ΥΣ02 Τεχνητή Νοημοσύνη – Χειμερινό Εξάμηνο 2015-2016

Πρώτη Σειρά Ασκήσεων
(25% του συνολικού βαθμού στο μάθημα)

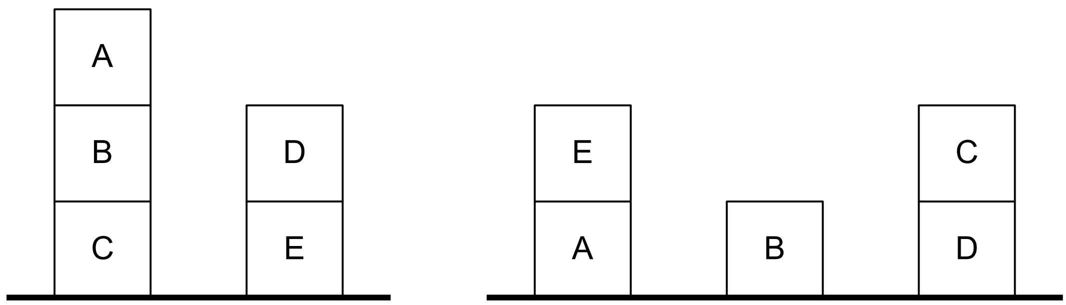
Ημερομηνία Ανακοίνωσης: 13/11/2015
Ημερομηνία Παράδοσης: 4/11/2015 σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνονται στην ιστοσελίδα του μαθήματος. Δεν θα γίνουν δεκτές ασκήσεις που θα παραδοθούν μετά την έναρξη του φροντιστηρίου.

Αντιγραφή: Σε περίπτωση που προκύψουν φαινόμενα αντιγραφής, οι εμπλεκόμενοι θα βαθμολογηθούν **στο μάθημα (όχι απλά στην άσκηση!) με βαθμό μηδέν.**

Πρόβλημα 1:
Θεωρήστε το πρόβλημα των κύβων (blocks world problem) που ορίζεται παρακάτω.

Έχουμε στη διάθεση μας ένα πεπερασμένο αριθμό ομοιόμορφων κύβων και ένα τραπέζι αρκετά μεγάλο για να τους χωρέσει όλους (αυτά είναι τα μόνα αντικείμενα του προβλήματος). Κάθε αντικείμενο βρίσκεται πάνω σε κάποιο άλλο αντικείμενο (τραπέζι ή κύβο). Για κάθε κύβο ισχύει το εξής: είτε είναι ελεύθερος, είτε κάποιος άλλος κύβος βρίσκεται πάνω του. Υπάρχει μια μόνο ενέργεια στη διάθεση του πράκτορα που λύνει το πρόβλημα: η μετακίνηση ενός ελεύθερου κύβου από ένα άλλο κύβο στο τραπέζι ή από ένα αντικείμενο (κύβο ή τραπέζι) σε ένα ελεύθερο κύβο. Η αρχική κατάσταση και η κατάσταση στόχου περιγράφονται δίνοντας με ακρίβεια την θέση κάθε κύβου. Το κόστος κάθε μετακίνησης είναι 1. Μια λύση στο πρόβλημα είναι μια ακολουθία μετακινήσεων που μας επιτρέπει να φτάσουμε από μια δοσμένη αρχική κατάσταση σε μια κατάσταση στόχου. Η βέλτιστη λύση του προβλήματος είναι αυτή που έχει το ελάχιστο κόστος (δηλαδή, αυτή που απαιτεί τις λιγότερες μετακινήσεις).

Παράδειγμα:



Αρχική Κατάσταση   Κατάσταση Στόχου

Στο παραπάνω παράδειγμα η βέλτιστη λύση είναι:

1. Μετακίνησε D στο τραπέζι
2. Μετακίνησε A στο τραπέζι
3. Μετακίνηση E πάνω στο A
4. Μετακίνησε B στο τραπέζι
5. Μετακίνησε C πάνω στο D

Να γράψετε ένα πρόγραμμα που χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο A* για να υπολογίσετε την βέλτιστη λύση σε ένα δοσμένο πρόβλημα κύβων. Να προτείνετε μία ή περισσότερες ευρετικές συναρτήσεις και να μελετήσετε πειραματικά την απόδοση του A* σε αυτό το πρόβλημα χρησιμοποιώντας αυτές τις ευρετικές (δείτε τις σελίδες 143-149 του βιβλίου ή τις διαφάνειες 31-38 από την τάξη). Είναι οι συναρτήσεις που προτείνετε παραδεκτές ή συνεπείς; Ποιος είναι ο μεγαλύτερος αριθμός κύβων που μπορείτε να επιλύσετε και σε πόσο χρόνο;

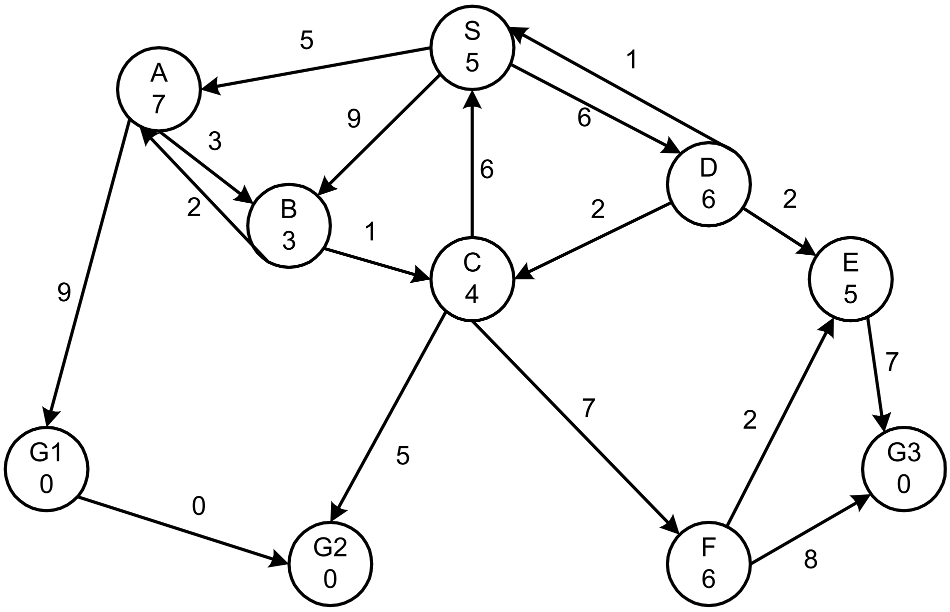
(120 μονάδες)

Πρόβλημα 2:
Θεωρήστε ένα πρόβλημα αναζήτησης Π που το λύνουμε με τον αλγόριθμο πρώτα σε βάθος με επαναληπτική εκβάθυνση. Έστω ότι το δένδρο αναζήτησης για το Π είναι πεπερασμένο, έχει βάθος d, έχει παράγοντα διακλάδωσης b, και ο κόμβος με το μικρότερο βάθος που αντιστοιχεί σε κατάσταση στόχου βρίσκεται σε βάθος $g \leq d$. Ποιός είναι ο μικρότερος και ποιος ο μεγαλύτερος αριθμός κόμβων που μπορούν να δημιουργηθούν από τον αλγόριθμο;

Να εξηγήσετε με λεπτομέρεια την απάντηση σας.

(20 μονάδες)

Πρόβλημα 3:
Θεωρήστε τον παρακάτω γράφο που παριστάνει ένα χώρο αναζήτησης.



S είναι ο κόμβος που αντιστοιχεί στην αρχική κατάσταση και G1, G2, G3 είναι κόμβοι που αντιστοιχούν σε καταστάσεις στόχου. Οι ακμές του γράφου κωδικοποιούν τη συνάρτηση διαδόχων και δίνουν το κόστος κάθε μετάβασης από μια κατάσταση σε μια άλλη. Τέλος, κάθε κόμβος περιέχει ένα αριθμό που είναι η τιμή μιας ευρετικής συνάρτησης h που δίνει το εκτιμώμενο κόστος της φθηνότερης διαδρομής από τον κόμβο αυτό σε ένα κόμβο στόχου.

Για καθένα από τους αλγόριθμους
- Αναζήτηση πρώτα σε πλάτος
- Αναζήτηση πρώτα σε βάθος
- Αναζήτηση πρώτα σε βάθος με επαναληπτική εκβάθυνση
- Άπληστη αναζήτηση πρώτα στον καλύτερο
- A*

να δώσετε: (α) τον κόμβο στόχου στον οποίο φτάνει πρώτα ο αλγόριθμος, και (β) τη σειρά με την οποία βγαίνουν οι κόμβοι από την λίστα «σύνορο» (fringe). Να υποθέσετε ότι: (α) οι αλγόριθμοι έχουν υλοποιηθεί κατάλληλα ώστε να λειτουργούν σωστά σε αλγόριθμους αναζήτησης που είναι γράφοι και (β) όταν ο αλγόριθμος δεν μπορεί να «διακρίνει» δύο κόμβους τότε επιλέγει με αλφαβητική σειρά.

(20 μονάδες)

Πρόβλημα 4: Θεωρήστε το πρόβλημα των Σφακιανών πιτών που ορίζεται παρακάτω.

Η νεαρή μαγείρισσα στο εστιατόριο «Ο Σήφης» που βρίσκεται στη Χώρα Σφακίων δεν ξέρει ακόμα να φτιάχνει Σφακιανές πίτες και τις βγαίνουν όλες σε διαφορετικά μεγέθη. Ο ιδιοκτήτης και σερβιτόρος Σήφης, καθ' οδόν προς το τραπέζι που πρέπει να σερβίρει μια πιατέλα που περιέχει μια στοίβα από Σφακιανές πίτες, τις ταξινομεί ώστε η μικρότερη να είναι στο πάνω μέρος της στοίβας, από κάτω η αμέσως μεγαλύτερη, κ.ο.κ. και η μεγαλύτερη απ’ όλες στο κάτω μέρος της στοίβας. Για να πετύχει το σκοπό του ο Σήφης χρησιμοποιεί μια τσιμπίδα, με την οποία πιάνει μερικές πίτες από την κορυφή της στοίβας, τις αναποδογυρίζει όλες μαζί και συνεχίζει να κάνει την ίδια ενέργεια για όσες φορές είναι αρκετές ώστε όλες οι πίτες να έλθουν στην επιθυμητή θέση (ο αριθμός των πιτών που αναποδογυρίζονται μπορεί να διαφέρει από φορά σε φορά – ο Σήφης με την εμπειρία του είναι ειδικός στο να κάνει αυτή την επιλογή).

Από τα παραπάνω προκύπτει το ακόλουθο πρόβλημα των Σφακιανών πιτών:

> Μας δίνεται μια αταξινόμητη στοίβα με n Σφακιανές πίτες. Ποιος είναι ο μικρότερος αριθμός από αναποδογυρίσματα $f(n)$ (εκφρασμένος σαν συνάρτηση του n) που θα πρέπει ποτέ να κάνουμε ώστε να τις ταξινομήσουμε κατά τον επιθυμητό τρόπο;

Έχετε να απαντήσετε τα εξής ερωτήματα:

I. Αν $n=1, 2, 3$ ή 4, ποια είναι η τιμή του $f(n)$;
II. Αποδείξτε ότι για $n \geq 4$, έχουμε $f(n) \geq n$.
III. Αποδείξτε ότι για κάθε $n \geq 1$, έχουμε $f(n) \leq 2n$.
IV. Να εκφράσετε με ακρίβεια το παραπάνω πρόβλημα σαν πρόβλημα αναζήτησης. Ποιο είναι το μέγεθος του χώρου αναζήτησης του προβλήματος;

Σημείωση: Αν δεν ξέρετε τι είναι οι Σφακιανές πίτες, δείτε την ιστοσελίδα http://www.cretan-nutrition.gr/wp/?p=1231&lang=el

(5+10+10+5=30 μονάδες)