A black background with a black square

Description automatically generated with medium confidenceΕθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

Εαρινό Εξάμηνο 2023-2024

Τεχνητη ΝΟΗΜΟΣYΝΗ

1η Σειρά Αναλυτικών Ασκήσεων

Ιωάννης Τσαντήλας

03120883

Περιεχόμενα

[Άσκηση 1 2](#_Toc164015457)

[Ερώτημα 1 2](#_Toc164015458)

[Hill Climbing 2](#_Toc164015459)

[Best First 2](#_Toc164015460)

[A\* 2](#_Toc164015461)

[Ερώτημα 2 2](#_Toc164015462)

[Ερώτημα 3 και 4 3](#_Toc164015463)

[Ερώτημα 5 3](#_Toc164015464)

[Άσκηση 2 1](#_Toc164015465)

[Άσκηση 3 2](#_Toc164015466)

[Ερώτημα 1 2](#_Toc164015467)

[Ερώτημα 2 3](#_Toc164015468)

[Άσκηση 4 4](#_Toc164015469)

[Ερώτημα 1 4](#_Toc164015470)

[Ερώτημα 2 4](#_Toc164015471)

[Υποερώτημα Α 4](#_Toc164015472)

[Υποερώτημα B 4](#_Toc164015473)

[Υποερώτημα Γ 4](#_Toc164015474)

[Ερώτημα 3 5](#_Toc164015475)

[Ερώτημα 4 5](#_Toc164015476)

# Άσκηση 1

Ερώτημα 1

Hill Climbing

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Βήμα | Μέτωπο Αναζήτησης | Κλειστό Σύνολο | Τρέχουσα Κατάσταση | Λίστα |
| 1 | (a, 2)s | {s} | s | (a, 2), (d, 4), (b, 5), (c, 6) |
| 2 | (i, 2)sa | {s, a} | a | (i, 2), (d, 4) |
| 3 | (j, 6)sai | {s, a, i} | i | (j, 6) |
| 4 | Τερματισμός |  |  |  |

Αφού η ευρετική τιμή του j είναι μεγαλύτερη του i.

Best First

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Βήμα | Μέτωπο Αναζήτησης | Κλειστό Σύνολο | Τρέχουσα Κατάσταση | Λίστα |
| 1 | (a, 2)s, (d, 4)s, (b, 5)s, (c, 6)s | {s} | s | (a, 2), (d, 4), (b, 5), (c, 6) |
| 2 | (i, 2)sa, (d, 4)sa, (b, 5)sa, (c, 6)sa | {s, a} | a | (i, 2), (d, 4), (b, 5), (c, 6) |
| 3 | (d, 4)sai, (b, 5)sai, (c, 6)sai, (j, 6)sai | {s, a, i} | i | (d, 4), (b, 5), (c, 6), (j, 6) |
| 4 | (b, 5)sad, (c, 6)sad, (j, 6)sad, (h ,7)sad | {s, a, i, d} | d | (b, 5), (c, 6), (j, 6), (h ,7) |
| 5 | (e, 2)sb, (k, 2)sb, (c, 6)sb, (j, 6)sb, (h ,7)sb | {s, a, i, d, b} | b | (e, 2), (k, 2), (c, 6), (j, 6), (h ,7) |
| 6 | (g, 0)sbe, (k, 2)sbe, (c, 6)sbe, (j, 6)sbe, (h ,7)sbe | {s, a, i, d, b, e} | e | (g, 0), (k, 2), (c, 6), (j, 6), (h ,7) |
| 7 | * (sbeg) | {s, a, i, d, b, e, g} | g |  |

A\*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Βήμα | Μέτωπο Αναζήτησης | Κλειστό Σύνολο | Τρέχουσα Κατάσταση | Λίστα |
| 1 | (a, 1;3)s, (d, 2;4)s, (b, 2;5)s, (c, 1;7)s | {s} | s | (a, 3), (d, 4), (b, 5), (c, 7) |
| 2 | (d, 2;4)sa, (b, 2;5) sa, (c, 1;7) sa, (i, 6;8) sa | {s, a} | a | (d, 4), (b, 5), (c, 7), (i, 8) |
| 3 | (b, 2;5) sad, (c, 1;7) sad, (i, 6;8) sad, (h, 2;9) sad | {s, a, d} | d | (b, 5), (c, 7), (i, 8), (h, 9) |
| 4 | (k, 1;3)sb, (e, 3;5) sb, (c, 1;7) sb, (i, 6;8) sb, (h, 2;9) sb | {s, a, d, b} | b | (k, 3), (e, 5), (c, 7), (i, 8), (h, 9) |
| 5 | (e, 3;5) sbk, (c, 1;7) sbk, (i, 6;8) sbk, (h, 1;8) sbk, (g, 9;9)sbk | {s, a, d, b, k} | k | (e, 5), (c, 7), (i, 8), (h, 8), (g, 9) |
| 6 | (g, 6;6) sbe, (c, 1;7) sbe, (i, 6;8) sbe, (h, 1;8) sbe | {s, a, d, b, k, e} | e | (g, 6), (c, 7), (i, 8), (h, 8) |
| 7 | * (sbeg) | {s, a, d, b, k, e, g} | g |  |

Ερώτημα 2

Υπάρχουν 25 δυνατές λύσεις. Η βέλτιστη, με συνολικό μήκος 11, βρίσκεται στα μονοπάτια s-b-e-g και s-c-k-g. Οι Best First και A\* βρίσκουν την βέλτιστη, αλλά δεν μπορούμε να ξέρουμε εκ των προτέρων ότι όντως είναι αυτή (αφού οι τιμές των ευρετικών δεν είναι συνεπείς και δεν είναι μονότονες για τον Α\*).

Ερώτημα 3 και 4

Θα πρέπει να διορθώσουμε τις ευρετικές τιμές, δηλαδή, εάν για οποιονδήποτε κόμβο n και τον διάδοχό του n′ δεν ισχύει η συνθήκη , προσαρμόζουμε το H(n) ή το H(n′) ώστε να ικανοποιείται αυτή η ανισότητα.

Μετά από ενδελεχή ανάλυση, οι ευρετικές τιμές που πρέπει να αλλάξουμε είναι:

* s: 2,
* b: 3,
* c: 1,
* h: 5,
* j: 3

Ερώτημα 5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Βήμα | Μέτωπο Αναζήτησης | Κλειστό Σύνολο | Τρέχουσα Κατάσταση | Λίστα |
| 1 | (a,1;3)s, (b,2;5)s, (c,1;2)s, (d,1;5)s | {s} | s | (a,1;3), (b,2;5), (c,1;2), (d,1;5) |
| 2 | (a,1;3)s, (b,2;5)s, (d,1;5)s, (k,2;4)sc, (h,5;10)sc, (d,2;6)sc | {s, c} | a | (k,2;4), (h,5;10), (d,2;6) |
| 3 | (a,1;3)s, (b,2;5)s, (d,1;5)s, (h,3;8)sck, (g,11;11)sck | {s, c, k} | i | (g,11;11), (h,3;8) |
| 4 | (a,1;3)s, (b,2;5)s, (d,1;5)s, (g,11;11)sck | {s, c, k, h} | h | (g,9;9), (j,10,13), (i,5;7) |
| 5 | (a,1;3)s, (b,2;5)s, (d,1;5)s, (g,9;9)sch | {s, c, k, h, g} | g |  |

# Άσκηση 2

Θεωρούμε ένα γράφημα όπου ένα μη βέλτιστο μονοπάτι προς το στόχο έχει χαμηλότερη αρχική ευρετική εκτίμηση από το βέλτιστο μονοπάτι, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει την Α\* να εξερευνήσει πρώτα το μη βέλτιστο μονοπάτι και να βρει μια λύση που δεν είναι η καλύτερη:

Υπάρχουν 20 δυνατές λύσεις. Η βέλτιστη, με συνολικό μήκος 11, βρίσκεται στα μονοπάτια s-b-e-g και s-c-k-g. Οι Best First και A\* βρίσκουν την βέλτιστη, αλλά δεν μπορούμε να ξέρουμε εκ των προτέρων ότι όντως είναι αυτή.

A diagram of a triangle with arrows and letters

Description automatically generated

Figure 1: Αντιπαράδειγμα Άσκησης 2.

Έστω πως ο αρχικός κόμβος (S) έχει δύο μονοπάτια προς τον στόχο (G). Το ένα μονοπάτι πηγαίνει απευθείας από το S στο G με κόστος 3 και μια ευρετική εκτίμηση 1 (η οποία είναι αποδεκτή επειδή είναι μικρότερη από το πραγματικό κόστος). Το άλλο, πηγαίνει από το S σε έναν ενδιάμεσο κόμβο (A) με κόστος 1 και στη συνέχεια από το A στο G με κόστος 1, αλλά η ευρετική εκτίμηση από το S στο A είναι 0 και από το A στο G είναι 1.

Ο αλγόριθμος A\* θα εξερευνούσε πρώτα το άμεσο μονοπάτι από το S στο G επειδή έχει αρχικά χαμηλότερο f-cost (κόστος + ευρετική εκτίμηση), αλλά αυτό δεν είναι το βέλτιστο μονοπάτι.

Το άμεσο μονοπάτι έχει f-cost = 4, ενώ το βέλτιστο μονοπάτι μέσω του A έχει f-cost = 3. Ωστόσο, εάν η A\* σταματήσει μετά την εύρεση του πρώτου μονοπατιού, θα σταματήσει μετά την εύρεση του άμεσου μονοπατιού και όχι του βέλτιστου μονοπατιού.

# Άσκηση 3

A diagram of a tree

Description automatically generated

Figure 2: Γενικός Γράφος Άσκησης 3.

Ερώτημα 1

Υπολογίζουμε τις τιμές από τα φύλλα προς τη ρίζα. Το επίπεδο Max στοχεύει στη μεγιστοποίηση της τιμής που λαμβάνει από τα παιδιά του, ενώ το επίπεδο Min στοχεύει στην ελαχιστοποίηση της τιμής που περνάει προς τα πάνω. Επομένως, για το πρώτο επίπεδο από κάτω (Min), έχουμε:

A diagram of a tree

Description automatically generated

Figure 3: Λύση Ερωτήματος 1.

Ερώτημα 2

A diagram of a network

Description automatically generated

Figure 4: Λύση Ερωτήματος 2.

Χρωμάτισα με κόκκινο τους κόμβους που δεν επισκέφτηκε ο αλγόριθμος. Η σειρά επίσκεψης του αλγορίθμου είναι: 1, 2, 5, 11, 22, 23, 12, 24, 6, 27, 28, 14, 29, 3, 7, 15, 31, 4, 9, 17, 36, 37, 18, 39, 40, 10, 19, 41, 42.

# Άσκηση 4

Ερώτημα 1

Αφού η συνάρτηση προσαρμοστικότητας είναι:

Τότε:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Άτομο | Χρωμόσωμα | Προσαρμοστικότητα |
| 1 | 9876 | 5432 | 16 |
| 2 | 4321 | 2121 | 4 |
| 3 | 9182 | 7364 | 0 |
| 4 | 2000 | 0001 | 1 |
| Total |  | **21** |

Επομένως, η σειρά τους είναι:

Ερώτημα 2

Υποερώτημα Α

Θα διασταυρώσουμε τους x1 και x2, ανταλλάσσοντας τα 2α μισά τους, επομένως:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Άτομο | Χρωμόσωμα | Προσαρμοστικότητα |
| 1 | 9876 | 5432 | 16 |
| 2 | 4321 | 2121 | 4 |
| === | ======= | ============ |
| 1’ | 9876 | 2121 | 24 |
| 2’ | 4321 | 5432 | -4 |

Υποερώτημα B

Θα διασταυρώσουμε τους x2 και x4, ανταλλάσσοντας τα 4 ενδιάμεσα στοιχεία τους, επομένως:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Άτομο | Χρωμόσωμα | Προσαρμοστικότητα |
| 2 | 43 | 2121 | 21 | 4 |
| 4 | 20 | 0000 | 01 | 1 |
| === | ======= | ============ |
| 2’’ | 43 | 0000 | 21 | 4 |
| 4’ | 20 | 2121 | 01 | 1 |

Υποερώτημα Γ

Θα διαλέξουμε τις θέσεις c, d, e:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Άτομο | Χρωμόσωμα | Προσαρμοστικότητα |
| 1 | 98 | 765 | 432 | 16 |
| 3 | 91 | 827 | 364 | 0 |
| === | ======= | ============ |
| 1’’ | 98 | 827 | 432 | 11 |
| 3’ | 91 | 765 | 364 | 5 |

Ερώτημα 3

Η νέα γενιά έχει βελτιωμένη συνολική προσαρμοστικότητα:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Άτομο | Χρωμόσωμα | Προσαρμοστικότητα |
| 1’ | 9876 | 2121 | 24 |
| 2’ | 4321 | 5432 | -4 |
| 2’’ | 43 | 0000 | 21 | 4 |
| 4’ | 20 | 2121 | 01 | 1 |
| 1’’ | 98 | 827 | 432 | 11 |
| 3’ | 91 | 765 | 364 | 5 |
| Total |  | **37** |

Ερώτημα 4

Στην συνάρτηση προσαρμοστικότητας:

Θέλουμε να μεγιστοποιήσουμε το πρώτο μέρος και να ελαχιστοποιήσουμε το δεύτερο. Πολύ απλά, το πρώτο μέρος θα είναι 9999, ενώ το δεύτερο θα είναι 0000. To χρωμόσωμα είναι το **99990000** και η προσαρμοστικότητα αυτού του ατόμου θα είναι **36**.