ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ 2021-2022

Εργαστηριακές ασκήσεις - 1^o Σετ/Ομάδα Α

Ονοματεπώνυμο: Δούρου Βασιλική Ευαγγελία

ΑΜ: 1072633

Έτος: 3^o

<u>ΆΣΚΗΣΗ 1:</u>

Παρακάτω φαίνονται τα βήματα του κάθε αλγορίθμου. Στο μέτωπο αναζήτησης του κάθε αλγορίθμου γράφουμε τις καταστάσεις με τη μορφή κατάσταση^{κόστος}.

α. Αναζήτηση ομοιόμορφου κόστους(UCS):

#	Μέτωπο αναζήτησης	Επιλογή	Κλειστό σύνολο	Παιδιά
1	[S^0]	S	[]	[A,B,C]
2	[A^6,B^5,C^{10}]	B	[S]	[E,D]
3	[A^6,C^{10},E^{11},D^{12}]	A	[S,B]	[E]
4	[C^{10},E^{11},D^{12}]	C	[S,B,A]	[D]
5	[E^{11}.D^{12}]	E	[S,B,A,C]	[F]
6	[D^{12},F^{15}]	D	[S,B,A,C,E]	[F]
7	[F^{15}]	F	[S,B,A,C,E,D]	[G]
8	[G^{18}]	G	[S,B,A,C,E,D,F]	[]

Το μονοπάτι που προκύπτει είναι το S→B→E→F→G με συνολικό κόστος 18.

β. Α*:

#	Μέτωπο αναζήτησης	Επιλογή	Κλειστό σύνολο	Παιδιά
1	[S^{17}]	S	[]	[A,B,C]
2	[A^{16},B^{18},C^{14}]	C	[S]	[D]
3	[A^{16},B^{18},D^{18}]	A	[S,C]	[E]
4	[B^{18},D^{18},E^{16}]	E	[S,C,A]	[F]
5	[B^{18},D^{18},F^{17}]	F	[S,C,A,E]	[G]
6	[B^{18},D^{18},G^{19}]	B	[S,C,A,E,F]	[E,D]
7	[D^{14},G^{19}]	D	[S,C,A,E,F,B]	[F]
8	[G^{19}]	G	[S,C,A,E,F,B,D]	[]

Το μονοπάτι που προκύπτει είναι το S→A→E→F→G με συνολικό κόστος 19.

γ. Αναζήτηση πρώτα στο καλύτερο(Best-First Search):

#	Μέτωπο αναζήτησης	Επιλογή	Κλειστό σύνολο	Παιδιά
1	[S^{17}]	S	[]	[A,B,C]
2	[A^{10},B^{13},C^{4}]	C	[S]	[D]
3	[A^{10},B^{13},D^{2}]	D	[S,C]	[F]
4	[A^{10},B^{13},F^{1}]	F	[S,C,D]	[G]
5	[A^{10},B^{13},G^{0}]	G	[S,C,D,F]	[]

Το μονοπάτι που προκύπτει είναι το S→C→D→F→G με συνολικό κόστος 25.

Η ευρετική συνάρτηση είναι παραδεκτή, καθώς υποτιμά πάντα το πραγματικό κόστος προς τον στόχο, δηλαδή προς τον κόμβο G. Δηλαδή από τον κόμβο F στον κόμβο G, το πραγματικό κόστος είναι 3, ενώ η τιμή της ευρετικής είναι h(F)=1, δηλαδή 1<3. Από τον κόμβο D στον κόμβο G το πραγματικό κόστος είναι 6+3=9, ενώ η ευρετική είναι h(D)=2, δηλαδή 2<9. Από τον κόμβο E στον κόμβο G το πραγματικό κόστος είναι 4+3=7, ενώ η ευρετική είναι ίση με h(E)=4, όπου ισχύει 4<7. Από τον κόμβο A στον κόμβο G το πραγματικό κόστος είναι ίσο με 6+4+3=13, ενώ η τιμή της ευρετικής είναι ίση με h(A)=10, δηλαδή 10<13.

Από τον κόμβο B στον κόμβο G το πραγματικό κόστος είναι ή 6+4+3=13 ή 7+6+3=16, ενώ η ευρετική είναι h(B)=13, δηλαδή και στις δύο περιπτώσεις είναι μικρότερη ή ίση του πραγματικού κόστους. Από τον κόμβο C στον κόμβο G το πραγματικό κόστος είναι ίσο με 6+6+3=15, ενώ η ευρετική είναι ίση με h(C)=4, όπου 4<15. Από τον κόμβο S στον κόμβο G το πραγματικό κόστος είναι ή ίσο με 6+6+4+3=19 ή ίσο με 5+6+4+3=18 ή ίσο με 5+7+6+3=21 ή ίσο με 10+6+6+3=25, ενώ η ευρετική είναι ίση με h(S)=17, δηλαδή σε όλες τις περιπτώσεις είναι μικρότερη του πραγματικού κόστους.

Παρατηρούμε πως η αναζήτηση ομοιόμορφου κόστους επιστρέφει το βέλτιστο μονοπάτι, ενώ ο A* όχι. Αυτό συμβαίνει καθώς η ευρετική συνάρτηση, παρόλο που είναι παραδεκτή, δεν είναι συνεπής. Όπως παρατηρούμε για τους κόμβους S και A, η h(S)=17 είναι μεγαλύτερη από το h(A)+c(S, α, A)=10+6=16. Όμοια, η συνέπεια δεν ισχύει ούτε ανάμεσα στον S και τον C(όπου 17>14), ούτε ανάμεσα στον B και στον E(όπου 13>10) και ούτε ανάμεσα στον B και στον D(όπου 13>9).

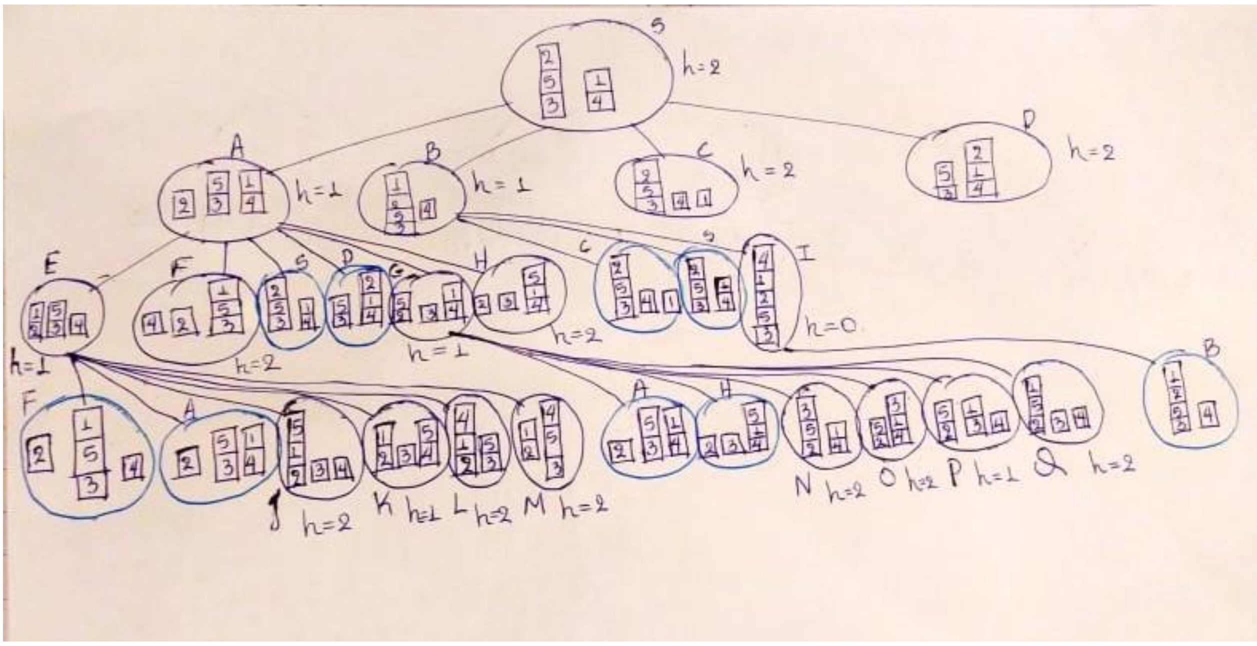
<u>ΆΣΚΗΣΗ 2:</u>

1. Αναπαριστούμε μία τυχαία κατάσταση του χώρου καταστάσεων ως ένα σύνολο στοιβών που περιέχουν διατεταγμένα τα μπλοκ με βάση τη σειρά που είναι στον πάσσαλο από πάνω προς τα κάτω. Επίσης θα χρησιμοποιήσουμε 3 πασσάλους, με ονόματα k,m,n και άρα 3 στοίβες. Για παράδειγμα η αναπαράσταση {(1,2,5),(3,4),(null)} σημαίνει πως το μπλοκ 1 είναι τοποθετημένο πάνω στο μπλοκ 2 που είναι τοποθετημένο πάνω στο μπλοκ 5 στον πάσσαλο k, το μπλοκ 3 είναι πάνω στο μπλοκ 4 στον πάσσαλο m και

στον πάσσαλο n δεν υπάρχει τοποθετημένο κανένα μπλοκ.
Σε κάθε στοίβα μπορούν να είναι από 0 έως 5 μπλοκ και σε κάθε κατάσταση θα υπάρχουν 3 στοίβες, μία για κάθε πάσσαλο, ενώ αθροιστικά σε όλες τις στοίβες πρέπει να υπάρχουν 5 μπλοκ.
Η τελική κατάσταση είναι όταν όλα τα μπλοκ θα είναι σε έναν πάσσαλο ταξινομημένα με αύξουσα σειρά από πάνω προς τα κάτω και θα αναπαρίσταται ως {(1,2,3,4,5,),(null),(null)} ή ισοδύναμα ως {(null),(1,2,3,4,5),(null)} ή ως {(null),(null),(1,2,3,4,5)}, καθώς δεν έχει σημασία σε ποιον πάσσαλο θα είναι τοποθετημένα τα μπλοκ με τη σωστή σειρά.
Η αρχική κατάσταση μπορεί να είναι οποιαδήποτε κατάσταση που αναπαρίσταται με τη μορφή που αναφέρεται παραπάνω και που ικανοποιεί τους παραπάνω περιορισμούς. Αφού στην εκφώνηση παρουσιάζεται μια αρχική διαμόρφωση, θα είχε την εξής αναπαράσταση στον χώρο καταστάσεων:
{(2,5,3),(1,4),(null)} ή ισοδύναμα ως {(1,4),(2,5,3),(null)} ή ως {(null),(2,5,3),(1,4)} ή ως {(null),(1,4),(2,5,3)} ή ως {(1,4),(null),(2,5,3)} ή ως {(2,5,3),(null),(1,4)}. Αφού η σχετική θέση των πασσάλων δεν έχει σημασία, όλες οι παραπάνω διαμορφώσεις είναι ισοδύναμες.
Οι τελεστές μετάβασης είναι δύο. Ο ένας είναι ο T1:ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΕ(x,y) που σημαίνει τοποθέτησε το μπλοκ x πάνω στο μπλοκ y. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι τα μπλοκ x,y να μην έχουν άλλο μπλοκ από πάνω τους. Ο δεύτερος τελεστής είναι T2:ΠΑΡΕ(x,y) που σημαίνει πάρε το μπλοκ x από το μπλοκ y και τοποθέτησε το στο τραπέζι. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι να μην είναι ήδη το x στο τραπέζι, αφού τότε θα ήταν ανούσια η

μεταφορά, και να μην έχει το μπλοκ x άλλο μπλοκ από πάνω του.
Το κόστος κάθε μετάβασης είναι ίσο με 1, αφού εφαρμόζοντας κάθε τελεστή μετάβασης μετακινούμε ένα μπλοκ σε κάποια άλλη θέση και κάνουμε μόνο μία κίνηση.

2. Το δέντρο αναζήτησης μετά από τα 6 πρώτα βήματα του αλγορίθμου A* είναι το ακόλουθο:



Οι καταστάσεις σε μπλε πλαίσιο προϋπήρχαν στο δέντρο αναζήτησης με μικρότερα βάρη σε προηγούμενα επίπεδα, οπότε από πάνω τους γράφουμε τα ονόματα των καταστάσεων με τις οποίες είναι ίδιες.

Τα 6 πρώτα βήματα του A* είναι τα εξής:

#	Μέτωπο αναζήτησης	Επιλογή	Κλειστό σύνολο	Παιδιά
1	[S^2]	S	[]	[A,B,C,D]
2	[A^2,B^2,C^3,D^3]	A	[S]	[E,F,G,H,S,D]
3	[B^2,C^3,D^3,E^3,F^4,G^3,H^4]	B	[S,A]	[I,C,S]
4	[C^3,D^3,E^3,G^3,F^4,H^4,I^2]	I	[S,A,B]	[B]

5	[C^3,D^3,E^3,G^3,F^4,H^4]	E	[S,A,B,I]	[J,K,L,M,F,A]
6	[C^3,D^3,G^3,F^4,H^4,J^5,K^4,L^5,M^5]	G	[S,A,B,I,E]	[A,H,N,O,P,Q]

Σε περίπτωση ισοβαθμίας του ολικού κόστους ταξινομούμε πρώτα με βάση την ευρετική και έπειτα αλφαβητικά.

3. Θα μπορούσαμε να ορίσουμε ως μία άλλη πιθανή ευρετική το πλήθος των μπλοκ που βρίσκονται σε λάθος ύψος σε σχέση με την τελική κατάσταση. Έτσι, η τελική μας κατάσταση θα έχει h=0 και η αρχική μας θα έχει h=5. Θέλουμε να αποδείξουμε το παραδεκτό της. Σε κάθε εφαρμογή τελεστή μετάβασης μόνο ένα μπλοκ θα αλλάζει θέση, άρα μόνο το ύψος ενός μπλοκ θα μπορεί να βελτιωθεί ή να χειροτερέψει ή και να παραμείνει ίδιο και αν η ευρετική της κατάστασης n είναι h(n)=x, τότε η ευρετική της n+1 θα μπορεί να είναι ή h(n+1)=x-1 ή h(n+1)=x+1 ή h(n)=x. Επίσης, γνωρίζουμε ότι το πραγματικό κόστος κάθε μετάβασης είναι ίσο με 1, αφού γίνεται μία μεταφορά. Άρα σε κάθε περίπτωση θα ισχύει $h(n+1)+1 \geq h(n) \Rightarrow h(n+1)+c(n,a,n') \geq h(n)$. Δηλαδή η ευρετική που προτάθηκε είναι συνεπής και συνεπώς είναι και παραδεκτή.

<u>ΆΣΚΗΣΗ 3:</u>

1. Αναπαριστούμε μία τυχαία κατάσταση του χώρου καταστάσεων ως ένα πίνακα 4x5, όπου αντιστοιχίζουμε κάθε θέση του με μία θέση του microchess και συμπληρώνουμε σε κάθε θέση του πίνακα ποιο πιόνι υπάρχει, όπου οι επιλογές είναι πιόνι, αξιωματικός, ίππος, πύργος, βασιλιάς και null, για την περίπτωση που δεν υπάρχει τίποτα. Επίσης πέρα από τις ονομασίες θα

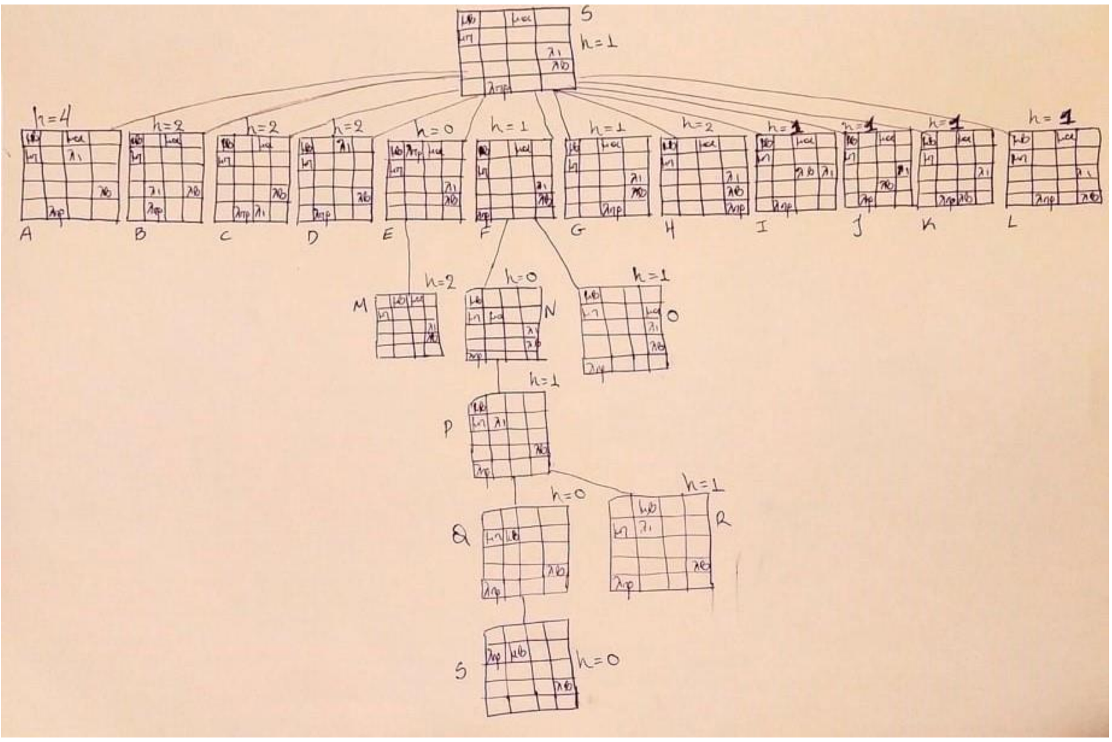
γράφουμε και το χρώμα του πιονιού, που θα είναι μαύρο ή λευκό.
Οι τελεστές μετάβασης θα είναι της μορφής (x,y,z), όπου x ο παίκτης που θα παίζει που θα είναι ή ο A (θα έχει τα λευκά) ή ο B (θα έχει τα μαύρα), y το πιόνι που θα κινήσει (δεν χρειάζεται να διευκρινίζεται αν θα είναι λευκό ή μαύρο το πιόνι, αφού ο A θα κουνάει μόνο τα λευκά και ο B μόνο τα μαύρα) και z η θέση στην οποία θα το κινήσει. Βέβαια, θα υπάρχουν οι περιορισμοί που ισχύουν στο σκάκι για το που μπορεί να μετακινήσει το y ανάλογα με το ποιο πιόνι μετακινεί.
Η αρχική κατάσταση θα είναι οι αρχικές θέσεις του microchess σε έναν πίνακα 4x5 της μορφής:

Μαύρος βασιλιάς	Μαύρος ίππος	Μαύρος αξιωματικός	Μαύρος πύργος
Μαύρο πιόνι	Null	Null	Null
Null	Null	Null	Null
Null	Null	null	Λευκό πιόνι
Λευκός πύργος	Λευκός αξιωματικός	Λευκός ίππος	Λευκός βασιλιάς

Και στην περίπτωση που παίζουν δύο παίκτες, ο συγκεκριμένος τρόπος αναπαράστασης των καταστάσεων δεν χρειάζεται να αλλάξει, αφού κάθε φορά φαίνεται η σκακιέρα και όχι το ποιος παίζει. Η μόνη αλλαγή σε περίπτωση που παίζει ένα ή δύο παίκτες θα μπορούσε να είναι στους τελεστές μετάβασης, όπου αν ήταν ένας παίκτης θα μπορούσαν να είναι της μορφής (y,z) και στο y να λέμε και το χρώμα του πιονιού και όχι (x,y,z) όπως αναφέρθηκε παραπάνω, με τα x,y και z οι μεταβλητές που ορίσαμε παραπάνω.

2. Μία πιθανή ευρετική συνάρτηση θα μπορούσε να είναι μία που υπολογίζει πόσο κοντά η κίνηση ενός πιονιού είναι στο να κάνει ματ. Τα βάρη των αντίπαλων πιονιών θα είναι τα ακόλουθα: απλό πιόνι=1, αξιωματικός ή ίππος=3, πύργος=5. Σε περίπτωση που εφαρμόζουμε έναν αλγόριθμο αναζήτησης και οι επιλογές έχουν ίσες ευρετικές συναρτήσεις, επιλέγουμε την κατάσταση που συγκεντρώνει περισσότερα βάρη από πιόνια στην πορεία. Αν δεν είναι δυνατό το να γίνει ματ, τότε θα επιλέξει την κίνηση που συγκεντρώνει περισσότερα βάρη από αντίπαλα πιόνια που παίρνει. Αν γίνεται ματ σε έναν παίκτη, τότε σύμφωνα με τους κανόνες πρέπει πρώτα να αντιμετωπιστεί το ματ που γίνεται και μετά να προσπαθήσει να κάνει ματ στον αντίπαλο του.
   Αυτή η ευρετική προτείνεται καθώς στόχος κάθε παίκτη είναι να βρεθεί σε όσο το δυνατό πιο ευνοϊκή θέση σε σχέση με τον αντίπαλο του, αυτό γίνεται ή με λήξη του παιχνιδιού και νίκη ή με την εξολόθρευση όσο το δυνατόν περισσότερων αντίπαλων πιονιών.
   Η συνάρτηση που προτάθηκε με κάθε βήμα θα υπολογίζει όλες τις δυνατές κινήσεις που μπορεί να κάνει ένα πιόνι και θα πηγαίνει πάντα σε μία κατάσταση που μετά θα θέλει μία λιγότερη κίνηση για ματ σε σχέση με την τωρινή κατάσταση. Το κόστος της κάθε μετάβασης θα είναι μεγαλύτερο ή ίσο με 1, 1 στην περίπτωση που μετακινούμε ένα πιόνι κατά μία θέση και μεγαλύτερο στις υπόλοιπες περιπτώσεις, άρα αν n η τωρινή κατάσταση και n+1 η επόμενη, θα είναι $h(n)=x$, $h(n+1)=x-1$, οπότε στη χειρότερη περίπτωση θα είναι $h(n)=h(n+1)+1$ και στις υπόλοιπες θα είναι $h(n)<h(n+1)+c(n,a,n')$. Άρα, συνολικά $h(n)\leq h(n+1)+c(n,a,n')$, οπότε η ευρετική θα είναι συνεπής και συνεπώς θα είναι και παραδεκτή.

3. Το δέντρο αναζήτησης μετά από τα 6 πρώτα βήματα του αλγορίθμου Best-First Search είναι το ακόλουθο:



Όπου, μβ: μαύρος βασιλιάς, μα: μαύρος αξιωματικός, μπ: μαύρο πιόνι, λβ: λευκός βασιλιάς, λπρ: λευκός πύργος, λι: λευκός ίππος.

Τα 6 πρώτα βήματα του Best-First είναι τα ακόλουθα:

#	Μέτωπο αναζήτησης	Επιλογή	Κλειστό σύνολο	Παιδιά
1	[S^1]	S	[]	[A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L]
2	[A^4,B^2,C^2,D^2,E^0,F^1,G^1,H^2,I^1,J^1,K^1,L^1]	E	[S]	[M]
3	[A^4,B^2,C^2,D^2,M^2,F^1,G^1,H^2,I^1,J^1,K^1,L^1]	F	[S,E]	[N,O]
4	[A^4,B^2,C^2,D^2,M^2,N^0,O^1,G^1,H^2,I^1,J^1,K^1,L^1]	N	[S,E,F]	[P]

5	[A^4,B^2,C^2,D^2,M^2,P^1,O^1,G^1,H^2,I^1,J^1,K^1,L^1]	P	[S,E,F,N]	[Q,R]
6	[A^4,B^2,C^2,D^2,M^2,Q^0,R^1,O^1,G^1,H^2,I^1,J^1,K^1,L^1]	Q	[S,E,F,N,P]	[S]

Παρατηρούμε ότι το μονοπάτι που ακολουθεί ο Best-First οδηγεί σε ισοπαλία, αφού μετά το S, ο μαύρος βασιλιάς θα πάρει το λευκό πύργο και στο τέλος θα μείνουν μόνο δύο βασιλιάδες στην σκακιέρα και θα λήξει το παιχνίδι.