

## **Εργασία MPI 2018-19: Προσομοίωση μεταφοράς θερμότητας**

### **Εργασία MPI-OpenMp-Cuda**

---

Σας δίδεται ένα MPI πρόγραμμα προσομοίωσης μεταφοράς θερμότητας σε επιφάνεια, το οποίο επιδέχεται βελτιώσεις (π.χ. διαμοιράζει τα δεδομένα κατά ζώνες σε μια διάσταση, δεν χρησιμοποιεί non-blocking επικοινωνία, κλπ). Ζητείται να παραδώσετε έκθεση και πηγαίο κώδικα προγραμμάτων βάσει των οποίων θα αξιολογηθείτε. Ειδικότερα

- I. Να σχεδιάσετε, υλοποιήσετε και αξιολογήσετε ένα βελτιστοποιημένο παράλληλο πρόγραμμα προσομοίωσης μεταφοράς θερμότητας σε περιβάλλον MPI και να το συγκρίνετε με το πρόγραμμα που σας δίδεται. Θεωρείστε την συνάρτηση update στο αρχικό πρόγραμμα ως τις λειτουργικές απαιτήσεις του δικού σας προγράμματος. Επιβάλλεται να αλλάξετε σημαντικά το αρχικό πρόγραμμα. Επιπλέον βοήθεια σχεδιασμού και γενικότερες οδηγίες στις διαλέξεις.
- II. Να ενσωματώσετε στο MPI πρόγραμμα εντολές openmp για παραλληλοποίηση υπολογισμών (π.χ εσωτερικών στοιχείων) σε υβριδικό πρόγραμμα MPI+OpenMp.
- III. Να σχεδιάσετε, αναπτύξετε και αξιολογήσετε αυτόνομο πρόγραμμα cuda με τους ίδιους υπολογισμούς

#### **Δομή και Περιεχόμενο της Έκθεσης**

1. Εισαγωγή
2. Σχεδιασμός Διαμοιρασμού Δεδομένων στις διεργασίες (διαμοιρασμός σε Block, όχι σειρές, και περιγραφή επικοινωνίας) και οργάνωση \*\*\*
3. Σχεδιασμός MPI κώδικα (επιλογές επικοινωνίας, επικάλυψη επικοινωνίας με υπολογισμούς, datatypes, αποφυγή αναθέσεων, τοπολογία διεργασιών, και άλλες επιλογές που βελτιώνουν την απόδοση κλπ).
4. Μετρήσεις χρόνου εκτέλεσης (με σταθερό αριθμό επαναλήψεων, π.χ. 500), υπολογισμός speedup, efficiency και παρουσίαση αποτελεσμάτων σε πίνακες ή/και γραφήματα. Μελέτη κλιμάκωσης δεδομένων και επεξεργασιών για τα εξής προγράμματα
  - a. MPI πρόγραμμα χωρίς έλεγχο σύγκλισης
  - b. MPI πρόγραμμα με έλεγχο σύγκλισης κάθε  $n$  επαναλήψεις.
  - c. Υβριδικό MPI (με σύγκλιση)+OpenMp. Δοκιμάστε συνδυασμούς αριθμού διεργασιών και νημάτων, συγκρίσεις με απλό MPI
  - d. Cuda πρόγραμμα
5. Σύγκριση αρχικού προγράμματος MPI και δικού σας προγράμματος (a). \*\*\*
6. Συμπεράσματα-Παρατηρήσεις-Μελλοντικές Επεκτάσεις
- 7.

Επίσης για την καλύτερη σας επίδοση (μεγάλα δεδομένα, πολλές διεργασίες) να καταθέσετε και την έξοδο του mpiP.

\*\*\* Για το ΠΜΣ + ΔΠΜΣ-ΗΑ επιπλέον

- Στην ενότητα 2 εφαρμογή της μεθοδολογίας του Foster και μοντελοποίηση συμπεριφοράς διαμερισμού με α) σειρές και β) block. Να δείξετε ότι με block έχουμε καλύτερη κλιμάκωση. Για τις σταθερές latency και bandwidth και άλλες μετρικές του συστήματος να χρησιμοποιήσετε το mptest.
- Στην ενότητα 4 σύγκριση αναλυτικών υπολογισμών και πραγματικών μετρήσεων.

#### **Παράδοση (αυστηρές προθεσμίες-χωρίς δυνατότητα παράτασης)**

Κυριακή 03/03/2019 για εξεταστική Ιανουαρίου (διαθεσιμότητα μηχανών 10-24/2)

Τετάρτη 09/10/2019 για εξεταστική Σεπτεμβρίου διαθεσιμότητα μηχανών 21/9-06/10)

## Μελέτη Κλιμάκωσης

Εκτελέστε τα προγράμματα σας με 1, 4, 16, 64, 128 και 160 tasks (διεργασίες και νήματα).

Υπολογιστικοί Κόμβοι	1	1	2	2	4	5	7	8	11	13	16	16	18	20
Tasks	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100	121	128	144	160
MPI (διεργασίες)	1	4		16				64				128		160
MPI+σύγκλιση	1	4		16				64				128		160
Hybrid Δ/N		2/2		8/2				32/2				64/2		80/2
Δ=διεργασίες		2/4		8/4				32/4				64/4		80/4
N=Νήματα ανά διεργασία		1/4		4/4				16/4				32/4		40/4
				2/8				8/8				16/8		20/8

και μέγεθος δεδομένων 80X64, 160X128, 320X256, 640X1024, κλπ με διπλασιασμό πλευράς, μέχρις ότου δεν έχουμε καλύτερη επίδοση ή δεν χωράει στην μνήμη.

Οι διεργασίες στα σκιασμένα κελιά δεν διαιρούν ακριβώς τον πίνακα και απαιτούν ιδιαίτερη μεταχείριση. Οι υπόλοιπες διαιρούν τον πίνακα ακριβώς, όμως χρειάζεται να περνάτε τιμές για μήκος και πλάτος του πίνακα.

## Διαδικαστικά

Επιτρέπεται και μάλιστα ενδείκνυται η συνεργασία 2 ατόμων. Ομάδες των 3ων επιτρέπεται μετά από συνεννόηση. Στην περίπτωση αυτή η εργασία θα αξιολογηθεί με πιο αυστηρά κριτήρια και θα πρέπει να περιλαμβάνει κάποιες επεκτάσεις, όπως

- Parallel I/O
- Σύγκριση OpenMp vs. MPI Shared memory access
- Πειράματα με διαφορετικά υβριδικά προγράμματα (π.χ. με νήματα που επικοινωνούν με MPI).
- Πειράματα με Thread affinity, caching
- Foster (για ΠΠΣ)
- Μεθοδολογία POP, μετρήσεις με Mpptest

## Αξιολόγηση

**Η Εργασία συνεισφέρει στον τελικό βαθμό 70/100 και τα γραπτά 30/100** (με απασχόληση σας σχεδόν 3 από τα 6 ECTS για την εργασία [70 ώρες] και 1 ECTS για τα γραπτά [25 ώρες]. Τα υπόλοιπα 2 η φυσική παρουσία σας στις διαλέξεις)

**Η Εργασία αξιολογείται στα 100 ως εξής**

**Παρουσίαση-Αποτελέσματα, Κείμενο**

**60/100**

Γενικός Σχεδιασμός, Επιλογές κώδικα MPI, Μετρήσεις- Μελέτη Κλιμάκωσης, Σύγκριση Αρχικού-Τελικού, κλπ, γενική δομή και μορφή της εργασίας. Επιμερισμός ανά πρόγραμμα

MPI 30/100

MPI + σύγκλιση 05/100

MPI + σύγκλιση + openMp 15/100

Cuda 10/100

**Κώδικας**

**(40/100)**

Μπορείτε να παραδώσετε μόνο τον κώδικα για MPI+σύγκλιση+OpenMp εφόσον έχετε κάνει μικρές τοπικές επεκτάσεις

MPI 20/100

MPI + σύγκλιση 05/100

MPI +σύγκλιση+openMp 05/100

Cuda 10/100