

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
UNIVERSITY OF WEST ATTICA

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

## ΑΣΚΗΣΗ 2

### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΟΙΤΗΤΗ

---

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ :** ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ  
**ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ :** 19390005  
**ΕΞΑΜΗΝΟ ΦΟΙΤΗΤΗ :** 7<sup>ο</sup>  
**ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΟΙΤΗΤΗ :** ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ :** ΠΑΔΑ  
**ΤΜΗΜΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ :** Ε3 ΔΕΥΤΕΡΑ 14:00 – 16:00  
**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ :** ΙΟΡΔΑΝΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ  
**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :** 15/1/2023

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ

**ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΦΟΙΤΗΤΗ :**



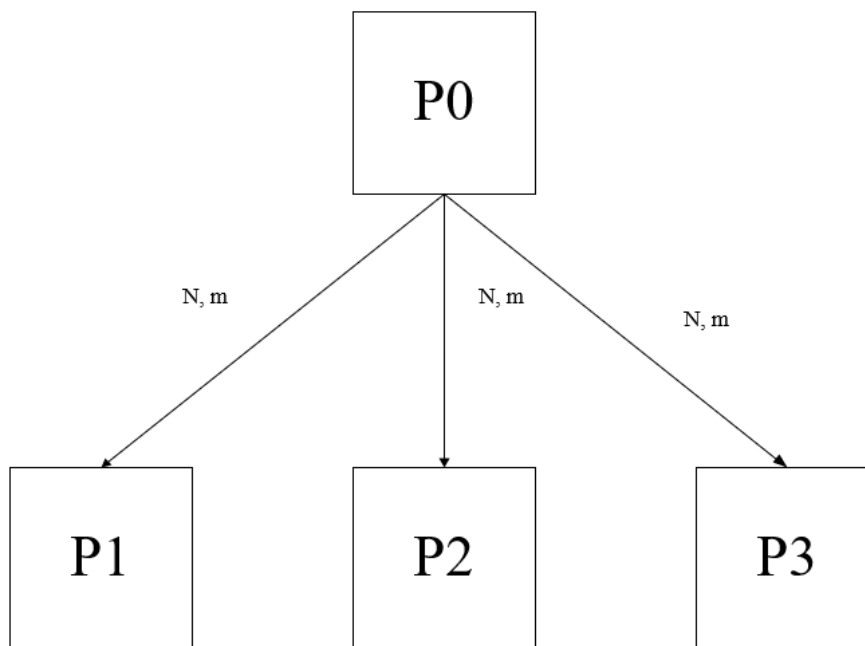
# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ

## Το ζητούμενο

Η άσκηση αποσκοπεί στην επίτευξη της συλλογικής επικοινωνίας μεταξύ «p» διεργασιών έχοντας ως δεδομένο ένα διάνυσμα «X» μεγέθους «N». Πιο αναλυτικά, μία διεργασία ορίζεται ως διαχειριστής και αναλαμβάνει να διαμοιράζει τα στοιχεία του διανύσματος στους επεξεραστές και να λαμβάνει τις πληροφορίες που θέλει. Για παράδειγμα, πόσα στοιχεία έχουν μεγαλύτερη τιμή από τον μέσο όρο και πόσα μικρότερη (ερώτημα α), πόση είναι η διασπορά των στοιχείων του X (ερώτημα β), ποια είναι τα στοιχεία του διανύσματος ποσοστιαίας σχέσης του αντίστοιχου  $X_i$  με την διαφορά μεγίστου-ελαχίστου των τιμών όλων των στοιχείων του X (ερώτημα γ), ποια είναι η μεγαλύτερη τιμή του διανύσματος Δ και για ποιο στοιχείο  $x_i$  συγκεκριμένα παρατηρείται (ερώτημα δ) και ποιο είναι το διάνυσμα των προθεμάτων αθροίσματος των στοιχείων του X (ερώτηση ε). Η διαδικασία αυτή θα εκτελείται επαναληπτικά με ένα μενού επιλογών για συνέχεια ή για έξοδο της διαδικασίας. Την επιλογή θα την δίνει ο χρήστης.

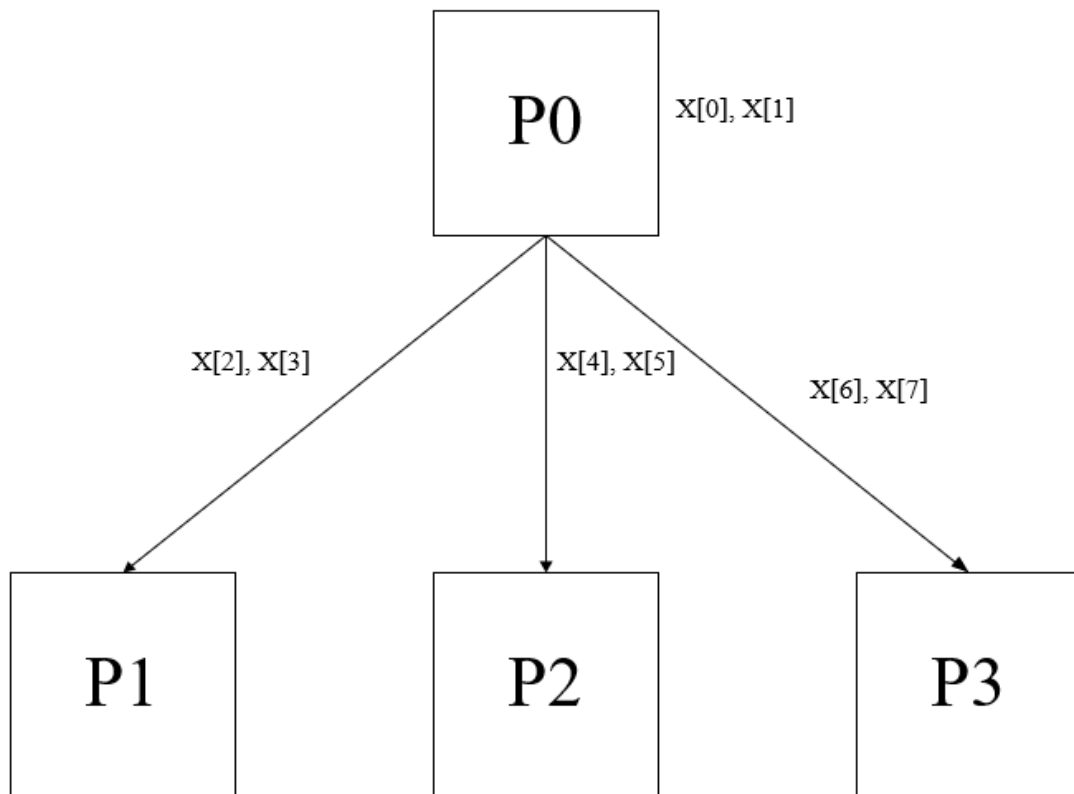
## Το πρόβλημα και η υλοποίηση σε φυσική γλώσσα

Η διεργασία «P0» αναλαμβάνει καθήκοντα «διαχειριστή», δηλαδή, θα μοιράσει ισοκατανεμημένα τα στοιχεία στις υπόλοιπες διεργασίες, ώστε να πάρει και αυτή τον ίδιο αριθμό στοιχείων. Οι υπολογισμοί στην αρχή γίνονται τοπικά και με τις συναρτήσεις συλλογικής επικοινωνίας υπολογίζεται το συνολικό ζητούμενο.

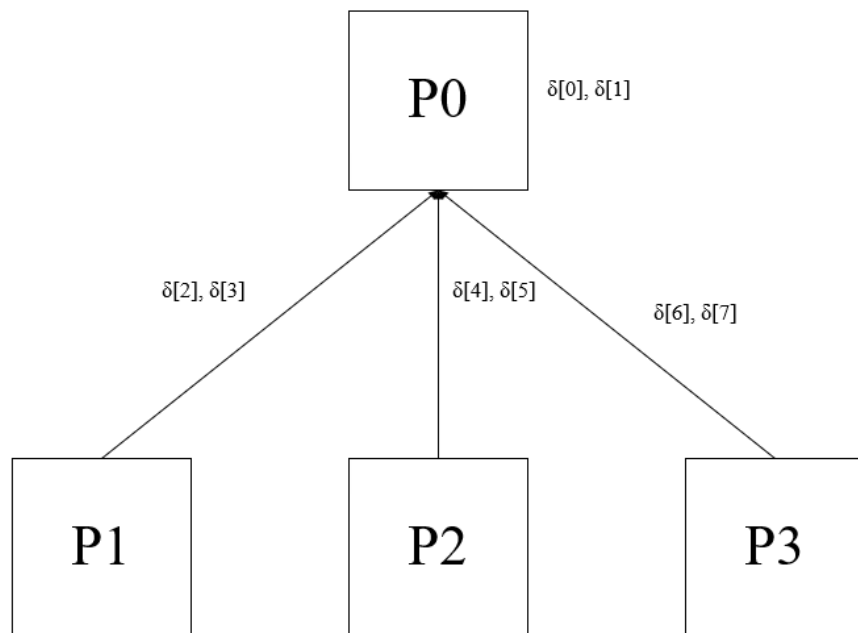


**Εικόνα 1.** Η διεργασία διαχειριστής (P0) αποστέλλει τα ίδια δεδομένα και στις υπόλοιπες διεργασίες (MPI\_Bcast)

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ



**Εικόνα 2.** Η διεργασία διαχειριστής (P0) διαμοιράζει τα στοιχεία του X στις υπόλοιπες διεργασίες (MPI\_Scatter)



**Εικόνα 3.** Η διεργασία διαχειριστής (P0) συλλέγει τα στοιχεία  $\delta[i]$  από τις υπόλοιπες διεργασίες (MPI\_Gather)

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ

## Το υπολογιστικό φόρτο της κάθε διεργασίας

Η επικοινωνία είναι συλλογική, δηλαδή, όλες οι διεργασίες καλούν την ίδια συνάρτηση που τα δεδομένα τα διαχειρίζεται η διεργασία διαχειριστής. Η κάθε διεργασία υπολογίζει τοπικά με βάση τα στοιχεία που κατέχει και η διεργασία διαχειριστής τυπώνει τα αποτελέσματα μαζί με δεσμεύσεις μνήμης για την αποθήκευση των δεδομένων.

## Το πρόβλημα και η υλοποίηση σε γλώσσα C

Για την υλοποίηση του ζητούμενου χρησιμοποιήθηκε το περιβάλλον του MPI που επιτυγχάνει παράλληλο υπολογισμό και η γλώσσα C. Οι MPI ρουτίνες που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι MPI\_Init, MPI\_Comm\_rank, MPI\_Comm\_size, MPI\_Send, MPI\_Recv, MPI\_Bcast, MPI\_Gather, MPI\_Reduce, MPI\_Barrier, MPI\_Scan και MPI\_Finalize. Η επικοινωνία μεταξύ των διεργασιών είναι συλλογική και αναστέλουσα «point-to-point» για τις ανάγκες του ερωτήματος (ε). Το πρόγραμμα αναλύεται στα σχόλια του πηγαίου κώδικα project2.c.

## Δυσκολίες

Η δυσκολία μου ήταν στην κατανομή των δεδομένων για  $n < p$  καθώς δεν μπόρεσα να βρω πως θα διαμοιράσω τα στοιχεία στους επεξεργαστές, καθώς αναγκαστικά κάποιοι επεξεργαστές δεν θα είχαν κανένα στοιχείο. Συνεπώς, δεν κατάφερα να επεκτείνω το πρόγραμμα και για οποιοδήποτε συνδυασμό τιμών  $n$  και  $p$ , οπότε περιορίστηκα μόνο στο ότι το  $n$  είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του  $p$ .

## Ενδεικτικά Τρεξίματα

**Μεταγλώττιση:** mpicc -o project2 project2.c

**Παράδειγμα 1  $n > p$  (mpirun -np 4 ./project2)**

Number of processors are 4

Size of integers' sequence must be integer multiple of number of processors ( $N \bmod \text{processors} == 0$ ).

Input the size of integers' sequence : 8

Input elements of vector X

X[0] : 1

X[1] : 6

X[2] : 7

X[3] : 9

X[4] : 10

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ

X[5] : 4

X[6] : 8

X[7] : 2

Rank : 0, X[0] : 1

Rank : 2, X[0] : 10

Rank : 2, X[1] : 4

Rank : 3, X[0] : 8

Rank : 1, X[0] : 7

Rank : 1, X[1] : 9

Rank : 3, X[1] : 2

Rank : 0, X[1] : 6

---

## Question A

Number of elements that are greater than average 5.000000 : 5

Number of elements that are less than average 5.000000 : 3

---

## Question B

$$\text{var} = ((X_0 - m)^2 + (X_1 - m)^2 + \dots + (X_{n-1} - m)^2) / n$$

var : 10.125000

---

## Question C

$$D_i = ((X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})) * 100$$

D[0] : 0.000000

D[1] : 55.555557

D[2] : 66.666672

D[3] : 88.888893

D[4] : 100.000000

D[5] : 33.333336

D[6] : 77.777779

D[7] : 11.111112

---

## Question D

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ

Element's index of vector X with the highest D[i] : 4

Vector X's element with the highest D[i] : 10

Max D[i] : 100.000000

-----  
Question E

Prefix[0] : 1

Prefix[1] : 7

Prefix[2] : 14

Prefix[3] : 23

Prefix[4] : 33

Prefix[5] : 37

Prefix[6] : 45

Prefix[7] : 47

[1] Continue...

[2] Exit...

## **Παράδειγμα 2 $n == p$ (mpirun -np 3 ./project2)**

Number of processors are 3

Size of integers' sequence must be integer multiple of number of processors ( $N \bmod \text{processors} == 0$ ).

Input the size of integers' sequence : 3

Input elements of vector X

X[0] : 4

X[1] : 10

X[2] : 14

Rank : 0, X[0] : 4

Rank : 1, X[0] : 10

Rank : 2, X[0] : 14

-----  
Question A

Number of elements that are greater than average 9.000000 : 2

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ

Number of elements that are less than average 9.000000 : 1

-----

Question B

$$\text{var} = ((X_0 - m)^2 + (X_1 - m)^2 + \dots + (X_{n-1} - m)^2) / n$$

var : 17.000000

-----

Question C

$$D_i = ((X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})) * 100$$

D[0] : 0.000000

D[1] : 60.000004

D[2] : 100.000000

-----

Question D

Element's index of vector X with the highest D[i] : 2

Vector X's element with the highest D[i] : 14

Max D[i] : 100.000000

-----

Question E

Prefix[0] : 4

Prefix[1] : 14

Prefix[2] : 28

[1] Continue...

[2] Exit...

Input a choice :



# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ



Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας.

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ