



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
www.cslab.ece.ntua.gr

## ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ 9ο εξάμηνο ΗΜΜΥ, ακαδημαϊκό έτος 2011-12

### ΑΣΚΗΣΗ 1

Προθεσμίες παράδοσης:  
Παράδοση Ενδιάμεσης Αναφοράς έως **28 Νοεμβρίου**  
Επίδειξη προγραμμάτων έως **13 Δεκεμβρίου**  
Παράδοση Τελικής Αναφοράς έως **17 Ιανουαρίου**

#### 1 Υπολογιστικός Πυρήνας

Έστω ο παρακάτω υπολογιστικός πυρήνας που αποτελεί ευρέως χρησιμοποιούμενη δομική μονάδα για την αριθμητική επίλυση μερικών διαφορικών εξισώσεων:

```
for (t=1; t<T && !converged; t++){  
  for (i=1; i<X; i++){  
    for (j=1; j<Y; j++){  
      A[t][i][j] = 0.2*(A[t-1][i][j]+A[t-1][i-1][j]+A[t-1][i+1][j]+  
        A[t-1][i][j-1]+A[t-1][i][j+1]);  
    }  
    converged = check_convergence();  
  }  
}
```

#### 2 Ζητούμενα

1. Αναπτύξτε σειριακό πρόγραμμα που να υλοποιεί τον παραπάνω πυρήνα.
2. Ανακαλύψτε τον παραλληλισμό του αλγορίθμου και σχεδιάστε την παραλληλοποίησή του.
3. Αναπτύξτε παράλληλο πρόγραμμα στο μοντέλο κοινού χώρου διευθύνσεων (shared address space) με τη βοήθεια της βιβλιοθήκης OpenMP.
4. Αναπτύξτε παράλληλο πρόγραμμα στο μοντέλο ανταλλαγής μηνυμάτων (message-passing) με τη βοήθεια της βιβλιοθήκης MPI.
5. Περιγράψτε τη στρατηγική παραλληλοποίησης που ακολουθήσατε στην Ενδιάμεση Αναφορά.

6. Πραγματοποιείτε μετρήσεις επίδοσης με βάση συγκεκριμένο σενάριο που θα σας δοθεί στο εργαστήριο.
7. Συγκεντρώστε τα αποτελέσματα, τις συγκρίσεις και τα σχόλιά σας στην Τελική Αναφορά.

### 3 Διευκρινίσεις

- Για οδηγίες σύνδεσης, μεταγλώττισης, εκτέλεσης κ.λ.π. των προγραμμάτων σας συμβουλευτείτε τις “ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ” που σας έχουν δοθεί. Το αρχείο με τις οδηγίες είναι διαθέσιμο επίσης στο <http://www.cslab.ece.ntua.gr/courses/pps/files/pps-lab-guide.pdf>.
- Η μνήμη που θα χρησιμοποιήσετε θα δεσμεύεται **δυναμικά** (π.χ. με `malloc`).
- Αρχικοποιείτε το εσωτερικό του υπολογιστικού χωρίου με 0 και την “περίμετρο” με σταθερές τιμές (επιλέξτε ελεύθερα).
- Πραγματοποιείτε έλεγχο σύγκλισης κάθε  $k$  βήματα. Σύγκλιση θα έχει επιτευχθεί όταν  $|A[*current*][*i*][*j*] - A[*previous*][*i*][*j*]| <  $e$  για όλα τα  $i$  και  $j$ . Θεωρείστε  $e = 10^{-5}$ .$
- Το πρόγραμμά σας πρέπει να είναι παραμετρικό.
- Στο παράλληλο πρόγραμμα στο μοντέλο της ανταλλαγής μηνυμάτων θεωρείστε ότι αρχικά μία διεργασία έχει όλο τον πίνακα  $A$ . Στη διεργασία αυτή θα επιστραφούν τα αποτελέσματα της παράλληλης εκτέλεσης.
- Για τη μέτρηση των χρόνων εκτέλεσης προτείνεται να χρησιμοποιηθεί η συνάρτηση βιβλιοθήκης `gettimeofday` του `sys/time.h`. Παρατηρείστε ότι κατά την μέτρηση χρόνων ενδιαφέρει **μόνο** το υπολογιστικό κομμάτι του αλγορίθμου, και όχι η φάση αρχικοποίησης ή π.χ. εκτύπωσης των αποτελεσμάτων. Για το λόγο αυτό πραγματοποιείται κατάλληλος συγχρονισμός των διεργασιών ή νημάτων πριν τις μετρήσεις χρόνου.