

## Άσκηση 2

### Παράλληλα & Καταναεμημένα Συστήματα Υπολογιστών

28 Νοεμβρίου 2016

Να γραφεί πρόγραμμα σε συνδυασμό OpenMP<sup>1</sup> και MPI<sup>2</sup> που να προσομοιώνει το GAME OF LIFE<sup>3</sup> <sup>4</sup>, ένα κυψελικό αυτόματο του οποίου η εξέλιξη εξαρτάται μόνο από τις αρχικές συνθήκες.

Οι βασικοί κανόνες που διέπουν την εξέλιξη του παιχνιδιού είναι οι παρακάτω:

1. Το παιχνίδι παίζεται σε ένα ορθογώνιο πλέγμα, όπου το κάθε κελί μπορεί να έχει δύο καταστάσεις, ζωντανό και μη ζωντανό. Οι καταστάσεις των κελιών μεταβάλλονται σε κάθε επανάληψη του παιχνιδιού (γενιά).
2. *Stasis*: Κάθε κελί με ακριβώς δύο ζωντανούς γείτονες παραμένει στην ίδια κατάσταση στην επόμενη γενιά. Αν ήταν ζωντανό, παραμένει ζωντανό και αντίστροφα.
3. *Growth*: Κάθε κελί με ακριβώς τρεις ζωντανούς γείτονες θα είναι ζωντανό στην επόμενη γενιά, ανεξάρτητα από την τωρινή του κατάσταση.
4. *Death*: Κάθε κελί με 0, 1, ή 4 – 8 ζωντανούς γείτονες πεθαίνει στην επόμενη γενιά, ανεξάρτητα από την τωρινή του κατάσταση.
5. Οι αλλαγές των καταστάσεων συμβαίνουν ταυτόχρονα για όλα τα κελιά μιας γενιάς.

Χρησιμοποιώντας τον σειριακό κώδικα που δίνεται, το πρόγραμμά σας θα πρέπει να:

- Χρησιμοποιεί κυκλικές οριακές συνθήκες (*cyclic boundary conditions*), δηλαδή το κελί που ακολουθεί το  $n - 1$  είναι το 0 και αντίστοιχα το προηγούμενο του 0 είναι το  $n - 1$ .
- Υλοποιεί κώδικα σε MPI, ώστε να χωρίζεται ο αρχικός πίνακας σε πλέγμα (ανάλογα με το πλήθος των διεργασιών) και να ανατίθεται κάθε τμήμα του πλέγματος σε διαφορετικές διεργασίες.
- Παίζει το παιχνίδι για  $t$  γενιές (επαναλήψεις), χρησιμοποιώντας σε κάθε υποτιμήμα υλοποίηση σε OpenMP
- Χρησιμοποιεί προχωρημένες εντολές MPI-3, για την επικοινωνία μεταξύ των διεργασιών (*shared memory - RMA*).

#### Παραδώστε:

- Αναφορά 3 – 4 σελίδων που να περιέχει:
  - α) Περιγραφή της μεθόδου παραλληλισμού που χρησιμοποιήσατε.
  - β) Σχόλια για την ταχύτητα υπολογισμών στο hellasgrid, για αριθμό νημάτων  $threads = 2^{[1:6]}$ , μέγεθος πλεγμάτων  $4000 \times 4000$  για μία διεργασία,  $8000 \times 4000$  για δύο και  $8000 \times 8000$  για τέσσερις και αριθμό γενεών  $t = 10, 50, 100$ .
- Τον κώδικα του προγράμματός σας.

**Δεοντολογία:** Εάν χρησιμοποιήσετε κώδικες από το διαδίκτυο ή αλλού, να αναφέρετε την πηγή και τις αλλαγές που κάνατε.

**Ημερομηνία παράδοσης:** Κυριακή 25 Δεκεμβρίου 2016.

<sup>1</sup><https://computing.llnl.gov/tutorials/openMP/>

<sup>2</sup><https://computing.llnl.gov/tutorials/mpi/>

<sup>3</sup><http://www.ibiblio.org/lifepatterns/october1970.html>

<sup>4</sup>[http://en.wikipedia.org/wiki/Conway's\\_Game\\_of\\_Life](http://en.wikipedia.org/wiki/Conway's_Game_of_Life)