



Προγραμματιστικές Τεχνικές

Το μάθημα θα εξεταστεί φέτος στην κανονική εξεταστική περίοδο σύμφωνα με συνδυασμό των τρόπων εξέτασης A, B2γ και B2δ (βλ. απόφαση της 6ης/2020 συνεδρίασης της Συγκλήτου του ΕΜΠ, 29/5/2020, όπως δημοσιεύθηκε στη Διαύγεια: ΑΔΑ: ΡΟ8Τ46ΨΖΣ4-ΟΒΓ). Με την εξέταση θα ελεγχθεί η επάρκεια των γνώσεων των εξεταζόμενων και θα απονεμηθεί βαθμός απαλλαγής (pass/no-pass).

Το προγραμματιστικό πρόβλημα που περιγράφεται παρακάτω αποτελεί το θέμα της γραπτής εξέτασης στο σπίτι με παράδοση εντός τριών (3) ημερών. Υποβάλλετε τις λύσεις σας στο γνωστό αυτόματο σύστημα ελέγχου <http://grader.softlab.ntua.gr> — αν δεν έχετε κωδικό (pi19bXYZ ή pt20aXYZ), φροντίστε να αποκτήσετε επικοινωνώντας στο Teams (σε προσωπικό chat) με τον Γιώργο Γκούμα ή την Παρασκευή Τζούβελι εκ των διδασκόντων (μην περιμένετε όμως να σας απαντήσουν εκτός εργασίμων ωρών, φροντίστε να το πράξετε έγκαιρα!).

Άσκηση Α Έλεγχος ορθότητας σε δέντρα AVL

Προθεσμία υποβολής στον grader: 3/7/2020

Στο σύνδεσμο <https://git.softlab.ntua.gr/pub/avl-tree> μπορείτε να βρείτε μία σχετικά απλή υλοποίηση δέντρων AVL. Στο αρχείο `avltree.hpp` ορίζεται ένα class template για τα δέντρα AVL και υλοποιούνται οι εξής βασικές πράξεις: κατασκευή και καταστροφή δέντρων, προσθήκη, αναζήτηση και αφαίρεση, ενδοδιατεταγμένη (in-order) διάσχιση μέσω iterator.

Ο σκοπός αυτής της άσκησης είναι να τροποποιήσετε το αρχείο `avltree.hpp` και να προσθέσετε στην κλάση `avltree<T>` μία μέθοδο με επικεφαλίδα:

```
1 public:  
2     bool sanity() const;
```

Προφανώς, μπορείτε να ορίσετε όσες επιπλέον (private) βοηθητικές μεθόδους χρειαστείτε, δεν πρέπει όμως να τροποποιήσετε τα υπάρχοντα περιεχόμενα του αρχείου.

Η μέθοδος `sanity` θα πρέπει να ελέγχει κατά πόσο ένα δέντρο AVL είναι έγκυρο, δηλαδή δεν έχει γίνει κάποιο λάθος στην εσωτερική του αναπαράσταση. Κάτι τέτοιο, πιθανώς θα σήμαινε ότι υπάρχει κάποιο σφάλμα σε κάποια από τις μεθόδους που υλοποιούν την κλάση `avltree<T>`.

Συγκεκριμένα, η μέθοδος `sanity` πρέπει να ελέγχει τα εξής:

1. Συνέπεια γονέων-παιδιών:

- Για κάθε κόμβο t , οι κόμβοι που βρίσκονται στις ρίζες των δύο υποδέντρων του (αν φυσικά υπάρχουν) περιέχουν ως `parent` ένα δείκτη προς τον κόμβο t .
- Ο κόμβος που βρίσκεται στη ρίζα του δέντρου (αν φυσικά υπάρχει) περιέχει ως `parent` το `nullptr`.

2. Ιδιότητα δέντρων δυαδικής αναζήτησης:

- Για κάθε κόμβο, όλες οι τιμές που βρίσκονται στο αριστερό υποδέντρο είναι (αυστηρά) μικρότερες από την τιμή του κόμβου.

- Για κάθε κόμβο, όλες οι τιμές που βρίσκονται στο δεξιό υποδέντρο είναι (αυστηρά) μεγαλύτερες από την τιμή του κόμβου.

3. Ιδιότητα ισοζυγίσματος AVL:

- Για κάθε κόμβο, το ύψος του αριστερού υποδέντρου διαφέρει από το ύψος του δεξιού υποδέντρου το πολύ κατά ένα.

4. Συνέπεια πληροφορίας ζυγίσματος:

- Για κάθε κόμβο, το πεδίο `balance` περιέχει αντίστοιχα την τιμή LH, EH και RH, αν η τιμή της διαφοράς του ύψους του δεξιού υποδέντρου μείον το ύψος του αριστερού υποδέντρου είναι αντίστοιχα -1 , 0 και 1 .

5. Συνέπεια μετρητή κόμβων:

- Το πεδίο `the_size` περιέχει το σωστό πλήθος κόμβων που περιέχονται στο δέντρο.

Αν όλα τα παραπάνω αληθεύουν, τότε η μέθοδος `sanity` πρέπει να επιστρέφει **true**, αλλιώς πρέπει να επιστρέφει **false**.

Σημείωση: Η μέθοδος `sanity` θα πρέπει να έχει πολυπλοκότητα $O(N)$, όπου N το πλήθος των κόμβων που περιέχονται στο δέντρο. Προσπαθήστε να την υλοποιήσετε με ένα μόνο αναδρομικό πέρασμα του δέντρου.

Μπορείτε να δοκιμάσετε την υλοποίησή σας με προγράμματα όπως το `example.cpp` που δίνεται στο repository της υλοποίησης των δέντρων AVL και με τα `test cases` που θα βρείτε εκεί. Για όλα αυτά τα παραδείγματα, η μέθοδος `sanity` θα πρέπει να επιστρέφει **true**. Μπορείτε αν θέλετε να προσθέσετε μία εντολή `!` που να εκτυπώνει το αποτέλεσμα της `sanity` για το τρέχον δέντρο. Για να ελέγξετε την υλοποίησή σας με εσφαλμένα δέντρα, θα χρειαστεί να πειραματιστείτε “χαλώνοντας” λίγο την υλοποίηση των μεθόδων της κλάσης `avlTree<T>`. Μην ξεχάσετε να τις επαναφέρετε πριν υποβάλλετε!

Προσοχή!

- Το αρχείο που θα ανεβάσετε στον grader θα πρέπει να είναι το τροποποιημένο `avlTree.hpp`. Μην πειράζετε οτιδήποτε εκτός από αυτά που ζητάει η άσκηση!
- Φροντίστε να βάλετε στην πρώτη γραμμή ένα **σχόλιο με το ονοματεπώνυμο και τον αριθμό μητρώου σας!**