

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ (2007-08)

Άσκηση 5

Το πρόβλημα που καλείσθε να αντιμετωπίσετε στην άσκηση αυτή είναι η συμπλήρωση σταυρολέξων. Δεδομένα του προβλήματος είναι ένα κενό σταυρόλεξο, δηλαδή οι διαστάσεις του και οι θέσεις των μαύρων τετραγωνιδίων του, και ένα λεξικό που περιέχει ένα μεγάλο αριθμό λέξεων. Το ζητούμενο είναι να γράψετε ένα πρόγραμμα C, το οποίο να είναι σε θέση να επιλέξει λέξεις από το λεξικό για να συμπληρωθεί το σταυρόλεξο, έτσι ώστε να ισχύει ο γνωστός και προφανής κανόνας των σταυρολέξων, που είναι ότι εκεί που διασταυρώνονται οριζόντιες και κάθετες λέξεις πρέπει να υπάρχει το ίδιο γράμμα. Επίσης, επισημαίνεται ότι όπου υπάρχουν απομονωμένα γράμματα, δηλαδή ένα γράμμα μεταξύ δύο μαύρων τετραγωνιδίων, αυτά δεν θεωρούνται λέξεις.

Σαν λεξικό, αντιγράψτε και χρησιμοποιήστε το αρχείο `~iphw/samples/Words.txt`, στο οποίο περιέχεται μία λέξη σε κάθε γραμμή (το συγκεκριμένο αρχείο είναι ταξινομημένο αλφαβητικά, αλλά το πρόγραμμα που θα γράψετε δεν πρέπει να βασίζεται σ' αυτό το γεγονός). Σαν ενδεικτικά κενά σταυρόλεξα που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε για να ελέγξετε την ορθότητα και αποδοτικότητα του προγράμματός σας, αντιγράψτε από τον κατάλογο `~iphw/samples` τα αρχεία `Crossword1.txt`, `Crossword2.txt`, `Crossword3.txt`, `Crossword4.txt` και `Crossword5.txt`. Στα αρχεία αυτά περιγράφονται με κάποιο τρόπο που θα εξηγηθεί στη συνέχεια τετράγωνα σταυρόλεξα, δηλαδή με ίδιο πλάτος και ύψος. Το πρόγραμμα που θα γράψετε να χειρίζεται και αυτό μόνο τετράγωνα σταυρόλεξα. Η δομή ενός αρχείου σταυρολέξου είναι η εξής: Στην πρώτη γραμμή υπάρχει η διάσταση του σταυρολέξου και, στη συνέχεια, κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε ένα μαύρο τετραγωνίδιο του σταυρολέξου, δίνοντας τις συντεταγμένες του, δηλαδή τον αύξοντα αριθμό της γραμμής και της στήλης στις οποίες βρίσκεται (οι γραμμές και οι στήλες αριθμούνται από το 1). Τα πέντε αρχεία σταυρολέξων που προτείνεται να αντιγράψετε αντιστοιχούν στα σταυρόλεξα που φαίνονται στην τελευταία σελίδα της εκφώνησης. Για να καταλάβετε καλύτερα τη μορφή των αρχείων αυτών, δείτε παρακάτω τα περιεχόμενα του πρώτου απ' αυτά, που αντιστοιχεί στο σταυρόλεξο (1) της τελευταίας σελίδας.

```
% cat Crossword1.txt
5
1 1
1 2
2 1
4 5
5 4
5 5
%
```

Έστω ότι το εκτελέσιμο πρόγραμμα που θα δημιουργήσετε έχει το όνομα "crossword". Η πιο απλή χρήση του προγράμματος είναι να κληθεί με ένα όρισμα, το όνομα του αρχείου σταυρολέξου που πρέπει να συμπληρωθεί. Στην περίπτωση αυτή, σαν λεξικό πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα αρχείο με όνομα `Words.txt` που πρέπει να βρίσκεται στον τρέχοντα κατάλογο. Αν αντί γι' αυτό θέλουμε να χρησιμοποιηθεί άλλο αρχείο λεξικού, θα πρέπει το πρόγραμμα να κληθεί και με την επιλογή `-dict <dictionaryfile>`, αλλά το πρώτο όρισμα κατά την κλήση πρέπει να είναι πάλι το αρχείο του σταυρολέξου. Το αποτέλεσμα του προγράμματος πρέπει να είναι οι επιλεγμένες λέξεις από το λεξικό που το συμπληρώνουν, οι οποίες πρέπει να εκτυπωθούν στην έξοδο, πρώτα οι οριζόντιες με τη σειρά που εμφανίζονται στις γραμμές, και μετά οι κάθετες, με τη σειρά που εμφανίζονται στις στήλες. Υπενθυμίζεται ότι στα σταυρόλεξα δεν νοούνται λέξεις του ενός γράμματος. Παραδείγματα εκτέλεσης δίνονται στη συνέχεια.

```
% ./crossword Crossword1.txt
sst
whee
zaire
anna
pee
zap
wane
shine
sera
tee
% ./crossword Crossword2.txt -dict ~/iphw/samples/Words.txt
pbs
waals
wichita
zone
mere
art
nsf
plea
scot
drumlin
stool
owe
zap
world
winters
pace
auto
bah
mow
slim
sloe
stencil
arson
eft
%
```

Το πρόγραμμά σας να είναι σε θέση να αναγνωρίζει και την επιλογή `-check`. Στην περίπτωση της επιλογής αυτής, να διαβάζει από την πρότυπη είσοδο (`stdin`) ένα σύνολο από λέξεις, μία σε κάθε γραμμή, όπως ακριβώς εκτυπώνονται σαν λύση ενός προβλήματος συμπλήρωσης σταυρολέξου από το ίδιο το πρόγραμμα, και, δεδομένου ενός αρχείου σταυρολέξου, που έχει δοθεί σαν πρώτο όρισμα, και ενός αρχείου λεξικού, είτε του `./Words.txt`, είτε κάποιου που έχει δοθεί μέσω της επιλογής `-dict`, να ελέγχει αν το σύνολο από λέξεις είναι ορθή λύση για να συμπληρωθεί το σταυρόλεξο. Ανάλογα με το αποτέλεσμα του ελέγχου, να εκτυπώνεται κατάλληλο διαγνωστικό μήνυμα, αν έχει προκύψει κάποιο λάθος, ή να μην εκτυπώνεται τίποτα, αν το σταυρόλεξο συμπληρώνεται επιτυχώς με τις λέξεις που δόθηκαν στην είσοδο. Το πρόγραμμά σας πρέπει να δοκιμάζει να τοποθετήσει τις λέξεις κατά σειρά που έχουν δοθεί στο σταυρόλεξο και αν η λύση δεν είναι ορθή, στο πρώτο πρόβλημα που θα συναντήσει να τερματίζει, εκτυπώνοντας και το σχετικό μήνυμα λάθους. Πιθανοί λόγοι για τους

οποίους μία λύση δεν είναι σωστή είναι:

- Η λέξη που πρέπει να τοποθετηθεί δεν περιέχεται στο λεξικό.
- Η λέξη που πρέπει να τοποθετηθεί δεν ταιριάζει, είτε επειδή έχει διαφορετικό μέγεθος από αυτό της θέσης που πρέπει να μπει, είτε επειδή κάποιο από τα ήδη τοποθετημένα γράμματα στη θέση δεν είναι το ίδιο με το αντίστοιχο γράμμα της λέξης.
- Οι λέξεις που δόθηκαν έχουν τοποθετηθεί επιτυχώς, αλλά το σταυρόλεξο δεν έχει συμπληρωθεί μέχρι τέλους.
- Το σταυρόλεξο συμπληρώθηκε σωστά, αλλά έχουν δοθεί περισσότερες λέξεις από όσες τελικά χρειαζόντουσαν.

Παραδείγματα εκτέλεσης του προγράμματος με την επιλογή `-check` είναι τα εξής:

```
% ./crossword Crossword2.txt -check
run
bload
Word "bload" not in dictionary
% ./crossword Crossword1.txt -check -dict ~/iphw/samples/Words.txt
the
gear
ares
Word "ares" cannot be placed
% ./crossword Crossword1.txt | head -9 | ./crossword Crossword1.txt -check
Not enough words
% (./crossword Crossword2.txt ; echo more) | ./crossword Crossword2.txt -check
More words than needed
% ./crossword Crossword3.txt -dict ~/iphw/samples/Words.txt | \
./crossword Crossword3.txt -dict ~/iphw/samples/Words.txt -check
%
```

Τέλος, το πρόγραμμά σας να είναι σε θέση να αναγνωρίζει και την επιλογή `-draw`. Όταν δίνεται η επιλογή αυτή, να εκτυπώνεται στην έξοδο η λύση του προβλήματος με κάποιον παραστατικό τρόπο της επιλογής σας. Η εκτύπωση αυτής της μορφής να γίνεται και στην περίπτωση που έχει δοθεί και η επιλογή `-check`, μόνο όταν η λύση που δόθηκε είναι σωστή. Πιθανά παραδείγματα εκτέλεσης και με την επιλογή αυτή φαίνονται στη συνέχεια.

```
% ./crossword Crossword1.txt -draw
```

```
##### s s t  
### w h e e  
z a i r e  
a n n a ###  
p e e #####
```

```
% ./crossword Crossword2.txt -draw -dict ~/iphw/samples/Words.txt
```

```
##### p b s #####  
##### w a a l s #####  
### w i c h i t a ###  
z o n e ### m e r e  
a r t ##### n s f  
p l e a ### s c o t  
### d r u m l i n ###  
##### s t o o l #####  
##### o w e #####
```

```
% ./crossword Crossword3.txt -dict ~/iphw/samples/Words.txt -draw
```

```
b a l d ### h o t ### s a v e  
o b o e ### a r e ### a r i d  
s l o w ### l e n ### l a t e  
s e m i t e ### t h u b a n  
##### t o y ### h o t #####  
z e s t y ##### y e a s t  
a r e ##### w a r  
p e a s e ##### w e n d y  
##### t r w ### l o u #####  
s t e r e o ### u p r o a r  
h o m o ### r p m ### e r d a  
a r i d ### s s e ### k i e v  
m i l e ### t i n ### a n n e
```

```
% ./crossword Crossword4.txt | ./crossword Crossword4.txt -check -draw
```

```
t a b u ### s c m ### a m r a  
e b e n ### e r e ### c a i n  
c l a d ### t a d ### c l o d  
h e t e r o g e n e i t y  
##### r a n ### a i l #####  
e r e c t ##### b e s e t  
s i a l ##### r a n t  
t o t a l ##### s o g g y  
##### s e a ### t i m #####  
m a s s a c h u s e t t s  
o v u m ### t o p ### t a r t  
d i r e ### o w l ### e r i e  
e v e n ### n e e ### r a m p
```

```
%
```

```

% ./crossword Crossword5.txt -dict ~iphw/samples/Words.txt | \
./crossword Crossword5.txt -draw -dict ~iphw/samples/Words.txt -check
### v ### s ### o ### l ### t h a l i a ### p a r ###
z i m m e r m a n ### e ### u ### u g a n d a
### s ### o ### d ### g ### g i l c h r i s t ### s
l i t t l e t o n ### n ### r a i n c o a t
### g ### h ### r o s e n z w e i g ### a n n e
y o k e l ### r ### v ##### t r a w l ### i r
### t ### r ### s u r e t y ### i ##### s ###
w h o ### w i s e ### o ### m a t u r a t e ###
i ### m o r t ### a s t o r ### o ### o u r ### t
s ### n ### o ### m p h ##### s c r o o g e ### w
e p i c u r e ### a s h ### r e n t ### a w e
a ### p ### g ### s t r i a t e ### u ### s t a n
c l o t h ### m ### i n l e t ### s c h i s t
r ### t ### t h e m ### u p s e t ##### a s ### y
e b e n ##### r u s s e t ### a ### g w e n ###
### a n n ### v i c t o r ### a c r e ##### i ###
o t t e r ### c h a i n ### z i o n i s m ###
g ##### u ##### n d ### u t t e r ### p b s
r i v u l e t ### z a i r e ##### e m i l e
e ### t ### e ### a v a l a n c h e ### s t e w
%

```

Το πρόβλημα που παρουσιάζεται στην άσκηση αυτή είναι ένα πρόβλημα αναζήτησης. Βρισκόμαστε, δηλαδή, σε μία αρχική κατάσταση, το άδειο σταυρόλεξο, και ο στόχος είναι, επιλέγοντας λέξεις από το λεξικό, σταδιακά να το συμπληρώσουμε, περνώντας από ενδιάμεσες καταστάσεις μερικώς συμπληρωμένων σταυρολέξων. Κατά τη διαδικασία συμπλήρωσης του σταυρολέξου, είναι πιθανόν κάποια στιγμή να βρεθούμε σε αδιέξοδο. Δηλαδή, να θέλουμε να συμπληρώσουμε μία λέξη σ' αυτό, αλλά να μην υπάρχει κάποια κατάλληλη μέσα στο λεξικό, που να ταιριάζει και με τα ήδη τοποθετημένα γράμματα από άλλες διασταυρούμενες με αυτήν λέξεις. Τότε, ένας τρόπος για να ανακάμψουμε είναι να *οπισθοδρομήσουμε* στην πιο πρόσφατη επιλογή που είχαμε κάνει, να την αναιρέσουμε και να ακολουθήσουμε κάποια άλλη. Για την υλοποίηση αυτής της οπισθοδρόμησης χρειαζόμαστε μία *στοίβα*, στην οποία να κρατάμε την αλληλουχία των βημάτων που έχουμε κάνει, ή κάτι ισοδύναμο. Εναλλακτικά, για να προσομοιώσουμε την οπισθοδρόμηση, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και *αναδρομή*. Μπορούμε, βέβαια, αν βρεθούμε σε αδιέξοδο, να μην κάνουμε καθόλου οπισθοδρόμηση, αλλά να αναιρέσουμε κάποιες “ενοχλητικές” τοποθετήσεις λέξεων που είχαμε κάνει στο παρελθόν και να συνεχίσουμε ευελπιστώντας ότι όλα θα πάνε καλά τώρα. Αν ξαναβρεθούμε σε αδιέξοδο, προσπαθούμε πάλι να επιδιορθώσουμε την κατάσταση στην οποία βρισκόμαστε, ώστε να μπορέσουμε να συνεχίσουμε.

Ουσιαστικά, για να μπορεί το πρόγραμμα που θα γράψετε να συμπληρώνει και μεγάλα σταυρόλεξα, θα πρέπει όταν είναι να πάρει κάποια απόφαση να το κάνει με έξυπνο τρόπο. Για παράδειγμα, ίσως σας είναι προφανές ότι είναι καλύτερο να ξεκινήσει κανείς να συμπληρώνει το σταυρόλεξο με τις μεγαλύτερες λέξεις πρώτα και μετά να προχωρά στις μικρότερες. Επίσης, ίσως θα πρέπει να συμπληρώνονται *εναλλάξ* οριζόντιες και κάθετες λέξεις, και μάλιστα με έναν τρόπο ώστε να εκμεταλλευόμαστε όσο νωρίτερα γίνεται τις διασταυρώσεις λέξεων. Πιθανότατα θα χρειαστεί επίσης να οργανώσετε το λεξικό σας με κάποιο τρόπο ώστε να είναι αποδοτική η αναζήτηση λέξεων που πληρούν κάποιες ιδιότητες. Περισσότερη συζήτηση επί του θέματος θα γίνει σίγουρα στο φόρουμ.

Πάντως, σε σχέση με τις απαιτήσεις της άσκησης, θα είμαστε πολύ ευχαριστημένοι αν το πρό-

γραμμα που θα παραδώσετε θα είναι σε θέση να συμπληρώνει τα δύο πρώτα από τα σταυρόλεξα που δίνονται. Τα τρία μεγαλύτερα δίνονται περισσότερο σαν πρόκληση, και αν το πρόγραμμα που θα παραδώσετε καταφέρει να τα αντιμετωπίζει και αυτά, ιδιαίτερα το τελευταίο, θα υπάρξει και σημαντικό bonus στη βαθμολογία αυτής της άσκησης. Αν δοκιμάσετε το πρόγραμμά σας και με άλλα σταυρόλεξα επιτυχώς, στο παραδοτέο σας να συμπεριλάβετε και τα αρχεία αυτών των σταυρολέξων.

Το πρόγραμμα που θα γράψετε θα πρέπει να είναι δομημένο σε ένα σύνολο από **τουλάχιστον τρία πηγαία αρχεία C** (με κατάληξη `.c`) και **τουλάχιστον δύο αρχεία επικεφαλίδας** (με κατάληξη `.h`). Για να παραδώσετε τη δουλειά σας, θα πρέπει να κάνετε τα εξής:

- Τοποθετήστε όλα τα αρχεία (πηγαία και αρχεία επικεφαλίδας) μέσα σ' ένα κατάλογο που θα δημιουργήσετε, έστω με όνομα `cross`, στους σταθμούς εργασίας Suns του Τμήματος. Επίσης, τοποθετήστε στον κατάλογο αυτό και ένα αρχείο με όνομα `README`, στο οποίο να δίνετε οδηγίες για τη μεταγλώττιση των αρχείων και την κατασκευή του τελικού εκτελέσιμου. Προαιρετικά, μπορείτε να παραδώσετε και ένα αρχείο `Makefile` που να αναλαμβάνει όλη τη διαδικασία της κατασκευής του τελικού εκτελέσιμου μέσω της εντολής `make` (δώστε στο Unix `man make` για περισσότερες λεπτομέρειες).
- Όντας στον κατάλογο που περιέχει τον κατάλογο `cross`, δημιουργήστε ένα “επιπεδοποιημένο” `tar` αρχείο (έστω με όνομα `cross.tar`) που περιέχει τον κατάλογο `cross` και όλα του τα περιεχόμενα. Αυτό γίνεται με την εντολή `tar cvf cross.tar cross`.¹
- Συμπιέστε το αρχείο `cross.tar`, ώστε να δημιουργηθεί το αρχείο `cross.tar.gz`. Αυτό γίνεται με την εντολή `gzip cross.tar`.²
- Το αρχείο `cross.tar.gz` είναι που θα πρέπει να υποβάλετε, με διαδικασία που θα ανακοινωθεί σύντομα.

Σημείωση: Η άσκηση αυτή μπορεί να παραδοθεί και από **ομάδες των δύο ατόμων**. Στην περίπτωση αυτή, θα παραδοθεί μόνο από το ένα μέλος της ομάδας, αλλά μέσα στο αρχείο `README` θα αναφέρονται σαφώς τα στοιχεία των δύο μελών. Ο στόχος της διαδικασίας αυτής είναι να ενισχυθεί η ιδέα της **ισότιμης** συνεργασίας σε μία ομάδα για την επίτευξη ενός στόχου. Αν τα μέλη της ομάδας έχουν υλοποιήσει διαφορετικά τμήματα της άσκησης, θα πρέπει στο αρχείο `README` να αναφέρεται ρητά τι έχει υλοποιήσει κάθε μέλος, έτσι ώστε στην προφορική εξέταση που θα ακολουθήσει, να μην υπάρχει η απαίτηση να έχει κάποιο μέλος της ομάδας πλήρη γνώση του πώς έχουν υλοποιηθεί τα τμήματα στα οποία εκείνο δεν έχει εμπλακεί.

¹ Αν θέλετε να ανακτήσετε την δενδρική δομή που έχει φυλαχθεί σ' ένα “επιπεδοποιημένο” `tar` αρχείο `file.tar`, αυτό μπορεί να γίνει με την εντολή `tar xvf file.tar`.

² Αν θέλετε να αποσυμπιέσετε ένα αρχείο `file.gz` που έχει συμπιεσθεί με την εντολή `gzip`, αυτό μπορεί να γίνει με την εντολή `gzip -d file.gz`.

