



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών  
Τομέας Τεχνολογίας Πληροφορικής & Υπολογιστών  
<http://courses.softlab.ntua.gr/typesys/>

# Συστήματα Τύπων των Γλωσσών Προγραμματισμού

## Σειρά Ασκήσεων #2

Προθεσμία παράδοσης: 3/12/2009

Οι ασκήσεις πρέπει να παραδοθούν μέσω e-mail στο διδάσκοντα ([nickie@softlab.ntua.gr](mailto:nickie@softlab.ntua.gr)) σε ηλεκτρονική μορφή (L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X). Καθυστερημένες ασκήσεις θα βαθμολογούνται με μικρότερο βαθμό, αντιστρόφως ανάλογα προς το χρόνο καθυστέρησης.

## 1 Απλοί τύποι

---

### Άσκηση 2.1 Subject expansion

Αν  $t \longrightarrow t'$  και  $t' : T$  τότε  $t : T$ .

1. Αποδείξτε την παραπάνω πρόταση για τη γλώσσα των αριθμητικών εκφράσεων με τύπους, ή δώστε αντιπαράδειγμα (άσκηση 8.3.6, σελ. 98 του βιβλίου).
2. Ομοίως για το συναρτησιακό κομμάτι του λ-λογισμού με απλούς τύπους (άσκηση 9.3.10, σελ. 108 του βιβλίου).

### Άσκηση 2.2 Κατάσταση σφάλματος

Λύστε την άσκηση 8.3.8, σελ. 98 του βιβλίου, αλλά για τη γλώσσα που προκύπτει από το συνδυασμό της απλής αριθμητικής (κεφ. 8) και του λ-λογισμού με απλούς τύπους (κεφ. 9). Ξεκινήστε διατυπώνοντας τη σύνταξη, τη λειτουργική σημασιολογία και το σύστημα τύπων αυτής της γλώσσας.

## 2 Επεκτάσεις

---

### Άσκηση 2.3 Ascription

Λύστε την άσκηση 11.4.1, σελ. 123 του βιβλίου.

### Άσκηση 2.4 Αθροίσματα και λογικές τιμές

Λύστε την άσκηση 11.9.1, σελ. 134 του βιβλίου.

### 3 Αναφορές

---

#### Άσκηση 2.5 Τελεστής σταθερού σημείου

Στο λ-λογισμό με απλούς τύπους και αναφορές (κεφάλαιο 13) ορίστε τον τελεστή ελάχιστου σταθερού σημείου `fix` για τύπους συναρτήσεων. Δηλαδή, για κάθε τύπους  $T_1$  και  $T_2$  ορίστε έναν κλειστό όρο  $\text{fix} : ((T_1 \rightarrow T_2) \rightarrow (T_1 \rightarrow T_2)) \rightarrow (T_1 \rightarrow T_2)$  και τη συμπεριφορά του τελεστή σταθερού σημείου (κεφάλαιο 11). Καταγράψτε τις παραδοχές που τυχόν θα κάνετε.

Με χρήση του `fix`, υλοποιήστε τη συνάρτηση `even : Nat → Bool` που ελέγχει αν ένας φυσικός αριθμός είναι άρτιος. Χρησιμοποιήστε τον ελεγκτή `fullref` για να ελέγξετε τη λύση σας.

Θα βρείτε χρήσιμες τις ασκήσεις 13.1.2, σελ. 158, και 13.5.8, σελ. 169 του βιβλίου.

#### Άσκηση 2.6 Μοναδικότητα τύπων μνήμης

Λύστε την άσκηση 13.5.2, σελ. 167 του βιβλίου.