

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θέμα:

«ΑΠΟ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΠΟΛΥΓΩΝΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΠΟ
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΑΡΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΕΝΔΥΣΗ ΑΥΤΩΝ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΣΤΗ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΕΝΔΥΣΗΣ»

Επιμέλεια: **ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ**

Α.Μ.: 2006019020

Επιβλέπων Καθηγητής: **ΜΠΙΛΛΑΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

ΧΑΝΙΑ 2009

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, καθηγητή του Τμήματος Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης και διευθυντή του εργαστηρίου CAD,

κύριο Μπιλάλη Νικόλαο,

για την άρτια καθοδήγησή του και την πολύτιμη βοήθειά του, που συνετέλεσαν καταλυτικά στην εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Κυρίτση Νικόλαο, Μηχανικό Παραγωγής και Διοίκησης, για την παροχή πληροφοριών πάνω σε θέματα της εργασίας και για τη βοήθειά του.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	11
2. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΠΟ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΣ	11
2.1. Σαρωτές τρισδιάστατων δεδομένων	11
2.2. Σάρωση σε τρεις διαστάσεις ανθρωπίνων σωμάτων	14
2.3. Αρχική επεξεργασία των δεδομένων.....	15
2.3.1. Προετοιμασία σκαναρισμένου μοντέλου	16
2.4. Δημιουργία τρισδιάστατου πολυγωνικού μοντέλου ανθρώπινου σώματος	19
2.4.1. Επεξεργασία μέσω του Bodysizer	20
2.4.2. Δημιουργία ρεαλιστικής κίνησης στο ψηφιακό μοντέλο	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ.....	33
3. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΕΙΚΟΝΙΚΩΝ ΕΝΔΥΜΑΤΩΝ ΠΑΝΩ ΣΕ ΑΝΘΡΩΠΙΝΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	33
3.1. Κάμψη υφάσματος σε κυλίνδρους	34
3.2. Σχεδίαση ρούχων με σταδιακή προσέγγιση ξεδιπλώματος	37
3.3. Κίνηση τρισδιάστατων ενδυμάτων.....	39
3.4. Fashionizer	41
3.4.1. Ανάλυση των λειτουργιών του Fashionizer	42
3.4.2. Εφαρμογή στο Fashionizer	48
3.5. Κατασκευή ενδυμάτων στο Fashionizer με εισαγωγή ετοιμών πατρών των εταιρειών Sarah Lawrence και Μινέρβα	52
3.5.1. Γυναικείο πουκάμισο και φούστα από πατράν της εταιρείας Sarah Lawrence	52
3.5.2. Παντελόνι ανδρικό από πατράν της εταιρείας Μινέρβα και μπλούζα ανδρική	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ	63
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	63
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΝΑΦΟΡΕΣ	65

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζεται η μεθοδολογία για τη δημιουργία ενός Περιβάλλοντος Ηλεκτρονικής Συνεργασίας για βιομηχανίες ένδυσης μέσω της πλατφόρμας συνεργασίας e-merit, η οποία αναπτύχθηκε από το προσωπικό του εργαστηρίου CAD του Πολυτεχνείου Κρήτης και την εταιρία ATC (Athens Technology Center). Από τα σημαντικότερα σημεία στα οποία εστιάζει η μεθοδολογία αυτή, είναι η αυτόματη προσαρμογή τρισδιάστατων ανθρωποειδών (μοντέλων) στις μετρήσεις των σωματικών διαστάσεων ενός πελάτη, η εικονική κατασκευή ενδύματος και οι αντίστοιχη μεθοδολογία, εφαρμογή των ενδυμάτων πάνω σε τρισδιάστατα ανθρώπινα μοντέλα καθώς και στο αντίστοιχο μοντέλο του πελάτη, η αναπροσαρμογή των διαστάσεων του ενδύματος καθώς επίσης και η προσομοίωση της κίνησης του ρούχου σε πραγματικό χρόνο.

Πρόσφατα, τέτοιου είδους εφαρμογές δικτύου, έφτασαν στο επίπεδο να έχουν τη δυνατότητα να υποστηρίζουν και άλλες λειτουργίες εκτός των βασικών, μερικές από τις οποίες ήταν οι τρισδιάστατες ή δυσδιάστατες απεικονίσεις των ρούχων, οι συνδυασμοί διαφορετικών κομματιών, οι επιλογή χρωμάτων και υφασμάτων, και η προβολή αυτών πάνω σε τρισδιάστατα ανθρώπινα μοντέλα προσαρμοσμένα σε κάποιο μοντέλο το οποίο προσέγγιζε περίπου στις αναλογίες του αγοραστή. Μειονέκτημα αποτελούσε η μη ρεαλιστική δοκιμή των ρούχων πάνω στο μοντέλο, η κακή εφαρμογή αυτών καθώς και η κακή απόδοση στο χρώμα ή στο ύφασμα.

Ο κλασικός τρόπος σχεδιασμού των ενδυμάτων περιλαμβάνει τη γεωμετρική σχεδίαση των πατρών των ρούχων, τα οποία πατρών τοποθετούνται γύρω από το σώμα κατά την διαδικασία της πρωτοτυποποίησης και ράβονται πάνω σε αυτό με επαναλαμβανόμενες δοκιμές και διορθώσεις. Το σύστημα εικονικής προσομοίωσης, με χρήση ψηφιακών ανθρώπινων μοντέλων, μπορεί να αναπαράγει αυτή τη διαδικασία, καταργώντας την ανάγκη της δημιουργίας πραγματικών πρωτότυπων πατρών. Έτσι εξαλείφονται πολλές επαναλαμβανόμενες διαδικασίες της φάσης πρωτοτυποποίησης, όπως η δημιουργία δυσδιάστατων πατρών, η κοπή δειγμάτων, οι μετρήσεις και ο έλεγχος πάνω σε κούκλες, η επανασχεδίαση των πατρών, κλπ. Ακόμα, μειώνεται σημαντικά ο χρόνος της διαδικασίας της πρωτοτυποποίησης, ο χρόνος της ολικής εργασίας για την κατασκευή των ρούχων καθώς και η κατανάλωση σε πρώτες ύλες. Με επιπλέον τα πλεονεκτήματα του Περιβάλλοντος Ηλεκτρονικής Συνεργασίας, το τελικό αποτέλεσμα θα παρέχει σημαντική ευελιξία, ειδικά στις περιπτώσεις όπου οι σχεδιαστές και οι κατασκευαστές βρίσκονται σε απομακρυσμένες μεταξύ τους τοποθεσίες.

Σκοπός της μεθοδολογίας η οποία αναλύεται εδώ είναι η αξιοποίηση σύγχρονων τεχνολογιών με σκοπό την ανάπτυξη μεθόδων και εργαλείων για τη διαμόρφωση πλαισίου συνεργασίας για σχεδιασμό και συνεργασία μέσω διαδικτύου. Η βασική

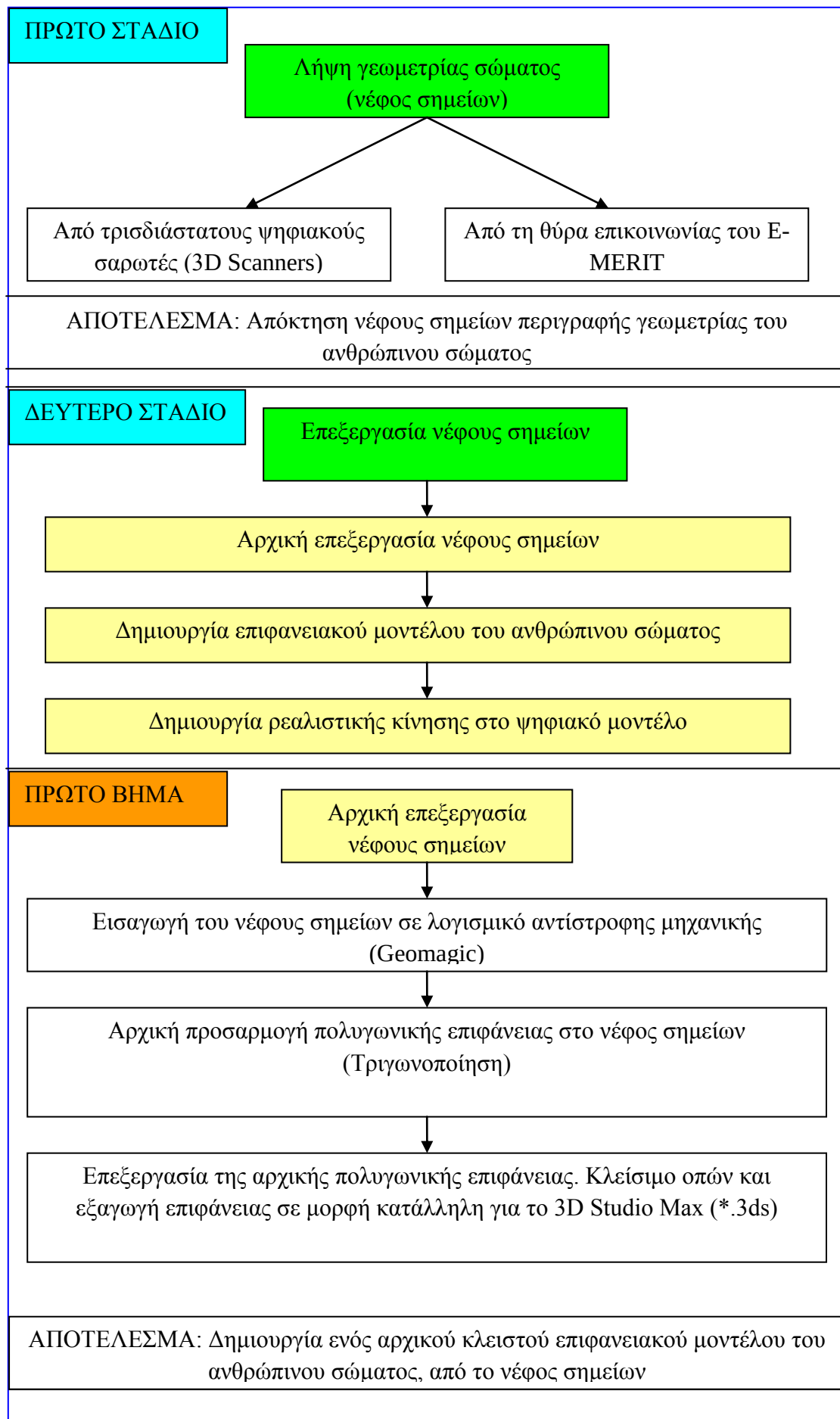
ιδέα της μεθοδολογίας του έργου e-merit είναι η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου περιβάλλοντος ηλεκτρονικής συνεργασίας μέσω διαδικτύου, το οποίο θα υποστηρίζει:

- Την αναβαθμισμένη παρουσίαση των προϊόντων ένδυσης στο διαδίκτυο, με χρήση του τρισδιάστατου ανθρώπινου μοντέλου και του προϊόντος (ενδύματος).
- Το σχεδιασμό προϊόντων, κυρίως της βιομηχανίας ένδυσης, με στόχο τη μείωση των σταδίων και του χρόνου πρωτοτυποποίησης, την ευελιξία στο σχεδιασμό, τη βελτίωση της ποιότητας κατασκευής, τη δυνατότητα συνεργασίας μεταξύ των συνεργαζόμενων εταιρών (σχεδιαστών, κατασκευαστών, κ.α.).
- Το σχεδιασμό διαδικασιών παραγωγής με μικρότερο κόστος και χρόνο παραγωγής και με τη δυνατότητα διασύνδεσης των ομάδων εργασίας.

Στη συνέχεια περιγράφονται οι τεχνολογίες και οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν με στόχο την κατασκευή ψηφιακών ανθρωποειδών από πραγματικά τρισδιάστατα δεδομένα, τη σχεδίαση των ενδυμάτων πάνω σε ανθρώπινα μοντέλα και τη μετέπειτα εκμετάλλευση των μοντέλων για την εικονική προσομοίωση της συμπεριφοράς των ενδυμάτων, τη βέλτιστη παρουσίαση τους κλπ.

Τα στάδια της διαδικασίας περιλαμβάνουν τη σάρωση σε τρείς διαστάσεις με τρισδιάστατους σαρωτές ανθρωπίνων σωμάτων, την επεξεργασία των δεδομένων σάρωσης για την δημιουργία ανθρωπίνων μοντέλων καθώς και την κατασκευή ενδυμάτων, την ένδυση των ψηφιακών μοντέλων με αυτά καθώς και την προσομοίωση της συμπεριφοράς των ενδυμάτων στην κίνηση των ανθρωποειδών.

Όλα τα στάδια της επεξεργασίας φαίνονται αναλυτικά στο επόμενο διάγραμμα ροής, το οποίο διευκολύνει και τον χρήστη στην κατανόηση και της περιγραφής της διαδικασίας. Στο διάγραμμα ροής φαίνεται όλη η διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί για την δημιουργία μιας ολοκληρωμένης εφαρμογής σχεδίασης ρούχων με τη χρήση τρισδιάστατων γεωμετρικών μοντέλων.



ΔΕΥΤΕΡΟ ΒΗΜΑ

Δημιουργία επιφανειακού μοντέλου του ανθρώπινου σώματος.
Λογισμικό Bodysizer από το Miralab του πανεπιστημίου της Γενεύης.

Εισαγωγή του αρχικού πολυγωνικού
πλέγματος στο 3D Studio Max

Επιλογή 48 συγκεκριμένων σημείων πάνω στο κλειστό πολυγωνικό
μοντέλο τα οποία καθορίζουν και τις παραμέτρους μεγέθους του
σώματος και χρησιμοποιούνται για την προσαρμογή του πολυγωνικού
μοντέλου με το πρότυπο μοντέλο (generic)

Ευθυγράμμιση πρότυπου και πολυγωνικού μοντέλου

Προσαρμογή του σκελετού του πρότυπου μοντέλου στη γεωμετρία του
πολυγωνικού πλέγματος

Αντιστοίχιση του πλέγματος (επιφάνεια δέρματος) του προτύπου
μοντέλου στο πολυγωνικό μοντέλο

Βελτίωση της ακρίβειας προσαρμογής του πλέγματος του προτύπου
μοντέλου στο πολυγωνικό μοντέλο

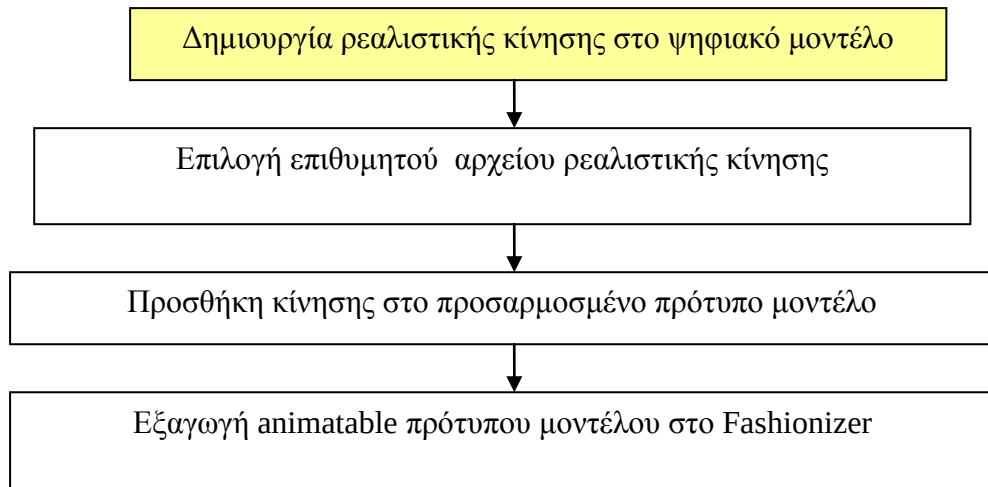
Επαναπροσδιορισμός της θέσης και του μεγέθους των αρθρώσεων του
προσαρμοσμένου πρότυπου μοντέλου για να ανταποκρίνεται και
κινηματικά στο δέρμα που δημιουργήθηκε

Αύξηση της πυκνότητας του προσαρμοσμένου πολυγωνικού πλέγματος

Εξαγωγή του τελικού μοντέλου σε συγκεκριμένα αρχεία

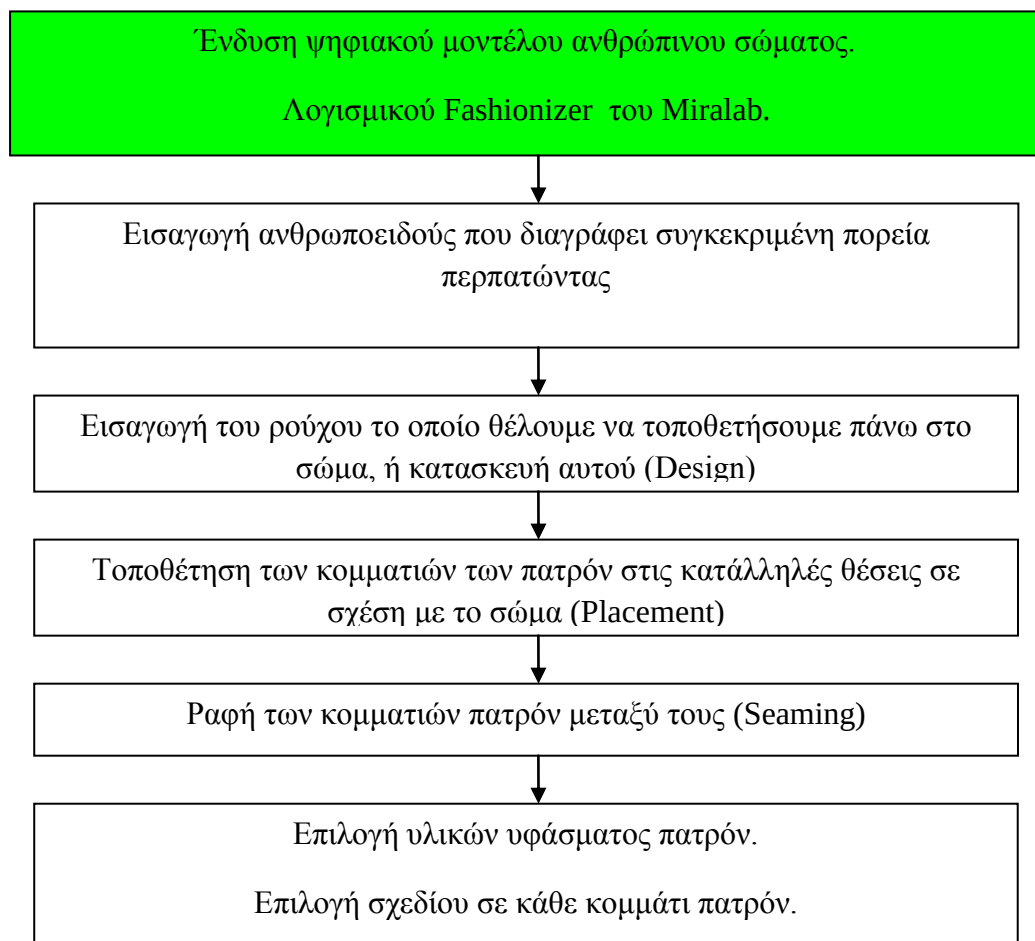
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ: Προσαρμογή ενός πρότυπου μοντέλου στο αρχικό επιφανειακό
μοντέλο του ανθρώπινου σώματος

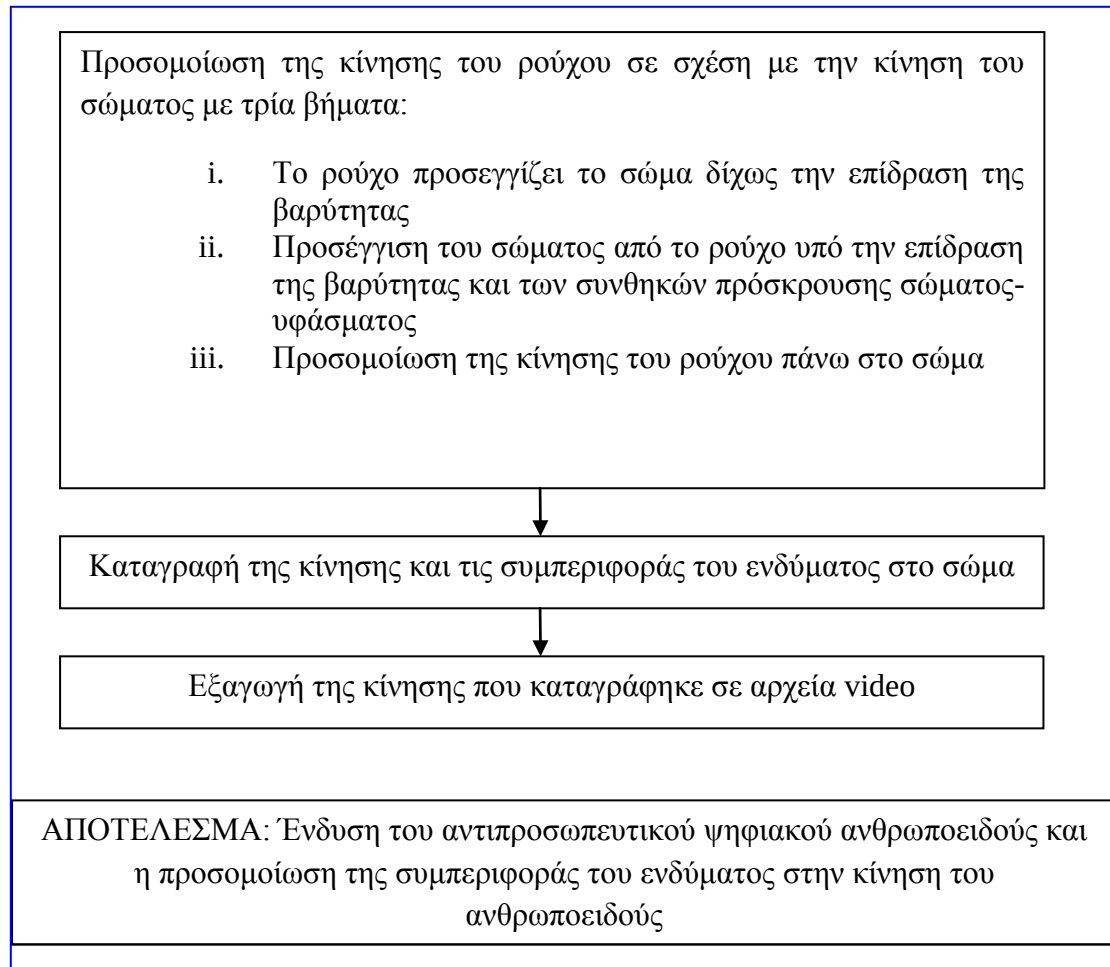
ΤΡΙΤΟ ΒΗΜΑ



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ: Προσθήκη ρεαλιστικής κίνησης στο προσαρμοσμένο πρότυπο μοντέλο

ΤΡΙΤΟ ΣΤΑΔΙΟ





Διάγραμμα 1: Διάγραμμα ροής διαδικασιών.

Η περιγραφή αυτής της διαδικασίας μπορεί να φαίνεται ότι είναι χρονοβόρα, αλλά ένας καλά εκπαιδευμένος χρήστης μπορεί να την ολοκληρώσει σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα. Η εκτίμηση του χρόνου αυτού για ένα ανθρώπινο σώμα έχει ως εξής, ανά στάδιο εργασίας.

- Σάρωση - 25 min
- Επεξεργασία στο Geomagic Studio - 10 min
- Επεξεργασία στο Bodysizer - 30 min
- Επεξεργασία στο Fashionizer- 30 min

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΠΟ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΣ

2.1. Σαρωτές τρισδιάστατων δεδομένων

Ένας σαρωτής τρισδιάστατων δεδομένων είναι μια συσκευή η οποία αναλύει ένα πραγματικό αντικείμενο προκειμένου να συλλέξει δεδομένα που αφορούν το σχήμα του και πιθανόν την εμφάνισή του (π.χ. χρώμα). Τα δεδομένα που συλλέγονται μέσω αυτής της διαδικασίας μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή ψηφιακών τρισδιάστατων μοντέλων τα οποία είναι χρήσιμα για μια ποικιλία εφαρμογών. Αυτές οι συσκευές χρησιμοποιούνται κυρίως στη βιομηχανία του θεάματος για την παραγωγή ταινιών και video games. Άλλες κοινές εφαρμογές αυτής της τεχνολογίας περιλαμβάνουν το βιομηχανικό σχέδιο, την αντίστροφη μηχανική και την πρωτοτυποποίηση.

Για να κατασκευαστούν αυτές οι συσκευές τρισδιάστατης σάρωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες τεχνολογίες. Κάθε μια από αυτές τις τεχνολογίες φέρει μαζί της και τους δικούς της περιορισμούς, τα δικά της πλεονεκτήματα και κόστη. Υπάρχουν ακόμα πολλοί περιορισμοί στο είδος των αντικειμένων που δύναται να ψηφιοποιηθούν. Για παράδειγμα οι οπτικές τεχνολογίες συναντούν πολλές δυσκολίες με τα γυαλιστερά αντικείμενα, τα διαφανή καθώς και τα αντικείμενα που μοιάζουν ή είναι καθρέπτες.

Παρόλα αυτά υπάρχουν μέθοδοι για τη σάρωση γυαλιστερών αντικειμένων, όπως η κάλυψή τους με ένα λεπτό στρώμα λευκής σκόνης πράγμα το οποίο θα βοηθήσει την ανάκλαση περισσότερων φωτονίων πίσω στον σαρωτή. Οι σαρωτές laser μπορούν να στείλουν τρισεκατομμύρια φωτόνια προς ένα αντικείμενο και να λάβουν πίσω ένα μικρό ποσοστό αυτών μέσω της οπτικής που χρησιμοποιούν. Η αντανακλαστικότητα βασίζεται στο χρώμα του και τη μορφή της επιφάνειάς του. Μια λευκή επιφάνεια θα αντανακλά μεγάλη ποσότητα φωτός ενώ μια μαύρη μόνο ένα μικρό ποσό φωτός. Τα διαφανή αντικείμενα όπως το γυαλί διαθλούν το φως και δίνουν λανθασμένες πληροφορίες για τρισδιάστατα δεδομένα.

Λειτουργία

Σκοπός του σαρωτή τρισδιάστατων δεδομένων είναι συνήθως η δημιουργία ενός νέφους σημείων από γεωμετρικά δείγματα της επιφανείας του υπό σάρωση αντικειμένου. Αυτά τα σημεία στη συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εξαχθεί το σχήμα του αντικειμένου, διαδικασία η οποία καλείται ανακατασκευή (reconstruction). Αν σε κάθε σημείο συλλέγονται και πληροφορίες για το χρώμα τότε μπορούν να προσδιοριστούν και τα χρώματα της επιφάνειας του αντικειμένου.

Οι σαρωτές τρισδιάστατων δεδομένων έχουν οπτικό πεδίο κωνικής μορφής και μπορούν να συλλέξουν πληροφορίες για επιφάνειες που είναι εμφανείς και όχι κρυμμένες. Οι σαρωτές συλλέγουν πληροφορίες απόστασης για επιφάνειες οι οποίες βρίσκονται μέσα στο οπτικό τους πεδίο. Η εικόνα η οποία παράγεται από ένα τέτοιο σαρωτή περιγράφει τις συντεταγμένες κάθε σημείου της σε σχέση με ένα σφαιρικό σύστημα συντεταγμένων. Αυτές οι σφαιρικές συντεταγμένες περιγράφουν πλήρως την τρισδιάστατη θέση κάθε σημείου στην εικόνα, σε ένα τοπικό σύστημα συντεταγμένων αναφορικό στο σαρωτή.

Στις περισσότερες περιπτώσεις μια μόνο σάρωση δε μπορεί να παράγει ένα ολοκληρωμένο μοντέλο του αντικειμένου. Συνήθως απαιτούνται πολλαπλές σαρώσεις από διαφορετικές κατευθύνσεις προκειμένου να αποκτηθούν πληροφορίες για όλες τις πλευρές του αντικειμένου. Αυτές οι σαρώσεις πρέπει να τροποποιηθούν ώστε να ανήκουν σε ένα κοινό σύστημα αναφοράς, διαδικασία η οποία καλείται ευθυγράμμιση (alignment) ή καταχώρηση (registration), και στη συνέχεια να συγχωνευθούν ώστε να δημιουργηθεί το ολοκληρωμένο μοντέλο.

Κατηγορίες σαρωτών τρισδιάστατων δεδομένων

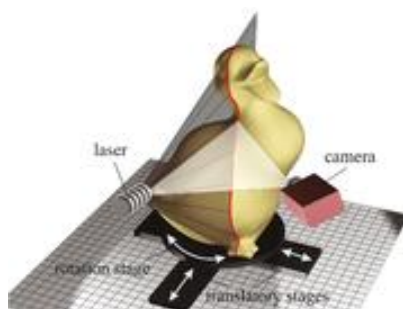
Υπάρχουν δυο κατηγορίες τρισδιάστατων σαρωτών. Οι σαρωτές επαφής (contact) και η σαρωτές που δεν έρχονται σε άμεση επαφή με το προς σάρωση αντικείμενο (non-contact). Η δεύτερη κατηγορία διαχωρίζεται σε δυο επιμέρους κατηγορίες τους ενεργούς σαρωτές (active scanners) και τους παθητικούς (passive scanners). Υπάρχει μια ποικιλία τεχνολογιών η οποία υποπίπτει στις δυο τελευταίες κατηγορίες.

Οι σαρωτές επαφής εξετάζουν το αντικείμενο μέσω φυσικής επαφής. Ένας σαρωτής μέτρησης συντεταγμένων CMM (coordinate measuring machine) είναι ένα παράδειγμα σαρωτή επαφής. Χρησιμοποιείται κυρίως στη βιομηχανία και μπορεί να είναι πολύ ακριβής. Το μειονέκτημά του είναι ότι απαιτεί επαφή με το υπό σάρωση αντικείμενο. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια της σάρωσης το αντικείμενο μπορεί να τροποποιηθεί, να φθαρεί ή ακόμα και να καταστραφεί. Αυτό το ελάττωμα είναι πολύ σημαντικό στην περίπτωση που σαρώνονται λεπτεπίλεπτα ή πολύτιμα αντικείμενα όπως αρχαιολογικά ευρήματα. Ένα δεύτερο μειονέκτημα των σαρωτών CMM είναι ότι είναι αργοί σε σχέση με άλλες μεθόδους σάρωσης.

Οι ενεργοί σαρωτές εκπέμπουν ένα είδος ακτινοβολίας ή φωτός και εντοπίζουν την αντανάκλασή του προκειμένου να εξετάσουν ένα αντικείμενο ή ένα περιβάλλον. Πιθανά είδη εκπομπών που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν φως, υπέρηχους ή ακτίνες χ.

Ο σαρωτής τριγωνοποίησης είναι ένας ενεργός σαρωτής μη επαφής ο οποίος χρησιμοποιεί φως από ακτίνες laser για να εξετάσει το περιβάλλον. Εκπέμπει ακτίνες laser πάνω στο αντικείμενο και στη συνέχεια προωθεί μια κάμερα για να εντοπίσει την τοποθεσία του στίγματος της ακτίνας laser. Ανάλογα από πόσο μακριά η ακτίνα χτυπάει μια επιφάνεια, το στίγμα της ακτίνας εμφανίζεται σε διαφορετικά σημεία του

οπτικού πεδίου της κάμερας. Αυτή η τεχνική ονομάζεται τριγωνοποίηση διότι το στίγμα της ακτίνας laser, η κάμερα και ο εκπομπός των ακτινών σχηματίζουν ένα τρίγωνο. Το μήκος της μιας πλευράς του τριγώνου, η απόσταση, δηλαδή, μεταξύ της κάμερας και του εκπομπού είναι γνωστή. Επίσης, είναι γνωστή και η γωνία του εκπομπού. Η γωνία της κάμερας μπορεί να προσδιοριστεί κοιτάζοντας τη θέση του στίγματος της ακτίνας laser στο οπτικό πεδίο της κάμερας. Αυτές οι τρεις πληροφορίες προσδιορίζουν πλήρως το σχήμα και το μέγεθος του τριγώνου και δίνουν τη θέση της γωνίας του στίγματος της ακτίνας στο τρίγωνο. Στις περισσότερες περιπτώσεις, μια ακτίνα laser, αντί να δώσει ένα μόνο στίγμα σε ένα σημείο του αντικειμένου, σαρώνει το αντικείμενο σε πολλά σημεία έτσι ώστε να επιταχυνθεί η διαδικασία.



Εικόνα 1: Δημιουργία νέφους σημείων με χρήση τριγωνοποίησης με ακτίνες laser.

Ανακατασκευή - Μοντελοποίηση

Τα νέφη σημείων τα οποία παράγονται από τους σαρωτές συνήθως δε χρησιμοποιούνται απευθείας, παρόλο που για απλή οπτικοποίηση και μέτρηση στην αρχιτεκτονική και τις κατασκευές, τα σημεία μπορεί να επαρκούν. Οι περισσότερες εφαρμογές, αντί αυτών, χρησιμοποιούν πολυγωνικά τρισδιάστατα μοντέλα, επιφανειακά μοντέλα NURBS ή μοντέλα CAD με δυνατότητα παρέμβασης στα χαρακτηριστικά τους. Η διαδικασία μετατροπής ενός νέφους σημείων σε χρήσιμα τρισδιάστατα μοντέλα κάποιας μορφής από τις παραπάνω ονομάζεται ανακατασκευή (reconstruction) ή μοντελοποίηση (modeling).

Μοντέλα πολυγωνικού πλέγματος: Σε μια πολυγωνική αναπαράσταση ενός σχήματος, μια καμπύλη επιφάνεια μοντελοποιείται σαν πολλές μικρές επίπεδες επιφάνειες. Τα πολυγωνικά μοντέλα τα οποία καλούνται και μοντέλα πλέγματος είναι χρήσιμα στην οπτικοποίηση, σε κάποιες εφαρμογές CAM αλλά περιέχουν μεγάλο όγκο δεδομένων. Η ανακατασκευή σε πολυγωνικό μοντέλο περιλαμβάνει τον εντοπισμό και τη σύνδεση γειτονικών σημείων με ευθείες γραμμές προκειμένου να δημιουργηθεί μια συνεχής επιφάνεια.

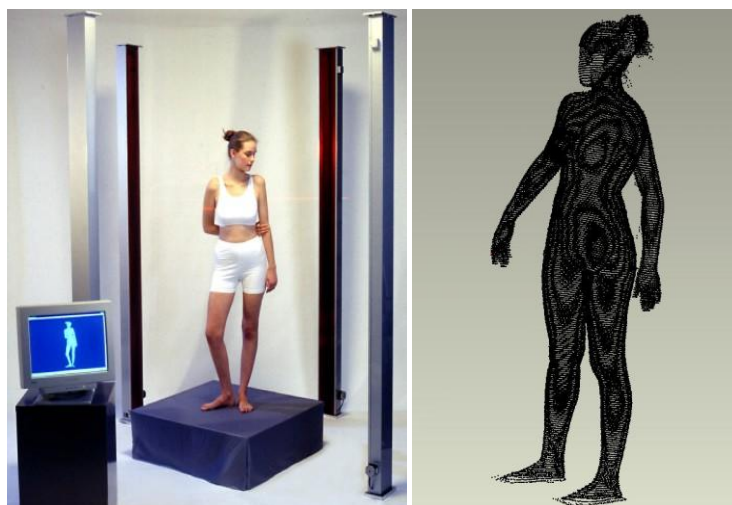
Επιφανειακά μοντέλα: Το επόμενο βήμα στη διαδικασία της μοντελοποίησης περιλαμβάνει τη χρήση ενός καλύμματος από καμπυλωτά επιφανειακά μπαλώματα για τη μοντελοποίηση του σχήματος που θέλουμε. Αυτά μπορεί να είναι NURBS, TSplines ή άλλες καμπύλες αναπαραστάσεις κάποιας καμπυλωτής τοπολογίας. Κάποιες εφαρμογές προσφέρουν σχέδιο μπαλωμάτων και χειρονακτικό σχέδιο. Αυτά

τα μπαλώματα έχουν το πλεονέκτημα να είναι πιο ελαφριά σε όγκο δεδομένων και πιο εύκολα στη χρήση όταν εξάγονται από συστήματα CAD. Τα επιφανειακά μοντέλα είναι κατά κάποιο τρόπο επεξεργάσιμα αλλά μόνο κατά μία έννοια γλυπτικής μέσω σπρωξίματος και τραβήγματος ώστε να αλλάξει η μορφή της επιφάνειας.

2.2. Σάρωση σε τρεις διαστάσεις ανθρώπινων σωμάτων

Για τη λήψη τρισδιάστατων δεδομένων για ανθρώπινα σώματα, έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες τεχνικές. Η επικρατέστερη τεχνική είναι μέσω της χρήσης φωτισμού ή ακτινών laser με σαρωτές τριγωνοποίησης. Τα δεδομένα που προκύπτουν από την διαδικασία ψηφιοποίησης είναι σημεία που ανήκουν στο χώρο, δηλαδή σημεία τριών διαστάσεων. Ουσιαστικά το προϊόν της σάρωσης του ανθρώπινου σώματος είναι ένα νέφος σημείων που προσεγγίζει τη γεωμετρία του. Η ακρίβεια σάρωσης εξαρτάται από το πλήθος των κεφαλών σάρωσης και την ανάλυση κάθε κεφαλής του σαρωτή. Για εφαρμογές ένδυσης ακρίβεια της τάξης του mm είναι επαρκής. Ο βασικός σκοπός της επεξεργασίας του τρισδιάστατου νέφους σημείων που προκύπτει από το σαρωτή, είναι η λήψη μετρήσεων, που ορίζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να προσεγγίζουν τις μετρήσεις που λαμβάνονται με το χέρι, οι οποίες περιγράφουν την ανατομία του χρήστη.

Στο έργο e-merit τα τρισδιάστατα δεδομένα προέρχονται από το Γερμανικό Ανθρωπομετρικό Ινστιτούτο, από δείγμα 291 ανθρώπων (233 γυναικών και 58 ανδρών) Γερμανών ενηλίκων και τα δεδομένα λήφθηκαν από τρισδιάστατο σαρωτή βάθους (Vitus/ smart – Tecmath). Όλα τα άτομα τοποθετήθηκαν σε όρθια στάση με τα άκρα ελαφρώς εκτεταμένα και με διακριτικό ρουχισμό (εικόνα 2), ώστε οι μετρήσεις να είναι μεγάλης ακρίβειας. Οι πληροφορίες σάρωσης προκύπτουν με μετρήσεις σε διάφορα τμήματα του σώματος, κυρίως γύρω από τον κορμό και καταγράφονται σαν παράμετροι μετρήσεων μετροταινίας των διαστάσεων (sizing parameters).



Εικόνα 2: Ο τρισδιάστατος σαρωτής που χρησιμοποιήθηκε και το νέφος σημείων που προκύπτει από τη σάρωση.



Εικόνα 3: Νέφος σημείων που προκύπτει από τη σάρωση διαφορετικού ατόμου.

2.3. Αρχική επεξεργασία των δεδομένων

Το πρώτο βήμα της διαδικασίας είναι η προεπεξεργασία του νέφους σημείων που προκύπτει από τα σκαναρισμένα μοντέλα, με σκοπό τη δημιουργία κλειστής επιφάνειας η οποία θα τα παρεμβάλει. Η επιφάνεια που δημιουργείται αποτελείται από πολύγωνα.

Η προεπεξεργασία γίνεται με τη χρήση του λογισμικού Geomagic Studio της Raindrop. Το Geomagic Studio είναι ένα από τα κορυφαία λογισμικά παγκοσμίως στον τομέα της αυτοματοποιημένης αντίστροφης μηχανικής. Το Geomagic Studio παρέχει τη δυνατότητα επεξεργασίας νεφών σημείων που προέρχονται από μοντέλα, στην περίπτωση μας ανθρώπινα σώματα, με στόχο την δημιουργία επιφανειών που προσεγγίζουν με μεγάλη ακρίβεια τη μορφή του μοντέλου. Τα επιφανειακά μοντέλα μπορούν περαιτέρω να επεξεργαστούν και να μετατραπούν σε μορφές κατάλληλες για κάθετες εφαρμογές όπως η παρουσίαση, η παραγωγή, η ανάλυση του προϊόντος κ.α.

Η ανακατασκευή επιφανειών ακριβείας από ανοργάνωτα νέφη σημείων, τα οποία προκύπτουν από την ψηφιακή σάρωση ενός αντικειμένου, είναι ένα ιδιαίτερα δύσκολο πρόβλημα το οποίο δεν έχει επιλυθεί πλήρως μέχρι σήμερα και γίνεται ακόμη οξύτερο στην περίπτωση ατελών ή αραιών δεδομένων. Η λύση η οποία εφαρμόζεται συνήθως είναι η μετατροπή του αδόμητου νέφους σημείων σε ένα συμπαγές τριγωνοποιημένο μοντέλο (mesh). Το μοντέλο αποτελείται από τριγωνικές, συνεχείς, μη επικαλυπτόμενες έδρες (faces), οι οποίες συνδέονται στις κοινές τους ακμές, και η διαδικασία δημιουργίας του ονομάζεται τριγωνοποίηση. Οι κορυφές των τριγώνων-εδρών είναι τα σημεία του εισαγόμενου νέφους.

Μια από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους τριγωνοποίησης είναι η τριγωνοποίηση της μορφής επιφανειών δυο διαστάσεων (2D surface). Κατά τη μέθοδο αυτή οι κορυφές - σημεία του νέφους στον τρισδιάστατο χώρο απεικονίζονται σε δυσδιάστατο επίπεδο και στη συνέχεια εφαρμόζεται τριγωνοποίηση σε αυτές. Επομένως, για σωστή τριγωνοποίηση με χρήση αυτής της μεθόδου, θα πρέπει όλες οι

κορυφές να προβάλλονται σε επίπεδο xy χωρίς αλληλοεπικάλυψη, διαδικασία η οποία πραγματοποιείται αυτόματα από το πρόγραμμα.

Αρχικά, στο Geomagic Studio δημιουργείται ένα πολυγωνικό μοντέλο με την προσαρμογή επιφάνειας στα σημεία του σκαναρισμένου μοντέλου, η οποία αποτελείται από περίπου 30.000 τρίγωνα. Δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν όλα τα σημεία του σκαναρισμένου μοντέλου καθώς στο βήμα αυτό επιθυμούμε να δημιουργήσουμε απλά μια κλειστή επιφάνεια από τα δεδομένα, την οποία θα επεξεργαστούμε διεξοδικά μέσα από το Bodysizer με τη βοήθεια των πρότυπων μοντέλων.

Στη συνέχεια επεξεργαζόμαστε το αρχικό πολυγωνικό μοντέλο κλείνοντας οπές που υπάρχουν στην επιφάνεια που δημιουργήθηκε από τη πρώτη προσαρμογή. Συχνά παρατηρούμε ότι υπάρχουν σοβαρές παραμορφώσεις σε περιοχές που δεν μπορούσαν να ληφθούν δεδομένα τριών διαστάσεων με ακρίβεια, όπως οι παλάμες, οι πατούσες, οι μασχάλες και το πρόσωπο. Οι παραμορφώσεις αυτές δεν θα επηρεάσουν το τελικό αποτέλεσμα καθώς θα απαλειφθούν πάλι μέσα από το Bodysizer με τη βοήθεια των πρότυπων μοντέλων.

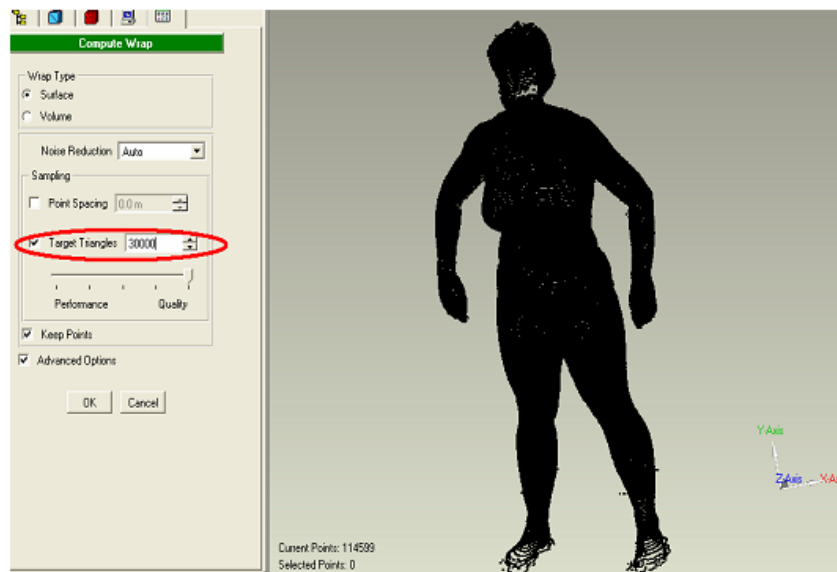
Μετά το γέμισμα των οπών και την δημιουργία της επιφάνειας το μόνο που μένει είναι η αποθήκευση του κλειστού πολυγωνικού μοντέλου σε μορφή την οποία δέχεται το λογισμικό 3D Studio Max (*.3ds).

2.3.1. Προετοιμασία σκαναρισμένου μοντέλου

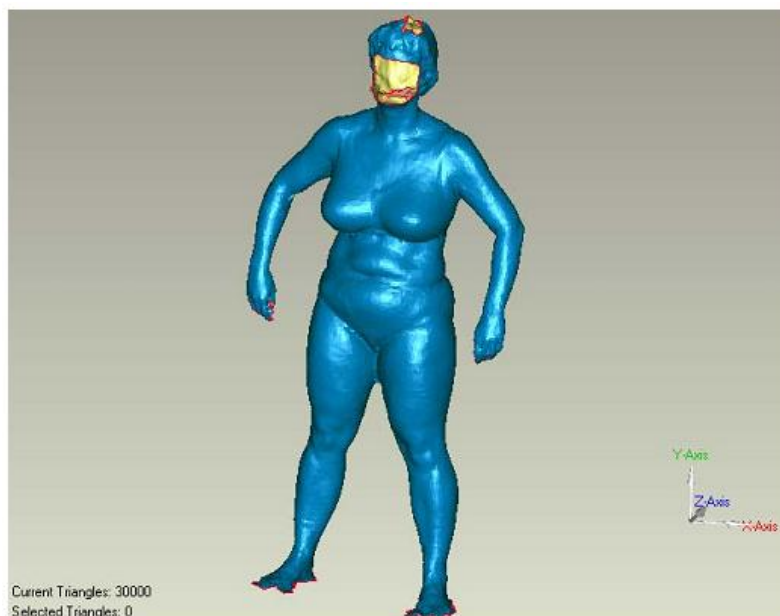
Το σκαναρισμένο μοντέλο αρχικά βρίσκεται σε μορφή νέφους σημείων, επομένως το πρώτο βήμα της διαδικασίας είναι η δημιουργία κλειστής επιφάνειας, η οποία θα αποτελείται από πολύγωνα, του σώματος από το νέφος σημείων. Η προεπεξεργασία αυτή γίνεται με τη χρήση του λογισμικού Geomagic Studio.

Αρχικά εισάγεται το αρχείο του μοντέλου που πρόκειται να υποστεί επεξεργασία επιλέγοντας File→Import.

Στη συνέχεια δημιουργείται ένα αρχικό πολυγωνικό μοντέλο με την προσαρμογή επιφάνειας στα σημεία του σκαναρισμένου μοντέλου, η οποία αποτελείται από περίπου 30.000 τρίγωνα (εικόνα 3). Όπως είπαμε και προηγουμένως, δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν όλα τα σημεία του σκαναρισμένου μοντέλου, αλλά όσα χρειάζονται για τη δημιουργία μιας κλειστής επιφάνειας (εικόνα 5), η οποία θα υποστεί διεξοδική επεξεργασία μέσω του Bodysizer.

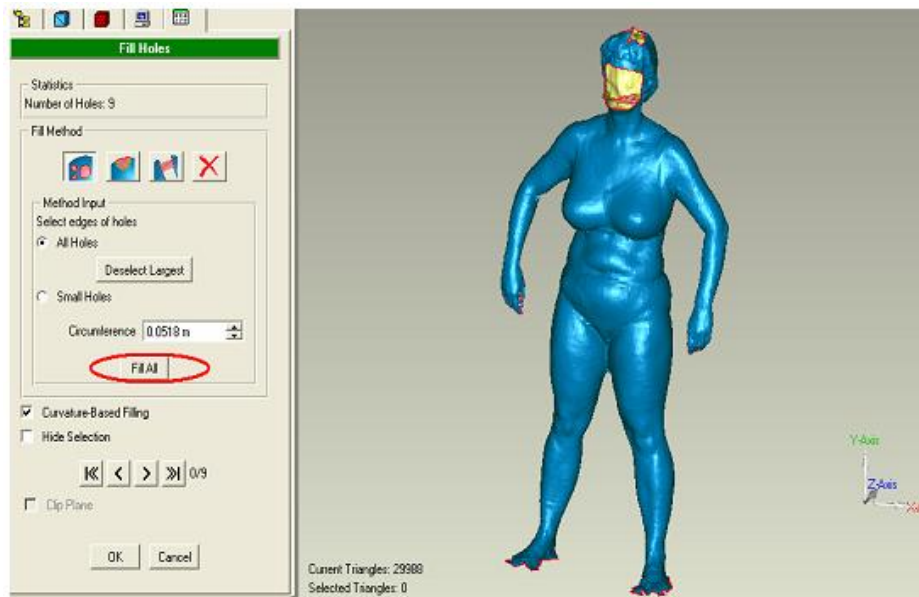


Εικόνα 4: Διαδικασία δημιουργίας αρχικού πολυγωνικού μοντέλου με 30.000 τρίγωνα.

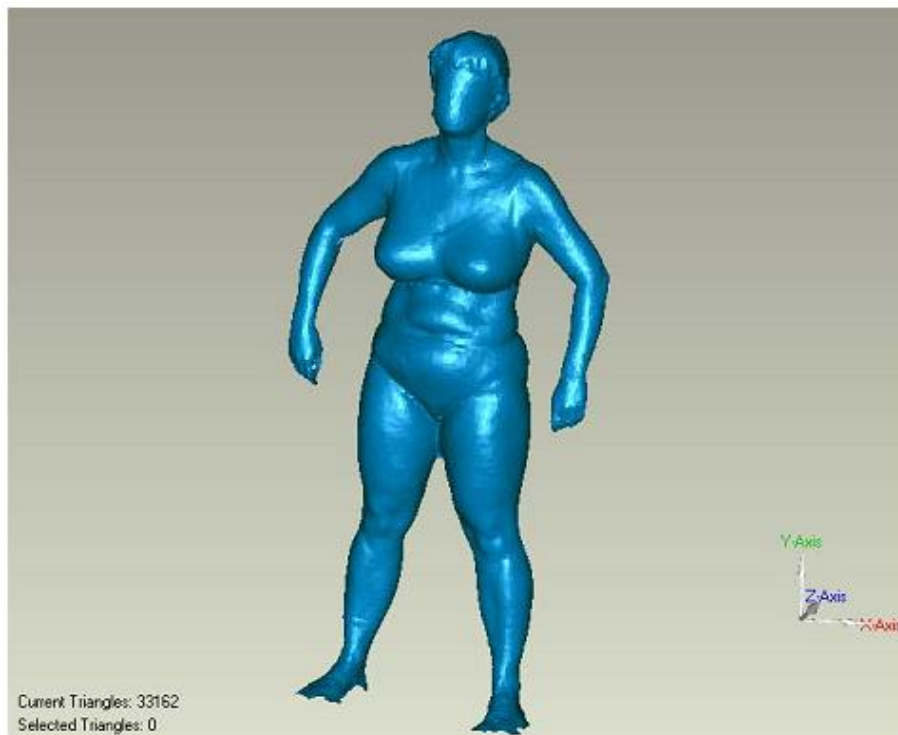


Εικόνα 5: Το αρχικό πολυγωνικό μοντέλο μετά την προσαρμογή επιφάνειας.

Στη συνέχεια στο αρχικού πολυγωνικό μοντέλο γεμίζονται οι οπές που υπάρχουν στην επιφάνεια που δημιουργήθηκε από τη πρώτη προσαρμογή. Παρατηρείται ότι υπάρχουν παραμορφώσεις σε περιοχές που τρισδιάστατα δεδομένα δεν μπορούσαν να ληφθούν με ακρίβεια. Το πρόσωπο αφαιρέθηκε σκόπιμα κατά τη διαδικασία σκαναρίσματος, λόγω πολιτικής προστασίας προσωπικών δεδομένων. Οι παραμορφώσεις αυτές δεν θα επηρεάσουν το τελικό αποτέλεσμα καθώς θα απαλειφθούν μέσα από το Bodysizer με τη βοήθεια των πρότυπων μοντέλων.

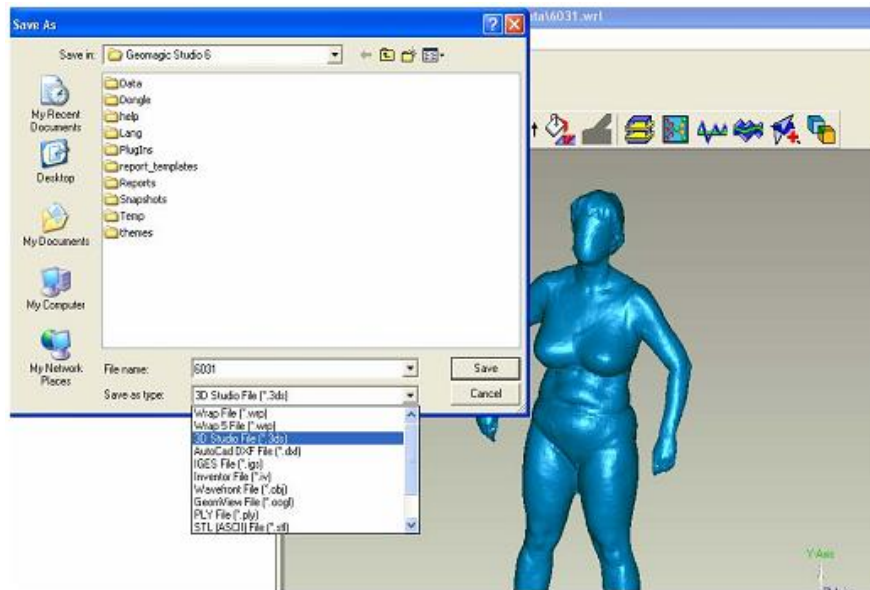


Εικόνα 6: Γέμισμα οπών.



Εικόνα 7: Επιφανειακό μοντέλο μετά το γέμισμα των οπών.

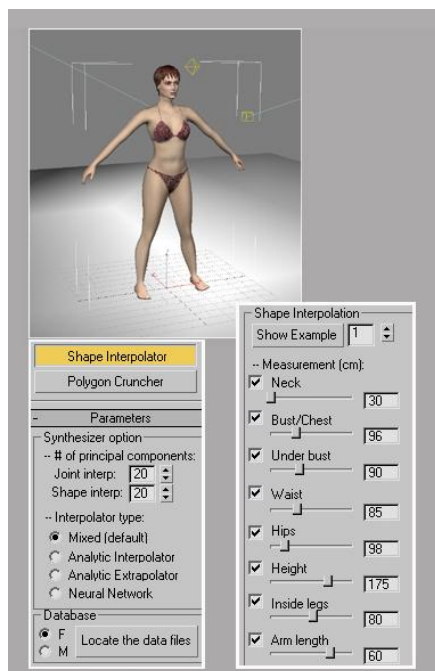
Τέλος μετά το γέμισμα των οπών και την δημιουργία της επιφάνειας το κλειστό πολυγωνικό μοντέλο αποθηκεύεται σε μορφή την οποία υποστηρίζει το 3D Studio Max (*.3ds).



*Εικόνα 8: Αποθήκευση κλειστού επιφανειακού μοντέλου σε αρχείο μορφής *.3ds.*

2.4. Δημιουργία τρισδιάστατου πολυγωνικού μοντέλου ανθρώπινου σώματος

Η διαδικασία προσαρμογής συνεχίζεται στο λογισμικό Bodysizer. Το Bodysizer είναι ένα ολοκληρωμένο λογισμικό χειρισμού μοντέλων ανθρώπινων σωμάτων, που έχει κατασκευαστεί από το εργαστήριο MIRALAB του πανεπιστημίου της Γενεύης. Είναι μια επέκταση (plug – in) του προγράμματος γραφικών 3D Studio Max η οποία επιτρέπει τον επαναπροσδιορισμό των διαστάσεων των μοντέλων με ένα πολύ απλουστευμένο τρόπο και παρέχει διάφορες λειτουργίες και μεθοδολογίες για τη δημιουργία και την επεξεργασία μοντέλων ανθρώπινων σωμάτων. Ο χρήστης μπορεί να καταχωρήσει τις μετρήσεις είτε σαν εισόδους (inputs) στην οθόνη εργασίας του, είτε πληκτρολογώντας τιμές ή μετακινώντας μπάρες.



Εικόνα 9: Bodysizer.



Εικόνα 10: Εξερχόμενα μοντέλα.

Με τη χρήση του Bodysizer είναι δυνατή η προσαρμογή πρότυπων μοντέλων ή μοντέλων αναφοράς στο αρχικό επιφανειακό μοντέλο. Τα πρότυπα μοντέλα συνθέτουν μια μέση δομή του σκελετού του ανθρώπου και μια επιφάνεια δέρματος, την οποία συνθέτουν επιφανειακά μπαλώματα.

Η προσαρμογή βασίζεται στις παραμέτρους μετρήσεων διαστάσεων μέσω μετροταινίας (sizing parameters). Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι παράμετροι διαστάσεων και οι ορισμοί τους.

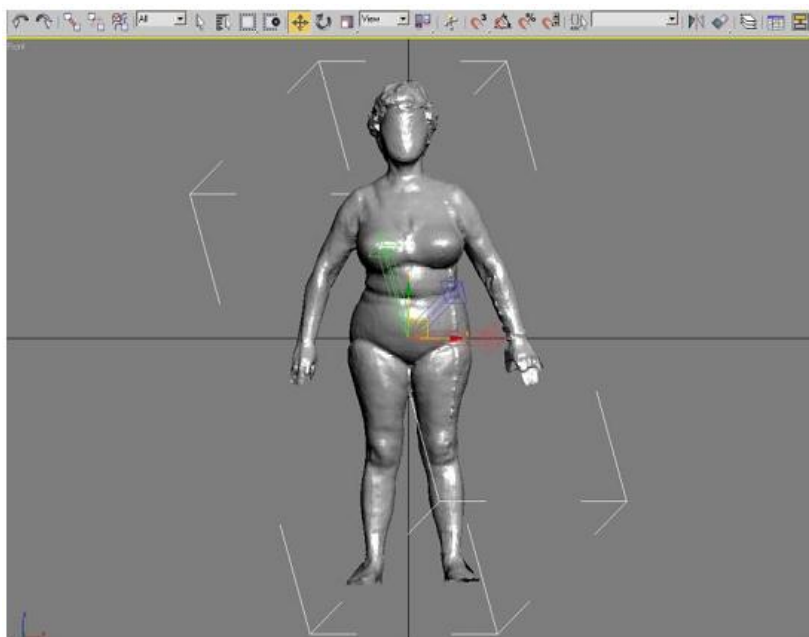
Μετρήσεις μέσω μετροταινίας (παράμετροι διαστάσεων)	Ορισμός
Ανάστημα (Stature)	Η κάθετη απόσταση από το έδαφος της περιμέτρου του κεφαλιού (crown of the head).
Ύψος καβάλου (Crotch length)	Η κάθετη απόσταση από το έδαφος, του επιπέδου του καβάλου στο κέντρο του σώματος.
Μήκος άνω άκρων (Arm length)	Η απόσταση από το σημείο διατομής μεταξύ του άξονα του βραχίονα και του ώμου (acromion) που περνάει τον αγκώνα και καταλήγει στην προέκταση του καρπού (ulna) κατά μήκος της ευθείας του μικρού δακτύλου της παλάμης.
Περίμετρος λαιμού (Neck girth)	Η περίμετρος της βάσης του λαιμού.
Περίμετρος στήθους (Chest/Bust girth)	Η μέγιστη περιφέρεια του κορμού που μετρείται στο ύψος του στήθους.
Περίμετρος κάτω από το στήθος (Under – bust girth)	Η οριζόντια περίμετρος του τμήματος του σώματος ακριβώς κάτω από το στήθος.
Περίμετρος μέσης (Waist girth)	Η οριζόντια περίμετρος στο ύψος της μέσης.
Περίμετρος ισχίου (Hip girth)	Η οριζόντια περίμετρος του κορμού που μετρείται στο ύψος των γλουτών.

Πίνακας 1: Παράμετροι διαστάσεων.

Αρχικά πραγματοποιείται μια προσαρμογή του σκελετού του πρότυπου μοντέλου στη γεωμετρία του επιφανειακού πλέγματος, βασιζόμενη στις παραμέτρους μετρήσεων. Μετά τη προσαρμογή του σκελετού ακολουθεί μια αρχική προσαρμογή του επιφανειακού πλέγματος του πρότυπου μοντέλου, δηλαδή του δέρματος του μοντέλου, στο αρχικό επιφανειακό πλέγμα. Η διαδικασία προσαρμογής συνεχίζεται χρησιμοποιώντας μαθηματικές μεθοδολογίες για τη βέλτιστη προσαρμογή του δέρματός και του σκελετού του πρότυπου μοντέλου στη γεωμετρία του επιφανειακού πλέγματος και όταν το αποτέλεσμα κριθεί ικανοποιητικό το μοντέλο του ανθρώπινου σώματος είναι έτοιμο προς χρήση σε διάφορες εφαρμογές και συγκεκριμένα στην περίπτωση μας για την ένδυση του σώματος.

2.4.1. Επεξεργασία μέσω του Bodysizer

Η διαδικασία προσαρμογής με τη χρήση του Bodysizer ξεκινά με την εισαγωγή του κλειστού πολυγωνικού μοντέλου στο 3D Studio Max επιλέγοντας File→Import. Στη συνέχεια μέσω διαφόρων επιλογών στο Bodysizer διευθετείται το μοντέλο στο χώρο ως προς τους άξονες αναφοράς και με το σημείο περιστροφής του σώματος να βρίσκεται πάνω στο επίπεδο που πατάνε τα πόδια του μοντέλου.

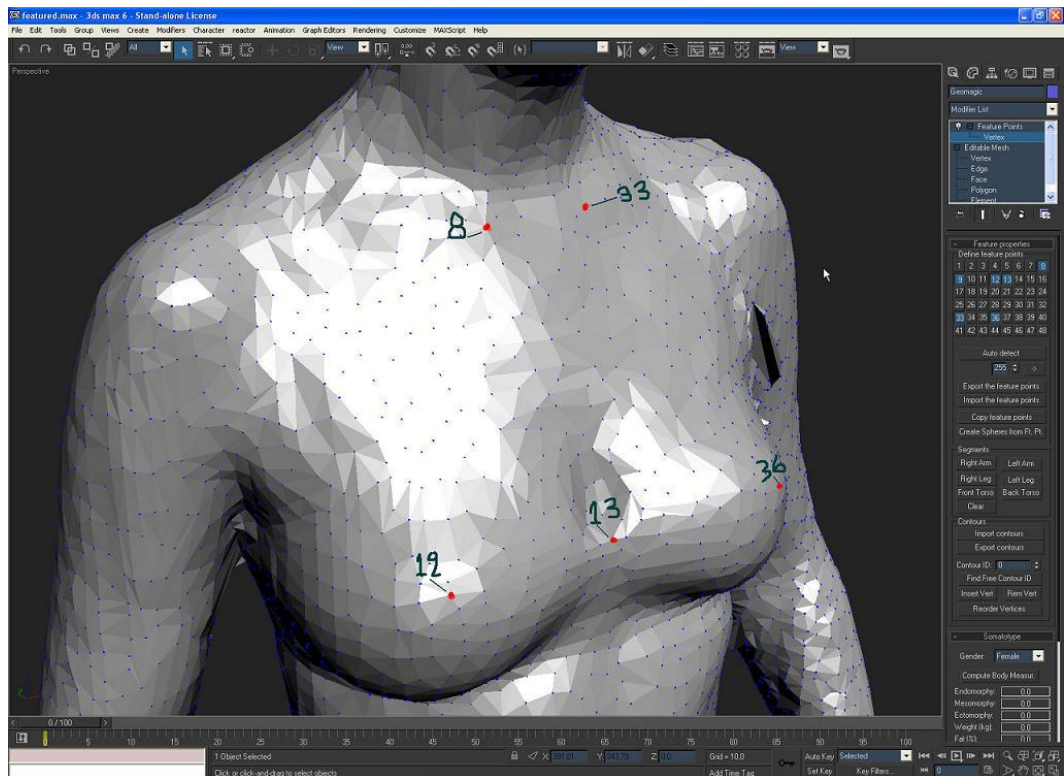


Εικόνα 11: Πολυγωνικό μοντέλο πριν την επεξεργασία του στο 3D Studio Max.

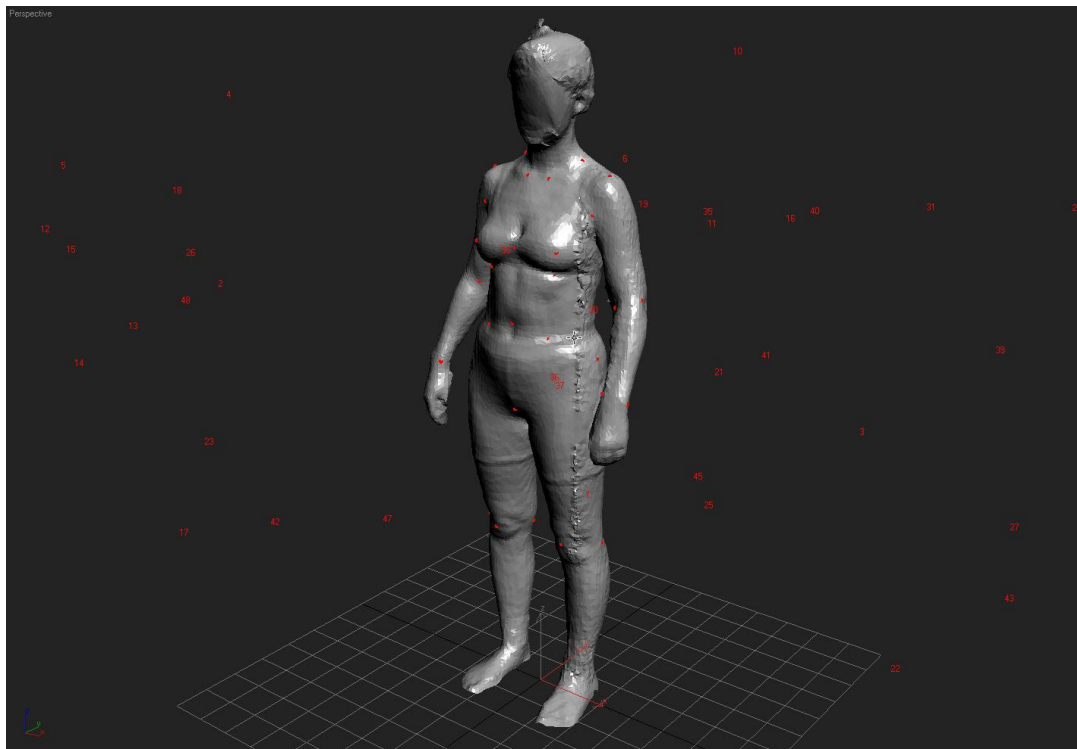
Το επόμενο βήμα της διαδικασίας είναι η επιλογή 48 συγκεκριμένων σημείων πάνω στο κλειστό πολυγωνικό μοντέλο τα οποία χρησιμοποιούνται για την προσαρμογή του πολυγωνικού μοντέλου με το πρότυπο μοντέλο (generic) του Bodysizer (εικόνα 12). Τα σημεία αυτά καθορίζουν και τις παραμέτρους μεγέθους του σώματος. Αρχικά είναι επιλεγμένα όλα τα σημεία του μοντέλου και στη συνέχεια πραγματοποιείται απομάκρυνση των υπολοίπων πέρα των 48 που μας ενδιαφέρουν.



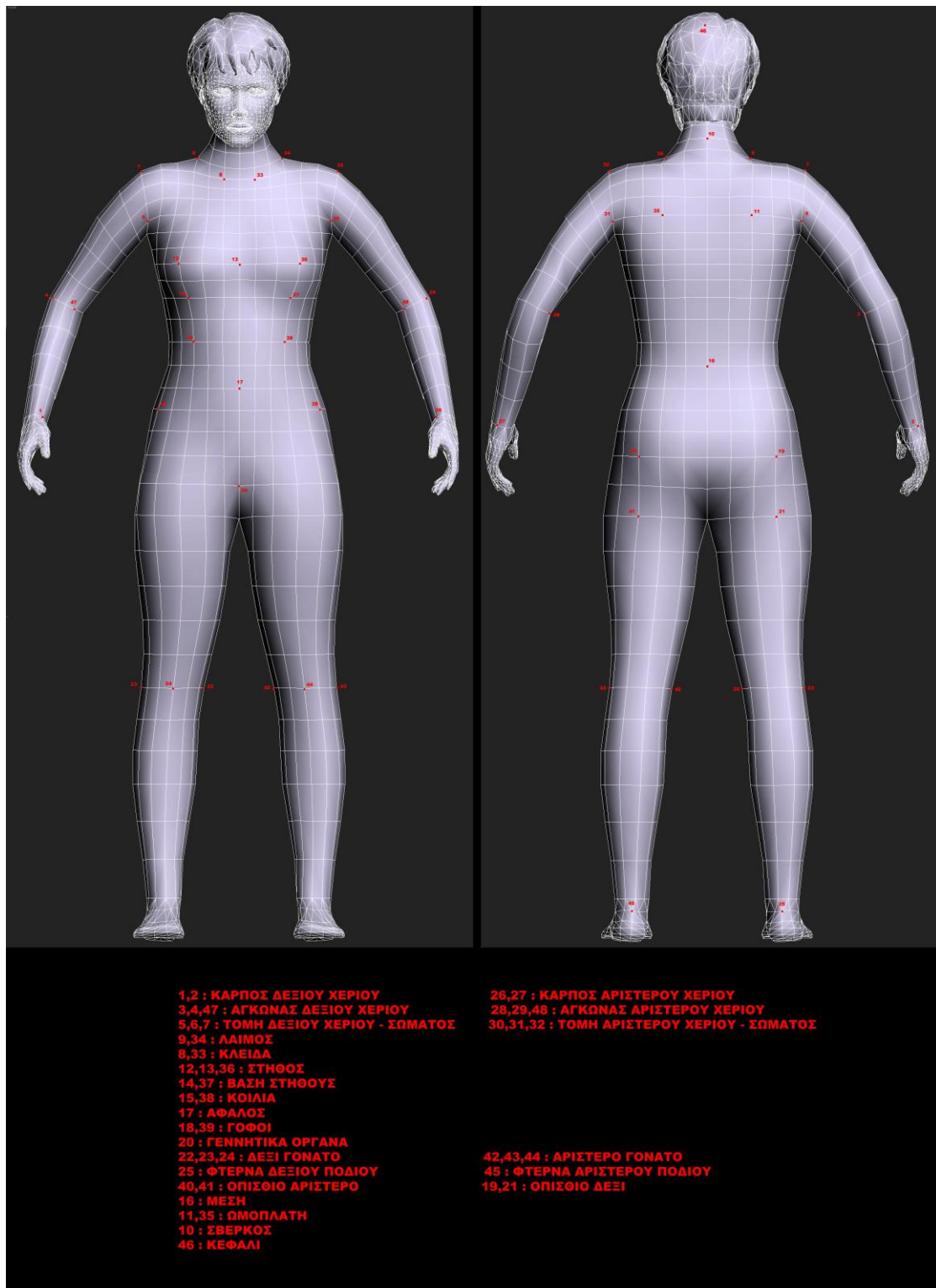
Εικόνα 12: Σκαναρισμένο και πρότυπο μοντέλο.



Εικόνα 13: Επιλογή των σημείων που αντιστοιχούν στο στήθος και στην κλείδα



Εικόνα 14: Το πολυγωνικό μοντέλο μετά την επιλογή και των 48 σημείων.



Εικόνα 15: Χαρτογράφηση της θέσης των 48 σημείων.

Το επόμενο βήμα της διαδικασίας είναι η προσαρμογή του πολυγωνικού μοντέλου στο πρότυπο μοντέλο. Το πρότυπο μοντέλο αποτελείται από μια προσέγγιση του ανθρώπινου σκελετού η οποία χρησιμοποιεί 33 αρθρώσεις που προσομοιώνουν ικανοποιητικά την κινηματική του ανθρώπου και από την επιφάνεια του δέρματος του ανθρώπου που ορίζεται από τετραγωνικά μπαλώματα.

Αρχικά ευθυγραμμίζουμε τα δυο μοντέλα (εικόνα 16) και στη συνέχεια χρησιμοποιώντας την επιλογή Fit Skeleton (εικόνα 17) προσαρμόζουμε το πρότυπο μοντέλο στο πολυγωνικό πλέγμα. Παρατηρούμε ότι οι αρθρώσεις του προτύπου μοντέλου μετακινούνται ώστε να προσαρμοστούν με τα δεδομένα του πολυγωνικού μοντέλου. Κατά τη διάρκεια της προσαρμογής, η τοποθέτηση του δέρματος επαναπροσδιορίζεται σύμφωνα με τους μετασχηματισμούς του υποκείμενου σκελετού.



Εικόνα 16: Ευθυγράμμιση των δυο μοντέλων.



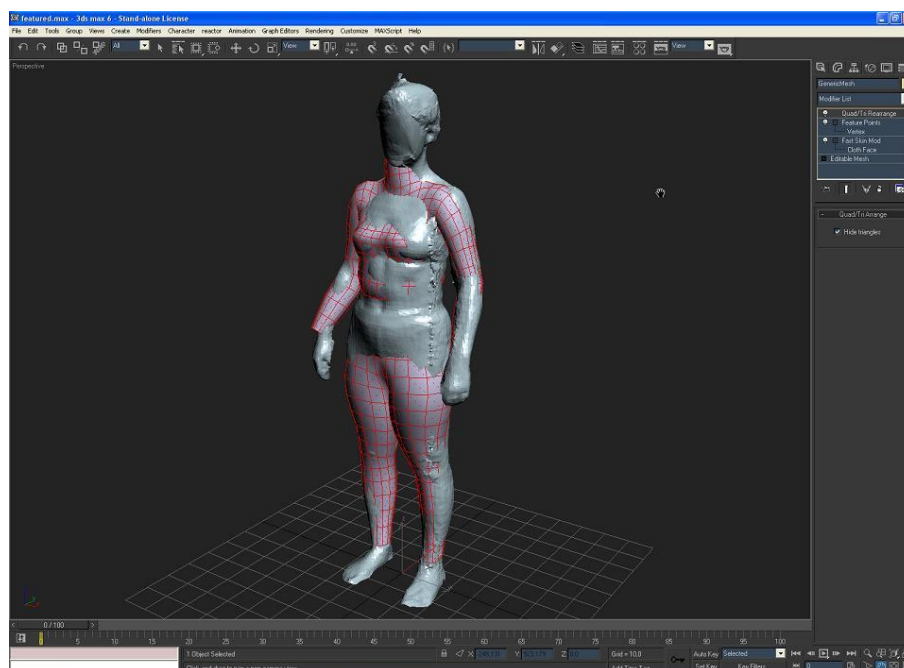
Εικόνα 17: Προσαρμογή των δυο μοντέλων με την επιλογή Fit Skeleton.

Η προσαρμογή των δύο μοντέλων δεν είναι απολύτως ακριβής και έτσι είναι απαραίτητο να γίνει χειροκίνητη προσαρμογή ορισμένων οστών κυρίως στα άκρα, στο λαιμό αλλά και στην μέση (εικόνα 18).



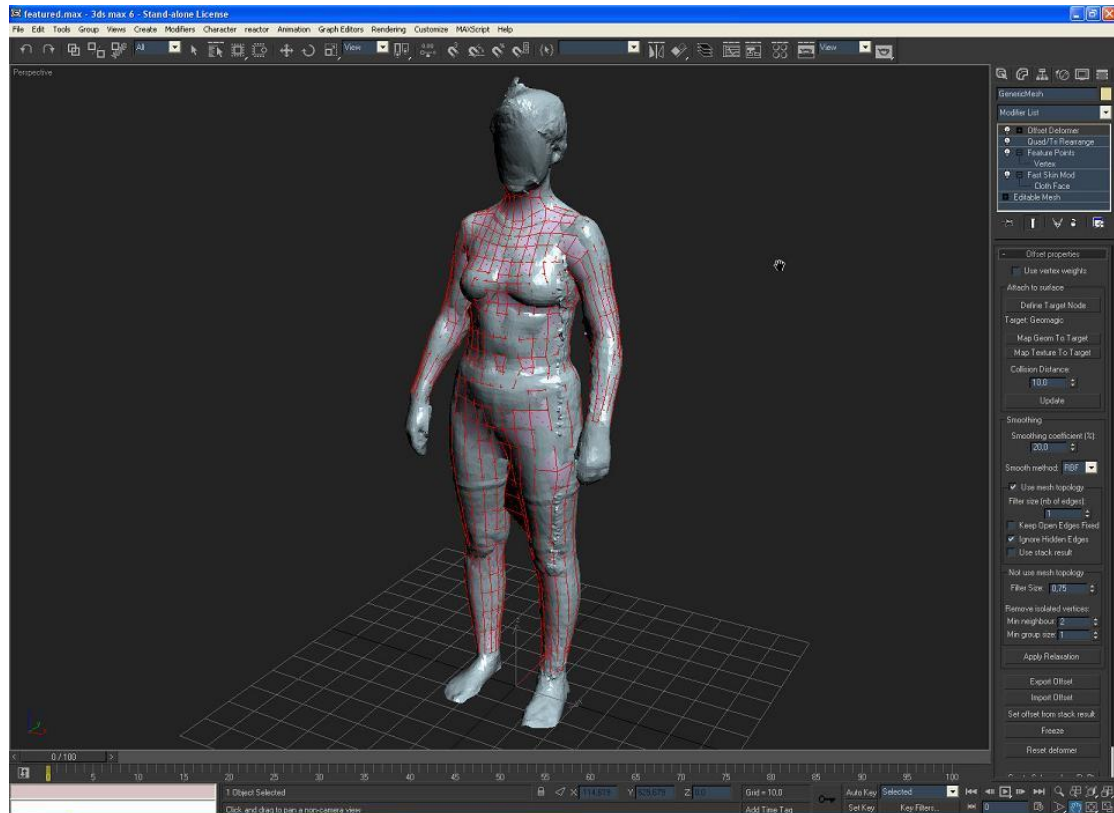
Εικόνα 18: Χειροκίνητη προσαρμογή του οστού του λαιμού.

Μετά την αρχική προσαρμογή των δυο μοντέλων ακολουθεί η αντιστοίχιση του πλέγματος του προτύπου μοντέλου στο πολυγωνικό μοντέλο (εικόνα 19). Ουσιαστικά κάθε κορυφή του πλέγματος του προτύπου μοντέλου προβάλλεται στην πλησιέστερη κορυφή, ακμή ή τρίγωνο του πολυγωνικού μοντέλου.



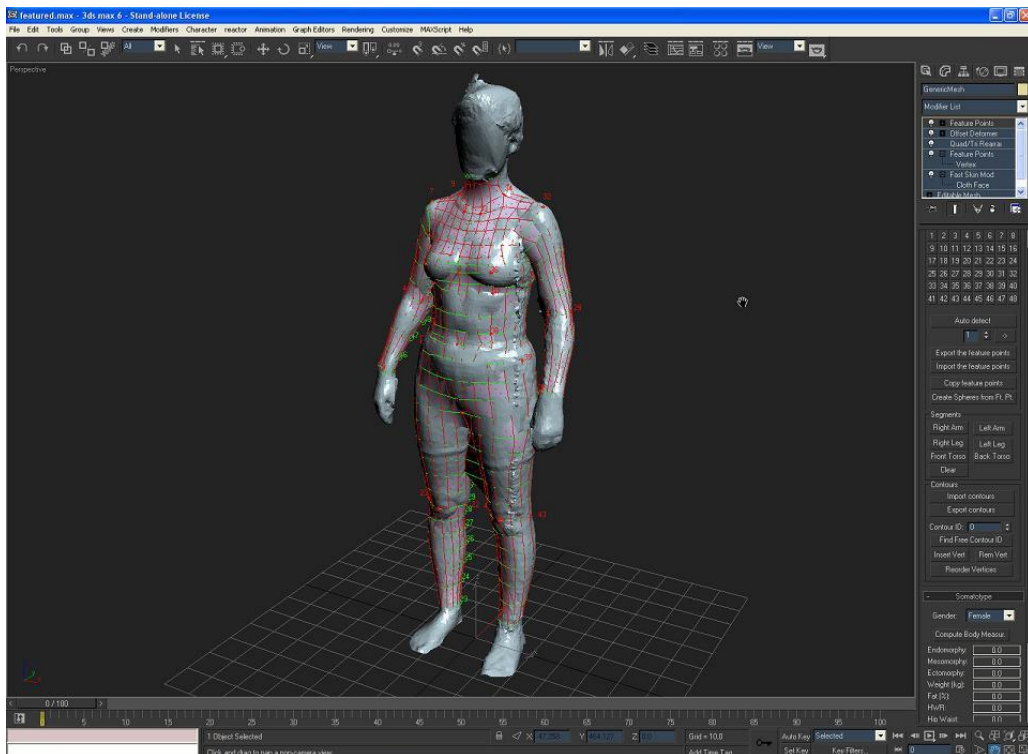
Εικόνα 19: Αρχική προσαρμογή του πλέγματος του προτύπου στο πολυγωνικό μοντέλο.

Με δεδομένες τις θέσεις όλων των κορυφών του πρωτογενούς πολυγωνικού πλέγματος, υπολογίζεται η ολική ενέργεια η οποία αποτελείται από δυο όρους. Ο πρώτος όρος εκτιμά την παραμόρφωση ενός ελαστικού πολυγωνικού πλέγματος ενώ ο δεύτερος θέτει τον περιορισμό οι κορυφές που ανήκουν στην ίδια ισοϋψή καμπύλη να βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο. Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας την επιλογή Relaxation μειώνουμε τη συνάρτηση ενέργειας του πλέγματος με αποτέλεσμα την μείωση της παραμόρφωσης του πλέγματος και την καλύτερη προσαρμογή του πλέγματος του πρότυπου μοντέλου στο πολυγωνικό (εικόνα 20).

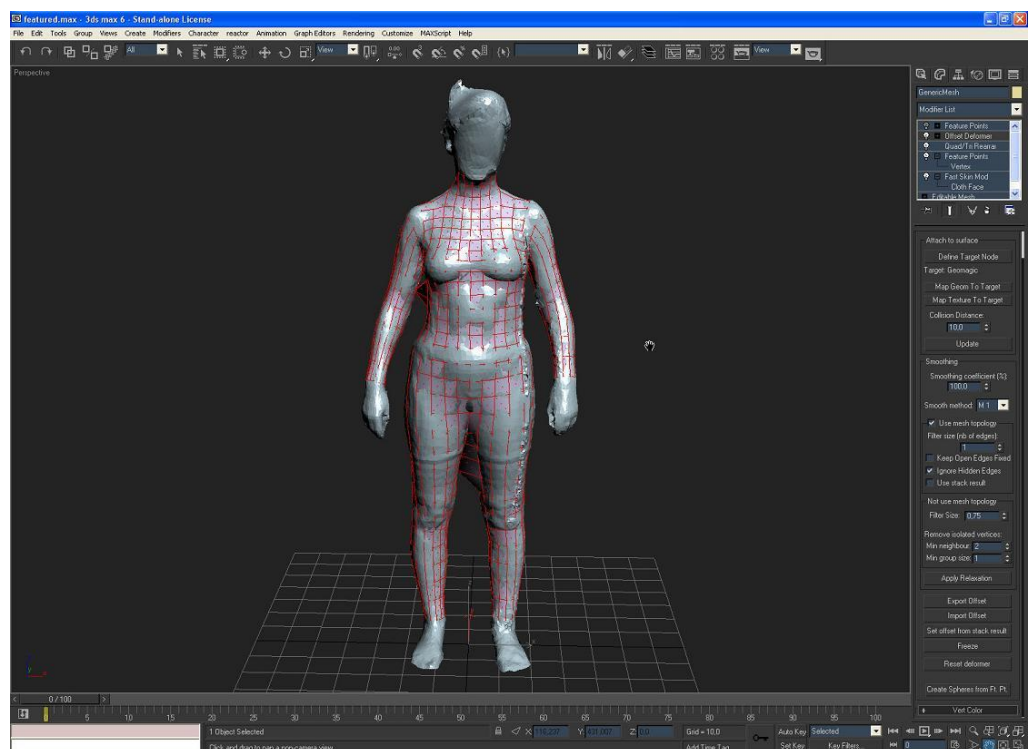


Εικόνα 20: Βελτίωση της προσαρμογής του πλέγματος του προτύπου μοντέλου στο πολυγωνικό χρησιμοποιώντας την επιλογή Relaxation.

Το πλέγμα που προκύπτει προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα του πολυγωνικού μοντέλου όμως παρατηρούμε ότι το πλέγμα δεν είναι παντού ομοιόμορφο. Για να βελτιώσουμε την ομοιομορφία του πλέγματος χρησιμοποιούμε ορισμένα επιπλέον σημεία και τις ισοϋψείς καμπύλες που ορίζονται από τα σημεία και επαναλαμβάνουμε την διαδικασία Relaxation (εικόνα 21, 22).

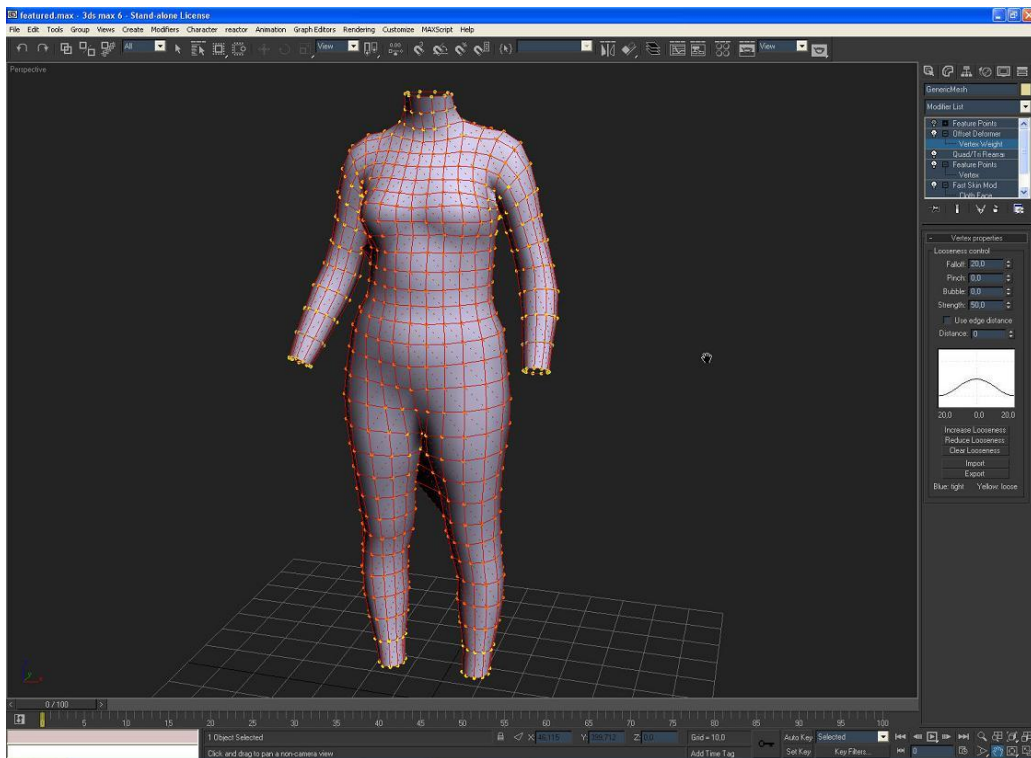


Εικόνα 21: Εισαγωγή των ισοϋψών καμπυλών και των επιπλέον σημείων.

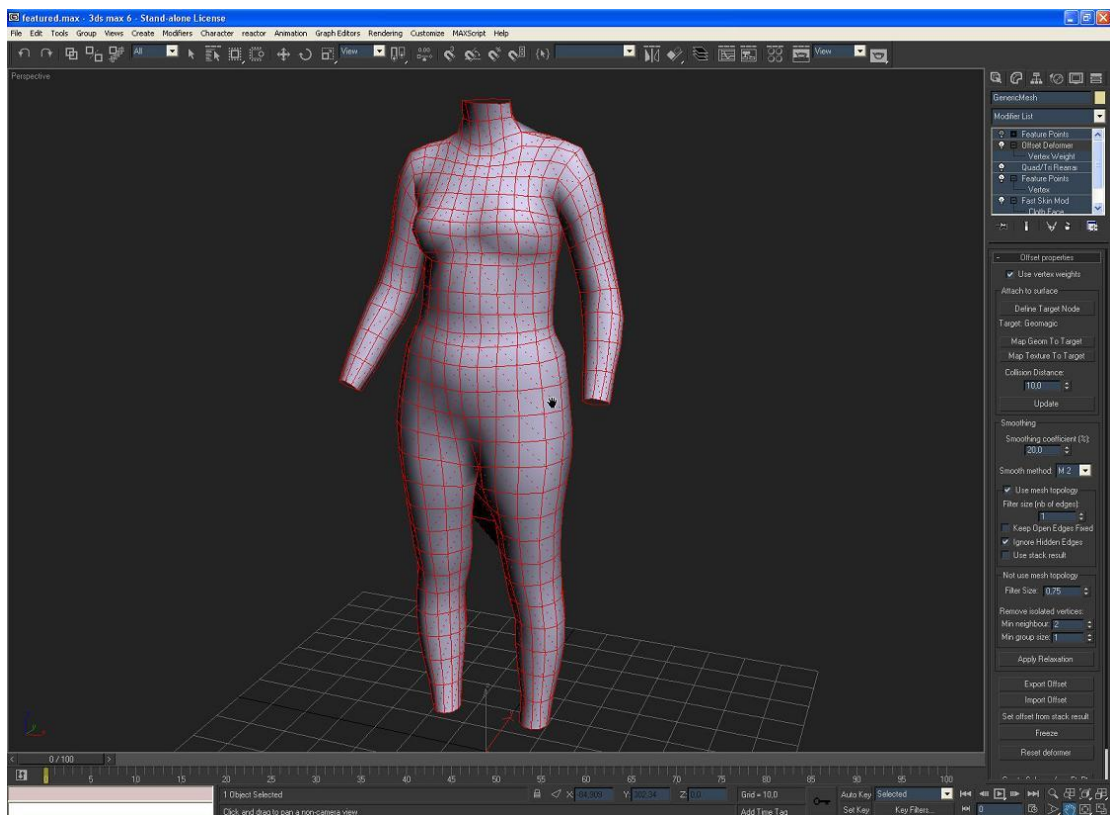


Εικόνα 22: Το τελικό ομοιόμορφο πλέγμα που προκύπτει από την προσαρμογή του προτύπου μοντέλου στο πολυγωνικό πλέγμα.

Στη συνέχεια μπορούμε να βελτιώσουμε επιπλέον την προσαρμογή του πλέγματος καθορίζοντας το βάρος της κάθε κορυφής του, δηλαδή τον βαθμό στον οποίο η κάθε κορυφή επηρεάζει τα γειτονικά μπαλώματα (εικόνα 23, 24).

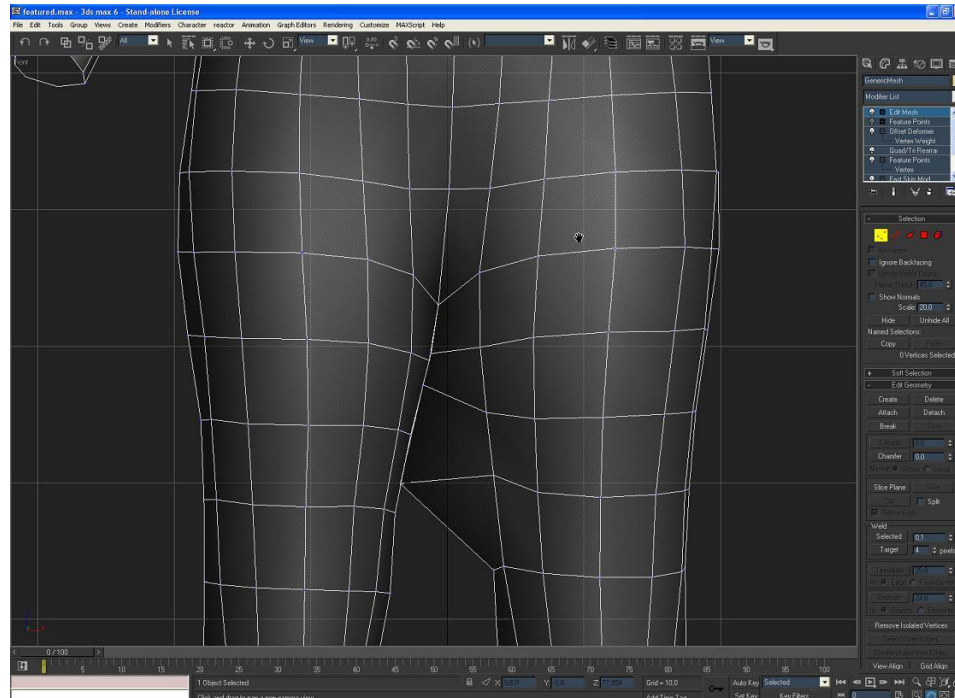


Εικόνα 23: Μετατρέποντας το βάρος των σημείων (κίτρινο χρώμα) μπορούμε να προσεγγίσουμε καλύτερα περιοχές όπως τον λαιμό ή τα άκρα.

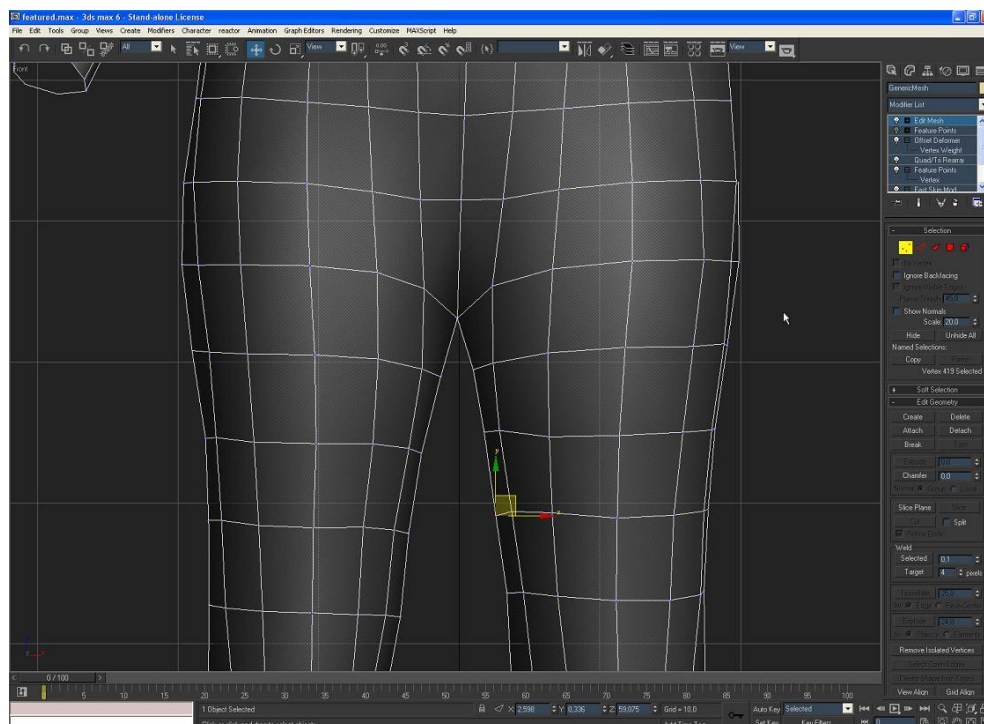


Εικόνα 24: Το πλέγμα που προκύπτει μετά τη μετατροπή του βάρους ορισμένων σημείων.

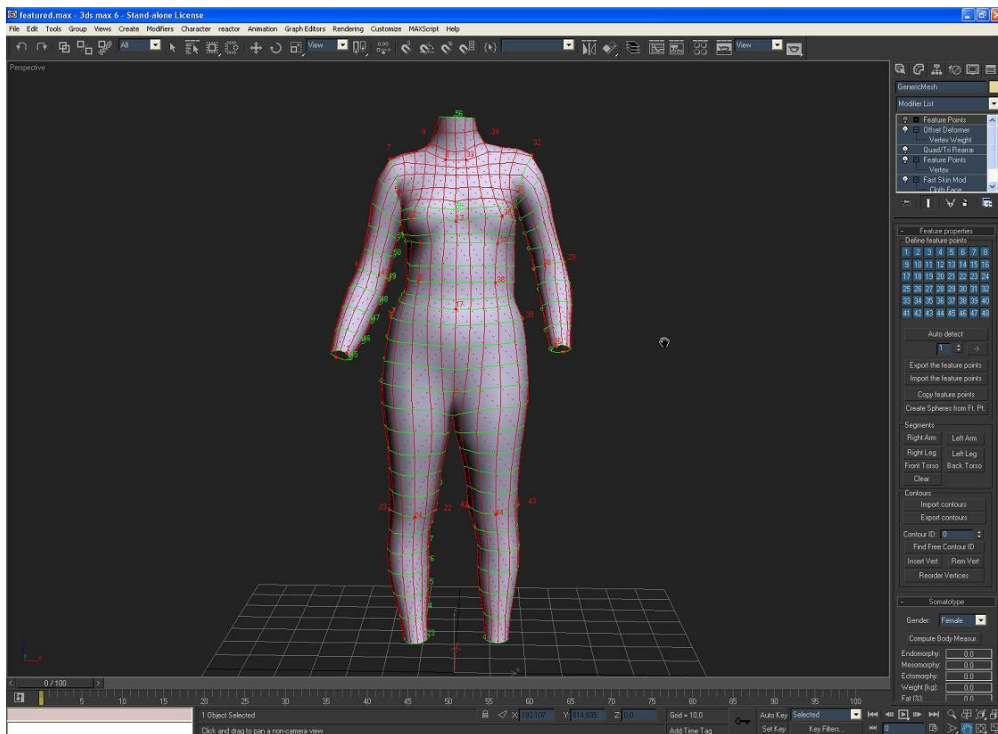
Συχνά εμφανίζονται λάθη στην αναπαράσταση του μοντέλου που οφείλονται στην λανθασμένη προβολή των σημείων του προτύπου πλέγματος στο πολυγωνικό μοντέλο (εικόνα 25). Τα λάθη αυτά μπορούν να διορθωθούν χρησιμοποιώντας την επιλογή Edit Mesh (εικόνα 26, 27).



Εικόνα 25: Λανθασμένη αναπαράσταση στην περιοχή του ποδιού.

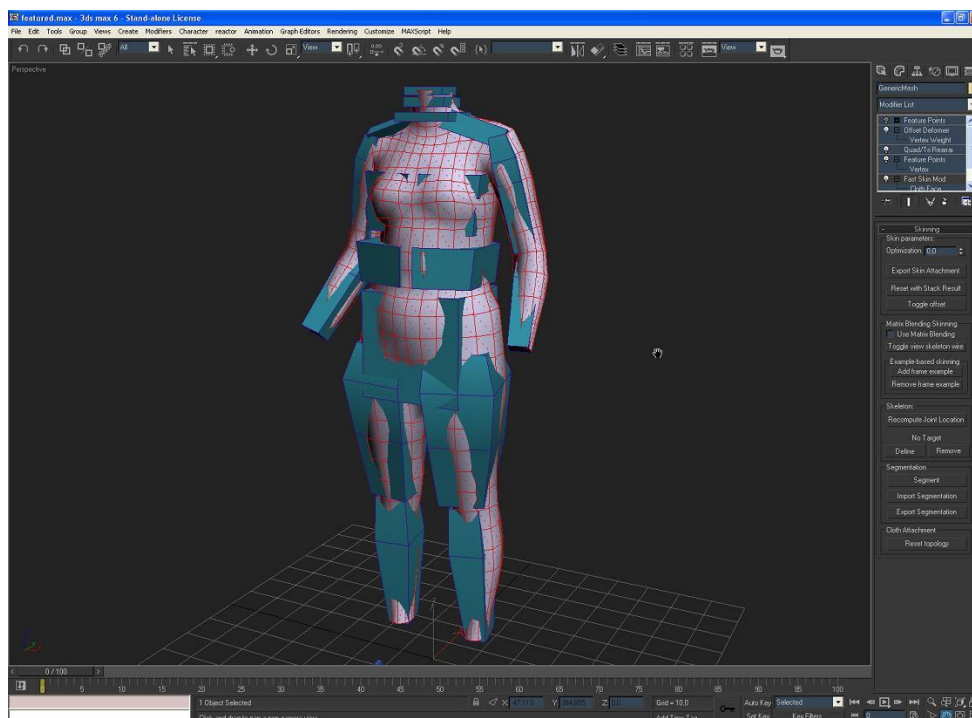


Εικόνα 26: Διόρθωση της αναπαράστασης με την επιλογή Edit Mesh.

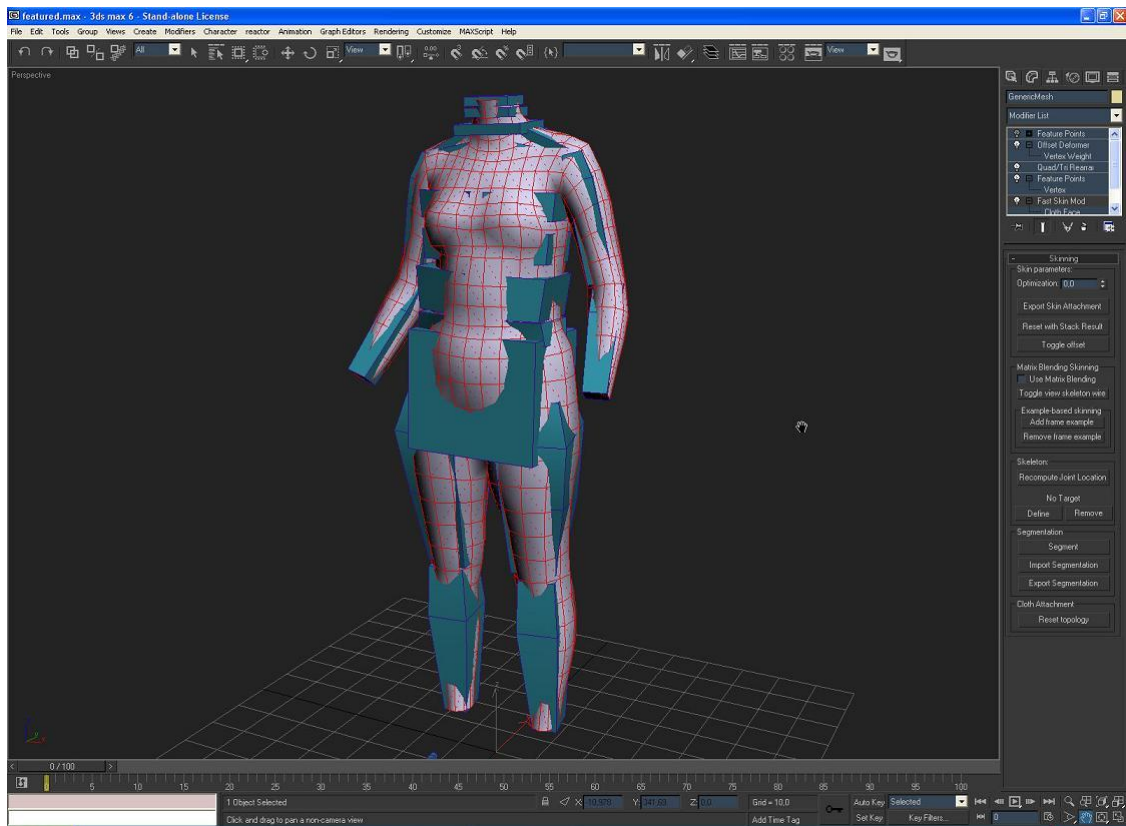


Εικόνα 27: Το τελικό πλέγμα που προκύπτει από την διαδικασία προσαρμογής.

Στη συνέχεια επαναπροσδιορίζονται η θέση και το μέγεθος των αρθρώσεων του μοντέλου ώστε να μπορεί να ανταποκρίνεται και κινηματικά στο δέρμα που μόλις κατασκευάστηκε. Ο επαναπροσδιορισμός γίνεται με την χρήση της επιλογής Recompute Joint Location (εικόνα 28, 29).

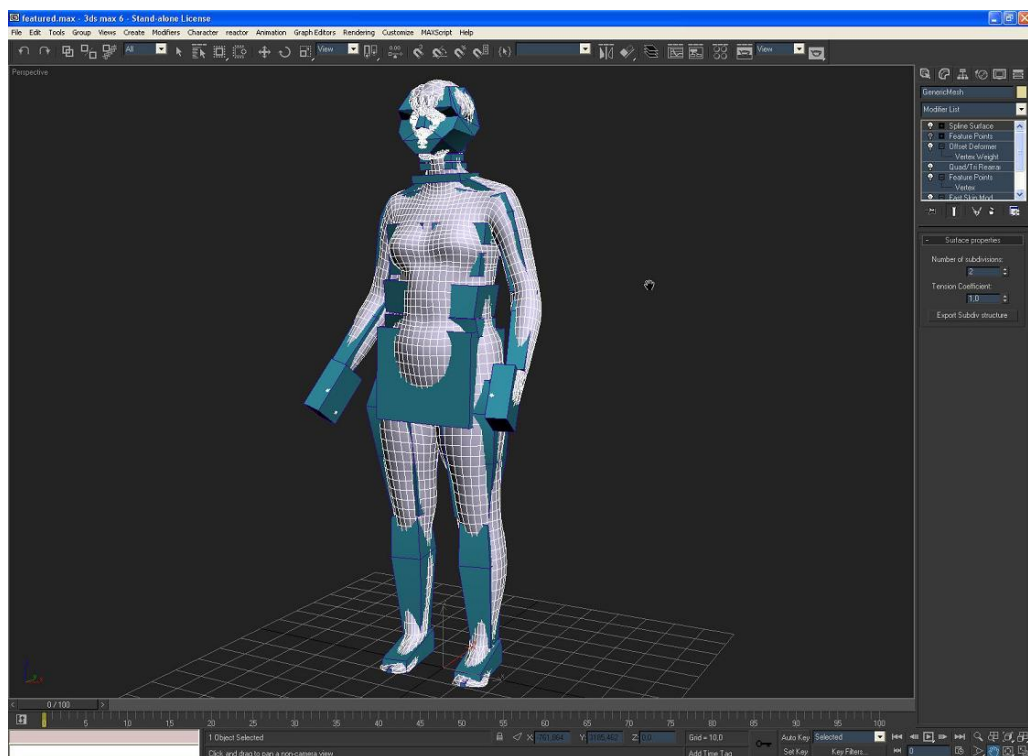


Εικόνα 28: Οι αρθρώσεις πριν τον επαναπροσδιορισμό της θέσης και του μεγέθους τους.

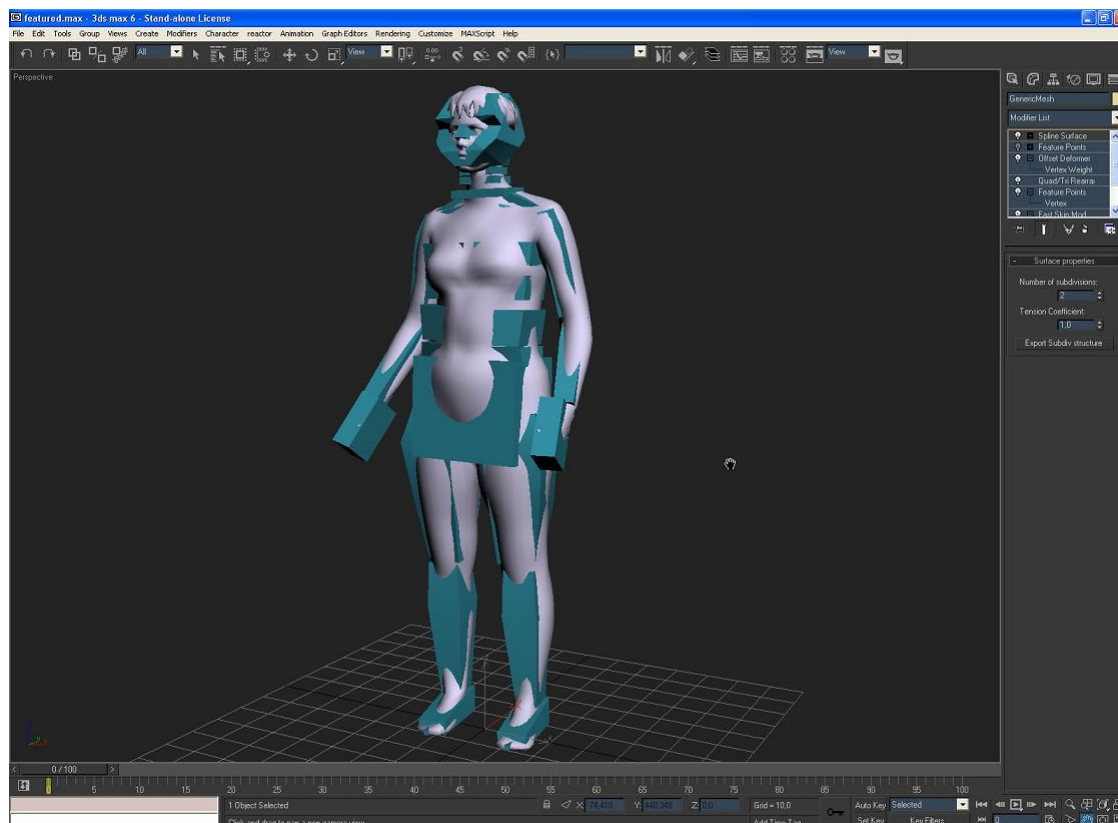


Εικόνα 29: Οι τελικές θέσεις των αρθρώσεων.

Η διαδικασία ολοκληρώνεται με την αύξηση της πυκνότητας του πλέγματος επιλέγοντας Spline Surface (εικόνα 30).



Εικόνα 30: Η πυκνωση του πλέγματος.



Εικόνα 31: Το τελικό μοντέλο μετά την διαδικασία προσαρμογής.

Μετά το πέρας της διαδικασίας το τελικό μοντέλο πρέπει να εξαχθεί σε συγκεκριμένα αρχεία, που περιέχουν πληροφορίες για το σκελετό, τις διαστάσεις, τις ισοϋνείς καμπύλες του εκάστοτε μοντέλου κ.α. Τα αρχεία αυτά αρκούν για την περιγραφή ενός σωματότυπου και είναι απαραίτητα για την επιλογή του αντιπροσωπευτικού σώματος από τη βάση δεδομένων του συνεργατικού περιβάλλοντος του e-merit.

2.4.2. Δημιουργία ρεαλιστικής κίνησης στο ψηφιακό μοντέλο

Το μοντέλο που δημιουργήθηκε προηγουμένως περιγράφει ικανοποιητικά την γεωμετρία του σώματος και έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ένδυσή του. Όμως το μοντέλο δεν περιέχει πληροφορίες κίνησης, πληροφορίες απαραίτητες για την γραφική προσομοίωση της συμπεριφοράς του ενδύματος σε αυτό. Στο στάδιο αυτό προσδίδεται κίνηση στο πρότυπο μοντέλο του ανθρώπινου σώματος. Η κίνηση αυτή αντιστοιχεί στην κίνηση πραγματικών μοντέλων γυναικών και ανδρών και έχει ληφθεί με τη βοήθεια συσκευών Motion Capture. Η διαδικασία περιγράφεται συνοπτικά παρακάτω.

Αρχικά το μοντέλο τοποθετείται σε μια προκαθορισμένη πόζα και στη συνέχεια προσδίδεται σε αυτό η κίνηση που περιέχεται σε αρχεία μορφής *.wtk. Αφού ελέγχθη ότι εμφανίζονται χωρίς πρόβλημα όλα τα καρέ της κίνησης, το πρότυπο μοντέλο μαζί με την αντίστοιχη κίνηση μπορεί να εξαχθεί σε αρχείο της μορφής *.cth ώστε να μπορεί να υποστεί επεξεργασία μέσω του λογισμικού Fashionizer.

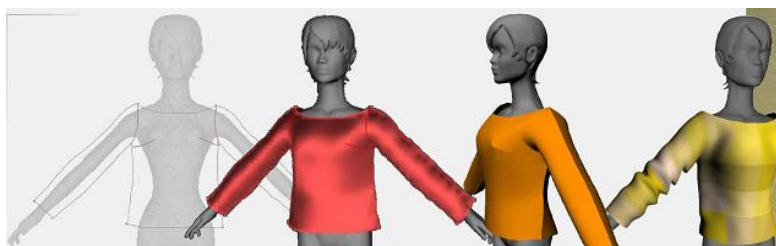
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΕΙΚΟΝΙΚΩΝ ΕΝΔΥΜΑΤΩΝ ΠΑΝΩ ΣΕ ΑΝΘΡΩΠΙΝΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Η δημιουργία εικονικού ρουχισμού σε τρισδιάστατα μοντέλα συνήθως απαιτεί καθορισμένα δισδιάστατα πατρόν του ενδύματος, τα οποία τοποθετούνται και συναρμολογούνται στο χώρο και στη συνέχεια εκτελούν μια προσομοίωση η οποία βασίζεται στα πραγματικά φυσικά δεδομένα. Με την προσομοίωση εκτιμώντας τη βαρύτητα και τις προσκρούσεις υπολογίζεται η υπόλοιπη μορφή του ενδύματος, με τις ανάλογες πτυχώσεις και τσακίσεις.

Σε αυτή την εφαρμογή αρχικά σχεδιάζονται τα δισδιάστατα πατρόν σε ένα σχεδιαστικό σύστημα δυο διαστάσεων στο οποίο ο χρήστης σχεδιάζει τα περιγράμματα και τις γραμμές ραφής του ενδύματος απευθείας πάνω σε ένα τρισδιάστατο ανθρώπινο μοντέλο. Το σύστημα στη συνέχεια μετατρέπει το σχέδιο σε μια αρχική τρισδιάστατη επιφάνεια χρησιμοποιώντας μια ήδη υπάρχουσα μεθοδολογία η οποία βασίζεται σε ένα προϋπολογισμένο πεδίο αποστάσεων γύρω από το μοντέλο. Το σύστημα στη συνέχεια διαχωρίζει την επιφάνεια που δημιουργήθηκε σε διαφορετικά τμήματα τα οποία οριοθετούνται από τις γραμμές ραφής. Έπειτα προσεγγίζει αυτόματα κάθε τμήμα με μια επιφάνεια που μπορεί να υποστεί επεξεργασία ενώ τα κρατάει συναρμολογημένα κατά μήκος των ραφών. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει την εξαγωγή των αντίστοιχων πατρόν ραφής. Το τελευταίο βήμα την μεθόδου υπολογίζει ένα σχήμα σε φυσική ηρεμία του τρισδιάστατου ρούχου, συμπεριλαμβάνοντας τις πτυχώσεις λόγω των προσκρούσεων με το σώμα και λόγω βαρύτητας. Οι πτυχώσεις παράγονται με τη χρήση διαδικαστικής μοντελοποίησης των φαινομένων κάμψης που εμφανίζονται σε ένα πραγματικό ύφασμα. Το αποτέλεσμα του αλγόριθμου αποτελείται από μια ρεαλιστική απεικόνιση του τρισδιάστατου μοντέλου ντυμένου με το σχεδιασμένο ρούχο από τα δισδιάστατα πατρόν. Τα σχέδια που δημιουργούνται παρέχουν τη δυνατότητα της ραφής πραγματικών αντίγραφων των εικονικών ενδυμάτων.

Η μοντελοποίηση εικονικών ενδυμάτων καταναλώνει πολύ χρόνο και απαιτεί τεχνική εμπειρία και γνώσεις ραπτικής. Ακόμα και με τη χρήση εξειδικευμένου λογισμικού, ο χρήστης πρέπει να εκτελέσει απαιτητικές λειτουργίες όπως ο σχεδιασμός και η ραφή πατρόν καθώς και η χρήση προσομοίωσης η οποία βασίζεται στην φυσική κίνηση ενός ενδύματος ώστε να αποκτήσει το ένδυμα τη σωστή μορφή.



Εικόνα 32: Από το σχέδιο στο εικονικό ένδυμα.

3.1. Κάμψη υφάσματος σε κυλίνδρους

Τα φορεμένα, ελαφρώς φαρδιά, ρούχα είναι κατασκευασμένα, κατά μια πρώτη προσέγγιση, από ένα σύνολο επιφανειών του υλικού τυλιγμένες γύρω από περίπου κυλινδρικά τμήματα του ανθρώπινου σώματος. Πρέπει, λοιπόν, να ληφθούν υπόψη οι ιδιότητες καμπύλωσης των κυλινδρικών επιφανειών, αντί των χαρακτηριστικών τα οποία παρουσιάζονται από περίπου επίπεδα υφάσματα. Πιο συγκεκριμένα, σε ένα κύλινδρο από ύφασμα υπό αξονική συμπίεση ή στρέψη σχηματίζονται χαρακτηριστικά σχέδια καμπύλωσης μορφής διαμαντιού ή στρέψης αντίστοιχα.

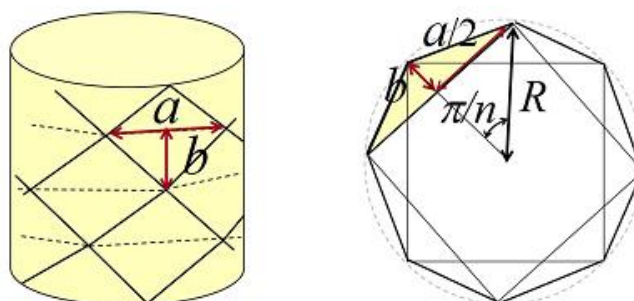
Αξονική συμπίεση: καμπύλωση μορφής διαμαντιού

Παρόλο που οι ημιτονοειδείς, παράλληλες πτυχώσεις έχουν χρησιμοποιηθεί για τη μοντελοποίηση της συμπίεσης υφάσματος κατά μήκος κυλινδρικών τμημάτων, αυτή η αναπαράσταση αποτυγχάνει να συλλάβει τις πολύπλοκες μορφές πτυχώσεων τις οποίες μπορεί να παρατηρήσει κάποιος σε ένα πραγματικό ύφασμα. Στην πραγματικότητα, η αξονική συμπίεση κυλινδρικών επιφανειών χαρτιού ή υφάσματος δημιουργούνται, κατά πάσα πιθανότητα, μέσω μιας πολύ συγκεκριμένης συμπεριφοράς κάμψης, η οποία ονομάζεται καμπύλωση μορφής διαμαντιού (diamond buckling). Τα σχέδια των πτυχώσεων που δημιουργούνται σε αυτή την περίπτωση, έχουν ένα χαρακτηριστικό σχήμα διαμαντιού.



Εικόνα 33: Συμπεριφορά καμπύλωσης πραγματικών κυλινδρικών υφασμάτων επιφανειών.

Σχέδια μορφής διαμαντιού (αριστερή και μεσαία εικόνα) παρουσιάζονται υπό αξονική συμπίεση. Σχέδια στρέψης (δεξιά εικόνα) από παράλληλες κεκλιμένες πτυχώσεις εμφανίζονται όταν το ένα άκρο του πλαισίου περιστραφεί.



Εικόνα 34: Εκτίμηση των παραμέτρων των σχεδίων μορφής διαμαντιού για μια κυλινδρική επιφάνεια υφάσματος. Αριστερά-μπροστινή όψη των σχεδίων, Δεξιά-κάτοψη όταν ο κύλινδρος είναι ολικά συμπίεσμένος.

Για μια κυλινδρική επιφάνεια ακτίνας R , από τη στιγμή που το σχέδιο διαμαντιού επιτρέπει την αξονική συμπίεση του υφάσματος, κάθε διαμάντι μπορούμε να το δούμε σαν δυο τρίγωνα τα οποία καμπυλώνουν το ένα πάνω στο άλλο κατά τη συμπίεση του κυλίνδρου. Όταν η συμπίεση είναι πλήρης, τα τρίγωνα είναι τοποθετημένα το ένα ακριβώς πάνω στο άλλο. Αυτό δείχνει ότι το μήκος τους a και το ύψος τους b συσχετίζονται με τον παρακάτω γεωμετρικός περιορισμός:

$$R^2 = (a/2)^2 + (R - b)^2 \quad (1)$$

Οι παρατηρήσεις πάνω σε πραγματικά υφάσματα δείχνουν ότι όποιο και να είναι το πάχος του υφάσματος και η ακτίνα του κυλίνδρου, ο αριθμός των σχηματισμών διαμαντιού οι οποίοι εμφανίζονται σε μια διατομή του κυλίνδρου είναι πάντα ένας ακέραιος. Συμβολίζουμε με n αυτή την τιμή. Η γεωμετρική σχέση μεταξύ των a , R και n είναι:

$$a/2 = R \sin(\pi/n) \quad (2)$$

Βάσει πειραματικών δεδομένων, το n παίρνει τιμές από 2 έως 8 για ένα κύλινδρο ακτίνας μερικών εκατοστών και για διαφορετικά πάχη του υφάσματος. Όσο πιο παχύ είναι το ύφασμα τόσο πιο μικρό είναι το n .

Το ύψος b σχετίζεται και αυτό με την ακτίνα R και με τις φυσικές ιδιότητες του υφάσματος. Η σχέση που τα συνδέει είναι η ακόλουθη:

$$b = \lambda \sqrt{R} \quad (3)$$

Όπου λ μια παράμετρος η οποία σχετίζεται με τις φυσικές ιδιότητες του υφάσματος.

Αυτές οι τρεις εξισώσεις μας βοηθούν να εξάγουμε από μια πολύ απλή μέτρηση σε ένα δείγμα πραγματικού υφάσματος, όλες τις απαραίτητες παραμέτρους οι οποίες χρειάζονται για τον προσδιορισμό της γεωμετρίας της παραμόρφωσης μορφής διαμαντιού για αυτό το συγκεκριμένο ύφασμα.

Η διαδικασία έχει ως εξής. Τοποθετούμε μια κυλινδρική επιφάνεια υφάσματος γνωστής ακτίνας R_0 γύρω από ένα ελαφρώς μικρότερο, συμπαγή κύλινδρο. Παρατηρούμε την καμπύλωση διαμαντιού υπό αξονική συμπίεση και παίρνουμε τη συσχετιζόμενη τιμή n_0 , για τη συγκεκριμένη ακτίνα.

Βρίσκουμε το λ το οποίο εξαρτάται μόνο από το υλικό, εκφράζοντας το b συναρτήσει του a , από τις (1) και (3), και στη συνέχεια αντικαθιστούμε το a από τη (2). Αυτό μας δίνει:

$$\lambda = \sqrt{R_0} \left(1 - \cos \frac{\pi}{n_0} \right) \quad (4)$$

Για οποιαδήποτε ακτίνα R , οι γεωμετρικές παράμετροι του σχεδίου του διαμαντιού υπολογίζονται ξαναγράφοντας την εξίσωση (4) και λύνοντάς την ως προς το n :

$$n = \left\lfloor \frac{\pi}{\arccos(1 - \lambda/\sqrt{R})} \right\rfloor \quad (5)$$

Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις (2) και (3) παίρνουμε τα a και b .

Πτυχώσεις λόγω στρέψης

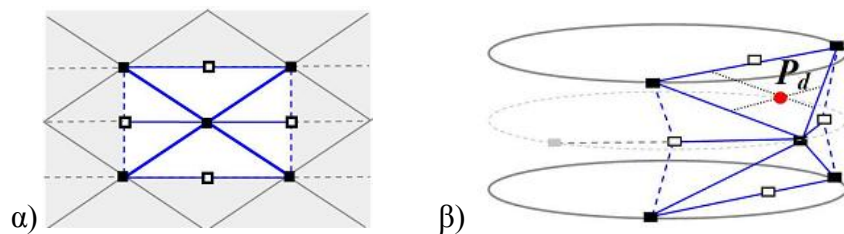
Κατά την κίνηση ενός τρισδιάστατου μοντέλου παρατηρούμε ότι οι μορφές πτυχώσεων σε σχήμα διαμαντιού παρουσιάζονται σε περιοχές κοντά στους αγκώνες και τα γόνατα, όταν αυτά λυγίζουν. Μια άλλη τυπική κίνηση είναι η περιστροφή κατά μήκος του σώματος, η οποία παράγει κεκλιμένες παράλληλες πτυχώσεις, όπως φαίνεται στην *εικόνα 33 (δεξιά)*.

Αν μελετήσουμε το φαινόμενο αυτό σε ένα πραγματικό κύλινδρο από ύφασμα, ακτίνας R , παρατηρούμε ότι μια περιστροφική κίνηση στο ένα άκρο του κυλίνδρου παράγει σχέδια παράλληλων πτυχώσεων κατά μήκος μιας κεκλιμένης διεύθυνσης. Επιπλέον, εάν ο κύλινδρος έχει υποστεί αξονική συμπίεση, αυτή η περιστροφή συμβαίνει κατά μήκος των διαγώνιων γραμμών περιγράμματος του σχεδίου του διαμαντιού.

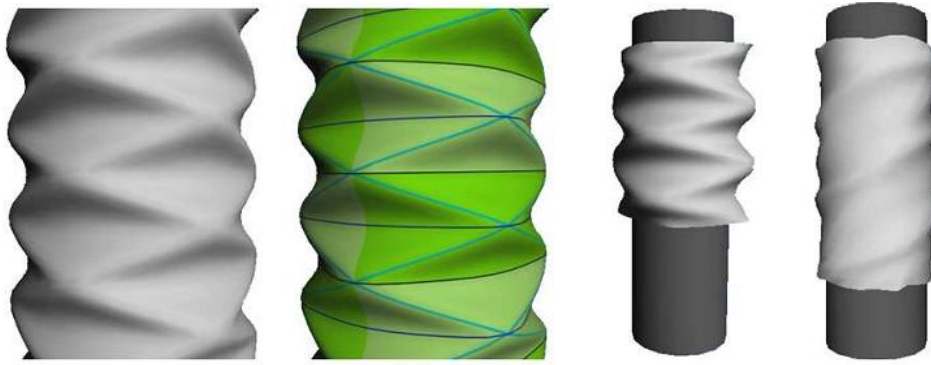
Πλέγμα πτυχώσεων

Η συγκεκριμένη προσέγγιση για την μοντελοποίηση των πτυχώσεων μιας κυλινδρικής επιφάνειας υφάσματος, βασίζεται σε ένα πλέγμα ευθυγραμμισμένο με τις κύριες διευθύνσεις των πτυχώσεων, το οποίο ονομάζεται πλέγμα πτυχώσεων (buckling mesh). Από τη στιγμή που η επιφάνεια μπορεί να συμπιεστεί και να περιστραφεί συγχρόνως, το ποσό της συμπίεσης και της περιστροφής διαφέρει από σημείο σε σημείο και επομένως χρειαζόμαστε ένα μοντέλο το οποίο να παρέχει τοπικό έλεγχο του ποσού της κάθε παραμόρφωσης παρά έλεγχο των παραμέτρων της ολικής συμπίεσης και περιστροφής.

Για να το κάνουμε αυτό, καθορίζουμε το πλέγμα των πτυχώσεων στο δισδιάστατο χώρο του ξετυλιγμένου υφάσματος, για παράδειγμα, ορθογώνια μπαλώματα που ελέγχονται από εννέα σημεία ελέγχου, τα οποία απεικονίζονται με μικρά μαύρα και άσπρα τετράγωνα στην *εικόνα 35 (α)*.



Εικόνα 35: (α) Πλέγμα πτύχωσης κατασκευασμένο από 9 σημεία ελέγχου τα οποία οδηγούν την παραμόρφωση, (β) Μετακινούμενα τρίγωνα ενός σχεδίου πτύχωσης μορφής διαμαντιού.



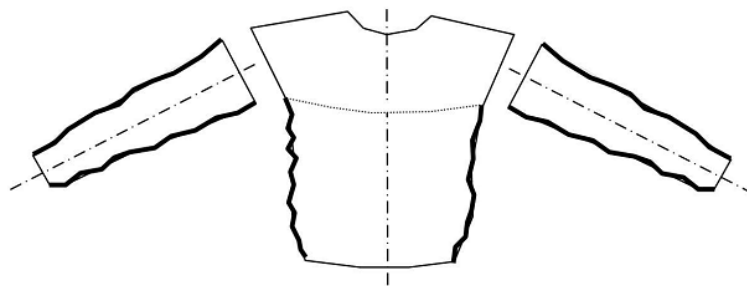
Εικόνα 36: Πτυχώσεις διαμαντιού και στρέψης.

3.2. Σχεδίαση ρούχων με σταδιακή προσέγγιση ξεδιπλώματος

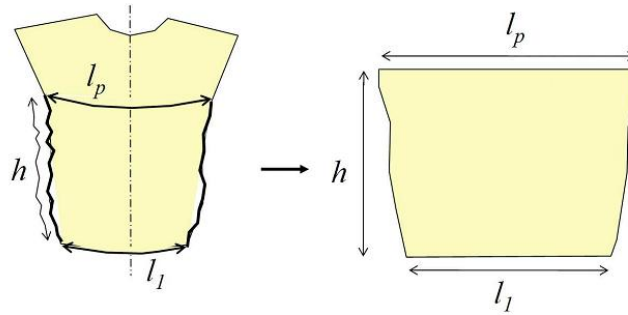
Σε αυτή τη μεθοδολογία προσεγγίζεται μια αυθαίρετη επιφάνεια του ενδύματος με μια επιφάνεια η οποία μπορεί να υποστεί σταδιακή επεξεργασία. Αυτό μας επιτρέπει να ξεκινήσουμε από ένα αυθαίρετο πλέγμα για το ρούχο. Το ρούχο μπορεί να προέρχεται από σάρωση, να δημιουργηθεί εξ αρχής ή μέσω ενός interface το οποίο βασίζεται στη σχεδίαση. Αυτή η επιφάνεια προσεγγίζεται από κάποιο άλλο πλέγμα το οποίο το κάνει να μοιάζει με ύφασμα, ενσωματώνοντας τις απαραίτητες τσακίσεις και πτυχώσεις.

Προσεγγιστικό ξετύλιγμα

Ο χρήστης αρχικά χωρίζει το μοντέλο σε τμήματα τα οποία αντιστοιχούν στα τμήματα του σώματος, π.χ. γενικευμένοι κύλινδροι όπως τα τμήματα του πλέγματος τα οποία καλύπτουν τα χέρια, τα πόδια και το σώμα. Ένας πρόχειρος κεντρικός άξονας και οι γραμμές ραφών καθορίζονται για κάθε κομμάτι. Ο χρήστης μπορεί να διαλέξει να έχει μονή ραφή ή διπλή. Εδώ υποθέτουμε ότι το τρισδιάστατο ύφασμα είναι τυλιγμένο γύρω από ένα κύλινδρο. Στη συνέχεια μπορεί να ξετυλιχτεί ξεκινώντας από μια κεντρική γραμμή παράλληλη στον άξονα του σχετικού κλάδου του σώματος και κάνοντάς το σταδιακά επίπεδο, κάθετα σε αυτή την κατεύθυνση.



Εικόνα 37: Διαχωρισμός ενός ρούχου σε γενικευμένους κυλίνδρους.



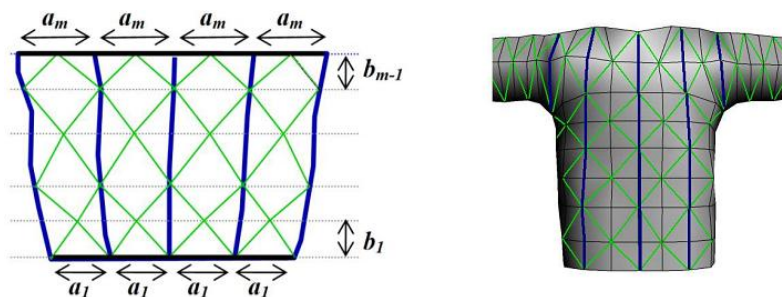
Εικόνα 38: Ξετύλιγμα ενός καμπυλωτού κομματιού ρούχου ώστε να αποκτηθεί η δισδιάστατη επιφάνειά του.

Μεταφορά του καμπύλου πλέγματος στις δυο διαστάσεις

Το επόμενο βήμα της διαδικασίας λαμβάνει χώρα στον δισδιάστατο χώρο στον οποίο έχει ξετυλιχτεί η επιφάνεια του ενδύματος. Πρώτα επιλέγουμε το ύφασμα δίνοντας μια τιμή στην παράμετρο λ από αυτές οι οποίες έχουν μετρηθεί σε πραγματικά δείγματα. Παίρνουμε τον αριθμό n των καμπύλων πατρών για αυτό το κομμάτι του ρούχου από την εξίσωση (5), χρησιμοποιώντας μια προσεγγιστική ολική τιμή για την ακτίνα R του ψευδοκυλίνδρου.

Στη συνέχεια υπολογίζουμε το σύνολο των στοιχειωδών πτυχώσεων ως ακολούθως. Ξεκινώντας από τη βάση του δισδιάστατου επίπεδου σχεδίου, υπολογίζουμε την τοπική ακτίνα R_1 του ψευδοκυλίνδρου κατά μήκος μιας οριζόντιας γραμμής του τοπικού μήκους l_1 του δισδιάστατου επίπεδου σχεδίου (θεωρούμε ότι $2\pi R_1 = l_1$ αν υπάρχει ένα μόνο επίπεδο κομμάτι για αυτό τον κλάδο του σώματος και ότι $\pi R_1 = l_1$ αν υπάρχει ένα εμπρός και ένα πίσω κομμάτι). Θέτουμε $a_1 = l_1/n$ και υπολογίζουμε το b_1 από την εξίσωση (1). Αυτό μας δίνει τη δεύτερη οριζόντια γραμμή. Συνεχίζοντας με τον ίδιο τρόπο υπολογίζουμε διαφορετικές τιμές για τα a_i και b_i για κάθε διαδοχική οριζόντια γραμμή και τελικά σχηματίζεται έτσι ένα πλέγμα.

Το χοντροκομμένο πλέγμα που αποκτούμε στις δυο διαστάσεις μας δίνει τις θέσεις και τις αποστάσεις μεταξύ των σημείων ελέγχου του καμπύλου πλέγματος στην επίπεδη διαμόρφωση. Αυτές οι αποστάσεις θα βοηθήσουν στην ενεργοποίηση ή όχι των καμπυλώσεων των πατρών όταν προσδιοριστεί το βελτιωμένο καμπύλο πλέγμα στον τρισδιάστατο χώρο.



Εικόνα 39: Δισδιάστατος υπολογισμός της δομής ελέγχου του καμπύλου πλέγματος και τρισδιάστατη όψη του τελικού πλέγματος ελέγχου.

Τελικό τρισδιάστατο ρούχο

Για κάθε δισδιάστατο επίπεδο σχέδιο υπολογίζουμε τη θέση των σημείων ελέγχου του καμπύλου πλέγματος στις τρεις διαστάσεις με βάση τη διαδικασία του προσεγγιστικού ξετυλίγματος που αναφέρθηκε προηγουμένως. Αυτή η διαδικασία αυτομάτως χαρτογραφεί τις γραμμές ραφής δυο γειτονικών πατρών στην ίδια θέση, ακόμα και αν αυτές οι γραμμές δεν έχουν ακριβώς το ίδιο μήκος στις δισδιάστατες επιφάνειες. Σε αυτή την περίπτωση η ραφή θα είναι σωστή αλλά το ύφασμα θα ζαρώσει από τη μια πλευρά της γραμμής ραφής. Για να έχουμε καλή εφαρμογή κατά μήκος των ραφών, χρησιμοποιούμε τις ίδιες σειρές τιμών b_i για το μπροστινό και το πίσω κομμάτι του ενδύματος και κινούμε χειρονακτικά μερικά σημεία ελέγχου ώστε να ταιριάζουν στο πλέγμα του θώρακα και των μανικιών στην περίπτωση της μπλούζας της εικόνας 39. Αυτό είναι απαραίτητο για να δημιουργηθεί σταδιακά ένα συνεχές και ακριβές καμπύλο πλέγμα του ενδύματος.



Εικόνα 40: Μέθοδος ξετυλίγματος και τελική παρουσίαση του τρισδιάστατου ενδύματος.

Από τη στιγμή που θα αποκτήσουμε το τρισδιάστατο πλέγμα ελέγχου καμπυλώσεων ολόκληρου του ενδύματος, εφαρμόζουμε τη σταδιακή παραγωγή του τελειοποιημένου καμπύλου πλέγματος, ώστε να αποκτήσουμε την τελική γεωμετρία.

3.3. Κίνηση τρισδιάστατων ενδυμάτων

Για τις περισσότερες εφαρμογές είναι απαραίτητη η προσθήκη κίνησης στο εικονικό ένδυμα η οποία γίνεται πραγματοποιώντας προσομοίωση, η οποία βασίζεται σε φυσική κίνηση, στο πλέγμα ελέγχου του ρούχου. Αφού συνδέσουμε τις τιμές του όγκου με τα σημεία ελέγχου, τα τελευταία τα συνδέουμε με τρία είδη ελαστικότητας, την ελαστικότητα τάσης (tension spring), την ελαστικότητα αποκοπής (shear spring) και την ελαστικότητα κάμψης (flexion spring). Η πρώτη συνδέει γειτονικά σημεία έλεγχου της ίδιας γραμμής ή στήλης, η δεύτερη τοποθετείται κατά μήκος διαγωνίων και η τρίτη συνδέει ένα σημείο με το δεύτερο γειτονικό του σε μια γραμμή ή μια στήλη. Η επιμήκυνση δεν πρέπει να ξεπερνάει την απόσταση μεταξύ δύο σημείων στο δισδιάστατο ξετυλιγμένο πατρών.

Ο εντοπισμός και η διαδικασία των προσκρούσεων με ένα τέτοιο πλέγμα με μεγάλα μπαλώματα και μεγάλα χρονικά βήματα είναι πολύπλοκη. Στο παράδειγμά μας (εικόνα 42) ο βραχίονας του μοντέλου θα κινιόταν εκτός του μανικιού για μερικά καρέ κίνησης χωρίς τη διαδικασία της πρόσκρουσης. Με αυτή τη διαδικασία εντοπίζεται η εισχώρηση των σημείων ελέγχου στο ανθρώπινο μοντέλο και οι

συγκρούσεις μεταξύ των κορυφών του πλέγματος ελέγχου και του μοντέλου. Και στις δυο περιπτώσεις, χρησιμοποιείται μια υποκίνηση για την επανατοποθέτηση του σημείου ελέγχου όπου εμφανίζεται το πρόβλημα, προκειμένου να αποφευχθεί η εισχώρηση.

Επιπλέον, πρέπει να αποφύγουμε τις διασταυρώσεις μεταξύ των νεοπαραγόμενων πτυχώσεων του ρούχου και του σώματος του μοντέλου. Αυτό μπορεί να γίνει πολύ αποδοτικά μετατοπίζοντας μερικά από τα σημεία της κάθε πτύχωσης, αφού οι κορυφές του καμπύλου πλέγματος του ρούχου είναι ευθυγραμμισμένες με τις πιθανές πτυχώσεις και γνωρίζουμε ακριβώς ποια από τα σημεία ελέγχου καθορίζουν το κάτω μέρος αυτών των πτυχώσεων.



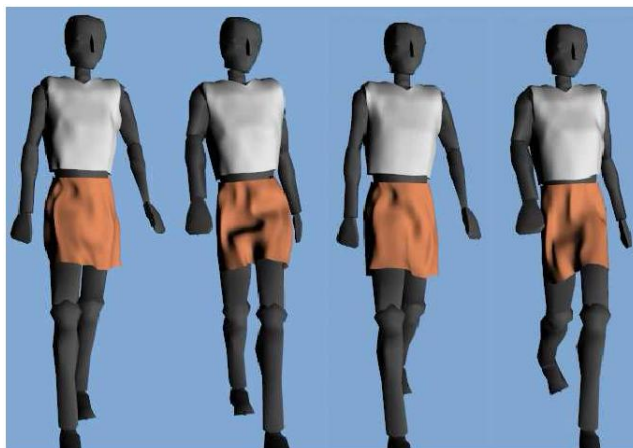
Εικόνα 41: Μοντέλο του πλέγματος ελέγχου βάσει φυσικών δεδομένων. Κόκκινο-ελαστικότητα τάσης (tension spring), Μπλε-ελαστικότητα αποκοπής (shear spring) και Πράσινο-ελαστικότητα κάμψης (flexion spring)

Εικόνα 42: Πλέγμα ελέγχου και καμπύλο πλέγμα για ένα μοντέλο μανικιού. Αποτέλεσμα σκιασμένη επιφάνεια χωρίς ή με υλικό.



Εικόνα 43: Τρισδιάστατα μοντέλα ρούχων με κίνηση και πραγματικά ρούχα τα οποία ράφτηκαν από τα ίδια δισδιάστατα πατρόν.

Στην εικόνα παρουσιάζεται μια φιγούρα που τρέχει φορώντας χοντρό παντελόνι και μεσαίου πάχους μπλούζα. Η δεύτερη φιγούρα (εικόνα 44) είναι ένας κινούμενο γυναικείο μοντέλο που φοράει ένα σχετικά χοντρό μπλουζάκι και μια πολύ λεπτή φούστα. Παρόλο που πτυχώσεις τύπου διαμαντιού και περιστροφής μπορούν να εντοπιστούν, στις περισσότερες των περιπτώσεων συνδυάζονται με ένα πολύπλοκο τρόπο που τις κάνει να φαίνονται πολύ πιο φυσικές από ότι στο παράδειγμα της εικόνας 36.



Εικόνα 44: Κινούμενο μοντέλο ντυμένο με ένα μπλουζάκι και μια φούστα.

3.4. Fashionizer

Το Fashionizer είναι ένα εργαλείο σχεδιασμού εικονικού ενδύματος και κατασκευής εικονικών πρωτοτύπων, ανεπτυγμένο στο εργαστήριο MIRALAB του Πανεπιστημίου της Γενεύης το οποίο χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ενδυμάτων και την προσθήκη κίνησης σε αυτά καθώς αυτά είναι τοποθετημένα σε τρισδιάστατα ανθρώπινα μοντέλα. Βασίζεται σε ένα γενικό πλαίσιο κίνησης όπου διαφορετικοί τύποι κινήσεων μπορούν να συσχετιστούν με διαφορετικά σώματα. Η μεθοδολογία για την κατασκευή εικονικών ενδυμάτων βασίζεται στα παραδοσιακά εργαλεία σχεδιασμού και κατασκευής των πραγματικών ενδυμάτων και πρωτοτύπων που χρησιμοποιούνται εδώ και πολλές δεκαετίες.

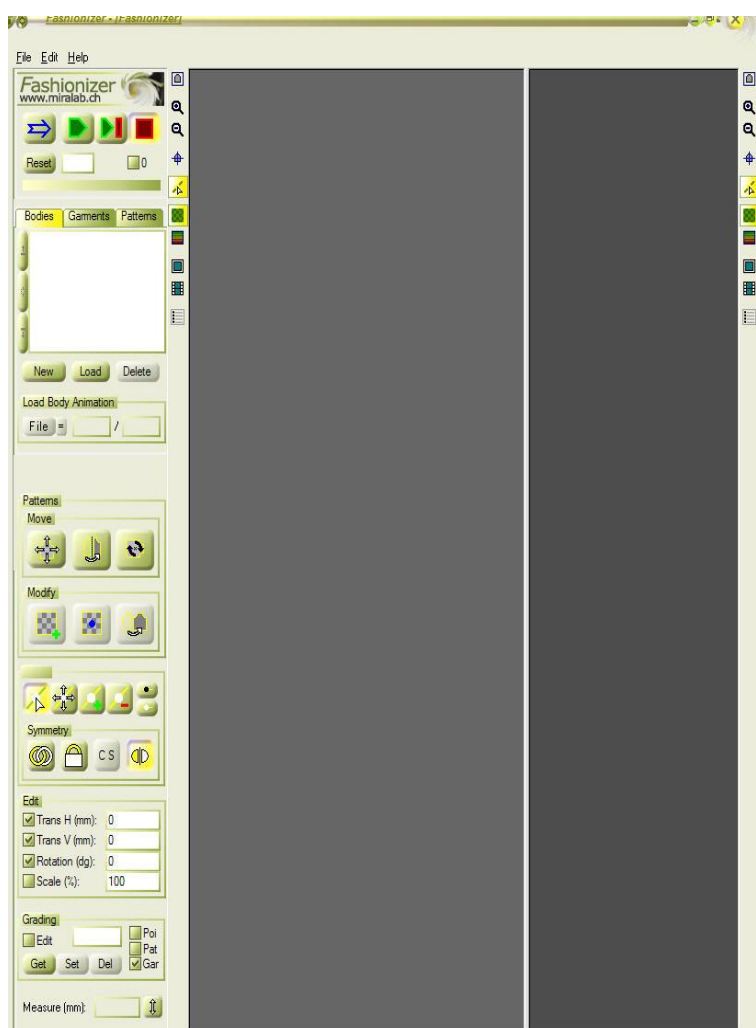
Με το Fashionizer μπορούν να δημιουργηθούν άμεσα δισδιάστατα πατρόν ή να εισαχθούν σε αυτό πατρόν από διαφορετικά είδη γνωστών λογισμικών, τα οποία χρησιμοποιούνται για κατασκευή δισδιάστατου πατρόν ενδύματος, όπως τα LECTRA, Gerber, MayaCloth, κλπ. Το λογισμικό συνδέεται με μια βιβλιοθήκη βασικών σχεδίων (πατρόν).

Μετά τη διαδικασία ραφής, διαφορετικά υφάσματα και υλικά μπορούν να επιλεγθούν και να εφαρμοστούν στο ρούχο. Αυτό παρέχει τη δυνατότητα της ρεαλιστικής οπτικοποίησης όλων των ειδών των σχεδίων από δισδιάστατα σε τρισδιάστατα και του ελέγχου της εφαρμογής τους στο σώμα, όπως και στην περίπτωση που αυτά σχεδιάζονται απευθείας στις τρεις διαστάσεις.

Το ισχυρό χαρακτηριστικό του Fashionizer είναι ότι οποιεσδήποτε επιδιορθώσεις μπορούν να λάβουν χώρα οποιαδήποτε στιγμή, είτε στο δισδιάστατο είτε στο τρισδιάστατο σχέδιο, με άμεση απόδοση των αλλαγών στο τρισδιάστατο και το δισδιάστατο σχέδιο αντίστοιχα.

3.4.1. Ανάλυση των λειτουργιών του Fashionizer

Το παράθυρο υποδοχής αποτελείται από δύο εικόνες γραφικών. Η αριστερή απεικονίζει το δισδιάστατο σχήμα του πατρόν πάνω στο ύφασμα ενώ η δεξιά εικόνα το τρισδιάστατο σχήμα του ενδύματος πάνω στο σώμα. Μεταξύ των δυο εικόνων υπάρχει αλληλεπίδραση. Κάθε μια από τις δύο εικόνες μπορεί να διαμορφωθεί χρησιμοποιώντας τις κοντινές τους κατακόρυφες μπάρες με τα διάφορα εργαλεία. Αριστερά από τις δύο εικόνες είναι ο πίνακας ελέγχου από τον οποίο ο χειριστής διαλέγει τη λειτουργία που θέλει να διεκπεραιωθεί. Αυτός ο πίνακας αποτελείται από ένα σύνολο εντολών για τον έλεγχο της προσομοίωσης και δύο πίνακες με άλλες εντολές. Ο πρώτος πίνακας είναι για να διαλέγει ο χρήστης αντικείμενο όπως σώματα (bodies), ενδύματα (garments) και πατρόν (patterns) και ο δεύτερος για την επιλογή της κάθε λειτουργίας στη διαδικασία κατασκευής ενός ενδύματος.



Εικόνα 45: Το παράθυρο υποδοχής του Fashionizer.

Η διάταξη των εντολών βασίζεται στη ροή της διαδικασίας κατασκευής του ενδύματος και κατευθύνεται από το σχεδιασμό (Design) στην προσομοίωση (Simulation).

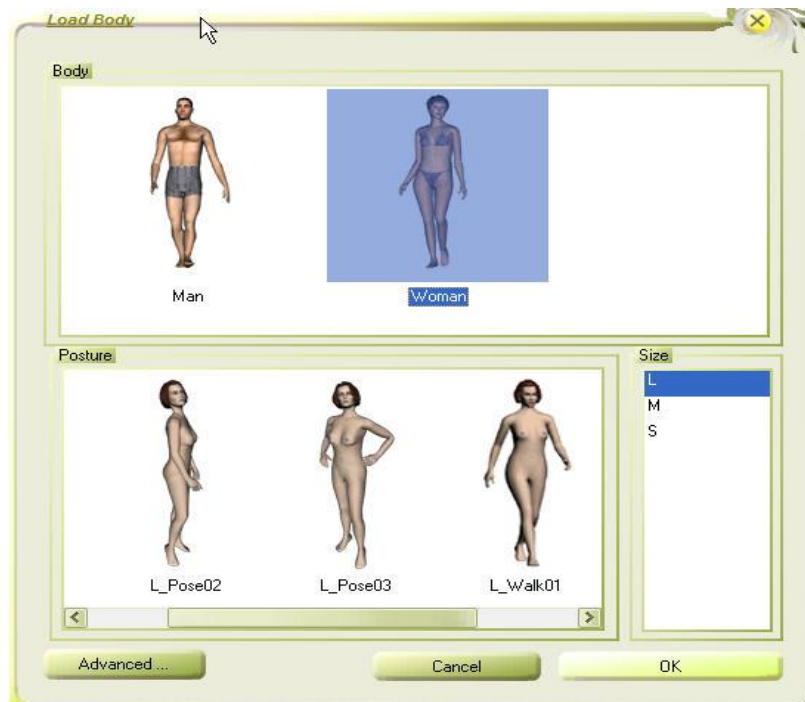
Στο Fashionizer, υπάρχουν, όπως είπαμε, δύο κύρια παράθυρα. Στην αριστερή πλευρά το δισδιάστατο παράθυρο και στη δεξιά το τρισδιάστατο. Τα εικονίδια στο πλάι καθενός από τα δύο παράθυρα αντιστοιχούν σε διάφορες λειτουργίες όπως: εστίαση στο επιλεγμένο αντικείμενο, μεγέθυνση, σμίκρυνση, ευθυγράμμιση του επιλεγμένου αντικειμένου σε σχέση με τον πιο κοντινό άξονα (εμπρός, πίσω, αριστερό, δεξί), ενεργοποίηση του επιλεγμένου αντικειμένου στην εικόνα, εμφάνιση της υφής του υφάσματος κλπ.

Πίνακας των αντικειμένων



Εικόνα 46: Πίνακας των αντικειμένων.

Η επιλογή **Bodies** (σώματα) εκθέτει τη λίστα των σωμάτων που κάθε στιγμή είναι αποθηκευμένα στο Fashionizer.

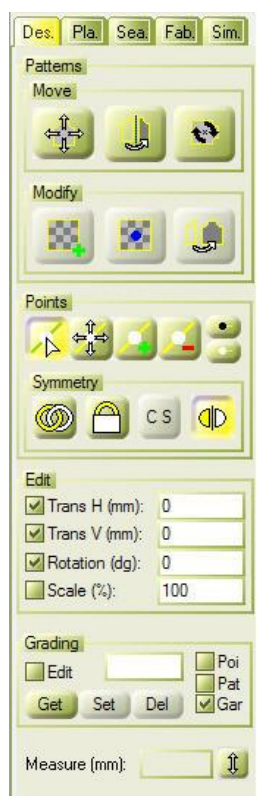


Εικόνα 47: Παράθυρο επιλογής σώματος.

Η επιλογή Garments (ενδύματα) εκθέτει τη λίστα των ενδυμάτων τα οποία τη συγκεκριμένη στιγμή είναι αποθηκευμένα στο Fashionizer.

Με την επιλογή Patterns (πατρόν) βλέπουμε τη λίστα των πατρόν που εμπεριέχονται στο ρούχο το οποίο έχουμε την παρούσα στιγμή επιλεγμένο. Τα πατρόν μπορούν να δημιουργηθούν, να κλωνοποιηθούν και να διαγραφούν.

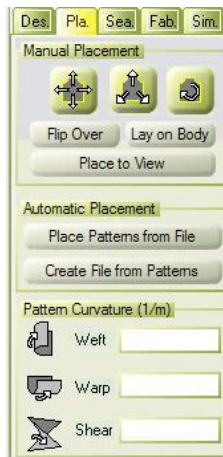
Πίνακας των διαδικασιών



Εικόνα 48: Πίνακας των διαδικασιών-επιλογή Design.

Στην επιλογή Design (σχεδιασμός) υπάρχουν διάφορες χρήσιμες εντολές οι οποίες μπορούν να μας βοηθήσουν σε σχέση με το πώς να σχεδιάσουμε το ρούχο που θέλουμε. Κάποιες από αυτές είναι: η επιλογή, η μετακίνηση και η περιστροφή του πατρόν, το οριζόντιο καθρέφτισμά του και η περιστροφή του επιλεγμένου πατρόν κατά 90 μοίρες κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού. Άλλες λειτουργίες του Design είναι η επιλογή σημείου, ή η πολλαπλή επιλογή σημείων, η μετακίνηση ενός σημείου, ή η πολλαπλή μετακίνηση σημείων, η δημιουργία ή η αφαίρεση σημείου καθώς και το κλείδωμα κάποιων σημείων σε ορισμένη θέση στο χώρο.

Επιπλέον επιλογές προσφέρονται για τη διευκόλυνση της κατασκευής συμμετρικών σχεδίων ή σχεδίων τα οποία είναι παρόμοια. Ένα δεδομένο πατρόν μπορεί να επιλεγεί να είναι το πρότυπο για την κατασκευή παρόμοιων σχεδίων. Το τροποποιημένο σχήμα αυτού του σχεδίου θα εκτίθεται σαν μια αναφορά στο τρέχον επιλεγμένο σχέδιο. Οι κορυφές του πατρόν μπορούν να τεθούν να ταιριάζουν αυτόματα σε αυτό το σχήμα.



Εικόνα 49: Πίνακας των διαδικασιών-επιλογή Placement.

Με την επιλογή Placement (τοποθέτηση) μπορούμε να επιλέξουμε λειτουργίες οι οποίες θα μας βοηθήσουν να τοποθετήσουμε το πατρόν σε σχέση με το σώμα στο χώρο των τριών διαστάσεων. Κάποιες από αυτές είναι η μετακίνηση του πατρόν πάνω στο ύφασμα, η μετακίνηση του πατρόν πάνω στο σώμα, η περιστροφή του πατρόν γύρω από το σώμα, η αναστροφή του προσανατολισμού του πατρόν, η τοποθέτηση του πατρόν πάνω στο σώμα καθώς και η τοποθέτηση του πατρόν στην όψη που κοιτάει το παράθυρο.

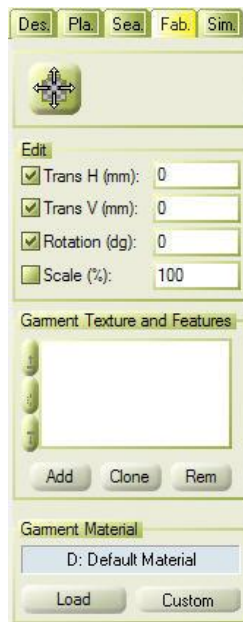
Η επιλογή Seaming (ραφή) ελέγχει τον καθορισμό και τη δημιουργία ραφών ανάμεσα στα πατρόν. Ενώνει δύο ακμές πάνω στις οποίες θα γίνει μια ραφή οι οποίες καθορίζονται από τα περιγράμματα των πατρόν.



Εικόνα 50: Πίνακας των διαδικασιών-επιλογή Seaming.

Έχουμε τη δυνατότητα να επιλέξουμε μια ραφή πάνω στο ρούχο, να επιλέξουμε όλες τις ραφές, να δημιουργήσουμε μια ραφή, ή να αφαιρέσουμε μια ραφή.

Η επιλογή Fabric (ύφασμα) χρησιμοποιείται για να καθορίσει τα χαρακτηριστικά του υφάσματος για ολόκληρο το ρούχο αλλά και για κάποια πατρόν ξεχωριστά. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι τα σχέδια πάνω στα υφάσματα (εμφάνιση) των πατρόν καθώς και τα υλικά από τα οποία αυτά αποτελούνται (μηχανικές ιδιότητες).



Εικόνα 51: Πίνακας των διαδικασιών-επιλογή Fabric.

Μπορούμε να μετακινήσουμε ένα σχέδιο το οποίο έχουμε επιλέξει πάνω στο πατρόν. Τα σχέδια μπορούν να προσδιοριστούν σαν ένας αριθμός στρωμάτων τα οποία είναι τοποθετημένα το ένα πάνω στο άλλο.

Με την επιλογή Simulation (προσομοίωση) μπορούν να επιλεγθούν οι παράμετροι της προσομοίωσης και το σχήμα της επιφάνειας του ενδύματος μπορεί να υποστεί επεξεργασία χειρωνακτικά.



Εικόνα 52: Πίνακας των διαδικασιών-επιλογή Simulation.

Υπάρχουν και επιλογές για την επιδιόρθωση του πλέγματος.

Η προσομοίωση στο Fashionizer δουλεύει αυτόματα με μια διαδικασία τριών βημάτων. Αυτό είναι απαραίτητο λόγω της πολυπλοκότητας των παραμέτρων οι οποίες κυβερνούν τη μηχανική της προσομοίωσης. Αυτά τα βήματα προσομοιώνουν το ρούχο σύμφωνα με τις παραμέτρους που έχουν τεθεί σε κάθε βήμα.



Εικόνα 53: Επιλογές της προσομοίωσης.

Βήμα 1: Γρήγορη χαλάρωση η οποία χρησιμοποιείται για την αρχική συναρμολόγηση του ενδύματος. Πρέπει να χρησιμοποιείται όταν εμφανίζονται υψηλές παραμορφώσεις στην επιφάνεια του ρούχου. Η προσομοίωση λαμβάνει χώρα δίχως την επίδραση της βαρύτητας και τον εντοπισμό φαινομένων πρόσκρουσης.

Βήμα 2: Κρέμασμα του ρούχου πάνω στο σώμα. Αυτό το βήμα πρέπει να χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του σχήματος του ρούχου σε σχέση με το σώμα.

Βήμα 3: Υπολογισμός της κίνησης του ρούχου πάνω σε ένα κινούμενο σώμα.

Συνήθως ξεκινάμε με το βήμα 1 και συνεχίζουμε με το βήμα 2 έως ότου το ρούχο μας κρέμεται αρκετά φυσικά πάνω στο σώμα (υπάρχει πιθανότητα να χρειαστεί να κάνουμε το βήμα 2 πάνω από μια φορά). Κατόπιν μπορεί να χρησιμοποιηθεί το βήμα 3 για να υπολογίσουμε μια κίνηση.

3.4.2. Εφαρμογή στο Fashionizer

Εισαγωγή σώματος

Επιλέγουμε το γυναικείο σώμα του Fashionizer μεγέθους Μ και προδιαγεγραμμένης πορείας pose 01.

Περιστρέφουμε το σώμα ώστε να βλέπουμε την μπροστινή του πλευρά και κάνουμε κλικ στο κουμπί  για να το παραλληλίσουμε με το επίπεδο της οθόνης.

Κατασκευή των πατρών του φορέματος

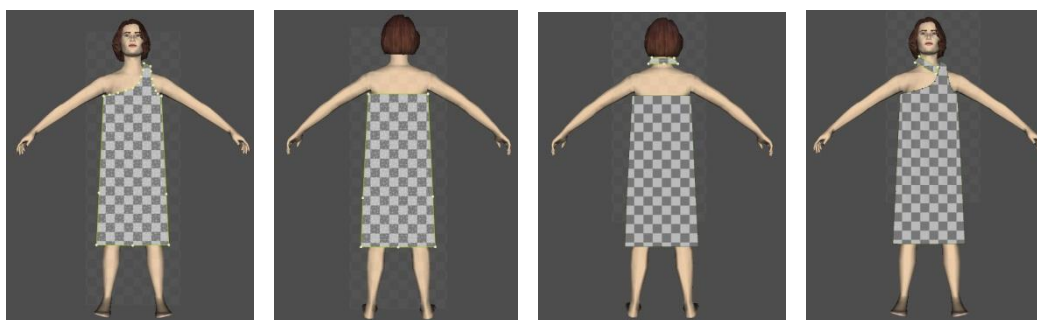
Ενεργοποιούμε την επιλογή «Garments» και κάνουμε αριστερό κλικ στην επιλογή «New». Ανοίγει ένα παράθυρο το οποίο μας ζητά να ονομάσουμε το νέο μας ρούχο. Το ονομάζουμε *forema me desimo sto laimo*.

Στη συνέχεια επιλέγουμε «Patterns» και κάνουμε αριστερό κλικ στην επιλογή «New» κάθε φορά για κάθε ένα από τα πατρών που θα κατασκευάσουμε. Τα πατρών που κατασκευάζουμε τα ονομάζουμε *empros, piso, laimos1* και *laimos2*.

Από την επιλογή «Design» επιλέγουμε και πάλι το πρώτο κουμπί του «Modify», το  με το οποίο ανοίγει το παράθυρο από το οποίο θα επιλέξουμε το δεύτερο κουμπί για να έχουμε το τετράγωνο κομμάτι ύφασμα για κάθε ένα πατρών στο οποίο στη συνέχεια θα δώσουμε την κατάλληλη μορφή.

Για το κάθε πατρών ξεχωριστά περιστρέφουμε το σώμα με ctrl+αριστερό κλικ ώστε να το βλέπουμε από την πλάγια πλευρά του και μετακινούμε το πατρών ώστε να τοποθετηθεί μπροστά από το σώμα με τις επιλογές «Placement», «Manual Placement» και το κουμπί .

Σε κάθε ένα πατρών δίνουμε συγκεκριμένο σχήμα με βάση το τελικό σχέδιο που θέλουμε να επιτύχουμε στο ρούχο προσθέτοντας σημεία και μετακινώντας τα με τα κουμπιά  και  από την επιλογή «Points» του «Design». Τα πατρών είναι τα ακόλουθα.



Εικόνα 54: Τα πατρών του φορέματος.

Ραφή των πατρών του φορέματος

Ενεργοποιούμε την επιλογή «Seaming».

Με το εικονίδιο  επιλέγοντας τις πλευρές που θα ραφτούν μεταξύ τους, σχηματίζουμε τις ραφές και κατόπιν πατώντας την επιλογή «Built Surfaces» από το

εικονίδιο που θα εμφανιστεί κάνοντας δεξί κλικ πάνω στο δισδιάστατο ή στο τρισδιάστατο παράθυρο θα δημιουργήσουμε την επιφάνεια.



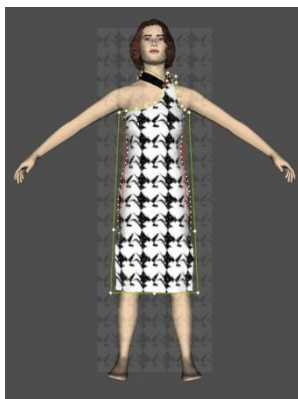
Εικόνα 55: Ραφή των πατρών.

Υλικό και σχέδιο (χρώμα) του φορέματος

Ενεργοποιούμε την επιλογή «Fabric». Έχοντας απενεργοποιημένα όλα τα πατρών κάνουμε κλικ στο «Load» στην περιοχή «Garment Material» και διαλέγουμε το υλικό cotton (βαμβάκι), από το φάκελο που έχουμε αποθηκευμένα τα υλικά. Έτσι ολόκληρο το φόρεμα θα αποτελείται από βαμβάκι.

Κάνουμε κλικ στο «Add» στην περιοχή «Garment Texture and Features» και διαλέγουμε μέσω του παραθύρου που θα ανοίξει από το φάκελο που έχουμε με τα σχέδια και τα χρώματα για τα υφάσματα ένα συγκεκριμένο σχέδιο για τα πατρών *emprios* και *piiso* και μαύρο χρώμα για τα πατρών *laimos1* και *laimos2*.

Μόλις επιλέξουμε το σχέδιο για το πατρών *emprios* τότε αυτό εμφανίζεται με την παρακάτω μορφή.



Εικόνα 56: το σχέδιο (χρώμα) του φορέματος.

Κάνοντας διπλό κλικ πάνω στο όνομα του σχεδίου του υφάσματος το οποίο βρίσκεται μέσα στο πλαίσιο της επιλογής «Garment Texture and Properties» του πίνακα «Fabrics», εμφανίζεται ο πίνακας ιδιοτήτων του σχεδίου ή πίνακας «Texture Properties» στον οποίο φαίνεται η χαρτογράφηση του σχεδίου την οποία ακολούθησε το πρόγραμμα για να εισάγει το σχέδιο πάνω στο ύφασμα του πατρών.



Εικόνα 57: Ρύθμιση των ιδιοτήτων του χρώματος.

Στη συνέχεια ας αλλάξουμε τις τιμές στην επιλογή «Scale» του πλαισίου «Mapping Transform» και ας θέσουμε στο πάνω αριστερά και στο κάτω δεξιά λευκό πλαίσιο την τιμή 1. Θα έχουμε το παρακάτω αποτέλεσμα για τα πατρών *empros* και *pisos*.



Εικόνα 58: Αποτέλεσμα των παραπάνω ρυθμίσεων στο σχέδιο του υφάσματος.

Με το κουμπί  της επιλογής «Fabrics» μπορούμε να μετακινήσουμε το σχέδιο πάνω στο ύφασμα κάποιου πατρών όταν αυτό είναι επιλεγμένο.

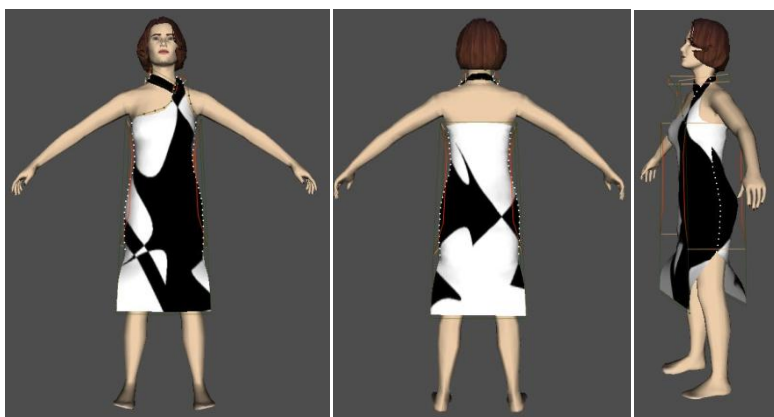
Έχοντας ενεργοποιημένο το πατρών που μας ενδιαφέρει κάθε φορά κάνουμε κλικ στο «Custom» στην περιοχή «Garment Material» και θέτουμε το συντελεστή τριβής ίσο με 4 για όλα τα πατρών στο παράθυρο «Material Properties» που θα ανοίξει.

Κάνοντας διπλό κλικ σε κάθε ένα πατρών μέσα στο παράθυρο «Patterns» εμφανίζεται το παράθυρο «Pattern Properties» στο οποίο θέτουμε και πάλι στην επιλογή «Pattern Surface» την ακρίβεια «Accuracy» Weft = 40 και Warp = 40 για να έχουμε καλύτερο αποτέλεσμα.

Προσομοίωση της κίνησης του φορέματος

Τώρα μπορούμε να ξεκινήσουμε την προσομοίωση με την επιλογή «Simulation».

Κάνουμε κλικ στο βήμα 1 («Step 1») και μετά στο εικονίδιο . Το φόρεμα προσεγγίζει το σώμα.



Εικόνα 59: Στάδιο πρώτο της προσομοίωσης. Το φόρεμα προσεγγίζει το σώμα.

Κάνουμε κλικ στο βήμα 2 και μετά στο εικονίδιο , οπότε λαμβάνεται υπόψη και η βαρύτητα.



Εικόνα 60: Στάδιο δεύτερο της προσομοίωσης. Επίδραση της βαρύτητας.

Αποθηκεύουμε το ρούχο σαν αρχείο μορφής *.gmx.

Κάνουμε κλικ στο βήμα 3. Στη συνέχεια από το «Save Garment Animation» κάνουμε κλικ στο «File» και επιλέγουμε πού θέλουμε να σώσουμε το ρούχο και το σώζουμε σε μορφή αρχείου *.cth.

Στη συνέχεια κάνουμε κλικ στα εικονίδια  +  και καταγράφεται η κίνηση. Μόλις τελειώσει η προσομοίωση σταματάει αυτόματα, όπως έχουμε αναφέρει και πιο πριν.

Διαγράφουμε το ρούχο από την επιλογή «Garment». Πηγαίνουμε στην επιλογή «Bodies» και φορτώνουμε το *.cth αρχείο, το οποίο μόλις καταγράψαμε σαν ένα σώμα. Στη συνέχεια κάνουμε κλικ στα εικονίδια  +  και έτσι η κίνηση θα παρουσιαστεί στο τρισδιάστατο παράθυρο, όπως έγινε και με τις προηγούμενες εφαρμογές. Τα τελικά καρέ της κίνησης, στη συγκεκριμένη περίπτωση πόζας, ακολουθούν.



Εικόνα 61: Η τελική πόζα μετά τα τρία βήματα της προσομοίωσης.

3.5. Κατασκευή ενδυμάτων στο Fashionizer με εισαγωγή ετοιμών πατρών των εταιρειών Sarah Lawrence και Μινέρβα

3.5.1. Γυναικείο πουκάμισο και φούστα από πατράν της εταιρείας Sarah Lawrence

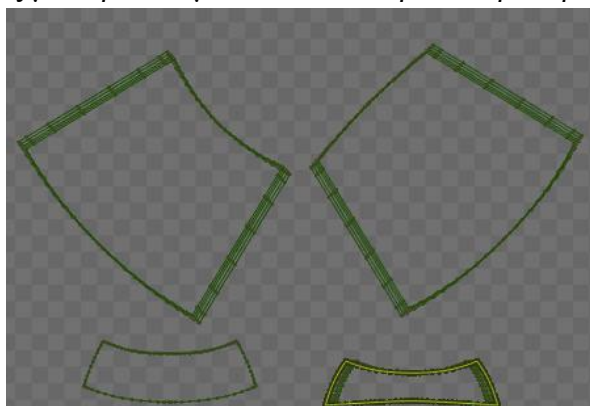
Εφαρμογή στα γυναικεία μοντέλα του Fashionizer

Εισαγωγή σώματος

Αρχικά ανοίγουμε το πρόγραμμα. Ενεργοποιούμε την επιλογή «Bodies» και με την επιλογή «New» εισάγουμε το γυναικείο σώμα μεγέθους S και προδιαγεγραμμένης πορείας walk 01.

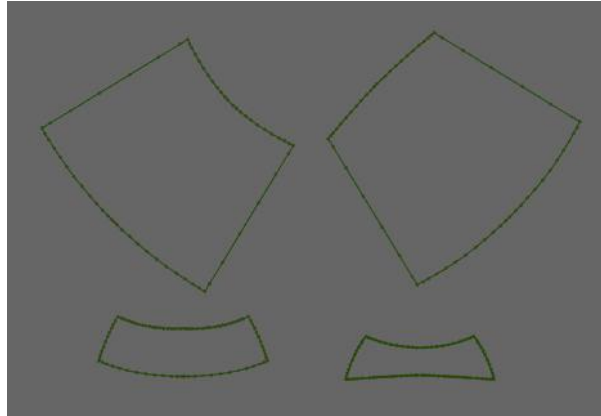
Εισαγωγή των πατρών

Εισάγουμε τα πατράν της φούστας που μας έδωσε η εταιρεία Sarah Lawrence σε μορφή αρχείων *.dxf κάνοντας αριστερό κλικ στο κουμπί «Load» της επιλογής «Garments». Αμέσως μετά βλέπουμε στα δύο κεντρικά παράθυρα τα πατράν αυτά.



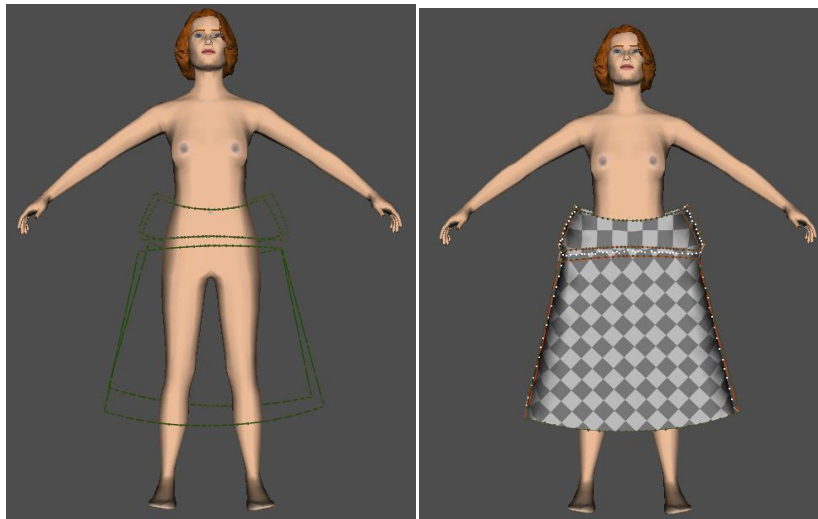
Εικόνα 62: Πατράν φούστας της εταιρείας Sarah Lawrence (όλα τα μεγέθη).

Βλέπουμε ότι έχουμε όλα τα μεγέθη σε πατρόν, πράγμα το οποίο στην περίπτωση μας δεν θα χρειαστεί διότι το πρόγραμμα ούτως ή άλλως προσκολλά το ρούχο στο σώμα είτε είναι το πατρόν μεγαλύτερο είτε είναι μικρότερο από το μέγεθος του μοντέλου που χρησιμοποιούμε. Για το λόγο αυτό θα διαγράψουμε με την επιλογή «Delete» από το παράθυρο «Patterns» τα πατρόν που δεν θα χρησιμοποιήσουμε. Κρατήσαμε, λοιπόν, τα μικρότερου μεγέθους πατρόν.



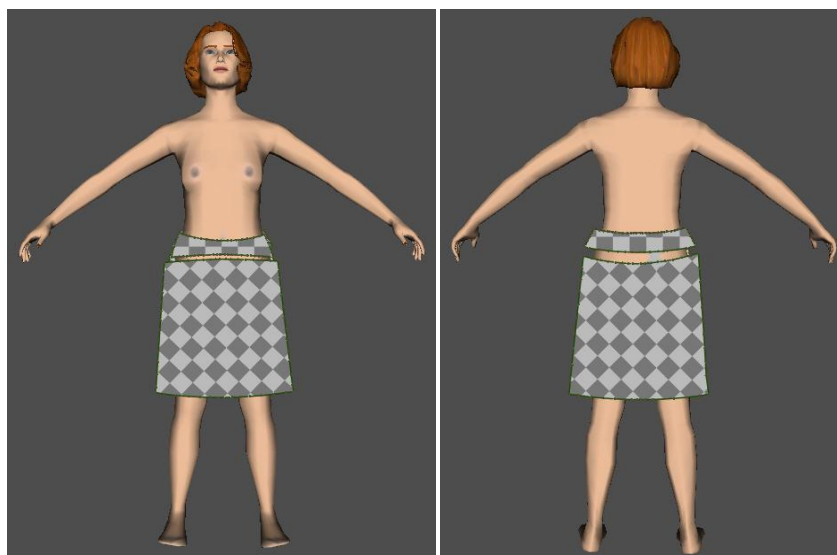
Εικόνα 63: Πατρόν φούστας της εταιρείας Sarah Lawrence (μέγεθος small).

Στη συνέχεια θα αποθηκεύσουμε τα πατρόν αυτά σε μορφή αρχείου *.gmx. Κατόπιν κάθε ένα από τα πατρόν αυτά θα το τοποθετήσουμε στη θέση που του αναλογεί σε σχέση με το σώμα.



Εικόνα 64: Τοποθέτηση των πατρόν σε σχέση με το σώμα.

Βλέπουμε όμως ότι ακόμα και το μικρότερο μέγεθος είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό που αναλογεί στο μοντέλο μας το οποίο είναι μεγέθους S (small – μικρό). Οπότε θα πρέπει μετακινώντας και αφαιρώντας σημεία με τις επιλογές του «Design» να μικρύνουμε τα μεγέθη των πατρόν.



Εικόνα 65: Επεξεργασία των πατρών.

Στη συνέχεια κάνουμε τις ραφές, επιλέγουμε το υλικό και το σχέδιο του υφάσματος της φούστας και προσομοιώνουμε πάνω στο σώμα. Κατόπιν εισάγουμε τα πατρών της μπλούζας που μας έδωσε η ίδια εταιρεία σε μορφή αρχείων *.dxf κάνοντας και πάλι αριστερό κλικ στο κουμπί «Load» της επιλογής «Garments». Αμέσως μετά βλέπουμε στα δύο κεντρικά παράθυρα τα πατρών του γυναικείου πουκαμίσου.



Εικόνα 66: Πατρών γυναικείου πουκαμίσου της εταιρείας Sarah Lawrence (όλα τα μεγέθη).

Θα διαγράψουμε και πάλι με την επιλογή «Delete» από το παράθυρο «Patterns» τα πατρών που δεν θα χρησιμοποιήσουμε. Αυτά δεν είναι μόνο τα μεγαλύτερα πατρών (διαγράφουμε τα μεγαλύτερα για το λόγο ότι τα μεγέθη των πατρών είναι μεγαλύτερα από όλα τα μεγέθη που έχουν τα μοντέλα του Fashionizer) αλλά και άλλα κομμάτια τα οποία μπαίνουν εσωτερικά της μπλούζας σε πραγματικές συνθήκες. Αυτά είναι αποθηκευμένα σε αυτό το αρχείο γιατί το πρόγραμμα στο οποίο σχεδιάστηκαν χρησιμοποιείται για να δίνει εντολές σε μηχανές κοπής πραγματικών πατρών τα οποία

θα χρησιμοποιηθούν για την ραφή πραγματικών ρούχων. Κρατήσαμε, λοιπόν, τα μικρότερου μεγέθους πατρόν από όσα χρειαζόμαστε. Επίσης κατασκευάσαμε τα συμμετρικά κάποιων πατρόν που έλειπαν όπως για παράδειγμα το δεύτερο μανίκι.



Εικόνα 67: Πατρόν γυναικείου πουκαμίσου της εταιρείας Sarah Lawrence (μέγεθος small).

Στη συνέχεια σώζουμε τα πατρόν αυτά σε μορφή αρχείου *.gmx. Κατόπιν κάθε ένα από τα πατρόν αυτά θα το τοποθετήσουμε στη θέση που του αναλογεί σε σχέση με το σώμα. Μετακινώντας και αφαιρώντας σημεία με τις επιλογές του «Design» μικρύνουμε και πάλι τα μεγέθη των πατρόν.

Επίσης από την επιλογή «Placement» και θέτοντας για το αριστερό μανίκι στο πλαίσιο «Warp» την τιμή -8 και για το δεξί μανίκι στο πλαίσιο «Weft» την τιμή 8, έχουμε την απαιτούμενη καμπύλωση των μανικιών ώστε να είναι δυνατή η ραφή τους. Ομοίως πρέπει να καμπυλώσουμε τον γιακά και το κολάρο. Θέτουμε λοιπόν και στα δυο αυτά πατρόν «Weft» ίσο με την τιμή -8.



Εικόνα 68: Τοποθέτηση των πατρόν και καμπύλωση αυτών.

Στη συνέχεια κάνουμε τις ραφές, επιλέγουμε το υλικό και το σχέδιο του υφάσματος της μπλούζας και προσομοιώνουμε πάνω στο σώμα. Ακολουθούν τα αποτελέσματα της προσομοίωσης.

Για τη φούστα βάλαμε τιμή τριβής 5 στη ζώνη, «Accuracy» 40 σε όλα τα πατρών και για υλικό βαμβάκι. Για τη μπλούζα και πάλι «Accuracy» 40 σε όλα τα πατρών και για υλικό βαμβάκι.



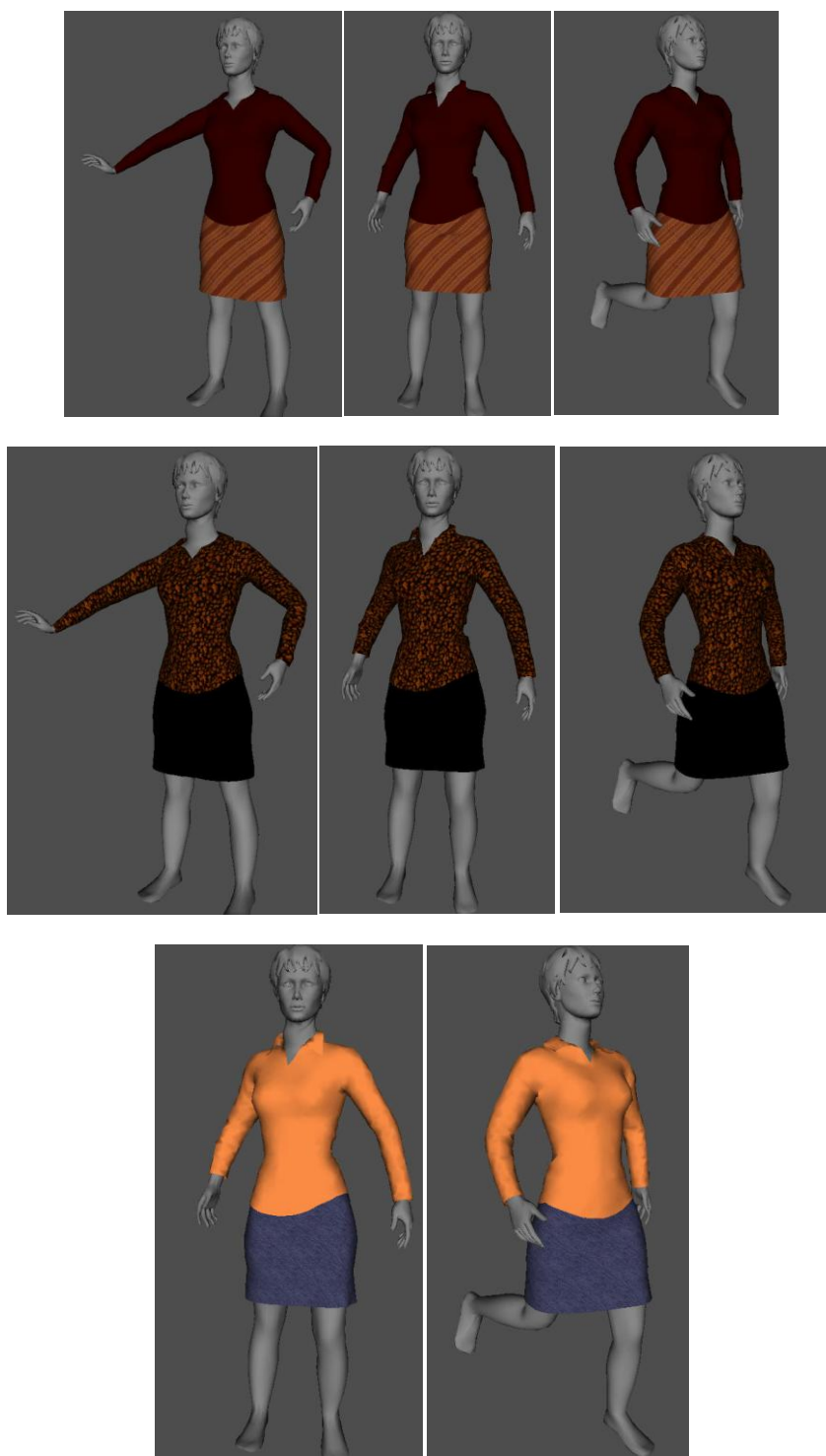
Εικόνα 69: Γυναικείο πουκάμισο και φούστα της εταιρείας Sarah Lawrence μετά την προσομοίωση πάνω στο τρισδιάστατο μοντέλο του Fashionizer.

Εφαρμογή στα γυναικεία μοντέλα που κατασκευάστηκαν στο εργαστήριο CAD του Πολυτεχνείου Κρήτης με τη βοήθεια των προγραμμάτων Bodysizer και 3D Studio Max

Στο εργαστήριο CAD του Πολυτεχνείου Κρήτης κατασκευάστηκαν τρισδιάστατα ανθρώπινα μοντέλα βάσει των διαστάσεων ενός δείγματος πραγματικών ανθρώπων, όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο. Αρχικά εισάγουμε στο Fashionizer κάθε ένα από τα σώματα αυτά, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε αρχεία της μορφής *.cth. Τα εισάγουμε από την επιλογή «Bodies» επιλέγοντας κάθε φορά «Load» και φορτώνοντας το αρχείο με το σώμα που θέλουμε από τη τοποθεσία που το έχουμε αποθηκευμένο.

Στη συνέχεια για τα γυναικεία σώματα θα τοποθετήσουμε τα πατρών της φούστας της εταιρείας Sarah Lawrence στη σωστή θέση σε σχέση με το μοντέλο πάνω στο οποίο δουλεύουμε κάθε φορά και θα κάνουμε τις ρυθμίσεις της επιλογής μας σχετικά με το σχέδιο, το υλικό του υφάσματος, το συντελεστή τριβής κλπ. Κατόπιν θα κάνουμε την προσομοίωση. Στη συνέχεια θα ακολουθήσουμε ακριβώς την ίδια διαδικασία και για την μπλούζα. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι ακριβώς η ίδια με αυτή που ακολουθήθηκε με τα έτοιμα μοντέλα του Fashionizer.

Ακολουθούν τα αντίστοιχα αποτελέσματα για ορισμένες πόζες των σωμάτων με εναλλαγές στα χρώματα των ρούχων.



Εικόνα 70: Γυναικείο πουκάμισο και φούστα της εταιρείας Sarah Lawrence μετά την προσομοίωση πάνω στο τρισδιάστατο πολυγωνικό μοντέλο που κατασκευάστηκε από δεδομένα σάρωσης.

3.5.2. Παντελόνι ανδρικό από πατρόν της εταιρείας Μινέρβα και μπλούζα ανδρική

Εφαρμογή στα ανδρικά μοντέλα του Fashionizer

Εισαγωγή σώματος

Ανοίγουμε το Fashionizer. Ενεργοποιούμε την επιλογή «Bodies» και με την επιλογή «New» εισάγουμε το αντρικό σώμα μεγέθους L (large – μεγάλο) και προδιαγεγραμμένης πορείας walk.

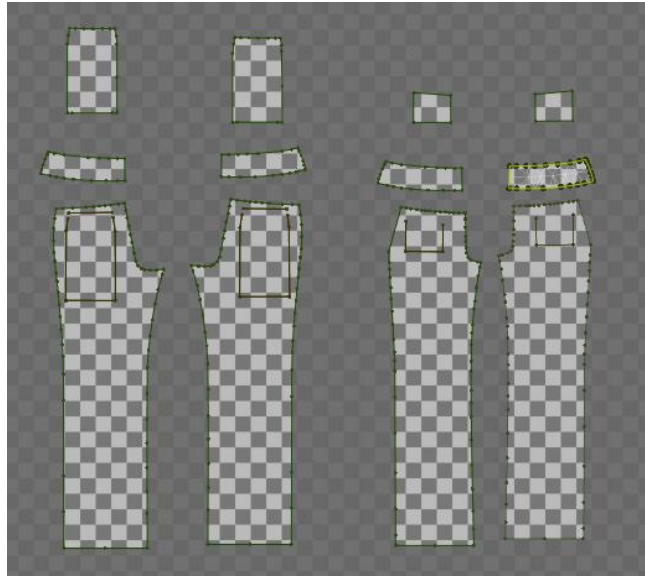
Εισαγωγή των πατρών

Εισάγουμε τα πατρόν του παντελονιού που μας έδωσε η εταιρεία Μινέρβα σε μορφή αρχείων *.dxf κάνοντας αριστερό κλικ στο κουμπί «Load» της επιλογής «Garments». Αμέσως μετά βλέπουμε στα δύο κεντρικά παράθυρα τα πατρόν αυτά.



Εικόνα 71: Πατρόν ανδρικού παντελονιού της Μινέρβα (όλα τα μεγέθη).

Βλέπουμε ότι έχουμε όλα τα μεγέθη σε πατρόν, πράγμα το οποίο και σε αυτή την περίπτωση δεν θα χρειαστεί. Για το λόγο αυτό θα διαγράψουμε με την επιλογή «Delete» από το παράθυρο «Patterns» τα πατρόν που δεν θα χρησιμοποιήσουμε, όχι μόνο αυτά με το μεγαλύτερο μέγεθος αλλά και αυτά που χρειάζονται μόνο για το πραγματικό ρούχο. Κρατήσαμε, λοιπόν, τα μικρότερου μεγέθους πατρόν. Επίσης κατασκευάσαμε και τα συμμετρικά κάποιων πατρών τα οποία μας είναι απαραίτητα. Ακόμα στα πίσω πατρόν που θα ράψουμε τελικά τις τσέπες θα δημιουργήσουμε ένα ανάποδο «Π» στο καθένα με κόψιμο, με τη λειτουργία «Cut» της επιλογής «Modify» του παραθύρου «Design», οι ακμές του οποίου θα ραφτούν με την τσέπη και στη συνέχεια το ίδιο αυτό κόψιμο θα το ξανακλείσουμε με ραφή.



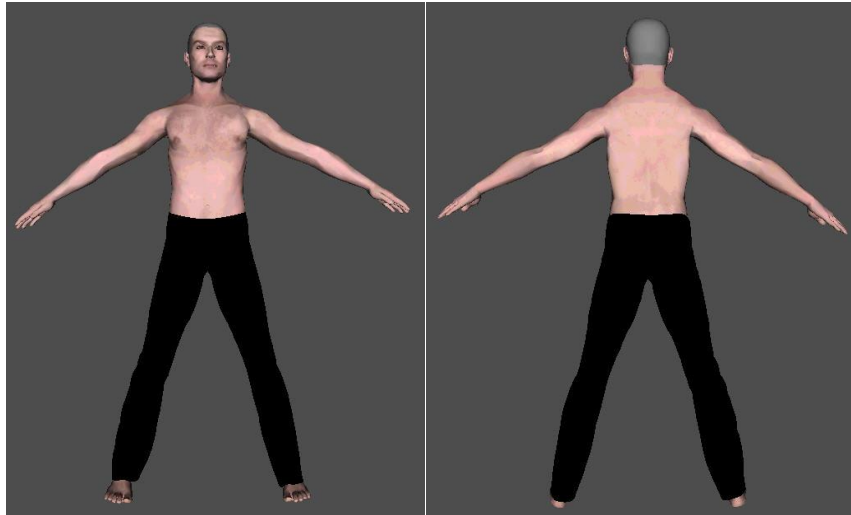
Εικόνα 72: Πατρόν ανδρικού παντελονιού της Μινέρβα (μέγεθος small).

Στη συνέχεια θα σώσουμε τα πατρόν αυτά σε μορφή αρχείου *.gmx. Κατόπιν κάθε ένα από τα πατρόν αυτά θα το τοποθετήσουμε στη θέση που του αναλογεί σε σχέση με το σώμα. Και σε αυτή την περίπτωση χρειάστηκε να μικρύνουμε τα μεγέθη των πατρόν με τη βοήθεια των λειτουργιών της επιλογής «Design».



Εικόνα 73: πατρόν 1,2,3 και 4 παντελονιού Εικόνα 78: πατρόν 5,6,7,8,9 και 10 παντελονιού

Στη συνέχεια κάνουμε τις ραφές, επιλέγουμε το υλικό και το σχέδιο του υφάσματος του παντελονιού και προσομοιώνουμε πάνω στο σώμα όπως και στις προηγούμενες εφαρμογές. Εδώ χρησιμοποιήσαμε βαμβάκι για υλικό, χρώμα μαύρο για σχέδιο, τιμή τριβής 5 στη ζώνη και 3 στα υπόλοιπα πατρόν και «Accuracy» ίση με 40 σε όλα τα πατρόν.



Εικόνα 74: Το παντελόνι μετά τη διαδικασία ραφής.

Κατόπιν εισάγουμε τα πατρών της μπλούζας για το αντρικό μοντέλο κάνοντας και πάλι αριστερό κλικ στο κουμπί «Load» της επιλογής «Garments». Αμέσως μετά βλέπουμε στα δύο κεντρικά παράθυρα τα πατρών της μπλούζας.



Εικόνα 75: Τοποθέτηση των πατρών της μπλούζας.

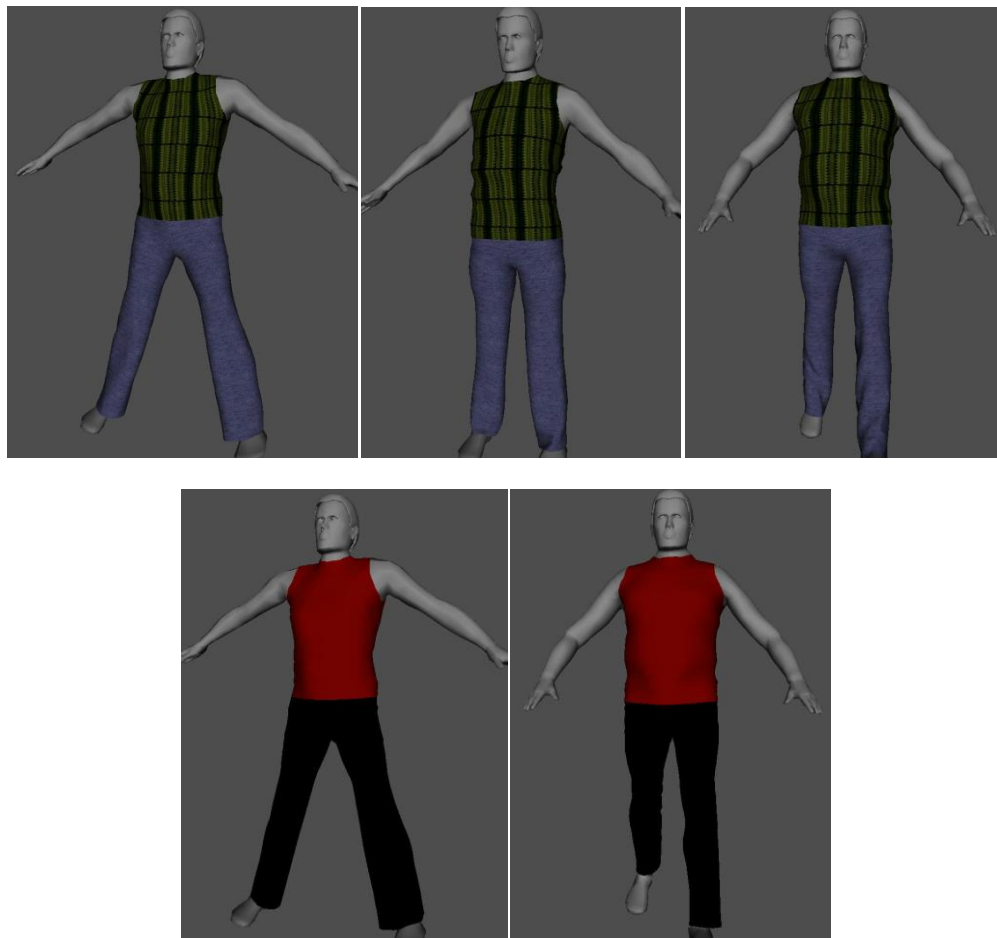
Στη συνέχεια κάνουμε τις ραφές, επιλέγουμε το υλικό και το σχέδιο του υφάσματος της μπλούζας, θέτουμε το συντελεστή τριβής που θέλουμε και στη συνέχεια προσομοιώνουμε πάνω στο σώμα. Εδώ χρησιμοποιήσαμε πάλι βαμβάκι για υλικό, μπορντό χρώμα και την «Accuracy» του προγράμματος δηλαδή 20. Ακολουθεί το αποτέλεσμα της προσομοίωσης.

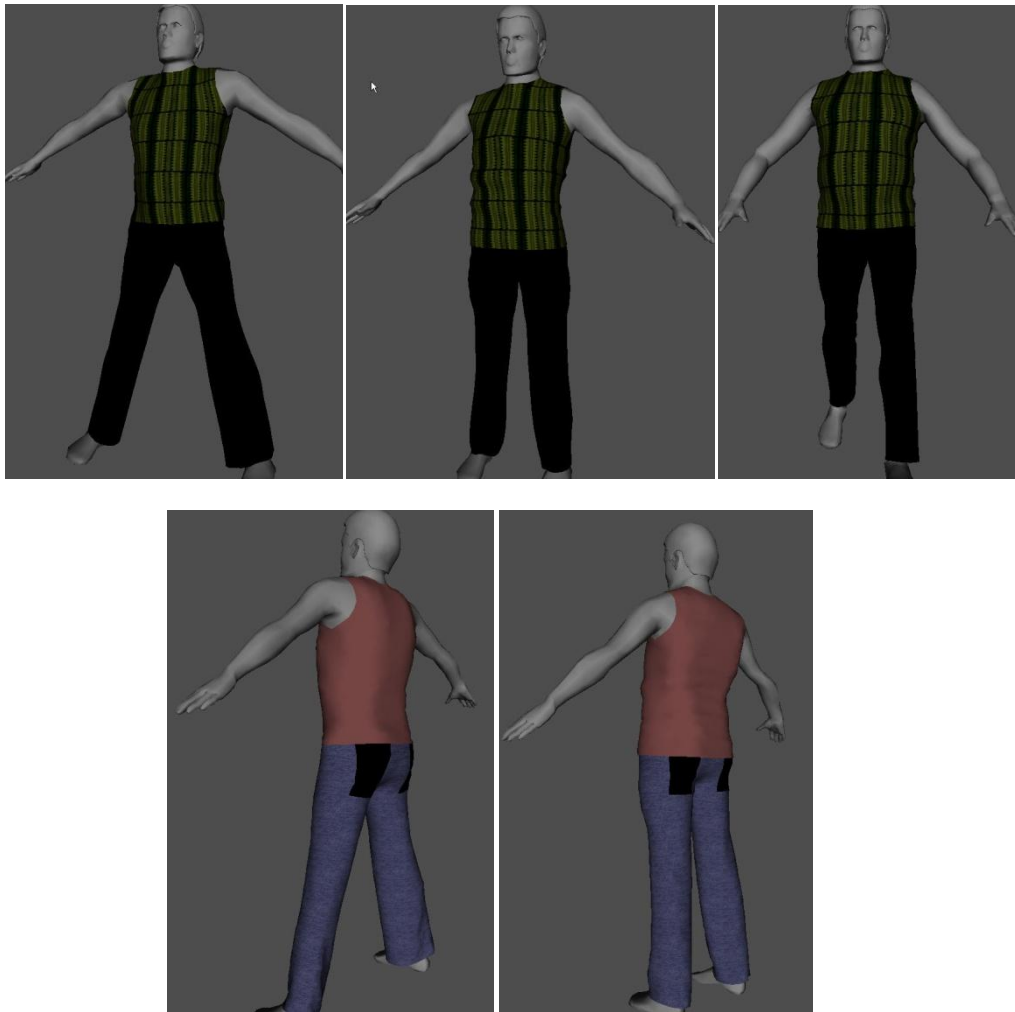


Εικόνα 76: Ανδρικό παντελόνι και μπλούζα της εταιρείας Μινέρβα μετά την προσομοίωση πάνω στο τρισδιάστατο μοντέλο του Fashionizer.

Εφαρμογή στα ανδρικά μοντέλα που κατασκευάστηκαν στο εργαστήριο CAD του Πολυτεχνείου Κρήτης με τη βοήθεια των προγραμμάτων Bodysizer και 3D Studio Max

Ομοίως θα πράξουμε και για τα αντρικά μοντέλα του 3ds max, με τα πατρόν για το παντελόνι της εταιρείας Μινέρβα και για τη μπλούζα.





Εικόνα 77: Ανδρικό παντελόνι και μπλούζα της εταιρείας Μινέρβα μετά την προσομοίωση πάνω στο τρισδιάστατο πολυγωνικό μοντέλο που κατασκευάστηκε από δεδομένα σάρωσης.

Στην τελευταία εφαρμογή βάλαμε διαφορετικό χρώμα στις τσέπες για να γίνεται πιο αντιληπτή η ύπαρξή τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το έργο e-merit (Ολοκληρωμένο Περιβάλλον Ηλεκτρονικής Συνεργασίας για το Σχεδιασμό Προϊόντων & Παραγωγικών Διαδικασιών με Χρήση Τρισδιάστατων Μοντέλων και Ανθρωποειδών) το οποίο αναπτύχθηκε από το προσωπικό του εργαστηρίου CAD του Πολυτεχνείου Κρήτης και χρηματοδοτήθηκε από την ΓΓΕΤ στα πλαίσια του προγράμματος Επιχειρείται Ηλεκτρονικά έχει ως στόχο τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος ηλεκτρονικής συνεργασίας.

Τα ανθρώπινα μοντέλα που εξήχθησαν από αυτό το έργο μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλές εφαρμογές. Η πιο σημαντική από αυτές, όπως έχει αναφερθεί, είναι η χρήση των μοντέλων αυτών σε μια ηλεκτρονική πύλη, όπου τα μοντέλα που έχουν εισαχθεί, θα ταξινομηθούν σύμφωνα με τις διαστάσεις τους ώστε να χρησιμοποιηθούν από βιομηχανίες ένδυσης, σαν πιο ρεαλιστικές αναπαραστάσεις των πελατών.

Μια από τις χρήσεις της πλατφόρμας συνεργασίας του έργου e-merit είναι η δυνατότητα αποστολής κάποιου project το οποίο είναι κατασκευασμένο στο Fashionizer από ένα χρήστη προς κάποιο άλλο χρήστη ο οποίος έχει και αυτός εγκατεστημένο το Fashionizer στον ηλεκτρονικό υπολογιστή του. Έτσι μπορεί, παραδείγματος χάριν, κάποιος σχεδιαστής να στέλνει το project ενός ρούχου που έχει σχεδιάσει και προσομοιώσει μέσω του Fashionizer σε κάποιο συνεργάτη του. Το project αυτό μπορεί να περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την κίνηση του ρούχου, τη ραφή του, την κίνησή του, κλπ. Ο συνεργάτης με τη σειρά του μπορεί να κάνει κάποιες αλλαγές στο ρούχο, για παράδειγμα να αλλάξει το χρώμα ή το υλικό, να προσθέσει κουμπιά, να αφαιρέσει ή να προσθέσει ραφές κ.α., και στη συνέχεια να ξαναστείλει το project πίσω στον πρώτο σχεδιαστή με τις νέες αλλαγές.

Οι χρήστες μπορούν να ανταλλάξουν και άλλου είδους δεδομένα όπως είναι τα τρισδιάστατα πολυγωνικά ανθρώπινα μοντέλα τα οποία κατασκευάστηκαν μέσω του Bodysizer και του 3D Studio Max από δεδομένα σάρωσης. Κάποιος σχεδιαστής θα μπορούσε για παράδειγμα να ζητήσει από ένα συνεργάτη του να του κατασκευάσει κάποιο ένδυμα για κάποιο συγκεκριμένο πελάτη. Στέλνοντας στο συνεργάτη το επεξεργασμένο επιφανειακό μοντέλο, που προέκυψε από την ηλεκτρονική σάρωση, του πελάτη και το οποίο μπορεί να εισαχθεί στο Fashionizer, αυτός μπορεί με τη σειρά του να το επεξεργαστεί και να δημιουργήσει κάποιο ρούχο για το συγκεκριμένο πελάτη.

Αυτή η ανταλλαγή δεδομένων γίνεται μέσω ενός προγράμματος συνεργασίας μέσω διαδικτύου το οποίο κατασκευάστηκε από την εταιρεία ATC. Επίσης με την πλατφόρμα συνεργασίας e-merit οι σχεδιαστές μπορούν να μιλάνε μεταξύ τους μέσω γραπτού διαλόγου το οποίο σημαίνει, εκτός των άλλων, ότι μπορεί να δίνει υποδείξεις ο ένας στον άλλο για τις αλλαγές αλλά και να ανταλλάσσουν απόψεις σχετικά με το

ένδυμα. Η συνεργασία μπορεί να γίνει και με περισσότερα από δύο άτομα αρκεί να καταχωρηθούν τα άτομα αυτά στην πλατφόρμα και να έχουν εγκατεστημένο το Fashionizer στον υπολογιστή τους.

Το προσωπικό του εργαστηρίου CAD του Πολυτεχνείου Κρήτης έχει δοκιμάσει τη λειτουργία αυτή στα πλαίσια παρουσίασης της πλατφόρμας και το αποτέλεσμα ήταν ιδιαίτερα επιτυχές. Ένας συνεργάτης ήταν στην Πάτρα με υπολογιστή που είχε εγκατεστημένο το Fashionizer και ένας δεύτερος ήταν στα Χανιά με ένα άλλο υπολογιστή που είχε επίσης εγκατεστημένο το Fashionizer. Μέσω διαδικτύου και της πλατφόρμας συνεργασίας e-merit σχεδίαζε ο πρώτος ένα ρούχο σε κάποιο συγκεκριμένο ανθρώπινο μοντέλο και στη συνέχεια το έστελνε μέσω της πλατφόρμας στο συνεργάτη του. Ο συνεργάτης με τη σειρά του το επεξεργαζόταν, αλλάζοντας για παράδειγμα χρώμα ή σχήμα σε κάποια πατρών και το ξαναέστελνε πίσω. Και από πλευράς χρόνου η διαδικασία ήταν πολύ σύντομη. Ο χρόνος ανταλλαγής ήταν ουσιαστικά ο χρόνος που χρειαζόταν ο συνεργάτης να κάνει τις αλλαγές στο αρχικό αρχείο. Είναι μια διαδικασία λοιπόν που εκτός των άλλων εξοικονομεί και πολύτιμο χρόνο.

Βέβαια το σύστημα Fashionizer βρίσκεται ακόμα σε επίπεδο πρωτοτύπου, ιδιαίτερα όταν συνδυάζει και την κίνηση του τρισδιάστατου ανθρώπινου μοντέλου. Σε στατικά τρισδιάστατα ανθρώπινα μοντέλα η ένδυση είναι ικανοποιητική αλλά η πληροφόρηση δεν είναι πλήρης (η συμπεριφορά του ρούχου και οι ιδιότητες των πρώτων υλών δεν έχουν σημαντικό ρόλο). Η απλή κίνηση ενός ανθρώπινου τρισδιάστατου μοντέλου είναι εφικτή μέσα από το Fashionizer, αλλά ο συνδυασμός του με άλλα συστήματα δεν έχει υλοποιηθεί.

Παρόλα αυτά, η ανάπτυξη του έργου e-merit, με την παράλληλη βελτίωση των λογισμικών που χρησιμοποιήθηκαν όπως το Fashionizer και το Bodysizer μπορεί να συμβάλλει καταλυτικά στην παραγωγή ενδυμάτων, αναβαθμίζοντας την παρουσίαση των προϊόντων ένδυσης στο διαδίκτυο, μειώνοντας το κόστος, το χρόνο παραγωγής καθώς και τη χρήση πρώτων υλών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] P. Decaudin, B. Thomaszewski, M.P. Cani: Virtual garments based on geometric features of fabric buckling, *Institute National de recherche en Informatique et en Automatique* (2005).
- [2] P. Decaudin, D. Julius, J. Wither, L. Boissieux, A. Sheffer, M.P. Cani: Virtual Garments: A Fully Geometric Approach for Clothing Design, *The Eurographics Association and Blackwell Publishers Ltd* (2006).
- [3] F. Bernardini, H. Rushmeier: The 3D Model Acquisition Pipeline, *The Eurographics Association and Blackwell Publishers Ltd* (2002).
- [4] Κυρίτσης Νικόλαος: Αναφορά για το project e-merit, *Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά* (2006).
- [5] Α. Γαρατζιώτη: Δημιουργία τρισδιάστατων πολυγωνικών ανθρώπινων μοντέλων βάσει δεδομένων σάρωσης, *Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά* (2006).
- [6] Ε. Γιαννοπούλου: Εικονικό πρωτότυπο για τη βιομηχανία ένδυσης με το σύστημα Fashionizer, *Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά* (2006).
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/3d_scanner
- [8] Bodysizer User Manual
- [9] <http://www.miralab.unige.ch/>