

# Lab 2: Implementing a minimal OpenMP runtime

En aquest laboratori s'implementa una versió senzilla d'OpenMP amb la llibreria *pthread*s.

## Enumeració de les funcionalitats implementades

- **Regió paral·lela:** S'ha implementat una regió d'execució paral·lela i s'ha habilitat l'ús per a la funció *omp\_get\_num\_threads()* i *omp\_get\_thread\_num*.
- **Sincronització de tasques:** S'ha implementat correctament les regions crítiques (amb nom i sense) i les barreres. S'ha vetllat perquè aquestes barreres no depenguin únicament del valor de la variable *OMP\_NUM\_THREADS*.
- **Regió *single*:** S'ha implementat la regió *single*.
- **Tasques:** S'ha implementat les funcions necessàries per a permetre l'ús de tasques així com la cua de tasques i la modificació de les barreres implícites al final de les regions *single* i les regions paral·leles. S'ha vetllat per què els threads en cap cas puguin acabar si hi ha o poden crear-se en un futur més tasques a la cua de tasques i s'ha creat un mecanisme senzill d'espera si la cua està plena a l'afegir noves tasques.
- **Sincronització de tasques:** S'ha modificat el codi existent i s'han creat les funcions necessàries per a permetre els constructes *taskwait* i *taskgroup* per a la sincronització de tasques.

## Tests

S'ha passat satisfactòriament els següents tests:

- *tparallel1*
- *tparallel2*
- *tsynch1*
- *tsynch2*
- *tsingle*
- *ttask*
- *tsynchtask*
- *sieve2* (del laboratori anterior, la versió implementada amb tasques explícites)

## Rendiment

Analitzant el comportament de l'execució de *seve2* amb *paraver* podem veure que el programa segueix el comportament esperat.

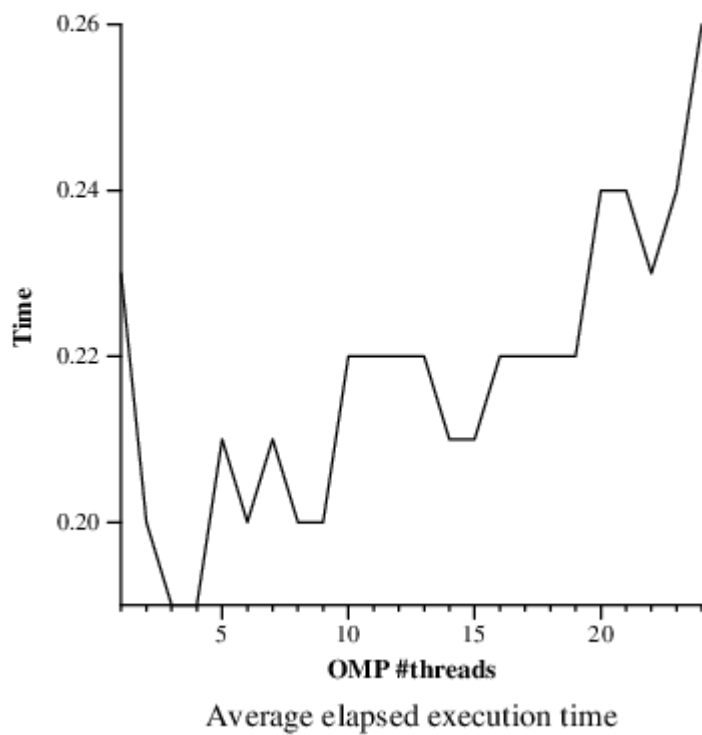
Les tasques son creades pel *thread* 1 que és el que entra al *single*.



I aquestes tasques creades són repartides a tots els threads:



Tanmateix, quan es fa un anàlisi d'*strong scalability* el comportament no és l'esperat. Podem veure com la tendència és d'augment. Una de les teories que puc mirar d'extreure d'aquest comportament és que el temps de sincronització pot estar perjudicant l'execució a mesura que augmenta el nombre de threads.



En les següents captures podem veure com, en efecte, tenim moltíssima més sincronització cosa que ens efecte a mesura que anem augmentant el nombre de threads.

	Running	Not created	Synchronization	Scheduling and Fork/Join	I/O	Others
THREAD 1.1.1	92.55 %	-	6.53 %	0.87 %	0.05 %	0.00 %
THREAD 1.1.2	18.25 %	75.41 %	0.92 %	4.33 %	1.08 %	-
THREAD 1.1.3	15.38 %	76.20 %	8.10 %	0.29 %	0.03 %	-
THREAD 1.1.4	14.80 %	76.23 %	8.65 %	0.27 %	0.05 %	-
THREAD 1.1.5	15.52 %	76.25 %	7.94 %	0.25 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.6	16.92 %	76.21 %	6.54 %	0.27 %	0.06 %	-
THREAD 1.1.7	13.64 %	76.23 %	9.81 %	0.27 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.8	16.27 %	76.25 %	7.19 %	0.24 %	0.06 %	-
THREAD 1.1.9	14.84 %	76.28 %	8.64 %	0.20 %	0.05 %	-
THREAD 1.1.10	13.40 %	76.28 %	10.07 %	0.21 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.11	17.14 %	76.29 %	6.32 %	0.19 %	0.06 %	-
THREAD 1.1.12	16.62 %	76.31 %	6.84 %	0.17 %	0.06 %	-
THREAD 1.1.13	11.35 %	76.29 %	12.09 %	0.20 %	0.07 %	-
THREAD 1.1.14	8.51 %	76.34 %	14.96 %	0.17 %	0.03 %	-
THREAD 1.1.15	15.63 %	76.33 %	7.82 %	0.16 %	0.06 %	-
THREAD 1.1.16	17.28 %	76.35 %	6.19 %	0.12 %	0.06 %	-
THREAD 1.1.17	15.04 %	76.38 %	8.41 %	0.13 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.18	15.10 %	76.40 %	8.36 %	0.09 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.19	12.55 %	76.42 %	10.91 %	0.09 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.20	16.44 %	76.43 %	7.00 %	0.09 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.21	13.12 %	76.42 %	10.34 %	0.09 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.22	14.82 %	76.45 %	8.62 %	0.06 %	0.05 %	-
THREAD 1.1.23	14.20 %	76.48 %	9.23 %	0.04 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.24	16.24 %	76.43 %	7.23 %	0.05 %	0.05 %	-
Total	435.61 %	1,754.64 %	198.73 %	8.84 %	2.18 %	0.00 %
Average	18.15 %	76.29 %	8.28 %	0.37 %	0.09 %	0.00 %
Maximum	92.55 %	76.48 %	14.96 %	4.33 %	1.08 %	0.00 %
Minimum	8.51 %	75.41 %	0.92 %	0.04 %	0.03 %	0.00 %
StDev	15.65 %	0.20 %	2.52 %	0.84 %	0.21 %	0 %
Avg/Max	0.20	1.00	0.55	0.09	0.08	1

*Perfil d'estats de la versió de sieve executada amb miniomp.*

20 profile @ sieve2\_task-gmp-24-boards-2.prv

	Running	Not created	Synchronization	Scheduling and Fork/Join	I/O	Others
THREAD 1.1.1	92.80 %	-	4.50 %	2.65 %	0.05 %	0.00 %
THREAD 1.1.2	13.97 %	81.01 %	4.98 %	0.00 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.3	13.77 %	80.51 %	5.68 %	0.00 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.4	13.82 %	81.07 %	5.08 %	0.00 %	0.03 %	-
THREAD 1.1.5	14.05 %	80.99 %	4.92 %	0.00 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.6	13.73 %	80.00 %	5.23 %	0.00 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.7	14.74 %	81.07 %	4.16 %	0.00 %	0.03 %	-
THREAD 1.1.8	14.64 %	80.99 %	4.32 %	0.00 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.9	14.54 %	81.02 %	4.40 %	0.00 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.10	13.92 %	81.01 %	5.02 %	0.00 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.11	13.90 %	81.07 %	4.99 %	0.00 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.12	14.05 %	81.02 %	4.90 %	0.00 %	0.03 %	-
THREAD 1.1.13	13.57 %	81.01 %	5.37 %	0.00 %	0.05 %	-
THREAD 1.1.14	13.68 %	81.05 %	5.22 %	0.00 %	0.05 %	-
THREAD 1.1.15	13.84 %	81.02 %	5.10 %	0.00 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.16	13.28 %	80.00 %	5.68 %	0.00 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.17	13.70 %	81.02 %	5.23 %	0.00 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.18	14.40 %	81.02 %	4.54 %	0.00 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.19	15.37 %	81.00 %	3.59 %	0.00 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.20	13.75 %	81.06 %	5.15 %	0.00 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.21	7.94 %	80.29 %	0.72 %	10.16 %	0.89 %	-
THREAD 1.1.22	13.53 %	80.95 %	5.47 %	0.00 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.23	13.98 %	81.02 %	4.96 %	0.00 %	0.04 %	-
THREAD 1.1.24	15.75 %	81.01 %	3.19 %	0.00 %	0.05 %	-
Total	410.72 %	1,862.22 %	112.42 %	12.82 %	1.82 %	0.00 %
Average	17.11 %	80.97 %	4.68 %	0.53 %	0.08 %	0.00 %
Maximum	92.80 %	81.07 %	5.68 %	10.16 %	0.89 %	0.00 %
Minimum	7.94 %	80.29 %	0.72 %	0.00 %	0.03 %	0.00 %
StDev	15.84 %	0.18 %	1.01 %	2.08 %	0.17 %	0 %
Avg/Max	0.18	1.00	0.82	0.05	0.09	1

*Perfil d'estats de la versió de sieve executada amb OpenMP.*

Tanmateix, si fem un petit anàlisi de rendiment tampoc ens surt tant mal parat. Fent uns timings amb un script que he fet per a l'assignatura de PCA (anomenat autopca i que presento també a la carpeta de tests) podem veure que l'speedup aconseguït sobre l'execució seqüencial és de 4.62 quan l'OpenMP aconseguïx un speedup de 4.71.

```

pap0016@boada-1:~/PAP-FIB/lab2/miniomp/test$ OMP_NUM_THREADS=24 ./autopca -e ./sieve2_task-gomp -g ./sieve2_task-seq 1000000000 100000 24 -n 4
[i] Comparant els outputs dels executables...
[i] Accounting de ./sieve2_task-seq, numero de repeticions: 4

    Max. elapsed:    11.62 seconds
    Min. elapsed:    11.57 seconds
    Avg. elapsed:    11.5975 seconds

    Max. CPU time:   11.62 seconds
    Min. CPU time:   11.57 seconds
    Avg. CPU time:   11.5975 seconds

    Max. CPU:        99%
    Min. CPU:        99%
    Avg. CPU:        99.00%

[i] Accounting de ./sieve2_task-gomp, numero de repeticions: 4

    Max. elapsed:    2.47 seconds
    Min. elapsed:    2.45 seconds
    Avg. elapsed:    2.4575 seconds

    Max. CPU time:   4.94 seconds
    Min. CPU time:   4.89 seconds
    Avg. CPU time:   4.9050 seconds

    Max. CPU:        199%
    Min. CPU:        199%
    Avg. CPU:        199.00%

[i] Calcul del Speedup
    Speedup elapsed: 4.7192
    Speedup CPU: 2.3644
pap0016@boada-1:~/PAP-FIB/lab2/miniomp/test$

```

*Timing del sieve2 seqüencial respecte del compilat amb la llibreria OpenMP.*

```

pap0016@boada-1:~/PAP-FIB/lab2/miniomp/test$ OMP_NUM_THREADS=24 ./autopca -e ./sieve2_task-omp -g ./sieve2_task-seq 1000000000 100000 24 -n 4
[i] Comparant els outputs dels executables...
[i] Accounting de ./sieve2_task-seq, numero de repeticions: 4

    Max. elapsed:    11.61 seconds
    Min. elapsed:    11.58 seconds
    Avg. elapsed:    11.5975 seconds

    Max. CPU time:   11.60 seconds
    Min. CPU time:   11.57 seconds
    Avg. CPU time:   11.5900 seconds

    Max. CPU:        99%
    Min. CPU:        99%
    Avg. CPU:        99.00%

[i] Accounting de ./sieve2_task-omp, numero de repeticions: 4

    Max. elapsed:    2.54 seconds
    Min. elapsed:    2.48 seconds
    Avg. elapsed:    2.5050 seconds

    Max. CPU time:   5.07 seconds
    Min. CPU time:   4.94 seconds
    Avg. CPU time:   4.9950 seconds

    Max. CPU:        199%
    Min. CPU:        199%
    Avg. CPU:        199.00%

[i] Calcul del Speedup
    Speedup elapsed: 4.6297
    Speedup CPU: 2.3203
pap0016@boada-1:~/PAP-FIB/lab2/miniomp/test$

```

*Timing del sieve2 seqüencial respecte del compilat amb la llibreria Miniomp.*

## Valoració del treball.

M'ha semblat una pràctica molt adequada al que s'ha estat treballant i una manera molt addient d'assentar els coneixements sobre *threads* apresos a classe de teoria. M'he divertit amb la pràctica i m'ha semblat d'allò més interessant. Personalment m'hagués agradat anar molt més enllà del que he pogut arribar degut a què el gran cúmul d'entregues del moment

no m'han permès dedicar tot el temps que m'hagués agradat. Un altre impediment amb el que m'he trobat és el fet d'haver hagut de tornar a començar la pràctica des de 0 després de sobrescriure-la sencera per ser poc hàbil amb la comanda *tar*. En tot cas dels errors se n'aprèn i si més no m'ha servit per refer tot aquell codi d'una forma més clara i entenedora.

*pthread* m'ha semblat una llibreria molt potent. Sempre n'havia sentit a parlar però mai m'havia atrevit a provar-la, segurament perquè no se m'havia presentat l'ocasió. D'aquesta pràctica, a part de la utilitat de *pthread* m'ha servit per millorar el meu nivell de C i de llarg el de gdb ja que m'ha costat llargues hores de debugging.

Per a concloure, mencionar que he conegut les funcions atòmiques de gcc que he fet servir per a alguna implementació, no sabia que existien i les he trobat d'allò més útils.