



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 $\text{step} = s$, 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 :

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

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 Explorer, 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 $s-1$.