



ΕΠΑ336: ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΚΑΙ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ

Εαρινό Εξάμηνο 2018

Αναπληρωτής Καθηγητής Χρύσης Γεωργίου

5^η Εργασία

Παρασκευή 30 Μαρτίου 2018

Οδηγίες:

Η εργασία πρέπει να παραδοθεί **μέχρι** την **Παρασκευή 4 Μαΐου 2018 στις 23:59**.

Η αντιγραφή ασκήσεων ή η παροχή ασκήσεων προς αντιγραφή απαγορεύεται και αποτελεί σοβαρό πειθαρχικό παράπτωμα που στην καλύτερη περίπτωση θα οδηγήσει στον μηδενισμό της εργασίας. Το πρόγραμμά σας θα ελεγχθεί με ειδικό λογισμικό εντοπισμού πλαγιαρισμού.

Η παράδοση της εργασίας είναι υποχρεωτική.

Περιγραφή εργασίας:

Στην εργασία αυτή θα έχετε την ευκαιρία να υλοποιήσετε και να διεξάγετε πειραματική αξιολόγηση αλγορίθμων. Συγκεκριμένα:

(α) [40 μονάδες] Υλοποίηση

Καλείστε να γράψετε προγράμματα σε γλώσσα προγραμματισμού C ή Java τα οποία θα επιλύουν το ακόλουθο πρόβλημα:

Έστω ότι γνωρίζουμε τις αξίες μιας συγκεκριμένης μετοχής για n συνεχόμενες μέρες. Απαριθμούμε τις μέρες $i = 1, 2, \dots, n$ και για κάθε μέρα i , η αξία της μετοχής είναι $p(i)$ (για απλοποίηση του προβλήματος θεωρούμε ότι η αξία της μετοχής είναι σταθερή στη διάρκεια της μέρας). Υποθέστε ότι αυτή τη χρονική περίοδο (τις n μέρες), θέλουμε να αγοράσουμε 1000 μετοχές κάποια μέρα και να πωλήσουμε όλες αυτές τις μετοχές κάποια άλλη (μεταγενέστερη) μέρα. Θα θέλαμε να ξέρουμε πότε θα έπρεπε να αγοράσουμε και πότε θα έπρεπε να πουλήσουμε τις μετοχές έτσι ώστε να *μεγιστοποιήσουμε* το κέρδος. (Αν δεν υπάρχει τρόπος να κερδίσουμε χρήματα κατά τη διάρκεια των n ημερών, θα πρέπει αυτό να το αναφέρουμε – πχ αν οι αξίες είναι σε αυστηρά φθίνουσα σειρά, τότε δεν μπορεί να υπάρξει κέρδος.)

Για την επίλυση του προβλήματος θα πρέπει να υλοποιήσετε δύο αλγόριθμους βασισμένους σε διαφορετικές τεχνικές:

1. Ένα αλγόριθμο τύπου *Διαίρει και Βασίλευε* όπως αυτός περιγράφεται στο Κεφάλαιο 5, στις σελίδες 284-285 του βιβλίου του μαθήματος.
2. Ένα αλγόριθμο *Δυναμικού Προγραμματισμού* ο οποίος περιγράφεται στο Παράρτημα αυτής της εργασίας.

Το πρόγραμμά σας πρέπει να παίρνει ως είσοδο ένα πίνακα με ακέραιους αριθμούς και θα πρέπει να υπολογίζει και να επιστρέφει τόσο τις μέρες αγοράς και πώλησης των μετοχών, όσο και το κέρδος από αυτή την πώληση. Σε περίπτωση που δεν μπορούμε να έχουμε κέρδος από την αγοραπωλησία των μετοχών θα πρέπει να αναφερθεί. Επιπρόσθετα, κάνοντας χρήση κατάλληλων συναρτήσεων (χρήση της βιβλιοθήκης `time.h` για C ή `currentTimeInMillis()` και `System.nanoTime()` για Java), το πρόγραμμά σας πρέπει να επιστρέφει και το χρόνο εκτέλεσης του αλγορίθμου (είτε σε `msecs` είτε σε `CPU usage`). Στα πλαίσια της υλοποίησής σας **απαγορεύεται η χρήση στατικών μεταβλητών**. Χρήση στατικών μεταβλητών θα έχει ως συνέπεια **η βαθμολογία της υλοποίησης να μην ξεπερνά τις 20 μονάδες**.

(β) [60 μονάδες] Πειραματική αξιολόγηση

Τρέξετε τα προγράμματά σας για πίνακες μεγέθους n . Στο τέλος να παράξετε 3 γραφήματα (plots) όπου στον άξονα των x να είναι οι τιμές του n και στον άξονα των y ο χρόνος εκτέλεσης του κάθε αλγορίθμου για κάθε n . Για κάθε n θα πρέπει να εκτελέσετε πολλές φορές το πείραμα (και για διαφορετικούς πίνακες με τυχαία επιλεγμένα στοιχεία) και να πάρετε **τον μέσο όρο** του χρόνου εκτέλεσης. Για τους σκοπούς της πειραματικής αξιολόγησης (και μόνο) δεν θα πρέπει να εκτυπώνεται ούτε ο πίνακας εισόδου, ούτε η λύση (ώστε να μην προσμετρείται ο χρόνος αυτός στην εκτέλεση των αλγορίθμων). Συγκεκριμένα:

1. Ένα γράφημα όπου παρουσιάζεται ο χρόνος εκτέλεσης του αλγορίθμου του δυναμικού προγραμματισμού συναρτήσει του μεγέθους του πίνακα καθώς και η θεωρητική πολυπλοκότητα του αλγορίθμου για κάθε μέγεθος.
2. Ένα γράφημα όπου παρουσιάζεται ο χρόνος εκτέλεσης του αλγορίθμου διαίρει και βασίλευε συναρτήσει του μεγέθους του πίνακα καθώς και η θεωρητική πολυπλοκότητα του αλγορίθμου για κάθε μέγεθος.
3. Ένα γράφημα όπου γίνεται σύγκριση του χρόνου εκτέλεσης των δύο αλγορίθμων συναρτήσει του μεγέθους του πίνακα.

Για κάθε γράφημα (σύνολο 3 γραφήματα) θα πρέπει να γράψετε μια παράγραφο (μέχρι 10 γραμμές) με τις παρατηρήσεις και συμπεράσματα σας (πχ., πιστεύετε ότι είναι λογικά/αναμενόμενα τα αποτελέσματα σας, πως συγκρίνονται με τη θεωρητική ανάλυση του αλγορίθμου, κτλ).

Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός στοιχείων σε ένα πίνακα που υποστηρίζει το κάθε πρόγραμμά σας;

Θα πρέπει να γράψετε δηλαδή μια **αναφορά** (report) η οποία θα περιέχει τα γραφήματα και τις πιο πάνω αξιολογήσεις τους. Η αναφορά αυτή να μην ξεπερνά τις **3 σελίδες**. *Γραμματοσειρά Arial, μέγεθος 11pt, margins το λιγότερο 1 ίντσα* (top, bottom, left, right).

Παραδοτέα και Προθεσμίες: Η εργασία θα παραδοθεί μόνο ηλεκτρονικά.

Θα γίνει μέσω του BlackBoard (EPL336_1). **Προθεσμία: μέχρι 4/5@23:59**

Θα πρέπει να ανεβάσετε τρία αρχεία:

- i. Το αρχείο με τον πηγαίο κώδικα του προγράμματος σας.
- ii. Το αρχείο που θα περιέχει τα γραφήματα και την ανάλυση τους, δηλαδή την αναφορά σας.
- iii. Ένα typescript αρχείο το οποίο θα περιέχει παραδείγματα εκτέλεσης του προγράμματός σας σε τυχαίες ακολουθίες εισόδου μήκους μέχρι 16 στοιχείων. Το αρχείο αυτό θα περιέχει για κάθε εκτέλεση του κάθε αλγορίθμου τα εξής:
 - Τον πίνακα εισόδου
 - Τις μέρες αγοράς-πώλησης και το μέγιστο κέρδος (ή μήνυμα ότι δεν υπάρχει κέρδος)
 - Τους χρόνους εκτέλεσης του αλγορίθμου όπως αυτά επιστρέφονται από το πρόγραμμά σας.

Για τη δημιουργία του typescript θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η εντολή script και όχι η εντολή printscreen της οθόνης.

Μη παράδοση typescript αρχείου δηλώνει ότι το πρόγραμμά σας δεν τρέχει και η μέγιστη βαθμολογία εργασίας δεν θα ξεπερνά τις 30 μονάδες.

Αξιολόγηση Εργασίας:

Η εργασία σας θα αξιολογηθεί με βάση τα πιο κάτω κριτήρια:

- ♦ Ορθότητα προγράμματος
- ♦ Ποιότητα πειραμάτων
- ♦ Ποιότητα αξιολόγησης (πχ., ευστοχία παρατηρήσεων, συμπερασμάτων, συγκρίσεων κτλ).

Όπως αναφέρεται και πιο πάνω, η υλοποίηση θα πάρει συνολικά 40 μονάδες και η πειραματική αξιολόγηση τις υπόλοιπες 60 μονάδες.

Σημειώνεται ότι σε περίπτωση παράδοσης μόνο προγράμματος (δηλαδή μη παράδοση αναφοράς με την ανάλυση της πειραματικής αξιολόγησης), τότε η συνολική βαθμολόγηση της εργασίας δεν θα ξεπερνά τις 30 μονάδες.

Για διευκρινήσεις ή απορίες σχετικά με την εργασία, μπορείτε να επικοινωνήσετε με τον κ. Χατζηπολλά (γραφείο: ΘΕΕ01-B110, τηλ.: 22893932, email: hpollas@cs.ucy.ac.cy).

Σημείωση: Ένας εύκολος τρόπος κατασκευής γραφήματος είναι με τη χρήση του λογισμικού Excel. Αν μεταφέρετε τα αριθμητικά αποτελέσματα που αφορούν το ίδιο πείραμα σε ένα φύλλο Excel τότε μπορείτε να δημιουργήσετε γράφημα επιλέγοντας το εργαλείο δημιουργίας γραφήματος της Excel.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Αλγόριθμος Δυναμικού προγραμματισμού για την επίλυση του προβλήματος

Έστω ότι το $OPT[j]$ (για $j = 1, 2, \dots, n$) δηλώνει το μέγιστο δυνατό κέρδος εάν πουλήσουμε τις μετοχές την j -οστή μέρα.

Τότε $OPT[1] = 0$ αφού εάν αγοράσω και πουλήσω τις μετοχές την ίδια μέρα δε θα έχω κέρδος.

Για τη γενική περίπτωση διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

1. Την $j-1$ μέρα δεν είχαμε τις μετοχές με αποτέλεσμα να μην μπορούμε να τις πουλήσουμε. Άρα $OPT[j] = 0$
2. Την $j-1$ μέρα είχαμε τις μετοχές. Άρα $OPT[j] = OPT[j-1] + (p(j) - p(j-1))$.

Στην επιλογή της βέλτιστης λύσης υπολογίζουμε το μέγιστο των πιο πάνω περιπτώσεων, δηλαδή

$$OPT[j] = \max \{0, OPT[j-1] + (p(j) - p(j-1))\}$$

Η βέλτιστη λύση μπορεί να βρεθεί με γραμμική σάρωση του πίνακα OPT και επιλέγοντας τη θέση του πίνακα με τη μέγιστη τιμή. Η τιμή αυτή συμβολίζει το μέγιστο κέρδος από την πώληση μιας μετοχής και η θέση του πίνακα δηλώνει τη μέρα πώλησης της. Για να βρούμε τη μέρα αγοράς προχωρούμε προς τα πίσω στον πίνακα και επιστρέφουμε την πρώτη θέση για την οποία θα δούμε το κέρδος 0.