

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

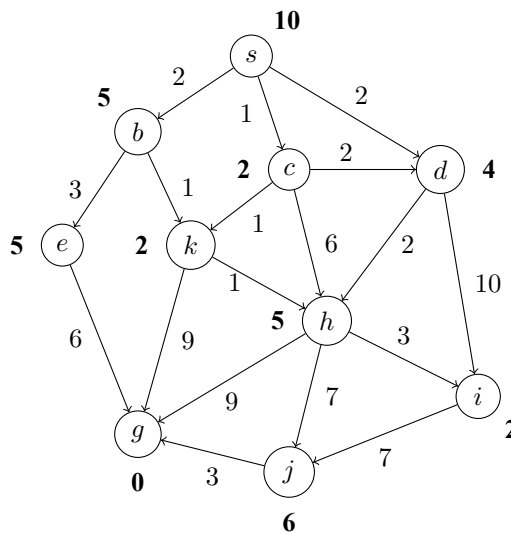
ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

ΕΑΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2023

ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ 1

Άσκηση 1

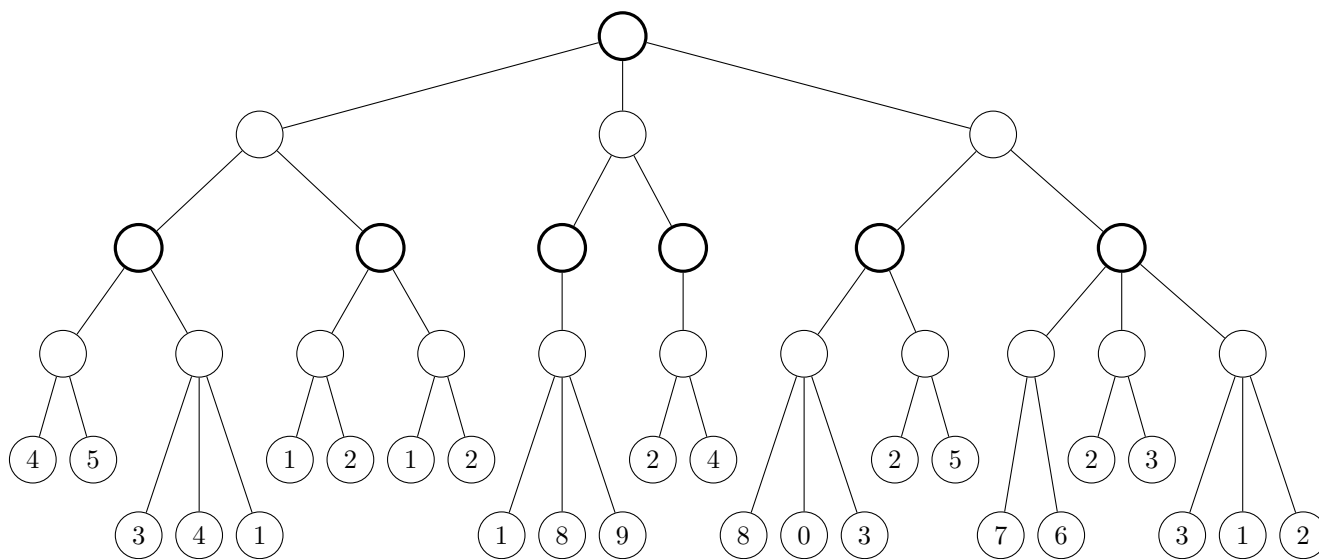
Δίνεται ο παρακάτω χώρος αναζήτησης, όπου s είναι η αρχική και g η τελική κατάσταση. Οι αριθμοί δίπλα σε κάθε ακμή αντιπροσωπεύουν την πραγματική απόσταση των κόμβων που συνδέει η ακμή, και οι αριθμοί δίπλα σε κάθε κατάσταση (με έντονα γράμματα) συμβολίζουν την τιμή της ευρετικής εκτίμησης της απόστασης μέχρι την τελική κατάσταση. Θεωρήστε ότι οι αριθμοί αυτοί είναι πάντα ακέραιοι.



- Εκτελέστε τους αλγορίθμους Hill Climbing, Best First και A^* για το παραπάνω πρόβλημα με χρήση κλειστού συνόλου. Για να παρουσιάσετε την εκτέλεση των αλγορίθμων, κατασκευάστε έναν πίνακα που να περιέχει μία γραμμή για κάθε βήμα του αλγορίθμου. Κάθε γραμμή πρέπει να περιέχει το μέτωπο αναζήτησης, το κλειστό σύνολο, την τρέχουσα κατάσταση, και τα παιδιά της τρέχουσας κατάστασης μαζί με τις αντίστοιχες τιμές των συναρτήσεων εκτίμησης της απόστασης. Γράψτε το μέτωπο αναζήτησης σαν μια λίστα στοιχείων της μορφής (κατάσταση, τιμή)^{μονοπάτι}, όπου κατάσταση είναι η επόμενη προς εξέταση κατάσταση, τιμή είναι η τιμή της συνάρτησης εκτίμησης απόστασης (για τον A^* η τιμή πρέπει να είναι το ζεύγος $G; F$) και μονοπάτι η πραγματική ακολουθία κόμβων μέχρι τη συγκεκριμένη κατάσταση. Θεωρήστε α) ότι το μέτωπο αναζήτησης δεν μπορεί να περιέχει την ίδια κατάσταση δύο φορές, παρά μόνο σε περίπτωση ισοβαθμίας εναλλακτικών διαδρομών (σε περίπτωση μη ισοβαθμίας διατηρείται η καλύτερη διαδρομή), και β) ότι σε περίπτωση ισοβαθμίας καταστάσεων η νέα κατάσταση τοποθετείται στο μέτωπο αναζήτησης μετά από τις υπάρχουσες.
- Πόσες λύσεις έχει το πρόβλημα και ποια είναι η βέλτιστη λύση; Σημειώστε τη λύση που βρίσκει καθένας από τους παραπάνω αλγορίθμους. Είναι βέλτιστη; Σε περίπτωση που είναι βέλτιστη, θα μπορούσαμε να γνωρίζουμε εκ των προτέρων ότι ο αλγόριθμος θα υπολογίσει τη βέλτιστη λύση;
- Στην περίπτωση του αλγορίθμου A^* εξηγήστε γιατί βρίσκει ή δεν βρίσκει τη βέλτιστη λύση, και κάντε την ελάχιστη δυνατή τροποποίηση στις ευρετικές εκτιμήσεις ώστε να αλλάξει η συμπεριφορά του ως προς την εύρεση ή μη της βέλτιστης λύσης.
- Να ελέγξετε την ευρετική ως προς τη συνέπειά της. Αν δεν είναι συνεπής, μπορείτε να κάνετε την ελάχιστη δυνατή τροποποίηση στις ευρετικές εκτιμήσεις ώστε να είναι η ευρετική συνεπής;
- Μετά το προηγούμενο βήμα και τον υπολογισμό της συνεπούς ευρετικής, δώστε μία νέα, ακριβέστερη συνεπή ευρετική για την οποία ο αλγόριθμος A^* επισκέπτεται λιγότερους κόμβους. Αν δεν υπάρχει τέτοια ευρετική, αποδείξτε ότι δεν υπάρχει.

Άσκηση 2

Δίνεται το παρακάτω δένδρο παιχνιδιού που έχει κατασκευάσει ο αλγόριθμος Minimax, όπου οι κόμβοι με έντονο περίγραμμα αντιστοιχούν στο επίπεδο Max.



1. Συμπληρώστε τις τιμές των κόμβων του δένδρου που έχει υπολογίσει ο Minimax.
2. Σημειώστε τις τιμές που θα υπολογίσει ο αλγόριθμος AB για όσους κόμβους επισκεφθεί. Σημειώστε ποιους κόμβους δεν θα επισκεφθεί. Θεωρώντας ότι έχετε αριθμήσει τους κόμβους του δένδρου από πάνω προς τα κάτω (ανά επίπεδο) και από αριστερά προς τα δεξιά (κατά πλάτος) από το 1 έως το 49, γράψτε τη σειρά με την οποία θα επισκεφθεί τους κόμβους ο αλγόριθμος AB, καταγράφοντας κάθε κόμβο μόνο την πρώτη φορά που θα εισέλθει σε αυτόν προερχόμενος από τον πρόγονό του.

Άσκηση 3

Έστω γενετικός αλγόριθμος που χρησιμοποιεί χρωμοσώματα της μορφής $x = abcdefgh$, σταθερού μήκους οκτώ (8) γονιδίων. Κάθε γονίδιο μπορεί να αντιστοιχεί σε οποιοδήποτε δεκαδικό ψηφίο από 0 έως 9. Θεωρήστε ότι η συνάρτηση ποιότητας / προσαρμοστικότητα (fitness function) του χρωμοσώματος x είναι η:

$$f(x) = (a + b) - (c + d) + (e + f) - (g + h)$$

και ότι ο αρχικός πληθυσμός αποτελείται από 4 άτομα με τα ακόλουθα χρωμοσώματα:

$$x_1 = 65413532, x_2 = 87126601, x_3 = 23921285, x_4 = 41852094$$

1. Υπολογίστε την προσαρμοστικότητα (fitness) του κάθε ατόμου και ταξινομήστε τα 4 άτομα σε φθίνουσα σειρά προσαρμοστικότητας.
2. Ποια άτομα θα προκύψουν από καθεμία από τις παρακάτω διασταυρώσεις (crossovers);
 - (α') Διασταύρωση των δύο πιο προσαρμοστικών ατόμων στο μέσο του χρωμοσώματος.
 - (β') Διασταύρωση του δεύτερου και του τρίτου σε σειρά προσαρμοστικότητας χρωμοσώματος, μεταξύ των σημείων b και f (δηλαδή μετά από αυτά τα σημεία).
 - (γ') Διασταύρωση του πρώτου και του τρίτου χρωμοσώματος μέσω τυχαίας ανταλλαγής τριών γονιδίων της επιλογής σας.
3. Θεωρήστε τώρα ότι στην επόμενη γενιά ο πληθυσμός αποτελείται από τα έξι (6) άτομα που προέκυψαν από τις διασταυρώσεις του ερωτήματος (β). Υπολογίστε τη συνολική προσαρμοστικότητα / απόδοση του νέου πληθυσμού. Έχει βελτιωθεί σε σχέση με αυτή του παλιού;
4. Υπολογίστε τη μέγιστη προσαρμοστικότητα που μπορεί να έχει ένα χρωμόσωμα της παραπάνω μορφής ($x = abcdefgh$) και εξηγήστε ποιο χρωμόσωμα αντιπροσωπεύει τη βέλτιστη λύση.
5. Εστιάζοντας στον αρχικό πληθυσμό του αλγορίθμου, μπορείτε να απαντήσετε εάν αυτός μπορεί να φτάσει στη βέλτιστη λύση χωρίς να γίνει χρήση του τελεστή μετάλλαξης (mutation); Εξηγήστε αναλυτικά την απάντησή σας.