της Οντότητας Σημαντικής "AEKPlayer", που περιλαμβάνει την αναπαράσταση της Ιδιότητας Τύπου Δεδομένων "Email"

Έστω ακόμα ότι στην κλάση `"AEKPlayer"`, που αναπαριστά τους ποδοσφαιριστές της ΑΕΚ, η υποχρεωτική τιμή της ιδιότητας αντικειμένων `"PostalAddress"` είναι το OWL άτομο της κλάσης `"PostalAddressType"` που φαίνεται στην Εικόνα 118. Η ιδιότητα αντικειμένων

“PostalAddress” αναπαρίσταται σε MPEG-7 σύνταξη από το στιγμιότυπο του στοιχείου “PostalAddress” που φαίνεται στην Εικόνα 119.

```
<PostalAddressType rdf:ID="AEK_PostalAddress">
  <lang>EN</lang>
  <AddressLine>
    <TextualType rdf:ID="AEK_AL">
      <contentString>Γράμμου 69-71, Μαρούσι</contentString>
    </TextualType>
  </AddressLine>
  <PostingIdentifier>
    <TextualType rdf:ID="AEK_PI">
      <contentString>15124</contentString>
    </TextualType>
  </PostingIdentifier>
</PostalAddressType>
```

Εικόνα 118: OWL Άτομο της Κλάσης “PostalAddressType”, που αναπαριστά τη διεύθυνση των ποδοσφαιριστών της AEK και αποτελεί την υποχρεωτική τιμή της ιδιότητας “PostalAddress” για τα άτομα που ανήκουν στην κλάση “AEKPlayer”

```
<PostalAddress id="AEK_PostalAddress" xml:lang="EN">
  <AddressLine id="AEK_AL">Γράμμου 69-71, Μαρούσι</AddressLine>
  <PostingIdentifier id="AEK_PI">15124</PostingIdentifier>
</PostalAddress>
```

Εικόνα 119: Αναπαράσταση, σε MPEG-7 σύνταξη, της Ιδιότητας Αντικειμένων “PostalAddress”

Τέλος, αν η ιδιότητα `UOn_ancestor` δεν αναπαριστά κάποιο MPEG-7 στοιχείο ή γνώρισμα, αλλά το περιεχόμενο του τρέχοντος στοιχείου, η τιμή της ιδιότητας τύπου δεδομένων `p` γίνεται περιεχόμενο του τρέχοντος στοιχείου. Για παράδειγμα, οι τιμές της ιδιότητας “contentString” που φαίνεται στην Εικόνα 118 μετασχηματίζονται στο περιεχόμενο των στοιχείων “TextualType” που φαίνονται στην Εικόνα 119.

Ισοδυναμία Κλάσεων. Ο προσδιορισμός μιας κλάσης *A* ως ισοδύναμης μιας κλάσης *B*, που αναπαρίσταται σε OWL σύνταξη από τη δομή `owl:equivalentClass`, αναπαρίσταται σε MPEG-7 σύνταξη από ένα στιγμιότυπο `equivalent_relationship` του στοιχείου “Relation”, τύπου “equivalent”, που συνδέει τις MPEG-7 αναπαραστάσεις των δυο κλάσεων.

Ορισμός Ξένης Κλάσης. Ο προσδιορισμός μιας κλάσης *A* ως ξένης με μια κλάση *B*, που αναπαρίσταται σε OWL σύνταξη από τη δομή `owl:disjointWith`, αναπαρίσταται σε MPEG-7 σύνταξη από ένα στιγμιότυπο `disjoint_relationship` του στοιχείου “Relation”, τύπου “disjoint”, που συνδέει τις MPEG-7 αναπαραστάσεις των δυο κλάσεων.

Ισοδυναμία Ατόμων. Ο προσδιορισμός ενός ατόμου *A* ως ισοδύναμου με κάποιο άτομο *B*, που αναπαρίσταται σε OWL σύνταξη από τη δομή `owl:sameAs`, αναπαρίσταται σε MPEG-7 σύνταξη από ένα στιγμιότυπο `equals_relationship` του στοιχείου “Relation”, τύπου “equals”, που συνδέει τις MPEG-7 αναπαραστάσεις των δυο ατόμων.

Ένωση Κλάσεων. Ο ορισμός μιας κλάσης *A* ως ένωσης των *N* ($N > 0$) κλάσεων $A_1, A_2, \dots, A_N$ που αναπαρίσταται σε OWL σύνταξη από τη δομή `owl:unionOf`, αναπαρίσταται σε MPEG-7 σύνταξη με τη βοήθεια μιας σχέσης `union_relationship`, που υλοποιείται από ένα στοιχείο στοιχείου “Relation” τύπου “union”.

Τομή Κλάσεων. Ο ορισμός μιας κλάσης *A* ως τομής των *N* ($N > 0$) κλάσεων $A_1, A_2, \dots, A_N$ που αναπαρίσταται σε OWL σύνταξη από τη δομή `owl:unionOf`, αναπαρίσταται σε MPEG-7 σύνταξη με τη βοήθεια μιας σχέσης `intersection_relationship`, που υλοποιείται από ένα στοιχείο στοιχείου “Relation” τύπου “intersection”.

Ισοδυναμία Ιδιοτήτων. Ο προσδιορισμός μιας ιδιότητας *A* ως ισοδύναμης μιας ιδιότητας *B* δε μπορεί να αναπαρασταθεί από το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές, καθώς το πρότυπο MPEG-7 δεν επιτρέπει να εκφραστεί ότι η ιδιότητα *A* είναι ισοδύναμη με την ιδιότητα *B*.

Εξειδίκευση Ιδιοτήτων. Η έκφραση του ότι μια ιδιότητα *A* εξειδικεύει μια ιδιότητα *B* δε μπορεί να αναπαρασταθεί από το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές, καθώς το πρότυπο MPEG-7 δεν επιτρέπει να εκφραστεί ότι η ιδιότητα *A* αποτελεί εξειδίκευση της ιδιότητας *B*.

Ορισμός Αντίστροφης Ιδιότητας. Ο προσδιορισμός μιας ιδιότητας *A* ως αντίστροφης μιας ιδιότητας *B* δε μπορεί να αναπαρασταθεί από το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές, καθώς το πρότυπο MPEG-7 δεν επιτρέπει να εκφραστεί ότι η ιδιότητα *A* είναι αντίστροφη της ιδιότητας *B*.

Διαφορετικότητα Ατόμων. Ο προσδιορισμός ενός ατόμου *A* ως διαφορετικού από ένα άτομο *B*, που αναπαρίσταται σε OWL σύνταξη από τη δομή `owl:differentFrom`, αναπαρίσταται σε MPEG-7 σύνταξη από ένα στιγμιότυπο `nequals_relationship` του στοιχείου `"Relation"`, τύπου `"separated"`, που συνδέει τις MPEG-7 αναπαραστάσεις των δυο ατόμων.

Ορισμός Συμπληρώματος Κλάσης. Ο ορισμός μιας κλάσης *A* ως συμπληρώματος μιας κλάσης *B* δε μπορεί να αναπαρασταθεί από το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές, καθώς το πρότυπο MPEG-7 δεν επιτρέπει να εκφραστεί ότι η κλάση *A* είναι το συμπλήρωμα της κλάσης *B*.

Καθορισμός Περιορισμών Πολλαπλότητας Ιδιοτήτων. Το αξίωμα του καθορισμού περιορισμών πολλαπλότητας των ιδιοτήτων δε μπορεί να αναπαρασταθεί από το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές. Αυτό οφείλεται στο ότι η αναπαράσταση της γνώσης περιοχής με MPEG-7 δομές γίνεται σε επίπεδο MPEG-7/XML εγγράφου και όχι σε επίπεδο σχήματος. Έτσι, από τη στιγμή που το πρότυπο MPEG-7 δεν επιτρέπει τον καθορισμό περιορισμών πολλαπλότητας των ιδιοτήτων των οντοτήτων σημαντικής, δε μπορούν οι περιορισμοί αυτοί να αναπαρασταθούν ούτε από το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές.

Μεταβατικότητα Ιδιότητας. Η έκφραση του ότι μια ιδιότητα *A* είναι μεταβατική δε μπορεί να αναπαρασταθεί από το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές, καθώς το πρότυπο MPEG-7 δεν επιτρέπει να εκφραστεί ότι η ιδιότητα *A* είναι μεταβατική.

Συμμετρία Ιδιότητας. Η έκφραση του ότι μια ιδιότητα *A* είναι συμμετρική δε μπορεί να αναπαρασταθεί από το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές, καθώς το πρότυπο MPEG-7 δεν επιτρέπει να εκφραστεί ότι η ιδιότητα *A* είναι συμμετρική.

Καθορισμός Μονοσήμαντης Ιδιότητας. Η έκφραση του ότι μια ιδιότητα *A* είναι μονοσήμαντη δε μπορεί να αναπαρασταθεί από το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές, καθώς το πρότυπο MPEG-7 δεν επιτρέπει να εκφραστεί ότι η ιδιότητα *A* είναι μονοσήμαντη.

Καθορισμός Ιδιότητας Επί. Η έκφραση του ότι μια ιδιότητα *A* είναι επί δε μπορεί να αναπαρασταθεί από το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές, καθώς το πρότυπο MPEG-7 δεν επιτρέπει να εκφραστεί ότι η ιδιότητα *A* είναι επί.

Σύνοψη και Ιδιότητες του Μοντέλου Αντιστοίχισης OWL Δομών με MPEG-7 Δομές

Ο Πίνακας 12 συνοψίζει το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές. Όπως φαίνεται στον πίνακα, μια OWL οντολογία περιοχής αναπαρίσταται σε MPEG-7 σύνταξη από ένα στοιχείο `"Description"`, τύπου `"SemanticDescriptionType"`, το οποίο υλοποιεί μια αφηρημένη περιγραφή σημαντικής. Αντίστοιχα, οι OWL κλάσεις αναπαρίστανται από στοιχεία `"SemanticBase"`, με `"AbstractionLevel/@dimension" = 1`, τα οποία υλοποιούν αφηρημένες οντότητες σημαντικής. Οι OWL ιδιότητες τύπου δεδομένων που ορίζονται στις οντολογίες περιοχής αναπαρίστανται είτε από MPEG-7 στοιχεία και γνωρίσματα είτε από στοιχεία `"Property"` και στοιχεία `"AttributeValuePair"`. Αντίστοιχα, οι OWL ιδιότητες αντικειμένων αναπαρίστανται είτε από MPEG-7 στοιχεία είτε από στοιχεία `"Property"`, στοιχεία `"AttributeValuePair"` (αν έχουν ως πεδίο ορισμού μια από τις κλάσεις `"IntegerMatrixType"`, `"FloatMatrixType"`, `"TextualType"`, `"TextAnnotationType"`, `"ControlledTermUseType"` και `"DType"` ή κάποια υποκλάση τους) ή από στοιχεία `"Relation"` (αν έχουν

διαφορετικό πεδίο ορισμού). Τέλος, τα OWL άτομα αναπαρίστανται από στοιχεία "SemanticBase", με "AbstractionLevel/@dimension" = 0, από στοιχεία "Property" και από στοιχεία "Relation".

Από τον πίνακα προκύπτει ότι το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές επιτρέπει την αναπαράσταση όλων των δομών των OWL οντολογιών εκτός από κάποια αξιώματα τα οποία δε μπορούν να υποστηριχθούν από τη σύνταξη του προτύπου MPEG-7: Ο ορισμός του συμπληρώματος μιας κλάσης, ο ορισμός της αντίστροφης μιας ιδιότητας, και τα αξιώματα καθορισμού περιορισμών πολλαπλότητας, ισοδυναμίας ιδιοτήτων, εξειδίκευσης ιδιοτήτων και διαφορετικότητας ατόμων. Με βάση τις ιδιότητες αυτές του μοντέλου αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές, κάθε OWL οντολογία περιοχής DO μπορεί να μετασχηματιστεί σε μια οντολογία περιοχής $MP7DO$, η οποία εκφράζεται σε MPEG-7 σύνταξη, οι οντολογίες αυτές όμως δεν είναι πάντα ισοδύναμες. Αυτό συμβαίνει επειδή δε μπορεί να αναπαρασταθεί πλήρως στην οντολογία περιοχής $MP7DO$ η σημαντική της οντολογίας περιοχής DO .

OWL Δομή	MPEG-7 Αναπαράσταση
Δήλωση Οντολογίας	Στοιχείο "Description", τύπου "SemanticDescriptionType"
Ιδιότητα Τύπου Δεδομένων	MPEG-7 Γνώρισμα / MPEG-7 Στοιχείο / Στοιχείο "Property" / Στοιχείο "AttributeValuePair"
Ιδιότητα Αντικειμένων	MPEG-7 Στοιχείο / Στοιχείο "Property" / Ζεύγος Στοιχείων "Relation" Τύπου "property"- "propertyOf" / Στοιχείο "AttributeValuePair"
Κλάση	Στοιχείο "SemanticBase" με "AbstractionLevel/@dimension" = 1
Άτομο	Στοιχείο "SemanticBase" με "AbstractionLevel/@dimension" = 0
Αξίωμα Υπαγωγής σε Κλάση	Ζεύγος Στοιχείων "Relation" Τύπου "exemplifies"- "exemplifiedBy"
Αξίωμα Εξειδίκευσης Κλάσεων	Ζεύγος Στοιχείων "Relation" Τύπου "specializes"- "generalizes"
Αξίωμα Καθορισμού Περιορισμών Τιμής των Ιδιοτήτων	Στοιχείο "Term" / Ζεύγος Στοιχείων "Relation" Τύπου "property"- "propertyOf"
Αξιώματα Καθορισμού Περιορισμών Πολλαπλότητας	-
Αξίωμα Ισοδυναμίας Κλάσης	Στοιχείο "Relation" Τύπου "equivalent"
Ορισμός Ξένης Κλάσεων	Στοιχείο "Relation" Τύπου "disjoint"
Αξίωμα Ισοδυναμίας Ιδιοτήτων	-
Αξίωμα Εξειδίκευσης Ιδιοτήτων	-
Ορισμός Αντίστροφης Ιδιότητας	-
Αξίωμα Ισοδυναμίας Ατόμων	Στοιχείο "Relation" Τύπου "equals"
Αξίωμα Διαφορετικότητας Ατόμων	Στοιχείο "Relation" Τύπου "separated"
Ένωση Κλάσεων	Στοιχείο "Relation" Τύπου "union"
Τομή Κλάσεων	Στοιχείο "Relation" Τύπου "intersection"
Συμπλήρωμα Κλάσης	-
Μεταβατικότητα Ιδιότητας	-
Συμμετρία Ιδιότητας	-
Καθορισμός Μονοσήμαντης Ιδιότητας	-
Καθορισμός Ιδιότητας Επί	-

Πίνακας 12: Σύνοψη του Μοντέλου Αντιστοίχισης OWL Δομών με MPEG-7 Δομές

6.2.2. Αναπαράσταση OWL/RDF Περιγραφών με MPEG-7 Δομές

Σε αυτή την υποενότητα περιγράφεται η αναπαράσταση OWL/RDF περιγραφών που βασίζονται στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF με MPEG-7 δομές. Έτσι, μια OWL/RDF περιγραφή

που βασίζεται στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF αναπαρίσταται από μια MPEG-7 περιγραφή που, ενώ αναπαριστά με ακρίβεια τη σημαντική της αρχικής OWL/RDF περιγραφής, μπορεί να αξιοποιηθεί από οποιαδήποτε εφαρμογή υποστηρίζει το πρότυπο MPEG-7.

Έστω $\mathcal{D}$ μια OWL/RDF περιγραφή οπτικοακουστικού υλικού που βασίζεται στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF. Η OWL/RDF περιγραφή $\mathcal{D}$ θα αναπαρασταθεί σε MPEG-7 σύνταξη από μια MPEG-7 περιγραφή $\mathcal{MD}$.

Αν η OWL/RDF περιγραφή $\mathcal{D}$ περιέχει άτομα που ανήκουν μόνο σε κλάσεις της ανώτερης οντολογίας του πλαισίου DS-MIRF, η μετατροπή της στην MPEG-7 περιγραφή $\mathcal{MD}$ γίνεται με την εφαρμογή του αλγορίθμου μετατροπής OWL/RDF περιγραφών σε XML περιγραφές που παρουσιάστηκε στην ενότητα 3.5. Κατά τη διαδικασία αυτή, χρησιμοποιείται ως οντολογία αντιστοίχισης η οντολογία OWL2MPEG7Rules.

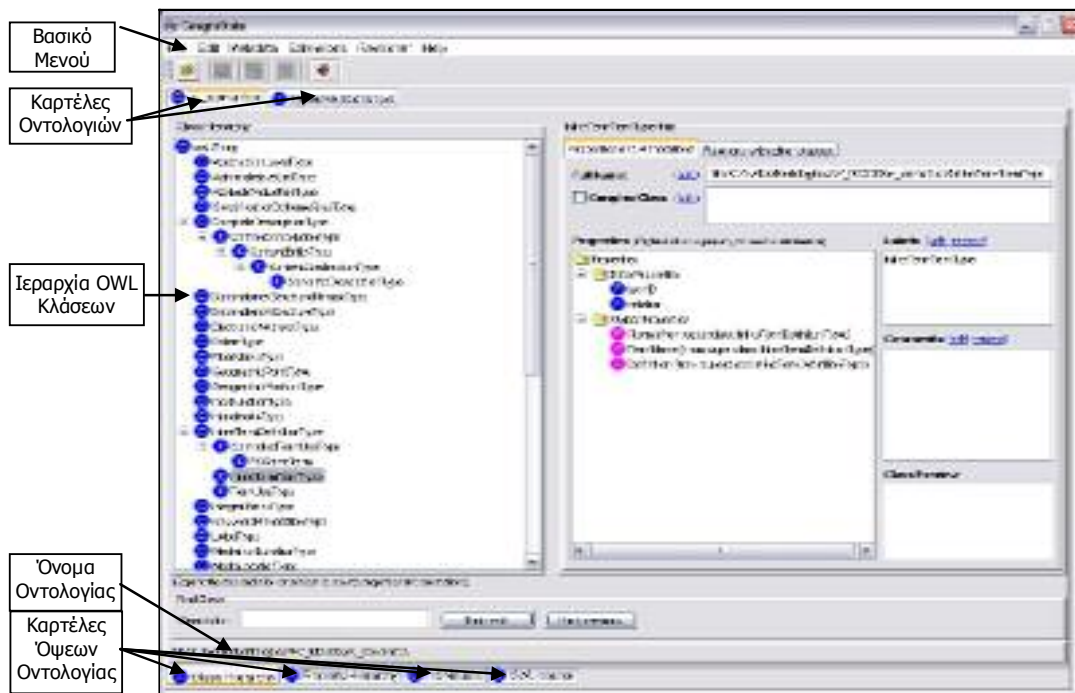
Αν η OWL/RDF περιγραφή $\mathcal{D}$ περιέχει άτομα που ανήκουν σε κλάσεις των οντολογιών περιοχής που έχουν ενσωματωθεί στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF, η μετατροπή της στην MPEG-7 περιγραφή $\mathcal{MD}$ γίνεται ως εξής:

- Οι δηλώσεις των οντολογιών περιοχής στις οποίες βασίζεται η OWL/RDF περιγραφή $\mathcal{D}$ αναπαρίστανται από στοιχεία "Property", που ορίζονται βάσει των κανόνων που περιγράφονται στην υποενότητα 6.2.1 για την αναπαράσταση των οντολογιών που εισάγονται σε μια οντολογία περιοχής.
- Τα άτομα της OWL/RDF περιγραφής $\mathcal{D}$ που ανήκουν μόνο σε κλάσεις της ανώτερης οντολογίας του πλαισίου DS-MIRF μετατρέπονται στα αντίστοιχα MPEG-7 στοιχεία, βάσει των κανόνων που περιγράφονται στην ενότητα 3.5.
- Τα άτομα που ανήκουν σε κλάσεις των οντολογιών περιοχής μετατρέπονται σε στοιχεία ("SemanticBase", "Property", "Relation" και "AttributeValuePair") της MPEG-7 περιγραφής $\mathcal{MD}$ βάσει της αναπαράστασης των OWL ατόμων με MPEG-7 δομές, που περιγράφεται στην υποενότητα 6.2.1.

6.3. Το Συστατικό Λογισμικού GraphOnto

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται συνοπτικά το συστατικό λογισμικού **GraphOnto** [TsPoCh05] [PoTsCh06a] [PoTsCh06b], το οποίο αναπτύχθηκε στα πλαίσια της μεταπτυχιακής διατριβής [Πολ07]. Το συστατικό λογισμικού GraphOnto επιτρέπει τον ορισμό και τη διαχείριση OWL οντολογιών και OWL/RDF περιγραφών που ορίζονται με βάση οντολογίες και επιτρέπει την αξιοποίηση και την επέκταση της οντολογικής υποδομής του πλαισίου DS-MIRF. Το συστατικό λογισμικού GraphOnto βασίζεται στην OWL, που είναι το κυρίαρχο πρότυπο αναπαράστασης οντολογιών και μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο ως ένας γενικού σκοπού συντάκτης (editor) OWL οντολογιών όσο και ως εργαλείο υπομνηματισμού οπτικοακουστικού υλικού βάσει σημαντικής. Καθώς οι οντολογίες μπορεί να περιγράφουν ιδιαίτερα περίπλοκες έννοιες, το GraphOnto διαθέτει μηχανισμούς απόκρυψης πληροφορίας (information hiding), ώστε οι υπομνηματιστές να μπορούν να εστιάσουν μόνο στις κλάσεις και τις ιδιότητες των κλάσεων με τις οποίες σκοπεύουν να εργαστούν. Το συστατικό λογισμικού GraphOnto χρησιμοποιήθηκε κατά την ανάπτυξη της οντολογικής υποδομής του πλαισίου DS-MIRF. Επιπλέον, στο συστατικό λογισμικού GraphOnto επιτρέπει την αυτόματη μετατροπή OWL οντολογιών περιοχής και OWL/RDF περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού σε MPEG-7 περιγραφές. Για το σκοπό αυτό, το συστατικό λογισμικού GraphOnto υλοποίησε το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές που αναπτύχθηκε από την παρούσα διατριβή.

Ως συντάκτης OWL οντολογιών, το GraphOnto (του οποίου η διεπαφή παρουσιάζεται στην Εικόνα 120) παρέχει πλήρως τη λειτουργικότητα που παρέχουν οι υπάρχοντες συντάκτες οντολογιών (μεταξύ των οποίων υπερέχει το Protégé [Prot]), καθώς και αρκετά σημαντικά πρόσθετα χαρακτηριστικά: Ταυτόχρονη διαχείριση πολλαπλών οντολογιών, αντιστοιχήσεις (mappings) μεταξύ OWL οντολογιών που εκφράζονται με τη χρήση OWL δομών και εξατομίκευση της διεπαφής του GraphOnto σε επίπεδο εφαρμογής, έργου (task) και χρήστη.



Εικόνα 120: Η Διεπαφή του Συστατικού Λογισμικού GraphOnto

Ως εργαλείο υπομνηματισμού οπτικοακουστικού υλικού βάσει σημαντικής, το GraphOnto χρησιμοποιείται στο πλαίσιο DS-MIRF. Συγκεκριμένα, το GraphOnto επιτρέπει τόσο τον υπομνηματισμό οπτικοακουστικού υλικού βάσει σημαντικής με τη χρήση της οντολογικής υποδομής του πλαισίου DS-MIRF (άνωτερη οντολογία, οντολογίες εφαρμογών και οντολογίες περιοχής) όσο και τον εμπλουτισμό της οντολογικής υποδομής του πλαισίου DS-MIRF με νέες οντολογίες περιοχής και εφαρμογών. Το GraphOnto υλοποιεί το μετασχηματισμό τόσο των οντολογιών περιοχής όσο και των περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού βάσει σημαντικής που ορίζονται με τη χρήση τους σε MPEG-7 περιγραφές, με τη χρήση των κανόνων μετασχηματισμού του πλαισίου DS-MIRF. Οι παραγόμενες MPEG-7 περιγραφές μπορούν να αποθηκευτούν είτε σε XML αρχεία είτε στην DS-MIRF αποθήκη MPEG-7 μεταδεδομένων. Επιπλέον, το GraphOnto παρέχει μια Διεπαφή Προγραμματιστή Εφαρμογών, η οποία χρησιμοποιείται από διεπαφές εφαρμογών που βασίζονται σε οντολογίες και επικοινωνούν με τη DS-MIRF αποθήκη MPEG-7 μεταδεδομένων.

6.4. Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκε το μοντέλο υποστήριξης διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και OWL του πλαισίου DS-MIRF. Το μοντέλο υποστήριξης διαλειτουργικότητας του πλαισίου DS-MIRF βασίζεται στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF και στο μοντέλο αντιστοίχησης OWL δομών με MPEG-7 δομές που επιτρέπουν το μετασχηματισμό OWL οντολογιών περιοχής και OWL/RDF περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού σε MPEG-7 περιγραφές. Η οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF και το μοντέλο αντιστοίχησης OWL δομών με MPEG-7 δομές παρουσιάστηκαν λεπτομερώς στο κεφάλαιο αυτό, καθώς και το συστατικό λογισμικό GraphOnto που χρησιμοποιήθηκε κατά την ανάπτυξη της οντολογικής υποδομής του πλαισίου DS-MIRF και στο οποίο υλοποιήθηκαν οι κανόνες μετασχηματισμού OWL οντολογιών περιοχής και OWL/RDF περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού σε MPEG-7 περιγραφές.

Με βάση τις ιδιότητες του μοντέλου αντιστοίχησης OWL δομών με MPEG-7 δομές, κάθε οντολογία περιοχής DO μπορεί να μετασχηματιστεί σε μια οντολογία περιοχής $MP7DO$, η οποία εκφράζεται σε MPEG-7 σύνταξη, οι οντολογίες αυτές όμως δεν είναι πάντα ισοδύναμες. Αυτό συμβαίνει επειδή δε μπορεί πάντα να αναπαρασταθεί πλήρως στην οντολογία περιοχής $MP7DO$ η σημαντική της οντολογίας περιοχής DO , καθώς δε μπορούν να αναπαρασταθούν σε MPEG-7 σύνταξη όλα τα OWL αξιώματα.

7. Εφαρμογές και Αξιολόγηση

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται οι εφαρμογές και η αξιολόγηση του μοντέλου αναπαράστασης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή του μοντέλου στα πεδία του αθλητισμού και της πολιτιστικής κληρονομιάς παρουσιάζεται στην ενότητα 7.1, η αξιολόγηση του μοντέλου περιγράφεται στην ενότητα 7.2 και το κεφάλαιο κλείνει με μια ανακεφαλαίωση στην ενότητα 7.3.

7.1. Εφαρμογές

Η εφαρμογή του μοντέλου αναπαράστασης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής σε συγκεκριμένα πεδία της ανθρώπινης δραστηριότητας χρησίμευσε, στα αρχικά στάδια, στον εντοπισμό και την αντιμετώπιση των αδυναμιών του μοντέλου, και στη συνέχεια στην επαλήθευση της ορθότητάς του.

Αρχικά επιλέχθηκε η εφαρμογή της προσέγγισης του μοντέλου στο πεδίο του αθλητισμού, όπως περιγράφεται στην υποενότητα 7.1.1, καθώς:

- Οι εφαρμογές στο πεδίο του αθλητισμού είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τη βιομηχανία παραγωγής, διαχείρισης και διανομής οπτικοακουστικού υλικού, λόγω του ότι η παρακολούθηση αθλητικών γεγονότων και αθλητικών ειδήσεων είναι ιδιαίτερα δημοφιλής.
- Τα γεγονότα στο πεδίο του αθλητισμού έχουν σαφώς ορισμένη σημαντική, η οποία καθορίζεται από τους κανόνες των αθλημάτων. Έτσι, διευκολύνεται η συστηματική κωδικοποίηση της σχετικής με το πεδίο του αθλητισμού γνώσης.
- Πιλοτικές εφαρμογές ψηφιακών βιβλιοθηκών με οπτικοακουστικό περιεχόμενο που αναφέρεται σε ποδόσφαιρο και φόρμουλα 1 αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του δικτύου αριστείας DELOS II, στο οποίο εντάχθηκε η έρευνα που εκπονήθηκε από την παρούσα διατριβή.

Στη συνέχεια, και με στόχο αφ' ενός να επαληθευτεί η ορθότητα του μοντέλου σε ένα διαφορετικό αλλά εξίσου σημαντικό πεδίο και αφ' ετέρου να καλυφθούν οι απαιτήσεις της αντιστοίχισης των προτύπων MPEG-7 και CIDOC/CRM, το μοντέλο εφαρμόστηκε στο πεδίο της πολιτιστικής κληρονομιάς, όπως περιγράφεται στην υποενότητα 7.1.2.

7.1.1. Αθλητισμός

Σε αυτή την υποενότητα παρουσιάζεται η εφαρμογή του μοντέλου αναπαράστασης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής στο πεδίο του αθλητισμού και συγκεκριμένα στα αθλήματα του ποδοσφαίρου και της φόρμουλα 1.

Ένα από τα βασικά κίνητρα για την εφαρμογή του μοντέλου στο πεδίο του αθλητισμού ήταν το ότι τα αθλήματα διέπονται από κοινά αποδεκτούς κανόνες. Συνεπώς, είναι κοινά αποδεκτή η σημαντική τόσο των γεγονότων που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια μιας αθλητικής διοργάνωσης όσο και των οντοτήτων σημαντικής που συμμετέχουν σε αυτά. Έτσι, είναι ευκολότερη η συστηματική αναπαράσταση γνώσης για τα αθλήματα σε οντολογίες περιοχής.

Το πρώτο βήμα για την εφαρμογή του μοντέλου αναπαράστασης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής στο ποδόσφαιρο και τη φόρμουλα 1 ήταν ο ορισμός και η ενσωμάτωση στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF OWL-DL οντολογιών περιοχής για τα αθλήματα αυτά. Έτσι, οι οντολογίες για ποδόσφαιρο και φόρμουλα 1 αναπτύχθηκαν για την επέκταση της οντολογικής υποδομής του πλαισίου DS-MIRF χρησιμοποιώ-

ντας το συστατικό λογισμικού GraphOnto. Η σημαντική των οντολογιών αυτών βασίστηκε στους κανονισμούς της FIFA για το ποδόσφαιρο και της FIA για τη φόρμουλα 1, ενώ η ανάπτυξή τους ακολούθησε τα βήματα που περιγράφηκαν στην υποενότητα 6.1.3.

Στη συνέχεια, οι οντολογίες περιοχής εκφράστηκαν σε MPEG-7 σύνταξη χρησιμοποιώντας το συστατικό λογισμικού GraphOnto, όπου έχουν υλοποιηθεί οι κανόνες μετασχηματισμού OWL οντολογιών περιοχής σε MPEG-7 περιγραφές, οι οποίοι περιγράφηκαν στην υποενότητα 6.2.1. Οι αφηρημένες MPEG-7 περιγραφές που παρήχθησαν για την αναπαράσταση των οντολογιών περιοχής εισήχθησαν στη συνέχεια στη DS-MIRF αποθήκη MPEG-7 μεταδεδομένων.

Η επόμενη ενέργεια ήταν ο ορισμός MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού με περιεχόμενο που σχετίζεται με ποδόσφαιρο και φόρμουλα 1, οι οποίες χρησιμοποιούν τη γνώση περιοχής που κωδικοποιείται στις οντολογίες περιοχής. Έτσι, χρησιμοποιήθηκε το συστατικό λογισμικού GraphOnto για τον ορισμό, αρχικά, OWL/RDF περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού που βασίζονται στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF και τη μετατροπή τους, στη συνέχεια, σε MPEG-7 περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού και την αποθήκευσή τους στη DS-MIRF αποθήκη MPEG-7 μεταδεδομένων. Η μετατροπή των OWL/RDF περιγραφών που βασίζονται στην οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF σε MPEG-7 περιγραφές βασίζεται στους κανόνες μετασχηματισμού OWL/RDF περιγραφών σε MPEG-7 περιγραφές που περιγράφηκαν στην υποενότητα 6.2.2 και υλοποιήθηκαν στο συστατικό λογισμικού GraphOnto.

Να σημειωθεί ότι, όσον αφορά το ποδόσφαιρο, στη DS-MIRF αποθήκη MPEG-7 μεταδεδομένων εισήχθησαν περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού που το περιεχόμενό τους αφορά το Παγκόσμιο Κύπελλο της FIFA (Mundial) 2006. Οι περιγραφές αυτές περιλαμβάνουν:

- Περιγραφές φωτογραφιών των εθνικών ομάδων ποδοσφαίρου των χωρών που συμμετείχαν στο Mundial 2006.
- Περιγραφές φωτογραφιών ποδοσφαιριστών που συμμετείχαν στο Mundial 2006.
- Περιγραφές φωτογραφιών και τμημάτων video που περιέχουν γεγονότα των αγώνων του Mundial 2006, από τη φάση των 16 και μετά.

Να σημειωθεί ότι περισσότερα από ένα αντικείμενα πολυμέσων μπορεί να απεικονίζουν το ίδιο θέμα (π.χ. το ίδιο γκολ μπορεί να απεικονίζεται σε μια εικόνα και σε ένα τμήμα video).

Οι MPEG-7 περιγραφές που αποθηκεύτηκαν στη DS-MIRF αποθήκη MPEG-7 μεταδεδομένων περιέχουν τόσο κείμενο που περιγράφει το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού (στο στοιχείο *TextAnnotation/FreeTextAnnotation*) όσο και δομημένες περιγραφές της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού (στο στοιχείο *Semantic*).

Οι MPEG-7 περιγραφές που αποθηκεύτηκαν στη DS-MIRF αποθήκη MPEG-7 μεταδεδομένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την ανάκτηση οπτικοακουστικού υλικού βάσει σημαντικής, καθώς μπορούν να εκφραστούν για αυτές MP7QL ερωτήσεις που χρησιμοποιούν τη σημαντική που έχει εκφραστεί στις οντολογίες περιοχής. Έτσι, δημιουργήθηκε ένα πεδίο πειραματισμού, που απαρτίζεται από περιγραφές οπτικοακουστικού υλικού, το οποίο χρησιμοποιήθηκε από τις δραστηριότητες του δικτύου αριστείας DELOS II CoCoMA [Ei&al07] [Ch&al05], VAPEON [Bi&al05], OntoNL [KaCh05] [Ka&al07] και Context of Capture [Ja&al07].

Να σημειωθεί ότι οι MP7QL ερωτήσεις βάσει σημαντικής που μπορούν να υποστηριχθούν από τις MPEG-7 περιγραφές που αποθηκεύτηκαν στη DS-MIRF αποθήκη MPEG-7 μεταδεδομένων αναμένεται να είναι περισσότερο αποτελεσματικές, σε ότι αφορά ανάκληση και ακρίβεια, από τις ερωτήσεις που εκφράζουν τα κριτήρια για το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού βάσει λέξεων-κλειδίων. Αυτό συμβαίνει επειδή οι ερωτήσεις βάσει σημαντικής επιτρέπουν την ακριβέστερη έκφραση των κριτηρίων που θέτουν οι χρήστες και επηρεάζονται λιγότερο από την πληρότητα των περιγραφών. Για παράδειγμα, με δεδομένο ότι ο ποδοσφαιριστής Deco είναι παίκτης της ποδοσφαιρικής ομάδας Barcelona, όλα τα γκολ του Deco στο ισπανικό πρωτάθλημα θεωρούνται γκολ και της Barcelona και το οπτικοακουστικό υλικό στο οποίο αυτά περιέχονται επιστρέφεται από ερωτήσεις βάσει σημαντικής για τα γκολ της Barcelona. Το υλικό αυτό δεν είναι πάντα δυνατό να επιστραφεί από ερωτήσεις που εκφράζουν τα κριτήρια για το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού βάσει λέξεων-κλειδίων, καθώς αυτές θα επιστρέψουν μόνο το οπτικοακουστικό υλικό που στην περιγραφή του περιέχεται η λέξη Barcelona.

Επιπλέον, οι ερωτήσεις βάσει σημαντικής που αξιοποιούν τη γνώση περιοχής που έχει κωδικοποιηθεί στις οντολογίες περιοχής εκφράζουν με μεγαλύτερη σαφήνεια τα κριτήρια που θέτουν οι χρήστες, με συνέπεια να αυξάνεται η απόδοση της ανάκτησης του επιθυμητού οπτικοακουστικού υλικού.

7.1.2. Πολιτιστική Κληρονομιά

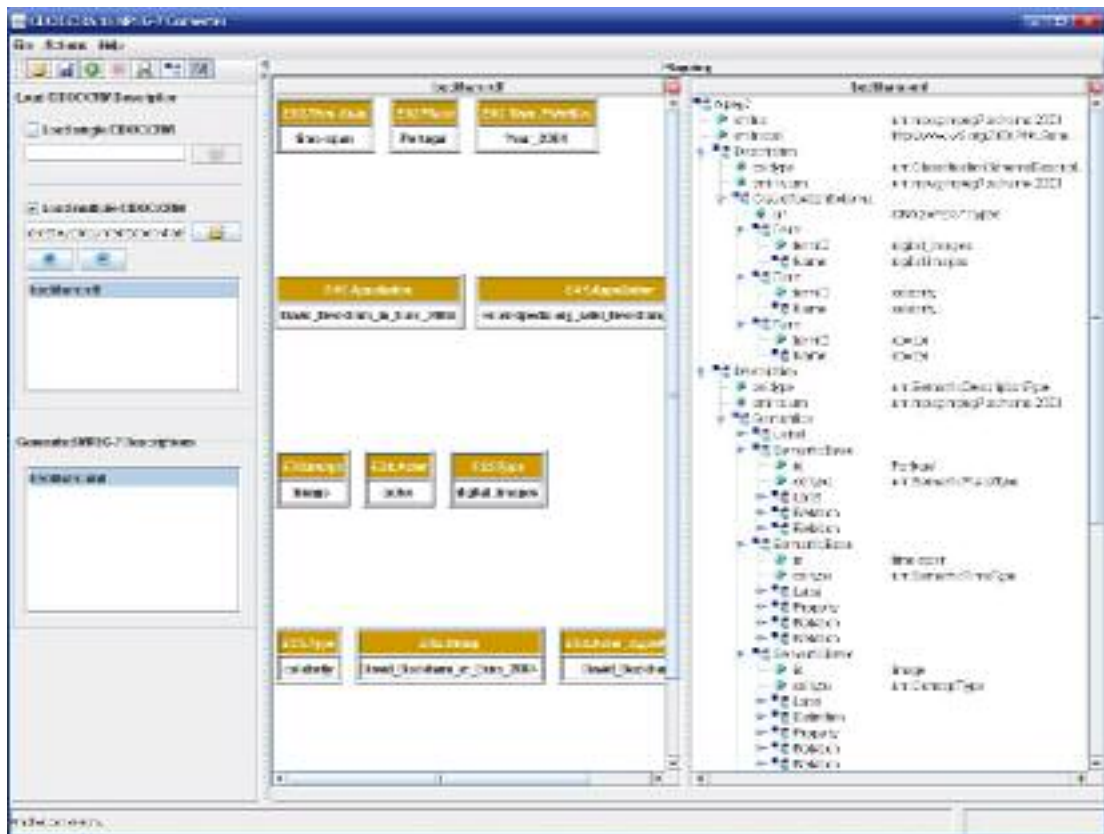
Η εφαρμογή του μοντέλου αναπαράστασης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής στο πεδίο της πολιτιστικής κληρονομιάς περιγράφεται σε αυτή την υποενότητα. Συγκεκριμένα, σκιαγραφείται το μοντέλο αντιστοίχισης του προτύπου περιγραφής οπτικοακουστικού υλικού MPEG-7 με το πρότυπο περιγραφής της πολιτιστικής κληρονομιάς CIDOC/CRM με ιδιαίτερη έμφαση στην εφαρμογή της προσέγγισης της παρούσας διατριβής στην ανάπτυξη του μοντέλου αυτού [Nt&al07a] [Nt&al07b] [Nt&al08]. Ο βασικός στόχος ήταν η υποστήριξη, μέσω της ανάπτυξης ενός μοντέλου αντιστοίχισης και του λογισμικού που το υλοποιεί, της μετατροπής υπαρχουσών CIDOC/CRM περιγραφών σε MPEG-7 περιγραφές. Με αυτό τον τρόπο, θα γίνει δυνατή η αξιοποίηση CIDOC/CRM περιγραφών αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς κατά την περιγραφή οπτικοακουστικού υλικού που απεικονίζει τα αντικείμενα αυτά και θα οδηγήσει σε μεγάλη εξοικονόμηση χρόνου.

Η ανάπτυξη του μοντέλου αντιστοίχισης των προτύπων MPEG-7 και CIDOC/CRM, έτσι ώστε να μπορούν οι CIDOC/CRM περιγραφές να μετατραπούν σε MPEG-7 περιγραφές αρχικά προσανατολήστηκε στην αντιστοίχιση των CIDOC/CRM δομών με τις αντίστοιχες MPEG-7 δομές. Η προσέγγιση αυτή απαρτίζεται από τις εξής αντιστοιχίσεις:

- Οι CIDOC/CRM κλάσεις αντιστοιχίζονται σε MPEG-7 τύπους. Για παράδειγμα, η CIDOC/CRM κλάση "E5 Event" αντιστοιχίζεται στον MPEG-7 τύπο "EventType".
- Οι CIDOC/CRM ιδιότητες αντικειμένων αντιστοιχίζονται σε MPEG-7 στοιχεία και MPEG-7 σχέσεις. Για παράδειγμα, η CIDOC/CRM ιδιότητα αντικειμένων "P3 has note" αντιστοιχίζεται στο MPEG-7 στοιχείο "Definition/FreeTextAnnotation" και η CIDOC/CRM ιδιότητα αντικειμένων "P27 moved from" αντιστοιχίζεται στην MPEG-7 σχέση "source".
- Τα άτομα των CIDOC/CRM κλάσεων αντιστοιχίζονται σε στοιχεία των MPEG-7 περιγραφών που αποτελούν στιγμιότυπα των τύπων που αντιστοιχούν στις κλάσεις στις οποίες τα άτομα ανήκουν. Για παράδειγμα, τα άτομα της CIDOC/CRM κλάσης "E53 Place" αναπαρίστανται από στοιχεία "CreationInformation/Creation/CreationCoordinates/Location", που είναι στιγμιότυπα του MPEG-7 τύπου "PlaceType", στον οποίο αντιστοιχεί η κλάση "E53 Place".

Παρ' όλο που με την παραπάνω προσέγγιση μπορεί να αναπαρασταθεί ένα μεγάλο τμήμα της σημαντικής του προτύπου CIDOC/CRM από τις αντίστοιχες MPEG-7 δομές, η προσέγγιση αυτή έχει το σημαντικό μειονέκτημα ότι δε μπορεί να καλύψει εξ' ολοκλήρου τη σημαντική του CIDOC/CRM. Αυτό συμβαίνει επειδή το MPEG-7 παρέχει μόνο γενικού σκοπού δομές, ενώ το CIDOC/CRM παρέχει τόσο δομές γενικού σκοπού όσο και εξειδικευμένες δομές που περιγράφουν οντότητες που σχετίζονται με την πολιτιστική κληρονομιά. Συγκεκριμένα, οι CIDOC/CRM δομές που αναπαριστούν εξειδικευμένες οντότητες στην περιοχή της πολιτιστικής κληρονομιάς είναι CIDOC/CRM κλάσεις που εξειδικεύουν κλάσεις οι οποίες αναπαριστούν γενικού σκοπού οντότητες που αντιστοιχούν σε MPEG-7 τύπους.

Για να επιλυθεί το πρόβλημα της μερικής κάλυψης της σημαντικής του προτύπου CIDOC/CRM, εφαρμόστηκε το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με τη χρήση MPEG-7 δομών που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής. Συγκεκριμένα, οι CIDOC/CRM κλάσεις που αναπαριστούν εξειδικευμένες οντότητες στην περιοχή της πολιτιστικής κληρονομιάς αναπαρίστανται, με βάση το μοντέλο που παρουσιάστηκε στην υποενότητα 4.1.4, από αφηρημένες MPEG-7 οντότητες σημαντικής, που υλοποιούνται από στοιχεία "SemanticBase". Τα στοιχεία αυτά έχουν ως τύπο τον MPEG-7 τύπο που αντιστοιχεί στην πιο κοντινή CIDOC/CRM κλάση που είναι πρόγονος της εξειδικευμένης τρέχουσας κλάσης. Για παράδειγμα, η CIDOC/CRM κλάση "E12 Production", που είναι υποκλάση της κλάσης "E5 Event", αναπαρίσταται από ένα στοιχείο "SemanticBase", τύπου "EventType".



Εικόνα 121: Η Διεπαφή του Συστήματος Αυτόματης Μετατροπής CIDOC/CRM Περιγραφών σε MPEG-7 Περιγραφές

Ένα πρόβλημα μικρότερης σημασίας της αρχικής προσέγγισης είναι ότι περισσότερες από μια CIDOC/CRM ιδιότητες αντικειμένων αντιστοιχούν στην ίδια MPEG-7 σχέση. Το μοντέλο αναπαράστασης γνώσης περιοχής με τη χρήση MPEG-7 δομών που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής δίνει τη λύση και σε αυτό το πρόβλημα, καθώς επιτρέπει την αποθήκευση του ονόματος της CIDOC/CRM ιδιότητας αντικειμένων στο στοιχείο "Header/Comment/FreeTextAnnotation" του στοιχείου "Relation" που αναπαριστά την ιδιότητα.

CIDOC/CRM Δομή	MPEG-7 Δομή
Γενικού Σκοπού Κλάση	MPEG-7 Τύπος
Εξειδικευμένη Κλάση Περιγραφής Πολιτιστικής Κληρονομιάς	Αφηρημένη MPEG-7 Οντότητα Σημαντικής
Ιδιότητα Αντικειμένων	MPEG-7 Στοιχείο / MPEG-7 Σχέση
Άτομο Κλάσης Γενικού Σκοπού	Στιγμιότυπο του αντίστοιχου MPEG-7 Τύπου
Άτομο Εξειδικευμένης Κλάσης Περιγραφής Πολιτιστικής Κληρονομιάς	Απλή MPEG-7 Οντότητα Σημαντικής

Πίνακας 13: Σύνοψη του Μοντέλου Αντιστοίχισης των Προτύπων CIDOC/CRM και MPEG-7

Ο Πίνακας 13 παρουσιάζει συνοπτικά το μοντέλο αντιστοίχισης των προτύπων CIDOC/CRM και MPEG-7, στο οποίο βασίστηκε το σύστημα αυτόματης μετατροπής CIDOC/CRM περιγραφών σε MPEG-7 περιγραφές που υλοποιήθηκε από τη διπλωματική εργασία [Ντου08]. Το σύστημα αυτό, η διεπαφή του οποίου παρουσιάζεται στην Εικόνα 121, δέχεται ως είσοδο μια CIDOC/CRM περιγραφή και τη μετατρέπει σε MPEG-7 περιγραφή.

7.2. Αξιολόγηση

Η εφαρμογή του μοντέλου αναπαράστασης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής στα πεδία του αθλητισμού και της πολιτιστικής κληρονομιάς επαλήθευσε την ορθότητα της προσέγγισης και συμπλήρωσε τις επιμέρους αποδείξεις της ορθότητας των συστατικών στοιχείων της. Αυτό που επιπλέον χρειάζεται είναι η συνολική αποτίμηση της προσέγγισης της παρούσας διατριβής, που θα προκύψει από τη σύγκρισή της με τις υπάρχουσες προσεγγίσεις και η αξιολόγησή της σε σχέση με αυτές. Έτσι, στην ενότητα αυτή περιγράφονται η διαδικασία και τα αποτελέσματα της πειραματικής αξιολόγησης της προσέγγισης της παρούσας διατριβής σε σχέση με τις δύο κυρίαρχες προσεγγίσεις:

- Την περιγραφή του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού με ελεύθερο κείμενο και την έκφραση ερωτήσεων για το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού με τη χρήση λέξεων κλειδιών.
- Την περιγραφή του οπτικοακουστικού υλικού με τη χρήση των δυνατοτήτων δομημένης περιγραφής που παρέχει το πρότυπο MPEG-7 και την έκφραση ερωτήσεων βάσει σημαντικής που δεν αξιοποιούν γνώση περιοχής, αλλά αξιοποιούν τις απτές MPEG-7 οντότητες σημαντικής και λέξεις-κλειδιά που εμφανίζονται σε αυτές.

Η πειραματική αξιολόγηση της προσέγγισης της παρούσας διατριβής σε σχέση με τις κυρίαρχες υπάρχουσες προσεγγίσεις έγινε στο πεδίο του ποδοσφαίρου. Έτσι, αξιοποιήθηκε το πεδίο πειραματισμού που αναπτύχθηκε με την εισαγωγή περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού για τους αγώνες του Mundial 2006 στη DS-MIRF αποθήκη MPEG-7 μεταδεδομένων (βλέπε υποενότητα 7.1.1).

Το πρώτο βήμα ήταν ο καθορισμός του συνόλου των ερωτήσεων αξιολόγησης, που θα έπρεπε να είναι ερωτήσεις στο πεδίο του ποδοσφαίρου για τους αγώνες του Mundial 2006. Για το σκοπό αυτό ακολουθήθηκε η εξής μεθοδολογία:

Ταυτότητα Ερώτησης	Ερώτηση σε Φυσική Γλώσσα
Q1	Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που απεικονίζει τα γκολ της Εθνικής Ομάδας της Ιταλίας στο Mundial 2006, από τη φάση των 16 και μετά.
Q2	Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που απεικονίζει τα γκολ της Εθνικής Ομάδας της Γαλλίας στο Mundial 2006, από τη φάση των 16 και μετά.
Q3	Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που απεικονίζει τα γκολ της Εθνικής Ομάδας της Ιταλίας στους ημιτελικούς και στον τελικό του Mundial 2006.
Q4	Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που απεικονίζει τα γκολ της Εθνικής Ομάδας της Γαλλίας σε βάρος της Εθνικής Ομάδας της Βραζιλίας στους προημιτελικούς του Mundial 2006.
Q5	Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που απεικονίζει τα γκολ της Εθνικής Ομάδας της Ιταλίας σε βάρος της Εθνικής Ομάδας της Γαλλίας στον τελικό του Mundial 2006.
Q6	Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που απεικονίζει τα πέναλτυ της Εθνικής Ομάδας της Γαλλίας στην κανονική διάρκεια των αγώνων του Mundial 2006, από τη φάση των 16 και μετά.

Πίνακας 14: Οι Ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν κατά την Αξιολόγηση σε Φυσική Γλώσσα

- Δόθηκαν οι τύποι ερωτήσεων για το ποδόσφαιρο που συγκεντρώθηκαν κατά την αξιολόγηση της εκφραστικότητας της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL σε 10 δυνάμει χρήστες μιας εφαρμογής ανάκτησης οπτικοακουστικού υλικού, οι οποίοι ειδικεύονται στην ανάπτυξη εφαρμογών πολυμέσων και, επιπλέον, παρακολουθούν αγώνες ποδοσφαίρου.
- Οι χρήστες αξιολόγησαν τους τύπους ερωτήσεων με βάση το πόσο σημαντικός είναι κατά τη γνώμη τους κάθε τύπος και έδωσαν μια κατάταξη των τύπων ερωτήσεων βάσει της σημαντικότητάς τους.
- Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των τύπων ερωτήσεων από τους χρήστες συνδυάστηκαν με το είδος των ερωτήσεων που διατίθενται από την εταιρεία στοιχημάτων bwin για αγώνες χαμηλής σημασίας και αναθεωρήθηκε η κατάταξη των τύπων ερωτήσεων βάσει της σημαντικότητάς τους.

- Με βάση την κατάταξη των τύπων ερωτήσεων βάσει της σημαντικότητάς τους εκφράστηκαν 6 ερωτήσεις για τους αγώνες του Mundial 2006. Οι ερωτήσεις αυτές, τις οποίες παρουσιάζει ο Πίνακας 14, αποτελούν το σύνολο των ερωτήσεων αξιολόγησης.

Το επόμενο βήμα ήταν ο καθορισμός των μετρικών αξιολόγησης (evaluation metrics). Οι μετρικές που επελέγησαν ήταν η ακρίβεια και η ανάκληση της αναζήτησης οπτικοακουστικού υλικού. Η ακρίβεια (P) ορίζεται στην έκφραση 105, όπου:

$$P=RDR/RD \quad (105)$$

- RDR είναι ο αριθμός των MPEG-7 περιγραφών που ανακτήθηκαν και ικανοποιούν τα κριτήρια της τρέχουσας ερώτησης.
- RD είναι ο συνολικός αριθμός των MPEG-7 περιγραφών που ανακτήθηκαν.

Η ανάκληση (R) της αναζήτησης οπτικοακουστικού υλικού ορίζεται στην έκφραση 106, όπου:

$$R=RDR/TRD \quad (106)$$

- RDR είναι ο αριθμός των MPEG-7 περιγραφών που ανακτήθηκαν και ικανοποιούν τα κριτήρια της τρέχουσας ερώτησης.
- TRD είναι ο συνολικός αριθμός των MPEG-7 περιγραφών που υπάρχουν στη DS-MIRF αποθήκη MPEG-7 μεταδεδομένων και ικανοποιούν τα κριτήρια της τρέχουσας ερώτησης.

Στη συνέχεια, οι ερωτήσεις φυσικής γλώσσας που αποτελούν το σύνολο των ερωτήσεων αξιολόγησης εκτελέστηκαν, αφού πρώτα εκφράστηκαν, χρησιμοποιώντας MP7QL σύνταξη, με τρεις μορφές:

- Με τη μορφή ερωτήσεων που εκφράζουν τα κριτήρια για το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού με τη χρήση λέξεων-κλειδιών, που αναζητούνται στο κείμενο περιγραφής του οπτικοακουστικού υλικού.
- Με τη μορφή ερωτήσεων που εκφράζουν τα κριτήρια για το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού με τη χρήση συνθηκών για τις γενικού σκοπού MPEG-7 δομές περιγραφής της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού και το κείμενο περιγραφής του οπτικοακουστικού υλικού.
- Με τη μορφή ερωτήσεων που εκφράζουν τα κριτήρια για το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού με τη χρήση συνθηκών για τις γενικού σκοπού MPEG-7 δομές περιγραφής της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού και τη γνώση περιοχής που έχει κωδικοποιηθεί συστηματικά, όπως περιγράφεται στην ενότητα 4.1.

Ο Πίνακας 15 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των ερωτήσεων που εκφράζουν τα κριτήρια για το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού με τη χρήση λέξεων-κλειδιών, ο Πίνακας 16 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των ερωτήσεων που εκφράζουν τα κριτήρια για το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού με τη χρήση συνθηκών για τις γενικού σκοπού MPEG-7 δομές περιγραφής της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού και το κείμενο περιγραφής του οπτικοακουστικού υλικού και ο Πίνακας 17 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των ερωτήσεων που εκφράζουν τα κριτήρια για το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού με τη χρήση συνθηκών για τις γενικού σκοπού MPEG-7 δομές περιγραφής της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού και τη γνώση περιοχής που έχει κωδικοποιηθεί συστηματικά.

Ταυτότητα Ερώτησης	TRD	RDR	RD	Ακρίβεια	Ανάκληση
Q1	6	6	8	0,75	1
Q2	11	11	15	0,73	1
Q3	4	4	6	0,67	1
Q4	3	3	3	1	1
Q5	3	3	5	0,6	1
Q6	4	4	7	0,57	1

Πίνακας 15: Αποτελέσματα της Αξιολόγησης για Ερωτήσεις βάσει Λέξεων-Κλειδιών

Ταυτότητα Ερώτησης	TRD	RDR	RD	Ακρίβεια	Ανάκληση
Q1	6	6	7	0,86	1
Q2	11	11	11	1	1
Q3	4	4	5	0,8	1
Q4	3	3	3	1	1
Q5	3	3	4	0,75	1
Q6	4	4	5	0,8	1

Πίνακας 16: Αποτελέσματα της Αξιολόγησης για Ερωτήσεις βάσει γενικού σκοπού MPEG-7 Δομών Περιγραφής της Σημαντικής και Περιγραφών Κειμένου

Ταυτότητα Ερώτησης	TRD	RDR	RD	Ακρίβεια	Ανάκληση
Q1	6	6	6	1	1
Q2	11	11	11	1	1
Q3	4	4	4	1	1
Q4	3	3	3	1	1
Q5	3	3	3	1	1
Q6	4	4	4	1	1

Πίνακας 17: Αποτελέσματα της Αξιολόγησης για Ερωτήσεις βάσει γενικού σκοπού MPEG-7 Δομών Περιγραφής της Σημαντικής και Γνώσης Περιοχής

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης δείχνουν ότι οι δυο προσεγγίσεις που αξιοποιούν τη δομημένη περιγραφή της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού υπερέρχονται ξεκάθαρα της προσέγγισης που βασίζεται σε λέξεις-κλειδιά σε ότι αφορά την ακρίβεια. Αυτό οφείλεται στην αδόμητη μορφή των συνθηκών για το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού όταν χρησιμοποιούνται λέξεις-κλειδιά, η οποία δεν επιτρέπει την περιγραφή της κατεύθυνσης των σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ των εμπλεκόμενων οντοτήτων σημαντικής. Για παράδειγμα, για την ερώτηση Q5 η ερώτηση βάσει λέξεων-κλειδίων θα αναζητήσει στο κείμενο περιγραφής του οπτικοακουστικού υλικού τις λέξεις-κλειδιά "France", "Italy" και "goal", με συνέπεια να επιστραφούν τόσο τα γκολ της Εθνικής Ομάδας της Ιταλίας όσο και τα γκολ της Εθνικής Ομάδας της Γαλλίας. Υπάρχουν βέβαια ερωτήσεις όπου η ακρίβεια των ερωτήσεων βάσει λέξεων-κλειδίων είναι ίδια με αυτή των ερωτήσεων που αξιοποιούν τη δομημένη περιγραφή της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού. Αυτό συμβαίνει είτε επειδή η κατεύθυνση των σχέσεων δεν παίζει ρόλο στην ερώτηση, όπως για παράδειγμα στην ερώτηση «Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που απεικονίζει τα γκολ του τελικού του Mundial 2006», είτε επειδή στα δεδομένα περιλαμβάνονται μόνο στιγμιότυπα με τη ζητούμενη κατεύθυνση. Για παράδειγμα, στην ερώτηση Q4 η ακρίβεια της ερώτησης βάσει λέξεων-κλειδίων είναι 1, επειδή η ερώτηση ζητά τα γκολ της Εθνικής Ομάδας της Γαλλίας σε ένα αγώνα όπου σκόραρε μόνο η Εθνική Ομάδα της Γαλλίας.

Η διαφορά στην απόδοση της προσέγγισης που αξιοποιεί τις γενικού σκοπού MPEG-7 δομές περιγραφής της σημαντικής και το κείμενο περιγραφής του οπτικοακουστικού υλικού από την προσέγγιση της παρούσας διατριβής, η οποία αξιοποιεί τις γενικού σκοπού MPEG-7 δομές περιγραφής της σημαντικής και τη γνώση περιοχής οφείλεται στο ότι μια περιγραφή με τη μορφή κειμένου μπορεί να προκαλέσει την κατά λάθος ανάκτηση οπτικοακουστικού υλικού που δεν ικανοποιεί τα κριτήρια των ερωτήσεων, σε αντίθεση με την αξιοποίηση της συστηματικά κωδικοποιημένης γνώσης περιοχής. Για παράδειγμα, η μειωμένη ακρίβεια των ερωτήσεων που εκφράζουν τα κριτήρια για το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού με τη χρήση συνθηκών για τις γενικού σκοπού MPEG-7 δομές περιγραφής της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού και το κείμενο περιγραφής του οπτικοακουστικού υλικού για τις ερωτήσεις Q1, Q3 και Q5 οφείλεται στο ότι κάποιο σουτ που για λίγο δεν οδήγησε σε γκολ περιείχε στην περιγραφή του το χαρακτηρισμό "near-goal".

Η ακρίβεια των ερωτήσεων που εκφράζουν τα κριτήρια για το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού με τη χρήση συνθηκών για τις γενικού σκοπού MPEG-7 δομές περιγραφής της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού και το κείμενο περιγραφής του οπτικοακουστικού υλικού αναμένεται

να μειωθεί ακόμα περισσότερο όταν υπάρχουν περιγραφές κειμένου που αναφέρονται σε κάποιο γεγονός που συνέβη πριν το γεγονός που απεικονίζεται στο οπτικοακουστικό υλικό. Για παράδειγμα, έστω η ερώτηση «Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που απεικονίζει τις παρεκτροπές του Mundial 2006». Έστω τώρα ότι υπάρχει μια φωτογραφία που απεικονίζει το διαιτητή τη στιγμή που τιμωρεί με κόκκινη κάρτα κάποιο παίκτη και η περιγραφή της φωτογραφίας αναφέρεται και στην παρεκτροπή που ήταν η αιτία απονομής της κόκκινης κάρτας, παρ' όλο που η παρεκτροπή δε φαίνεται στη φωτογραφία. Η φωτογραφία αυτή θα επιστραφεί από την παραπάνω ερώτηση αν η ερώτηση εκφραστεί με τη χρήση συνθηκών για τις γενικού σκοπού MPEG-7 δομές περιγραφής της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού και το κείμενο περιγραφής του οπτικοακουστικού υλικού, ενώ δε θα επιστραφεί αν η ερώτηση εκφραστεί με τη χρήση συνθηκών για τις γενικού σκοπού MPEG-7 δομές περιγραφής της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού και γνώση περιοχής.

Με βάση τα αποτελέσματα της παραπάνω πειραματικής αξιολόγησης, η ανάκληση είναι 1 για όλες τις ερωτήσεις αξιολόγησης και για όλες τις προσεγγίσεις, γεγονός που οφείλεται στο ότι οι ερωτήσεις αξιολόγησης είναι απλές. Αναμένεται όμως σε πιο περίπλοκες ερωτήσεις να μειωθεί η ανάκληση τόσο των ερωτήσεων που βασίζονται σε λέξεις-κλειδιά όσο και των ερωτήσεων που εκφράζουν τα κριτήρια για το περιεχόμενο του οπτικοακουστικού υλικού με τη χρήση συνθηκών για τις γενικού σκοπού MPEG-7 δομές περιγραφής της σημαντικής του υλικού και το κείμενο περιγραφής του υλικού. Για παράδειγμα, έστω η ερώτηση «Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που απεικονίζει τις παρεκτροπές του Mundial 2006». Το οπτικοακουστικό υλικό που περιγράφεται με τη χρήση του ακριβούς όρου που αντιστοιχεί στην παρεκτροπή (π.χ. κλωτσιά, κουτουλιά – butt – κ.α.) θα ανακτηθούν μόνο από την προσέγγιση της παρούσας διατριβής, όπου οι κλάσεις που αναπαριστούν συγκεκριμένες παρεκτροπές αναπαρίστανται ως υποκλάσεις της κλάσης “Misconduct” που αναπαριστά τις παρεκτροπές. Επιπλέον, σύνθετες ερωτήσεις της μορφής «Δώσε μου το οπτικοακουστικό υλικό που απεικονίζει τα γκολ των παικτών της Barcelona στο Mundial 2006» δε μπορούν να εκφραστούν με τη χρήση λέξεων-κλειδιών.

Κλείνοντας, να σημειωθεί ότι η προσέγγιση της παρούσας διατριβής έχει ακρίβεια και ανάκληση με τιμή 1 σε όλες τις περιπτώσεις, καθώς η οντολογία ποδοσφαίρου του πλαισίου DS-MIRF είναι λεπτομερής και επιτρέπει την ακριβή περιγραφή του περιεχομένου του οπτικοακουστικού υλικού και τη σύνταξη MP7QL ερωτήσεων που εκφράζουν με ακρίβεια τα κριτήρια για τη σημαντική του περιεχομένου του επιθυμητού οπτικοακουστικού υλικού.

7.3. Ανακεφαλαίωση

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφηκαν οι εφαρμογές του μοντέλου αναπαράστασης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής στα πεδία του αθλητισμού και του πολιτισμού, οι οποίες επαλήθευσαν την ορθότητα του μοντέλου. Επιπλέον, παρουσιάστηκε η πειραματική αξιολόγηση του μοντέλου και η σύγκρισή του με τις κυρίαρχες προσεγγίσεις αναπαράστασης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού.

8. Ανακεφαλαίωση – Συνεισφορά – Μελλοντικές Επεκτάσεις

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η ανακεφαλαίωση της παρούσας διατριβής (στην ενότητα 8.1), παρουσιάζεται η συνεισφορά της διατριβής (στην ενότητα 8.2) και σκιαγραφούνται οι μελλοντικές επεκτάσεις της (στην ενότητα 8.3).

8.1. Ανακεφαλαίωση

Η παρούσα διατριβή εστίασε στην αναπαράσταση της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού και στην ανάπτυξη λειτουργικότητας διαχείρισης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού. Η λειτουργικότητα αυτή βασίζεται στο κυρίαρχο πρότυπο περιγραφής οπτικοακουστικού υλικού, το πρότυπο MPEG-7 και στο κυρίαρχο πρότυπο αναπαράστασης οντολογιών, τη γλώσσα OWL. Στα πλαίσια της διατριβής αναπτύχθηκε μια οντολογική υποδομή που επιτρέπει την αναπαράσταση και τη διαχείριση της σημαντικής των περιγραφών του οπτικοακουστικού υλικού. Επιπλέον, αναπτύχθηκε ένα μοντέλο αντιστοίχισης που επιτρέπει την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και OWL. Τέλος, ορίστηκαν η γλώσσα ερωτήσεων και το μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων χρηστών MP7QL που επιτρέπουν τον ορισμό ερωτήσεων και φίλτρων βάσει της σημαντικής των MPEG-7 περιγραφών του οπτικοακουστικού υλικού.

Τα δομικά αυτά στοιχεία (οντολογική υποδομή, μοντέλο αντιστοίχισης, γλώσσα ερωτήσεων και μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων χρηστών) αποτελούν τη θεωρητική βάση για την ανάπτυξη του πλαισίου DS-MIRF, το οποίο υποστηρίζει την ανάπτυξη υπηρεσιών και εφαρμογών οπτικοακουστικού υλικού, οι οποίες βασίζονται σε γνώση περιοχής και χρησιμοποιούν και επεκτείνουν το πρότυπο MPEG-7. Συγκεκριμένα, το πλαίσιο DS-MIRF απαρτίζεται από:

- Την οντολογική υποδομή του, η οποία αποτελείται από:
 - Μια OWL-DL ανώτερη οντολογία που αποτυπώνει τη σημαντική του προτύπου MPEG-7.
Καθώς το πρότυπο MPEG-7 έχει εκφραστεί σε XML Schema σύνταξη, η ανάπτυξη της ανώτερης οντολογίας βασίστηκε στην αντιστοίχιση XML Schema δομών με OWL δομές. Η γενίκευση της μεθοδολογίας αυτής οδήγησε στην ανάπτυξη του μοντέλου αντιστοίχισης XS2OWL, το οποίο ορίζει την αντιστοίχιση των δομών των προτύπων XML Schema και OWL, επιτρέποντας έτσι τη χρήση μεθοδολογιών και εργαλείων του Σηματολογικού Ιστού από εφαρμογές που βασίζονται σε σημαντική που έχει εκφραστεί σε XML Schema σύνταξη.
 - Ένα σύνολο οντολογιών εφαρμογών που επεκτείνουν την ανώτερη οντολογία με γνώση εφαρμογών, ώστε να είναι δυνατή η υποστήριξη προηγμένης λειτουργικότητας που αξιοποιεί την εξειδικευμένη σημαντική κάθε περιοχής εφαρμογών.
 - Μια μεθοδολογία ενσωμάτωσης οντολογιών περιοχής που επεκτείνουν την ανώτερη οντολογία και τις οντολογίες εφαρμογών με γνώση περιοχής.
- Λειτουργικότητα διαχείρισης MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού, περιγραφών προτιμήσεων χρηστών και οντολογιών περιοχής.
- Λειτουργικότητα πλοήγησης, αναζήτησης και φίλτρων οπτικοακουστικού υλικού, καθώς και λειτουργικότητα εξατομίκευσης υπηρεσιών οπτικοακουστικού υλικού που βασίζονται σε γνώση περιοχής. Η λειτουργικότητα αναζήτησης βασίζεται στη γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και η λειτουργ-

γικότητα εξατομίκευσης και φίλτρων βασίζεται στο MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων.

Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων επιτρέπουν ανάκτηση και φιλτράρισμα οπτικοακουστικού υλικού που έχει περιγραφεί με τη χρήση του προτύπου MPEG-7 με ομοιόμορφο και διαφανή τρόπο. Έτσι, μπορούν να εκφραστούν συνθήκες για όλες τις συνιστώσες των MPEG-7 περιγραφών, να αξιοποιηθεί γνώση περιοχής που έχει εκφραστεί με τη χρήση MPEG-7 σύνταξης και να υποστηριχθούν η ανάκτηση οπτικοακουστικού υλικού βάσει σημαντικής και ο ορισμός φίλτρων σημαντικής για το οπτικοακουστικό υλικό.

Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL έχει ως μοντέλο δεδομένων το MPEG-7 και έχει την ιδιότητα της κλειστότητας, καθώς τα αποτελέσματα των MP7QL ερωτήσεων είναι MPEG-7 περιγραφές.

Το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων έχει το MPEG-7 μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων ως ειδική περίπτωση, γεγονός που επιτρέπει την αξιοποίηση MPEG-7 περιγραφών προτιμήσεων χρηστών από συστήματα διαχείρισης MP7QL περιγραφών προτιμήσεων αναζήτησης και φίλτρων.

- Το συστατικό λογισμικού GraphOnto, το οποίο χρησιμοποιήθηκε κατά την ανάπτυξη της οντολογικής υποδομής του πλαισίου DS-MIRF. Επιπλέον, στο συστατικό λογισμικού GraphOnto υλοποιήθηκε το μοντέλο αντιστοίχισης OWL δομών με MPEG-7 δομές, επιτρέποντας έτσι την αυτόματη μετατροπή OWL οντολογιών περιοχής και OWL/RDF περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού σε MPEG-7 περιγραφές.

Το μοντέλο αναπαράστασης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής εφαρμόστηκε στα πεδία του αθλητισμού και της πολιτιστικής κληρονομιάς. Στο πεδίο του αθλητισμού μάλιστα το μοντέλο αναπαράστασης της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού αξιολογήθηκε σε σχέση με τις κυριάρχες προσεγγίσεις αναπαράστασης.

8.2. Συνεισφορά της Διατριβής

Η συνεισφορά της παρούσας διατριβής παρουσιάζεται σε αυτή την ενότητα. Η βασική συνεισφορά της διατριβής είναι συνοψίζεται στα εξής σημεία:

- Την τεκμηρίωση της αναγκαιότητας ενσωμάτωσης γνώσης περιοχής στις δυνατότητες δομημένης περιγραφής της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού και την ανάπτυξη ενός μοντέλου περιγραφής οπτικοακουστικού υλικού που το επιτρέπει [TsPaCh01a] [TsPaCh01b]. Αυτό επιτυγχάνεται με την αναπαράσταση των δομών και της σημαντικής του MPEG-7 στο πρώτο επίπεδο του μοντέλου και την αναπαράσταση της γνώσης περιοχής στο δεύτερο επίπεδο, ώστε η γνώση περιοχής να εμπλουτίζει τις δομές και τη σημαντική του MPEG-7.
- Την ανάπτυξη ενός μοντέλου αναπαράστασης γνώσης περιοχής με τη χρήση MPEG-7 σύνταξης καθώς και την ενσωμάτωση και τη συστηματική αξιοποίησή της στις MPEG-7 περιγραφές [TsFaCh03a] [TsFaCh03b] [Ts&al05].
- Την ανάπτυξη ενός πλαισίου υποστήριξης της διαλειτουργικότητας προτύπων που χρησιμοποιούν XML Schema σύνταξη με γνώση περιοχής που είναι εκφρασμένη με τη μορφή OWL οντολογιών [TsCh07b]. Το πλαίσιο αυτό βασίζεται στο μοντέλο αντιστοίχισης (mapping model) XS2OWL, το οποίο ορίζει την αντιστοίχιση των δομών των προτύπων XML Schema και OWL, επιτρέποντας έτσι τη χρήση μεθοδολογιών και εργαλείων του Σημασιολογικού Ιστού (Semantic Web) από εφαρμογές που χρησιμοποιούν πρότυπα που βασίζονται σε XML Schema. Το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL επιτρέπει τη διατήρηση της συμβατότητας με εφαρμογές που χρησιμοποιούν τις XML Schema εκδόσεις των προτύπων. Το σύστημα XS2OWL που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής υλοποιεί το μοντέλο αντιστοίχισης XS2OWL αυτοματοποιώντας την εφαρμογή του.
- Την ανάπτυξη ενός μοντέλου για την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ MPEG-7 και OWL, που υλοποιείται από ένα πλαίσιο που επιτρέπει την αξιοποίηση γνώσης περιοχής που είναι εκφρασμένη με τη μορφή OWL οντολογιών για τη δημιουργία MPEG-7 περιγραφών συστηματικά εμπλουτισμένων με γνώση περιοχής [Ts&al04] [TsPoCh04a] [TsPoCh04b] [TsPoCh04c]

[TsPoCh07] [Ga&al07]. Το πλαίσιο αυτό απαρτίζεται από μια OWL ανώτερη οντολογία που αναπαριστά το MPEG-7, μια μεθοδολογία ορισμού οντολογιών περιοχής και/ή ενσωμάτωσής τους στην ανώτερη οντολογία και από ένα σύνολο κανόνων μετατροπής (transformation rules) OWL οντολογιών περιοχής και περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού σε MPEG-7 σύνταξη.

- Την ανάπτυξη της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL [TsCh06b] [TsCh07a] [TsCh08] και του συμβατού με αυτή MP7QL μοντέλου περιγραφής προτιμήσεων χρηστών [TsCh05] [TsCh06a] που επιτρέπουν τη διαφανή πρόσβαση στο οπτικοακουστικό υλικό, τη δυνατότητα έκφρασης συνθηκών για όλες τις συνιστώσες των MPEG-7 περιγραφών καθώς και την ανάκτηση οπτικοακουστικού υλικού βάσει σημαντικής και τον ορισμό φίλτρων σημαντικής για το υλικό αυτό. Επιπλέον, τόσο η MP7QL όσο και το MP7QL μοντέλο περιγραφής προτιμήσεων χρηστών επιτρέπουν το σαφή καθορισμό δυαδικών τελεστών, ώστε να είναι δυνατός ο ακριβής συνδυασμός των συνθηκών των ερωτήσεων σύμφωνα με τις επιθυμίες των χρηστών και τιμών προτίμησης. Τέλος, η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL ικανοποιεί τις Απαιτήσεις της MPEG-7 Μορφής Ερωτήσεων (MP7QF).
- Την υποστήριξη της δυνατότητας έκφρασης και αξιοποίησης γνώσης σχετικής με εφαρμογές (application knowledge), η οποία δεν εκφράζεται άμεσα στα MPEG-7/21 αλλά είναι απαραίτητη για την υποστήριξη προηγμένων υπηρεσιών [TsPoCh07]. Η γνώση αυτή είτε διευκολύνει τη χρήση των προτύπων MPEG-7/21 (συνήθως περιλαμβάνει δομές που υπονοούνται στο κείμενο περιγραφής των προτύπων, όπως είναι οι τυποποιημένες σχέσεις – typed relationships) είτε υποστηρίζει προηγμένες υπηρεσίες περιεχομένου πολυμέσων (όπως, για παράδειγμα, περιγραφές προτιμήσεων χρηστών βάσει σημαντικής – semantic user preferences) και αναπαρίσταται με τη μορφή οντολογιών εφαρμογών (application ontologies). Στα πλαίσια της παρούσας διατριβής αναπτύχθηκαν: (α) Μια οντολογία εφαρμογής που αναπαριστά πλήρως τη σημαντική των τυποποιημένων σχέσεων που περιγράφεται στο κείμενο του MPEG-7 MDS, αλλά δεν αποτυπώνεται πλήρως στην XML/XML Schema σύνταξή του; και (β) Μια οντολογία εφαρμογής για την πλήρη περιγραφή προτιμήσεων χρηστών, που περιλαμβάνει προτιμήσεις φίλτρων και αναζήτησης για οπτικοακουστικό υλικό συμβατές με τη σημαντική του MP7QL μοντέλου προτιμήσεων ανάκτησης και φίλτρων και περιγραφές προτιμήσεων πλοήγησης που χρησιμοποιούν σαφώς καθορισμένους δυαδικούς τελεστές και επιτρέπει την πλοήγηση βάσει της σημαντικής του οπτικοακουστικού υλικού.
- Την επαλήθευση της ορθότητας της προσέγγισης της παρούσας διατριβής, μέσω της εφαρμογής της στα πεδία του αθλητισμού [TsPoCh07] [TsPoCh04a] και της πολιτιστικής κληρονομιάς (cultural heritage) [Nt&al07a] [Nt&al07b] [Nt&al08]. Σε σχέση μάλιστα με το πεδίο της πολιτιστικής κληρονομιάς αναπτύχθηκε ένα μοντέλο αντιστοίχισης των προτύπων MPEG-7 και CIDOC/CRM, που επιτρέπει την αξιοποίηση των περιγραφών των αντικειμένων που αποτελούν τμήμα της πολιτιστικής κληρονομιάς κατά την περιγραφή οπτικοακουστικού υλικού που αποτυπώνει τα αντικείμενα αυτά.
- Την πειραματική αξιολόγηση (evaluation), σε ότι αφορά την αναζήτηση οπτικοακουστικού υλικού, της παρούσας διατριβής σε σχέση με τις κυρίαρχες πρακτικές αναζήτησης οπτικοακουστικού υλικού [TsPoCh07].

Επιπλέον, τα επιμέρους αποτελέσματα της παρούσας διατριβής συνεισέφεραν στη διαδικασία ορισμού προτύπων και πρακτικών της **Ομάδας Ειδημόνων σε Κινούμενες Εικόνες (Moving Picture Experts Group – MPEG)** και του Σημαιολογικού Ιστού στο πεδίο των πολυμέσων και συγκεκριμένα:

- Η οντολογική υποδομή του πλαισίου DS-MIRF επηρέασε σε σημαντικό βαθμό τις εργασίες στην ομάδα “W3C Multimedia Semantics Incubator Group” [W3C/MM], στην οποία η συγγραφέας της διατριβής συμμετείχε ως προσκεκλημένη ειδήμων (invited expert). Ως συνέπεια, τα έγγραφα [Ha07] [Ce&al07] που είναι αποτέλεσμα της εργασίας της ομάδας αυτής έχουν αναφορές σε τμήματα της παρούσας διατριβής.
- Η γλώσσα ερωτήσεων MP7QL [TsCh07e] αποτέλεσε πρόταση για τη σύνταξη της MPEG-7 μορφής ερωτήσεων (MP7QF), στην πρόσκληση υποβολής προτάσεων του MPEG, και επηρέασε το σχεδιασμό του προτύπου το οποίο αναπτύσσεται για την αναζήτηση οπτικοακουστικού υλικού που έχει περιγραφεί με τη χρήση του προτύπου MPEG-7.

8.3. Μελλοντικές Επεκτάσεις

Η κατεύθυνση των επεκτάσεων της έρευνας που διενεργήθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής σκιαγραφείται σε αυτή την ενότητα. Συγκεκριμένα, οι μελλοντικές επεκτάσεις της παρούσας διατριβής περιλαμβάνουν:

- Την ενσωμάτωση της ανώτερης οντολογίας του πλαισίου DS-MIRF σε ευρέως αποδεκτές οντολογίες κορυφαίου επιπέδου, όπως οι Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering (DOLCE) [DOLCE] και Suggested Upper Merged Ontology (SUMO) [IEEE SUO WG].
- Την ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας για τη συστηματική ενσωμάτωση των κύριων οντολογιών που παράγονται από το μοντέλο και το λογισμικό XS2OWL σε ευρέως αποδεκτές οντολογίες κορυφαίου επιπέδου, όπως οι DOLCE και SUMO.
- Τη συστηματική αξιοποίηση των οντολογιών αντιστοίχισης για την υποστήριξη διαλειτουργικότητας μεταξύ OWL οντολογιών και XML σχημάτων που η σημαντική τους επικαλύπτεται (ολικώς ή μερικώς).
- Τη διερεύνηση της βελτιστοποίησης της εκτέλεσης των MP7QL ερωτήσεων τόσο σε XML/XML Schema περιβάλλοντα εργασίας όσο και σε OWL/RDF περιβάλλοντα εργασίας.
- Την ανάπτυξη ενός μηχανισμού περιγραφής των δυνατοτήτων των MP7QL εξυπηρετητών ερωτήσεων παρόμοιου με το μηχανισμό περιγραφής προφίλ MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού [ISO/IEC03f].
- Τον ορισμό μιας δυαδικής μορφής κωδικοποίησης, με σύνταξη τη Δυαδική Μορφή της XML (BiM) [ISO/IEC06b], για την κωδικοποίηση της XML Schema σύνταξης της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL. Έτσι, θα υποστηριχθεί η αποδοτική, σε ότι αφορά το εύρος ζώνης, μετάδοση των MP7QL ερωτήσεων υιοθετώντας την πρακτική που εφαρμόστηκε για την αποδοτική μετάδοση των MPEG-7 περιγραφών οπτικοακουστικού υλικού.
- Την αξιολόγηση της εκφραστικότητας της γλώσσας ερωτήσεων MP7QL σε πεδία διαφορετικά από το ποδόσφαιρο, τόσο για άλλα αθλήματα (όπως π.χ. φόρμουλα 1, μπάσκετ κ.α.) όσο και για πεδία εφαρμογών εκτός αθλητισμού, όπως είναι η πολιτιστική κληρονομιά και η οικονομία.
- Την επέκταση της αξιολόγησης της προσέγγισης της παρούσας διατριβής με τη χρήση του πλαισίου αξιολόγησης που παρουσιάστηκε στην ενότητα 7.2. Η επέκταση της αξιολόγησης θα περιλαμβάνει:
 - Ερωτήσεις στο πεδίο του ποδοσφαίρου που περιλαμβάνουν συνθήκες για περισσότερες οντότητες σημαντικής (παίκτες, κόκκινες κάρτες κ.α.), ώστε να χρησιμοποιηθούν όλοι οι τύποι ερωτήσεων που έχουν συλλεχθεί.
 - Σύνθετες ερωτήσεις στο πεδίο του ποδοσφαίρου.
 - Ερωτήσεις για φόρμουλα 1, αλλά και για πεδία εφαρμογών εκτός αθλητισμού, όπως η πολιτιστική κληρονομιά και η οικονομία.
 - Την αξιολόγηση της προσέγγισης της παρούσας διατριβής σε σχέση με υπηρεσίες φίλτρων, απόκτησης γνώσης, ορισμού ερωτήσεων κ.α.

Αναφορές

- [ADL04] ADL Technical Team. Sharable Content Object Reference Model (SCORM). 2004.
- [Ad&al07] Adistambha K., Doeller M., Tous R., Gruhne M., Sano M., Tsinaraki C., Christodoulakis S., Yoon K., Ritz C., Burnett I.: "The MPEG-7 Query Format: A New Standard in Progress for Multimedia Query by Content". In the proceedings of the IEEE ISCIT 07 Symposium, Sydney, Australia, 2007, pp. 479-484.
- [AgAn04] Agius H., Angelides M.: "Modelling and Filtering of MPEG-7-Compliant Meta-Data for Digital Video". In the proceedings of the ACM SAC, 2004, pp. 1248-1252.
- [AgAn06] Agius H., Angelides M.: "Enriching MPEG-7 user models with content metadata". In the proceedings of the Semantic Media Adaptation and Personalization Workshop (SMAP 2006), pp. 151-156, December 2006, Athens, Greece.
- [Ak&al01] Akrivas G., Ioannou S., Karakoulakis E., Karpouzis K., Avrithis Y., Delopoulos A., Kollias S., Varlamis I., Vaziriannis M.: "An Intelligent System for Retrieval and Mining of Audiovisual Material Based on the MPEG-7 Description Schemes". In the proceedings of the Eunit 2001, Tenerife, Spain.
- [AMICO05] Art Museum Image Consortium, "AMICO data model", <http://www.amico.org/>, 2005
- [ArMoCh06] Arapi P., Moumoutzis N., Christodoulakis S.: "ASIDE: An Architecture for Supporting Interoperability between Digital Libraries and Elearning Applications". In the proceedings of the ICALT 2006.
- [Ba&al02] Baader F., Calvanese D., McGuinness D., Nardi D., Patel-Schneider P. F.: "The Description Logic Handbook". Theory, Implementation, and Applications. Cambridge University Press, Cambridge, 2002.
- [BerXD] Oracle Inc., Berkeley DB XML, <http://www.oracle.com/database/berkeley-db/index.html>.
- [B-LFM98] Berners Lee T., Fielding R., Masinter L.: "Uniform Resource Identifiers (URI): Generic Syntax". IETF RFC 2396, Aug. 1998. (<http://www.ietf.org/rfc/rfc2396.txt>)
- [Be&al07] Berglund A., Boag S., Chamberlin D., Fernández M., Kay M., Robie J., Siméon J.: "XML Path Language (XPath) 2.0". W3C Recommendation January 2007. (<http://www.w3.org/TR/xpath20/>).
- [BeDBNu06] Bertini M., Del Bimbo A., Nunziati W.: "Video Clip Matching Using MPEG-7 Descriptors and Edit Distance". In the proceedings of the CIVR 2006, pp. 133-142.
- [Be&al04] Bertini M., Del Bimbo A., Cucchiara R., Prati A.: "Object-Based and Event-Based Semantic Video Adaptation". In the proceedings of the ICPR (4) 2004: 987-990, 23-26 August 2004, Cambridge, UK.
- [Bi&al05] del Bimbo A., Bertini M., Torniai C., Christodoulakis S., Tsinaraki C., Cucchiara R., Grana C.: "Video Annotation with Pictorially Enriched Ontologies", DELOS poster session in conjunction with European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries (ECDL), September 2005, Vienna, Austria, 2005.
- [BiMa01] Biron P., Malhotra A. (eds.): "XML Schema Part 2: Datatypes". W3C Recommendation, 2001. (<http://www.w3.org/TR/xmlschema-2/>).
- [Br&al04] Tim Bray et al. (eds.): "Extensible Markup Language (XML) 1.1". W3C Recommendation April 2004. (<http://www.w3.org/TR/xml11/>).
- [BrGu04] Brickley D., Guha R. V. (eds.): "RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema". W3C Recommendation, 10 Feb. 2004. (<http://www.w3.org/TR/rdf-schema>).
- [Ce&al07] Celma O., Dasiopoulou S., Hausenblas M., Little S., Tsinaraki C., Troncy R.: "MPEG-7 and the Semantic Web". W3C Incubator Group Editor's Draft 14 August 2007, <http://www.w3.org/2005/Incubator/mmsem/XGR-interoperability/>.
- [Cha&al07] Chamberlin D., Fankhauser P., Marchiori M., Robie J. (eds): "XML Query (XQuery) Requirements". W3C Working Group Note 23 March 2007, <http://www.w3.org/TR/xquery-requirements/>.
- [CSP01] Chang S.F., Sikora T., Puri A.: "Overview of the MPEG-7 standard". IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology 11, pp. 688-695.
- [ChHa04] Chen, M-Y., Hauptmann, A.: "Searching for a Specific Person in Broadcast News Video". In the proceedings of the International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP'04), Montreal, Canada, May 17-21, 2004.
-

- [Ch&al05] Christodoulakis S., Tsinaraki C., Breiteneder C., Eidenberger H., Divotkey D., Boll S., Scherp A., Bertino E., Perego A.: "CoCoMA: Content and Context Aware Multimedia Content Retrieval, Delivery and Presentation", DELOS poster session in conjunction with European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries (ECDL), September 2005, Vienna, Austria, 2005.
- [Da&al05] Dasiopoulou S., Mezaris V., Kompatsiaris I., Papastathis V. K., Strintzis M. G.: "Knowledge-Assisted Semantic Video Object Detection". In IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Special Issue on Analysis and Understanding for Video Adaptation, vol. 15, no. 10, pp. 1210-1224, October 2005.
- [Da95] Date C. J.: "An Introduction to Database Systems". 6th Edition, Addison-Wesley, 1995.
- [DELOS] The DELOS Network of Excellence in Digital Libraries. (<http://www.delos.info>).
- [EH98] English Heritage: "MIDAS, A Manual and Data Standard for Monument Inventories", 1998.
- [Ei&al07] Eidenberger H., Boll S., Christodoulakis S., Divotkey D., Leopold K., Martin A., Perego A., Scherp A., Tsinaraki C.: "Towards Integrated Authoring, Annotation, Retrieval, Adaptation, Personalization and Delivery of Multimedia Content". In the proceedings of the DELOS Conference, Tirrenia, Italy, February 2007, pp. 87-103.
- [EiBr03] Eidenberger H., Breiteneder C.: "VizIR: A Framework for Visual Information Retrieval". Journal of Visual Languages & Computing, 14, 5, 2003, 443-469.
- [Fa01] Fallside D. (ed.): "XML Schema Part 0: Primer". W3C Recommendation, 2001. (<http://www.w3.org/TR/xmlschema-0/>).
- [FeZiTr04] Ferdinand M., Zirpins C., Trastour D.: "Lifting XML Schema to OWL". In the proceedings of the International Conference on Web Engineering (ICWE) 2004: 354-358.
- [FIA] Federation Internationale de l'Automobile (FIA): "FIA regulations in detail". http://www.formula1.com/inside_f1/rules_and_regulations/sporting_regulations/6844/fia.html.
- [FIFA] Federation Internationale de Football (FIFA): "Football Game Rules", 2003, <http://www.fifa.org>.
- [FuGro04] Fuhr N., Grossjohann K., "XIRQL: An XML Query Language Based on Information Retrieval Concepts", ACM Transactions on Information Systems, April 2004, Volume 22, Number 2.
- [GaCe05] García R., Celma O.: "Semantic Integration and Retrieval of Multimedia Metadata". In the proceedings of the Knowledge Markup and Semantic Annotation Workshop, Semannot'05. CEUR, 2005.
- [Ga&al07] Garcia R., Tsinaraki C., Celma O., Christodoulakis S.: "Multimedia Content Description using Semantic Web Languages". Book chapter of the "Semantic multimedia and ontologies: theory and applications", Springer-Verlag, ISBN: 978-1-84800-075-9, Chapter 2, pp. 17-54.
- [GrLa02] Graves A., Lalmas M.: "Video Retrieval using an MPEG-7 based Inference Network". In the proceedings of the ACM SIGIR 2002, pp. 339-346.
- [Gu98] Guarino N. (1998): "Formal Ontology and Information Systems". In the proceedings of the first International Conference Formal Ontology in Information Systems (FOIS '98), pp. 3-15. June 6-8 1998, Trento, Italy, Ed. Guarino N., IOS Press
- [Ha&al04] Hammiche S., Benbernou S., Hacid M-S., Vakali A.: "Semantic retrieval of multimedia data". In the proceedings of the MMDb 2004: 36-44.
- [Ha&al06] Hammiche S., Lopez B., Benbernou S., Hacid M.-S., Vakali A.: "Domain Knowledge Based Queries for Multimedia Data Retrieval". In the proceedings of the Workshop on Multimedia Semantics 2006 (WMS 2006), pp. 94-103, 19-21 June 2006, Chania, Crete.
- [Ha07] Hausenblas M. (ed.): "Multimedia Vocabularies on the Semantic Web". W3C Incubator Group Report 24 July 2007, <http://www.w3.org/2005/Incubator/mmsem/XGR-interoperability/>.
- [HPSH03] Horrocks I., Patel-Schneider P. F., van Harmelen F.: "From SHIQ and RDF to OWL: The Making of a Web Ontology Language". Journal of Web Semantics, Dec. 2003, 1(1). (<http://www.websemanticsjournal.org/volume1/issue1/Horrocksetal2003/Horrocksetal2003.pdf>)
- [Hu01] Hunter J.: "Adding Multimedia to the Semantic Web - Building an MPEG-7 Ontology". In the proceedings of the International Semantic Web Working Symposium (SWWS), July 30 - August 1, 2001.
- [Hu02] Hunter J.: "Combining the CIDOC CRM and MPEG-7 to Describe Multimedia in Museums". In the Proc. of the Museums and the Web international conference, Boston, April 2002.
- [Hu99] Hunter, J.: "A proposal for an MPEG-7 description definition language". Technical report, MPEG-7 AHG Test and Evaluation Meeting, Lancaster, UK, 1999.
- [HuDrLi04] Hunter J., Drennan J., Little S.: "Realizing the Hydrogen Economy through Semantic Web Technologies". In IEEE Intelligent Systems, January/February 2004.

- [IEEE02] IEEE LTSC: "IEEE 1484.12.1-2002 – Learning Object Metadata Standard." <http://ltsc.ieee.org/wg12/>.
- [ISO/IEC98] International Standardization Organization (ISO): "ISO 8601: Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times". 1998.
- [ISO/IEC01a] International Standardization Organization (ISO): "15938-1:2001: Information Technology – Multimedia content description interface – Part 1: Systems". (2001) Version 1.
- [ISO/IEC01b] International Standardization Organization (ISO): "15938-2:2001: Information Technology – Multimedia content description interface – Part 2: Description Definition Language". (2001) Version 1.
- [ISO/IEC01c] International Standardization Organization (ISO): "15938-3:2001: Information Technology – Multimedia content description interface – Part 3: Visual", 2001 Version 1.
- [ISO/IEC01d] International Standardization Organization (ISO): "15938-4:2001: Information Technology – Multimedia content description interface – Part 4: Audio". (2001) Version 1.
- [ISO/IEC02a] International Standardization Organization (ISO): "Multimedia Framework-Part 1: Vision, Technologies and Strategy, ISO/IEC 21000-1:2002", 2002.
- [ISO/IEC03a] International Standardization Organization (ISO): "15938-5:2003: Information Technology – Multimedia content description interface – Part 5: Multimedia description schemes". (2003) First Edition.
- [ISO/IEC03b] International Standardization Organization (ISO): "Information Technology-Multimedia Framework (MPEG-21) – Part 2: Digital Item Declaration, ISO/IEC 21000-2:2003". March 2003.
- [ISO/IEC03c] International Standardization Organization (ISO): "Information Technology-Multimedia Framework (MPEG-21) – Part 3: Digital Item Identification, ISO/IEC 21000-3:2003". March 2003.
- [ISO/IEC03d] International Standardization Organization (ISO): "Information Technology-Multimedia Framework (MPEG-21) – Part 5: Rights Expression Language, ISO/MPEG N5939, July 2003.
- [ISO/IEC03e] International Standardization Organization (ISO): "Information Technology-Multimedia Framework (MPEG-21) – Part 6: Rights Data Dictionary, ISO/MPEG N5842, July 2003.
- [ISO/IEC03f] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11: "N6263 – Study of MPEG-7 Profiles Part 9". Committee Draft, December 2003.
- [ISO/IEC03g] ISO/IEC: "Information and documentation – The Dublin Core metadata element set, ISO 15836", 2003.
- [ISO/IEC04a] International Standardization Organization (ISO): "Information Technology-Multimedia Framework (MPEG-21) – Part 7: Digital Item Adaptation". FDIS, March 2004.
- [ISO/IEC06a] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11: "N8219 – MPEG-7 Query Format Requirements version 1.1". Klagenfurt, Austria (2006)
- [ISO/IEC06b] International Standardization Organization (ISO): "Information technology – MPEG system technologies – Part 1: Binary MPEG Format for XML, ISO/IEC 23001-1:2006", January 2006, Bangkok, Thailand.
- [ISO/IEC06c] International Standardization Organization (ISO): "Information and documentation – A reference ontology for the interchange of cultural heritage information (CIDOC/CRM), ISO 21127", 2006.
- [ISO/IEC98] International Standardization Organization (ISO): "ISO 8601: Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times". 1998.
- [Ja&al07] Jacobs A., Ioannidis G., Christodoulakis S., Moumoutzis N., Georgoulakis S., Papachristoudis Y.: Automatic, Context-of-Capture-Based Categorization, Structure Detection and Segmentation of News Telecasts. DELOS Conference 2007: 278-287
- [Ka&al07] Karanastasi A., Zotos A., Christodoulakis S.: "The OntoNL Framework for Natural Language Interface Generation and a Domain-Specific Application". DELOS Conference 2007: 228-237.
- [KaCh05] Karanastasi A., Christodoulakis S.: "OntoNL: An Ontology-based Natural Language Interface Generator for Multimedia Repositories". AvivDiLib 2005, pp. 205-216.
- [Kay05] Kay M. (ed.): "XSL Transformations (XSLT) Version 2.0". W3C Candidate Recommendation, 3 Nov. 2005. (<http://www.w3.org/TR/xslt20/>).
- [KoKaCh07] Kotopoulos G., Kazasis F., Christodoulakis S.: "Querying MOF Repositories: The Design and Implementation of the Query Metamodel Language (QML)". IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies, Feb. 2007 Cairns Australia.
- [LaHu01] Lagoze C., Hunter J.: "The ABC Ontology and Model". In the Journal of Digital Information, 2(2), 6 Nov. 2001.

- [La&al00] Lassila O., van Harmelen F., Horrocks I., Hendler J., McGuinness D. L.: "The Semantic Web and its Languages". IEEE Intelligent Systems, Nov.-Dec. 2000, 15(6):67-73.
- [LC] Library of Congress (LC), "EAD: Encoded Archival Description", <http://www.loc.gov/ead/>
- [Le&al03] Lee M.H., Kang J.H., Myaeng S.H., Hyun S.J., Yoo J.M., Ko E.J., Jang J.W., Lim J.H.: "A Multimedia Digital Library System based on MPEG-7 and XQuery". In the proceedings of the ICADL 2003.
- [Lu&al03] Lux M., Becker J., Krottmaier H.: "Caliph & Emir: Semantic Annotation and Retrieval in Personal Digital Photo Libraries". In the proceedings of the CAISE'03 Forum at the 15th Conference on Advanced Information Systems Engineering, pp. 85-89, June 16th-20th 2003, Velden, Austria.
- [MaMi04] Manola F., Miles E. (eds.): "RDF Primer. W3C Recommendation". 10 Feb. 2004. (<http://www.w3.org/TR/rdf-primer>)
- [Mart03] Martines J. (Ed.): "ISO/IEC JTC1/SC29/WG11N5525 – MPEG-7 Overview (version 9)". International Organisation for Standardisation (ISO), <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm>, Pattaya, March 2003.
- [MG&al02] McGuinness D. L., Fikes R., Hendler J., Stein L. A.: "DAML+OIL: An Ontology Language for the Semantic Web". IEEE Intelligent Systems, Sep.-Oct. 2002, 17(5):72-80.
- [MGHa04] McGuinness D. L., van Harmelen F. (eds.): "OWL Web Ontology Language: Overview". W3C Recommendation, 10 Feb. 2004. (<http://www.w3.org/TR/owl-features>).
- [METS] Metadata Encoding and Transmission Standard (METS) Official Website, <http://www.loc.gov/standards/mets/>.
- [NaOsHa04] Nack F., van Ossenbruggen J., Hardman L.: "That Obscure Object of Desire: Multimedia Metadata on the Web" (Part I). In IEEE Multimedia, 11(4), 2004.
- [NaOsHa05] Nack F., van Ossenbruggen J., Hardman L.: "That Obscure Object of Desire: Multimedia Metadata on the Web" (Part II). In IEEE Multimedia, 12(1), 2005.
- [Nt&al07a] Ntousias A., Gioldasis N., Tsinaraki C., Christodoulakis S.: "Exploiting Cultural Heritage Documentation in Semantic Multimedia Annotations". In the proceedings of the Semantic Media Adaptation and Personalization Workshop (SMAP 2007), pp. 140-146, December 2007, London, UK.
- [Nt&al07b] Ntousias A., Gioldasis N., Tsinaraki C., Christodoulakis S.: "Semantic interoperability support between cultural and multimedia environments". In the proceedings of the DELOS Conference II, Tirrenia, Italy, December 2007.
- [Nt&al08] Ntousias A., Gioldasis N., Tsinaraki C., Christodoulakis S.: "Rich Metadata and Context Capturing through CIDOC/CRM and MPEG-7 Interoperability". In the proceedings of the ACM Conference on Image and Video Retrieval (ACM CIVR) 2008, pp. 151-160.
- [OntoWeb] The OntoWeb project. (<http://www.ontoweb.org/>).
- [Pa&al03] Pappas N., Kazasis F., Moumoutzis N., Tsinaraki C., Christodoulakis S.: "Personalized and ubiquitous information services for TV programs". In the proceedings of the International Workshop on Multimedia in Digital Libraries (MDL), June 2003, Chania, Greece.
- [Per01] Pereira F.: "The MPEG-21 standard: Why an open multimedia framework?". In Proceedings of the 8th International Workshop on Interactive Distributed Multimedia Systems (IDMS 2001), LNCS 2158, Lancaster, September 2001, Springer-Verlag, Heidelberg, pp. 219-220.
- [Per03] Pereira F., Burnett I.: "Universal Multimedia Experiences for Tomorrow", IEEE Signal Processing (Special Issue on Universal Multimedia Access), vol. 20, no. 2, Mar. 2003, pp. 63-73.
- [PoTsCh06a] Polydoros P., Tsinaraki C., Christodoulakis S.: "GraphOnto: OWL-Based Ontology Management and Multimedia Annotation in the DS-MIRF Framework". In the proceedings of the Workshop on Multimedia Semantics 2006 (WMS 2006), pp. 14-24, 19-21 June 2006, Chania, Crete.
- [PoTsCh06b] Polydoros P., Tsinaraki C., Christodoulakis S.: "GraphOnto: OWL-Based Ontology Management and Multimedia Annotation in the DS-MIRF Framework". In Journal of Digital Information Management (JDIM), Volume 4, Issue 4, pp. 214-219, December 2006.
- [Prot] The Protégé site, <http://protege.stanford.edu/>.
- [PrSe07] Prud'hommeaux E., Seaborne A.: "SPARQL Query Language for RDF". W3C Draft, 26 March 2007. (<http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>).
- [RoHuKo03] Rogers D., Hunter J., Kosovic D.: "The TV-Trawler Project". In Special Issue of the International Journal of Imaging Systems and Technology on Multimedia Content Description and Video Compression, March 2003.
- [RoKeBa99] Roantree, M., Kennedy J., Barclay P.: "Providing Views and Closure for the ODMG Object Model Information and Software Technology". Elsevier Science 41:15, December 1999.

- [Sal01] Salembier P.: "MPEG-7 Multimedia Description Schemes". IEEE TA on Circuits and Systems for Video Technology, 11, 6, 2001, 748-759.
- [ShRaTh05] Sheth A., Ramakrishnan C., Thomas C.: "Semantics for the Semantic Web: The Implicit, the Formal and the Powerful". In International Journal of Semantic Web and Information Systems (IJSWIS), Vol. 1, Issue 1, pp:1-18, 2005.
- [Si&al07] Siméon J., Chamberlin D., Fernández M., Boag S., Florescu D., Robie J. (eds): XQuery 1.0: an XML Query Language. W3C Recommendation, 23 Jan. 2007. <http://www.w3.org/TR/xquery/>.
- [Si&al05] Simou, N., Tzouvaras, V., Avrithis, Y., Stamou, G. and Kollias, S.: "A Visual Descriptor Ontology for Multimedia Reasoning". In the proceedings of the Workshop on Image Analysis for Multimedia Interactive Services (WIAMIS) 2005.
- [SnWo03] Snoek C. G. M., Worring M.: "Time interval maximum entropy based event indexing in soccer video". In the proceedings of the International Conference on Multimedia and Expo, Baltimore, 2003, IEEE Press.
- [TBMM01] Thompson H., Beech D., Maloney M., Mendelsohn N. (eds.): "XML Schema Part 1: Structures". W3C Recommendation, 2001. (<http://www.w3.org/TR/xmlschema-1/>).
- [Tr&al07] Troncy R., Celma O., Little S., Garcia R., Tsinaraki C.: "MPEG-7 based Multimedia Ontologies: Interoperability Support or Interoperability Issue?". In the proceedings of the MaReSO workshop, December 5, 2007.
- [Tro03] Troncy R.: "Integrating Structure and Semantics into Audio-visual Documents". In the proceedings of the 2nd International Semantic Web Conference (ISWC), 20-23 October 2003.
- [TsLiSm04] Tseng B., Lin C.Y., Smith J.: "Using MPEG-7 and MPEG-21 for personalizing video". IEEE Multimedia, 11(1):42-52, Jan.-Feb. 2004.
- [Ts07] Tsinaraki C.: "Ontology-Driven Interoperability for MPEG-7". Invited talk abstract, in the Proceedings of the DELOS-Multimatch Interoperability Workshop, Tirrenia, Italy, 2007.
- [TsCh05] Tsinaraki C., Christodoulakis S.: "Semantic User Preference Descriptions in MPEG-7/21". In the Proceedings of the 4th Hellenic Data Management Symposium (HDMS '05), Athens, Greece, August 2005.
- [TsCh06a] Tsinaraki C., Christodoulakis S.: "A Multimedia User Preference Model that Supports Semantics and its Application to MPEG 7/21". In the proceedings of the IEEE Multimedia Modeling 2006 Conference (IEEE MMM 2006), pp. 35-42, January 2006, Beijing, China.
- [TsCh06b] Tsinaraki C., Christodoulakis S.: "A User Preference Model and a Query Language that allow Semantic Retrieval and Filtering of Multimedia Content". In the proceedings of the Semantic Media Adaptation and Personalization Workshop (SMAP 2006), pp. 121-128, December 2006, Athens, Greece.
- [TsCh07a] Tsinaraki C., Christodoulakis S.: "An MPEG-7 Query Language and a User Preference Model that allow Semantic Retrieval and Filtering of Multimedia Content". In ACM Multimedia Systems Journal, Special Issue on Semantic Multimedia Adaptation and Personalization, 13(2):131-153 (2007).
- [TsCh07b] Tsinaraki C., Christodoulakis S.: "XS2OWL: A Formal Model and a System for enabling XML Schema Applications to interoperate with OWL-DL Domain Knowledge and Semantic Web Tools". In the proceedings of the DELOS Conference, Tirrenia, Italy, February 2007, pp. 124-136.
- [TsCh07c] Tsinaraki C., Christodoulakis S.: "Interoperability of XML Schema Applications with OWL Domain Knowledge and Semantic Web Tools". In the proceedings of the 6th International Conference on Ontologies, DataBases, and Applications of Semantics (ODBASE 2007), Vilamoura, Algarve, Portugal, November 27-29, 2007, OTM Conferences (1) 2007: 850-869.
- [TsCh07d] Tsinaraki C., Christodoulakis S.: "Support for Interoperability between OWL based and XML Schema based Applications". In the proceedings of the DELOS Conference II, Tirrenia, Italy, December 2007.
- [TsCh07e] Tsinaraki C., Christodoulakis S.: "The MPEG-7 Query Language (MP7QL)". Proposal for an MPEG-7 query language submitted in response to the ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N8220 (MP7QF), January 2007, Morocco.
- [TsCh08] Tsinaraki C., Christodoulakis S.: "Semantic Multimedia Content Retrieval and Filtering". Chapter of the Encyclopedia of Data Warehousing and Mining (Second Edition), Idea Group, 2008 (to appear).
- [TsFaCh03a] Tsinaraki C., Fatourou E., Christodoulakis S.: "An Ontology-Driven Framework for the Management of Semantic Metadata Describing Audiovisual Information". In the proceedings of the 15th International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAISE), pp. 340-356, June 2003, Klagenfurt/Velden, Austria.

- [TsFaCh03b] Tsinaraki C., Fatourou E., Christodoulakis S.: "An Interoperability Framework for the Management of Semantic Metadata in order to support Personalized TV Services". In the proceedings of the 2nd Hellenic Data Management Symposium (HDMS '03), September 2003, Athens, Greece.
- [TsPaCh01a] Tsinaraki C., Papadomanolakis S., Christodoulakis S.: "A Video Metadata Model supporting Personalization & Recommendation in Video-based Services". In the proceedings of the MDDE Workshop 2001 (in conjunction with ReTIS 2001), pp. 104-109, July 2001, Lyon, France.
- [TsPaCh01b] Tsinaraki C., Papadomanolakis S., Christodoulakis S.: "Towards a two - layered Video Metadata Model". In the proceedings of the DEXA Workshop 2001 (DLib), pp. 937-941, September 2001, Munich, Germany.
- [TsPoCh04a] Tsinaraki C., Polydoros P., Christodoulakis S.: "Integration of OWL ontologies in MPEG-7 and TV-Anytime compliant Semantic Indexing". In the proceedings of the 16th International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAISE), pp. 398-413, June 2004, Riga, Latvia.
- [TsPoCh04b] Tsinaraki C., Polydoros P., Christodoulakis S.: "Interoperability support for Ontology-based Video Retrieval Applications". In the Proceedings of the Conference on Image and Video Retrieval (CIVR) 2004, pp. 582-591, July 2004, Dublin, Ireland.
- [TsPoCh04c] Tsinaraki C., Polydoros P., Christodoulakis S.: "Integration of OWL ontologies in MPEG-7 and TVAnytime compliant Semantic Indexing". In the proceedings of the 3rd Hellenic Data Management Symposium (HDMS '04), June 2004, Athens, Greece.
- [TsPoCh05] Tsinaraki C., Polydoros P., Christodoulakis S.: "GraphOnto: A Component and a User Interface for the Definition and Use of Ontologies in Multimedia Information Systems". In the Proceedings of the 7th International Workshop of the EU Network of Excellence DELOS on Audiovisual Content and Information Visualization in Digital Libraries (AVIVDiLib'05), pp. 99-102, April 2005, Cortona, Italy.
- [TsPoCh07] Tsinaraki C., Polydoros P., Christodoulakis S.: "Interoperability support between MPEG-7/21 and OWL in DS-MIRF". In IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering (IEEE TKDE), Special Issue on the Semantic Web Era, 2007, 19(2): 219-232.
- [Ts&al05] Tsinaraki C., Polydoros P., Kazasis F., Christodoulakis S.: "Ontology-based Semantic Indexing for MPEG-7 and TV-Anytime Audiovisual Content". In Multimedia Tools and Application Journal (MTAP), Special Issue of on Video Segmentation for Semantic Annotation and Transcoding, 26, pp. 299-325, August 2005.
- [Ts&al04] Tsinaraki C., Polydoros P., Moumoutzis N., Christodoulakis S.: "Coupling OWL with MPEG-7 and TV-Anytime for Domain-specific Multimedia Information Integration and Retrieval". In the Proceedings of RIAO 2004, pp. 783-792, April 2004, Avignon, France.
- [Ts&al06a] Tsinaraki C., Polydoros P., Syntzanaki A., Martin A., Perego A., Christodoulakis S.: "Semantic, Constraint & Preference Based Authoring of Multi-topic Multimedia Presentations". In the proceedings of the Workshop on Multimedia Semantics 2006 (WMS 2006), pp. 5-13, 19-21 June 2006, Chania, Crete.
- [Ts&al06b] Tsinaraki C., Polydoros P., Syntzanaki A., Martin A., Perego A., Christodoulakis S.: "Semantic, Constraint & Preference Based Authoring of Multi-topic Multimedia Presentations". In Journal of Digital Information Management (JDIM), Volume 4, Issue 4, pp. 207-213, December 2006.
- [Va&al06] Vallet D., Fernandez M., Castellis P., Mylonas P., Avrithis Y.: "A contextual personalization approach based on ontological knowledge". In the proceedings of the IJCAI 2006.
- [Wa&al04] Wang Q., Balke W.T., Kiessling W., Huhn A.: "P-News: Deeply Personalized News Dissemination for MPEG-7 based Digital Libraries". In the proceedings of the ECDL 2004.
- [W3C/MM] Web Consortium (W3C): "W3C Multimedia Semantics Incubator Group". (<http://www.w3.org/2005/Incubator/mmsem/>).
- [W3C/SW] Web Consortium (W3C): "The Semantic Web". (<http://www.w3.org/2001/SW/>).
- [Kap07] Καραναστάση Α.: "ONTONL: Μια Γεννήτρια Διεπαφών Φυσικής Γλώσσας σε Βάσεις Γνώσης". Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Ηλεκτρονικής και Μηχανικών ΗΥ, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2007.
- [Nτου08] Ντούσιας Α.: "Σχεδιασμός και Υλοποίηση Συστήματος Σημασιολογικής Διαλειτουργικότητας μεταξύ Πολιτιστικών και Πολυμεσικών Εφαρμογών". Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Ηλεκτρονικής και Μηχανικών ΗΥ, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2008.
- [Παν01] Παπαδομανωλάκης Ε.: "Σύστημα διαχείρισης μεταδεδομένων για ψηφιακή τηλεόραση". Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Ηλεκτρονικής και Μηχανικών ΗΥ, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2001.
- [Πολ07] Πολύδωρος Π.: "Σχεδιασμός και Υλοποίηση Γραφικού Συστήματος Διαχείρισης OWL Οντολογιών και Χρήση του ως Εργαλείο Σημασιολογικής Περιγραφής Περιεχομένου Πολυμέσων Βασισμένη στο Πρότυπο MPEG-7". Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Ηλεκτρονικής και Μηχανικών ΗΥ, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2007.

- [Συν07] Συντζανάκη Α.: "Ανάπτυξη MPEG-7 αποθήκης μεταδεδομένων και υποστήριξη ανάκτησης βασισμένη στη γλώσσα MP7QL". Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Ηλεκτρονικής και Μηχανικών ΗΥ, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2007.
- [Φατ02] Φατούρου Ε.: "Πλαίσιο διαχείρισης σημασιολογικών δεδομένων για την περιγραφή οπτικοακουστικής πληροφορίας". Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Ηλεκτρονικής και Μηχανικών ΗΥ, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2002.

Παράρτημα – Περιγραφή Συνοδευτικού Υλικού

Το υλικό που συνοδεύει την παρούσα διατριβή είναι διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο του Εργαστηρίου Διανεμημένων Πληροφοριακών Συστημάτων και Εφαρμογών του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Επιπλέον, υπάρχει σε ηλεκτρονική μορφή στη βιβλιοθήκη του Πολυτεχνείου Κρήτης και στο Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης (ΕΚΤ).

Ο Πίνακας Α περιγράφει την τοποθεσία κάθε τμήματος του πληροφοριακού υλικού τόσο στους φακέλους των CD που παραδόθηκαν στη βιβλιοθήκη του Πολυτεχνείου Κρήτης και στο ΕΚΤ όσο και στο Διαδίκτυο (διαδικτυακός τόπος του Εργαστηρίου Διανεμημένων Πληροφοριακών Συστημάτων και Εφαρμογών του Πολυτεχνείου Κρήτης).

Περιγραφή Υλικού	Διαδίκτυο	CD
Οντολογία OWL2XMLRules	http://www.music.tuc.gr/ontologies/OWL2XMLRules/OWL2XMLRules	material/Ontologies/OWL2XMLRules/OWL2XMLRules
Ανώτερη Οντολογία του Πλαισίου DS-MIRF	http://www.music.tuc.gr/ontologies/MPEG7MDS_MPEG21DIA.zip	material/Ontologies/MDS_MPEG21DIA.zip
Οντολογία Τυποποιημένων Σχέσεων	http://www.music.tuc.gr/ontologies/mpeg7/mds/TypedRelationships	material/Ontologies/AppOntos/TRAO/TypedRelationships
XML Schema Σύνταξη του Μοντέλου Προτιμήσεων βάσει Σημαντικής	http://www.music.tuc.gr/delos/resources/SemanticUP_XS.zip	material/SemanticUP_XS.zip
OWL Σύνταξη του Μοντέλου Προτιμήσεων βάσει Σημαντικής	http://www.music.tuc.gr/delos/resources/SemanticUP_OWL.zip	material/SemanticUP_OWL.zip
Οντολογία Ποδοσφαίρου	http://www.music.tuc.gr/delos/ontologies/soccer.zip	material/Ontologies/soccer.zip
Οντολογία Formula 1	http://www.music.tuc.gr/delos/ontologies/F1.zip	material/Ontologies/F1.zip
Οντολογία OWL2MPEG7Rules	http://www.music.tuc.gr/ontologies/OWL2XMLRules/OWL2MPEG7Rules	material/Ontologies/OWL2XMLRules/OWL2MPEG7Rules
XML Schema Σύνταξη της Γλώσσας Ερωτήσεων MP7QL	http://www.music.tuc.gr/delos/resources/MP7QL_XS.zip	material/Ontologies/MP7QL_XS.zip
OWL σύνταξη της Γλώσσας Ερωτήσεων MP7QL	http://www.music.tuc.gr/delos/resources/MP7QL_OWL.zip	material/MP7QL_OWL.zip
Τύποι Ερωτήσεων Ποδοσφαίρου	http://www.music.tuc.gr/delos/resources/SoccerQueryTypes.zip	material/SoccerQueryTypes.doc

Πίνακας Α: Περιγραφή Τοποθεσίας Συνοδευτικού Υλικού Διατριβής

Γλωσσάρι

Ελληνικός Όρος	Αγγλικός Όρος	Ελληνικός Όρος	Αγγλικός Όρος
Άδεια	Permission	Άποψη	Viewpoint
Αισθητός	Perceptual	Άποψη	Point of view
Ακίνητος	Still	Απτός	Concrete
Ακολουθία	Sequence	Αρχιτεκτονική	Architecture
Ακρίβεια	Precision	Άτομο	Individual
Αλληλεπίδραση με το Χρήστη	User Interaction	Αφαίρεση	Abstraction
Αναγνώριση	Recognition	Αφηρημένος	Abstract
Αναγνώριση Προσώπων	Face Recognition	Βάση Γνώσης	Knowledge Base
Ανάδραση Σχετικότητας	Relevance Feedback	Βασισμένος στο περιβάλλον	Context-based
Αναζήτηση	Search	Βέλτιστη Πρακτική	Best Practice
Ανάκληση	Recall	Βελτιστοποίηση	Optimization
Ανάκτηση	Retrieval	Βελτιστοποιητής	Optimizer
Αναφορά	Reference/Referencing	Γεγονός	Event
Αναφορά	Report	Γλώσσα Αναπαράστασης Γνώσης	Knowledge Representation Languages
Αντικείμενο	Object	Γλώσσα Ορισμού Περιγραφών	Description Definition Language – DDL
Αντιστοίχιση	Mapping	Γνώρισμα	Attribute
Αντίστροφος	Inverse	Γνώση	Knowledge
Αντιστροφή	Inversion	Γνώση Περιοχής	Domain Knowledge
Άνυσμα	Vector	Γράφος	Graph
Αξιολόγηση	Evaluation	Δεδομένο	Fact
Αξiomατική Διατύπωση	Axiomatization	Δεικτοδότηση	Indexing
Απαίτηση	Requirement	Δήλωση	Declaration
Απαρίθμηση	Enumeration	Δημιουργία	Creation
Απλό Στοιχείο	Simple Element	Δημιουργός	Creator
Απλός Τύπος	Simple Type	Διαδικασία	Procedure
Αποτελεσματικός	Effective	Διαδίκτυο	Internet
Αποδοτικός	Efficient	Διαγραφή	Deletion
Αποθήκευση	Storage	Διαθεσιμότητα	Availability
Απόκρυψη Πληροφορίας	Information Hiding	Διαλειτουργικότητα	Interoperability
Απόκτηση Γνώσης	Knowledge Acquisition	Διαλειτουργικότητα Σημαντικής	Semantic Interoperability
Αποσαφήνισή	Disambiguation	Διαλειτουργικός	Interoperable
Αποσύνθεση	Decomposition	Διαμέριση	Partition
Άποψη	Aspect	Διανομή	Delivery

Ελληνικός Όρος	Αγγλικός Όρος	Ελληνικός Όρος	Αγγλικός Όρος
Διαρκής	Persistent	Έννοια	Concept
Διασύνδεση	Linking	Εννοιολογικό Μοντέλο	Conceptual Model
Διατεταγμένος	Ordered	Ενόραση	Insight
Διαφανής	Transparent	Ένταση	Strength
Διαφορά	Difference	Εντοπισμός	Localization
Διαφοροποίηση	Variation	Ένωση	Union
Διαχείριση	Management	Εξ' ορισμού	Default
Διεθνής	International	Εξαγωγή Συμπερασμάτων	Inference
Διεπαφή	Interface	Εξαιρεση	Exception
Διεπαφή Περιγραφής Περιεχομένου Πολυμέσων	Multimedia Content Description Interface	Εξατομίκευση	Personalization
Δικαιώματα Χρήσης	Usage Rights	Έξοδος	Output
Δίκτυο	Network	Εξειδίκευση	Specialization
Δομή	Construct	Εξυπηρετητής	Server
Δομή	Structure	Επαγγελματικός	Professional
Δομικός	Structural	Επέκταση	Extension
Δοχείο	Container	Επέκταση	Expansion
Διαδική Ροή	Bitstream	Επεξεργασία	Processing
Διαδικός	Binary	Επεξεργασία Ερωτήσεων	Query Processing
Διαδικός Τελεστής	Boolean Operator	Επεξεργαστής	Processor
Δυνατότητα	Capability	Επίκεντρο Προσοχής	Focus of Attention
Έγγραφο	Document	Επικύρωση Ορθότητας	Validation
Είδος	Specie	Επιλογή	Choice
Εισαγωγή	Import	Επίπεδο	Level
Εισαγωγή	Insertion	Επίπεδο Αφαίρεσης	Abstraction Level
Είσοδος	Input	Επίσημος	Formal
Έκδοση	Version	Επισκόπηση	Overview
Εκφραστικότητα	Expressiveness	Επιτροπή	Committee
Έλεγχος	Testing	Επωνυμία	Appellation
Έλεγχος Συνέπειας	Consistency Check	Ερασιτεχνικός	Amateur
Ελεγχόμενο Λεξικό	Controlled Vocabulary	Εργαλείο	Tool
Ελεγχόμενος Όρος	Controlled Term	Εργαλείο Εξαγωγής Συμπερασμάτων	Reasoner
Ελεύθερο Κείμενο	Free Text	Εργαλείο Περιγραφής	Description Tool
Εμφωλευμένος	Nested	Εργαλείο Συστήματος	System Tool
Ένα-προς-Ένα	Inverse Functional	Έργο	Task
Ενέργεια	Action	Ερώτηση	Query
Ενημέρωση	Update	Ερώτηση μέσω κειμένου	Textual Query
		Ερώτηση μέσω παραδείγματος	Query-by-Example

Ελληνικός Όρος	Αγγλικός Όρος	Ελληνικός Όρος	Αγγλικός Όρος
Ερώτηση μέσω σφυρίγματος	Query-by-Humming	Κινητικότητα	Mobility
Ευριστικός	Heuristic	Κινούμενος	Moving
Εύρος Ζώνης	Bandwidth	Κλάση	Class
Εφαρμογή	Application	Κληρονομιά	Heritage
Ηλεκτρονική Εκπαίδευση	e-Learning	Κλιμακούμενος	Scalable
Ημιεπαγγελματικός	Semiprofessional	Κλωτσιά	Kick
Ηχητικός	Audio	Κορυφαίος	Top-Level
Ηχητική Υπογραφή	Audio Signature	Κουτουλιά	Butt
Θέμα	Subject	Κριτική	Review
Θέμα	Theme	Κυριολεκτική Τιμή	Literal
Θεματολογία	Genre	Κωδικοποίηση	Encoding
Θεμελιώδης	Fundamental	Λειτουργικές Απαιτήσεις	Functional Requirements
Θεμελιώδης Έννοια	Primitive	Λέξη-κλειδί	Keyword
Ιδιότητα	Property	Λεξικό	Dictionary
Ιεραρχικός	Hierarchical	Λεξικό	Vocabulary
Ισοδύναμος	Equivalent	Λεξικογραφικός	Lexical
Ιστορία	Story	Λήψη	Shot
Ιστορικό Χρήσης	Usage History	Λογισμικό	Software
Καθοδήγηση	Guidance	Μεθοδολογία	Methodology
Καθολικός	Universal	Μέλος	Item
Καθορισμός	Specification	Μελωδία	Melody
Κανόνας	Rule	Μελωδικός	Melodic
Κανονική Έκφραση	Regular Expression	Μέσα	Media
Καρέ	Frame	Μεταβατικός	Transitive
Καρέ-κλειδί	Keyframe	Μεταβλητή	Variable
Καταγραφή Χρήσης	Usage Record	Μεταδεδομένα	Metadata
Κατά λάθος Ανακτώμενα Αντικείμενα	False Drops	Μετασχηματισμός	Transformation
		Μετατροπή Μέσων	Media Conversion
Κατανάλωση	Consumption	Μετρική	Metric
Καταναλωτής	Consumer	Μη διατεταγμένος	Unordered
Κατάτμηση	Segmentation	Μηχανή Ερωτήσεων	Query Engine
Κατευθυνόμενος	Directed	Μηχανική Λογισμικού	Software Engineering
Κατευθυντήρια Γραμμή	Guideline	Μονάδα	Unit
Κατηγορήμα	Predicate	Μονοσήμαντος	Functional
Κατηγοριοποίηση	Classification	Μοντέλο Ανυσματικού Χώρου	Vector Space Model – VSM
Κείμενο	Text	Μοντέλο Ομάδας	Model Group
Κίνηση	Motion	Μοντελοποίηση	Modeling

Ελληνικός Όρος	Αγγλικός Όρος	Ελληνικός Όρος	Αγγλικός Όρος
Μόνωση	Privacy	Περιεχόμενο	Content
Μορφή	Format	Περιορισμός	Constraint
Μορφή Κωδικοποίησης	Media Format	Περιορισμός	Restriction
Μορφή Αρχείων	File Format	Περιοχή	Domain
Ξένος	Disjoint	Περιοχή	Region
Οικονομικός	Financial	Πηγή	Resource
Ομάδα	Group	Πηγή	Source
Ομάδα Γνωρισμάτων	Attribute Group	Πίνακας	Matrix
Ομιλία	Spoken Content	Πλαίσιο	Framework
Ομοιότητα	Similarity	Πληροφορία εντοπισμού	Locator
Οντότητα	Entity	Πλοήγηση	Browsing
Οντότητα Σημαντικής	Semantic Entity	Πλοήγηση	Navigation
Οντολογία	Ontology	Ποιότητα	Quality
Οπτικοακουστικός	Audiovisual	Πολιτιστικός	Cultural
Οπτικοποίηση	Visualization	Πολλαπλότητα	Cardinality
Οπτικός	Visual	Πολυμέσα	Multimedia
Οργανισμός	Organization	Πολύπλεξη	Multiplexing
Οργάνωση	Organization	Πολυπλοκότητα	Complexity
Όρος	Term	Προαιρετικός	Optional
Παγκόσμιος Ιστός	World Wide Web – WWW	Προηγμένος	Advanced
Πακετάρισμα	Packaging	Προορισμός	Destination
Πακέτο	Package	Προορισμός	Target
Παραγωγή	Production	Προσαρμογή	Adaptation
Παράδειγμα	Paradigm	Πρόσβαση	Access
Παραλήπτης	Receiver	Προσβασιμότητα	Accessibility
Παραμετρικός	Parametric	Προσκεκλημένος Ειδήμων	Invited Expert
Παραστατική Γραφή	Notation	Προσομοίωση	Simulation
Παρεκτροπή	Misconduct	Πρόσωπο	Person
Παρουσίαση	Presentation	Πρόταση	Statement
Παροχέας	Provider	Προτίμηση	Preference
Πεδίο	Range	Προτιμήσεις Χρηστών	User Preferences
Πεδίο Ορισμού	Domain	Πρότυπη Κατάσταση	Normative Status
Πεδίο Πειραματισμού	Testbed	Πρότυπο	Standard
Πεδίο Τιμών	Range	Πρότυπο Ερώτησης	Query Template
Πελάτης	Client	Προφίλ	Profile
Περιβάλλον	Environment	Σειρά	Rank
Περιγραφέας	Descriptor – D	Σημαντική	Semantics
Περιγραφή	Description	Σημαντική Περιεχομένου Πολυμέσων	Multimedia Content Semantics

Ελληνικός Όρος	Αγγλικός Όρος	Ελληνικός Όρος	Αγγλικός Όρος
Σημασιολογικός Ιστός	Semantic Web	Σχήμα Περιγραφής	Description Scheme – DS
Σκηνή	Scene	Σχήμα Κατηγοριοποίησης	Classification Scheme – CS
Σκοπός	Purpose	Σχηματισμός	Formation
Στιγμιότυπο	Instance	Ταίριασμα	Matching
Στοιχείο	Element	Ταυτοποιώ	Identify
Στοιχείο-Ρίζα	Root Element	Ταυτότητα	Identifier
Συγχρονισμός	Synchronization	Ταυτότητα	Identification
Σύλληψη Εννοιών	Conceptualization	Ταυτότητα	Identity
Συλλογή	Collection	Τιμή	Value
Συμβατότητα	Conformance	Τμήμα	Segments
Σύμβολο	Token	Τεκμηριώνω	Document
Συμβολοσειρά	String	Τεκμηρίωση	Documentation
Συμβούλιο	Council	Τελικός Χρήστης	End User
Συμμετρικός	Symmetric	Τελική Αρχιτεκτονική	Terminal Architecture
Συμπλήρωμα	Complement	Τέμπο	Tempo
Συναίνεση	Consensus	Τερματική Συσκευή	Terminal
Συνάφεια	Relevance	Τεχνική Αναφορά	Technical Report
Σύνθεση	Composition	Τεχνική Διαδικασία	Technical Process
Σύνθετο Στοιχείο	Complex Element	Τιμή	Value
Σύνθετος Τύπος	Complex Type	Τμήμα	Segment
Σύνολο Χαρακτήρων	Character Set	Τομή	Intersection
Σύνοψη	Summary	Τόπος	Place
Σύνοψη	Abstract	Τριάδα	Triplet
Συντάκτης	Editor	Τρόπος Χρήσης	Usage
Συντακτική Διαλειτουργικότητα	Syntactic Interoperability	Τυποποίηση	Standardization
Συντακτικός Αναλυτής	Parser	Τυποποιημένη Σχέση	Typed Relationships
Σύνταξη	Syntax	Τύπος	Type
Συντελεστής	Agent	Τύπος Δεδομένων	Datatype
Συσκευή	Device	Υλικό	Material
Συστατικό	Component	Υλοποίηση	Implementation
Σύστημα Διαχείρισης Γνώσης	Knowledge Management System	Υπαγωγή	Subsumption
Συσχέτιση	Association	Υπηρεσία	Service
Συχνότητα	Frequency	Υποδομή	Infrastructure
Σχέση	Relation/Relationship	Υποκείμενο	Subject
Σχήμα	Schema	Υποκλάση	Subclass
Σχήμα	Shape	Υπόμνημα/ Υπομνηματισμός	Annotation

Ελληνικός Όρος	Αγγλικός Όρος	Ελληνικός Όρος	Αγγλικός Όρος
Υφή	Texture	Χροιά Οργάνων	Instrumental Timbre
Υψηλού Επιπέδου	High-Level	Χρονικός	Temporal
Φασματικός	Spectral	Χρόνος	Time
Φιλτράρισμα	Filtering	Χρώμα	Color
Φύλλο Στυλ	Stylesheet	Χωρικός	Spatial
Φυσικό Περιβάλλον	Natural Environment	Χώρος ονομάτων	Namespace
Χαμηλού Επιπέδου	Low-level	Χωροχρονικός	Spatiotemporal
Χαρακτηριστικό	Characteristic	Ψηφιακό Αντικείμενο	Digital Item – DI
Χειροκίνητος	Manual	Ψηφιακή Βιβλιοθήκη	Digital Library
Χρήστης	User	Ψηφιακά Μέσα Επικοινωνίας	Digital Media
Χροιά	Timbre		