



## Γλώσσες Προγραμματισμού II

Αν δεν αναφέρεται διαφορετικά, οι ασκήσεις πρέπει να παραδίδονται 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 4 Εξαγωγή τύπων

Προθεσμία παράδοσης: 10/3/2014

Υλοποιήστε την εξαγωγή τύπων για τον απλό λ-λογισμό. Υποβάλετε τη λύση σας στο σύστημα αυτόματης υποβολής και ελέγχου προγραμμάτων `grader.softlab.ntua.gr`, σε όποια γλώσσα προγραμματισμού θέλετε (από αυτές που υποστηρίζει ο `grader` — αν θέλετε άλλη, μιλήστε με τους διδάσκοντες). Για δική σας διευκόλυνση, σας προτείνουμε να επιλέξετε μια συναρτησιακή γλώσσα: Haskell, Standard ML (MLton) ή OCaml.

**Είσοδος και έξοδος.** Το πρόγραμμά σας θα διαβάζει τα δεδομένα από την τυπική είσοδο (`stdin`) και θα τυπώνει τα αποτελέσματα στην τυπική έξοδο (`stdout`).

Η πρώτη γραμμή της εισόδου θα περιέχει ένα φυσικό αριθμό  $N$ . Οι επόμενες  $N$  γραμμές θα περιέχουν ένα λ-όρο κάθε μία. Η ακριβής μορφή στην οποία θα δίνονται οι λ-όροι θα περιγραφεί στην εκφώνηση που θα βρείτε στον `grader`.

Το πρόγραμμά σας πρέπει να τυπώνει  $N$  γραμμές, κάθε μία από τις οποίες θα περιέχει τον τύπο που βρήκε για τον αντίστοιχο λ-όρο ή το μήνυμα “type error”, σε περίπτωση που η εξαγωγή τύπων αποτύχει. Η ακριβής μορφή στην οποία θα πρέπει να εμφανίζονται οι τύποι θα περιγραφεί στην εκφώνηση που θα βρείτε στον `grader`.

**Συνοπτική περιγραφή της λύσης.** Η παρακάτω γραμματική περιγράφει τη σύνταξη των λ-όρων ( $\lambda$ ) και των τύπων ( $\sigma, \tau$ ).

$$\begin{aligned} M, N &::= x \mid (\lambda x.M) \mid (M N) \\ \sigma, \tau &::= \alpha \mid (\sigma \rightarrow \tau) \end{aligned}$$

Για την κατασκευή του συνόλου περιορισμών που προκύπτει από τη σημασιολογική ανάλυση ενός λ-όρου, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τους παρακάτω κανόνες. Είναι οι κανόνες που δόθηκαν στον πίνακα στην παράδοση της 12/2/2014 και είναι ισοδύναμοι με τους κανόνες τύπων à-la Curry για τον απλό λ-λογισμό, που δίνονται στη διαφάνεια 41 της ίδιας παράδοσης.

Η σχέση τύπων  $\Gamma \vdash e : \tau \mid C$  σημαίνει ότι στο περιβάλλον  $\Gamma$ , η έκφραση  $e$  έχει τύπο  $\tau$ , υπό την προϋπόθεση να ικανοποιούνται οι περιορισμοί που ανήκουν στο σύνολο  $C$ .

$$\frac{(x : \tau) \in \Gamma}{\Gamma \vdash x : \tau \mid \emptyset} \quad \frac{\alpha \text{ φρέσκια μεταβλητή τύπου} \quad \Gamma, x : \alpha \vdash e : \tau \mid C}{\Gamma \vdash \lambda x. e : \alpha \rightarrow \tau \mid C}$$
$$\frac{\Gamma \vdash e_1 : \sigma \mid C_1 \quad \Gamma \vdash e_2 : \tau \mid C_2 \quad \alpha \text{ φρέσκια μεταβλητή τύπου}}{\Gamma \vdash e_1 e_2 : \alpha \mid C_1 \cup C_2 \cup \{\sigma = \tau \rightarrow \alpha\}}$$

Ο ελεγκτής τύπων με κατασκευή περιορισμών που θα γράψετε θα δέχεται ως είσοδο τα  $\Gamma$  και  $e$  και θα παράγει ως έξοδο τα  $\tau$  και  $C$ . Ο αλγόριθμος  $W$  για τον υπολογισμό του γενικότερου ενοποιητή (`most general unifier`) για το  $C$  δίνεται στη διαφάνεια 42. — *Τυχαίο; Δε νομίζω!*