



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 2006-07

### ΑΣΚΗΣΗ 1

Προθεσμίες παράδοσης:  
Επίδειξη προγραμμάτων έως 11 Δεκεμβρίου 2006  
Παράδοση αναφοράς έως 12 Ιανουαρίου 2007

#### 1 Γενικά

Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης του μαθήματος είναι η σχεδίαση και ανάπτυξη παράλληλου αλγορίθμου και προγράμματος που θα υλοποιεί την εξής πράξη:  $\bar{x}^{k+1} = A\bar{x}^k$ ,  $k = 0 \dots K - 1$ , όπου  $A$  είναι ένας  $N \times N$  πίνακας και  $\bar{x}^k$   $N$ -διάστατο διάνυσμα.

#### 2 Ζητούμενα

1. Αναπτύξτε σειριακό πρόγραμμα που να υλοποιεί τον παραπάνω υπολογισμό.
2. Αναπτύξτε παράλληλο πρόγραμμα στο μοντέλο ανταλλαγής μηνυμάτων (message-passing) με τη βοήθεια της βιβλιοθήκης MPI που να υλοποιεί τον παραπάνω υπολογισμό σε ένα παράλληλο σύστημα κατανεμημένης μνήμης. Χρησιμοποιείστε σαν πλατφόρμα εκτέλεσης τη συστοιχία των *kids* (16 κόμβοι *kid1-kid16*).
3. Αναπτύξτε παράλληλο πρόγραμμα στο μοντέλο κοινής μνήμης (shared memory) με τη βοήθεια της βιβλιοθήκης OpenMP που να υλοποιεί τον παραπάνω υπολογισμό.

σμό σε ένα παράλληλο σύστημα κοινής μνήμης. Χρησιμοποιείστε σαν πλατφόρμα εκτέλεσης έναν εκ των κόμβων της συστοιχίας των *twins*.

4. Πραγματοποιείστε μετρήσεις επίδοσης (χρόνος εκτέλεσης, επιτάχυνση, MFLOPs) για διάφορες τιμές των  $N$  και  $K$  με βάση συγκεκριμένο σενάριο που θα σας δοθεί στο εργαστήριο.
5. Συγκεντρώστε τις παρατηρήσεις και τα αποτελέσματά σας σε συνοπτική 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>.
- Χρησιμοποιείστε μόνο δύο διανύσματα, ένα για το τρέχον χρονικό βήμα ( $\bar{x}^{k+1}$ ) και ένα για το προηγούμενο ( $\bar{x}^k$ ).
- Ο πίνακας  $A$  και τα δύο διανύσματα που θα χρησιμοποιήσετε θα δεσμεύονται δυναμικά (π.χ. με `malloc`).
- Αρχικοποιείστε τον πίνακα  $A$  και το διάνυσμα  $\bar{x}^0$  σε τυχαίες αρχικές τιμές. Προαιρετικά, χρησιμοποιείστε τυχαίες τιμές από κατάλληλα αρχεία εισόδου.
- 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 ως εξής:

```
/* ορισμός μεταβλητών, δεσμεύσεις μνήμης,  
   αρχικοποιήσεις πινάκων, αρχικοποιήσεις MPI */  
Barrier();  
gettimeofday(start,(struct timezone*)NULL);  
/* παράλληλος αλγόριθμος */ ...  
Barrier();  
gettimeofday(finish,(struct timezone*)NULL);  
duration=f(finish-start);  
/*Εκτυπώσεις και finalization*/
```