

Αναζήτηση με Αντιπαλότητα

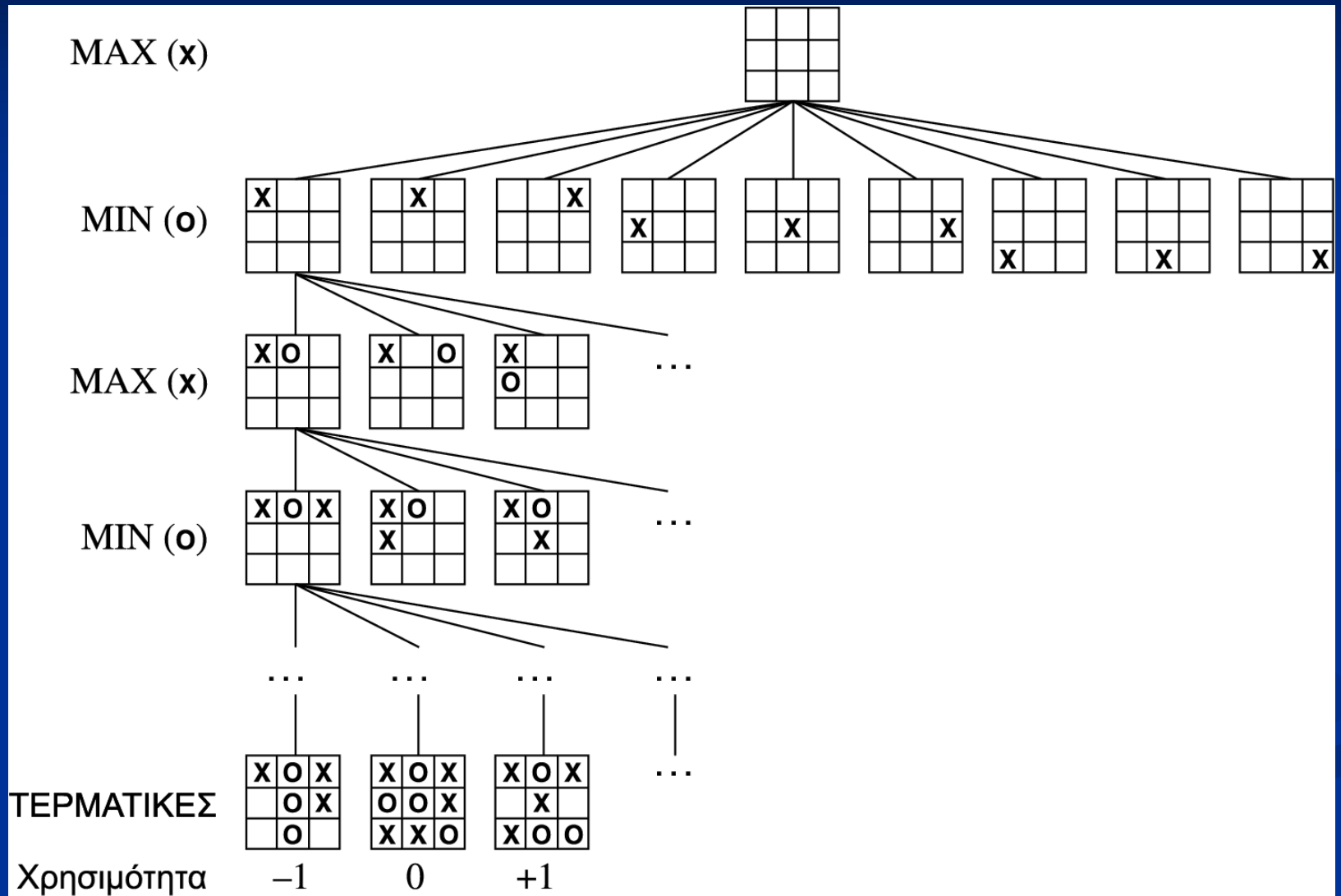
Παιχνίδια δύο παικτών μηδενικού αθροίσματος

- Μπορούν να οριστούν ως ένα είδος προβλήματος αναζήτησης με τις παρακάτω συνιστώσες:
 - Την **αρχική κατάσταση**
 - Προσδιορίζει ποιος παίκτης έχει την πρώτη κίνηση
 - Μια **συνάρτηση διαδόχων**
 - Επιστρέφει μία λίστα ζευγών (κίνηση, κατάσταση)
 - Έναν **έλεγχο τερματισμού**
 - Προσδιορίζει πότε τελειώνει το παιχνίδι.
 - Οι καταστάσεις στις οποίες έχει το παιχνίδι έχει τελειώσει ονομάζονται τερματικές καταστάσεις
 - Μια **αντικειμενική συνάρτηση** (ή **συνάρτηση χρησιμότητας**)
 - Δίνει μια αριθμητική τιμή για τις τερματικές καταστάσεις

Δέντρο παιχνιδιού

- Ορίζεται από την αρχική κατάσταση και τις νόμιμες κινήσεις της κάθε πλευράς

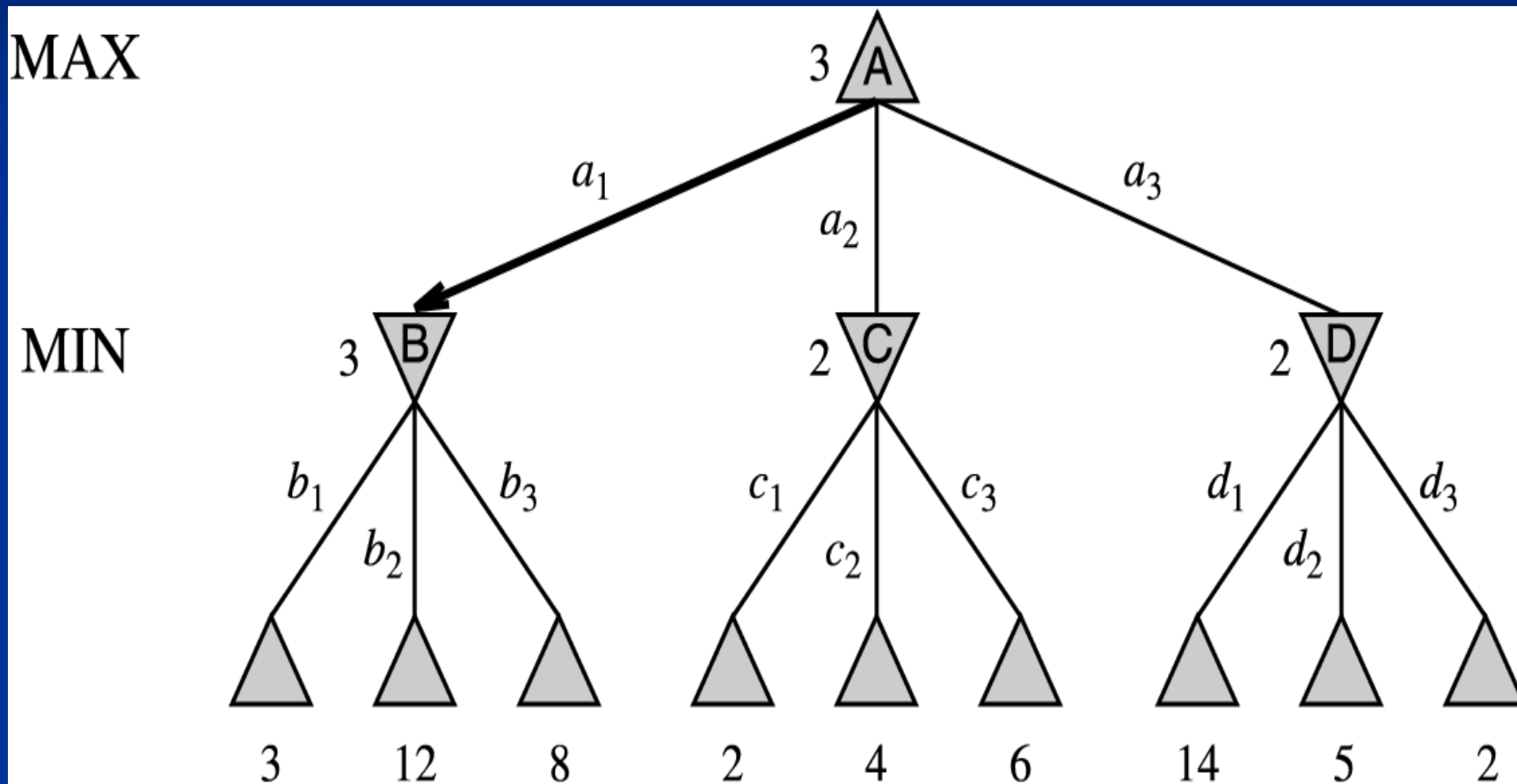
Δέντρο παιχνιδιού για την τριλίζα



Βέλτιστες στρατηγιές

- Στρατηγιές που οδηγούν σε αποτελέσματα τουλάχιστον το ίδιο καλά με οποιαδήποτε άλλη στρατηγική όταν παίζει κανείς εναντίον ενός αλάνθαστου αντιπάλου

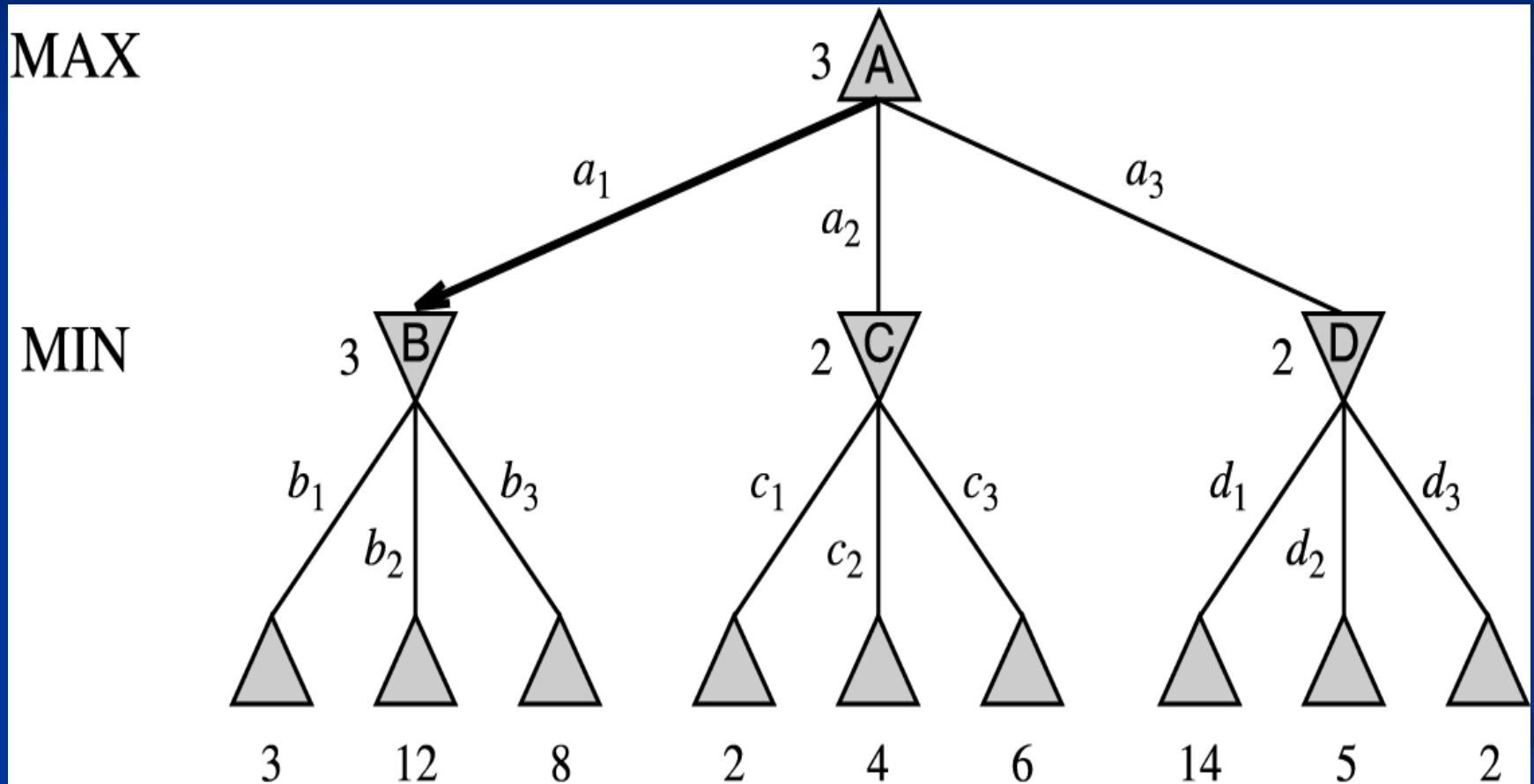
Βέλτιστες στρατηγιές



Βέλτιστες στρατηγιές

- Η τιμή minimax ενός κόμβου είναι η χρησιμότητα (για τον MAX) του να βρισκείται στην αντίστοιχη κατάσταση, με την προϋπόθεση ότι και οι δύο παίκτες παίζουν βέλτιστα από εκείνο το σημείο μέχρι το τέλος του παιχνιδιού
- Η απόφαση minimax μεγιστοποιεί το αποτέλεσμα της χειρότερης περίπτωσης για τον παίκτη MAX

Αλγόριθμος minimax



Παιχνίδια πολλών παικτών

- Έστω τρεις παίκτες A, B, C
 - Σε κάθε κόμβο αντιστοιχεί ένα διάνυσμα (v_A, v_B, v_C)
 - Για τις τερματικές καταστάσεις αυτό το διάνυσμα δίνει τη χρησιμότητα της κατάστασης από την άποψη του κάθε παίκτη

Παιχνίδια πολλών παικτών

έχει την κίνηση

A

(2, 2, 6) □

B

(2, 2, 6) □

(1, 5, 2) □

C

(2, 2, 6) **X**

(6, 1, 2) □

(1, 5, 2) □

(5, 4, 5) □

A

(2, 2, 6)

(4, 2, 3)

(6, 1, 2)

(7, 4, 1)

(5, 1, 1)

(1, 5, 2)

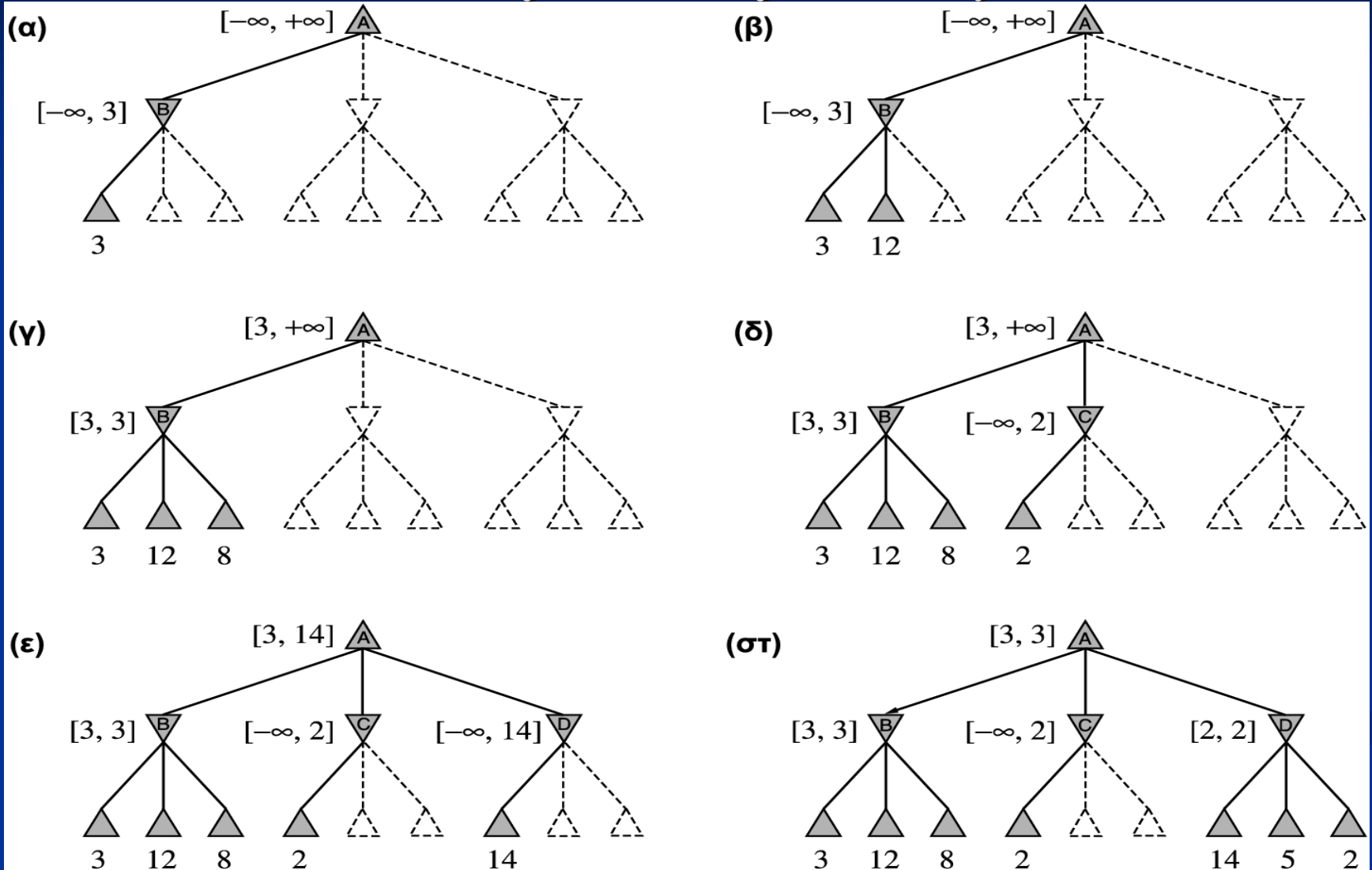
(7, 7, 1)

(5, 4, 5)

Κλάδεμα Άλφα-Βήτα

- Εφαρμόζεται σε ένα συνηθισμένο δέντρο minimax, επιστρέφει την ίδια κίνηση που θα επέστρεφε η αναζήτηση minimax, αλλά εξαλείφει τους κλάδους που δεν είναι δυνατό να επηρεάσουν την τελική απόφαση

Κλάδεμα Άλφα-Βήτα



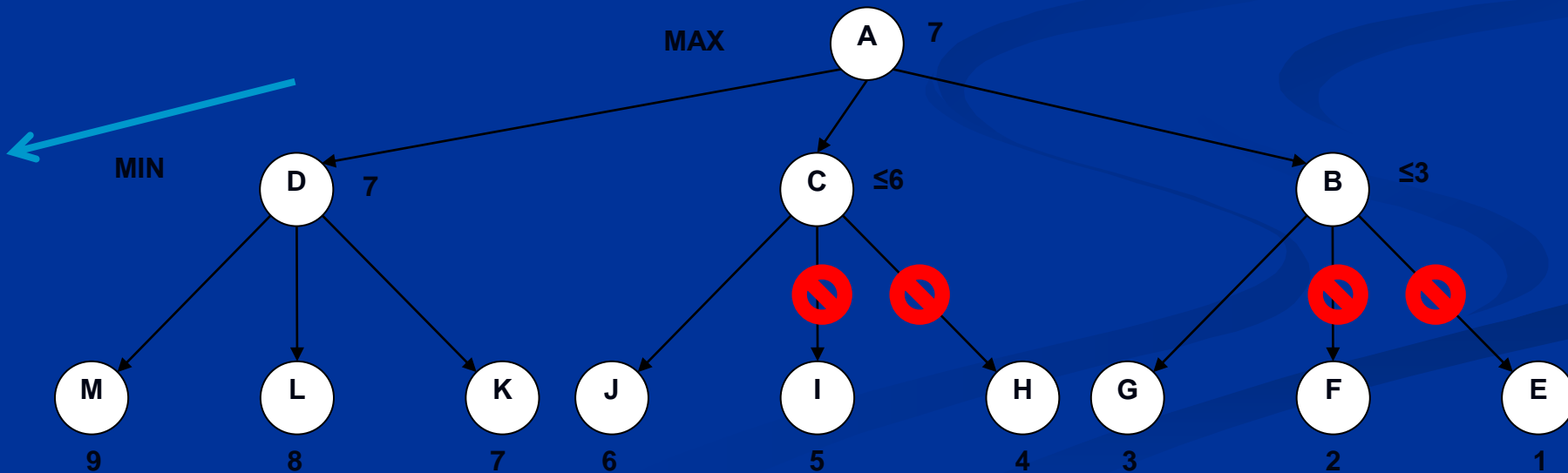
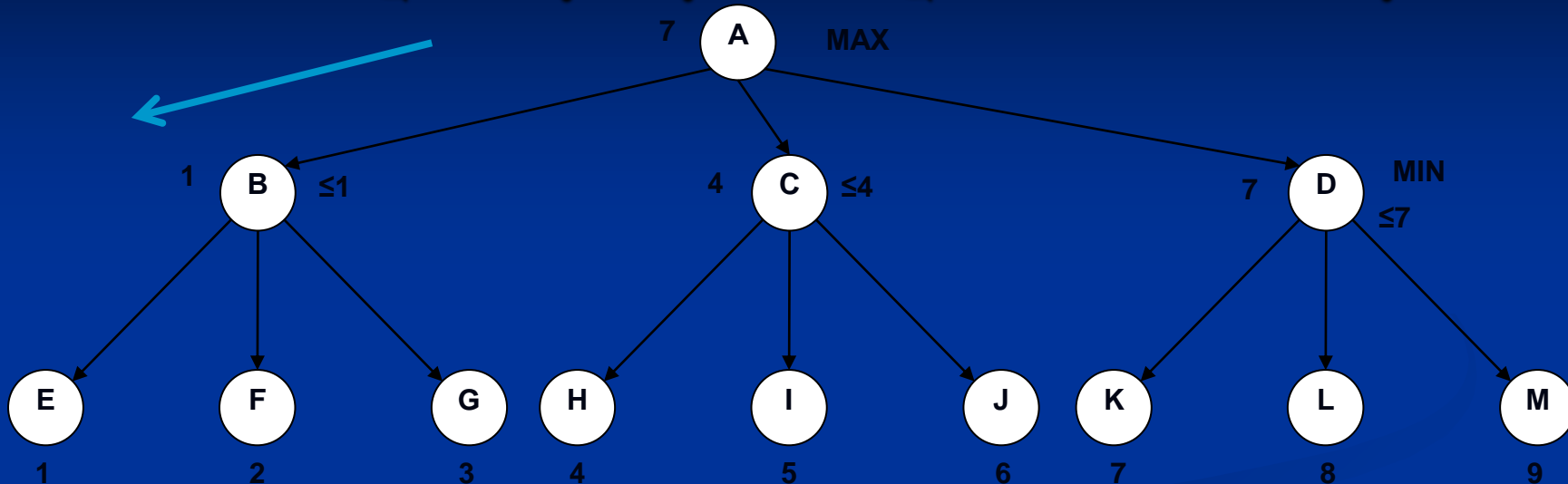
Κλάδεμα Άλφα–Βήτα

- Έχει πάρει το όνομά του από τις δύο παρακάτω παραμέτρους, που προσδιορίζουν φράγματα για τις τιμές που αντιγράφονται κατά μήκος της διαδρομής
 - α = η τιμή της καλύτερης επιλογής (με τη μεγαλύτερη τιμή) που έχουμε βρει μέχρι στιγμής σε οποιοδήποτε σημείο επιλογής κατά μήκος της διαδρομής για τον MAX
 - β = η τιμή της καλύτερης επιλογής (με τη μικρότερη τιμή) που έχουμε βρει μέχρι στιγμής σε οποιοδήποτε σημείο επιλογής κατά μήκος της διαδρομής για τον MIN

Κλάδεμα Άλφα-Βήτα

- Η αναζήτηση άλφα-βήτα ενημερώνει τις τιμές των α και β καθώς προχωρά και κλαδεύει τους υπόλοιπους κλάδους σε ένα κόμβο μόλις γίνει γνωστό ότι η τιμή του τρέχοντος κόμβου είναι χειρότερη από την τρέχουσα τιμή του α ή του β για τον MAX ή τον MIN, αντίστοιχα.

Επίδραση της σειράς εξέτασης



Ελάττωση πολυπλοκότητας

- Αρχική πολυπλοκότητα: $O(b^m)$
- Μέγιστη δυνατή ελάττωση με άλφα-βήτα: $O(b^{m/2})$
 - Ουσιαστικά επιτρέπει να ελέγξουμε σε διπλάσιο βάθος
 - Ευρετικές μέθοδοι για τη σειρά εξέτασης των κινήσεων
- Μέση μείωση πολυπλοκότητας με άλφα-βήτα: $O(b^{3m/4})$

Ατελείς αποφάσεις
σε πραγματικό χρόνο

Ατελείς αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο

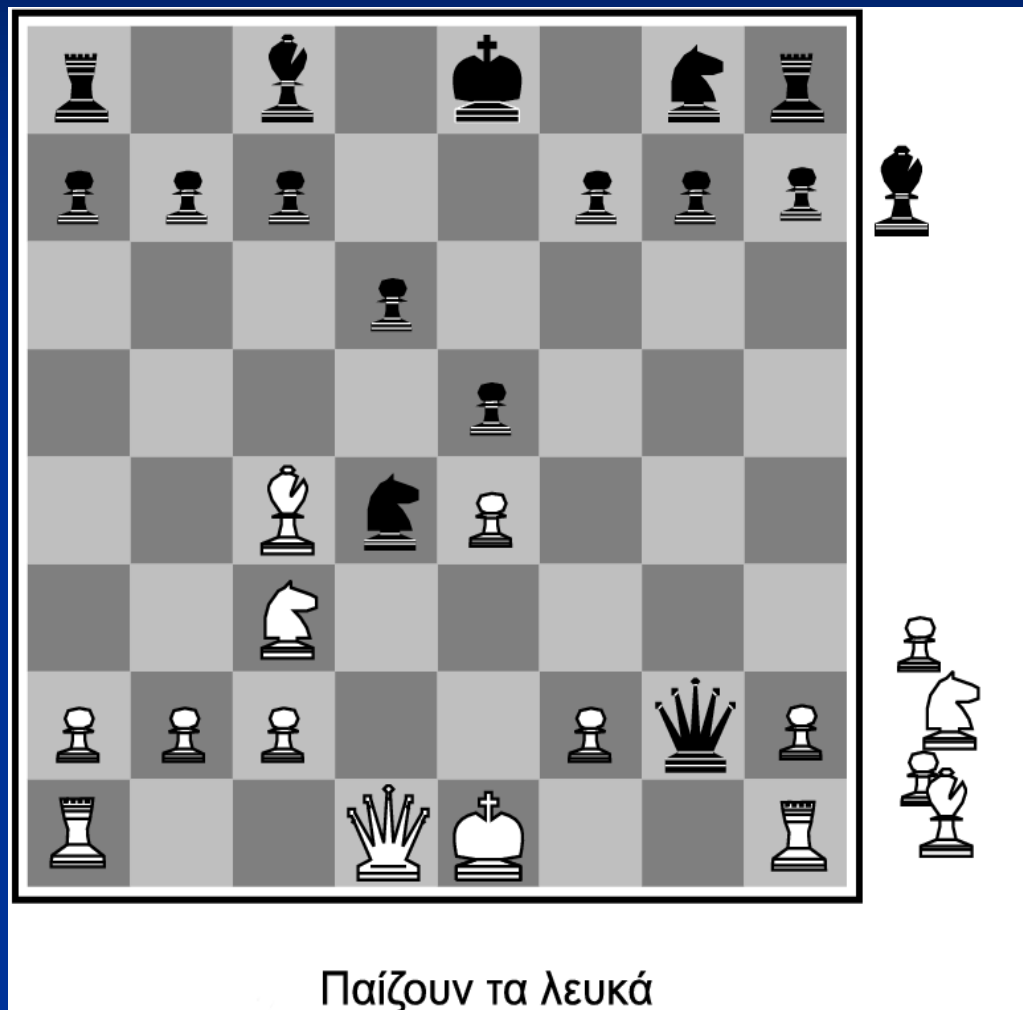
- Η συνάρτηση χρησιμότητας αντικαθίσταται από μια **ευρετική συνάρτηση αξιολόγησης**, η οποία δίνει μια εκτίμηση της χρησιμότητας της θέσης (κατάστασης)
- Ο έλεγχος τερματισμού αντικαθίσταται από έναν **έλεγχο αποκοπής**, που αποφασίζει πότε θα εφαρμοστεί η ευρετική συνάρτηση αξιολόγησης

Συναρτήσεις αξιολόγησης

- Σταθμισμένη γραμμική συνάρτηση
 - $\text{Eval}(s) = w_1 f_1(s) + w_2 f_2(s) + \dots + w_n f_n(s)$
 - όπου κάθε w_i είναι ένα βάρος και κάθε f_i είναι ένα χαρακτηριστικό της θέσης (κατάστασης)
- Π.χ. στο σιάκι, τα f_i θα μπορούσαν να είναι οι αριθμοί των κομματιών του κάθε είδους, που υπάρχουν στη σκακιέρα, και τα w_i θα μπορούσαν να είναι οι αξίες των κομματιών (1 για το πιόνι, 3 για τον αξιωματικό, κλπ.)

Συναρτήσεις αξιολόγησης

- Αξία υλικού:
 - Πιόνι = 1
 - Αξιωματικός = 3
 - Ίππος = 3
 - Πύργος = 5
 - Βασίλισσα = 9



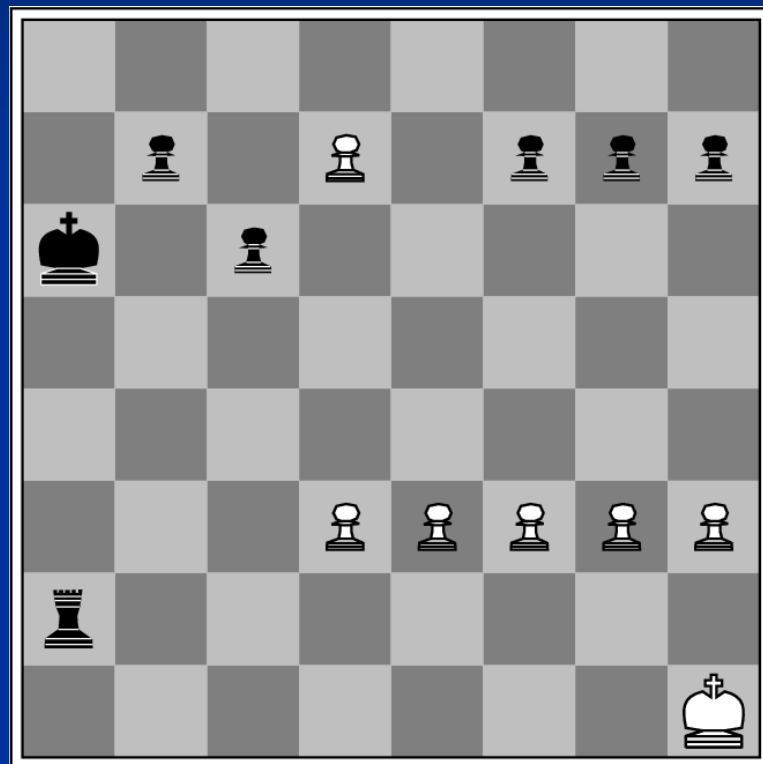
Αποκοπή αναζήτησης

- Δυνατότητες:
 - Επιλογή σταθερού βάθους αναζήτησης
 - Επαναληπτική ειβάθυνση (μέχρι να εξαντληθεί ο χρόνος)



Επίδραση του ορίζοντα

- Ο μαύρος μπορεί να καθυστερήσει την προώθηση του λευικού πιονιού σε βασίλισσα για 14 βήματα (επίπεδα αναζήτησης)
 - Το πρόβλημα δεν ανιχνεύεται για μικρούς ορίζοντες
- Αντιμετώπιση με μοναδικές επεκτάσεις
 - κινήσεις που είναι «σαφώς καλύτερες» από όλες τις άλλες κινήσεις σε μια δεδομένη θέση

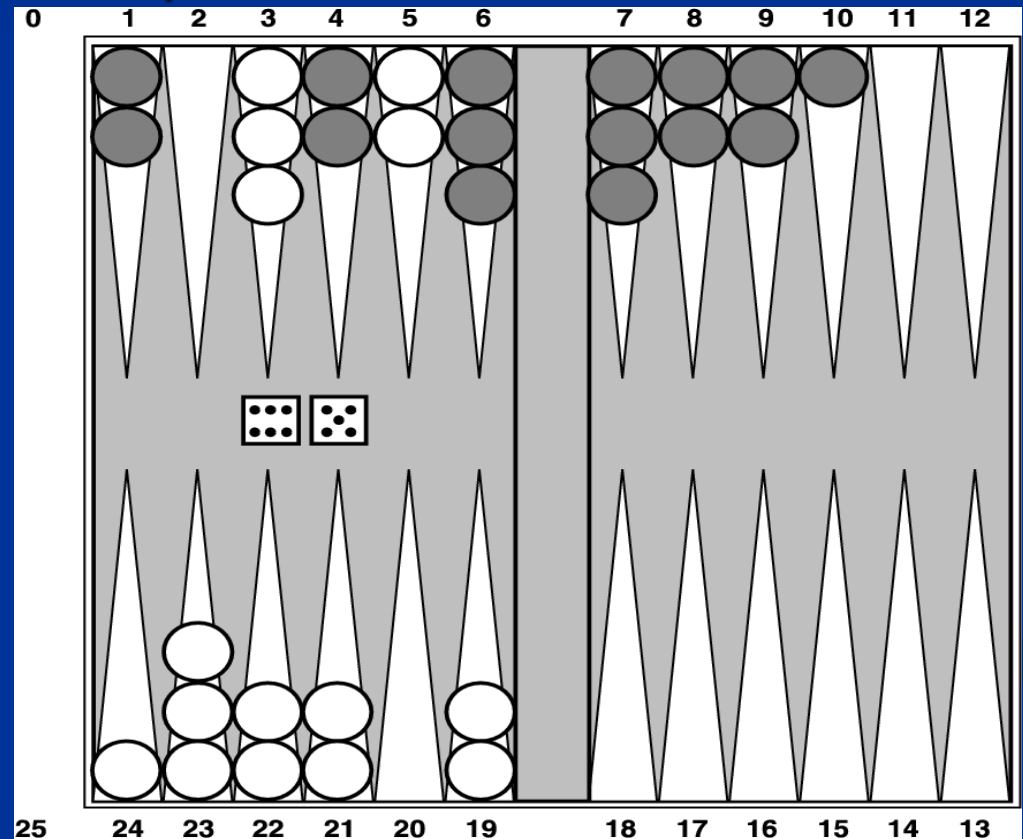


Παίζουν τα μαύρα

Παιχνίδια τύχης

Τάβλι

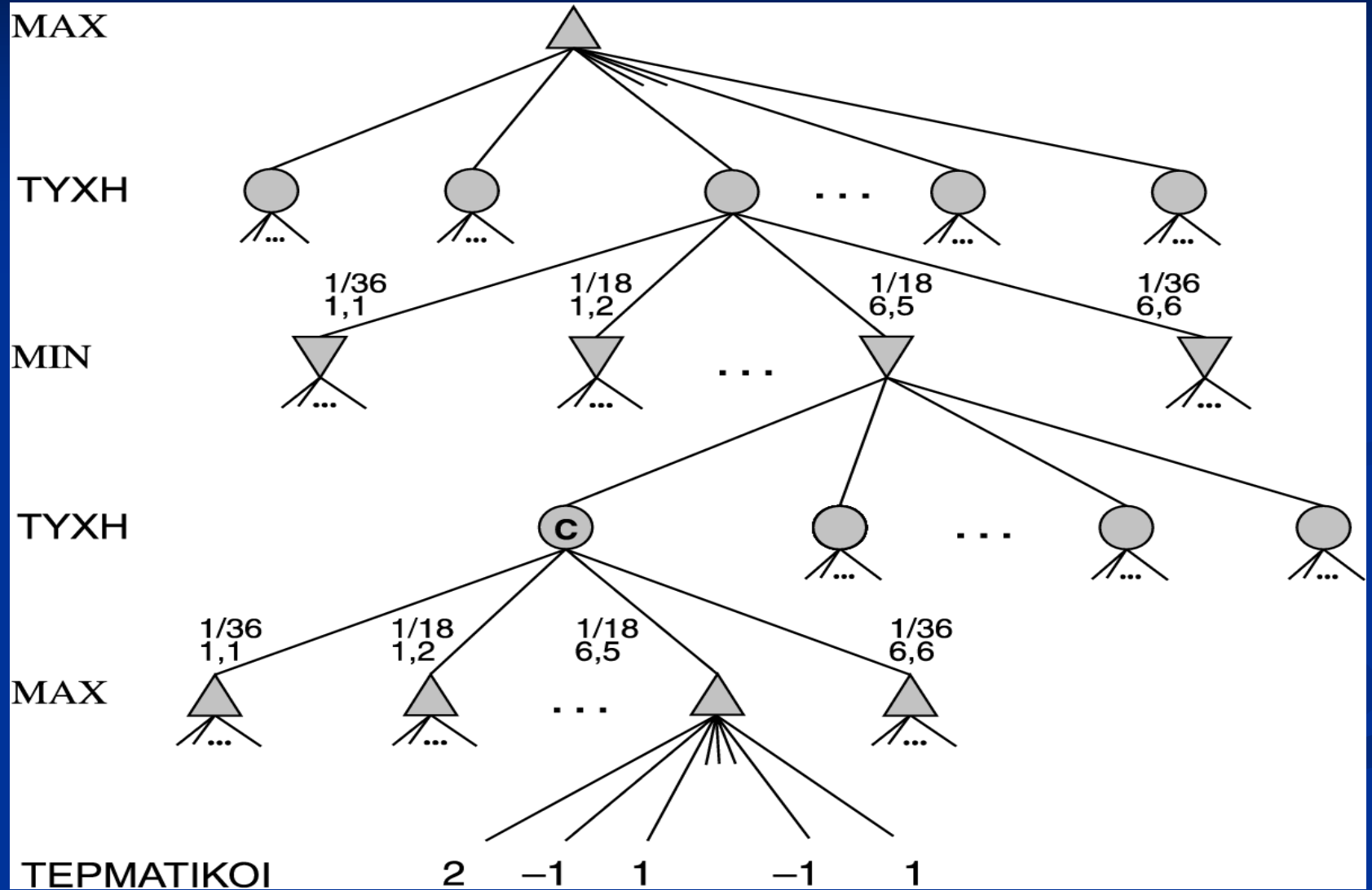
- Παίζουν τα λευκά με ζάρι 6–5
- Υπάρχουν 4 δυνατές κινήσεις
 - 5-10, 5-11
 - 5-11, 19-24
 - 5-10, 10-16
 - 5-11, 11-16



Τάβλι

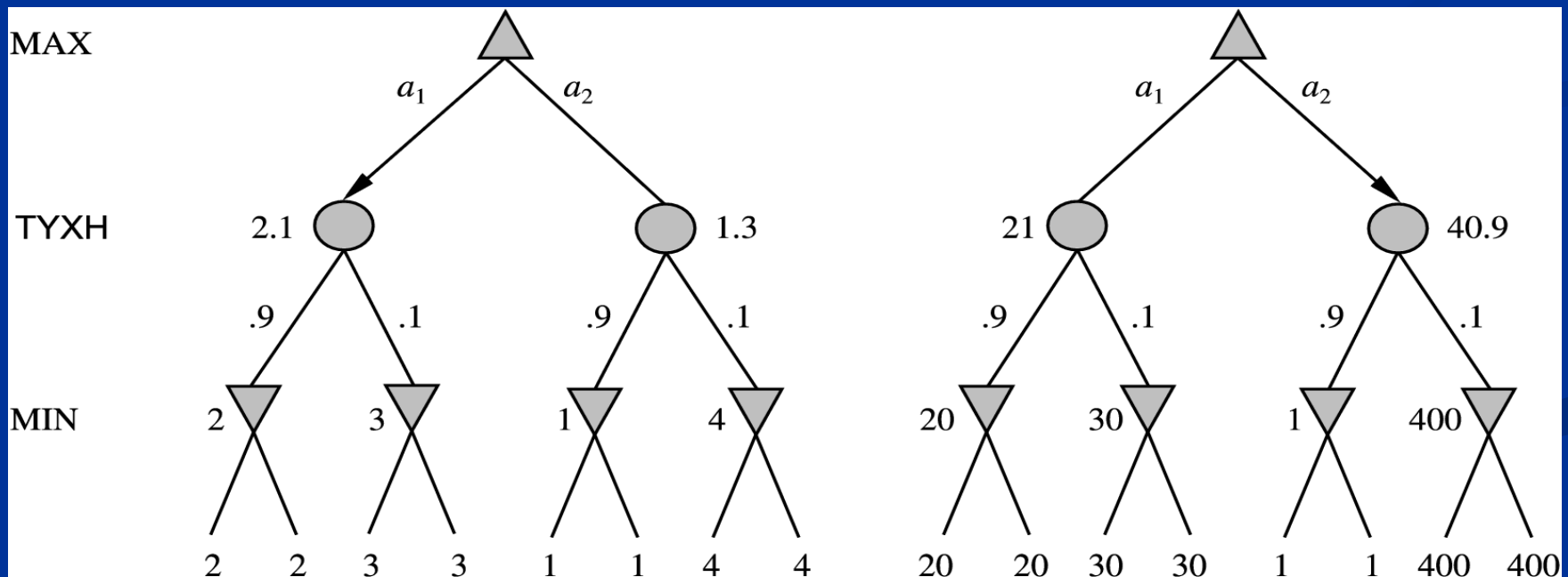
- Ένα δέντρο παιχνιδιού στο τάβλι πρέπει να περιλαμβάνει **κόμβους τύχης**
- Οι κλάδοι που ξεκινούν από κάθε κόμβο τύχης αντιπροσωπεύουν τις δυνατές ζαριές και στον καθένα αναγράφεται η ζαριά και η πιθανότητα να συμβεί
- Υπάρχουν 36 τρόποι για να ριφθούν τα ζάρια, όλοι εξίσου πιθανοί
- Επειδή όμως το 6-5 είναι ίδιο με το 5-6, υπάρχουν μόνο 21 διαφορετικές ζαριές
- Οι έξι «διπλές» (1-1 έως 6-6) έχουν πιθανότητα $1/36$ να εμφανιστούν, ενώ οι άλλες 15 διαφορετικές ζαριές έχουν πιθανότητα $1/18$ η κάθε μία

Κόμβοι τύχης



Αξιολόγηση θέσης σε παιχνίδια με κόμβους τύχης

- Η συνάρτηση αξιολόγησης πρέπει να εκφράζει σωστά την πιθανότητα νίκης από μια θέση
 - Πρέπει να είναι ένας θετικός γραμμικός μετασχηματισμός της πιθανότητας νίκης από μια θέση



Παιχνίδια ατελούς πληροφόρησης

- Παιχνίδια με τραπουλόχαρτα
- Δεν γνωρίζουμε την κατάσταση του αντίπαλου
- Όταν η πληροφόρηση είναι ελλιπής, θα πρέπει κανείς να εξετάζει τι πληροφορίες θα έχει σε κάθε σημείο του παιχνιδιού
- Το πρόβλημα του αλγορίθμου MAX είναι ότι θεωρεί πως, σε κάθε δυνατή μοιρασιά, το παιχνίδι θα εξελιχθεί σαν να ήταν όλα τα χαρτιά ορατά
- Αναζήτηση όχι στο χώρο των καταστάσεων του κόσμου αλλά στο χώρο των καταστάσεων πεποιθήσης (τις πεποιθήσεις σχετικά με το ποιος έχει ποια χαρτιά και με τι πιθανότητες)
- Καλό είναι να προδίδουμε στον αντίπαλο όσο το δυνατόν λιγότερες πληροφορίες ενεργώντας απρόβλεπτα.