



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 2012-13

### ΑΣΚΗΣΗ 1

Προθεσμίες παράδοσης:  
Παράδοση Ενδιάμεσης Αναφοράς έως 12 Νοεμβρίου  
Επίδειξη προγραμμάτων έως 27 Νοεμβρίου  
Παράδοση Τελικής Αναφοράς έως 18 Δεκεμβρίου

#### 1 Επίλυση συστημάτων με τη μέθοδο του Gauss

Ο παρακάτω υπολογιστικός πυρήνας είναι κομμάτι από τη γραμμική επίλυση γραμμικών συστημάτων με τη μέθοδο του Gauss:

```
for (k = 0; k < N - 1; k++)  
  for (i = k+1; i < N; i++){  
    l = A[i][k] / A[k][k];  
    for (j = k + 1; j < N; j++){  
      A[i][j] = A[i][j] - l*A[k][j];  
    }  
  }
```

#### 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. Υλοποιήστε δύο διαφορετικούς μηχανισμούς επικοινωνίας: μία σημείο-προς-σημείο (point-to-point) και μία συλλογική (collective). Υλοποιήστε 2 διαφορετικά σχήματα κατανομής των δεδομένων: κατά γραμμές-συνεχόμενα και κατά γραμμές-κυκλικά. Συνολικά απαιτούνται 4 εκδόσεις του παράλληλου προγράμματος.

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 στο:  
<http://www.cslab.ece.ntua.gr/courses/pps/files/fall2012/pps-lab-guide.pdf>.
- Χρησιμοποιείτε πραγματικούς αριθμούς διπλής ακρίβειας.
- Η μνήμη που θα χρησιμοποιήσετε θα δεσμεύεται **δυναμικά** (π.χ. με `malloc`).
- Αρχικοποιείτε τον πίνακα `A` με τυχαίες, μη μηδενικές τιμές.
- 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.