

## Σετ προγραμμάτων #1 (OpenMP)

### Πίνακας επί πίνακα, με παραλληλοποίηση βρόχων (30%)

Πρέπει να υλοποιήσετε και να χρονομετρήσετε παράλληλο πρόγραμμα για τον πολλαπλασιασμό τετραγωνικών πινάκων, χρησιμοποιώντας OpenMP και παραλληλοποιώντας (έναν κάθε φορά) τους βρόχους του κλασσικού σειριακού προγράμματος (βλ. λεπτομέρειες παρακάτω).

### Πίνακας επί πίνακα, με tasks (35%)

Πρέπει να υλοποιήσετε και να χρονομετρήσετε παράλληλο πρόγραμμα για τον πολλαπλασιασμό τετραγωνικών πινάκων, χρησιμοποιώντας εργασίες του OpenMP (tasks). Η κάθε εργασία θα πρέπει να είναι ο υπολογισμός ενός block (υποπίνακα) του αποτελέσματος, μεγέθους  $S \times S$ .

- Το μέγεθος  $S$  του block (και άρα το πλήθος των εργασιών) θα πρέπει να είναι παραμετροποιήσιμο και να περινιέται ως παράμετρος κατά την εκτέλεση του προγράμματος (μέσω argc/argv).
- Θα πρέπει να πειραματιστείτε με διάφορες τιμές για το  $S$  (βλ. παρακάτω).

### Doacross loops (35%)

Από την έκδοση 4.5 και μετά το OpenMP υποστηρίζει τους λεγόμενους βρόχους “doacross” οι οποίοι, σε αντίθεση με τους βρόχους “doall”, δεν έχουν εντελώς ανεξάρτητες επαναλήψεις αλλά υπάρχουν εξαρτήσεις μεταξύ τους.

Μελετήστε τι είναι οι βρόχοι doacross και με ποιο τρόπο μπορούν να εκφραστούν στο OpenMP. Πρέπει να παραδώσετε γραπτή περιγραφή (2-3 σελίδες, όχι παραπάνω) μαζί με ένα δοκιμαστικό πρόγραμμα.

## Λεπτομέρειες

### Απαιτούμενα

- Θα πρέπει να παραδώσετε πλήρη αναφορά, περιλαμβάνοντας και γραφικές παραστάσεις χρονομετρήσεων καθώς και συζήτηση γύρω από τα αποτελέσματα.
- Τα προγράμματά σας (πηγαίοι κώδικες + αναφορά) θα πρέπει να τα παραδώσετε με turnin set1@mye023. Πληροφορίες στην ιστοσελίδα του μαθήματος.
- Για τη χρονομέτρηση θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι κλήσεις χρονομέτρησης που παρέχει το ίδιο το OpenMP (omp\_get\_wtime() κλπ).
- Τα προγράμματά σας για τον απλό πολλαπλασιασμό πινάκων να τα δοκιμάσετε με **4 νήματα** (και να τα συγκρίνετε με τον καθαρό σειριακό κώδικα). **Προσοχή:** θα πρέπει να παραλληλοποιήσετε κάθε φορά **μόνο έναν βρόχο**, χρησιμοποιώντας static και dynamic schedules για το for. Θα πρέπει να δοκιμάσετε να παραλληλοποιήσετε (έναν τη φορά) και τους 3 βρόχους for. Προσέξτε διότι ανάλογα με το ποιον βρόχο παραλληλοποιείτε, ίσως απαιτείται αμοιβαίος αποκλεισμός! Ουσιαστικά θα φτιάξετε 3 προγράμματα OpenMP, καθένα με παραλληλοποιημένο έναν από τους βρόχους και για καθένα από αυτά θα δοκιμάσετε και το static και το dynamic schedule (συνολικά, δηλαδή, 6 περιπτώσεις).
- Τα προγράμματά σας για τον πολλαπλασιασμό πινάκων με tasks να τα δοκιμάσετε με **4 νήματα** (και να τα συγκρίνετε με τον καθαρό σειριακό κώδικα) και να δοκιμάσετε 3 διαφορετικά πλήθη εργασιών (16, 256, 1024).

- Για κάθε περίπτωση, το πρόγραμμα θα εκτελείται τουλάχιστον 4 φορές και ο τελικός χρόνος θα είναι ο μέσος όρος των τεσσάρων χρόνων.

### Παρατηρήσεις

1. Η ανάπτυξη των προγραμμάτων σας μπορεί να γίνει οπουδήποτε αλλά η εκτέλεση και χρονομέτρηση των προγραμμάτων σας θα πρέπει να γίνει σε υπολογιστές του τμήματος οι οποίοι διαθέτουν 4-πύρηνους επεξεργαστές (π.χ. opti7020ws08).
2. Τα αντίστοιχα σειριακά προγράμματα μπορείτε να τα βρείτε στην ιστοσελίδα του μαθήματος.
3. Για τον πολλαπλασιασμό πινάκων, δοκιμάστε πίνακες ακεραίων **2048 × 2048** στοιχείων (δίνονται στην ιστοσελίδα του μαθήματος). Τα στοιχεία τους θα πρέπει να τα αποθηκεύσετε σε αρχεία ώστε να μπορέσετε να ελέγξετε τη σωστή λειτουργία των προγραμμάτων σας συγκρίνοντας με τα αποτελέσματα του σειριακού (εγγυημένα σωστού) προγράμματος. **Προσοχή:** μην χρονομετρήσετε το μέρος του κώδικα που διαβάζει / γράφει στα αρχεία.

### Προθεσμία παράδοσης:

Δευτέρα, 10 Μαΐου 2021

Βασίλειος Δημακόπουλος