

ΥΣ02 Τεχνητή Νοημοσύνη – Χειμερινό Εξάμηνο 2024-2025

Εργασία Πρώτη

(2 μονάδες του συνολικού βαθμού στο μάθημα)

Ημερομηνία Ανακοίνωσης: 9/10/2024

Ημερομηνία Παράδοσης: 29/10/2024 ώρα 23:59

Αντιγραφή: Σε περίπτωση που προκύψουν φαινόμενα αντιγραφής, οι εμπλεκόμενοι θα βαθμολογηθούν στην άσκηση με βαθμό μηδέν.

Πρόβλημα 1:

Να κάνετε το Pacman Project 1: Search (<https://inst.eecs.berkeley.edu/~cs188/fa24/projects/proj1/>).

(25 μονάδες που κατανέμονται όπως στην περιγραφή του project)

Πρόβλημα 2:

Έχετε το εξής πρόβλημα αναζήτησης:

- Ο χώρος καταστάσεων αναπαρίσταται ως δένδρο.
- Ο κόμβος της ρίζας (αρχική κατάσταση) έχει τρεις κόμβους-παιδιά.
- Κάθε ένας από αυτούς τους κόμβους-παιδιά έχει επίσης τρεις κόμβους-παιδιά κ.ο.κ. Δηλαδή, το δένδρο έχει ομοιόμορφο παράγοντα διακλάδωσης ίσο με 3.
- Ο στόχος βρίσκεται στο βάθος 4.

Να υπολογίσετε θεωρητικά τον μικρότερο και το μεγαλύτερο αριθμό κόμβων που επεκτείνονται από κάθε έναν από τους παρακάτω αλγόριθμους αναζήτησης, υποθέτοντας ότι εκτελούν πλήρη αναζήτηση (δηλαδή, μέχρι να βρεθεί ο στόχος):

- Αναζήτηση πρώτα κατά πλάτος (BFS)
- Αναζήτηση πρώτα κατά βάθος (DFS). Υποθέστε ότι ο DFS εξετάζει πάντα πρώτα το αριστερότερο παιδί.
- Αναζήτηση με επαναληπτική εκβάθυνση (IDS).

(1+1+1=3 μονάδες)

Πρόβλημα 3:

Θεωρήστε το παρακάτω πρόβλημα αναζήτησης. Ένα ρομπότ έχει αναλάβει να παραδώσει ένα δέμα από μια αποθήκη σε ένα προκαθορισμένο σημείο παράδοσης σε μια πόλη της οποίας ο χάρτης αναπαρίσταται ως 2D πλέγμα. Το ρομπότ μπορεί να κινηθεί προς τέσσερις κατευθύνσεις: πάνω, κάτω, αριστερά και δεξιά. Κάθε κίνηση έχει ένα κόστος που εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους ή του δρόμου που πρέπει να διασχίσει το ρομπότ. Στόχος σας είναι να βοηθήσετε το ρομπότ να βρει τη βέλτιστη διαδρομή από την αποθήκη στο σημείο παράδοσης χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο A*.

Το πλέγμα της πόλης περιέχει διάφορους τύπους εδάφους:

- S: Αφετηρία (Αποθήκη)
- G: Στόχος (Σημείο παράδοσης)

- R: Κανονικός δρόμος (κόστος 1)
- H: Αυτοκινητόδρομος (κόστος 0.5)
- B: Κτίριο (αδιάβατο εμπόδιο)
- P: Πάρκο (κόστος 2)
- W: Νερό (αδιάβατο εμπόδιο)

Το 10x10 πλέγμα είναι το εξής:

```

S R R R B W R H H H
R B B R H H R R B H
R P P R B R R R B R
R R R R W R P P R R
R R B R R R H H R B
B W R P P R B R R R
P P R R R R R R B B
R B R R R W H H R R
R R R R B R R R B R
H H H B B R R G R R

```

Το ρομπότ πρέπει να βρει τη διαδρομή από την αποθήκη (S) στο σημείο παράδοσης (G) που ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος μετακίνησης.

Να υπολογίσετε το συνολικό κόστος της βέλτιστης διαδρομής (άθροισμα του κόστους των κελιών που διασχίζονται) που θα βρεθεί από τον A* αν τον χρησιμοποιήσουμε στο πρόβλημα με ευρετική συνάρτηση την απόσταση Manhattan διά 2. Δηλαδή το αποτέλεσμα της ευρετικής για την μετάβαση από έναν κόμβο x σε έναν κόμβο y, δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$h(x, y) = \frac{\text{ManhattanDistance}(x, y)}{2}$$

Επίσης να υπολογίσετε:

- Τον αριθμό των κόμβων που επεκτάθηκαν από τον A* κατά τη διάρκεια της αναζήτησης.
- Τη σειρά με την οποία βγαίνουν οι κόμβοι από την λίστα «σύνορο» (fringe).
Να δώσετε την ενέργεια του ρομπότ που αντιστοιχεί σε κάθε κόμβο.

Να υποθέσετε ότι: (α) οι διαθέσιμες ενέργειες του ρομπότ εφαρμόζονται με τη σειρά που δόθηκαν παραπάνω και (β) όταν ο A* δεν μπορεί να «διακρίνει» δύο κόμβους τότε επιλέγει τον αριστερότερο στο δένδρο αναζήτησης.

Τέλος, να προτείνετε δύο επιπλέον παραδεκτές ευρετικές συναρτήσεις για τη λύση του παραπάνω προβλήματος χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο A*. (Δεν χρειάζεται να λύσετε το πρόβλημα χρησιμοποιώντας τις, μόνο να τις ορίσετε και να αποδείξετε ότι είναι παραδεκτές.)

(1+1+1+2*1=5 μονάδες)

Πρόβλημα 4:

Θεωρήστε τον αλγόριθμο αμφίδρομης αναζήτησης που παρουσιάσαμε στις διαλέξεις. Θεωρείστε ότι στα προβλήματα αναζήτησης που θα εφαρμοστεί ο αλγόριθμος υπάρχει μοναδική κατάσταση στόχου. Υποθέτουμε ότι τα ζευγάρια αλγορίθμων που χρησιμοποιεί η αμφίδρομη αναζήτηση σαν υπορουτίνες για την (προς τα εμπρός) αναζήτηση από την αρχική κατάσταση και την (προς τα πίσω) αναζήτηση από την κατάσταση στόχου είναι:

- (α) Αναζήτηση πρώτα σε πλάτος και αναζήτηση περιορισμένου βάθους
- (β) Αναζήτηση με επαναληπτική εκβάθυνση και αναζήτηση περιορισμένου βάθους
- (γ) A^* και αναζήτηση περιορισμένου βάθους
- (δ) A^* και A^*

Είναι ο αλγόριθμος αμφίδρομης αναζήτησης με υπορουτίνες όπως στα (α)-(δ) πλήρης; Είναι βέλτιστος; Ναι ή όχι και υπό ποιες συνθήκες.

Πως μπορεί να γίνει αποδοτικά ο έλεγχος ότι οι δύο αναζητήσεις συναντιούνται σε κάθε μια από τις παραπάνω περιπτώσεις (α)-(δ);

(1+1+1+1=4 μονάδες)

Σύνολο μονάδων εργασίας: 25+3+5+4=37 μονάδες (=άριστα)