



Γλώσσες Προγραμματισμού II

Οι ασκήσεις πρέπει να παραδοθούν στους διδάσκοντες σε ηλεκτρονική μορφή μέσω του συνεργατικού συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης moodle.softlab.ntua.gr. Η προθεσμία παράδοσης θα τηρείται αυστηρά. Έχετε δικαίωμα να καθυστερήσετε το πολύ μία άσκηση.

Άσκηση 7 Αξιωματική σημασιολογία

Προθεσμία παράδοσης: 26/1/2011

Έστω x_i η τιμή του χρυσού την i -οστή ημέρα μιας χρονικής περιόδου ($0 \leq i < n$). Ζητείται μία συνάρτηση που να υπολογίζει το μέγιστο κέρδος που θα μπορούσε κανείς να αποκομίσει κάνοντας μία αγορά και στη συνέχεια μία πώληση χρυσού. Το κέρδος εκφράζεται από το λόγο της τιμής πώλησης προς την τιμή αγοράς. Η συνάρτηση πρέπει να δέχεται ως παραμέτρους το πλήθος των ημερών n και τον πίνακα x και να έχει την εξής επικεφαλίδα:

```
double profit (int n, double x[]);
```

Παραδείγματα, για $n = 10$:

πίνακας x	αποτέλεσμα	εξήγηση
{5, 4, 3, 10, 11, 9, 8, 8, 8, 8}	3.666...	αγορά την τρίτη μέρα (τιμή 3), πώληση την πέμπτη μέρα (τιμή 11), κέρδος $11/3 = 3.666...$
{9, 8, 15, 5, 6, 9, 8, 10, 3, 5}	2.0	αγορά την τέταρτη μέρα (τιμή 5), πώληση την όγδοη (τιμή 10), κέρδος $10/5 = 2$.
{9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 1}	1.0	η τιμή μειώνεται σταθερά, άρα δεν είναι δυνατό να προκύψει αληθινό κέρδος — το μέγιστο κέρδος είναι 1 (αγορά και πώληση την ίδια μέρα).

Μπορείτε να γράψετε (τουλάχιστον) δύο τέτοιες συναρτήσεις: (α) μία που να υλοποιεί τον προφανή αλγόριθμο, με πολυπλοκότητα $O(n^2)$, και (β) μία που να υλοποιεί κάποιον εξυπνότερο αλγόριθμο, με πολυπλοκότητα $O(n)$. Για τις δύο αυτές συναρτήσεις, αποδειξτε τη μερική ορθότητά τους χρησιμοποιώντας αξιωματική σημασιολογία. Τέλος, σχολιάστε πόσο επηρέασε η ανάγκη κατασκευής της απόδειξης τη μορφή του κώδικα που γράψατε. (Σε έναν ιδανικό κόσμο, η απάντηση θα ήταν: καθόλου!)

Μπορείτε να κάνετε τα παραπάνω με δύο (εναλλακτικούς) τρόπους:

1. Να γράψετε το σώμα των συναρτήσεων στην απλή προστακτική γλώσσα των διαφανειών. Υποθέστε ότι η γλώσσα υποστηρίζει πραγματικούς αριθμούς, όλες τις αριθμητικές πράξεις και πίνακες. Υποθέστε επίσης ότι όλες οι πράξεις υπολογίζουν πάντα το ιδεατό αποτέλεσμα, χωρίς το ενδεχόμενο υπερχειλίσης ή αριθμητικού σφάλματος.
2. Να χρησιμοποιήσετε το εργαλείο επαλήθευσης προγραμμάτων Frama-C, που είναι διαθέσιμο από την ιστοσελίδα <http://frama-c.com/>. Αν το επιχειρήσετε, θα χρειαστεί να εγκαταστήσετε και κάποιο εργαλείο αυτόματης απόδειξης θεωρημάτων, όπως το Alt-Ergo, ή κάποιο σύστημα υποστήριξης αποδείξεων, όπως το Coq. Υπάρχουν σύνδεσμοι προς τέτοια εργαλεία από την ιστοσελίδα του Frama-C.