ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: Καμπουγέρης Χαράλαμπος

ΑΜ: 03120098

ΑΚ. ΕΤΟΣ: 2022-2023 ΕΞΑΜΗΝΟ: 6^{O}

ΜΑΘΗΜΑ: ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

1Η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

ΑΣΚΗΣΗ 1

1)

Hill Climbing			
Μέτωπο Αναζήτητης	Κλειστό Σύνολο	Τρέχουσα Κατάταση	Παιδιά
$(s,10)^{s}$	{}	s	b:5, c:2, d:4
$(c,2)^{sc}$	{s}	c	k:2, d:4, h:5
$(k,2)^{sck}$	{s,c}	k	g:0 , h:5
$(g,0)^{sckg}$	{s,c,k}	g	none

Άρα ο αλγόριθμος hill climbing κατάφερε να φτάσει στο goal node με τη διαδρομή sckg.

Να σημειώσουμε ότι στο δεύτερο βήμα ο αλγόριθμος επέλεξε να πάει στον κόμβο που έχει ίδια τιμή της ευριστικής συνάρτησης και για αυτό κατάφερε να βρει τον στόχο.

Best First			
Μέτωπο Αναζήτησης	Κλειστό Σύνολο	Τρέχουσα Κατάταση	Παιδιά
(s,10)^{s}	{}	s	b:5, c:2, d:4
(c,2)^{sc}, (d,4)^{sd} , (b,5)^{sb}	{s}	c	k:2, d:4, h:5
(k,2)^{sck} , (d,4)^{sd} , (b,5)^{sb} , (h,5)^{sch}	{s,c}	k	g:0 , h:5
(g,0)^{sckg} , (d,4)^{sd} , (b,5)^{sb} , (h,5)^{sch}	{s,c,k}	g	none

Ο Best First έφτασε στο τελικό node με διαδρομή sckg και κόστος 11.

A*			
Μέτωπο Αναζήτησης	Κλειστό Σύνολο	Τρέχουσα Κατάταση	Παιδιά
(s,0;10)^{s}	{}	s	b:2;7, c:1;3, d:2;6
(c,1;3)^{sc}, (d,2;6)^{sd} , (b,2;7)^{sb}	{s}	c	k:2;4, d:3;7, h:7;12
(k,2;4)^{sck} , (d,2;6)^{sd} ,~~(d,3;7)^{scd}~~ , (b,2;7)^{sb} , (h,7;12)^{sch}	{s,c}	k	g:11;11 , h:3;8
(d,2;6)^{sd} , (b,2;7)^{sb} , (h,3;8)^{sckh}, (g,11;11)^{sckg}, ~~(h:7;12)^{sch}~~	{s,c,k}	d	h:4;9, i:12;14
(b,2;7)^{sb} , (h,3;8)^{sckh}, ~~(h,4;9)^{sdh}~~,(g,11;11)^{sckg}, (i,12;14)^{sdi}	{s,c,k,d}	b	e:5;10, k:3;5
~~(k,3;5)^{sbk}~~ , (h,3;8)^{sckh}, (e,5;10)^{sbe} (g,11;11)^{sckg}, (i,12;14)^{sdi}	{s,c,k,d,b}	h	g:12;12 , j:10;16, i:6;8
(i,6;8)^{sckhi} , (e,5;10)^{sbe} ,(g,11;11)^{sckg}, ~~(g,12;12)^{sckhg}~~, ~~(i,12;14)^{sdi}~~	{s,c,k,d,b,h}	i	j:19;25
(e,5;10)^{sbe} ,(g,11;11)^{sckg},(j,10;16)^{sckhj} , ~~(j,19;25)^{sckhij}~~	{s,c,k,d,b,h,i}	e	g:11;11
(g,11;11)^{sckg}, (g,11;11)^{sbeg},(j,10;16)^{sckhj}	{s,c,k,d,b,h,I,e}	g	none

*Κάθε στοιχείο στο μέτωπο αναζήτησης έχει τη μορφή:

(κατάσταση, άθροισμα μονοπατιού : άθροισμα μονοπατιού + ευριστική)$^{\text{μονοπάτι}}$

Ο A* έφτασε στο τελικό node με διαδρομή sckg και κόστος 11.

2)

Το πρόβλημα παράγει τις παρακάτω λύσεις:

#	Μονοπάτι	Κόστος	#	Μονοπάτι	Κόστος
1	sbeg	11	11	sckhg	12
2	sbkg	12	12	sckhjg	13
3	sbkhg	13	13	sckhijg	16
4	sbkhjg	14	14	schg	16
5	sbkhijg	17	15	schjg	17
6	scdhg	14	16	schijg	20
7	scdhjg	15	17	sdhg	13
8	scdhijg	18	18	sdhjg	14
9	scdijg	23	19	sdhijg	17
10	sckg	11	20	sdijg	22

Τα βέλτιστα μονοπάτια είναι αυτά με το μικρότερο κόστος δηλαδή τα sbeg και sckg.

Στην περίπτωση μας, και οι τρεις αλγόριθμοι που εξετάσαμε κατάφεραν να βρουν το βέλτιστο μονοπάτι. Όμως από αυτούς μόνο ο A* μπορεί να μας εγγυηθεί ότι θα βρει την βέλτιστη λύση **όταν όλες οι ευριστικές που χρησιμοποιούμε είναι αποδεκτές(admissible).**

Οι αλγόριθμοι Hill Climbing και Best First δεν μας εγγυούνται ότι θα βρουν την βέλτιστη λύση, καθώς είναι greedy algorithms και περιορίζονται σε τοπικά μέγιστα.

Για να γνωρίζουμε εκ των προτέρων ότι ο αλγόριθμος θα υπολογίσει τη βέλτιστη λύση θα πρέπει θα πρέπει όλες οι ευρετικές να είναι admissible όπου στην περίπτωση μας δεν είναι αφού ο κόμβος j έχει απόσταση 3 που είναι μικρότερη από την απόσταση της ευρετικής που είναι 6. Μια αποδεκτή ευριστική πρέπει να είναι μικρότερη ή ίση από την βέλτιστη ευριστική.

3)

Ο αλγόριθμος A* βρίσκει τη βέλτιστη λύση αν και δεν είναι όλες οι ευριστικές του admissible, επειδή στα μονοπάτια της βέλτιστης λύσης (τόσο στο sckg όσο και στο sbeg), όλοι οι κόμβοι έχουν admissible ευριστικές.

Η ελάχιστη τροποποίηση στις ευρετικές ώστε να αλλάζει η συμπεριφορά του και να μην βρει τη βέλτιστη λύση είναι η εξής:

e -> 8

c -> 12

Με αυτόν τον τρόπο ο A* θα βρει το μονοπάτι sbkg το οποίο έχει κόστος 12 και δεν είναι το βέλτιστο.

4)

Στον γράφο δεν έχουν όλοι οι κόμβοι συνεπείς ευρετικές. Συγκεκριμένα μη συνεπείς ευρετικές έχουν οι κόμβοι j, b, s

Για τον κόμβο j ισχύει : $h(j) > c(j, g) + h(g) \Longrightarrow 6 > 3 + 0$

Για τον κόμβο b ισχύει : $h(b) > c(b, k) + h(k) \Longrightarrow 5 > 1 + 2$

Για τον κόμβο s ισχύει : $h(s) > c(s, b) + h(b) \Longrightarrow 10 > 2 + 5$

Η ελάχιστη δυνατή τροποποίηση σε αυτές τις ευρετικές εκτιμήσεις ώστε να είναι συνεπείς όλες οι ευρετικές είναι:

j=3, b=3 , s=3

(οι τιμές αναφέρονται στις ευρετικές των κόμβων)

5)

Πράγματι μπορούμε να αλλάξουμε τις τιμές των ευρετκών των κόμβων ώστε να έχουμε μια ακριβέστερη συνεπή ευρετική για την οποία ο αλγόριθμος A∗ επισκέπτεται λιγότερους κόμβους.

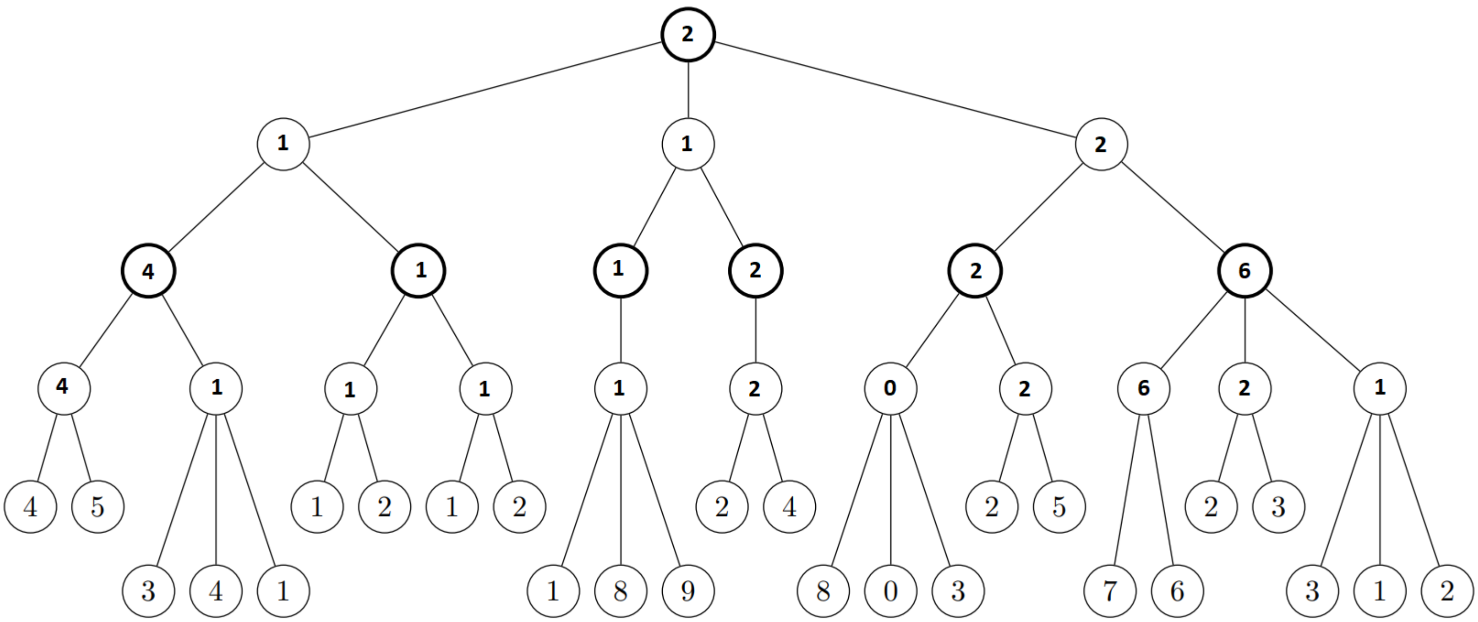
Οι νέες ευρετικές των κόμβων είναι οι εξής:

s=9, b=9, c=9, d= 11, e=6, k=8, h=9 , j=3, i=10

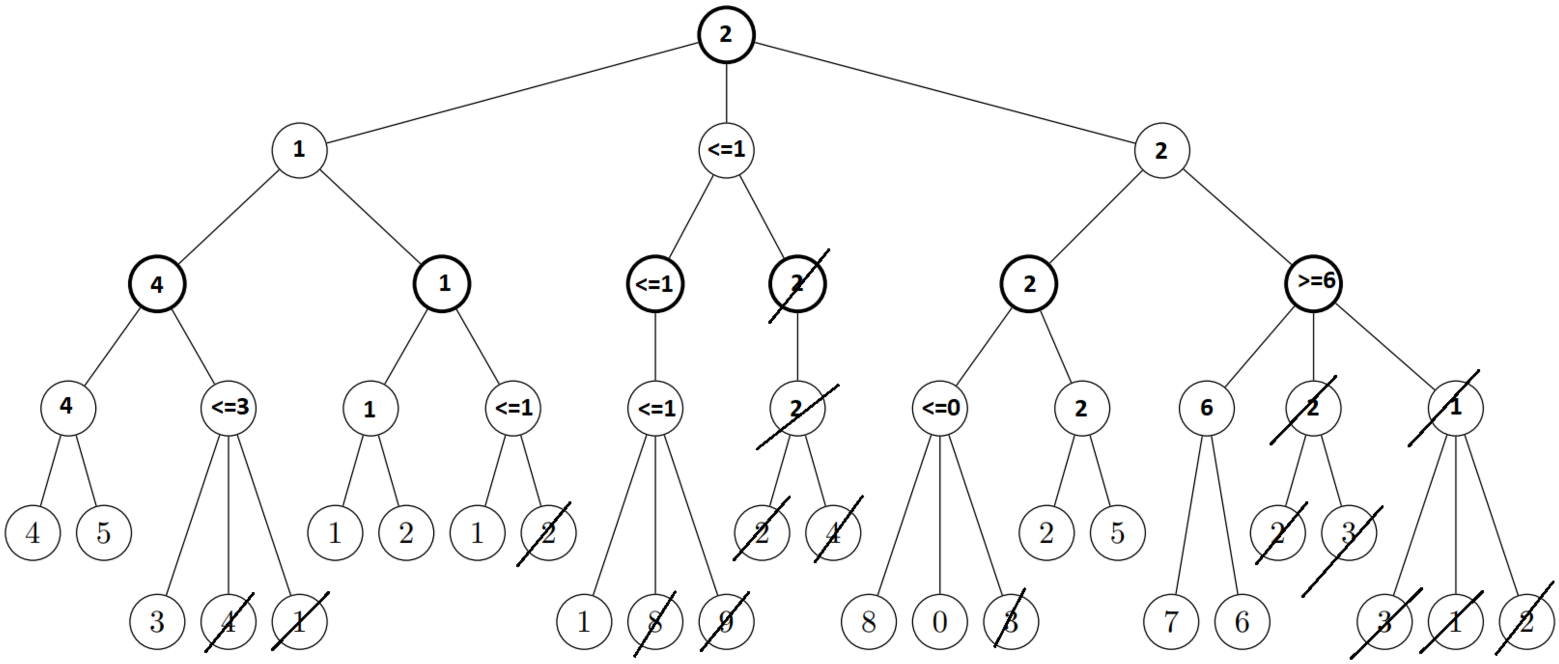
Με αυτόν τον τρόπο ο A* θα επισκεφτεί μόνον τους κόμβους {s,c,k,b,g} και θα βρεθεί το βέλτιστο μονοπάτι sckg με κόστος 11.

ΑΣΚΗΣΗ 2

1) Οι τιμές των κόμβων του δέντρου με τον αλγόριθμο Minimax είναι:



2) Οι κόμβοι που δεν θα επισκεφθούν (από τον αλγόριθμο AB) παρουσιάζονται στο παρακάτω δέντρο διαγραμμένοι.



Η σειρά με την οποία θα επισκεφθεί τους κόμβους ο αλγόριθμος είναι:
1,2,5,11,22,23,12,24,6,13,27,28,14,29,3,7,15,31,4,9,17,36,37,18,39,40,10,41,42
Θα επισκεφθούν συνολικά οι 30 από τους 47 κόμβους.

ΑΣΚΗΣΗ 3

1)

x1 = 65413532, x2 = 87126601, x3 = 23921285, x4 = 41852094

f(x1) = (6 + 5) − (4 + 1) + (3 + 5) − (3 + 2) = 9

f(x2) = (8 + 7) − (1 + 2) + (6 + 6) − (0 + 1) = 23

f(x3) = (2 + 3) − (9 + 2) + (1 + 2) − (8 + 5) = -16

f(x4) = (4 + 1) − (8 + 5) + (2 + 0) − (9 + 4) = -19

f(x2) < f(x1) < f(x3) < f(x4)

2)

(α) Διασταύρωση των x1 και x2 στο μέσο του χρωμοσώματος:

Offspring1 = 65416601

Offspring2 = 87123532

(β) Διασταύρωση των x1 και x3 μεταξύ των b και f σημείων :

x1 = 65|4135|32

x3 = 23|9212|85

Offspring3 = 65|9212|32

Offspring4 = 23|4135|85

(γ) Διασταύρωση των x1 και x3 μέσω τυχαίας ανταλλαγής τριών γονιδίων:

x1 = 65413532

x3 = 23921285

Επιλέγουμε τα γονίδια b,e,h για τη διασταύρωση και προκύπτουν οι ακόλουθοι απόγονοι:

Offspring5 = 63411535

Offspring6 = 25923285

3)

f(Offspring1) = (6 + 5) − (4 + 1) + (6 + 6) − (0 + 1) = 17

f(Offspring2) = (8 + 7) − (1 + 2) + (3 + 5) − (3 + 2) = 15

f(Offspring3) = (6 + 5) − (9 + 2) + (1 + 2) − (3 + 2) = -2

f(Offspring4) = (2 + 3) − (4 + 1) + (3 + 5) − (8 + 5) = -5

f(Offspring5) = (6 + 3) − (4 + 1) + (1 + 5) − (3 + 5) = 2

f(Offspring6) = (2 + 5) − (9 + 2) + (3 + 2) − (8 + 5) = -12

Ο νέος πληθυσμός έχει συνολική προσαρμοστικότητα: (17+15)+(-2-5)+(2+0)= 27, ενώ ο παλιός είχε συνολική προσαρμοστικότητα -3.

Κάναμε διασταυρώσεις με έμφαση χρωμοσώματα με καλή προσαρμοστικότητα, ενώ αγνοήσαμε και τελείως και το χρωμόσωμα με την χειρότερη προσαρμοστικότητα, οπότε αναμενόμενα, **είδαμε βελτίωση**.

4)

Για να μεγιστοποιηθεί η τιμή της προσαρμοστικότητας ενός χρωμοσώματος θα πρέπει οι όροι (a+b) και (e+f) να έχουν μέγιστες τιμές και οι όροι (c+d) και (g+h) να έχουν ελάχιστες τιμές.

Επομένως το χρωμόσωμα $x_{optimal} = 99009900$ αντιστοιχεί στη βέλτιστη λύση, με συνολική προσαρμοστικότητα 36.

5)

Χωρίς τη χρήση μετάλλαξης ο αλγόριθμος μπορεί να παράγει απογόνους μόνο με τη χρήση διασταύρωσης. Αυτό σημαίνει ότι το σύνολο των ψηφίων που μπορούν να εμφανιστούν σε μια θέση γονιδίου είναι συγκεκριμένο.

Για παράδειγμα, για την πρώτη θέση έχουμε a={6,8,2,4}. Επομένως είναι αδύνατο να κατασκευάσουμε χρωμόσωμα $x_{optimal} = 99009900$.