



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

Συστήματα Παράλληλης και Κατανεμημένης Επεξεργασίας

Ενότητα: ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ Νο:07

Δρ. Μηνάς Δασυγένης

mdasyg@ieee.org

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

Εργαστήριο Ψηφιακών Συστημάτων και Αρχιτεκτονικής Υπολογιστών

<http://arch.icte.uowm.gr/mdasyg>

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ψηφιακά Μαθήματα του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Περιεχόμενα

1. Σκοπός της άσκησης	4
2. Παραδοτέα	4
3. Ένα πραγματικό πρόβλημα	5

1. Σκοπός της άσκησης

- Πολλαπλασιασμός Πίνακα επί διάνυσμα.
- Χρήση της παραμέτρου της ετικέτας (tag).
- Χρήση του OpenMPI για μια μελέτη κόστους-χωρητικότητας.

2. Παραδοτέα

(A) 3 ερωτήσεις

(C) 2 ασκήσεις

- **(C1)** Αντιγράψτε το προηγούμενο αρχείο στο αρχείο **c1.c** . Οι αλλαγές που πρέπει να γίνουν είναι οι εξής:
 - Την αρχικοποίηση του πίνακα και του διανύσματος θα την κάνει μόνο η διεργασία με rank=0.
 - Η rank=0 θα στέλνει το διάνυσμα σε κάθε άλλη διεργασία.
 - Η rank=0 θα στέλνει τις γραμμές που αντιστοιχούν σε κάθε διεργασία. Η αποστολή θα γίνεται με μια εντολή MPI_Send για κάθε διεργασία στην οποία θα προσδιορίζεται το πρώτο στοιχείο από τον πίνακα που πρέπει να σταλεί (π.χ. $A[0][0]$) και τον αριθμό των στοιχείων που ακολουθούν. Για παράδειγμα αν έχουμε πίνακες $A[5][5]$ και θέλουμε να στείλουμε μια γραμμή τότε θα ξεκινήσουμε από το $A[0][0]$ και θα στείλουμε 5 στοιχεία.
 - Κάθε διεργασία θα υπολογίζει το $c[i]$ που της αντιστοιχεί.
 - Μόλις ολοκληρώνεται ο υπολογισμός ενός $c[i]$ θα στέλνεται με MPI_Send και χρησιμοποιώντας την κατάλληλη ετικέτα tag.
 - Η διεργασία με rank=0 θα συλλέγει όλα τα $c[i]$ και ανάλογα της ετικέτας θα τα τοποθετεί στην αντίστοιχη θέση του διανύσματος $c[i]$. Η κλήση της MPI_Recv μπορεί να γίνει με την παράμετρο MPI_ANY_TAG. Για να μπορέσετε να διαβάσετε το TAG θα χρησιμοποιήσετε το status ως εξής: **status.MPI_TAG** (Η status είναι η τελευταία παράμετρος στη MPI_Recv).

ΠΡΟΣΟΧΗ:

- Αν ο πίνακάς μας έχει τον ίδιο αριθμό γραμμών με τον αριθμό των διεργασιών, τότε κάθε διεργασία αναλαμβάνει μια γραμμή από το δισδιάστατο πίνακα.
- Αν ο πίνακάς μας έχει μικρότερο αριθμό γραμμών από τον αριθμό των διεργασιών, τότε κάποιες διεργασίες δε θα υπολογίσουν κάτι.
- Αν ο πίνακάς μας έχει μεγαλύτερο αριθμό γραμμών από τον αριθμό των διεργασιών, τότε θα γίνει επαναληπτική ανάθεση επιπρόσθετου έργου, σε όλες τις διεργασίες. Π.χ. αν ο πίνακας έχει 31 γραμμές, και εμείς έχουμε 5 διεργασίες, τότε η κάθε διεργασία θα λάβει 6 γραμμές, και επίσης μια διεργασία θα λάβει ακόμη μια γραμμή.
- (A1) Επιβεβαιώστε την ορθή λειτουργία του προγράμματος με κατάλληλο screenshot εκτέλεσης.

3. Ένα πραγματικό πρόβλημα

Καλείστε να κάνετε μια μελέτη κόστους-χωρητικότητας για τα ελληνικά Πετρέλαια για την προμήθεια μιας νέας δεξαμενής πετρελαίου. Υπάρχουν τα εξής δεδομένα κατασκευής:

- Η δεξαμενή μπορεί να είναι είτε σφαιρική είτε κυβική.
- Το κόστος του χάλυβα είναι $0.1\text{€}/\text{cm}^2$
- Χρησιμοποιήστε το $\pi=3.141592$
- Η σφαιρική δεξαμενή μπορεί να έχει ακτίνα από $a=1\text{m}$ έως $a=20\text{m}$
- Η κυβική δεξαμενή μπορεί να έχει ακμή από $a=1\text{m}$ έως $a=20\text{m}$
- Η ακρίβεια της μελέτης θα είναι ακρίβεια χιλιοστού.

Γνωρίζουμε ότι:

Η επιφάνεια ενός κύβου ακμής a δίνεται από τον τύπο: $6 \cdot a^2$

Ο όγκος ενός κύβου ακμής a δίνεται από τον τύπο: a^3

Η επιφάνεια μιας σφαίρας ακτίνας a δίνεται από τον τύπο: $4 \cdot \pi \cdot a^2$

Ο όγκος μιας σφαίρας ακτίνας a δίνεται από τον τύπο: $4/3 \cdot \pi \cdot a^3$

Θα πρέπει να εκτυπωθούν για κάθε είδους δεξαμενής για τις παραπάνω ακμές/ακτίνες τα εξής στοιχεία:

ακτίνα εμβαδόν χωρητικότητα κόστος χωρητικότητα/κόστος

Τα στοιχεία αυτά θα αποθηκεύονται αυτόματα σε ένα αρχείο με το όνομα **results.txt**

Οδηγίες:

Μπορείτε να δημιουργήσετε πίνακες float μεγέθους 20000 (τόσες μετρήσεις απαιτούνται από 1 έως 20 με βήμα 0.001) για εμβαδόν, χωρητικότητα κάθε δεξαμενής.

Πρώτα θα κατασκευάσετε το σειριακό πρόγραμμα (χωρίς Openmpi) για τον υπολογισμό των ανωτέρω με όνομα `"calc_e_v_serial.c"`

Το παράλληλο πρόγραμμα που θα κατασκευάσετε με OpenMPI θα πρέπει να χρησιμοποιεί το κάθε rank. Για παράδειγμα, να μη γίνεται όλη η εργασία στο rank1. Το όνομα αρχείου του θα είναι `"calc_e_v_parallel.c"`. Χωρίστε κατάλληλα το εύρος δεδομένων εισόδου.

(C2) Να παραδώσετε το παραπάνω πρόγραμμα μαζί με το αρχείο results.txt.

(A2) Χρονομετρήστε το σειριακό πρόγραμμα και το OpenMPI και εξάγετε συμπεράσματα ως προς την επιτάχυνση του αλγορίθμου και την κλιμάκωση.

(A3) Με ποιο τρόπο το χρονομετρήσατε;