ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ &
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

www.cslab.ece.ntua.gr

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ακαδημαϊκό Έτος 1998-99, 9ο Εξάμηνο ΗΜ&ΜΥ

ΑΣΚΗΣΗ 1

Έστω η διαφορική εξίσωση του τρισδιάστατου προβλήματος δυναμικού:

$$U_{xx} + U_{yy} + U_{zz} = 0 \Leftrightarrow \nabla^2 U = 0,$$

για μια κυβική περιοχή. Μετατρέποντας την παραπάνω διαφορική εξίσωση σε αριθμητική, με τη μέθοδο των πεπερασμένων διαφορών, προκύπτει ο παρακάτω αναδρομικός τύπος:

$$6U(i, j, k) = U(i+1, j, k) + U(i-1, j, k) + U(i, j+1, k) + U(i, j-1, k) + U(i, j, k+1) + U(i, j, k-1)$$

και εφαρμόζοντας την επαναληπτική μέθοδο επίλυσης (*relaxation method*), προκύπτει ο παρακάτω τετραπλά φωλιασμένος βρόχος (μορφή ψευδοκώδικα):

```
for s = 1 to n                  // s: stands for step
   for i = 1 to b
      for j = 1 to b
         for k = 1 to b
            V(s,i,j,k) = 1/6{V(s-1,i+1,j,k) + V(s,i-1,j,k) + V(s-1,i,j+1,k) +
                          + V(s,i,j-1,k) + V(s-1,i,j,k+1) + V(s,i,j,k-1)};
         end b
      end b
   end b
end s
```

Χρησιμοποιείται ο βοηθητικός πίνακας V τεσσάρων διαστάσεων, όπου η πρώτη διάσταση χρησιμοποιείται για τις διαδοχικές επαναλήψεις προσέγγισης. Ο παραπάνω βρόχος δηλώνει ότι το δυναμικό U στο σημείο (i, j, k), για το βήμα `step = s`, προκύπτει ως ο μέσος όρος των δυναμικών στα γειτονικά σημεία, δεξιά και αριστερά του βήματος `s-1` ή `s`, για κάθε διάσταση, αν έχουν ήδη βρεθεί οι νέες τιμές για τα γειτονικά σημεία. Θα μπορούσε να λαμβάνεται υπόψη μόνο το βήμα `s-1`, όμως η σύγκλιση θα ήταν πιο αργή. Το n ορίζεται ως ο θετικός ακέραιος για τον οποίο, για κάθε i, j, k:

$$|U(s, i, j, k) - U(s-1, i, j, k)| < \varepsilon$$

όπου ε, μια μικρή τιμή της τάξης του 10^{-3}. Τελικά, U(i, j, k) = V(n, i, j, k), για κάθε i, j, k.
Αρχικές συνθήκες δυναμικού στα όρια των πλακών:

$$U(b, y, z) = U(x, b, z) = U(x, y, b) = c \text{ και } U(0, y, z) = U(x, 0, z) = U(x, y, 0) = 0.$$

Να γραφεί το αντίστοιχο παράλληλο πρόγραμμα σε PVM, χρησιμοποιώντας 4 επεξεργαστές του Power Mouse ή Power Xplorer, για b = 10 και να γίνει σύγκριση με το αντίστοιχο σειριακό (σε έναν επεξεργαστή), όσον αφορά τον χρόνο εκτέλεσης.

Παρατήρηση: σε κάθε βήμα του παραπάνω αλγορίθμου, χρειάζονται μόνον δύο "γραμμές" του πίνακα V, η `s` και η `s-1`.