Τεχνητή Νοημοσύνη
Εαρινό Εξάμηνο 2021
Διδάσκων: Α. Λύκας

- Ομάδες **δύο ή τριών** (κατά προτίμηση) **φοιτητών**.
- Φοιτητές που έχουν βαθμολογηθεί σε προηγούμενα έτη δεν δικαιούνται επανεξέτασης.
- Γλώσσα προγραμματισμού: **C ή Java** (όχι Python)
- Δεκτές για εξέταση γίνονται μόνο ασκήσεις που είναι ολοκληρωμένες, δηλ. τα προγράμματα μεταγλωττίζονται και εκτελούνται στους υπολογιστές του Τμήματος π.χ. opti3060ws03. Μην υποβάλετε κώδικα Java που απαιτεί το περιβάλλον eclipse για να μεταγλωττιστεί και να εκτελεστεί.
- **Δήλωση ομάδων**: e-mail στον διδάσκοντα με (ΑΜ, ονοματεπώνυμο) μελών της ομάδας μέχρι **25 Απριλίου** 2021 (αυστηρή προθεσμία).
- Η δήλωση συνεπάγεται υποχρέωση υποβολής και εξέτασης των εργασιών.
- **Προθεσμία υποβολής εργασιών: 16 Μαΐου 2021** (αυστηρή προθεσμία).
- Η **υποβολή** θα γίνει με χρήση της εντολής **turnin** ως εξής:
  turnin assignment@myy602 <your_filename>
- Θα δημιουργήσετε δύο καταλόγους, έναν για κάθε άσκηση. Κάθε κατάλογος θα περιλαμβάνει τον πηγαίο, τον εκτελέσιμο κώδικα της άσκησης και αρχείο κειμένου (pdf) (για την άσκηση 1). Φυσικά θα πρέπει να υπάρχει πληροφορία για τα ονόματα και τα ΑΜ των μελών της ομάδας.
- Μην υποβάλετε συμπιεσμένα αρχεία .rar

Εργαστηριακή Άσκηση 1 (Πρόβλημα Αναζήτησης) (20%)
Να κατασκευάσετε πρόγραμμα για την επίλυση του ακόλουθου προβλήματος **αναζήτησης**:
Θεωρούμε μία λίστα Ν θέσεων στην οποία έχουν τοποθετηθεί οι φυσικοί αριθμοί από 1 έως Ν (μία φορά ο καθένας) (πχ. [1,3,2,4,5], [2,1,4,5,3] κλπ για N=5). Επομένως **ο χώρος καταστάσεων αντιστοιχεί στις μεταθέσεις των Ν φυσικών αριθμών (από 1 έως Ν)**. Η **τελική κατάσταση είναι η κατάσταση [1,2,…,N]** (δηλ. οι αριθμοί είναι τοποθετημένοι σε αύξουσα σειρά).
Η αρχική κατάσταση καθορίζεται από τον χρήστη στην αρχή της εκτέλεσης του προγράμματος.
Το Ν ορίζεται μέσα στο πρόγραμμα ή δίνεται από τον χρήστη στην αρχή της εκτέλεσης του προγράμματος.

Οι **τελεστές μετάβασης** (δηλ. οι επιτρεπτές ενέργειες σε κάθε κατάσταση) ορίζονται ως εξής:
Έστω $a=[a_1,\ldots,a_N]$ μια κατάσταση. Η εφαρμογή του τελεστή **T(k)** (όπου $2\leq k\leq N$) στην κατάσταση a οδηγεί σε μια κατάσταση $b=[b_1,\ldots,b_N]$ που προκύπτει ως εξής: η a χωρίζεται σε δύο τμήματα: $a_L=[a_1,\ldots,a_k]$ (που περιλαμβάνει τα **k** πρώτα στοιχεία της a) και $a_R=[a_{k+1},\ldots,a_N]$ (που περιλαμβάνει τα υπόλοιπα στοιχεία της a). Αν k=N τότε $a_R=a$ και $a_L=[]$ (κενή λίστα). Έστω $ra_L=[a_k,\ldots,a_1]$ η λίστα που προκύπτει αντιστρέφοντας τη σειρά τοποθέτησης των στοιχείων της a_L. Η κατάσταση $b=[b_1,\ldots,b_N]$ ορίζεται από τη συνένωση της ra_L και της a_R.
Για παράδειγμα: η εφαρμογή του τελεστή T(2) στην κατάσταση a=[3,5,4,1,2] οδηγεί στην κατάσταση b=[5,3,4,1,2], η εφαρμογή του τελεστή T(4) στην κατάσταση a=[3,5,4,1,2] οδηγεί στην κατάσταση b=[1,4,5,3,2] και η εφαρμογή του τελεστή T(5) στην κατάσταση a=[3,5,4,1,2] οδηγεί στην κατάσταση b=[2,1,4,5,3] Προσέξτε ότι ο τελεστής T(1) δίνει b=a, γι' αυτό δεν επιτρέπεται αφού δεν οδηγεί σε διαφορετική κατάσταση. **Όλες οι μεταβάσεις έχουν κόστος 1.**
Δοθείσης μια οποιασδήποτε αρχικής κατάστασης (ΑΚ) που καθορίζει ο χρήστης, θέλουμε το πρόγραμμα να βρίσκει την βέλτιστη ακολουθία ενεργειών για να φτάσουμε στην τελική κατάσταση (**ΤΚ=[1,2,…,N]**).
Για το παραπάνω πρόβλημα να υλοποιήσετε:

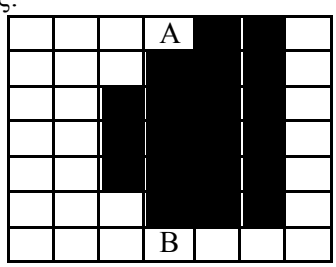
i) αναζήτηση ομοιόμορφου κόστους (UCS) (10%)
ii) αναζήτηση A* χρησιμοποιώντας όσο το δυνατόν καλύτερη **αποδεκτή ευρετική** συνάρτηση h(n). Θα πρέπει να εξηγήσετε γραπτώς (σε έγγραφο κειμένου report.pdf) γιατί η συνάρτηση h(n) που σκεφτήκατε είναι αποδεκτή. (10%)

Να εξετάσετε διάφορες τιμές του N καθώς και διαφορετικές ΑΚ. Για κάθε N και ΑΚ να εφαρμόζετε τόσο την μέθοδο UCS όσο και την μέθοδο A* για να μπορείτε να συγκρίνετε τις μεθόδους. Πιο συγκεκριμένα, το πρόγραμμα πρέπει να τυπώνει: α) το μονοπάτι, β) το κόστος του μονοπατιού αυτού, και γ) τον αριθμό των επεκτάσεων που έγιναν. Να αναφέρετε στο κείμενο (report.pdf) τα συμπεράσματά σας σχετικά με την αποδοτικότητα της A* σε σχέση με τη UCS.

Εργαστηριακή Ασκηση 2 (Κατασκευή Παιγνίου) (10%)

Να κατασκευάσετε πρόγραμμα το οποίο θα παίζει ενάντια σε κάποιο χρήστη το εξής παίγνιο δύο παικτών που παίζουν εναλλάξ.

Το παίγνιο παίζεται σε πίνακα με MxN θέσεις. Κάθε παίκτης έχει ένα πιόνι το οποίο καταλαμβάνει ένα τετράγωνο στον πίνακα. Στο παρακάτω σχήμα έχουμε έναν πίνακα 7×7 όπου το πιόνι Α (παίκτης MAX) καταλαμβάνει το μεσαίο τετράγωνο της πρώτης σειράς, ενώ το πιόνι Β (παίκτης MIN) καταλαμβάνει το μεσαίο τετράγωνο της τελευταίας σειράς.



Τα μαύρα τετράγωνα είναι αυτά τα οποία έχουν ήδη **επισκεφτεί ή διατρέξει** τα πιόνια και δεν μπορούν τα πιόνια να ξαναπεράσουν από αυτά.

Κάθε παίκτης μπορεί να κινήσει το πιόνι του, υπό προϋποθέσεις, όπως μία βασίλισσα στο σκάκι: οριζόντια, κατακόρυφα και διαγώνια. Μπορείτε να βάλετε όριο στην μετακίνηση (π.χ. μέχρι δύο θέσεις).

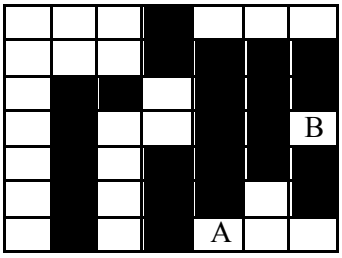
Οι προϋποθέσεις για την κίνηση ενός πιονιού είναι οι εξής:

- Ένα πιόνι μπορεί να διατρέξει μόνο λευκά τετράγωνα και να τοποθετηθεί μόνο σε λευκό τετράγωνο.
- Ένα πιόνι δεν μπορεί να τοποθετηθεί ή να περάσει (κατά την κίνηση του) από το τετράγωνο στο οποίο είναι τοποθετημένο το πιόνι του αντιπάλου.

Όταν ένα πιόνι κάνει μια κίνηση, το τετράγωνο από το οποίο ξεκινά και τα τετράγωνα τα οποία διατρέχει γίνονται μαύρα.

Χάνει ο παίκτης που δεν έχει καμία επιτρεπτή κίνηση όταν είναι η σειρά του να παίξει.

Στο παρακάτω παράδειγμα το πιόνι Α έχει τρεις επιτρεπτές κινήσεις: (α) μία θέση διαγώνια (πάνω-δεξιά), (β) μία θέση δεξιά και (γ) δύο θέσεις δεξιά. Το πιόνι Β δεν έχει καμία επιτρεπτή κίνηση. Κατά συνέπεια, ο MAX (πιόνι Α) κερδίζει.



Θεωρείστε ότι 'παίκτης MAX' = πρόγραμμα (πιόνι Α), 'παίκτης MIN' = αντίπαλος (πιόνι Β) και ότι παίζει πρώτος ο MAX. Το μέγεθος MxN του ταμπλό να είναι παράμετρος του προγράμματος (πχ. M=N=4).

Αφού πρώτα ορίσετε κατάλληλες τιμές για την αξία των τελικών καταστάσεων, να κατασκευάσετε το πρόγραμμα εκτέλεσης του παιγνίου στο οποίο **ο MAX πρέπει να παίζει βέλτιστα εκτελώντας τον αλγόριθμο ΜΙΝΙΜΑΧ με ρίζα την τρέχουσα κατάσταση για να αποφασίσει για την κίνηση που θα κάνει κάθε φορά**. (Η υλοποίηση του ΜΙΝΙΜΑΧ να γίνει με τη χρήση αναδρομής).

Στην αρχή του προγράμματος πρέπει να καθορίζονται οι θέσεις Α και Β, καθώς επίσης (προαιρετικά) και κάποιες θέσεις που θέλουμε εξαρχής να είναι μαύρες (για να μειώνονται οι δυνατές κινήσεις των πιονιών).

Στην αρχή του κώδικα του προγράμματος να αναφέρετε τυχόν υποθέσεις που κάνατε για τις επιτρεπτές κινήσεις των πιονιών.