



## Εργασία 3 (υποχρεωτική) – Προγραμματισμός με MPI

ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ 2022 – 2023

(ΕΚΦΩΝΗΣΗ) ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 23 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2022

(ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΣΤΟ ECLASS ΜΕΧΡΙ) ΤΕΤΑΡΤΗ 18 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2023

### Πληροφορίες για τις Υποχρεωτικές Εργασίες του μαθήματος

- Κάθε ομάδα μπορεί να αποτελείται από 1 ή 2 φοιτητές. Όλα τα μέλη της ομάδας πρέπει να έχουν ισότιμη συμμετοχή και να γνωρίζουν τις λεπτομέρειες της υλοποίησης της ομάδας.
- Για την εξεταστική Σεπτεμβρίου δε θα δοθούν άλλες εργασίες. Το Σεπτέμβριο εξετάζεται μόνο το γραπτό.
- Επίσημη υπολογιστική πλατφόρμα του μαθήματος είναι το δίκτυο των υπολογιστών του Τμήματος με λειτουργικό σύστημα Linux Ubuntu (linux01.di.uoa.gr έως linux30.di.uoa.gr).
- Μαζί με τον κώδικά σας καλείστε να υποβάλετε και τα σχετικά αρχεία Makefile.
- Στην αναφορά σας καλείστε να δώσετε πληροφορίες σχετικά με το ονόματα των κόμβων που χρησιμοποιείτε, καθώς επίσης και το μοντέλο επεξεργαστή, τον αριθμό των πυρήνων, την έκδοση του λειτουργικού συστήματος, και την έκδοση του μεταγλωττιστή. Για τα πειραματικά δεδομένα που παρουσιάζετε, καλείστε να αναφέρετε ρητά στα εκάστοτε σημεία της αναφοράς τις εισόδους που χρησιμοποιήσατε. Καλείστε να εκτελέσετε κάθε πείραμα (το οποίο ορίζεται ως η εκτέλεση ενός προγράμματος για συγκεκριμένο αριθμό νημάτων και παραμέτρους εισόδου) πολλές φορές (για παράδειγμα, 4 φορές) και να παρουσιάσετε τον μέσο όρο των αποτελεσμάτων (σύσταση: δημιουργήστε scripts για την εκτέλεση των πειραμάτων, ακόμα και για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων και την δημιουργία γραφημάτων).
- Προαιρετικά, μπορείτε να υποβάλετε και τα scripts που χρησιμοποιήσατε για να τρέξετε τα πειράματα και να δημιουργήσετε τα σχετικά γραφήματα.
- Καλείστε να προσεγγίσετε την κάθε άσκηση στην αναφορά σας ως εξής: περιγραφή προβλήματος, σύντομη περιγραφή της λύσης σας, παράθεση πειραματικών αποτελεσμάτων (χρήση πινάκων ή γραφημάτων), και σχολιασμός αποτελεσμάτων.
- Σε περίπτωση αντιγραφής θα μηδενίζονται όλες οι ομάδες που μετέχουν σε αυτή.
- Η παράδοση της Εργασίας πρέπει να γίνει μέχρι τα μεσάνυχτα της προθεσμίας ηλεκτρονικά και μόνο στο eclass (να ανεβάσετε ένα μόνο αρχείο zip ή rar με την αναφορά σας σε PDF και τον κώδικά σας). Μην περιμένετε μέχρι την τελευταία στιγμή.

### Άσκηση 3.1

Γράψτε ένα πρόγραμμα MPI που να χρησιμοποιεί τη μέθοδο Μόντε Κάρλο για την εκτίμηση της τιμής του  $\pi$  (για την περιγραφή του αλγορίθμου, δείτε την εκφώνηση της Άσκησης 1.1 από τη 1<sup>η</sup> Εργασία). Η διεργασία 0 θα πρέπει να διαβάσει το πλήθος των ρίψεων και να το εκπέμπει στις υπόλοιπες διεργασίες. Χρησιμοποιήστε την MPI\_Reduce για τον υπολογισμό του καθολικού αθροίσματος της τοπικής μεταβλητής βέλη\_κύκλου, και φροντίστε ώστε το αποτέλεσμα να το τυπώνει η διεργασία 0. Προτιμήστε τον τύπο long long int για το πλήθος των βελών εντός του κύκλου και για το πλήθος των ρίψεων, αφού και οι δύο αυτοί αριθμοί θα πρέπει να είναι πολύ μεγάλοι για να πάρετε μια καλή εκτίμηση για το  $\pi$ . Συγκρίνετε την απόδοση του παράλληλου προγράμματος σας που χρησιμοποιεί MPI για διαφορετικό αριθμό κόμβων (1, 2, 4, 8, 16) και διαφορετικό αριθμό πλήθος ρίψεων σε σχέση με τον σειριακό αλγόριθμο. Παρατηρείτε επιτάχυνση και γιατί;

### Άσκηση 3.2

Σε αυτή την άσκηση καλείστε να τροποποιήσετε το πρόγραμμα πολλαπλασιασμού μήτρας-διανύσματος του βιβλίου «Εισαγωγή στον Παράλληλο Προγραμματισμό» που σας δίνεται (mpi\_mat\_vect\_time.c) χρησιμοποιώντας κατανομή της μήτρας κατά μπλοκ-στήλες. Θεωρήστε ότι η μήτρα είναι τετράγωνη, τάξης  $n$ , με το  $n$  να δίνεται σαν όρισμα γραμμής εντολής κατά την εκτέλεση του προγράμματος και να διαιρείται ακριβώς από το comm\_sz. Ίσως σας φανεί χρήσιμη η συνάρτηση MPI\_Reduce\_scatter.

### Άσκηση 3.3 (Προαιρετική)

Τροποποιήστε το πρόγραμμα που γράψατε στην Άσκηση 3.1 ώστε να χρησιμοποιεί υβριδικά το MPI (για εκμετάλλευση της παραλληλίας των κόμβων) και το OpenMP (για εκμετάλλευση της παραλληλίας των πυρήνων που βρίσκονται μέσα σε κάθε κόμβο). Συγκρίνετε την απόδοση αυτής της παράλληλης υλοποίησης σε σχέση με την υλοποίησή σας της Άσκησης 3.1 κρατώντας την συνολική χρήση πόρων (κόμβοι και πυρήνες ανά κόμβο) σταθερή.