



## 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](https://moodle.softlab.ntua.gr). Η προθεσμία παράδοσης θα τηρείται αυστηρά. Έχετε δικαίωμα να καθυστερήσετε το πολύ μία άσκηση.

### Άσκηση 2 Συλλογή σκουπιδιών

Προθεσμία παράδοσης: 15/12/2019

Υλοποιήστε έναν συλλέκτη σκουπιδιών για την επέκταση της εικονικής μηχανής της άσκησης 1 που περιγράφεται παρακάτω. Η γλώσσα που υλοποιεί θα ονομάζεται **Befunge-93+** και θα είναι επέκταση της **Befunge-93** με την προσθήκη τριών νέων εντολών, *c*, *h* και *t*.

Σας συνιστούμε να χρησιμοποιήσετε τη C/C++ ως γλώσσα υλοποίησης.

**Τιμές.** Οι τιμές που αποθηκεύονται στη στοίβα της μηχανής είναι πλέον δύο ειδών: ακέραιοι αριθμοί τουλάχιστον 62 bit με πρόσημο και ζεύγη (cons cells) αποτελούμενα από δύο τιμές, τα οποία τοποθετούνται στο σωρό (boxed) και αναπαρίστανται με τη διεύθυνσή τους.

**Εντολές.** Τρεις επιπλέον εντολές προστίθενται στην εικονική μηχανή της άσκησης 1:

- *c* (cons): αφαιρεί κατά σειρά από τη στοίβα δύο στοιχεία, *b* και *a*, δημιουργεί στο σωρό ένα νέο ζεύγος (cons cell) που περιέχει αυτά τα δύο (το *a* στην πρώτη θέση και το *b* στη δεύτερη) και τοποθετεί τη διεύθυνσή του στην κορυφή της στοίβας.
- *h* (head): αφαιρεί το στοιχείο που βρίσκεται στην κορυφή της στοίβας, το οποίο πρέπει να είναι η διεύθυνση ενός ζεύγους (cons cell) στο σωρό, και τοποθετεί στην κορυφή της στοίβας την τιμή που περιέχεται στην πρώτη θέση αυτού του ζεύγους (head).
- *t* (tail): ομοίως με την *h* αλλά για τη δεύτερη θέση του ζεύγους (tail).

**Παράδειγμα εκτέλεσης.** Οι εντολές `base64` και `zcat` είναι εντολές κάποιου λειτουργικού συστήματος που σέβεται τον εαυτό του (π.χ., Linux).

```
$ base64 -d << ___EOF___ | zcat > pp.b
H4sIA0gryl0AAy2PQW7DIBBF95wCY7KZMU2wgcAIod6imwhXiqomqRaVeVVDt/BNYVPE7z5gp
hw1Q0Mf1Ba6Sz3tS5u1LmsgpG3/7MtB/wiNmDZGr4v9CzWhDMU6hq1lKBxX+d6Es0s+nwvLbVc
rnSzSJHbemmxFNmn2+wXsmZhrv07AHjvcyQpsyj7p0E6rZJybuGctqzClumMgFuQNRQcHKIEZC
s4uYrnZ9DyVxBi0KILi5saHhjpiNx+Gj2o7vPx/f0mCvXD3F5qjHzcr1/3D/EHPJ9Xox4BAAA=
___EOF___

$ ./befunge93+ pp.b
.....$
(snip: 17 such lines in total)
```

**Προσοχή:** Ρυθμίστε την εικονική μηχανή σας ώστε να χρησιμοποιεί  $2^{20}$  λέξεις (των 64 bit) στη στοίβα και συνολικά  $2^{24}$  λέξεις στο σωρό.

Το πρόγραμμα του παραπάνω παραδείγματος κατασκευάζει ζεύγη (cons cells) συνολικού μεγέθους 8,33GB. Εκτός αν παραβιάσετε τα παραπάνω και έχετε πολλή μνήμη στον υπολογιστή σας, το πρόγραμμα αυτό δεν μπορεί να τρέξει χωρίς να υλοποιήσετε συλλέκτη σκουπιδιών.