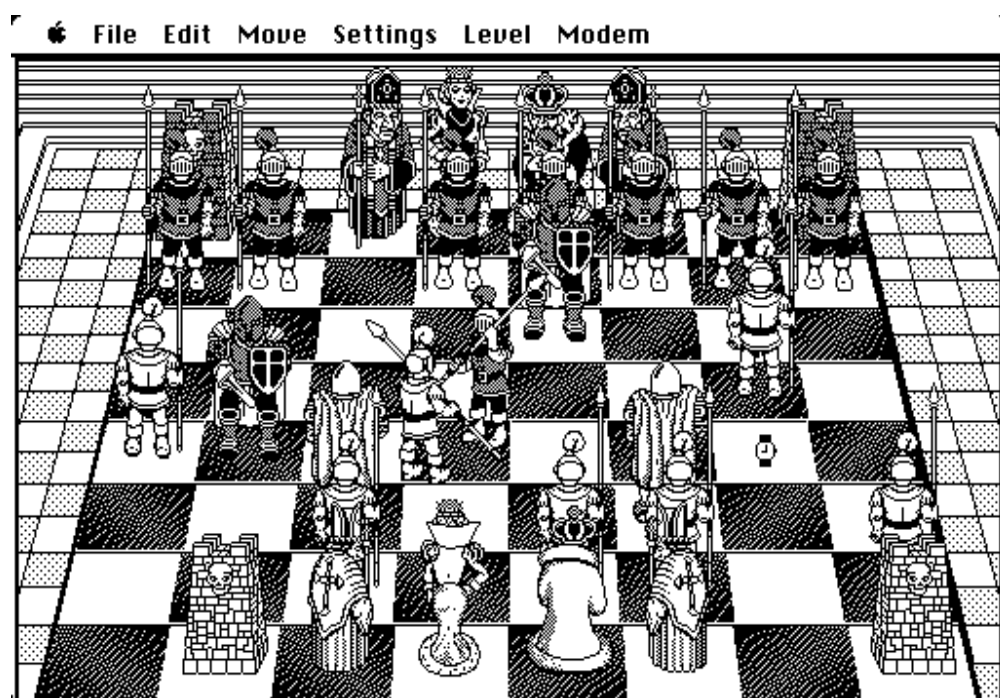


Ένα Πολυκριτήριο Σύστημα για την Αξιολόγηση Θέσεων στο Σκάκι



Μεταπτυχιακή διατριβή του Αντώνη Γλαμπεδάκη

Υπεύθυνος: Μ. Δούμπος

Πίνακας περιεχομένων

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	1
1.1 Το αντικείμενο του προβλήματος.....	2
1.2 Σκοπός και δομή της εργασίας	4
Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό υπόβαθρο	5
2.1 Κριτήρια αξιολόγησης στην σκακιστική βιβλιογραφία	5
2.2 Έρευνα στο κομμάτι της αντικειμενικής συνάρτησης	11
2.3 Η μέθοδος UTADIS	14
2.4 Διαδικασίες ελέγχου	16
Κεφάλαιο 3: Κατασκευή δεδομένων	19
3.1 Σύνολο δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν	19
3.2 Κριτήρια αξιολόγησης	21
Κεφάλαιο 4: Εφαρμογή πολυκριτηριακής ανάλυσης.....	32
4.1 Αποτελέσματα μεθόδου	32
4.2 Συνάρτηση αξιολόγησης	37
4.3 Παρατηρήσεις πάνω στην αντικειμενική συνάρτηση	44
Κεφάλαιο 5: Πειραματικά αποτελέσματα	46
5.1 Εισαγωγή	46
5.2 Αποτελέσματα και παρτίδες Dummy vs UTADess	47
5.3 Αποτελέσματα και παρτίδες UTADess VS Hand Tuned.....	48
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα	50
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	52
Παράρτημα 1 Παρτίδες Utadess εναντίων Dummy	55
Παράρτημα 2: Παρτίδες UTADess εναντίων HandTuned	63

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Από τους πρώτους υπολογιστές το όνειρο των δημιουργών τους ήταν να αναπτυχθεί μια μηχανή που να έχει ανθρώπινη νοημοσύνη. Μία από τις πιο διαδεδομένες μορφές μέτρησης της προόδου πάνω στην τεχνητή νοημοσύνη είναι τα παιχνίδια στρατηγικής, μεταξύ των οποίων η ντάμα, το Go, και το σκάκι. Ιδιαίτερα το σκάκι θεωρήθηκε η “Λυδία λίθος” της τεχνητής νοημοσύνης, στο οποίο δοκιμάζονται πολλές τεχνικές, και γίνονται καινούριες ανακαλύψεις. Από την εποχή των πρώτων υπολογιστών (Shannon, 1950) υπήρχαν ιδέες και στόχευση σε έναν υπολογιστή που να παίζει σκάκι. Στα τελευταία χρόνια, οι υπολογιστές έχουν πετύχει καταπληκτικά αποτελέσματα, ενάντια σε ανθρώπους, αλλά και σε ποιότητα σκακιού. Ενδεικτικά, κάποια αποτελέσματα εναντίων Παγκόσμιων πρωταθλητών, είναι η νίκη του Deep Fritz, ενάντια στον παγκόσμιο πρωταθλητή V Kramnik, με δύο νίκες και τέσσερις ισοπαλίες. Το τουρνουά του 2005, με τρεις παγκόσμιους πρωταθλητές ενάντια σε τρεις από τους κορυφαίους υπολογιστές έληξε 8-4 υπέρ των δευτέρων.

Τα αποτελέσματα αυτά, είναι ενδεικτικά της δύναμης των σύγχρονων σκακιστικών μηχανών. Οφείλονται κυρίως σε δύο παράγοντες: στη ταχύτητα επεξεργασίας των υπολογιστών,¹ καθώς και στην ικανότητα επιλογής των σωστών κόμβων με αλγόριθμους επιλογής ανάμεσα σε ποιους κόμβους πρέπει να διατρεχτούν πρώτα². Πολλές έρευνες πάνω στο πεδίο της αναζήτησης (Donninger 1993), καθώς και της αναπαράστασης του υλικού (μεταξύ των όποιων από Robert Hyatt, S. Cracraft, P. Kannan, G. Adelson-Velsky) έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια, οδηγώντας σε γρηγορότερα προγράμματα, και άρα βελτίωση της ποιότητας των σκακιστικών μηχανών. Σε αυτή την εργασία, θα ασχοληθούμε με ένα κομμάτι του σκακιστικού προγράμματος, την αξιολόγηση της θέσης.

¹ Το πρόγραμμα Crafty μπορεί να επεξεργαστεί 2.4 εκατομμύρια θέσεις το δευτερόλεπτο σε 2πύρηνο υπολογιστή, και μέχρι 8 εκατομμύρια θέσεις σε επεξεργαστή με 4 πυρήνες

² Το πρόγραμμα Pocket Fritz είχε απόδοση 2898 με εύρος αναζήτησης “μόνο” 20.000 θέσεων το δευτερόλεπτο, έχοντας καλύτερη διαδικασία επιλογής κόμβων.

1.1 Το αντικείμενο του προβλήματος

Το σκάκι είναι ένα παίγνιο στρατηγικής μηδενικού αθροίσματος. Ο κάθε παίκτης έχει δυνατότητα να γνωρίζει όλες τις πιθανές εναλλακτικές κινήσεις. Ότι θεωρείται θετικό για τον λευκό, είναι αρνητικό για τον μαύρο, και το αντίστροφο. Κάποιοι βασικοί κανόνες του παιχνιδιού είναι οι εξής: Πίνακας αναπαράστασης εξήντατεσσάρων τετραγώνων. Οι κινήσεις των λευκών και των μαύρων είναι περιορισμένες σε αυτόν. Οι δύο πλευρές εναλλάσσονται στις κινήσεις. Δύο αντίπαλες πλευρές, με 6 διαφορετικού τύπου και αξίας, κομμάτια (πίονι, ίππος, αξιωματικός, πύργος, βασίλισσα βασιλιάς). Το κάθε κομμάτι έχει τους δικούς του κανόνες κίνησης, και διαφορετική αξία. Το παιχνίδι τελειώνει με την παγίδευση του βασιλιά.

Η ποικιλία στα κομμάτια και στις διαφορετικές τους ιδιότητες μεγαλώνουν την περιπλοκότητα του προβλήματος, και τους χώρους αναζήτησης. Ο μεγάλος χώρος αναζήτησης, και η περιπλοκότητα του προβλήματος έχουν οδηγήσει στο να θεωρείται το σκάκι μη επιλύσαμε. Έχει υπολογιστεί ότι οι διαφορετικές θέσεις που μπορούν να υπάρχουν στην διάρκεια μιας παρτίδας σαράντα κινήσεων είναι περίπου 10^{110} . Είναι υπολογιστικά αδύνατο για τα σκακιστικά προγράμματα να υπολογίσουν ολόκληρη την παρτίδα μέχρι το τέλος της, και χρειάζεται να προβούν σε μια αξιολόγηση της θέσης για να επιλέξουν ποια είναι η κίνηση που θα παίξουν.

Το σκακιστικό πρόγραμμα χωρίζεται σε δύο μέρη. Την διαδικασία αναζήτησης, και την συνάρτηση αξιολόγησης. Η αναζήτηση κοιτάζει όλους τους κόμβους στο βάθος αναζήτησης που έχει προκαθοριστεί. Η βαθμολογία που δίνεται στον κάθε κόμβο της διαδικασίας είναι αποτέλεσμα της συνάρτησης αξιολόγησης. Έτσι, σε κάθε κίνηση δίνετε η βαθμολογία του τελικού φύλου της αναζήτησης, ανάλογα με τον αλγόριθμο που χρησιμοποιείται (Min-max ή alpha-beta).

Η συνάρτηση αξιολόγησης είναι η ψυχή του σκακιστικού προγράμματος. Σύμφωνα με αυτή επιλέγεται κάθε φορά ο κόμβος που θα ακολουθηθεί. Τυπικά κριτήρια που λαμβάνονται υπ' όψη στην αξιολόγηση είναι το υλικό- συνήθως πόσα κομμάτια έχει η κάθε πλευρά παραπάνω από την άλλη, η τοποθέτηση των κομματιών πάνω στην σκακιέρα, το πόσο ασφαλής είναι ο κάθε βασιλιάς από τα αντίπαλα κομμάτια, και άλλα.



Εικόνα 1.1: Σκακιστική θέση, με την αξιολόγησή της από το πρόγραμμα. Τα κριτήρια αυτά πολλές φορές περιέχουν άλλα υποκριτήρια, συνθέτοντας το τελικό αποτέλεσμα.

Παρόλη την πρόοδο στον τομέα της αναζήτησης, η έρευνα πάνω στην εκτίμηση της θέσης είναι ακόμα σε εμβρυακό στάδιο. Η συνάρτηση αξιολόγησης των περισσότερων προγραμμάτων, προήλθε από την εμπειρία των προγραμματιστών τους. Θέτοντας κάποιες αρχικές τιμές στην συνάρτηση, και μετά από δοκιμές, καταλήγουν στα τελικά βάρη για την κάθε μεταβλητή. Μια απλή συνάρτηση αξιολόγησης μπορεί να είναι η ακόλουθη:

$$\begin{aligned}
 f(p) = & 200(K-K') \\
 & + 9(Q-Q') \\
 & + 5(R-R') \\
 & + 3(B-B' + N-N') \\
 & + 1(P-P') \\
 & - 0.5(D-D' + S-S' + I-I') \\
 & + 0.1(M-M') + \dots
 \end{aligned}$$

K, Q, R, B, N, P = αριθμός βασιλιάδων(K), βασιλισσών(Q), πύργων(R), αξιωματικών(B), ίππων(N) και πιονιών(P)
 D, S, I = Διπλωμένα(D), μπλοκαρισμένα(S) και απομονωμένα(I) πιόνια
 M = Mobility (αριθμός έγκυρων κινήσεων)

Η επιλογή της αντικειμενικής συνάρτησης έχει δύο επιπτώσεις στο πρόγραμμα: πέρα από το πόσο καλά μπορεί πράγματι να παίζει ένα σκακιστικό πρόγραμμα, ανάλογα την πολυπλοκότητά της, μειώνει ή αυξάνει τον αριθμό κόμβων που μπορούν να ερευνηθούν μέσα σε δεδομένο χρόνο. Έτσι με μια πολύ απλή συνάρτηση αξιολόγησης, θα μπορεί το σκακιστικό πρόγραμμα να αναζητά σε μεγαλύτερο βάθος τις πιθανές κινήσεις. Με μια περίπλοκη αντικειμενική συνάρτηση, θα έχει περισσότερη γνώση πάνω στην θέση. Γενικά η βελτίωση της αντικειμενικής συνάρτησης μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική βελτίωση της απόδοσης του προγράμματος, ανάλογα πάντα με το βάθος στο οποίο γίνεται η ανάλυση σύμφωνα με τους Junghanns et al. (1997).

1.2 Σκοπός και δομή της εργασίας

Σκοπός της εργασίας είναι να κατασκευαστεί μια συνάρτηση αξιολόγησης με βάση την πολυκριτήρια μέθοδο UTADIS. Σαν δεδομένα εκμάθησης θα χρησιμοποιηθούν ήδη αξιολογημένες θέσεις από την σκακιστική εγκυκλοπαίδεια ανοιγμάτων (ECO). Αυτή η συνάρτηση θα χρησιμοποιηθεί σε σκακιστικό πρόγραμμα που θα μπορεί να παίζει, και να ανταγωνίζεται άλλα σκακιστικά προγράμματα. Η αποτελεσματικότητα της συνάρτησης θα κριθεί και από την δυνατότητα να εκτιμά ήδη αξιολογημένες θέσεις, καθώς και από τα αποτελέσματα που θα έχει το πρόγραμμα απέναντι σε άλλα σκακιστικά προγράμματα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο θα περιγραφούν τα κριτήρια αξιολόγησης από την σκακιστική βιβλιογραφία, προηγούμενες έρευνες πάνω στην συνάρτηση αξιολόγησης και όχι μόνο σκακιστικών προγραμμάτων, καθώς και η περιγραφή της μεθόδου UTADIS.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε από την συλλογή των δεδομένων μέχρι την δημιουργία των κριτηρίων

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μεθόδου UTADIS, τόσο όσον αφορά τις προβλέψεις, αλλά και στην δημιουργία του μοντέλου

Στο πέμπτο κεφάλαιο, καθώς και στα Appendixes εμφανίζονται τα αποτελέσματα του προγράμματος που δημιουργήθηκε από την μέθοδο εναντίων άλλων σκακιστικών προγραμμάτων.

Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό υπόβαθρο

2.1 Κριτήρια αξιολόγησης στην σκακιστική βιβλιογραφία

Η ανάλυση και εκτίμηση μιας θέσης είναι αντικείμενο μελέτης από τα τέλη του 19ου αιώνα. Κατά τον Kotov (1973), η πορεία της σκέψης του σκακιστή κατά την διάρκεια της παρτίδας θυμίζει κάπως τις ενέργειες ενός χημικού, που προσδιορίζει τις ιδιότητες μιας άγνωστης ουσίας. Παλιά, μόνο με την πείρα και την διαίσθηση έδιναν απάντηση στο ερώτημα που βρίσκεται μπροστά τους. Με την ανακάλυψη του περιοδικού συστήματος των στοιχείων, ο χημικός αποσυνθέτει την ουσία σε στοιχεία, προσδιορίζει την ποσότητά τους, και έχει την δυνατότητα να πει με ακρίβεια ποία είναι αυτά.

Ιστορικά έχουν γίνει πολλές προσπάθειες μοντελοποίησης κάποιων κριτηρίων για την αξιολόγηση μίας θέσης. Μια πρώτη προσπάθεια ήταν του Znosko-Borovsky (1922) στο βιβλίο του *The middle game in Chess*. Εκεί θεωρούσε τρία στοιχεία ως πιο σημαντικά:

1. Την “δύναμη”- υλικό, δηλαδή τι “κομμάτια” έχει η κάθε πλευρά πάνω στην σκακιέρα.
2. Πόσο καλό έλεγχο του χώρου έχει η κάθε πλευρά, και του χρόνου, δηλαδή πόσο καλά έχει “αναπτυχθεί”.
3. Πόσο ενεργοποιημένα είναι τα κομμάτια στην σκακιέρα.

Αυτά τα στοιχεία είναι γενικά “στατικά”. Ο παγκόσμιος πρωταθλητής J.R. Capablanca (1935) πρόσθεσε σε αυτά και το στοιχείο της θέσης, το οποίο το όριζε ως “η θέση των κομματιών στην σκακιέρα, και γενικά αξιολογείται από την μεγάλη ή μικρή κινητικότητα των κομματιών, καθώς και την πίεση που αυτά τα κομμάτια μπορούν να ασκούν σε διαφορετικά κομμάτια σε διαφορετικά σημεία, η στα αντίπαλα κομμάτια”. Δεν εκτόπιζε εντελώς τα τρία πρώτα στοιχεία, αλλά έδινε κυρίαρχη σημασία στο στοιχείο της θέσης, που είναι στοιχείο δυναμικό (μπορεί να αλλάξει πιο εύκολα).

Η πρώτη συστηματική μοντελοποίηση έγινε από την σοβιετική σκακιστική σχολή. Έγινε διαχωρισμός μεταξύ “ανοιχτών” και “κλειστών” θέσεων, μονίμων και προσωρινών πλεονεκτημάτων. Έγινε η διαίρεση σε μικρότερα στοιχεία που κάποια από αυτά ήταν καθολικά, και κάποια είχαν μεγαλύτερη ή μικρότερη σημασία ανάλογα με τα υπόλοιπα στοιχεία της θέσης. Σε μεγάλο βαθμό αυτή λογική χρησιμοποιείται σήμερα στα σκακιστικά προγράμματα, με μικρές διαφοροποιήσεις στην βαθμολόγηση του κάθε στοιχείου. Σύμφωνα με τον Kotov σε κάθε θέση το σύνολο της γνώσης πάνω σε αυτή μπορεί να συμψηφιστεί σε 17 στοιχεία. Αυτά χωρίζονται σε μόνιμα και προσωρινά πλεονεκτήματα και εξαρτώνται από τα άλλα στοιχεία της θέσης.

Μόνιμα πλεονεκτήματα.

1. Υλική υπεροχή.
2. Η κακή θέση του αντιπάλου βασιλιά.
3. Η παρουσία ελεύθερου πιονιού.
4. Αδύνατα πιόνια.
5. Αδύνατα τετράγωνα.
6. Η αδυναμία σε ομάδα τετραγώνων του ιδίου χρώματος.
7. Αριθμός νησίδων πιονιών.
8. Κέντρο πιονιών.
9. Το πλεονέκτημα των δύο αξιωματικών

10. Κατοχή ανοιχτής στήλης

11. Κατοχή ανοιχτής διαγωνίου
12. Κατοχή οριζοντίου

Προσωρινά πλεονεκτήματα

1. Η άσχημη θέση ενός κομματιού.
2. Δυσαρμονία στην διάταξη των κομματιών.
3. Καλύτερη ανάπτυξη.
4. Πίεση κομματιών στο κέντρο.
5. Πλεονέκτημα χώρου.

Συμφώνα με τον Kotov όλη η πληροφορία που μπορεί να υπάρχει σε μια σκακιστική θέση βρίσκεται στα παραπάνω κριτήρια. Η ερμηνεία τους, ανάλογα με την περίπτωση και τον αποφασίζοντα ποικίλει. Συνοψίζοντας κάποιες από τις απόψεις, μπορούν να σημαίνουν τα εξής.

Μόνιμα πλεονεκτήματα

1. Υλική υπεροχή

Η υλική υπεροχή ανάγεται στον αριθμό των κομματιών του λευκού, επί την αξία του κάθε κομματιού, μείον τον αριθμό των κομματιών του μαύρου επί ήταν αξία του κάθε κομματιού. Η αξία των κομματιών έχει γίνει αντικείμενο μελέτης σε αρκετές εργασίες. Μια έγκυρη είναι του GM L Kaufman, μέλος της ομάδας του Rybka³. Σύμφωνα με αυτή η αξία του πιονιού είναι 1, του πύργου 5, του αξιωματικού και του ίππου 3.25, και της βασίλισσας 9.75. Το υλικό συνήθως είναι το πιο σημαντικό κριτήριο αν δεν υπάρχουν ακραίες τιμές στο κριτήριο ασφάλεια του βασιλιά.

2. Η κακή θέση του αντιπάλου βασιλιά

Η κακή θέση, σαν έκφραση δηλώνει ασάφεια. Αναμενόμενο είναι να υπάρχουν πολλά διαφορετικά κριτήρια, και πολλές διαφορετικές ερμηνείες για αυτή. Κάποια είναι το πόσες επιθέσεις δέχεται από τα αντίπαλα κομμάτια, είτε στο τετράγωνο του βασιλιά είτε στα γειτονικά, η τοποθέτηση του βασιλιά στην σκακιέρα (τα κεντρικά τετράγωνα θεωρούνται χειρότερα), η αναλογία επιθέσεων/άμυνας στα τετράγωνα του βασιλιά, η ύπαρξη πιονιών στα τετράγωνα του βασιλιά, η δυνατότητα ή μη ροκέ, κτλ. Αν αυτό το κριτήριο λάβει ακραία αρνητική τιμή, μπορεί να σημαίνει ότι αυτή η πλευρά έχει μεγάλο κίνδυνο να χάσει άμεσα.

3. Η παρουσία ελεύθερου πιονιού

Ελεύθερα πιόνια θεωρούνται τα πιόνια που δεν έχουν αντίπαλα πιόνια στην ίδια ή διπλανή στήλη μέχρι να φτάσουν στο τετράγωνο προαγωγής. Συνήθως αυτά τα πιόνια δίνουν πλεονέκτημα, ειδικά όσο πλησιάζει το τελικό στάδιο της παρτίδας. Η τοποθέτηση πύργου πίσω από αυτά δίνει αρκετές φορές ένα μπόνους, επιτρέποντας τους να προχωρήσουν πιο εύκολα.

4. Αδύνατα πιόνια

³ Το σκακιστικό πρόγραμμα Rybka θεωρείται από τα καλύτερα στον κόσμο, έχοντας τωρινή αξιολόγηση 3257, ενώ ο καλύτερος άνθρωπος μεγάλος Maitre 2800

Τα αδύνατα πιόνια είναι αυτά που μπορούν να υπερασπιστούν δύσκολα από άλλα πιόνια. Αυτά μπορεί να είναι διπλωμένα, αδύνατα ή καθυστερημένα. Τα διπλωμένα πιόνια είναι 2 πιόνια στην ίδια στήλη. Αυτό κάνει τα πιόνια δύσκολο να μετακινηθούν προς τα μπροστά. Αδύνατο πιόνι είναι αυτό που δεν έχει πιόνι στην διπλανή στήλη, και άρα μπορεί να υποστηριχτεί μόνο με κομμάτια. Επίσης, το τετράγωνο μπροστά από το πιόνι αυτό δεν μπορεί να υποστηριχτεί από άλλα πιόνια, κάνοντας το ένα ασφαλές τετράγωνο για τα αντίπαλα κομμάτια. Τα καθυστερημένα πιόνια είναι αυτά που είναι πολύ πίσω σε σχέση με τα πιόνια στις διπλανές στήλες, και άρα και αυτά αδύναμα στις επιθέσεις των αντιπάλων κομματιών.

5. Αδύναμα τετράγωνα

Τα αδύναμα τετράγωνα είναι συνήθως αυτά που δεν μπορούν να υποστηριχτούν από πιόνια. Το πρόβλημα των αδύναμων τετραγώνων μεγαλώνει, ανάλογα με το πόσο κοντά στον βασιλιά είναι, και το πόση ασφάλεια μπορούν να προσφέρουν τα υπόλοιπα κομμάτια. Τα αδύνατα τετράγωνα συχνά ονομάζονται “τρύπες”.

6. Αδυναμία σε ομάδα τετραγώνων του ίδιου χρώματος

Αυτό το κριτήριο έχει πολλά κοινά με το παραπάνω, αποτελώντας μια ειδική περίπτωση. Την αδυναμία αυτών των τετραγώνων μπορεί να εκμεταλλευτεί πιο εύκολα ένας αξιωματικός που κινείται σε ίδια τετράγωνα. Και σε αυτό το κριτήριο, η μικρή απόσταση από τον βασιλιά συνήθως το κάνει πιο σημαντικό.

7. Αριθμός νησίδων πιονιών

Νησίδες θεωρούνται τα πιόνια που είναι συνεχόμενα σε διπλανές στήλες. Όσο μικρότερος είναι ο αριθμός αυτός, τόσο πιο εύκολα υποστηρίζονται τα πιόνια. Συνήθως αυτό το κριτήριο δεν έχει μεγάλη σημασία εκτός αν πλησιάζουμε στο τέλος της παρτίδας.

8. Κέντρο πιονιών

Το κέντρο της σκακιάς θεωρούνται τα τέσσερα πιο κεντρικά τετράγωνα. Το γενικευμένο κέντρο αποτελείται από τα τέσσερα αυτά τετράγωνα, μαζί με τα 12 που το περιτοιχίζουν. Το κέντρο θεωρείται πολύ σημαντικός παράγοντας είναι ένα από τα

θέματα με εκτεταμένη βιβλιογραφία στο σκάκι, και πολλές διαφορετικές απόψεις για το πώς πρέπει να το χειριζόμαστε. Η κλασσική προσέγγιση ωθούσε τους παίκτες στο να ελέγχουν το κέντρο με τα πιόνια. Ο έλεγχος του κέντρου με πιόνια δίνει την δυνατότητα σε αυτόν που το ελέγχει να κάνει επιθέσεις στην πτέρυγα που επιθυμεί, καθώς και την πρωτοβουλία. Έτσι, ο σχηματισμός με πολλά πιόνια στα κεντρικά τετράγωνα, καθώς και σε αυτά που τα υποστηρίζουν θεωρούνταν ιδανικός τον 19ο αιώνα.

9. Το πλεονέκτημα των 2 αξιωματικών

Οι αξιωματικοί είναι κομμάτια που κινούνται μόνο διαγώνια. Μπορούν να κινηθούν μόνο σε ένα χρώμα τετραγώνου, και άρα στην μισή μόνο σκακιέρα. Οι αξιωματικοί, γενικά θεωρούνται ισάξιοι με τους ίππους. Παρόλα αυτά, η φύση της κίνησής τους δίνει μεγαλύτερη αξία όταν είναι και οι δύο αξιωματικοί της μιας πλευράς στο παιχνίδι. Ο GM L. Kaufman υπολογίζει ότι ο συνδυασμός των δύο αξιωματικών προσθέτει άλλο μισό περίπου πιόνι στην πλευρά που τους έχει. Οι δύο αξιωματικοί μπορούν να γίνουν αρνητικό υλικό στην περίπτωση που υπάρχουν πολλά πιόνια στην θέση, και ειδικά στο κέντρο. Σε αυτή την περίπτωση η κινητικότητα των αξιωματικών μειώνεται, αντίθετα με την κινητικότητα των ίππων που αυξάνεται όταν δεν υπάρχουν πολλά πιόνια στην σκακιέρα ή/και στο κέντρο.

10. Κατοχή ανοιχτής στήλης/διαγωνίου/γραμμής

Ανοιχτές στήλες/γραμμές/διαγώνιοι θεωρούνται αυτές που δεν έχουν πιόνια. Τα κομμάτια που τις καταλαμβάνουν έχουν μεγαλύτερη κινητικότητα, και μπορούν να εισχωρήσουν ευκολότερα στο στρατόπεδο του αντιπάλου. Ιδανικά κομμάτια για να καταλάβουν θέσεις σε ανοιχτές στήλες/γραμμές είναι οι πύργοι, ενώ στις διαγώνιες είναι οι αξιωματικοί.

Προσωρινά πλεονεκτήματα

1. Η άσχημη θέση ενός κομματιού

Σε κάποιες περιπτώσεις υπάρχουν κομμάτια με μειωμένη κινητικότητα. Είτε λόγω της θέσης που βρίσκονται, είτε λόγω της θέσης τους σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα κομμάτια, μπορούν να μην έχουν πολλές επιλογές για να πραγματοποιήσουν κινήσεις.

Ανάλογα την περίπτωση, μπορεί να θεωρηθεί ότι δεν παίρνουν καθόλου μέρος στην μάχη των υπολοίπων κομματιών, και ίσως να μην πρέπει να υπολογιστούν καθόλου στα συνολικά κομμάτια.

2. Δυσαρμονία στην διάταξη των κομματιών

Ανεξάρτητα από τη κινητικότητα των κομματιών στην σκακιέρα, είναι επιθυμητό να μπορούν να συνεργάζονται για συγκεκριμένους στόχους. Για παράδειγμα, είναι καλύτερο να μπορούν να στοχεύουν σε ένα σημείο, κερδίζοντας υλικό ή απειλώντας τον βασιλιά. Επίσης σε περιπτώσεις που υπάρχουν απειλές στα κομμάτια, είναι καλύτερο να μπορούν να αλληλοϋποστηρίζονται.

3. Καλύτερη ανάπτυξη

Σε κάθε παρτίδα, οι αρχικές θέσεις των κομματιών είναι οι ίδιες. Οι πρώτες τουλάχιστον κινήσεις της κάθε πλευράς είναι να αναπτύξουν τα κομμάτια τους, δηλαδή να τα προωθήσουν σε καλύτερες θέσεις. Συνήθως, στην ανάπτυξη τα κομμάτια στοχεύουν στο κέντρο, ή στον αντίπαλο βασιλιά. Τα πιόνια ιδανικό είναι να τοποθετηθούν σε τετράγωνα προς την περιοχή του αντιπάλου, κερδίζοντας χώρο. Πολλές φορές θεωρείται λογικό να δίνεται υλικό, ή ακόμα και να χειροτερεύσει η ασφάλεια του βασιλιά ώστε να προηγηθεί η πλευρά αυτή στην ανάπτυξη.

4. Κέντρο κομματιών

Η μοντέρνα σχολή με κυρίαρχο εκπρόσωπο τον Nimtsovich θεωρούσε ότι το κέντρο θα πρέπει να ελέγχεται από τα κομμάτια αντί από τα πιόνια. Ο έλεγχος αυτός θα μπορούσε να γίνει με 2 τρόπους. Είτε με τοποθέτηση τους σε κεντρικά τετράγωνα, είτε με τοποθέτηση των κομματιών σε τετράγωνα που επιτίθενται στο κέντρο. Τα κομμάτια που τοποθετούνται στο κέντρο έχουν μεγαλύτερη κινητικότητα, και ελέγχουν περισσότερο χώρο από τα ακριανά τετράγωνα. Επίσης, η τοποθέτηση τους σε τετράγωνα που επιτίθενται στο κέντρο μπορεί να δημιουργήσει κατάλληλα ρήγματα στον αντίπαλο σχηματισμό. Οι διαμάχες μεταξύ της κλασσικής και της νεωτεριστικής προσέγγισης έχουν σταματήσει τον τελευταίο καιρό, και απλά οι θεωρίες αυτές έχουν γίνει αποδεκτές από τον σύνολο του σκακιστικού κόσμου, όπου τις χρησιμοποιεί ανά περίπτωση.

5. Πλεονέκτημα χώρου

Η σκακιέρα έχει 64 τετράγωνα. Γενικά, αυτός που ελέγχει μεγαλύτερο μέρος της, θεωρείται ότι υπερέχει. Θεωρείται ότι το πλεονέκτημα χώρου είναι αντίστοιχο με το πλεονέκτημα της συνολικής κινητικότητας των κομματιών.

2.2 Έρευνα στο κομμάτι της αντικειμενικής συνάρτησης

Οι εργασίες πάνω στο σκάκι υπολογιστών ποικίλουν. Η πρώτη εργασία, που έθεσε τα θεμέλια για τα σκακιστικά προγράμματα, είναι του Shannon (1949). Έθεσε τις βάσεις πάνω στην διαδικασία αναζήτησης κόμβων, με τους 2 αλγόριθμους που επικρατούν και σήμερα (Minmax, alpha-beta) , καθώς και την διαδικασία αξιολόγησής της θέσης, με κριτήρια το υλικό, την δομή των πιονιών, καθώς και την κινητικότητα των κομματιών. Παρά τις προόδους πάνω στο σκάκι υπολογιστών, οι βάσεις που έθεσε ο Shannon παραμένουν σταθερές.

Ο Alan Turing, το 1952 έγραψε σε χαρτί έναν αλγόριθμο σύμφωνα με τον οποίο θα έπρεπε να λειτουργούσε μια σκακιστική μηχανή. Τα κριτήρια που εισήγαγε περιείχαν την λογική της κινητικότητας(mobility), της ασφάλειας του βασιλιά και των κομματιών. Χρησιμοποίησε τις βασικές αξιολογήσεις των κομματιών. Ο Turing, κάνοντας τους αλγοριθμικούς υπολογισμούς, έπαιξε μια παρτίδα ενάντια σε έναν συνάδελφό του, χάνοντας σε 29 κινήσεις.

Στο κομμάτι της αναζήτησης, οι έρευνες καλύπτουν μεγάλο εύρος. Από τις τεχνικές αποθήκευσης προηγούμενων θέσεων ώστε να μην χρειάζεται ο συνυπολογισμός τους (hash tables), ως πιο γρήγορες και “φτηνές” σε θέματα μνήμης δομές όπως bitboards (Adelson-Velsky et al., 1967), magic bitboards. Ενδεικτικά, κάποιες από αυτές περιγράφονται στην συνέχεια.

Η διαδικασία επαναληπτικής εμβάθυνσης, (iterative deepening) χρησιμοποιείται για να βελτιώσει τους alpha-beta αλγόριθμους. Ο Korf (1985) βρήκε ότι οι χρόνοι αναζήτησης μπορούν να μειωθούν στο ένα τρίτο σε ορισμένες περιπτώσεις.

Χρησιμοποιώντας πίνακες που αποθηκεύουν κάποιες κρίσιμες θέσεις αποφεύγεται η ανάλυση τους από την αρχή. Αυτό γίνεται στο σκάκι, καθώς και σε άλλα παίγνια στρατηγικής με Hashtables, που εισήγαγε ο Zorbist (1970).

Ο Althöfer (1990), εισήγαγε τον αλγόριθμο Negamax που είναι μια διαφοροποίηση του αλγορίθμου alpha-beta. Στην εφαρμογή αυτή το δένδρο αναζήτησης διατρεχόταν σε συγκεκριμένο βάθος, αποφεύγοντας την ανάλυση μέχρι το τέλος του παιχνιδιού.

Οι πίνακες bit (bitboard) είναι μια αναπαράσταση που είναι η κυρίαρχη στα σημερινά προγράμματα. Όλα τα κομμάτια των λευκών και των μαύρων έχουν ξεχωριστούς δικούς τους 64bitους (όσα και τα τετράγωνα της σκακιάρας, και τα bit επεξεργασίας των σύγχρονων επεξεργαστών) πίνακες που αποτελούνται από μηδέν και ένα. Η ύπαρξη ενός κομματιού στην σκακιάρα συνεπάγεται και την ύπαρξη μονάδων στο αντίστοιχο σημείο του 64bitου πίνακα. Αυτό, με την χρήση 64bitων μηχανών βελτιώνει πολύ την διαδικασία αναζήτησης, παραγωγής κινήσεων, και σε κάθε περίπτωση αναπαράστασης της σκακιάρας.

Το κομμάτι της έρευνας για τον υπολογισμό αντικειμενικής συνάρτησης συγκεντρώνεται κυρίως σε εξελικτικούς αλγόριθμους. Για παράδειγμα, οι Grob et al. (2002), χρησιμοποίησαν για την προσαρμογή του σκακιστικού προγράμματος qoory τον αριθμό των νικών/ηττών/ισοπαλιών ενάντια σε σκακιστικά προγράμματα με το ίδιο βάθος αναζήτησης. Συνδυάζοντας τεχνικές γενετικού προγραμματισμού, και εξελικτικών στρατηγικών βελτίωσε την αποτελεσματικότητα ήδη υπάρχοντος αντικειμενικής συνάρτησης.

Οι Kendall και Whitwell (2001) χρησιμοποίησαν εξελικτικούς αλγόριθμους για την ρύθμιση των παραμέτρων μιας αντικειμενικής συνάρτησης. Το αποτέλεσμα τους δεν ήταν αρκετά ικανοποιητικό, με το πρόγραμμα να βελτιώνεται μεν σε σχέση με την αρχική του απόδοση (rating 700->1700), αλλά όχι αρκετά ώστε να γίνει ανταγωνιστικό. Η αποτυχία αυτή μπορεί να οφείλεται στην ανάγκη πολύ μεγάλης βάσης παρτίδων για να γίνει η προσαρμογή των βαρών.

Οι David-Tabibi et al. (2008), εφάρμοσαν εξέλιξη με “μέντορα” για την αντίστροφη ανάλυση(reverse engineering) της αντικειμενικής συνάρτησης ενός συγκεκριμένου σκακιστικού προγράμματος που χρησίμευε σαν σύμβουλος, δημιουργώντας έτσι μια καινούργια συνάρτηση αξιολόγησης. Η προσέγγιση τους εκμεταλλεύεται την αξιολόγηση από τον μέντορα της κάθε θέσης που λαμβάνεται υπόψη κατά την φάση της εκπαίδευσης. Με αυτό τον τρόπο εκμεταλλεύεται την κρίση, και την αξιολόγηση ενός έμπειρου συστήματος, αλλά όχι την κρίση ενός ειδικού ανθρώπου.

Στην επόμενη εργασία τους (David-Tabibi et al., 2009), προσπάθησαν να εφαρμόσουν την ίδια μέθοδο με παρτίδες αυτή την φορά, από ανθρώπους Grand-Maitre. Τα αποτελέσματα ήταν βελτιωμένα, και με ένα δείγμα περίπου 5000 θέσεων το πρόγραμμα που αναπτύχθηκε ήταν σε θέση να ανταγωνιστεί κορυφαία σκακιστικά προγράμματα.

Συνεχίζοντας την εποπτευόμενη εξελικτική διαδικασία, ξεχώριζαν κάθε φορά έναν “καλύτερα εξελιγμένο οργανισμό” με διαφορετικό κάθε φορά σύνολο τιμών στις παραμέτρους. Θεωρητικά, αυτό παρήγαγε 10 διαφορετικές συναρτήσεις, στο ίδιο επίπεδο με την προηγούμενη. Αν και σε κάθε μία ξεχωριστά, το επίπεδο ήταν περίπου το ίδιο, χρησιμοποιήθηκαν σαν αρχικοί πληθυσμοί για να παραχθεί μια τελική συνάρτηση με ακόμα καλύτερα αποτελέσματα από την αρχική. Ακόμα και σε αυτή την περίπτωση, τα εισαγωγικά δεδομένα ήταν κινήσεις ειδικών, αλλά θα μπορούσε κανείς να διαφωνήσει ότι είναι κοινώς αποδεκτές κινήσεις.

Το σκακιστικό πρόγραμμα NeuroChess, από τον Thrun (1995) χρησιμοποιεί ένα νευρωνικό δίκτυο για να αξιολογεί θέσεις, και μια μέθοδο μάθησης χρονικών διαφορών (temporal difference) στους αρχικούς κόμβους για να τροποποιήσει τους συντελεστές της συνάρτησης. Το NeuroChess “μαθαίνει” κυρίως από τον εαυτό του. Θέσεις από παιχνίδια Grand Maitre δίνονται μόνο σαν αρχικά σημεία της διαδικασίας εκμάθησης. Το πρόγραμμα δεν είχε ικανοποιητικά αποτελέσματα, κερδίζοντας μόνο 300 από τις 2400 παρτίδες ενάντια σε προγράμματα που υπολόγιζαν το ίδιο βάθος κινήσεων. Τα πιθανά προβλήματα ήταν η μη πληρότητα της αντικειμενικής συνάρτησης, και ο μεγάλος χρόνος εκμάθησης. το συμπέρασμα του συγγραφέα ήταν ότι δεν είναι σαφές αν θα οι χρονικές διαφορές θα μπορούν να έχουν εφαρμογή στα σκακιστικά προγράμματα.

Οι Gomboc et al. (2003), χρησιμοποίησαν 32.000 θέσεις από το κοινώς αποδεκτό σκακιστικό περιοδικό chess informator. Οι θέσεις αυτές ήταν από παρτίδες μεγάλων maître. Προσάρμοσαν με αριθμητική συσχέτιση (ordinal correlation) την αντικειμενική συνάρτηση, και για να κρίνουν την αποτελεσματικότητά της, συνέκριναν τα αποτελέσματα με 650.000 παρτίδες από το ίδιο περιοδικό, με βάση τον δείκτη τ του Kendall.

Κατά την ανάπτυξη του DEEP THOUGHT (1987), που ήταν πρόδρομος του Deep Blue, εφαρμόστηκε μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων για τις κινήσεις των νικητών 868 παρτίδων κορυφαίων σκακιστών, για να ρυθμιστούν οι παράμετροι της αντικειμενικής συνάρτησης. Όταν η αντικειμενική συνάρτηση ρυθμιζόταν έτσι ώστε να μεγιστοποιήσει την συμφωνία μεταξύ των κινήσεων του προγράμματος, και των κινήσεων των σκακιστών, το σκακιστικό πρόγραμμα δεν έπαιζε καλύτερα από ότι πριν. Συγκεκριμένα, βρήκαν ότι τις καλύτερες επιδόσεις τις είχε με αρκετά μικρότερη συμφωνία από την μέγιστη. Ακόμα, βρήκαν ότι αν αναζητούσαν πιο βαθιά κατά την διάρκεια του συντονισμού, τα αποτελέσματα ήταν καλύτερα από όταν αναζητούσαν λιγότερες κινήσεις μπροστά. Βέβαια, το σύνολο παρτίδων που είχαν ήταν αρκετά μικρό για να ρυθμιστούν τόσοι πολλοί παράμετροι.

2.3 Η μέθοδος UTADIS

Η μέθοδος UTA, όπως αρχικά προτάθηκε από τους Jacquet-Lagrèze και Siskos (1978, 1982), βασίζεται σε ένα μοντέλο προγραμματισμού στόχων για να εκτιμήσει μία προσθετική, μη γραμμική συνάρτηση χρησιμότητας από μία κατάταξη προτίμησης των εναλλακτικών.

Το πρόβλημα είναι η σύγκριση, κατάταξη και αποτίμηση ενός συνόλου πράξεων, ή η επιλογή εναλλακτικών, σχετικά προς n κριτήρια που μετρούν την χρησιμότητα αυτών των εναλλακτικών. Οι μετρήσεις κάθε εναλλακτικής i δίνονται από το διάνυσμα $\mathbf{x}_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}\}$.

Το μοντέλο υποθέτει την ύπαρξη μίας συνάρτησης αξίας:

$$V(\mathbf{x}) = V(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

η οποία ικανοποιεί τα κλασσικά αξιώματα της θεωρίας αποφάσεων, που είναι ονομαστικά τα αξιώματα της συγκρισιμότητας, αντανακλαστικότητας, μεταβατικότητας των επιλογών, συνέχειας και αυστηρής υπεροχής.

Η συνάρτηση αξίας είναι προσθετική,

$$V(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^n v_j(x_j)$$

με

$$v_j(x_j) \geq 0, \text{ και } \frac{dv_j}{dx_j} \geq 0$$

Η προσθετική συνάρτηση υποδηλώνει συγκεκριμένα ότι η μερική αξία ενός κριτηρίου εξαρτάται μόνο στο επίπεδο αυτού του συγκεκριμένου κριτηρίου. Αυτή η συνάρτηση παρέχει ένα άθροισμα των κριτηρίων σε ένα κοινό δείκτη ώστε να συγκρίνει και να αποτιμήσει τις εναλλακτικές που λαμβάνονται υπόψη. Ο τελικός σκοπός της μεθόδου είναι να κατατάξει τις εναλλακτικές σε μία πλήρη ασθενή διάταξη (weak order).

Η μέθοδος UTADIS (Douplos and Zorounidis, 2002) προσαρμόζει το πλαίσιο μοντελοποίησης της μεθόδου UTA σε προβλήματα ταξινόμησης. Για κάθε εναλλακτική a σε ένα σύνολο αναφοράς A' , ο λήπτης αποφάσεων προσδιορίζει την κατηγορία στην οποία ταξινομεί την εναλλακτική. Οι κατηγορίες είναι διατεταγμένες $C_1 \succ C_2 \succ \dots \succ C_q$.

Η κατηγορία C_1 περιλαμβάνει τις καλύτερες εναλλακτικές, ενώ η κατηγορία C_q τις χειρότερες. Στόχος είναι να διαμορφωθεί ένα μοντέλο $V(\mathbf{x})$ που θα συνθέτει τα κριτήρια και θα μπορεί να οδηγήσει στην βαθμολόγηση των εναλλακτικών δραστηριοτήτων κατά τέτοιο τρόπο ώστε η ταξινόμηση των εναλλακτικών βάσει των αποτελεσμάτων του μοντέλου να συμφωνεί με την πολιτική λήψης των αποφάσεων που ακολουθεί ο αποφασίζοντας.

Έτσι δημιουργείται ένα σύνολο αναφοράς $\{\mathbf{x}_i, y_i\}_{i=1}^m$, όπου ως y_i y συμβολίζεται η ταξινόμηση της εναλλακτικής i σε κάποια από τις κατηγορίες, θεωρώντας ότι το μοντέλο ταξινομεί τις εναλλακτικές έτσι ώστε

$$t_k < V(\mathbf{x}_i) < t_{k-1} \Rightarrow \mathbf{x}_i \in C_k$$

όπου τα $t_1, t_2, \dots, t_q$ είναι τα διαχωριστικά όρια των κατηγοριών. Ο καθορισμός της βέλτιστης συνάρτησης αξίας για ένα σύνολο αναφοράς m εναλλακτικών, μπορεί να γίνει λύνοντας ένα πρόβλημα της ακόλουθης μορφής:

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_{i=1}^m (\sigma_i^+ + \sigma_i^-) \\ \text{Υ.π.} \quad & V(\mathbf{x}_i) - t_k + \sigma_i^+ \geq \delta \quad \forall \mathbf{x}_i \in C_k, k = 1, 2, \dots, q-1 \\ & V(\mathbf{x}_i) - t_{k-1} - \sigma_i^- \leq -\delta \quad \forall \mathbf{x}_i \in C_k, k = 2, 3, \dots, q \\ & t_k - t_{k-1} \geq s \quad k = 2, \dots, q-1 \\ & 0 \leq V(\mathbf{x}_i) \leq 1 \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & V(\cdot) \rightarrow \text{μονότονη} \\ & t_k, \sigma_i^+, \sigma_i^- \geq 0 \quad \forall k, i \end{aligned}$$

Τα σ_i^+ και σ_i^- είναι τα σφάλματα του μοντέλου ενώ το δ είναι μια μικρή σταθερά. Το $s \geq 0$ είναι μια σταθερά που προσδιορίζει την ελάχιστη διαφορά μεταξύ δύο διαδοχικών ορίων.

2.4 Διαδικασίες ελέγχου

Η ανάπτυξη πολυκριτήριων υποδειγμάτων μέσω μεθόδων τύπου UTA απαιτεί την χρήση κατάλληλων μεθοδολογιών για τον έλεγχο των υποδειγμάτων που αναπτύσσονται. Ο απλούστερος έλεγχος που μπορεί να πραγματοποιηθεί αφορά την σύγκριση των αποτελεσμάτων του υποδείγματος για τις εναλλακτικές του συνόλου αναφοράς σε σχέση με την προκαθορισμένη αξιολόγηση των εναλλακτικών αυτών από τον αποφασίζοντα. Εάν οι διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται είναι περιορισμένες, τότε αυτό αποτελεί μια πρώτη θετική ένδειξη για την αξιοπιστία του υποδείγματος, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι το υπόδειγμα είναι πραγματικά αξιόπιστο. Για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων θα πρέπει να ελεγχθεί η συμπεριφορά του υποδείγματος σε εναλλακτικές εκτός του συνόλου αναφοράς. Αυτό μπορεί να είναι

δύσκολο για τρεις λόγους. α) η συλλογή νέων δεδομένων απαιτεί χρόνο, β) ο αποφασίζοντας θα πρέπει εκ νέου να αξιολογήσει τις νέες εναλλακτικές, και γ) οι νέες εναλλακτικές που θα μελετηθούν να είναι αντιπροσωπευτικές, στοιχείο το οποίο μπορεί να επιβεβαιωθεί εύκολα.

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών, είναι δυνατή η χρήση στατιστικών τεχνικών ελέγχου- τεχνικές επαναληπτικής δειγματοληψίας (resampling techniques). Οι πλέον διαδεδομένες τέτοιες τεχνικές είναι το cross-validation και το bootstrap.

Κριτήρια αποτελεσματικότητας

Στην περίπτωση προβλημάτων ταξινόμησης θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η συμφωνία της ταξινόμησης Y που καθορίζει ο αποφασίζοντας για ένα σύνολο εναλλακτικών με την ταξινόμηση $\hat{Y}$ που προσδιορίζεται βάσει του εξεταζόμενου υποδείγματος. Συμβολίζοντας ως y_i την κατηγορία στην οποία ταξινόμησε ο αποφασίζοντας την εναλλακτική i και ως $\hat{y}_i$ την ταξινόμηση του υποδείγματος, συμφωνία υπάρχει μόνο αν $y_i = \hat{y}_i$. Συμβολίζοντας ως M_C το πλήθος των εναλλακτικών για τις οποίες παρατηρείται συμφωνία μεταξύ του υποδείγματος και του αποφασίζοντα, ο πλέον απλός τρόπος για να προσδιοριστεί η ακρίβεια του μοντέλου είναι να προσδιοριστεί ο δείκτης

$$\gamma = \frac{M_C}{m}$$

Ο δείκτης αυτός κυμαίνεται μεταξύ μηδέν και ένα, έτσι ώστε τιμές κοντά στην μονάδα να υποδηλώνουν υψηλή ακρίβεια και τιμές κοντά στο 0 χαμηλή ακρίβεια. Το πρόβλημα στην χρήση του δείκτη αυτού αντιμετωπίζεται κυρίως σε περιπτώσεις όπου παρατηρείται σημαντική ανισορροπία στο μέγεθος των κατηγοριών. Στην περίπτωση αυτή το παραπάνω μέγεθος μπορεί να τροποποιηθεί ως εξής :

$$\gamma' = \frac{1}{q} \sum_{k=1}^q \frac{M_C^k}{m_k}$$

Όπου ως q συμβολίζεται το πλήθος των κατηγοριών, ως m_k το πλήθος των εναλλακτικών που ο αποφασίζοντας ταξινόμησε στην κατηγορία C_k και ως M_C^k

συμβολίζεται το πλήθος των εναλλακτικών της κατηγορίας C_k που ταξινομούνται σωστά από το υπόδειγμα.

Κεφάλαιο 3: Κατασκευή δεδομένων

3.1 Σύνολο δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν

Στην σκακιστική βιβλιογραφία υπάρχουν συγκεκριμένοι κώδικες για την αξιολόγηση μιας θέσης, ανάλογα με το ποιος, και κατά πόσο έχει το προβάδισμα. Αυτές οι βαθμίδες είναι οι εξής: $+-$, $\pm$, $\pm$, $=$, $\bar{+}$, $\bar{+}$, $-+$, από την καλύτερη προς την χειρότερη περίπτωση για τον λευκό. Υπάρχουν κάποιες που δηλώνουν απροσδιοριστία, ή ότι η πλευρά που έχει χάσει υλικό έχει αρκετή αποζημίωση για το υλικό αυτό(©). Η έγκυρη εγκυκλοπαίδεια σκακιστικών ανοιγμάτων, μετά από κάθε σειρά κινήσεων (προτεινόμενων ή όχι) έχει την αντίστοιχη αξιολόγηση.

Η αξιολόγηση των θέσεων έχει γίνει από διάφορους ανθρώπους ειδικούς (Grand maitre), πολλές φορές μάλιστα και από παγκόσμιους πρωταθλητές ή από ομάδες ειδικών πάνω σε ένα άνοιγμα. Αυτή η αξιολόγηση λαμβάνει υπ' όψη της προηγούμενα αποτελέσματα παρτίδων, καθώς και μελέτη των ειδικών, για να καταλήξουν στην ταξινόμηση της θέσης σε μια από τις παραπάνω βαθμίδες. Η αξιολόγηση αυτή είναι “δυναμική”. Εκτός από τα στατικά στοιχεία που περιγράφηκαν πιο πάνω, γίνεται και “ανάλυση” της θέσης. Βρίσκονται ιδανικές κινήσεις για την συνέχεια, και με βάση τις τελικές θέσεις της ανάλυσης κρίνεται η αρχική θέση. Έτσι υπάρχουν αρκετές θέσεις που θα έπρεπε να αναλυθούν σε κάποιο βαθμό ώστε να γίνει εντελώς σαφές η κατάταξή τους σε μια από αυτές τις κατηγορίες. Ανεξάρτητα από την ανάλυση όμως, τα στατικά στοιχεία μιας δεδομένης θέσης μπορούν να δίνουν από ενδείξεις για την ταξινόμηση μιας πιο περίπλοκης θέσης, ως και σαφή αξιολόγηση για μια πιο απλή θέση.

Χρησιμοποιήθηκαν 72.000 θέσεις από τη σκακιστική εγκυκλοπαίδεια ανοιγμάτων του 1995. Σε κάθε σημείο όπου υπήρχε αξιολόγηση, δημιουργήθηκε ένα διάγραμμα FEN. Το διάγραμμα FEN περιέχει όλες τις πληροφορίες για μια σκακιστική θέση. Έχει την ακόλουθη δομή, με διαχωριστή το χαρακτήρα κενό “ “:

1. Τοποθέτηση κομματιών. Περιγραφή κάθε γραμμής, αρχίζοντας από την 8η, και τελειώνοντας στην πρώτη. Σε κάθε μια σειρά, τα περιεχόμενα του κάθε τετραγώνου περιγράφονται από την γραμμή A ως την Θ. Ακολουθώντας την Standard Algebraic Notation (SAN), κάθε κομμάτι εμφανίζεται με ένα γράμμα , που προέρχεται από την αγγλική γλώσσα, P για το πiónι, B για τον αξιωματικό, N για τον ίππο, R για τον πύργο, Q για την βασίλισσα, και K για τον βασιλιά. Τα λευκά περιγράφονται με κεφαλαία, και τα μαύρα με μικρά. Τα κενά τετράγωνα απεικονίζονται με αριθμούς από το 1 ως το 8, ανάλογα με τα πόσα κενά τετράγωνα είναι συνεχόμενα. Ο διαχωριστής για την κάθε γραμμή είναι το /.
2. Πλευρά που έχει την κίνηση. w για τα λευκά, και b για τα μαύρα.
3. Δυνατότητα για ροκέ. Αν δεν μπορεί να κάνει καμία πλευρά το σύμβολο είναι το “-”, διαφορετικά έχει από ένα ως 4 χαρακτήρες, με το K να σημαίνει ότι ο λευκός μπορεί να κάνει ροκέ στην πλευρά του βασιλιά, το Q ότι ο λευκός μπορεί να κάνει ροκέ από την πλευρά της βασίλισσας, και οι μη κεφαλαίοι χαρακτήρες ότι μπορεί να κάνει τα αντίστοιχα ο μαύρος.
4. Το πιθανό τετράγωνο για En passant. Αν δεν υπάρχει κανένα, το σύμβολο είναι το “-”. Εάν κάποιο πiónι έχει κάνει κίνηση 2 τετραγώνων, τότε είναι η θέση “πίσω” από το πiónι. Αυτό καταγράφεται ανεξάρτητα από το αν υπάρχει ή όχι πiónι για να κάνει το κόψιμο.
5. Αριθμός κινήσεων από την τελευταία προώθηση πιονιού, η από το τελευταίο κόψιμο. Αυτό χρησιμοποιείται για την δυνατότητα ισοπαλίας με βάση τον κανόνα των 50 κινήσεων.
6. Αριθμός συνολικών κινήσεων που έχουν γίνει. Αρχίζει από τον αριθμό 1 και ανεβαίνει μετά την κίνηση του μαύρου.

Το σύνολο αυτών των περίπου 72.000 διαγραμμάτων αποκόπηκε από το υπόλοιπο κείμενο, με χρήση regular expressions, και δημιουργήθηκε μία λίστα από 60.000 σειρές. Η κάθε μία σειρά – διάγραμμα FEN χρησιμοποιήθηκε ως είσοδος στο πρόγραμμά μας, που απεικόνιζε την θέση και την αξιολόγησή της. Έγινε διαχωρισμός των θέσεων, και αποκόπηκαν αυτές που ήταν σε θέση με μειωμένο υλικό (φινάλε), που υπάρχουν άλλοι κανόνες αξιολόγησης, καθώς και έτοιμες βάσεις επίλυσης των θέσεων. Έτσι υπάρχει ένα αρχείο, που στην κάθε σειρά εμφανίζονται όλα τα κριτήρια, με διαχωρισμό ένα χαρακτήρα κενού.

3.2 Κριτήρια αξιολόγησης

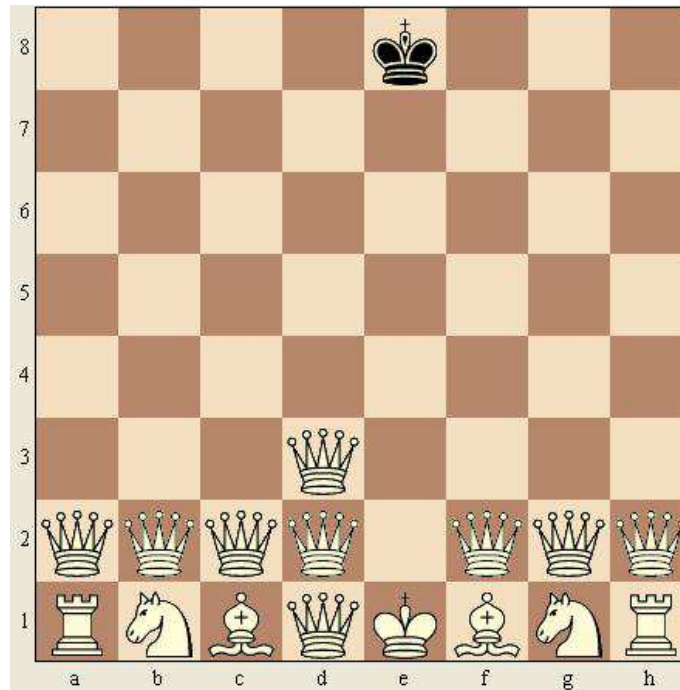
Εξαιτίας της μεγάλης πολυπλοκότητας του προβλήματος στην περίπτωση που θα χρησιμοποιούνταν τα 17 κριτήρια του Kotov, έγινε ομαδοποίηση σε μερικά από αυτά. Έτσι, καταλήξαμε στα εξής κριτήρια:

Κριτήρια αξιολόγησης

- | | |
|--|--|
| 1. Υλική υπεροχή (material) | 6. Το πλεονέκτημα των δύο αξιωματικών (ανοιχτή/ κλειστή θέση) (bishoppair) |
| 2. Η ασφάλεια του βασιλιά (king safety) | 7. Καλύτερη ανάπτυξη (development) |
| 3. Η παρουσία ελεύθερου πιονιού/Αδύνατα πόνια (pawns) | 8. Πίεση κομματιών στο κέντρο (piece center) |
| 4. Κέντρο πιονιών (pawn center) | 9. Πλεονέκτημα χώρου (mobility) |
| 5. Θέση: Κατοχή ανοιχτής στήλης / Κατοχή ανοιχτής διαγωνίου / Κατοχή οριζοντίου (position) | 10. Πρωτοβουλία |

1. Υλική υπεροχή

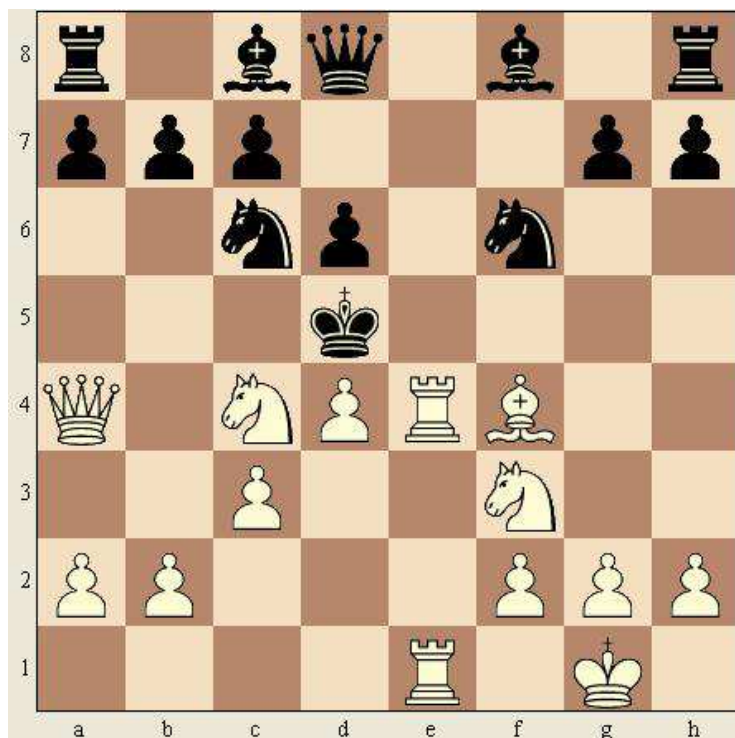
Η υλική υπεροχή ορίζεται ως εξής. Με δεδομένες τις αξίες του κάθε κομματιού από την δουλειά του Kaufman, πολλαπλασιάζουμε τα κομμάτια των λευκών με τις αντίστοιχες αξίες τους. Κάνουμε το ίδιο και για τα μαύρα και κρατάμε τα score σε 2 μεταβλητές, με την μεταβλητή των μαύρων να έχει αρνητικό πρόσημο στην αντικειμενική συνάρτηση. Το τελικό κριτήριο “υλική υπεροχή” είναι η διαφορά του υλικού του λευκού από το υλικό του μαύρου. Στην εικόνα 3.1 είναι ένα παράδειγμα για το θεωρητικό μέγιστο του κριτηρίου αυτού.



Εικόνα 3.1 Θεωρητικό μέγιστο για "υλική υπεροχή"

2. Η ασφάλεια του βασιλιά.

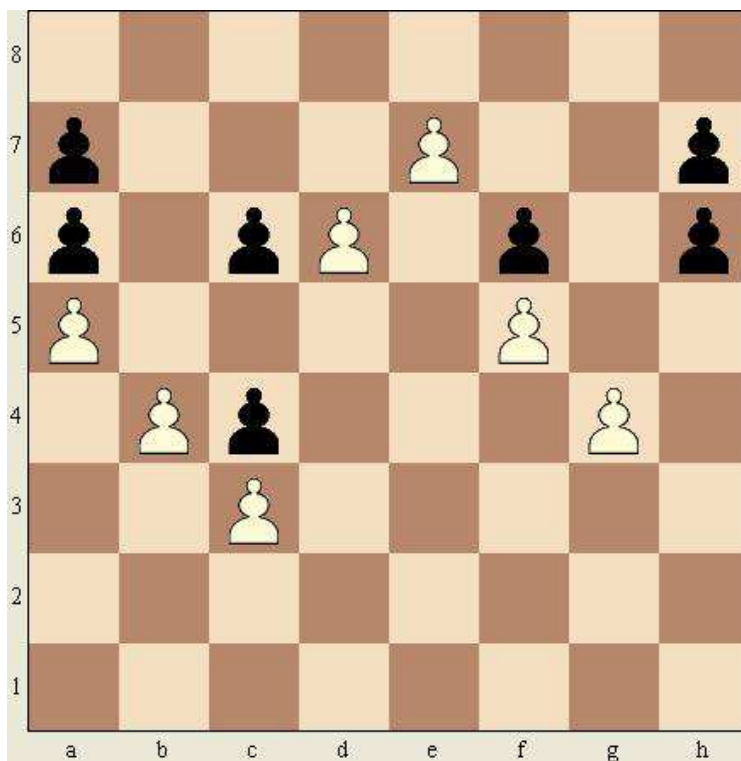
Η ασφάλεια του κάθε βασιλιά αποτελείται από 4 πράγματα: 1^{ov}, από μια ασπίδα πιονιών που βρίσκονται μπροστά του. Έτσι, αν έχει πiónι στις διπλανές στήλες, καθώς και στην ίδια στήλη με τον βασιλιά, με 1 γραμμή διάφορα παίρνει 3πλάσιο bonus από ότι αν είχε 2 γραμμές διαφορά. Η 2^η περίπτωση είναι αρνητική: αν σε κάποιο διπλανό τετράγωνο τα αντίπαλα κομμάτια που επιτίθενται είναι περισσότερα από αυτά που αμύνονται θα πρέπει να έχει ένα penalty. Επίσης, θεωρείτε αρνητικό για την ασφάλεια του βασιλιά να υπάρχουν περισσότερα κομμάτια των αντιπάλων σε τετράγωνα "κοντά" του. Η θέση πάνω στην σκακιέρα είναι το τελευταίο που επηρεάζει το κριτήριο αυτό. Οι τιμές του κριτηρίου για λευκό και μαύρο αθροίζονται για το τελικό κριτήριο "ασφάλεια του βασιλιά". Στην εικόνα 3.2 έχουμε μια περίπτωση που ο μαύρος βασιλιάς βρίσκεται σε δεινή θέση, ενώ αντίθετα ο λευκός βασιλιάς σε ασφαλή θέση.



Εικόνα 3.2 Θεωρητικό μέγιστο για ασφάλεια βασιλιά

3. Η παρουσία ελεύθερου πιονιού/Αδύνατα πιόνια

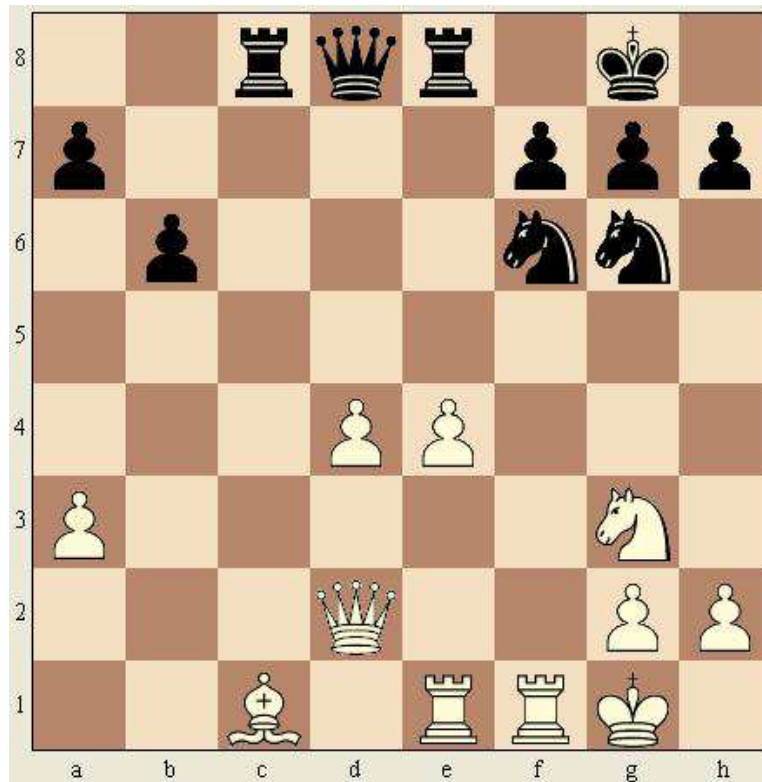
Η πιονοδομή, με θετικό πρόσημο για τα ελεύθερα πιόνια, και αρνητικό για τα απομονωμένα, καθυστερημένα, και διπλωμένα πιόνια. Αυτό υπολογίζεται ξεχωριστά για λευκά και μαύρα, δημιουργώντας αθροιζόμενο το κριτήριο “πιόνια” στην μέθοδο UTADIS. Στην εικόνα 3.3 τα μαύρα πιόνια έχουν όλες τις πιθανές αδυναμίες, ενώ τα λευκά είναι αρκετά ισχυρά, έχοντας και ελεύθερα πιόνια.



Εικόνα 3.3 Θεωρητικό μέγιστο για κριτήριο "πιόνια"

4. Κέντρο πιονιών

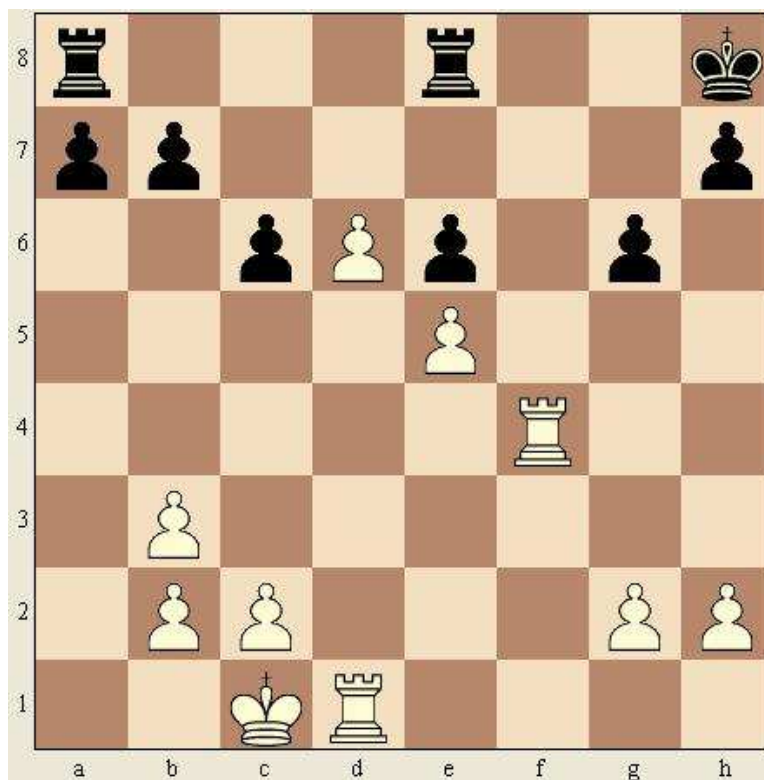
Το κέντρο πιονιών, αντιμετωπίζεται εδώ σαν μια διαφορά της ποσότητας των πιονιών της κάθε παράταξης στο λεγόμενο κέντρο(τα τέσσερα κεντρικά τετράγωνα), και γενικότερο κέντρο(τα 12 τετράγωνα γύρω από το κέντρο). Αυτή η μορφή του κέντρου εκφράζεται έτσι απο τον Pachman (1975). Ανάλογα με την διαφορά αυτή, η κατάσταση στο κέντρο κατηγοριοποιείται σε μία από τις πέντε κατηγορίες: ισχυρός έλεγχος του λευκού, αδύνατος έλεγχος του λευκού, ισορροπία στο κέντρο, αδύναμος έλεγχος του μαύρου, ισχυρός έλεγχος του μαύρου. Στην εικόνα 3.4 έχουμε απόλυτο έλεγχο του κέντρου απο τα λευκά πιόνια. Στην παρτίδα αυτή ο λευκός εκμεταλεύτηκε το πλεονέκτημα του κέντρου, και κέρδισε σημαντικά οφέλη στις επόμενες κινήσεις.



Εικόνα 3.4 Κέντρο πιονιών, Furman - Lilienthal, Ussr championship 1949

5. Position

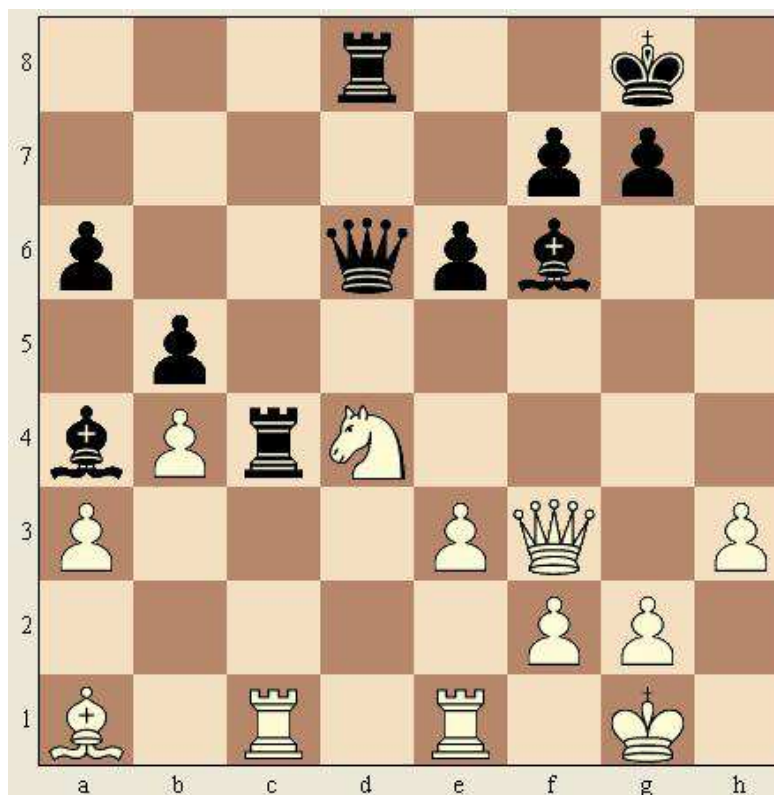
Στο κριτήριο της θέσης (δύο διαφορετικά κριτήρια, για λευκά/μαύρα), ομαδοποιήσαμε τα εξής κριτήρια: έλεγχος ανοιχτής/ημιάνοιχτης στήλης, και έλεγχος γραμμής. Η τελική τιμή υπολογίζεται σαν την διαφορά από τους πύργους της κάθε παράταξης τοποθετημένους σε ανοιχτές / ημιάνοιχτες στήλες και γραμμές. Δίνεται μεγαλύτερη αξία στις ανοιχτές στήλες, και σχεδόν η ίδια αξία στις μισάνοιχτες στήλες και ανοιχτές γραμμές. Η μορφή του κριτηρίου στην Utadis είναι η τιμή του λευκού, μείον την τιμή του μαύρου σε αυτό το κριτήριο. Στην εικόνα 3.5 τα λευκά έχουν τοποθετήσει τους πύργους σε ανοιχτές στήλες και γραμμές, έχοντας σημαντικό πλεονέκτημα.



Εικόνα 3.5 Τοποθέτηση πύργων σε ανοιχτές στήλες-γραμμές, και πίσω από ελεύθερο πιόνι

6. Το πλεονέκτημα των 2 αξιωματικών(ανοιχτή/ κλειστή θέση).

Ανάλογα με το αν η θέση είναι ανοιχτή η κλειστή, υπολογίζεται το πλεονέκτημα των δύο αξιωματικών. Το αν η θέση κατατάσσεται στις ανοιχτές η κλειστές έχει να κάνει με τον αριθμό πιονιών που βρίσκονται στο γενικότερο κέντρο και ανοιχτό κέντρο. Το “bonus” αφαιρείται αν ο μαύρος έχει ζεύγος αξιωματικών, και προστίθεται αν έχει ο λευκός. Στην εικόνα 3.6 έχουμε μια θέση απο την παρτίδα Bogoljubov – Janovsky όπου ο μαύρος κεφαλαιοποίησε το πλεονέκτημα των 2 αξιωματικών στις επόμενες κινήσεις.



Εικόνα 3.6 Bogoliubov - Janovsky παράδειγμα για ζεύγος αξιωματικών

7. Καλύτερη ανάπτυξη

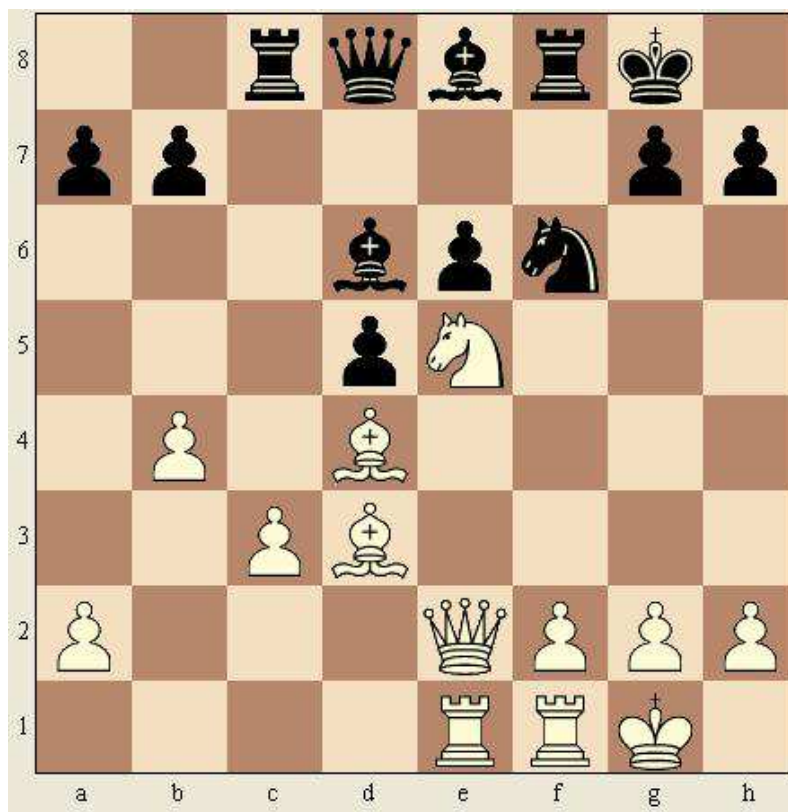
Στο κριτήριο της καλύτερης ανάπτυξης, που και αυτό είναι 2 ξεχωριστά κριτήρια, ανάπτυξη λευκού και μαύρο, προστίθεται (ή αφαιρείται) μια τιμή ανάλογα με το τετράγωνο που βρίσκεται κάθε κομμάτι. Συνήθως, η αξία του κάθε κομματιού (εκτός του βασιλιά) ανεβαίνει όταν πλησιάζει το κέντρο. Υπάρχουν προϋπολογισμένοι πίνακες για κάθε ξεχωριστό κομμάτι για τα λευκά, και υπολογίζεται ο αντίστροφός τους για τα μαύρα. Οι πίνακες αυτοί, γενικά, συμπίπτουν με αυτούς του προγράμματος crafty. Το κριτήριο “ανάπτυξη” στην utadis υπολογίζεται σαν την διαφορά του λευκού από τον μαύρο. Ο μετέπειτα παγκόσμιος πρωταθλητής Botvinnik στην θέση της εικόνας 3.7 εκμεταλεύτηκε την καλύτερή του ανάπτυξη κερδίζοντας την παρτίδα.



Εικόνα 3.7 Botvinnik - Judovic, παράδειγμα για καλύτερη ανάπτυξη

8. Πίεση κομματιών στο κέντρο

Η σχολή του μεταμοντέρνου σκακιού πρότεινε τον έλεγχο του κέντρου με τα κομμάτια. Είτε από την πίεση των κομματιών από μακριά, είτε από την ύπαρξή τους στο κέντρο. Έτσι για κάθε ελαφρύ κομμάτι που τοποθετείτε στο κέντρο, προστίθενται στην πλευρά του τετραπλάσιες μονάδες από την περίπτωση θα επιτιθόταν στο κέντρο. Το κριτήριο συνοψίζεται σε 5 κατηγορίες, με την ίδια λογική που έχει και το κριτήριο “κέντρο πιονιών”. Στην θέση της εικόνας 3.8 τα λευκά που ελέγχουν το κέντρο με τα κομμάτια τους κέρδισαν στις επόμενες κινήσεις.



Εικόνα 3.8 Κέντρο κομματιών, παρτίδα Nimzowitsch - Salwe

9. Πλεονέκτημα χώρου-mobility

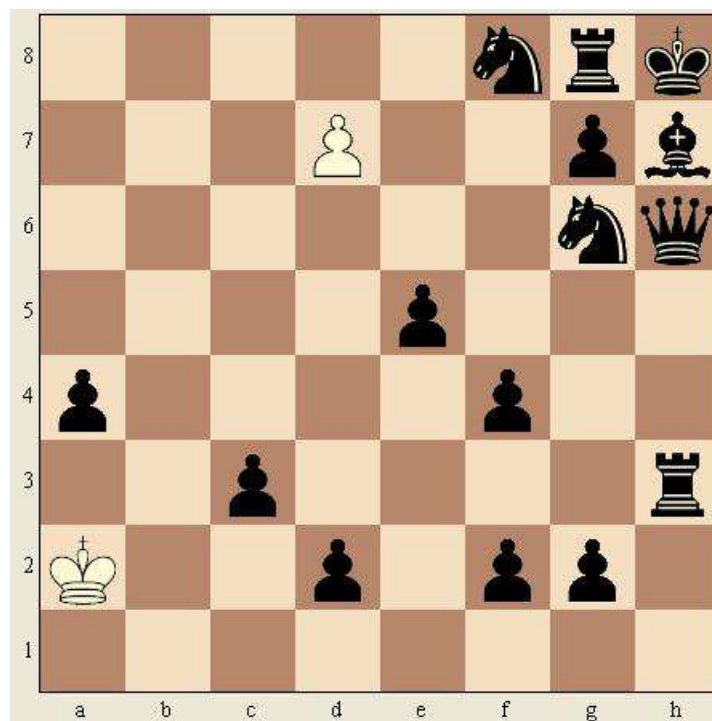
Το πλεονέκτημα χώρου δηλώνει πόσο περισσότερο κομμάτι της σκακιέρας ελέγχει η κάθε πλευρά. Αυτό έχει αποδειχτεί ότι είναι ισότιμο με το πόσες κινήσεις έχει δυνατότητα να κάνει κάθε πλευρά. Έτσι δημιουργούνται δύο τιμές, μία για κάθε πλευρά, που μετράνε το πόσες κινήσεις έχει διαθέσιμες ο λευκός και ο μαύρος αντίστοιχα. Η διαφορά σε αυτές τις τιμές συνθέτει το τελικό κριτήριο “mobility”. Ο Smyslon στην εικόνα 3.9 εκμεταλεύεται το πλεονέκτημα χώρου του ενάντια στον Golz, για να εξαπολύσει μια επίθεση στον αντίπαλο βασιλιά



Εικόνα 3.9 Πλεονέκτημα χώρου, παρτίδα Smyslov - Golz

10. Πρωτοβουλία

Αυτό το κριτήριο δηλώνει το ποιος έχει την επόμενη κίνηση. Αυτό πολλές φορές οδηγεί σε σημαντικές διαφορές στην αξιολόγηση της θέσης. Παίρνει την τιμή 1 αν παίζει ο λευκός, 0 αν παίζει ο μαύρος. Παράδειγμα της περιστασιακής σημαντικότητας του κριτηρίου αυτού είναι η εικόνα 3.10. Παρά την σαφέστατη υπεροχή του μαύρου σε όλα τα κριτήρια αν η σειρά είναι του λευκού κερδίζει στις επόμενες 2 κινήσεις.



Εικόνα 3.10 Παίζει ο λευκός και κερδίζει, παρά την "υπεροπλία" του μαύρου!

Κεφάλαιο 4: Εφαρμογή πολυκριτηριακής ανάλυσης

4.1 Αποτελέσματα μεθόδου

Σκοπός της εργασίας ήταν να παραχθεί μια αντικειμενική συνάρτηση για ένα σκακιστικό πρόγραμμα. Κριτήρια για την τελική συνάρτηση ήταν και το ποσοστό επιτυχών προβλέψεων της συνάρτησης, αλλά και το πόσο αποτελεσματικό είναι το πρόγραμμα που δημιουργήθηκε. Μετά από πειράματα καταλήξαμε στην ομαδοποίηση των κατηγοριών ως εξής:

Οι κατηγορίες 1-2, δηλαδή οι $+-$ και $\pm$ ομαδοποιήθηκαν σε κατηγορία σε μια, ως σαφώς καλύτερος ο λευκός. Οι κατηγορίες 3 έως 5, δηλαδή οι $\pm$, $=$, $\mp$ έμειναν οι ίδιες, και οι κατηγορίες $\mp$ και $-+$ ομαδοποιήθηκαν σε μια, ως σαφώς καλύτερος ο μαύρος.

Στον Πίνακα 4.1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ταξινόμησης ανά κατηγορία.

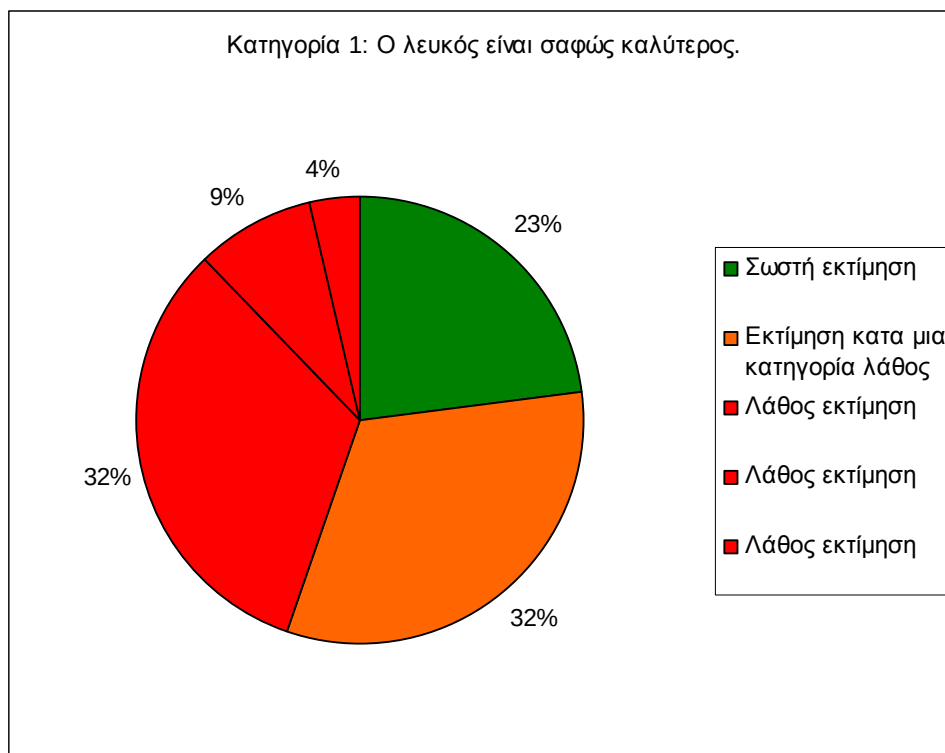
Πίνακας 4.1: Πίνακας ταξινόμησης (σε %)

		Εκτιμώμενη ταξινόμηση				
		1	2	3	4	5
Πραγματική ταξινόμηση	1	23.1	32.2	32.5	8.7	3.5
	2	6.9	34.6	48.2	8.8	1.5
	3	2.7	22.9	57.5	13.6	3.3
	4	2.0	13.5	49.9	23.7	11.0
	5	5.2	8.6	26.4	24.9	35.0
Μέση ακρίβεια $\gamma' = 34.8$						
Συνολική ακρίβεια $\gamma = 36.4$						

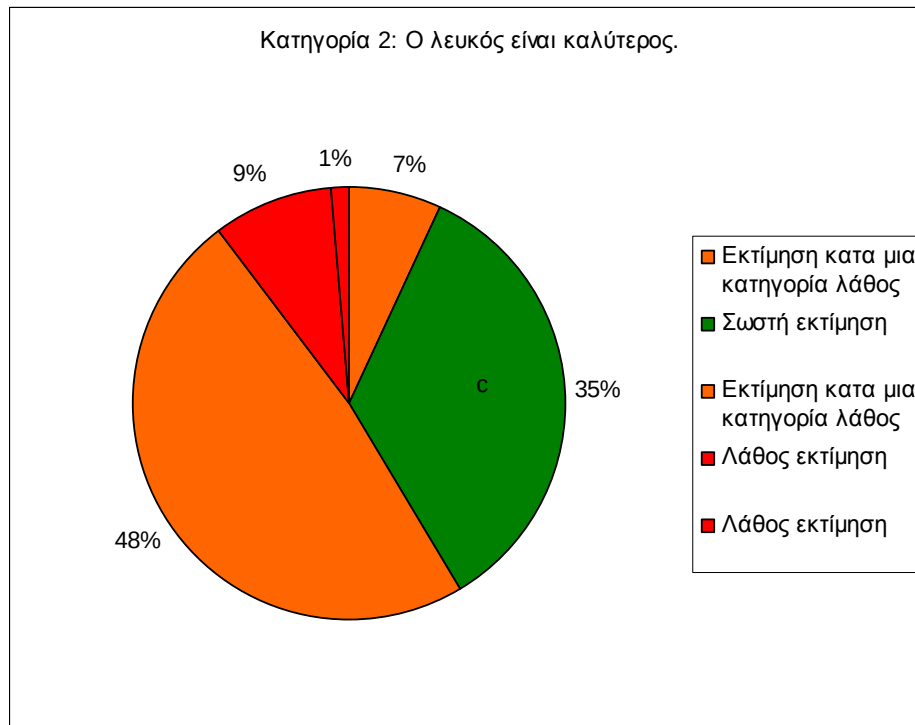
Μια παρατήρηση με αυτά τα αποτελέσματα, είναι ότι υπάρχει ομοιομορφία στις σωστές ταξινομήσεις. Το μοντέλο, με αυτά τα δεδομένα εισόδου, έχει μια τάση να ταξινομεί περισσότερα δεδομένα σε πιο κεντρικές εκτιμήσεις, δηλαδή στις κατηγορίες δυο έως τέσσερα, με περισσότερα δεδομένα να ταξινομούνται στην κατηγορία 3, σχεδόν σε κάθε περίπτωση. Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω της φύσης των δεδομένων, με μικρές

μέσες αποκλίσεις στα κριτήρια, και μεγάλη συγκέντρωση τιμών στις πιο μεσαίες τιμές των κριτηρίων. Οι κατηγορίες ένα και δυο έχουν περισσότερα δεδομένα σαν εκμάθηση, και το μοντέλο προσπαθεί να πετύχει σωστά αποτελέσματα σε αυτές τις κατηγορίες.

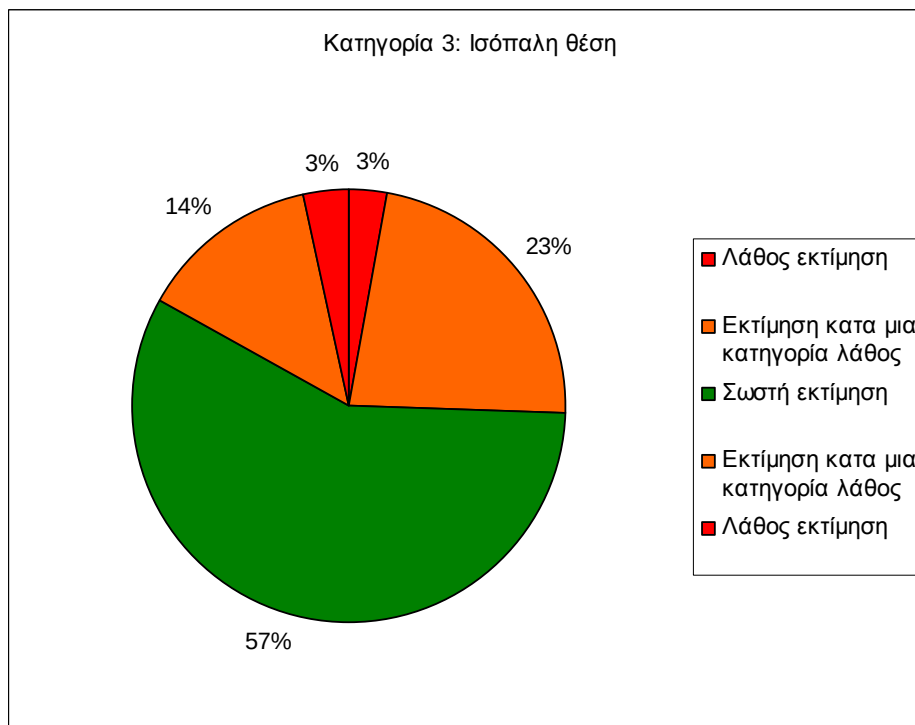
Μια ακόμα παρατήρηση, είναι ότι το μέγεθος της λάθος ταξινόμησης ανά κατηγορία είναι συνήθως μικρό. Όπως φαίνεται από τα Διαγράμματα 4.1 έως 4.5, το ποσοστό που το σφάλμα είναι πάνω από μια κατηγορία κυμαίνονται από 6% ως 45% το πολύ. Ο μη σταθμισμένος μέσος όρος των σφαλμάτων που είναι πάνω από μια κατηγορία είναι στο 23.2%, ενώ ο σταθμισμένος μέσος είναι στο 21.7%.



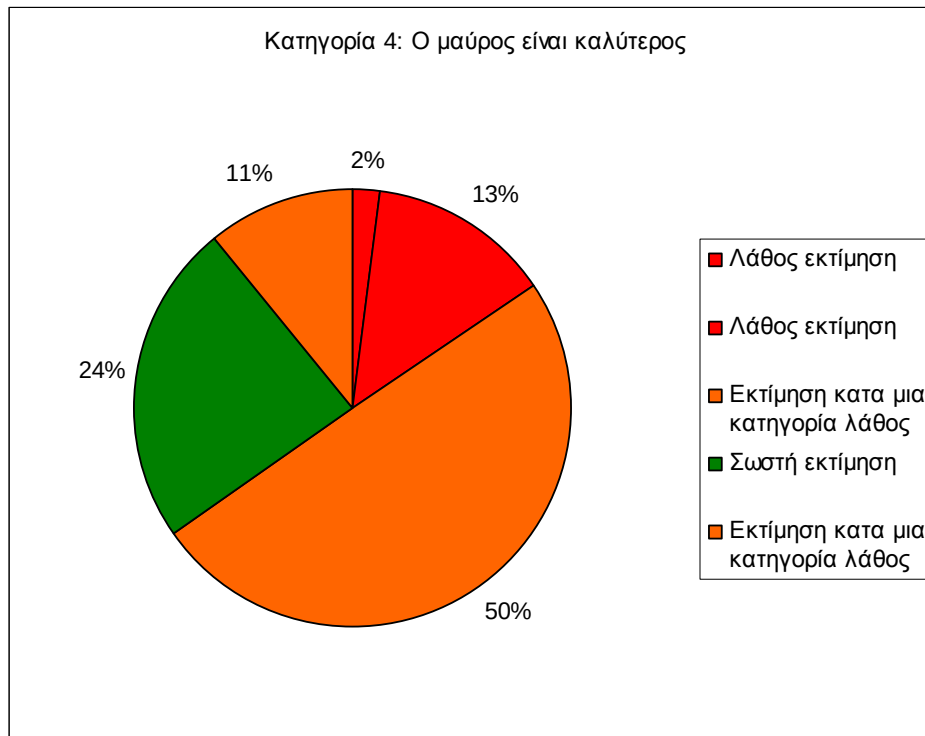
Διάγραμμα 4.1 Εκτιμήσεις του μοντέλου για την κατηγορία 1



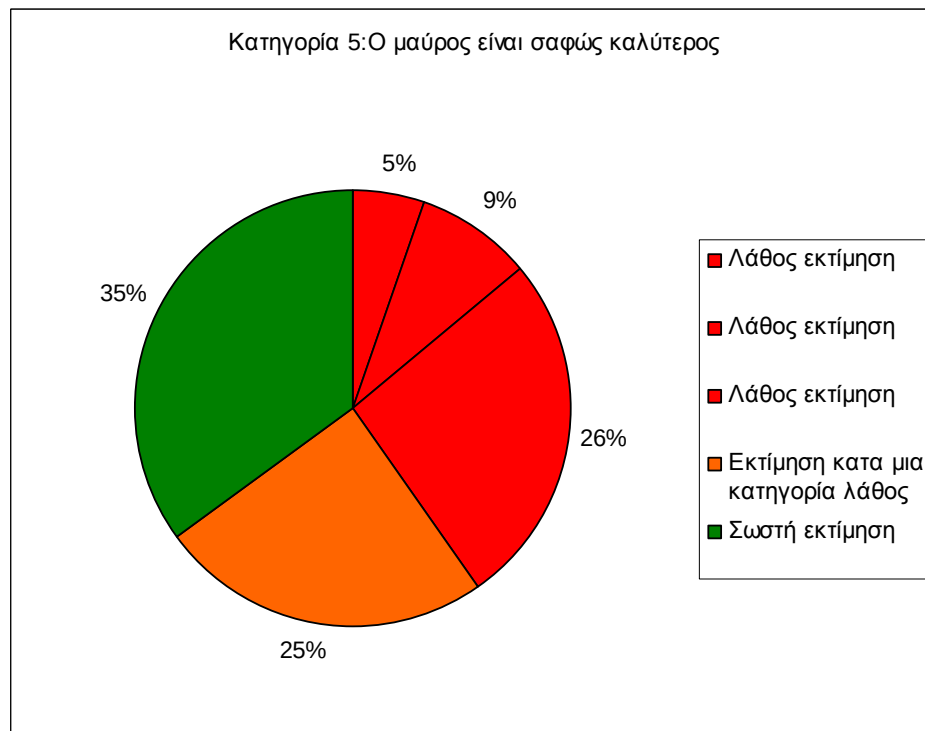
Διάγραμμα 4.2 Εκτιμήσεις του μοντέλου για την κατηγορία 2



Διάγραμμα 4.3 Εκτιμήσεις του μοντέλου για την κατηγορία 3

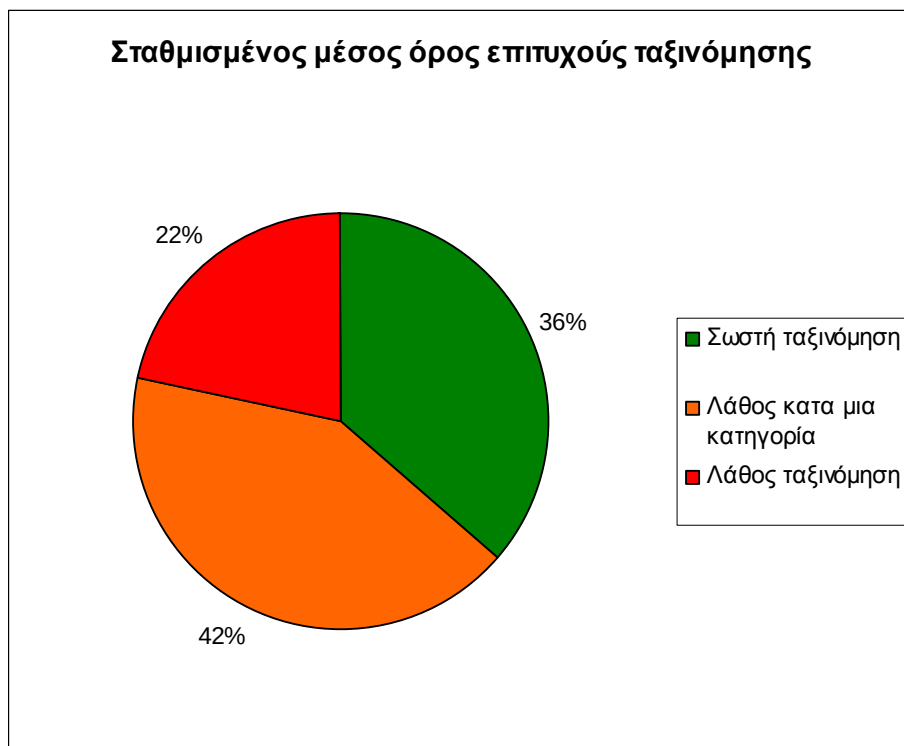


Διάγραμμα 4.4 Εκτιμήσεις του μοντέλου για την κατηγορία 4



Διάγραμμα 4.5 Εκτιμήσεις του μοντέλου για την κατηγορία 5

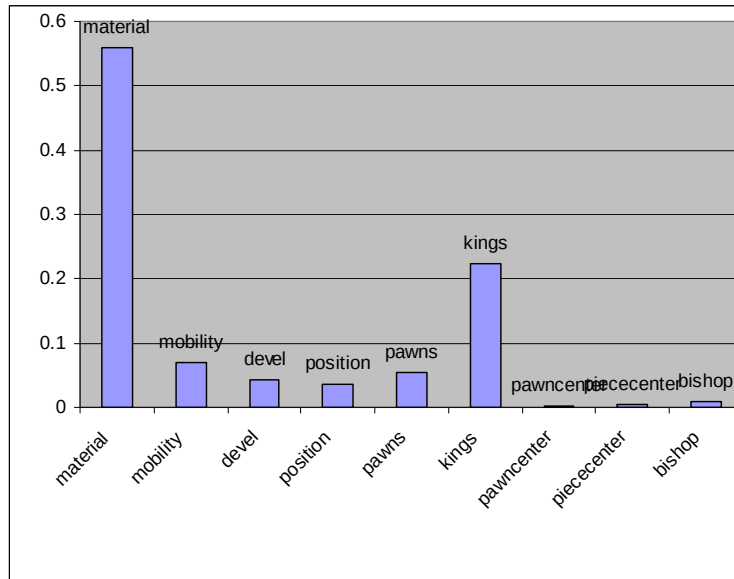
Ενδεικτικό της αποτελεσματικότητας της μεθόδου είναι το διάγραμμα 4.6. Σε πέντε κατηγορίες, η σωστή ταξινόμηση γίνεται πάνω από το ένα τρίτο των περιπτώσεων, η ταξινόμηση με μικρό σφάλμα περίπου το 40% των περιπτώσεων, ενώ η λανθασμένη κατά 2 κατηγορίες και πάνω ταξινόμησης είναι στο 20% των περιπτώσεων.



Διάγραμμα 4.6. Σταθμισμένος μέσος όρος επιτυχούς ταξινόμησης για όλες τις κατηγορίες.

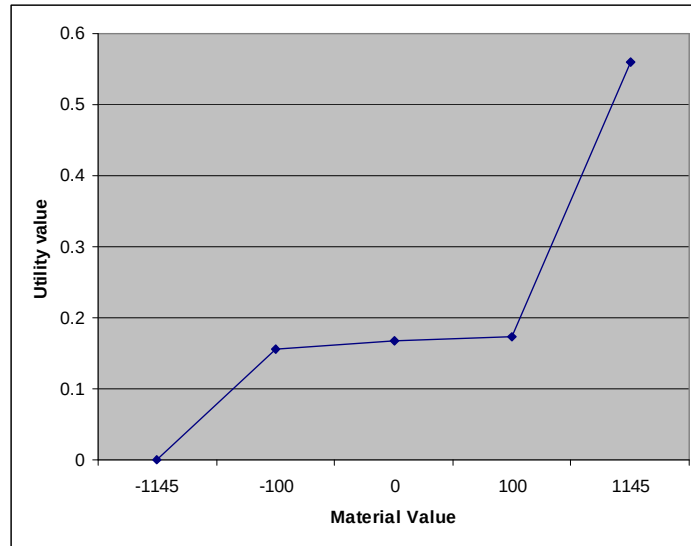
4.2 Συνάρτηση αξιολόγησης

Το αποτέλεσμα της μεθόδου ήταν μια προσθετική συνάρτηση αξιολόγησης. Το πιο σημαντικό κριτήριο ήταν το υλικό, και δεύτερο πιο σημαντικό η θέση του βασιλιά. Το τρίτο πιο σημαντικό κριτήριο, ήταν η κινητικότητα των κομματιών. Η ανάλυση έγινε μέχρι τέταρτο δεκαδικό ψηφίο.



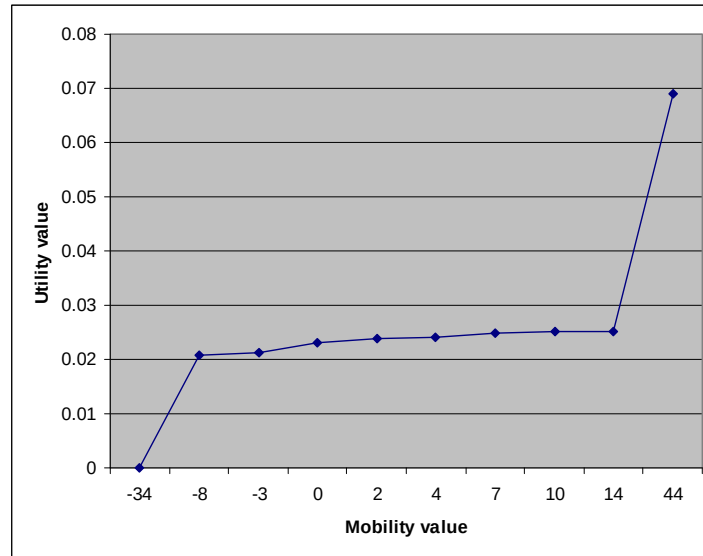
Διάγραμμα 4.7: σημαντικότητα κριτηρίων.

Μια παρατήρηση είναι ότι τα διακριτά κριτήρια είχαν την μικρότερη αναλογικά σημαντικότητα. Τα όρια μεταξύ των κριτηρίων, ειδικά στα κριτήρια θέσης, ανάπτυξης, πιονιών και κινητικότητας ήταν πολύ κοντά το ένα στο άλλο, αλλά τα όρια ήταν ευδιάκριτα. Τα περισσότερα όρια είναι συγκεντρωμένα στις ενδιάμεσες τιμές, συνήθως γύρω από το μηδέν. Ένα ενδιαφέρον στοιχείο είναι ότι σχεδόν σε όλα τα κριτήρια η αξία που δίνει το κριτήριο για τις τιμές από το κάτω όριο μέχρι τις κεντρικές τιμές είναι σχεδόν ίδια με την επιπλέον αξία που δίνει το κριτήριο για τις από τις κεντρικές τιμές μέχρι το πάνω όριο. Έτσι, μπορούμε να πούμε ότι τα κριτήρια είναι πιο συμμετρικά ως προς την προσθετική αξία. Στα διαγράμματα 4.8 έως 4.16 παρουσιάζονται ένα προς ένα τα κριτήρια και η αξία που δίνεται ανάλογα με την τιμή του κάθε κριτηρίου.



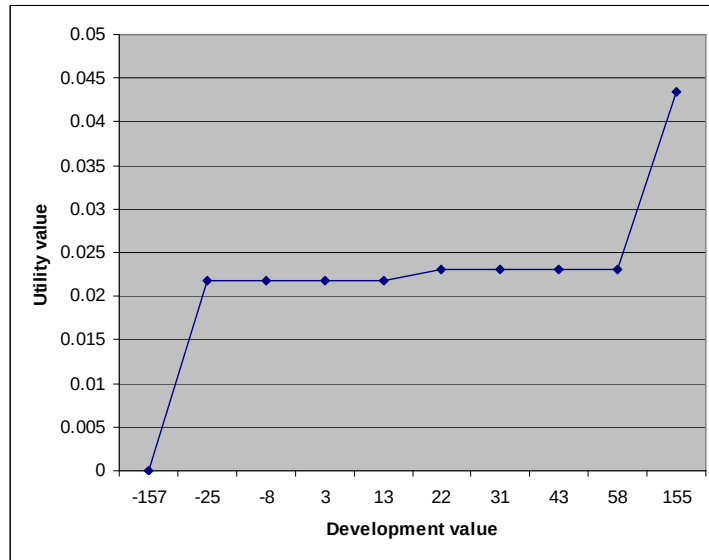
Διάγραμμα 4.8: Αξία κριτηρίου υλικού ανα τιμή.

Το κριτήριο υλικό είναι απόλυτα συμμετρικό ως προς τα όρια. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στα δεδομένα. Σύμφωνα με το μοντέλο το να έχει κάποια πλευρά μια βασίλισσα και λίγο παραπάνω υλικό είναι ισοδύναμο με το να έχει κάποια πλευρά μια βασίλισσα και πολύ παραπάνω υλικό. Αυτό σαν σκακιστική πρακτική είναι σωστό, καθώς δεν είναι απαραίτητο μια πλευρά να έχει περισσότερο από αυτό το πλεονέκτημα για να θεωρείται σαφώς καλύτερη. Στις κεντρικές τιμές, η διαφορά από το να έχει ένα πόνι (100 πόντους) περισσότερο η μια πλευρά από την άλλη είναι στις περίπου 0.01% της τελικής αξιολόγησης. Στις τιμές που δεν συμπεριλαμβάνονται στις κεντρικές, δηλαδή από το -100 ως το +100 το κριτήριο αυτό δίνει πολύ μεγαλύτερο πλεονέκτημα στην πλευρά που το έχει.



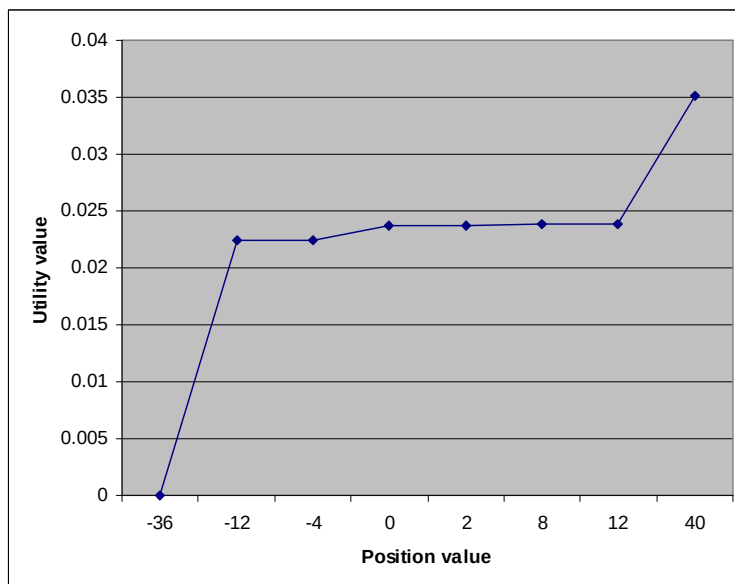
Διάγραμμα 4.9: Αξία κριτηρίου χώρου ανα τιμή.

Το κριτήριο κινητικότητα (mobility) είναι αρκετά συμμετρικό. Εδώ, η μέγιστη αξία που μπορεί να δώσει είναι περίπου στο 0.07, δηλαδή λιγότερο από το ότι δίνει το ένα πόνι της προηγούμενης κατηγορίας. Αυτό το κριτήριο θέλει προσοχή στην εφαρμογή του. Στις περιπτώσεις που ο ένας βασιλιάς απειλείται, οι διαθέσιμες κινήσεις της πλευράς αυτής μειώνονται δραματικά. Έτσι θα πρέπει να υλοποιηθεί με τρόπο που να αποφεύγεται αυτό. Στο δικό μας τελικό πρόγραμμα στις περιπτώσεις απειλής του βασιλιά προστίθεται η αξία για την μεσαία τιμή (μηδέν), δηλαδή 0.023.



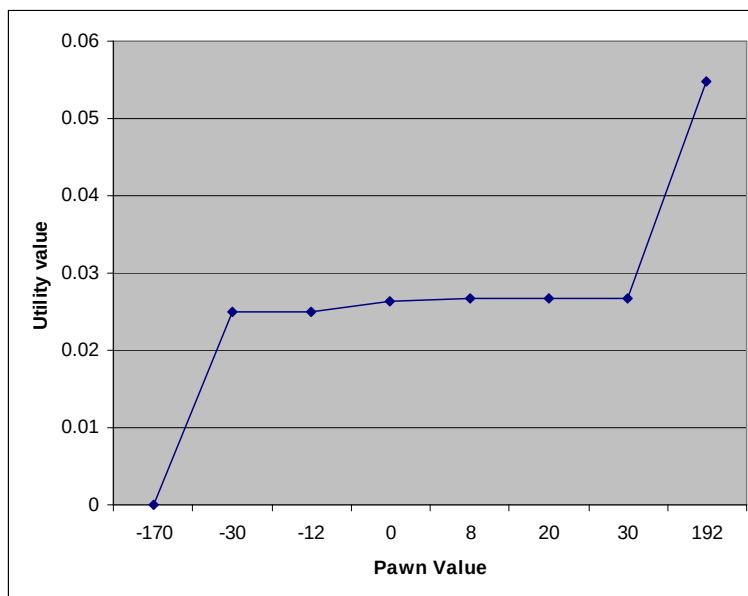
Διάγραμμα 4.10: Αξία κριτηρίου ανάπτυξης ανα τιμή.

Το κριτήριο της ανάπτυξης είχε κάποιες φορές μικρή ή καθόλου διαφορά στις αξίες. Η αξία που έδινε το κριτήριο για τις τιμές από μείον είκοσι πέντε, έως την τιμή 13 ήταν η ίδια, 0.218. αυτό έγινε και για τις τιμές από 22 ως 31, και 43 ως 58. Η τελική αξία που προσέθετε στο μοντέλο μας ήταν 0.0434.



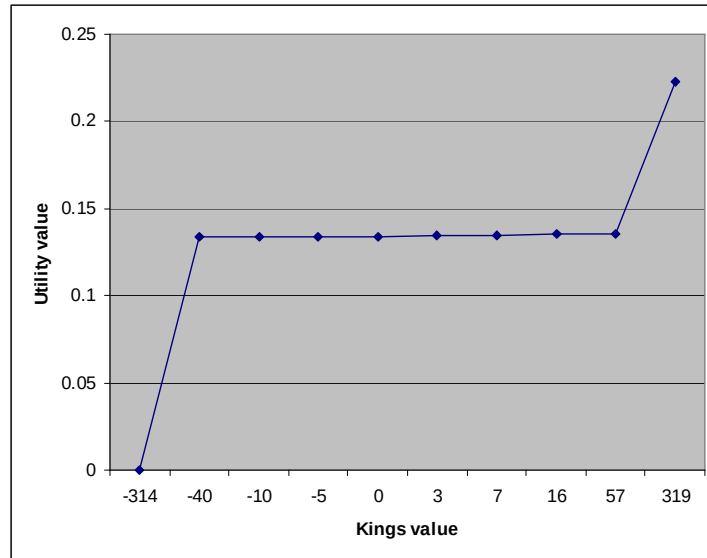
Διάγραμμα 4.11: Αξία κριτηρίου θέσης ανα τιμή.

Στο κριτήριο της θέσης είχαμε 6 αντί για 8 ενδιάμεσα όρια. Ακόμα και με λιγότερα όρια σε κάποιες περιπτώσεις η αξία που έδινε το κριτήριο σε ένα όριο ήταν ίδια με την αξία που έδινε στο επόμενο όριο. Στις τιμές -12 έως -4, 0 έως 2, και 8 έως 12 δίνει την ίδια αξία, 0.0224, 0.0237, και 0.0238 αντίστοιχα. Η μέγιστη αξία είναι 0,0351.



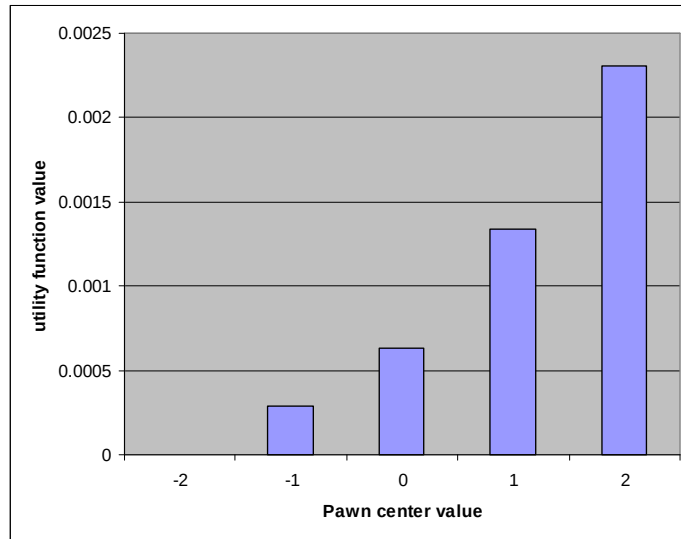
Διάγραμμα 4.12: Αξία κριτηρίου πιονιών ανα τιμή.

Το κριτήριο πιονιών, αντίθετα με τα δυο προηγούμενα, είχε οχτώ όρια. Ακόμα και έτσι υπήρχαν όρια στα οποία η μερική αξία ήταν ίδια με του προηγούμενου ορίου. Στις τιμές από -30 ως -12, 8 έως 30, η προσθετική αξία ήταν αντίστοιχα 0.0249 και 0.0674 αντίστοιχα. Η μέγιστη αξία που θα μπορούσε να πάρει από αυτό το κριτήριο είναι 0.0547.



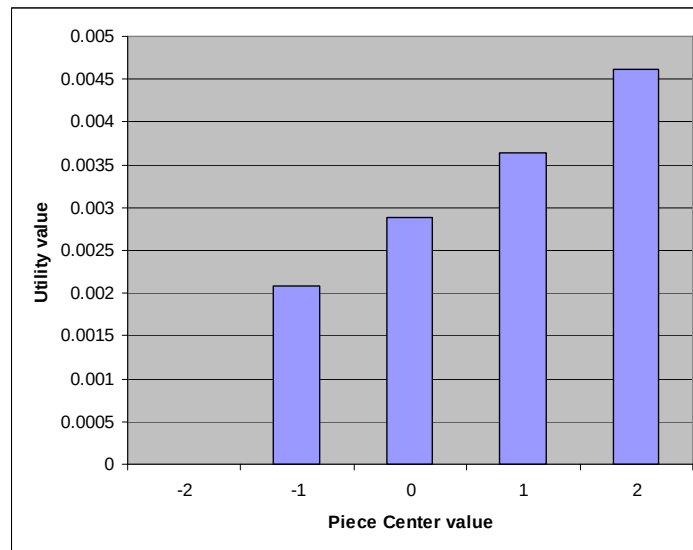
Διάγραμμα 4.13: Αξία κριτηρίου ασφάλειας του βασιλιά ανα τιμή.

Το δεύτερο σε σημαντικότητα κριτήριο είναι η ασφάλεια του βασιλιά. Η μερική αξία αυτού του κριτηρίου αυξάνεται πολύ στις ακραίες τιμές, ενώ μένει σχεδόν σταθερή στις ενδιάμεσες. Αυτό είναι φυσιολογικό να συμβαίνει, γιατί οι ακραίες τιμές αυτού του κριτηρίου πρέπει να οδηγούν σε ακραία (κατηγορίες 1 ή 5) ταξινόμηση του στοιχείου αυτού. Και σε αυτό το κριτήριο έχουμε τιμές που δίνουν την ίδια αξία στην συνάρτηση, οι τιμές από -40 έως -10, 3 έως 7, δίνουν αντίστοιχα 0.1336 και 0.1346 αντίστοιχα. Η μέγιστη τιμή είναι στο 0.2227.



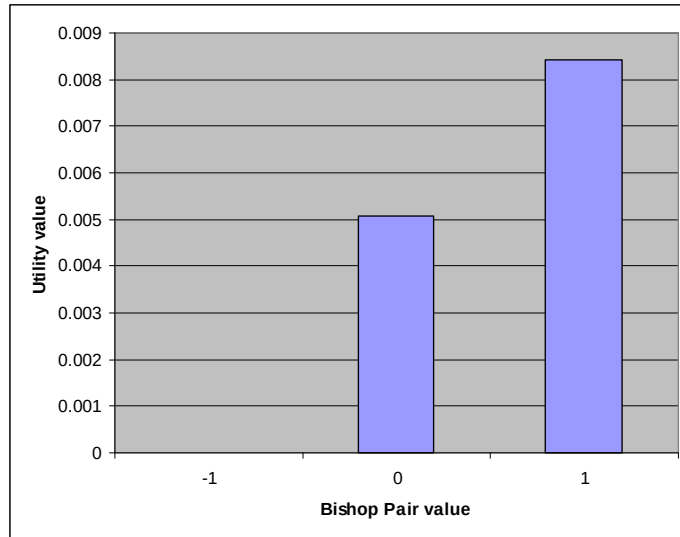
Διάγραμμα 4.14: Αξία κριτηρίου κέντρου πιονιών ανα τιμή.

Το κριτήριο “κέντρο πιονιών” είναι το διακριτό κριτήριο με την μικρότερη σημασία. Η μέγιστη αξία που μπορεί να πάρει είναι 0.0025, και είναι μικρότερο από την διαφορά ενός πιονιού (100 μονάδες στο υλικό).



Διάγραμμα 4.15: Αξία κριτηρίου κέντρου κομματιών ανα τιμή.

Το κριτήριο “κέντρο κομματιών” έχει πολύ μικρή σημασία. Αυτό τις περισσότερες φορές οδηγεί σε ανοιχτό παιχνίδι, χωρίς πολλά πόνια στο κέντρο που εμποδίζουν τις κινήσεις πιονιών. Η μέγιστη αξία που μπορεί να δώσει είναι 0.005.



Διάγραμμα 4.16: Αξία κριτηρίου ζεύγους αξιωματικών ανα τιμή.

Το ζεύγος των δύο αξιωματικών είναι το τελευταίο κριτήριο, το πιο σημαντικό από τα διακριτά. Αν και δεν εμφανίζεται σε όλες τις περιπτώσεις στις περιπτώσεις που δεν εμφανίζεται παίρνει τιμή μηδέν, και άρα αξία του κριτηρίου περίπου στο 0.005.

4.3 Παρατηρήσεις πάνω στην αντικειμενική συνάρτηση

Τα περισσότερα κριτήρια είναι σχετικά συμμετρικά. Αυτό σημαίνει ότι η αξία που δίνει το μοντέλο στις περιπτώσεις που ο μαύρος προηγείται σε ένα κριτήριο είναι περίπου ίση με την παραπάνω αξία που δίνει όταν ο λευκός προηγείται σε ένα κριτήριο. Αυτό ήταν επιθυμητό να συμβεί, με τη λογική ότι μια θέση θα πρέπει να είναι περίπου ίδια η αξιολόγησή της ακόμα και αν αντιστραφεί η θέση. Ένα σημαντικό στοιχείο είναι ότι με το μοντέλο αυτό δύσκολα θα κάνει μεγάλες θυσίες υλικού εναντίων του αντίπαλου βασιλιά, εκτός αν οδηγούν σε πολύ άσχημη θέση αυτού. Σε σύγκριση με άλλα προγράμματα που δημιουργήθηκαν από αυτή την μέθοδο αυτό οδήγησε σε καλύτερα αποτελέσματα, και γενικότερα πιο ορθολογικό παιχνίδι. Επίσης, σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, αν σε μια θέση έχει κάποιος την απόλυτη υλική υπεροχή, αυτό μπορεί να υπερσκιιάσει όλα τα άλλα κριτήρια. Αυτό, σε συνδυασμό με την εξ ορισμού αξιολόγηση των θέσεων ματ ως κάποιον πολύ μεγάλο αριθμό οδηγεί σε πιο ισορροπημένο παιχνίδι.

Η προσαρμογή στο πρόγραμμα έγινε μέχρι 4^{ου} δεκαδικού ψηφίου. Η χρήση παραπάνω ψηφίων θα κατέληγε σε πολύ μεγάλους αριθμούς (αριθμοί από δέκα έως πενήντα

χιλιάδες θα ήταν συχνοί) και σε πολύ αργό πρόγραμμα. Χρήση λιγότερων δεκαδικών ψηφίων θα παρέλειπε μέρος της πληροφορίας. Μπορεί να σημειωθεί, ότι σε πολλές περιπτώσεις η προτίμηση μιας θέσης ενάντια σε μια άλλη είναι της τάξης αριθμών κάτω από δέκα.

Οι θέσεις με λίγο υλικό δεν είχαν χρησιμοποιηθεί στο δείγμα εκμάθησης. Αυτό έγινε κυρίως λόγω της διαφορετικής φύσης του κριτηρίου του βασιλιά ανάλογα με την ποσότητα των κομματιών. Στο πρόγραμμα μας το κριτήριο της ασφάλειας του βασιλιά απλοποιείται σε θέσεις με λιγότερο υλικό. Στην ουσία μετατρέπεται σε θέση βασιλιά, και αντιμετωπίζεται σαν ένα ακόμα κομμάτι. Εξαιτίας αυτού οι θέσεις φινάλε εξαιρούνται από τα πειραματικά αποτελέσματα, και η ανάλυση σταματάει σε ένα σημείο που υπάρχει σαφές πλεονέκτημα της μιας πλευράς, αλλά με ικανοποιητικό υλικό, από μια βασίλισσα και παραπάνω στην κάθε πλευρά.

Κεφάλαιο 5: Πειραματικά αποτελέσματα

5.1 Εισαγωγή

Ένας έγκυρος και διαδεδομένος τρόπος αξιολόγησης είναι της τελικής συνάρτησης είναι η σύγκρισή του τελικού σκακιστικού προγράμματος με άλλα ήδη υπάρχοντα. Για να είναι σίγουρο ότι η σύγκριση θα μείνει μόνο στην αντικειμενική συνάρτηση, θα πρέπει τα υπόλοιπα μέρη των προγραμμάτων να είναι ίδια. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, θα πρέπει το βάθος αναζήτησης να είναι και στα 2 αντιμέτωπα προγράμματα, να χρησιμοποιείται ο ίδιος αλγόριθμος αναζήτησης, και τυχόν άλλες διαφοροποιήσεις να περιοριστούν (για παράδειγμα ο αλγόριθμος static exchange evaluation, βιβλίο ανοιγμάτων, βιβλίο φινάλε).

Οι δοκιμές αυτές μπορούν να γίνουν με το κατάλληλο γραφικό πρόγραμμα. Χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Winboard που δίνει την δυνατότητα για έλεγχο κινήσεων, και ήδη υπάρχουσας βάσης ανοιγμάτων. Επίσης είναι πολύ πρακτικό για τα ματς πολλών παρτίδων μεταξύ υπολογιστών, δίνοντας την δυνατότητα για πολλές παρτίδες.

Έτσι για σύγκριση με το τελικό πρόγραμμα που η συνάρτηση αξιολόγησή του προήλθε από την μέθοδο UTADIS (στο εξής αναφέρεται ως UTADess) χρησιμοποιήθηκαν δύο προγράμματα με διαφορετική συνάρτηση αξιολόγησης. Το πρώτο είχε περιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης, και το δεύτερο είχε πλήρη κριτήρια αξιολόγησης με την σημαντικότητα τους ορισμένη από πριν. Θα τα ονομάσουμε πρόγραμμα **Dummy** και **Hand Tuned** για ευκολία.

Πίνακας 5.1: Κριτήρια για σκακιστικά προγράμματα Dummy και Hand Tuned

Κριτήρια	Dummy	Hand Tuned
Υλική υπεροχή	Όπως περιγράφεται	Όπως περιγράφεται
Ασφάλεια βασιλιά	Απόσταση αντιπάλων κομματιών. Θέση στην	Όπως περιγράφεται
Αδύνατά/ελεύθερα πιόνια	σκακιέρα. Ασπίδα πιονιών.	Όπως περιγράφεται
Κέντρο πιονιών	Όπως περιγράφεται	Όπως περιγράφεται
Position	Καθόλου.	Όπως περιγράφεται
Ζεύγος αξιωματικών	Πύργος πίσω από ελεύθερα πιόνια	Όπως περιγράφεται
Κέντρο κομματιών	Πάντα, ανεξάρτητα από ανοιχτό/κλειστό κέντρο	Όπως περιγράφεται
Mobility	Καθόλου	Όπως περιγράφεται
	Καθόλου	

Δοκιμαστικά έγινε ένα ματς ανάμεσα στα δύο αυτά προγράμματα. Το βάθος αναζήτησης ήταν 4 κινήσεις, 2 του λευκού και 2 του μαύρου σε κάθε περίπτωση. Χρησιμοποιήθηκε η βάση ανοιγμάτων που παρέχει το Winboard, για την εξασφάλιση της διαφορετικής σειράς κινήσεων σε κάθε παρτίδα. Το Hand Tuned κέρδισε με 7 νίκες, 2 ήττες και μια ισοπαλία. Οι δύο ήττες και η ισοπαλία έγιναν με κερδισμένη θέση στην διάρκεια του φινάλε. Συνολικά, μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα ότι αυτή η πιο σύνθετη αξιολόγηση του προγράμματος Hand Tuned οδήγησε στα καλύτερα αποτελέσματα, και επίσης ότι είναι καλύτερη από την συνάρτηση αξιολόγησης του Dummy.

5.2 Αποτελέσματα και παρτίδες Dummy vs UTADess

Οι παρτίδες έγιναν με τις ίδιες ρυθμίσεις για το κάθε πρόγραμμα. Με περιορισμένο ορίζοντα αναζήτησης στις 4 κινήσεις, που μπορεί να οδηγούσε σε λάθη εξαιτίας του στατικού ορίζοντα, με κοινή βάση ανοιγμάτων για τις πρώτες 14 κινήσεις, και χωρίς διαδικασία αλγορίθμου SEE (static exchange evaluation). Τα αποτελέσματα ήταν ανάμεικτα. Σε πολλές περιπτώσεις έγινε εμφανής η απουσία του αλγορίθμου see, που χρησιμοποιείται για αύξηση του ορίζοντα αναζήτησης. Η γενικότερη υπεροχή του

προγράμματος UTADess αποδεικνύεται και από το αποτέλεσμα του ματς, το οποίο έληξε 4-3 υπέρ του, με μια ισοπαλία. Κάποιες φορές το πρόγραμμα έκανε κινήσεις χωρίς κάποια λογική. Αυτές σημειώνονται στις παρτίδες που ακολουθούν, και αφορούν κυρίως κινήσεις του βασιλιά που σκοπό είχαν να βελτιώσουν την ασφάλειά του. Λόγω των πολλών τιμών που δίνουν την ίδια αξία στην τελική συνάρτηση, πολλές φορές επιλεγόταν μια κίνηση που έδινε την ίδια αξία στην τελική συνάρτηση, αλλά το κριτήριο έπαιρνε μικρότερη τιμή. Η κίνηση αυτή επιλεγόταν απλά και μόνο γιατί η διαδικασία αναζήτησης περνούσε πρώτα από αυτή.

Στο Παράρτημα 1 παραθέτουμε ενδεικτικά κάποιες παρτίδες, με διάγραμμα στην θέση που έγινε μια αποφασιστική κίνηση.

5.3 Αποτελέσματα και παρτίδες UTADess VS Hand Tuned

Το ματς μεταξύ του προγράμματος Hand Tuned και του UTADess είχε πολλαπλό ενδιαφέρον. Το προφανές ενδιαφέρον είναι η αντιμετώπιση ενός ανώτερου προγράμματος από το dummy. Το πιο σημαντικό είναι ότι τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν βγήκαν από την συνάρτηση του HandTuned. Έτσι στην ουσία το HandTuned ήταν η μήτρα του προγράμματος UTADess. Τα αποτελέσματα ήταν αρκετά ενδιαφέροντα. Εξαιτίας της πιο περίπλοκης συνάρτησης αξιολόγησης του HandTuned ήταν αναμενόμενο το πρόγραμμά μας να έχει χειρότερα αποτελέσματα. Παρόλα αυτά, σε 10 αγώνες το αποτέλεσμα ήταν το κοντινό $5 \frac{1}{2} - 4 \frac{1}{2}$ υπέρ του Hand Tuned. Το αποτέλεσμα αυτό είναι ενθαρρυντικό, με καλύτερα αποτελέσματα από το Dummy. Παρόλα αυτά, η μέθοδος δεν κατόρθωσε να βελτιώσει το παιχνίδι του Hand Tuned.

Τα προβλήματα που αντιμετώπισε το πρόγραμμα μας ενάντια στο Dummy εμφανίστηκαν και σε αυτές τις παρτίδες.

Το τόσο κοντινό score στις παρτίδες μεταξύ αυτών των προγραμμάτων μπορεί να σημαίνει την σχεδόν ισάξια συνάρτηση αξιολόγησης. Αν εξαιρέσει κανείς τις κινήσεις του βασιλιά στο πρόγραμμα UTADess, θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι σχεδόν ισάξια προγράμματα. Οι 10 παρτίδες του ματς, είναι ένας ικανοποιητικός αριθμός, αλλά τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να οφείλονται και στις τυχαίες επιλογές των ανοιγμάτων του προγράμματος WinBoard. Με μια μεγαλύτερη βάση ανοιγμάτων, και μια βάση φινάλε θα μπορούσαν να εξαχθούν ακριβέστερα αποτελέσματα.

Στο Παράρτημα 2 υπάρχουν αυτές οι 10 παρτίδες, με ένα διάγραμμα σε μια χαρακτηριστική θέση. Σημειώνεται ότι και εδώ οι παρτίδες θεωρήθηκε ότι έληξαν όταν είχαν φτάσει στο τελικό στάδιο της παρτίδας.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

Σε αυτή την εργασία έγινε προσπάθεια να βρεθεί μια γενική λύση στο περίπλοκο ζήτημα της αξιολόγησης θέσεων στο σκάκι, με βάση στατική αξιολόγηση θέσεων. Το ότι η διαδικασία εκμάθησης γίνεται με στατικές θέσεις δημιουργεί προβλήματα. Το σκάκι είναι ένα παιχνίδι αξιολόγησης, όσο και αναζήτησης, και οι θέσεις που χρησιμοποιήθηκαν είχαν αναγκαστικά μόνο το δεύτερο συστατικό. Το μεγαλύτερο ποσοστό αποτυχίας στο θεωρητικό κομμάτι οφείλεται στην ίδια την φύση των δεδομένων, κάτι που δεν είναι δυνατό να αλλάξει. Για να είχαμε καλύτερα αποτελέσματα θα έπρεπε τα δεδομένα να είναι σε τελικές θέσεις, και όχι σε θέσεις που για να αξιολογηθούν θα πρέπει να γίνει αναζήτηση.

Ακόμα και με αυτές τις ελλείψεις, τα αποτελέσματα του μοντέλου ήταν ενθαρρυντικά για ένα ακόμα λόγο. Το μεγαλύτερο ποσοστό των λάθος ταξινομήσεων ήταν σε κατηγορία κοντά στην κατηγορία που ήταν η κατηγορία που τα είχε ταξινομήσει η βάση ανοιγμάτων.

Η σωστή πρόβλεψη σε ένα μεγάλο μέρος των αρχικών δεδομένων, συγκριτικά με άλλα προγράμματα, με βάση το δημιουργημένο μοντέλο δεν σημαίνει απλά την καλύτερη προσαρμογή πάνω σε αυτά τα δεδομένα. Το πλήθος και το εύρος των αρχικών δεδομένων είναι αξιόπιστο, και αρκετό για να βγουν συμπεράσματα και για μεγαλύτερο αριθμό θέσεων. Αυτό αποδεικνύει και την υπεροχή ενός προγράμματος που δημιουργείται από την μέθοδο UTADIS σε σχέση με προγράμματα που δεν προκύπτουν από κάποια αντίστοιχη μέθοδο.

Η τελική μορφή της συνάρτησης ως προσθετική συνάρτηση προσομοιάζει πολύ την σκέψη του σκακιστή. Είναι πολύ πιο κοντά από κάποιο γραμμικό μοντέλο το οποίο έχει ένα σταθερό συντελεστή αύξησης. Από αυτή την σκοπιά, το μοντέλο που προκύπτει είναι πολύ πιο κοντά στην τεχνητή νοημοσύνη από τα προγράμματα που προκύπτουν από γραμμικά και μη γραμμικά μοντέλα.

Τα γενικά καλά αποτελέσματα σκακιού του UTADess αφήνουν ελπίδες για την περαιτέρω έρευνα. Μπορεί να μην υπήρξε σαφής υπεροχή του προγράμματός μας ενάντια στα άλλα σκακιστικά προγράμματα, αλλά αυτή η μικρή διαφορά που είχε

αφήνουν ελπίδες ότι η μέθοδος αυτή μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση του αρχικού μας προγράμματος.

Περαιτέρω έρευνα θα μπορούσε να γίνει με διάφορους τρόπους, μερικοί από τους οποίους είναι οι εξής:

- Επαναπροσδιορισμός των κριτηρίων, είτε διαχωρίζοντας μερικά, είτε προσθέτοντας κάποιες παραπάνω λεπτομέρειες
- Αλλαγή του δείγματος εκμάθησης σε διαφορετική βάση παρτίδων, η οποία θα μπορούσε να είναι πιο πρόσφατη, πιο αναλυτική, με διαφορετική φύση αξιολογημένων θέσεων, ή ακόμα και πιο μεγάλη.
- Σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα αποτελέσματα από άλλες μεθόδους ανάλυσης, όπως τα νευρωνικά δίκτυα

Τελικώς, παρά τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα, για να βγουν περισσότερα συμπεράσματα σχετικά με την χρήση πολυκριτηριακών μεθοδολογιών στο σκάκι χρειάζεται περισσότερη έρευνα για να καταλήξει αν οι μεθοδολογίες αυτές μπορούν να φτάσουν σε καλύτερα αποτελέσματα από την μη χρήση διαδικασιών βελτιστοποίησης. Η έρευνα αυτή ήταν η πρώτη, σύμφωνα με τις γνώσεις μας, που ασχολήθηκε μέσω αυτής της προσέγγισης με την αξιολόγηση θέσεων στο σκάκι, και ως τέτοια μπορεί να κριθεί.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adelson-Velsky, G. Arlazarov, V. Bitman, A. Zhivotovsky, A. Uskov,
A. (1970), "Programming a Computer to Play Chess". *Russian Mathematical Surveys*, Vol. 25, pp. 221-262
- Althöfer, I. et al (1990) "An incremental negamax algorithm" *Artificial Intelligence* Volume 43, Issue 1, Pages 57–65
- Capablanca, J.R. (1935) *A Primer of Chess*. Harcourt, Brace And Company- New York
- Cracraft, S. (1984) , "Bitmap Move Generation in Chess" *ICCA Journal*, Vol. 7, No. 3, pp. 146-153
- David-Tabibi, O. Koppel, M. Netanyahu, N. (2008). "Genetic algorithms for mentor-assisted evaluation function optimization" *Proceedings of the 2008 Genetic and Evolutionary Computation Conference*, pages 1469–1476. Atlanta, GA, July 2008
- David-Tabibi, O. Koppel, M. Netanyahu N. (2009) "Simulating Human Grandmasters: Evolution and Coevolution of Evaluation Functions" *ACM Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO '09)*, pp. 1483 - 1489, Montreal, Canada
- Degroot, A. (1965) *Thought and Choice in Chess*, Mouton publishers, The Hague
- Donninger, C. (1993). "Null Move and Deep Search: Selective-Search Heuristics for Obtuse Chess Programs" *ICCA Journal*, vol 16, no 3, pp. 137-143.
- Doumpos, M. and Zopounidis C. (2002). "Multicriteria Decision Aid Classification Methods." *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht
- Gomboc, D. Marsland, T. A. Buro, M. (2003) "Evaluation function tuning via ordinal correlation" *Advances in Computer Games Conference*, volume 10, 1–1
- Grob R. et al (2002) "Evolving chess playing programs", *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference*, pp. 740-747
- Hsu, F.-h. Anantharman, T.S. Campbell, M.S. Nowatzky A. (1990) "Deep Thought", in: T.A. Marsland, J. Schaeffer (Eds.), *Computers, Chess, and Cognition*, Springer, Berlin, 1990, pp. 55–78
- Hyatt, R. (1999), "Rotated bitmaps, a new twist on an old idea", *ICCA Journal*, Vol. 22, No 4, (213-222).

- Jacquet-Lagrèze, E. and Siskos, J. (1978), Une methode de construction de fonctions d'utilite additives explicatives d'une preference globale. *Cahier du LAMSADE*, no. 16, Universite de Paris-Dauphine, Paris
- Jacquet-Lagrèze, E., Siskos, Y (1982). "Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision making: The UTA method." *European Journal of Operational Research* 10, 151-164
- Junghanns, A. Schaeffer, J. (1997), "Search versus knowledge in game-playing programs revisited". Proceedings of the 15th International Joint *Conference on Artificial Intelligence* (IJCAI-97), Vol 1, pp. 692-697.
- Kannan, P. (2007) Magic move-bitboard generation in computer chess, Preprint. Casual paper. Available at www.pradu.us/old/Nov27_2008/Buzz/research/magic/Bitboards.pdf.
- Kaufman, L (1999), "The Evaluation of Material Imbalances", *Chess Life* March 1999, retrieved 2006-06-21
- Kendall G. and Whitwell G. (2001) "An evolutionary approach for the tuning of a chess evaluation function using population dynamics" proceedings of Congress on *Evolutionary Computation*, pp. 995–1002.
- Korf, R. (1985), "Depth-first Iterative-Deepening: An Optimal Admissible Tree Search." *Artificial Intelligence* Volume 27, Issue 1, September 1985, Pages 97–109
- Kotov, A. (1973) *Play like a Grand master*. Batsford Chess Books
- Pachman, L. (1975) *Complete Chess Strategy*, Cornerstone Library,
- Reinefeld, A. (1983). "An Improvement to the Scout Tree-Search Algorithm" *ICCA Journal*, Vol. 6, No. 4, pp. 4-14
- Shannon, C. (1950) "Programming a Computer for Playing Chess" *Philosophical Magazine*, Ser.7, Vol. 41, No. 314 - March 1950
- Thrun, S. (1995). Learning to play the game of chess. In Tesauro, G., Touretzky, D. S., & Leen, T. K. (Eds.), *Advances in Neural Information Processing Systems 7* Cambridge, MA. The MIT Press.

Znosko-Borovsky, E. (1922) *The Middle Game in Chess* Dover Chess Publications,
London

Zorbist A. et al (1969), “A New Hashing Method with Application for Game Playing”
Technical Report #88, Computer Science Department, The University of
Wisconsin, Madison, WI, USA. Reprinted (1990) in *ICCA Journal*, Vol. 13, No.
2, pp. 69-73

Παράρτημα 1 Παρτίδες Utadess εναντίων Dummy

[Round "1"]

[White "utadess"]

[Black "dummy"]

[Result "1/2-1/2"]

1.d4 Nf6 2. c4 e6 3. Nf3 b6 4. g3 Ba6 5. b3 Bb4+ 6. Bd2 Be7 7. Bg2 c6 8. Bc3 d5 9. Qd3 dxc4 10. bxc4 O-O 11. Bd2 Qd6 12. Bc3 Nbd7 13. Ng5 h6 14. Nh3 Nd5 15. Bd2 Nb4 16. Qc3 Qc7 17. a3 Nd5 18. cxd5 exd5 19. Bxd5 Nb8 20. Bf4 Qb7 21. Be4 Bb5 22. a4 Ba6 23. Kf1 Qd7 24. Ng1 Rd8 25. Be3 Bd6 26. Qc2 Bb7 27. f3 Na6 28. Nd2 Nb4 29. Qb1 Nd5 30. Bf2 Nf6 31. Bf5 Qc7 32. Nc4 Rab8 33. Nh3 c5 34. dxc5 Bxc5 35. Be1 Bd5



36. Qd3 Be4 37. Bxe4 Rxd3 38. Bxd3 Qd7 39. Kg2 Rd8 40. Bc3 Qc6 41. Nf4 Be7 42. Rhe1 Ng4 43. h3 Ne3+ 44. Kh1 Nxc4 45. e4 g5 46. Nd5 Qe6 47. Nxe7+ Qxe7 48. Bxc4 Rc8 49. Bxf7+ Qxf7 50. Re3 Qb3 51. Bd4 Qe6 52. g4 Rc4 53. Bb2 ½-½-

Στο αποφασιστικό σημείο της παρτίδας, και ενώ ο λευκός ήταν καλύτερος, έπαιξε μια κίνηση που αντάλλαξε μια βασίλισσα για έναν αξιωματικό και έναν πύργο, καταλήγοντας σε φινάλε που με σωστό παιχνίδι θα ήταν ισόπαλο. Επίσης, στην κίνηση 44 του λευκού, βρίσκουμε ένα παράδειγμα του προβλήματος που δημιουργεί η αναζήτηση συγκεκριμένου οριζόντα.

[Round "2"]

[White "dummy"]

[Black "utadess"]

[Result "0-1"]

1.e4 c6 2. d4 d5 3. Nd2 dxe4 4. Nxe4 Bf5 5. Ng3 Bg6 6. h4 h6 7. Nf3 Nd7 8. h5 Bh7 9. Bd2 Ngf6 10. Bb4 e6 11. Bxf8 Kxf8 12. Bc4 Qa5+ 13. c3 Nb6 14. b4 Qa3 15. Qb3 Nxc4 16. Qxc4 Rd8 17. O-O Kg8 18. Rfc1 Ne4



19. Rd1 Qxc3 20. Qxc3 Nxc3 21. Rdc1 Nd5 22. Rc4 Bd3 23. Rc5 Nxb4 24. Rd1 0-1

Στην κίνηση 11 του μαύρου φαίνετε για πρώτη φορά το πρόβλημα στο κριτήριο "ασφάλεια του βασιλιά". Η πιο λογική επιλογή θα ήταν να γίνει φάγωμα του κομματιού από τον πύργο, για να υπάρχει δυνατότητα μεγάλου ροκέ. Όμως οι ίσες τιμές σε πολλά σημεία του κριτηρίου αυτού οδήγησε σε κίνηση του βασιλιά, με μια μικρή βελτίωση στο κριτήριο αυτό, αντί για την αρκετά μεγαλύτερη βελτίωση που θα είχε στο κριτήριο αυτό η κίνηση του πύργου. Αυτό σαν πρόσθεση αξίας δεν είχε διαφορά στην τελική αντικειμενική συνάρτηση, και το πρόγραμμα επέλεξε την πρώτη κίνηση που υπήρξε στην διαδικασία αναζήτησης.

Η παρτίδα σταμάτησε στην 24 κίνηση, μια και η παρτίδα είχε μπει στο τελικό στάδιό της (φινάλε) με σαφές πλεονέκτημα του μαύρου.

[Round "3"]

[White "utadess"]

[Black "dummy"]

[Result "0-1"]

1. d4 Nf6 2. Nf3 g6 3. c4 Bg7 4. g3 c6 5. Bg2 O-O 6. Nc3 d5 7. Qb3 Qb6 8. Qxb6 axb6 9. cxd5 Nxd5 10. O-O Nxc3 11. bxc3 e6 12. e4 Nd7 13. Be3 Ra3



14. Rfb1 Rxc3 15. Nd2 Bf6 16. a3 Rd8 17. a4 Rc2 18. f4 Bxd4 19. Bxd4 Rxd2 20. Bc3 Rc2 21. Bb4 e5 22. Bd6 exf4 23. gxf4 Rd2 24. Bb4 Rd4 25. Bh3 Rxe4 26. Bd6 f5 27. Bg2 Re2 28. Bc7 Rde8 29. Rd1 Rc2 30. Ra3 Ree2 31. Rg3 Ra2 32. a5 bxa5 33. Rb1 Nc5 34. Bd6 Nd7 35. Rd1 Nf6 36. Bc7 Bd7 37. Rb1 b5 0-1

Λάθος κίνηση του λευκού στην 13 κίνηση, που χάνει πιόνι, και μαζί με αυτό την παρτίδα.

[Round "4"]

[White "dummy"]

[Black "utadess"]

[Result "1-0"]

1. d4 Nf6 2. c4 e6 3. g3 d5 4. Bg2 Be7 5. Nf3 O-O 6. O-O c6 7. Qc2 Nbd7 8. Rd1 b6 9. cxd5 Nxd5 10. Qxc6 Ba6 11. Nc3 Rc8 12. Qa4 Nb4 13. e4 Bd6 14. Be3 b5 15. Nxb5 Nb6



16. Qa5 Bxg3 17. hxg3 Qe7 18. a3 Nc4 19. Qxb4 Qxb4 20. axb4 Bxb5 21. Rxa7 Nxb2 22. Rc1 Ra8 23. Rxa8 Rxa8 24. Bf1 Bxf1 25. Kxf1 Nd3 26. Rc7 Nxb4 27. Ne5 1-0

Τα προβλήματα που δημιουργεί ο συγκεκριμένος ορίζοντας αναζήτησης αρχίζουν για τον μαύρο στην 14^η κίνηση, και είναι πιο έντονα στην 16^η. Το φινάλε ήταν σαφώς κερδισμένο από τον λευκό.

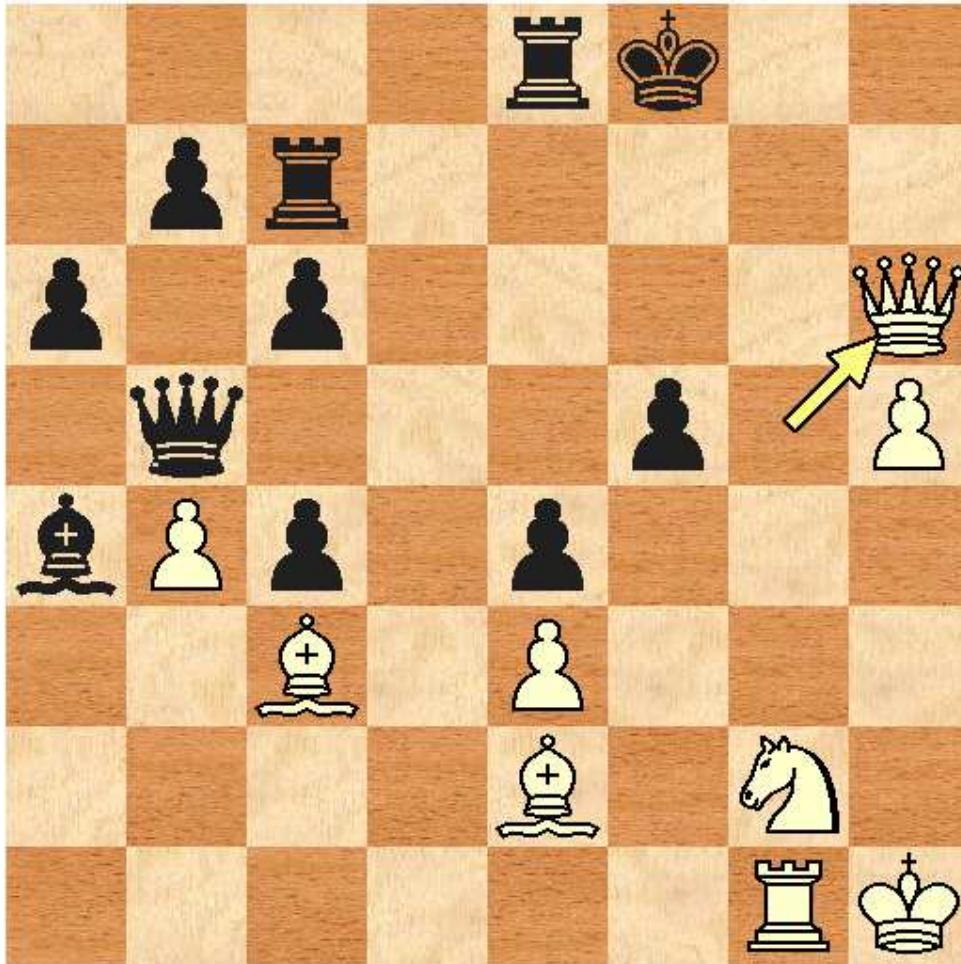
[Round "5"]

[White "utadess"]

[Black "dummy"]

[Result "0-1"]

1.d4 Nf6 2. Nf3 g6 3. c4 Bg7 4. g3 O-O 5. Bg2 d6 6. Nc3 Nc6 7. O-O a6 8. h3 Rb8 9. Nh4 Bd7 10. f3 Nh5 11. Ne4 f5 12. Ng5 Nxg3 13. Rf2 Nxd4 14. e3 Nge2+ 15. Rxe2 Nxe2+ 16. Qxe2 e5 17. f4 e4 18. Bf1 Qe7 19. a4 Bf6 20. Bd2 Bxg5 21. fxg5 Qxg5+ 22. Ng2 Qg3 23. h4 Qe5 24. Bc3 Qc5 25. h5 g5 26. Rb1 Bxa4 27. b4 Qc6 28. Qa2 d5 29. Qf2 dxc4 30. Be2 Qb5 31. Re1 Rbc8 32. Qg3 h6 33. Kh1 c6 34. Qd6 Rf7 35. Qxh6 Rfc7 36. Rg1 Re8 37. Qxg5+ Kf8



38. Qh6+ Ke7 39. Nf4 Kd7 40. Qg6 Re7 41. Bf6 Qxb4 42. Qxf5+ Kd6 43. Bxe7+ Rxe7 44. Bg4 Kc7 45. Ng6 Rh7 46. Qxe4 Kb8 47. Ra1 Bb3 48. Qd4 Ka8 49. Kg2 Bc2 50. Qd8+ Ka7 51. Qd4+ c5 52. Qf4 Qb2 53. Rg1 Bxg6+ 54. Kh1 Bxh5 0-1

Ο λευκός ήταν χειρότερος από 12^η κίνηση. Η επίθεση ενάντια του βασιλιά από την 35^η κίνηση και μετά γύρισε την πλάστιγγα και ο έχασε πολλές ευκαιρίες νίκης. Στην τελική θέση το ματ είναι αναπόφευκτο. Μια παρτίδα με επιθετικό στυλ. Στην θέση του διαγράμματος αν ο λευκός είχε παίξει Nf4 θα είχε κερδίσει.

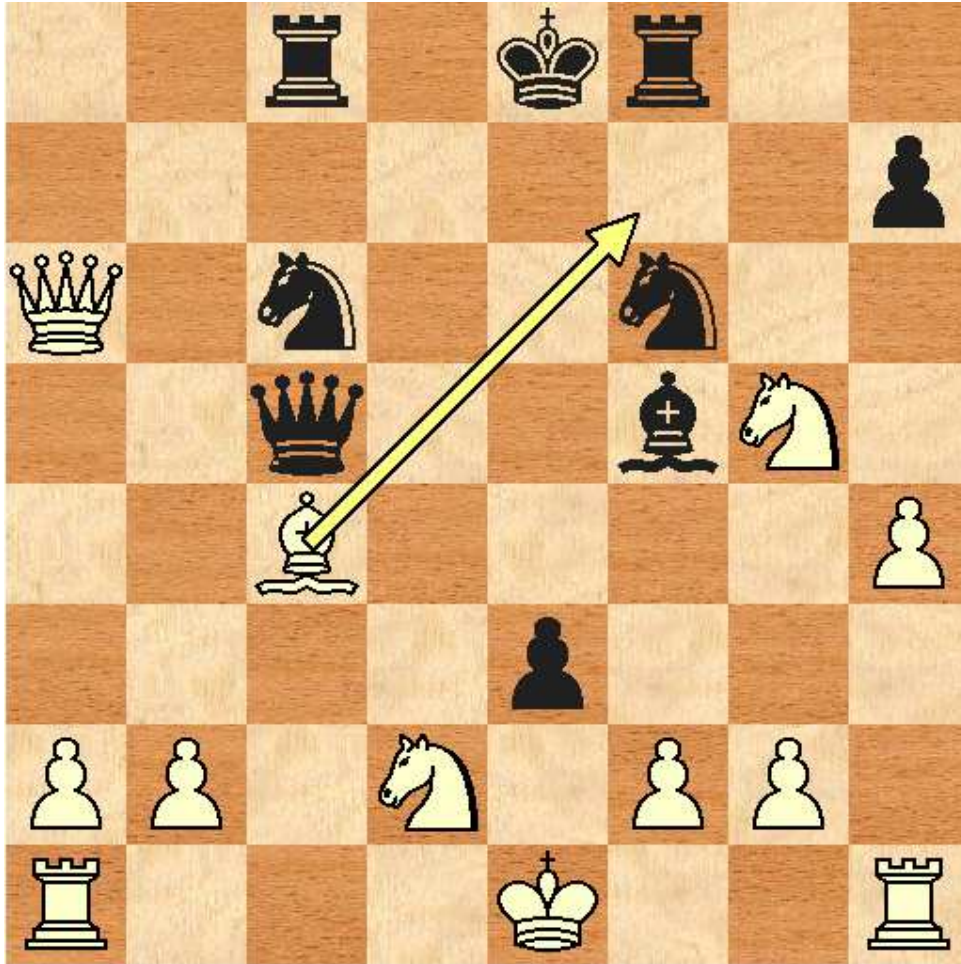
[Round "6"]

[White "dummy"]

[Black "utadess"]

[Result "0-1"]

1. e4 c5 2. Nf3 a6 3. c3 Nf6 4. e5 Nd5 5. d4 cxd4 6. Qxd4 e6 7. c4 Nc6 8. Qe4 f5 9. exf6 Nxf6 10. Qf4 Bb4+ 11. Bd2 Qa5 12. Bd3 e5 13. Qf5 d5 14. Qg5 dxc4 15. Bxc4 Bg4 16. Qxg7 Rf8 17. Qxb7 Bxd2+ 18. Nbx d2 Rc8 19. h3 Bf5 20. Qxa6 Qc5 21. h4 e4 22. Ng5 e3



23. Bf7+ Rxf7 24. Nxf7 exd2+ 25. Ke2 Kxf7 26. Qb7+ Kg8 27. Qb3+ Nd5 28. Qg3+ Kh8 29. Kxd2 Re8 30. Qb3 Nd4 31. Qa4 Bd7 32. Qd1 Kg8 33. Qb1 Bf5 34. Qd1 Qc6 35. Qc1 Qb5 36. Qb1 Bxb1 37. Rhxb1 Qc4 38. f4 Qc2 0-1

Το πρόβλημα του ορίζοντα αναζήτησης έφερε το πρόγραμμα dummy σε δύσκολη θέση, με αποτέλεσμα στην συνέχεια να καταλήξει με πολύ χειρότερη βαθμολογία στο κριτήριο “ασφάλεια του βασιλιά” και στο τέλος να χάσει πρώτα την βασίλισσα του για να αποφύγει το ματ, και στην συνέχεια να δέχεται ματ.

[Round "7"]

[White "utadess"]

[Black "dummy"]

[Result "1-0"]

1. e4 e5 2. Nf3 Nc6 3. Bb5 a6 4. Ba4 f5 5. d4 exd4 6. e5 Bc5 7. O-O Nge7 8. Bb3 d5 9. exd6 Qxd6 10. Qd3 Nb4 11. Qe2 Bd7 12. a3 d3 13. cxd3 Nc6 14. Nc3 Rd8 15. Bd2 Nd4 16. Nxd4 Qxd4 17. Nd5 c6



18. Bc3 Qh4 19. Nc7+ Kf8 20. Qe5 Bxf2+ 21. Rxf2 Qg4 22. Bb4 Qg5 23. d4 h6 24. Bc5 a5 25. Bd6 b6 26. Bc4 a4 27. Re1 Re8 28. Nxe8 Kxe8 29. Bxe7 Be6 30. Bxg5 hxg5 31. Qxe6+ Kd8 32. Qd6+ Kc8 33. Ba6 1-0

Η πολύ καλή κίνηση του Utadess στην 18^η κίνηση είχε φέρει την παρτίδα σε κερδισμένη θέση του λευκού. Ο λευκός είχε δυνατότητα για ματ σε 6 κινήσεις, ή για απόκτηση μεγάλου πλεονεκτήματος υλικού, αλλά και η σειρά κινήσεων που επέλεξε οδήγησε σε νίκη. Στην 27 κίνηση η παρτίδα είχε ουσιαστικά τελειώσει.

[Round "8"]

[White "dummy"]

[Black "utadess"]

[Result "0-1"]

1. e4 c5 2. Nf3 d6 3. d4 cxd4 4. Nxd4 Nf6 5. Nc3 a6 6. Be2 e6 7. Be3 Qc7 8. g4 h6 9. O-O e5 10. Nf3 Bxg4 11. Nd2 h5 12. f3 Be6 13. Bd3 Nc6 14. Qe2 Nd4 15. Bxd4 exd4 16. Nd1 Be7 17. a4 h4 18. Re1 Rh5 19. Qg2 g6 20. Kf2 Re5 21. Kg1 h3 22. Qg3 Kf8 23. Qf4 Qc6 24. Nf2 Kg7 25. Rad1 Nh5



26. Qxe5+ dxe5 27. Ng4 f6 28. a5 Nf4 29. Nf2 Bb4 30. c3 dxc3 31. Nf1 cxb2 32. Bb1 Bxe1 33. Rxe1 Qc5 34. Ne3 Qxa5 35. Kf1 Qd2 36. Nf5+ gxf5 37. Rd1 Qe2+ 38. Kg1 Kh8 39. Rd8+ Rxd8 40. Bd3 Rg8+ 41. Ng4 Qg2 0-1

Παγίδευση βασίλισσας σε μια θέση που και ο λευκός και ο μαύρος είχαν τύχες. Ο μαύρος είχε ελαφρά καλύτερη θέση λόγω του παραπάνω υλικού και της καλύτερης θέσης του βασιλιά.

Παράρτημα 2: Παρτίδες UTADess εναντίων HandTuned

[Round "1"]

[White "UtaDes"]

[Black "handtuned"]

[Result "0-1"]

1.Nf3 Nf6 2. c4 g6 3. g3 Bg7 4. Bg2 O-O 5. O-O d6 6. d4 Nc6 7. Nc3 a6 8. d5 Na5 9. Nd2 Bg4 10. Qa4 b6 11. h3 Bd7 12. Qc2 Nb7 13. f4 Nc5 14. b4 Nb7 15. Kh1 a5 16. b5 Nc5 17. Bb2 Nh5 18. Rf3 Bd4 19. e3 Bf5 20. Qd1 Bf6 21. e4 Bd7 22. Qe2 Bd4 23. Raf1 e6 24. e5 exd5 25. cxd5 Re8 26. Rc1 Nf6 27. Rff1 Bf5



28. Nd1 Bd3 29. Qf3 Bxf1 30. Nxf1 dxe5 31. fxe5 Bxb2 32. Nxb2 Nfe4 33. e6 f5 34. Qf4 Qxd5 35. Bxe4 Nxe4 36. Kh2 Qxb5 37. Rc2 Rxe6 38. Nc4 Re7 39. Kh1 Qd5 40. Kh2 Qc6 41. Qh4 Rae8 42. Qh6 Qf6 43. Nfe3 Qd4 44. Na3 Nd2 45. Qf4 Qxe3 46. Qxe3 Rxe3

Το UtaDess σε μια θέση ισορροπημένη και με υπεροχή στο κέντρο, κάνει μια λάθος κίνηση και χάνει διαφορά και στην συνέχεια την παρτίδα.

[Round "2"]

[White "handtuned"]

[Black "UtaDes"]

[Result "1-0"]

1.d4 Nf6 2. Nf3 e6 3. c4 b6 4. e3 Bb7 5. Bd3 d5 6. Nbd2 Nbd7 7. O-O Bd6 8. Qc2 O-O 9. cxd5 Bxd5 10. Ng5 Re8 11. Bxh7+ Kf8 12. f3 Be7 13. Bd3 Bb4 14. a3 Bd6 15. f4 Bb7 16. Bc4 Ng4 17. Ndf3 Bxf3 18.

Rxf3

Re7



19. Qh7 Ngf6 20. Qh8+ Ng8 21. Nh7+ Ke8 22. Qxg8+ Nf8 23. Qxf8+ Kd7 24. Qxg7 Kc8 25. Bd2 f5 26. Qg6 Qe8 27. Ba6+ Kb8 28. Qxe8+ Rxe8 29. Nf6 Re7 30. Rg3 Rf7 31. Rg8+ Bf8 32. Rxf8+ Rxf8 33. Nd7#

Το UtaDes υποεκτιμώντας την σημαντικότητα της ασφάλειας του βασιλιά αφήνει την αντίπαλη βασίλισσα να εισχωρήσει στην περιοχή του, και χάνει στις επόμενες κινήσεις.

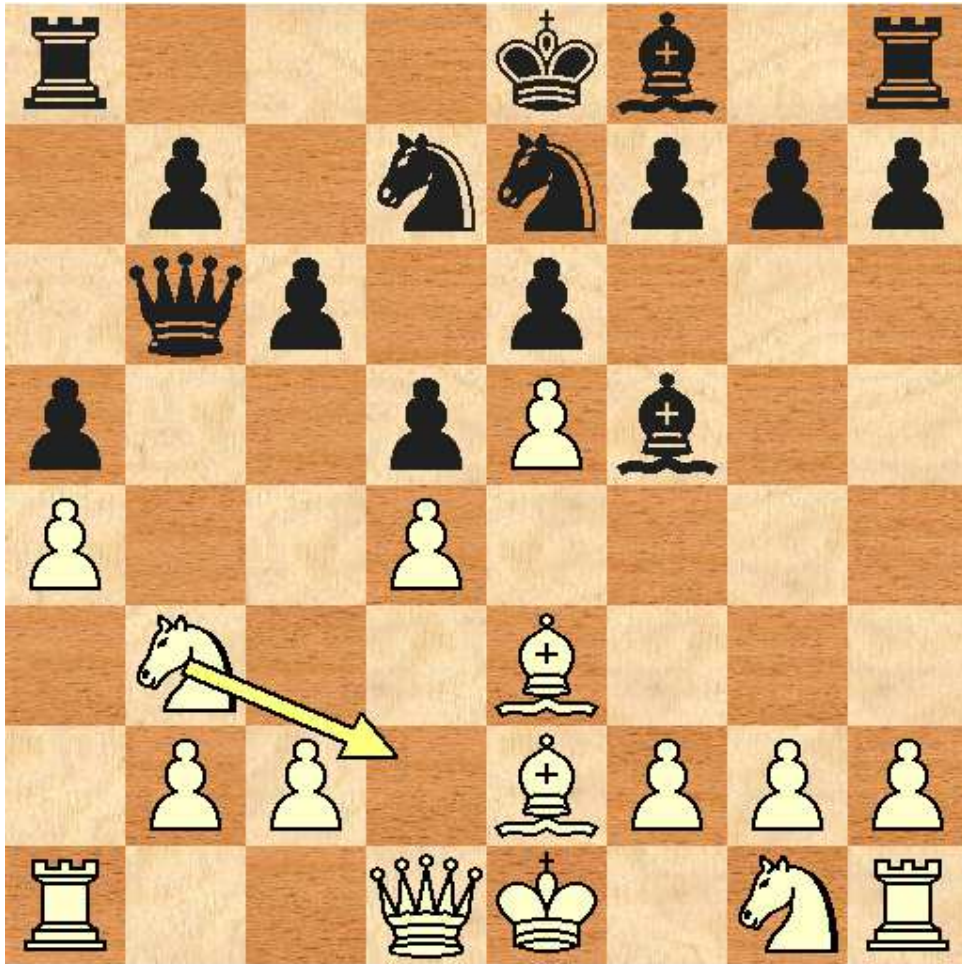
[Round "3"]

[White "UtaDes"]

[Black "handtuned"]

[Result "0-1"]

1. e4 c6 2. d4 d5 3. e5 Bf5 4. Be3 e6 5. Nd2 Nd7 6. Be2 Qb6 7. Nb3 a5 8. a4 Ne7



9. Nd2 Qxb2 10. Rb1 Qxc2 11. Qxc2 Bxc2 12. Rxb7 Bxa4 13. f3 Rb8 14. Rxb8+ Nxb8 15. Bd3 Nf5 16. Ke2 Nd7 17. Bxf5 exf5 18. f4 Bb5+ 19. Ke1 Bb4 20. Nh3 f6 21. exf6 Nxf6 22. Ng5 Kd7 23. h4 Re8 24. Rh3 Ne4 25. Nf3 Kd6 26. h5 c5 27. dxc5+ Nxc5 28. Ne5 Nd3+ 29. Nxd3 Bxd3

Λάθος στην πρώτη κίνηση εκτός θεωρίας του λευκού, που τον άφησε 2 πόνια κάτω και χαμένη παρτίδα.

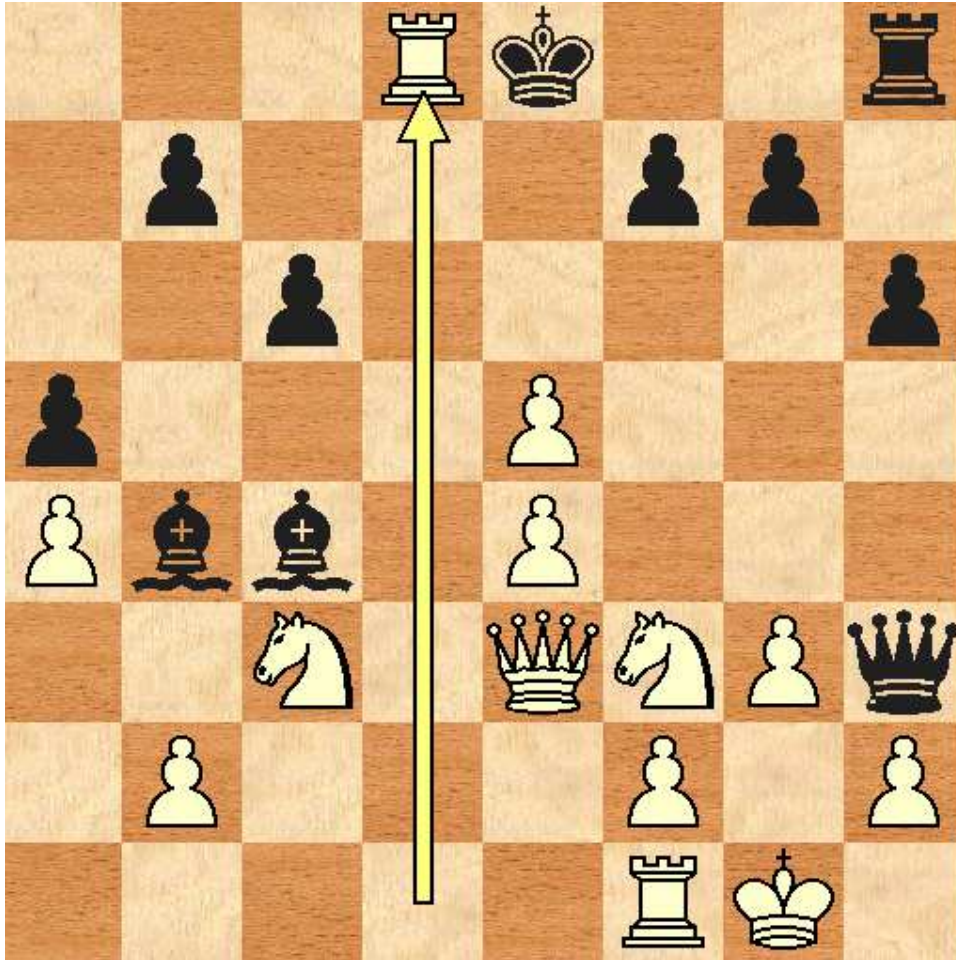
[Round "4"]

[White "handtuned"]

[Black "UtaDes"]

[Result "1-0"]

1.d4 d5 2. c4 c6 3. Nf3 Nf6 4. Nc3 e6 5. Bg5 h6 6. Bxf6 Qxf6 7. e3 Nd7 8. Bd3 dxc4 9. Bxc4 Nb6 10. Nd2 Qg5 11. O-O e5 12. dxe5 Qh4 13. g3 Qh3 14. Qb3 Nxc4 15. Qxc4 Rb8 16. a4 Be7 17. Rad1 Be6 18. Qd4 a5 19. e4 Rd8 20. Qe3 Bb4 21. Nf3 Bc4



22. Rxd8+ Kxd8 23. Qd4+ Kc7 24. Qxc4 Kb8 25. Na2 Be7 26. Rd1 Bd8 27. Qxf7 Bb6 28. Qxg7 Rc8 29. e6 Qxe6 30. Qe5+ Qxe5

Η παρτίδα συνεχίστηκε, και έληξε ισόπαλη λόγω του προβληματικού παιχνιδιού του λευκού στο φινάλε. Όμως, η θέση στην 31^η κίνηση είναι σαφώς υπέρ του λευκού, και η παρτίδα προσμετρήθηκε υπέρ του. Το λάθος του μαύρου ήταν πάλι η ασφάλεια του βασιλιά, όπου θα έπρεπε να κάνει ροκέ και να αποφύγει τις περιπέτειες που οδήγησε η θέση στο διάγραμμα.

Μέχρι στιγμής, το Utadess χάνει 4-0, με τα λάθη του να είναι αδικαιολόγητα, 2 φορές για την ασφάλεια του βασιλιά, και 1 λόγω του συγκεκριμένου οριζοντα αναζήτησης. Τα επόμενα αποτελέσματα αντιστρέφουν κάπως την κατάσταση.

[Round "5"]

[White "UtaDes"]

[Black "handtuned"]

[Result "1-0"]

1. d4 Nf6 2. c4 e6 3. Nf3 Bb4+ 4. Bd2 c5 5. Bxb4 cxb4 6. g3 O-O 7. Bg2 Qc7 8. b3 b6 9. Ng5 Nc6 10. e3 Bb7 11. O-O d6 12. Kh1 Rac8 13. f4 Ne7 14. e4 h6 15. Nh3 Bxe4 16. Bxe4 Nxe4 17. Qe1 Nf6 18. Qxb4 Nc6 19. Qd2 Ne4 20. Qc2 Nf6 21. Rd1 Nb4 22. Qg2 Rfe8 23. Nc3 d5 24. a3 Na6 25. Nb5 Qd7 26. Nc3 dxc4 27. b4 Red8 28. g4 Qd6 29. Qb7 Qc6+ 30. Qxc6 Rxc6



31. b5 Rcd6 32. bxa6 Nxc4 33. Nb5 R6d7 34. Re1 Kf8 35. Rac1 Rc8 36. Rc3 g5 37. fxg5 hxg5 38. Nxc5

Ο λευκός έχει κερδισμένο φινάλε. Στη θέση του διαγράμματος ο μαύρος χάνει κομμάτι στην επόμενη κίνηση, σε μια θέση που είχε αρκετές τύχες.

[Round "6"]

[White "handtuned"]

[Black "UtaDes"]

[Result "0-1"]

1. d4 Nf6 2. c4 e6 3. Nc3 Bb4 4. Qb3 Bxc3+ 5. bxc3 O-O 6. Nf3 Ne4 7. c5 Nc6 8. e3 Na5 9. Qc2 f5 10. Be2 d5 11. O-O Kh8 12. Nd2 Nxd2 13. Bxd2 Nc6 14. Bb5 Rb8 15. c4 dxc4 16. Bxc4 Qh4 17. f4 Qf6 18. Bb5 Rd8 19. Bc3 Bd7 20. Bc4 b5 21. Bb3 Qh6 22. d5 exd5 23. Bxd5 Ne7 24. Qd1 Qg6 25. Rb1 b4



25. Rb1 b4 26. Be5 Bb5 27. Bxc7 Rxd5 28. Bxb8 Rxd1 29. Rfxd1 a5 30. Rd8+ Be8 31. Bc7 Nc6 32. Rd2 Bf7 33. Rd6 Qg4 34. Rxc6 Bd5 35. g3 Bxc6

Στην θέση του διαγράμματος, ο λευκός είχε μια στιβαρή θέση. Η σειρά κινήσεων που επέλεξε λόγω που περιορισμένου ορίζοντα οδήγησε σε απώλεια υλικού.

[Round "7"]

[White "UtaDes"]

[Black "handtuned"]

[Result "1/2 -1/2"]

1. Nf3 Nf6 2. d4 e6 3. Nbd2 d5 4. c4 c5 5. cxd5 cxd4 6. Nxd4 Qxd5 7. e3 a6 8. Qf3 Qxf3 9. gxf3 e5 10. N4b3 Bb4 11. Bd3 O-O 12. O-O Be6 13. Rd1 a5 14. a4 Bxd2 15. Nxd2 Nc6 16. Bc4 Rfe8 17. Bxe6 Rxe6 18. Ne4 Nxe4 19. fxe4 Rg6+ 20. Kf1 Re8 21. b3 Rd8 22. Ba3 Ra8 23. Rd5 Rh6 24. Rd7 Rxh2 25. Ke2 b6 26. Rd6 Rh6 27. Rxh6 gxh6 28. Rc1 Rc8 29. Rg1+ Kh8 30. Rg2 Rd8 31. Bb2 h5



32. f4 b5 33. axb5 Nd4+ 34. exd4 f5 35. dxe5 h6 36. exf5 Kh7 37. Rh2 Rd5 38. b6 Rb5 39. Rxh5 Rxb6 40. Rh3 Rb4 41. Rf3 Re4+ 42. Kd2 Kg7

Στην θέση του διαγράμματος, σε μια γενικά ισόπαλη θέση, ο λευκός κέρδισε πιόνια, και τελικά κομμάτι με την απειλή του ματ. Ο περιορισμένος ορίζοντας αναζήτησης λειτούργησε υπέρ του. Παρόλα αυτά, η θέση καταγράφηκε σαν ισοπαλία, μια και η παρτίδα είχε ήδη μπει σε φινάλε.

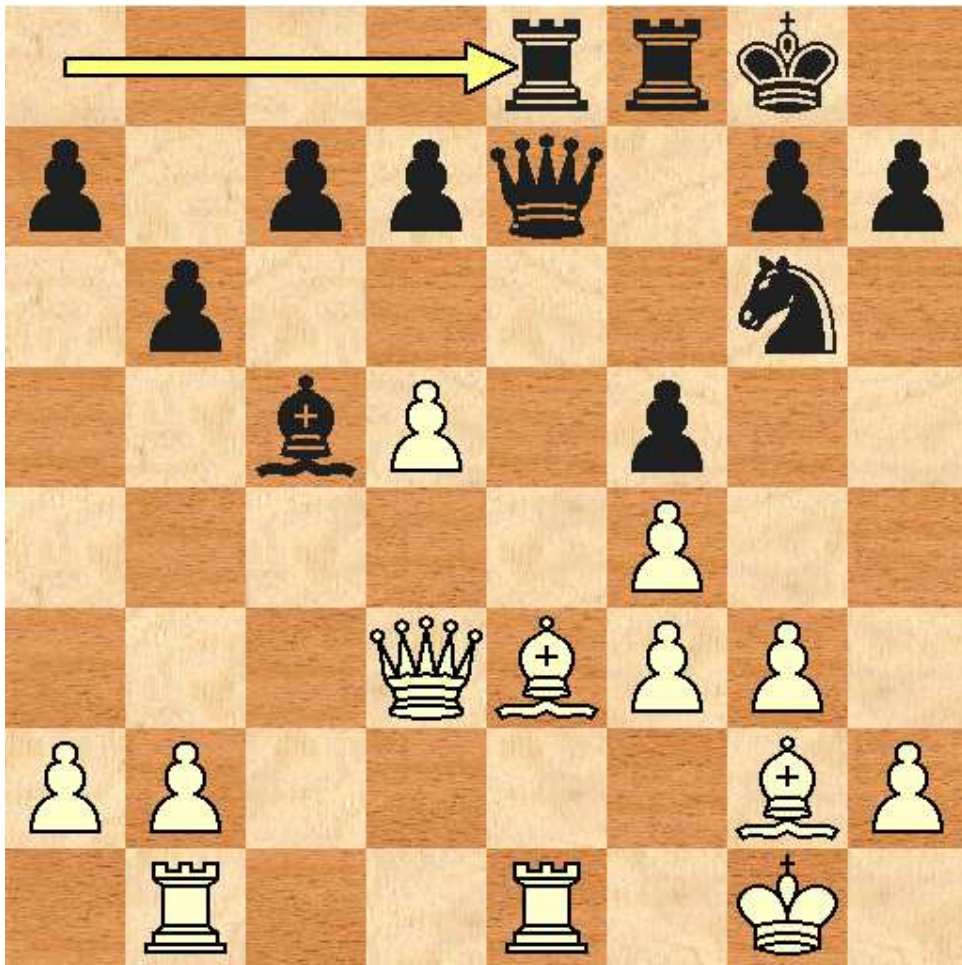
[Round "8"]

[White "handtuned"]

[Black "UtaDes"]

[Result "0-1"]

1. Nf3 Nf6 2. c4 b6 3. g3 Bb7 4. Bg2 e6 5. O-O Be7 6. Nc3 O-O 7. d4 Ne4 8. Qc2 Nxc3 9. Qxc3 Bxf3
10. exf3 Nc6 11. d5 Bb4 12. Qd3 exd5 13. cxd5 Ne5 14. Qe4 Bd6 15. Be3 f5 16. Qd4 Ng6 17. Qd3 Be5
18. Rab1 Qe7 19. f4 Bd6 20. f3 Bc5 21. Rfe1 Rae8



22. Rbc1 Bxe3+ 23. Rxe3 Qxe3+ 24. Qxe3 Rxe3 25. Rxc7 Re1+

Λάθος του λευκού στην 2 που του κόστισε ένα κομμάτι. Ο μαύρος είχε αρκετά καλύτερη θέση, λόγω της αδυναμίας των πιονιών του λευκού. Το φινάλε είναι κερδισμένο για τον μαύρο, με σαφή υλική υπεροχή.

[Round "9"]

[White "UtaDes"]

[Black "handtuned"]

[Result "1-0"]

1. d4 Nf6 2. c4 e6 3. Nc3 Bb4 4. Nf3 c5 5. g3 Ne4 6. Qd3 cxd4 7. Qxe4 dxc3 8. b3 O-O 9. e3 Nc6 10. Bd3 f5 11. Qf4 c2+ 12. Bd2 Qf6 13. Rc1 Bxd2+ 14. Nxd2 g5 15. Qd6 g4 16. Qa3 d6 17. Rxc2 e5 18. Kf1 e4 19. Be2 b5 20. cxb5 Ne5 21. Kg1 d5 22. Qc5 Rd8 23. a4 Rd7 24. Rc1 Rd8 25. Rd1 h6 26. Re1 Qf7 27. Qc3 Nd7 28. Qc2 Rb8 29. Rd1 Ne5 30. Qc3 Nd7 31. Qa5 Bb7 32. Qxa7 Ba8 33. Qd4 Qe7 34. Nf1 Nb6 35. Nd2 Rf8 36. Bf1 Rf7 37. h3 gxh3 38. Rxh3 Qd6 39. Be2 Bb7 40. Rh2 Rc8



41. a5 Nd7 42. a6 Ba8 43. Bh5 Rg7 44. Ra1 Rb8 45. Be2 Nb6 46. Rh5 Rf7 47. Rc1 Qe6 48. Kg2 Ra7 49. Rhh1 Qd6 50. Rh5 Qe6 51. Rhh1 Qd6 52. f3 Qg6 53. Rc2 Qe6 54. fxe4 dxe4 55. Bc4 Bd5 56. Bxd5 Qxd5 57. Qxd5+ Nxd5 58. Kf2 Kg7 59 Rc5

ο λευκός πήρε πλεονέκτημα στο υλικό στην αρχή, απο την 19^η κίνηση. Πάλι όμως το UtaDess εμφάνισε προβλήματα με το κριτήριο ασφάλειας του βασιλιά, αφού οι κινήσεις που έκανε (19^η και 21^η) είναι εντελώς παράλογες. Στην τελική θέση το υλικό του λευκού είναι παραπάνω απο αρκετό για να κερδίσει.

[Round "10"]

[White "handtuned"]

[Black "UtaDes"]

[Result "1/2 -1/2 "]

1. d4 Nf6 2. c4 e6 3. Nc3 Bb4 4. e3 b6 5. Ne2 Ba6 6. a3 Be7 7. Nf4 d5 8. b3 O-O 9. cxd5 exd5 10. a4 Bb4



11.Nxd5 Qxd5 12. Bd2 Bxc3 13. Bxc3 Bb7 14. a5 bxa5 15. Rxa5 Qd6 16. Rb5 Be4 17. Bb4 Qe6 18. Bxf8 Kxf8 19. Bc4 Qd7 20. Rg5 Kg8 21. f3 Bb7 22. Qc2 Qe8 23. Re5 Qd7 24. Qf5 Bc6 25. Ke2 Bb7 26. Qxd7 Nbx7

Στην τελευταία παρτίδα του ματς, έγιναν πολλές ανατροπές. Ο λευκός έχασε κομμάτι στην 11^η κίνηση. Στην συνέχεια, κέρδισε την διαφορά μετά απο λάθος του μαύρου στην 16^η. Τα λάθη αυτά έγιναν εξαιτίας του περιορισμένου ορίζοντα αναζήτησης. Στην συνέχεια η θέση κατέληξε με περιορισμένο υλικό, σε μια θέση που είναι αρκετά περίπλοκη, όπου αποφασίστηκε ισοπαλία.