Συστήματα Παράλληλης Επεξεργασίας

1η Εργαστηριακή Άσκηση

Κακούρης Δημήτριος el19019
Κλήμου Ανθή el19033
Κοσμάς Θωμάς el19845

1.2 Conway's Game of Life

Προκειμένου να παραλληλοποιήσουμε το Game Of Life εντοπίζουμε τα σημεία του κώδικα τα οποία επιδέχονται παραλληλοποίηση. Το Game Of Life υπολογίζει το state του κάθε κελιού του grid σύμφωνα με τους κανόνες που δίνονται στην εκφώνηση. Κρατάμε δυο states το προηγούμενο και το τωρινό grid, το προηγούμενο αφορά τη στιγμή που απεικονίζουμε το grid ώστε να υπολογίσουμε το τωρινό, δηλαδή το τωρινό αφορά την t+1 στιγμή και το προηγούμενο την t.

Προκειμένου να κάνουμε χρήση του API της OpenMP, κάνουμε `#include <omp.h>` και μεταγλωτιζουμε κατάλληλα το πρόγραμμα με το flag `-fopenmp` .

Παραθέτουμε το make_on_queue.sh το οποίο χρησιμοποιούμε για να υποβάλλουμε στη συστοιχία το job που αφορά το make:

```
parlab09@scirouter:~/ex1_dimitris$ cat make_on_queue.sh
#!/bin/bash

## Give the Job a descriptive name
#PBS -N makejob

## Output and error files
#PBS -o makejob.out
#PBS -e makejob.err

## How many machines should we get?
#PBS -l nodes=1

## Start
## Run make in the src folder (modify properly)

mkdir -p ${HOME}/tmp
export TMPDIR=${HOME}/tmp

module load openmp
cd /home/parallel/parlab09/ex1_dimitris/
make

rm -r ${HOME}/tmp
```

Παραθέτουμε το run_on_queue.sh το οποίο χρησιμοποιούμε για να υποβάλλουμε στη συστοιχία το job που αφορά την εκτέλεση:
Εδώ βλέπουμε συγκεκριμένα το bash script για 64x64 grid, έχουμε φτιάξει άλλα δυο για 1024x1024 και 4096x4096.

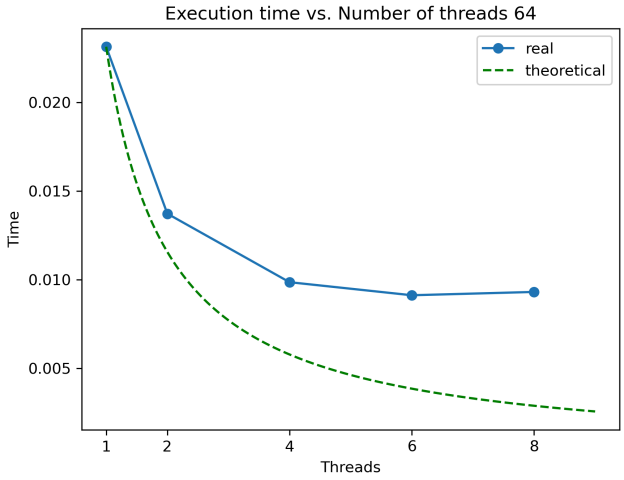
```
#!/bin/bash

## Give the Job a descriptive name
#PBS -N run_omp_game

## Output and error files
#PBS -o run_omp_game_64.out
#PBS -e run_omp_game_64.err

## How many machines should we get?
#PBS -l nodes=1:ppn=8

##How long should the job run for?
#PBS -l walltime=00:05:00

## Start
## Run make in the src folder (modify properly)

module load openmp
cd /home/parallel/parlab09/ex1_dimitris

for threads in 1 2 4 6 8
do
module load openmp
export OMP_NUM_THREADS=${threads}
./Game_Of_Life 64 1000

done
```

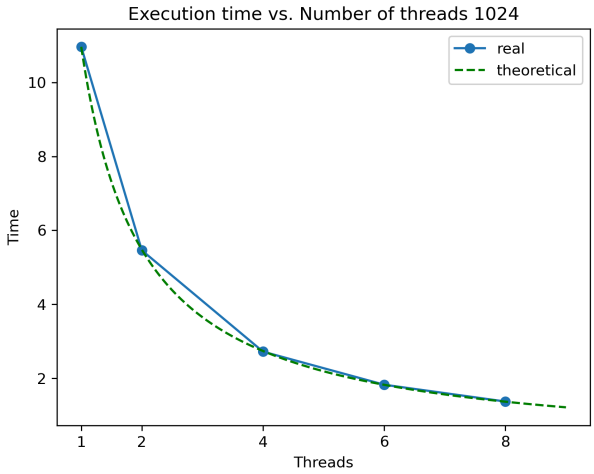
Επιλέγουμε να παραλληλοποιήσουμε το πρώτο loop δηλαδή το loop που αφορά τις γραμμές του grid.
Επιλέγουμε να κάνουμε private τις μεταβλητές nbrs, i, j. Διαφορετικά θα οδηγηθούμε σε race conditions.
Γράφουμε επίσης ρητά ότι θέλουμε να είναι shared το previous και current state.

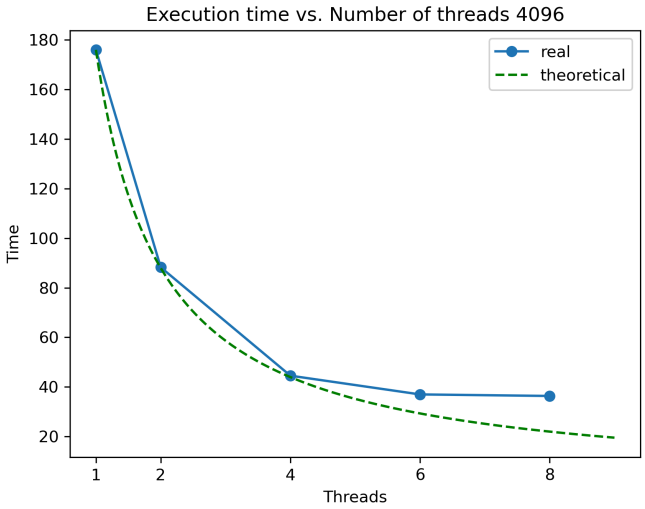
```
/*Game of Life*/

gettimeofday(&ts,NULL);
for ( t = 0 ; t < T ; t++ ) {
        #pragma omp parallel for private(nbrs,i,j) shared (previous,current)
        for ( i = 1 ; i < N-1 ; i++ )
                for ( j = 1 ; j < N-1 ; j++ ) {
                        nbrs = previous[i+1][j+1] + previous[i+1][j] + previous[i+1][j-1] \
                               + previous[i][j-1] + previous[i][j+1] \
                               + previous[i-1][j-1] + previous[i-1][j] + previous[i-1][j+1];
                        if ( nbrs == 3 || ( previous[i][j]+nbrs ==3 ) )
                                current[i][j]=1;
                        else
                                current[i][j]=0;
                }
```

Εκτελούμε για 1000 εποχές το Game Of Life για 1,2,4,6,8 cores και μεγέθη ταμπλώ 64×64, 1024×1024 και 4096×4096.

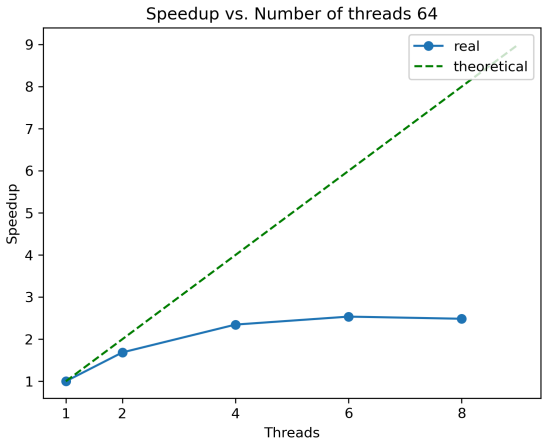
Έτσι παίρνουμε τα παρακάτω διαγράμματα χρόνου εκτέλεσης:

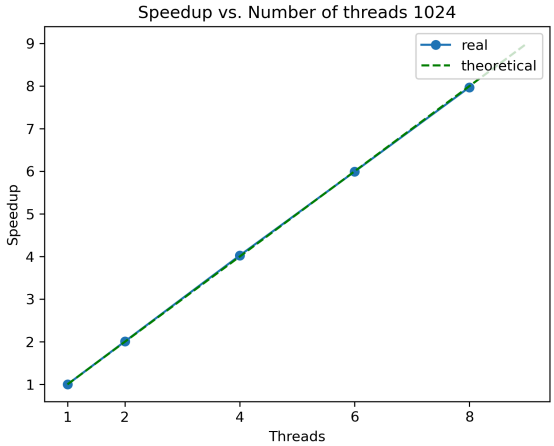


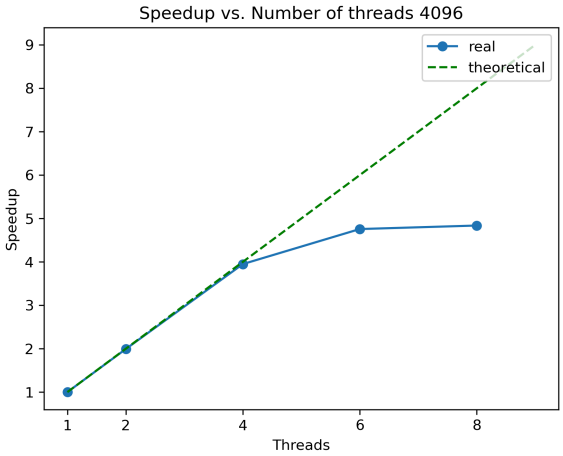




Αντίστοιχα τα διαγράμματα Speedup:







Παρατηρήσεις:

Στην ιδεατή περίπτωση θα περιμέναμε με αύξηση των threads, λόγω της δυνατότητας παραλληλοποίησης που μας προσφέρει η OpenMP, να οδηγεί σε αντίστοιχο speedup του χρόνου εκτέλεσης
Παρατηρούμε πώς το linear speedup το έχουμε στη περίπτωση του grid size 1024 x 1024. Στις άλλες περιπτώσεις:

- Περίπτωση 64 x 64:
  Στη περίπτωση αυτή η προσθήκη threads δε κλιμακώνει γραμμικά, είναι μικρό το μέγεθος του grid και το overhead που μας δίνει το communication των threads δυσχεραίνει τη κλιμάκωση.

- Περίπτωση 4096 x 4096:
  Στη περίπτωση πάλι δεν έχουμε γραμμική κλιμάκωση, είναι μεγάλο το μέγεθος του grid η συνεχής πρόσβαση στη μνήμη δυσχεραίνει τη κλιμάκωση, λόγω μη αποδοτικής χρήσης της cache. Παρατηρούμε εδώ πιο έντονα το γεγονός ότι το Game Of Life είναι memory bound.