

## Κ08 Δομές Δεδομένων και Τεχνικές Προγραμματισμού

Διδάσκων: Μανόλης Κουμπάρκης

Εαρινό Εξάμηνο 2019-2020.

Άσκηση 1 (ανακοινώθηκε στις 30 Μαρτίου 2020, προθεσμία παράδοσης: 3 Μαΐου 2020, 12 τα μεσάνυχτα).

15% του συνολικού βαθμού στο μάθημα. Άριστα=110 μονάδες

1. Θεωρήστε το πρόγραμμα που βρίσκεται στο αρχείο `sort.c` που συνοδεύει την άσκηση. Ποια είναι η χρονική υπολογιστική πολυπλοκότητα χειρότερης περίπτωσης της συνάρτησης `sort`; Ποια είναι η αντίστοιχη πολυπλοκότητα της `main`; Υποθέστε ότι η κλήση `rand()` εκτελείται σε σταθερό χρόνο.

(5 μονάδες)

2. Υποθέστε ότι έχουμε έξι αλγόριθμους A, B, Γ, Δ, E και Z με τις παρακάτω υπολογιστικές πολυπλοκότητες χρόνου.

A.  $1000n$  B.  $5n + \log n$  Γ.  $2^{300n \log n}$  Δ.  $2^{300 \log n}$  E.  $n^5$  Z.  $6n^5 + n$

Να ταξινομήσετε τους αλγόριθμους από τον καλύτερο στον χειρότερο με βάση την υπολογιστική πολυπλοκότητα τους. Να δώσετε λεπτομερώς όσους υπολογισμούς χρειάζονται για να τεκμηριώσετε την απάντησή σας.

(5 μονάδες)

3. Να οργανώσετε τα γράμματα της λέξης ΚΟΛΟΚΟΤΡΩΝΗΣ σε ένα σωρό (heap) χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο εισαγωγής που δίνεται στην σελίδα 64 των διαφανειών της Ενότητας 8 από την ιστοσελίδα του μαθήματος. Τα βήματα του αλγόριθμου να παρουσιαστούν λεπτομερώς χρησιμοποιώντας την δενδρική αναπαράσταση του σωρού όπως κάνουμε στα παραδείγματα της ενότητας αυτής. Δεν χρειάζεται να δείχνετε τον αντίστοιχο πίνακα.

(5 μονάδες)

4. Πόσα διαφορετικά δυαδικά δένδρα αναζήτησης μπορούν να αποθηκεύσουν τα κλειδιά 1, 2, 3 και 4; Εξηγήστε την απάντησή σας.

(5 μονάδες)

5. Θεωρείστε ένα πλήρες δυαδικό δέντρο (complete binary tree) του οποίου τα φύλλα βρίσκονται σε ένα μοναδικό επίπεδο. Πόσους εσωτερικούς κόμβους

έχει το δέντρο αυτό; Εκφράστε την απάντησή σας σαν συνάρτηση του ύψους του δέντρου.

**(5 μονάδες)**

6. Σχεδιάστε το δέντρο έκφρασης (expression tree) για την παρακάτω λογική παράσταση της C:

$(a < b) \ \&\& \ (b < c) \ \|\| \ (c < d)$

Δώστε τη σειρά με την οποία επισκέπτονται οι κόμβοι του δέντρου αυτού χρησιμοποιώντας την προδιατεταγμένη (preorder), ενδοδιατεταγμένη (inorder) και μεταδιατεταγμένη (postorder) διάσχιση.

**(10 μονάδες)**

7. Σχεδιάστε το δένδρο δυαδικής αναζήτησης που προκύπτει όταν εισάγουμε αντικείμενα με κλειδιά E A S Y σε ένα αρχικά άδειο δένδρο. Ομοίως τα κλειδιά Q U E S T I O N σε ένα δεύτερο δένδρο δυαδικής αναζήτησης. Τέλος, συνενώστε τα δύο δένδρα εκτελώντας την πράξη join που μελετήσαμε στην Ενότητα 9 των διαλέξεων.

**(5 μονάδες)**

8. Υλοποιήστε μια μη αναδρομική συνάρτηση που βρίσκει το k-οστό μικρότερο κλειδί σε ένα δένδρο δυαδικής αναζήτησης. Η συνάρτηση αυτή είναι αντίστοιχη της συνάρτησης `STselect` από την Ενότητα 9 των διαλέξεων. Θα χρειαστείτε και την κατάλληλη `main` ή οποία θα δείχνει πως δουλεύει η συνάρτησή σας.

**(15 μονάδες)**

9. Υλοποιήστε μια μη αναδρομική συνάρτηση που διαγράφει τον πρώτο κόμβο που αποθηκεύει ένα δοσμένο κλειδί σε ένα δυαδικό δένδρο αναζήτησης. Η συνάρτηση αυτή είναι αντίστοιχη της συνάρτησης `STdelete` από την Ενότητα 9 των διαλέξεων. Θα χρειαστείτε και την κατάλληλη `main` ή οποία θα δείχνει πως δουλεύει η συνάρτησή σας.

**(15 μονάδες)**

10. Στο **πρόβλημα του ιστογράμματος** ξεκινάμε με μια συλλογή  $n$  κλειδιών και πρέπει να δώσουμε στην έξοδο μια λίστα διακριτών κλειδιών και το πλήθος (τη συχνότητα) των εμφανίσεων του καθενός στη συλλογή.

**Παράδειγμα:** Έστω  $n = 10$  και η συλλογή κλειδιών είναι  $\{2, 4, 2, 2, 3, 4, 2, 6, 4, 2\}$ . Τότε το ιστόγραμμα μπορεί να παρασταθεί από τον παρακάτω πίνακα ή το ισοδύναμο ραβδόγραμμα (bar chart).

Κλειδί	Συχνότητα
2	5
3	1
4	3
6	1

Να λύσετε το πρόβλημα του ιστογράμματος για ακέραια κλειδιά χρησιμοποιώντας ένα δυαδικό δένδρο αναζήτησης και τον κώδικα της Ενότητας 9 των διαλέξεων (θα πρέπει να γράψετε και ένα κατάλληλο κύριο πρόγραμμα που να παρουσιάζει τη λύση σας). Παρατηρήστε ότι η λύση αυτή είναι κατάλληλη για την περίπτωση που το πλήθος των διακριτών κλειδιών  $m$  είναι μικρό σε σχέση με το  $n$ . Πόση είναι η χρονική πολυπλοκότητα χειρίστης περίπτωσης του προγράμματος σας (διάβασμα των κλειδιών από την είσοδο, αποθήκευση των κλειδιών στον δένδρο, εκτύπωση του ιστογράμματος); Ποια δομή δένδρου θα χρησιμοποιούσατε για να έχετε πολυπλοκότητα  $O(n \log m)$ ; Οι πολυπλοκότητες να υπολογιστούν λεπτομερώς.

**(20 μονάδες)**

11. Για κάθε μια από τις επόμενες δύο ακολουθίες κλειδιών, να σχεδιάσετε το δένδρο AVL που προκύπτει όταν τα κλειδιά εισάγονται ένα προς ένα με τη σειρά που δίνονται σε ένα αρχικά κενό δένδρο:

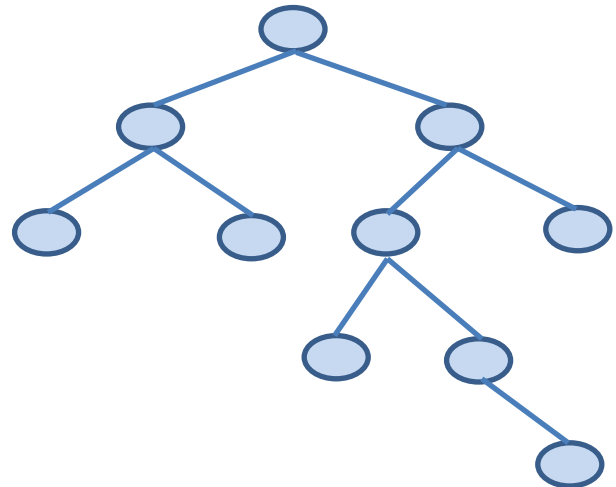
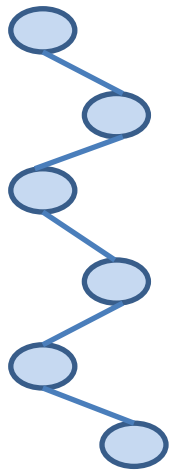
A: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

B: 4, 2, 1, 3, 6, 5, 7

Τώρα από τα δύο AVL δένδρα που έχουν προκύψει, αφαιρέστε τη ρίζα και σχεδιάστε τα AVL δένδρα που προκύπτουν.

**(10 μονάδες)**

12. Ποια από τα παρακάτω δυαδικά δέντρα είναι δέντρα AVL; Για όποιο δέντρο δεν είναι, να απαριθμήσετε τους κόμβους στους οποίους δεν ισχύουν οι ιδιότητες των AVL δέντρων.



**(10 μονάδες)**

### Παρατηρήσεις:

- Οι λύσεις σας στα ερωτήματα που απαιτούν υλοποίηση πρέπει να είναι οργανωμένες σε modules της C όπως έχουμε συζητήσει στο μάθημα.
- Τα προγράμματα σας θα πρέπει να είναι όσο πιο καλά οργανωμένα γίνεται, σύμφωνα με όσα έχετε μάθει στο μάθημα «Εισαγωγή στον Προγραμματισμό».
- Τα προγράμματα σας πρέπει να «τρέχουν» στους υπολογιστές του Τμήματος με το λειτουργικό linux αφού μεταφραστούν με τον μεταγλωττιστή gcc.

**Πως να παραδώσετε τις λύσεις σας:** Οι λύσεις θα πρέπει να σταλούν στο e-mail `ddproj@di.uoa.gr` μέχρι την προθεσμία παράδοσης και να είναι οργανωμένες ως εξής. Θα στείλετε ακριβώς ένα συμπιεσμένο αρχείο με το όνομα `Ergasia2-OnomaErwnhymo.rar` ή `.zip` σαν attachment όπου `Onoma` και `Erwnhymo` είναι το όνομα και το επώνυμο σας με λατινικούς χαρακτήρες. Στο body του e-mail σας θα υπάρχει μόνο το όνομα σας γραμμένο στα Ελληνικά και ο Αριθμός Μητρώου σας. Η λύση κάθε προβλήματος που απαιτεί υλοποίηση θα είναι σε χωριστό directory το οποίο θα περιλαμβάνει τα source files που χρειάζονται, και ένα Makefile το οποίο θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μεταγλωττιστούν τα αρχεία σας και να παραχθεί το αντίστοιχο executable. Θα πρέπει να υποβάλλετε και ένα αρχείο pdf στο οποίο θα περιέχονται οι απαντήσεις των θεωρητικών ερωτημάτων και το οποίο, για τα προγραμματιστικά ερωτήματα, θα περιέχει όσο documentation χρειάζεται ώστε οι βαθμολογητές να κατανοήσουν πλήρως τη λύση σας και να τη βαθμολογήσουν ανάλογα. Αυτό θα πρέπει να γίνει ανεξάρτητα με το αν είναι τα προγράμματα σας καλά σχολιασμένα, πράγμα που συνιστάται. Για τα θεωρητικά ερωτήματα μπορείτε να ετοιμάσετε τις λύσεις χειρόγραφα και μετά να τις σκανάρετε αρκεί να είναι ευανάγνωστες. Τέλος, το αρχείο pdf θα πρέπει να ξεκινά με το όνομα σας γραμμένο με Ελληνικούς χαρακτήρες και τον αριθμό μητρώου σας.

Καλή Επιτυχία!