

Prodotto matrice sparsa-vettore parallelo

Belli Stefano

## Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione al problema</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Formati di rappresentazione delle matrici sparse</b>	<b>6</b>
2.1	Il formato COO . . . . .	6
2.2	Il formato CSR . . . . .	6
2.3	Il formato ELLPACK . . . . .	7
2.4	Il formato HLL . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Dal download delle matrici all’esecuzione dei kernel</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Parallelizzazione con OpenMP</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Parallelizzazione con CUDA</b>	<b>9</b>
5.1	CSR v1 . . . . .	10
5.2	CSR v2 . . . . .	11
5.3	CSR v3 . . . . .	11
5.4	HLL v1 . . . . .	13
5.5	HLL v2 . . . . .	14
<b>6</b>	<b>Analisi delle prestazioni ottenute</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Breve guida alla compilazione e al run del progetto</b>	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>Risultati ottenuti</b>	<b>19</b>
8.1	Nonzeri delle matrici . . . . .	19
8.2	CSR v1 GPU . . . . .	20
8.3	CSR v2 GPU . . . . .	21
8.4	CSR v3 GPU . . . . .	22
8.5	HLL v1 GPU . . . . .	23
8.6	HLL v2 GPU . . . . .	24
8.7	CSR v1 1 thread CPU . . . . .	25
8.8	HLL v1 1 thread CPU . . . . .	26
8.9	CSR v1 2 threads CPU . . . . .	27
8.10	HLL v1 2 threads CPU . . . . .	28
8.11	CSR v1 3 threads CPU . . . . .	29
8.12	HLL v1 3 threads CPU . . . . .	30
8.13	CSR v1 4 threads CPU . . . . .	31
8.14	HLL v1 4 threads CPU . . . . .	32
8.15	CSR v1 5 threads CPU . . . . .	33
8.16	HLL v1 5 threads CPU . . . . .	34
8.17	CSR v1 6 threads CPU . . . . .	35
8.18	HLL v1 6 threads CPU . . . . .	36
8.19	CSR v1 7 threads CPU . . . . .	37
8.20	HLL v1 7 threads CPU . . . . .	38
8.21	CSR v1 8 threads CPU . . . . .	39
8.22	HLL v1 8 threads CPU . . . . .	40
8.23	CSR v1 9 threads CPU . . . . .	41
8.24	HLL v1 9 threads CPU . . . . .	42
8.25	CSR v1 10 threads CPU . . . . .	43
8.26	HLL v1 10 threads CPU . . . . .	44
8.27	CSR v1 11 threads CPU . . . . .	45
8.28	HLL v1 11 threads CPU . . . . .	46
8.29	CSR v1 12 threads CPU . . . . .	47
8.30	HLL v1 12 threads CPU . . . . .	48

8.31	CSR v1 13 threads CPU . . . . .	49
8.32	HLL v1 13 threads CPU . . . . .	50
8.33	CSR v1 14 threads CPU . . . . .	51
8.34	HLL v1 14 threads CPU . . . . .	52
8.35	CSR v1 15 threads CPU . . . . .	53
8.36	HLL v1 15 threads CPU . . . . .	54
8.37	CSR v1 16 threads CPU . . . . .	55
8.38	HLL v1 16 threads CPU . . . . .	56
8.39	CSR v1 17 threads CPU . . . . .	57
8.40	HLL v1 17 threads CPU . . . . .	58
8.41	CSR v1 18 threads CPU . . . . .	59
8.42	HLL v1 18 threads CPU . . . . .	60
8.43	CSR v1 19 threads CPU . . . . .	61
8.44	HLL v1 19 threads CPU . . . . .	62
8.45	CSR v1 20 threads CPU . . . . .	63
8.46	HLL v1 20 threads CPU . . . . .	64
8.47	CSR v1 21 threads CPU . . . . .	65
8.48	HLL v1 21 threads CPU . . . . .	66
8.49	CSR v1 22 threads CPU . . . . .	67
8.50	HLL v1 22 threads CPU . . . . .	68
8.51	CSR v1 23 threads CPU . . . . .	69
8.52	HLL v1 23 threads CPU . . . . .	70
8.53	CSR v1 24 threads CPU . . . . .	71
8.54	HLL v1 24 threads CPU . . . . .	72
8.55	CSR v1 25 threads CPU . . . . .	73
8.56	HLL v1 25 threads CPU . . . . .	74
8.57	CSR v1 26 threads CPU . . . . .	75
8.58	HLL v1 26 threads CPU . . . . .	76
8.59	CSR v1 27 threads CPU . . . . .	77
8.60	HLL v1 27 threads CPU . . . . .	78
8.61	CSR v1 28 threads CPU . . . . .	79
8.62	HLL v1 28 threads CPU . . . . .	80
8.63	CSR v1 29 threads CPU . . . . .	81
8.64	HLL v1 29 threads CPU . . . . .	82
8.65	CSR v1 30 threads CPU . . . . .	83
8.66	HLL v1 30 threads CPU . . . . .	84
8.67	CSR v1 31 threads CPU . . . . .	85
8.68	HLL v1 31 threads CPU . . . . .	86
8.69	CSR v1 32 threads CPU . . . . .	87
8.70	HLL v1 32 threads CPU . . . . .	88
8.71	CSR v1 33 threads CPU . . . . .	89
8.72	HLL v1 33 threads CPU . . . . .	90
8.73	CSR v1 34 threads CPU . . . . .	91
8.74	HLL v1 34 threads CPU . . . . .	92
8.75	CSR v1 35 threads CPU . . . . .	93
8.76	HLL v1 35 threads CPU . . . . .	94
8.77	CSR v1 36 threads CPU . . . . .	95
8.78	HLL v1 36 threads CPU . . . . .	96
8.79	CSR v1 37 threads CPU . . . . .	97
8.80	HLL v1 37 threads CPU . . . . .	98
8.81	CSR v1 38 threads CPU . . . . .	99
8.82	HLL v1 38 threads CPU . . . . .	100
8.83	CSR v1 39 threads CPU . . . . .	101
8.84	HLL v1 39 threads CPU . . . . .	102
8.85	CSR v1 40 threads CPU . . . . .	103

8.86 HLL v1 40 threads CPU . . . . .	104
--------------------------------------	-----

## **Obiettivo del documento**

L'obiettivo del documento è quello di presentare il lavoro effettuato per il progetto del corso di SCPA, descrivendone le scelte di progettazione, tecniche sfruttate, eventuali problematiche riscontrate, prestazioni ottenute e un'analisi di queste ultime.

## 1 Introduzione al problema

Il problema affrontato è quello di moltiplicazione matrice-vettore

$$y = Ax$$

dove la matrice  $A$  è sparsa: significa che la maggior parte dei suoi  $A(i, j) = 0$ : memorizzarla interamente in memoria sarebbe uno spreco in termini di spazio, oltre al fatto che se la matrice è molto grande può essere impossibile istanziarla in memoria (e.g. la specifica implementazione di `malloc()` può fallire nel gestire i blocchi enormi e/o richiedere altra memoria al sistema operativo con le syscall `brk()`, `sbrk()` o `mmap()` ad esempio).

Dato che molti problemi in ambito scientifico sono caratterizzati da matrici sparse ha senso inventare dei formati di rappresentazione che "comprimano" la matrice, senza perdere informazioni in merito alla localizzazione dei componenti nella matrice "vera e propria".

Rappresentando le matrici in formati diversi, anche il prodotto con un vettore sarà implementato in modo diverso, a seconda del formato e dell'architettura su cui viene eseguito può essere più o meno efficiente.

Si vuole quindi provare a migliorare le prestazioni rispetto a un'implementazione seriale del prodotto di una matrice  $A$  memorizzata come CSR e HLL per un vettore  $x$  tramite OpenMP e CUDA: sfruttando quindi le possibilità di parallelizzazione delle architetture moderne.

Per entrambi i formati di memorizzazione, sfruttiamo sia la CPU per eseguire il nucleo di calcolo, che la GPU, effettuando quindi l'offloading dell'esecuzione del kernel.

## 2 Formati di rappresentazione delle matrici sparse

Esistono moltissimi formati di rappresentazione per le matrici sparse, quelli di nostro interesse sono COO, CSR, ELL e HLL, ne segue una breve descrizione:

### 2.1 Il formato COO

Il formato "COO" è il più semplice per rappresentare una matrice sparsa, si basa sulla memorizzazione di 3 vettori:  $I$ ,  $J$ ,  $V$  che hanno lunghezza uguale (pari al numero di nonzeri della matrice sparsa) e in corrispondenza della posizione  $i$ -esima per ciascun vettore ci si trovano le coordinate  $(I(i), J(i))$  dell'elemento  $i$ -esimo non zero della matrice, il cui valore è  $V(i) \neq 0$ .

Il prodotto matrice-vettore come definito nell'introduzione al problema viene calcolato col seguente algoritmo:

```
for(int e = 0; e < nz; e++) {  
    int ir = I[e];  
    int jc = J[e];  
    y[ir] += V[e] * x[jc];  
}
```

### 2.2 Il formato CSR

Il formato "CSR" occupa meno memoria rispetto a COO (ma anche e soprattutto rispetto a ELLPACK), comprimendo ulteriormente il vettore  $I$  (che chiamiamo  $IRP$ ): questo contiene dei "puntatori" (indici) al vettore  $J$  (che chiamiamo  $JA$ ) che rappresentano l'inizio di ciascuna riga in  $JA$ . Il vettore  $V$  è  $AS$ . La riga corrispondente nella matrice sparsa originale è identificata dall'indice  $i$  con la quale si accede a  $IRP$  e le colonne della riga  $i$  corrispondenti a elementi non zero sono quelle alla quale punta il range  $IRP(i) \dots IRP(i+1)$  nel vettore  $JA$ .

Il prodotto matrice-vettore:

```
for(uint64_t i = 0; i < m; i++) {
    double t = 0;
    for(uint64_t j = irp[i]; j < irp[i + 1]; j++) {
        t += as[j] * x[ja[j]];
    }
    y[i] = t;
}
```

### 2.3 Il formato ELLPACK

Il formato "ELL" occupa più memoria rispetto ai primi due ed è realizzato mediante l'utilizzo di 2 matrici:  $AS$  e  $JA$ . La prima contiene i valori della matrice originale (coefficienti), la seconda contiene, in corrispondenza del valore in  $AS(i, j)$ , la colonna nella matrice originale. La riga nella matrice originale corrisponde al numero di riga in  $AS$  e  $JA$ : essendo la compressione per colonne, il numero di righe rimane uguale all'originale sia per  $AS$  che per  $JA$  e il numero di colonne è pari al  $max$  di nonzeri su tutte le righe ( $maxnz$ ) della matrice originale. E' possibile che vi siano molti zero di padding.

Il prodotto matrice-vettore:

```
for(uint64_t i = 0; i < m; i++) {
    double t = 0;
    for(uint64_t j = 0; j < maxnz; j++) {
        t += as[(i * maxnz) + j] * x[ja[(i * maxnz) + j]];
    }
    y[i] = t;
}
```

### 2.4 Il formato HLL

Il formato "HLL" è una variante di ELL e consente di ridurre il problema del zero padding, suddividendo la matrice originale in sottomatrici di  $hs$  ("hack size") righe (di dimensione fissa: per esempio 32) e applicando ELLPACK su ciascuna sottomatrice (blocchi ELL). Dovendo applicare ELL su sottomatrici diverse e avendo a che fare con matrici sparse, molte di queste sottomatrici di  $hs$  righe (molto minore rispetto al numero di righe della matrice sparsa originale) saranno rappresentate con un "basso livello" di zero padding (e quindi memoria/numero di iterazioni dell'inner loop di HLL più basso), perchè per il particolare blocco ELL  $maxnz$  sarà basso (per la maggior parte dei blocchi), rispetto alla stessa variabile per la matrice sparsa originale. L'ultimo blocco ELL da  $hs$  righe può essere molto zero-padded se il numero di righe della matrice sparsa non è divisibile per  $hs$ .

Il prodotto matrice-vettore:

```
double t[hs];

for(uint64_t numblk = 0; numblk < numblks; numblk++) {
    struct ellpack_format ell = blks[numblk];

    do_ellpack_spmv(t, hs, &ell, x);

    uint64_t endrow = hs;
    if (numblk * hs + hs > m) {
        endrow = m - numblk * hs;
    }

    for(uint64_t i = 0; i < endrow; i++) {
        y[i + numblk * hs] = t[i];
    }
}
```

I problemi che hanno in comune tutte queste implementazioni di prodotto spmv:

- il kernel non è più compute-bound ma memory-bound: il numero di accessi in memoria è notevolmente più alto rispetto a un classico prodotto matrice-vettore - per realizzare il nucleo di calcolo sono necessari più accessi in memoria che operazioni FP - i FLOPs sono notevolmente ridotti.
- La cache non viene sfruttata bene in quanto si hanno evidenti problemi per quanto riguarda la località spaziale dei dati (es. in tutti i casi il vettore  $x$  viene acceduto sequenzialmente con indici di colonna che provocano accessi che saltano da una parte all'altra di  $x$ )

### 3 Dal download delle matrici all'esecuzione dei kernel

Prima di iniziare ad eseguire i nuclei di calcolo, sono state realizzate delle funzioni per scaricare e convertire le matrici in CSR/HLL.

Le matrici vengono scaricate dal sito <https://sparse.tamu.edu/> automaticamente dall'applicativo, vengono sfruttate le funzioni di lettura del formato MatrixMarket da <https://math.nist.gov/MatrixMarket/mmio-c.html>. Sono di interesse le matrici che siano reali o pattern e simmetriche o generali. Nel caso in cui le matrici siano simmetriche va ricostruito il triangolo superiore o inferiore: per capire quale sia il triangolo memorizzato (e quindi quello da ricostruire) è sufficiente confrontare gli indici memorizzati: se  $i \leq j \quad \forall i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$  allora il triangolo memorizzato è quello superiore, altrimenti è quello inferiore. Per alcune matrici, nel formato MatrixMarket viene memorizzato esplicitamente il valore 0, sono stati scartati nella memorizzazione finale COO, e opportunamente non considerati nel calcolo dei non-zero finali.

Da COO sono stati implementati i convertitori in CSR e HLL. Per ridurre notevolmente i tempi di conversione è stato necessario ordinare gli elementi del formato COO in base alle righe grazie alla funzione di libreria C `qsort()`.

Il nucleo di calcolo vengono eseguiti da un "executor" che mette insieme il tutto: legge le matrici in formato MatrixMarket, le converte in COO, poi nel formato desiderato dal kernel (informazioni passate tramite una struct per ogni kernel da eseguire), quest'ultimo viene chiamato e quindi salvato il tempo di esecuzione in file CSV (in realtà viene chiamata la funzione che imposta i parametri e chiama poi il kernel prendendo opportunamente i tempi con un timer ad alta risoluzione).

L'implementazione seriale è stata realizzata sia per CSR che HLL.

*Il codice è localizzato in `src/main/serial` e nei file `csr.c` e `hll.c` è presente il codice del nucleo di calcolo, mentre in `main.c` è presente il codice che effettua la chiamata ai kernel.*

I timer che sono stati utilizzati per prendere il tempo necessario al calcolo del prodotto spmv:

- `clock_gettime(CLOCK_MONOTONIC, ...)` per le varianti seriali e OpenMP
- `cudaEventElapsedTime(...)` per la variante CUDA (eventi)

I kernel vengono chiamati 50 volte sia per l'implementazione seriale, openmp e CUDA.

### 4 Parallelizzazione con OpenMP

*Il codice è localizzato in `src/main/openmp` e nei file `csr.c` e `hll.c` è presente il codice del nucleo di calcolo, mentre in `main.c` è presente il codice che effettua la chiamata ai kernel.*



Grazie alle facilitazioni offerte dai compilatori che implementano OpenMP, è stato sufficiente riutilizzare l'implementazione seriale e usare prima del for loop la direttiva `#pragma omp parallel for` per ottenere una versione parallelizzata con OpenMP.

Sia per CSR che HLL, è risultato essere una buona soluzione applicare la direttiva `omp` nel loop più esterno: ogni thread deve farsi carico di una certa quantità significativa di lavoro.

Nel caso di HLL, è stato usato `schedule(dynamic)` ed il parametro `hacksz` pari a 1024 per permettere a ciascun thread di effettuare calcoli su una matrice più grande rispetto a una con 32 righe.

Data la variabilità del `maxnz` per ciascun blocco ELL vale la pena aggiungere un leggero overhead dovuto alla runtime di OpenMP usando la sched dinamica, quindi per permettere a ciascun thread di non rimanere senza lavoro da fare nel caso in cui le iterazioni assegnatogli siano di blocchi ELL con pochi non zero (terminando subito il lavoro, mentre con la sched dinamica permettiamo al thread di prelevare dal pool di iterazioni del lavoro da fare, senza rispettare una preassegnazione statica).

Nel caso di CSR è stato utilizzato `schedule(static)` assumendo quindi più uniformità del carico di lavoro e risparmiando sull'overhead della runtime `omp`.

In entrambi i casi, viene lasciato a OpenMP il compito di organizzare la suddivisione delle iterazioni tra i thread.

Nel caso CSR, ciascuna iterazione corrisponde a una riga della matrice: al thread verranno assegnate un certo numero di righe da moltiplicare per il vettore  $x$ .

Per HLL, ogni iterazione è un blocco ELL da 1024 righe da moltiplicare per  $x$ .

Tramite una chiamata a `omp_set_num_threads()` viene impostato il numero di thread che deve essere utilizzato per la parallelizzazione, e va da 1 fino al numero di core online nel sistema.

Sono stati effettuati, ma senza riscontri positivi (e quindi non inclusi nel progetto) tentativi di loop unrolling, forzando GCC a effettuarlo anche su loop più interni ma il risultato è stato l'opposto di quanto sperato - probabilmente il compilatore esaurisce i registri a sua disposizione e deve fare affidamento alla memoria (register spilling).

E' stata anche effettuata una prova di allineamento degli elementi vettore  $y$  alla cache line size per ridurre il false cache sharing, dato che più elementi dello stesso vettore cadono nella stessa cacheline (problema del false cache sharing - intervento dei protocolli di cache coherency e invalidazione dell'intera cacheline) - ma senza successo, probabilmente data la dimensione notevole del vettore e il numero elevato di thread che legge e scrive  $y[i]$ , questo porta a un numero maggiore di cache misses, dato che una singola linea è occupata interamente da un singolo elemento e gli elementi sono tanti, con tanti thread che effettuano letture/scritture verso la memoria.

Analizzando l'eseguibile con `objdump` inoltre, il compilatore emette istruzioni SIMD per il nucleo di calcolo (se l'architettura sottostante è compatibile). Visibili con il comando

```
$ objdump --section=.text --disassemble=__kernel_csr._omp_fn.0
src/main/openmp/csr.o
```

Formalmente, il prodotto  $y = Ax$  è un prodotto riga-colonna, ma sia  $x$  che  $y$  sono righe e non colonne (la cache viene sfruttata bene).

## 5 Parallelizzazione con CUDA

Il codice è localizzato in `src/main/cuda` e nei file `csr.cu` e `hll.cu` sono presenti il codice delle varianti dei nuclei e del codice che ne determina le dimensioni, mentre in `main.cu` è presente il codice che effettua la chiamata ai kernel CUDA.

Grazie alla flessibilità e l'organizzazione gerarchica dei thread in CUDA, è stato possibile produrre 3 versioni per il prodotto con la matrice rappresentata in CSR e 2 per HLL.

La gerarchia prevista per i kernel CUDA è la seguente:

- Il kernel comprende la griglia
- La griglia comprende i blocchi (dimensioni  $(x, y, z)$ )
- I blocchi comprendono i thread (dimensioni  $(x, y, z)$ ): tutti i thread del blocco verranno eseguiti su uno streaming multiprocessor e non possono essere spostati su altro SM.
- La più piccola unità d'esecuzione è quella dei warp (tipicamente 32 thread), necessita attenzione per quanto riguarda accessi alla memoria globale e condivisa, divergenza delle istruzioni e warp scheduling.

I tipi di memoria utilizzata sono due:

- Memoria globale: è lenta e accessibile da tutti i thread in esecuzione sui vari SM, necessaria per la comunicazione con l'host, allineamento e accesso coalescente sono fondamentali per garantire buone prestazioni.
- Memoria condivisa: è veloce e condivisa dai thread in un blocco - non può essere utilizzata per la comunicazione con l'host e richiede attenzione per quanto riguarda la sincronizzazione dei thread e i bank conflict

## 5.1 CSR v1

Per quanto riguarda la variante CSR v1 è la più semplice possibile: ciascun thread in esecuzione sulla GPU si fa carico di effettuare la moltiplicazione di una riga della matrice (quella pari all'indice globale del thread) per il vettore  $x$ .

L'implementazione ha l'unico vantaggio (rispetto agli altri) che il numero di warp è sicuramente inferiore rispetto alle altre due e quindi meno pressione sul warp scheduler.

Data l'identificazione del thread in termini "globali" (ovvero su tutta la griglia del kernel)

```
const int thread_global_index = blockIdx.x * blockDim.x +
    threadIdx.x;
```

Sono presenti esclusivamente accessi in memoria globale (dal file `src/main/cuda/csr.cu`):

- *linea 40* - `irp[thread_global_index]`: tra i thread del singolo warp, l'accesso è coalescente
- *linea 40* - `irp[thread_global_index + 1]`: tra i thread del singolo warp, l'accesso è coalescente
- *linea 41* - `as[j]`: tra i thread del singolo warp, l'accesso non è coalescente
- *linea 41* - `ja[j]`: tra i thread del singolo warp, l'accesso non è coalescente
- *linea 41* - `x[ja[j]]`: tra i thread del singolo warp, l'accesso non è coalescente
- *linea 44* - `y[thread_global_index]`: tra i thread del singolo warp, l'accesso è coalescente

I primi due accessi non coalescenti sono dovuti al fatto che i thread del warp devono moltiplicare una riga ciascuno: è possibile che per due thread 0 e 1, `irp[0] = 0` e `irp[1] = 5` (e quindi l'indice viene incrementato dal `for, ...`).

L'ultimo accesso non coalescente è dovuto al fatto che nella matrice sparsa vera e propria, i coefficienti nz sono appunto, sparsi e quindi è possibile che negli stessi istanti in cui un thread accede, tramite indirizzamento indiretto, a `x[0]`, un secondo thread dello stesso warp accede a `x[10]`

Sono presenti problemi per quanto riguarda la divergenza delle istruzioni: essendo esecuzione SIMT su tutti i thread del warp, il thread che effettua la moltiplicazione per la riga con più non zero è quello che limita l'intero warp.

Può valere la pena trasferire il vettore  $x$ , essendo acceduto più volte, in memoria condivisa, tentativi sono stati effettuati, ma senza successo rispetto alle implementazioni realizzate.

Le dimensioni del kernel sono legate al numero di righe: se è minore o uguale al massimo numero di thread in un blocco supportate dal device, allora la griglia ha dimensione  $1 \times 1 \times 1$  e i blocchi hanno dimensione  $NumRows \times 1 \times 1$ . Altrimenti la griglia ha dimensione  $CeilDiv(NumRows, MaxBlkPerThr) \times 1 \times 1$  e i blocchi  $MaxThrPerBlk \times 1 \times 1$ .

$$CeilDiv(m, n) = \frac{m + n - 1}{n} \quad (1)$$

Dove l'eq (1) consente di ottenere il numero di blocchi necessari per il kernel.

Se  $m$  non divide  $n$ , allora ci sarà un certo spreco di risorse (in particolare, fino a  $MaxBlkPerThr - 1$  thread inutilizzati in questo caso), più pressione sul warp scheduler.

I thread che fanno parte dei warp completamente inutilizzati termineranno tutti rapidamente grazie al primo `if` - non c'è divergenza in tali warps.

In definitiva, è un costo da pagare accettabile per avere il numero di blocchi necessari.

## 5.2 CSR v2

Nella seconda variante, solo il primo thread di ogni warp si fa carico di effettuare la moltiplicazione della riga corrispondente all'indice globale del warp per  $x$ .

Essendo solo uno il thread del warp che sta effettivamente svolgendo il prodotto scalare, non c'è possibilità di problemi di accesso non coalescente, ma il numero di warp è elevato e 31 thread sono "sprecati".

Se  $NumRows \leq MaxThrPerBlk$  allora la dimensione del kernel è: per la griglia  $1 \times 1 \times 1$ , mentre per i blocchi  $NumRows \cdot WarpSize \times 1 \times 1$ . Altrimenti - griglia:  $CeilDiv(NumRows \cdot WarpSize, MaxThrPerBlk) \times 1 \times 1$ , blocchi:  $MaxThrPerBlk \times 1 \times 1$

## 5.3 CSR v3

Nella terza variante, ciascun thread dello stesso warp moltiplica un certo numero di elementi nz della riga corrispondente all'indice globale del warp per i suoi corrispondenti in  $x$ .

Si utilizza la memoria condivisa: ogni thread del warp inserisce nella memoria una parte della computazione del prodotto del vettore, dato che ogni thread del warp si fa carico di moltiplicare uno o più elementi della riga considerata per il warp, per  $x$ . La suddivisione del carico di lavoro tra i thread è a rotazione:

- Se i non zero della riga sono  $\leq WarpSize$  allora ciascun thread dovrà processare un elemento della riga (potenzialmente alcuni thread non dovranno fare nulla, se  $nz_{row} < WarpSize$ )

- Altrimenti, il non-zero  $WarpSize + 1$ -esimo verrà assegnato al thread 0, il non-zero  $WarpSize + 2$ -esimo al thread 1 e così via...

Alla fine il primo thread di ciascun warp ha la responsabilità di effettuare la riduzione finale per completare il prodotto scalare.

Si osservi come non è stato necessario utilizzare le barriere di sincronizzazione offerte da `__syncthreads()`: il primo thread di ciascun warp è interessato alle posizioni toccate da altri thread del suo stesso warp in memoria condivisa, la barriera serve a sincronizzare tutti i thread di un blocco.

Per quanto riguarda gli accessi in memoria globale (dal file `src/main/cuda/csr.cu`):

```
const int warp_global_index = (blockIdx.x * blockDim.x +
    threadIdx.x) / warpSize;
```

- *linea 118* - `irp[warp_global_index]`: tutti i thread del warp accedono allo stesso indirizzo - broadcast del valore: accesso efficiente
- *linea 119* - `irp[warp_global_index + 1]`: tutti i thread del warp accedono allo stesso indirizzo - broadcast del valore: accesso efficiente
- *linea 129* - `as[j]`: per tutti i thread del warp, `irps` è uguale e `i = thread_idx_in_warp` è l'indice del thread nel warp, quindi usare come indice per accedere a `as` e `ja`, `j = irps + i`, implica che tutti i thread che accederanno alla memoria lo faranno per

$$j = irps + 0, j = irps + 1, \dots, j = irps + 31$$

e se il numero di elementi `nz` della riga associata al warp è maggiore del warp size:

$$j = irps + 32, j = irps + 33, \dots$$

dove il primo indice `j` sopra indicato del "secondo giro" (`j = irps + 32, \dots`) è accaduto dal thread 0, il secondo dal thread 1 e così via.

Quindi, se il numero di elementi `nz` della riga è multiplo di `warpSize`, non ci sarà divergenza nel warp, altrimenti sì: in ogni caso non è un problema per l'accesso alla memoria l'accesso è coalescente.

- *linea 129* - `ja[j]`: stessa valutazione effettuata per `as[j]`
- *linea 129* - `x[ja[j]]`: l'accesso non è coalescente (per le stesse motivazioni di CSRv1)
- *linea 136* - `y[warp_global_index]`: un solo thread del warp vi accede

E per quanto riguarda la memoria condivisa, considerando che è divisa in 32 banchi da 4 byte (ospitando quindi indirizzi a rotazione) e che l'accesso è su un tipo di dato `double` a 8 byte (dal file `src/main/cuda/csr.cu`):

- *linea 124* - `row_shmem[threadIdx.x] = 0`: two-way bank conflict presente
- *linea 129* - `row_shmem[threadIdx.x] += ...`: two-way bank conflict presente
- *linea 136* - `y[warp_global_index] += row_shmem[...]`: nessun conflitto di banco presente dato che un solo thread del warp vi accede

Se teniamo a mente la struttura della memoria condivisa:

Banco	Indirizzo
Banco 0	0, 128,...
Banco 1	4, 132,...
Banco 2	8, 136,...
⋮	
Banco 31	124, ...

Allora ogni accesso a `row_shmem` con indice `threadIdx.x` (dove l'indice è quello relativo al blocco) sarà un two-way bank conflict perchè ogni thread del warp che accede alla memoria "occupa" due banchi: `row_shmem[0]` accede all'indirizzo 0, `row_shmem[1]` accede all'indirizzo 8, ... `row_shmem[15]` accede all'indirizzo 120, `row_shmem[16]` accede all'indirizzo 128 (che appartiene al primo banco: sia il thread 16 che il thread 0 stanno effettuando una richiesta verso il banco 0 ma a un indirizzo diverso, generando una situazione di memory bank conflict).

Un modo per evitare questo conflitto di banco può essere quello di passare all'aritmetica floating point a 32 bit.

Le dimensioni per il kernel sono le stesse per quanto riguarda CSRV2 più la grandezza della shared memory che è pari alla grandezza dei blocchi (lungo la componente  $x$ ) per il `sizeof(double)`.

#### 5.4 HLL v1

La prima variante di HLL prevede che ogni thread gestisca un blocco ELL di  $hs = 32$  righe, è la variante più semplice possibile.

Viene preso in considerazione il problema dell'allineamento della memoria nel caso di allocazione di matrici: `cudaMalloc` non allinea in maniera appropriata le righe, causando accessi non allineati alla memoria.

E' stato quindi utilizzato `cudaMallocPitch` per allocare le matrici  $JA$  e  $AS$  che caratterizzano i blocchi ELLPACK.

Le matrici vengono trasposte prima della chiamata del kernel CUDA, tuttavia in questa variante non vi è accesso coalescente alle matrici  $JA$  e  $AS$ .

Accessi in memoria globale (dal file `src/main/cuda/hll.cu`):

- *linea 44* - `as[thread_global_index]`: accesso coalescente per i thread del warp
- *linea 45* - `pitches_as[thread_global_index]`: accesso coalescente per i thread del warp
- *linea 46* - `ja[thread_global_index]`: accesso coalescente per i thread del warp
- *linea 47* - `pitches_ja[thread_global_index]`: accesso coalescente per i thread del warp
- *linea 48* - `maxnzs[thread_global_index]`: accesso coalescente per i thread del warp
- *linea 56* - `*at_patched_matrix(double, my_block_as_pitch, my_block_as, c, r)`: accesso non coalescente per i thread del warp
- *linea 57* - `*at_patched_matrix(uint64_t, my_block_ja_pitch, my_block_ja, c, r)`: accesso non coalescente per i thread del warp

- *linea 57* - `x[*at_patched_matrix(uint64_t, my_block_ja_pitch, my_block_ja, c, r)]`: accesso non coalescente per i thread del warp
- *linea 69* - `y[i + thread_global_index * hs]`: accesso alla memoria non è coalescente

I primi due accessi non coalescenti sono dovuti al fatto che tutti i thread del warp lavorano su blocchi diversi, l'ultimo è sempre dovuto al fatto che le colonne nonzero nella matrice originale possono essere sparse.

L'array di appoggio `double t[32]` rende il kernel CUDA impossibilitato a gestire hack sizes diversi da 32.

Le dimensioni del kernel sono  $1 \times 1 \times 1$  per la griglia e  $NumELLBlks \times 1 \times 1$  per i blocchi se il numero di blocchi ELL è minore di  $MaxThrPerBlk$ . Altrimenti la griglia è  $CeilDiv(NumELLBlks, MaxThrPerBlk) \times 1 \times 1$ , i blocchi  $MaxThrPerBlk \times 1 \times 1$ .

## 5.5 HLL v2

L'ultima variante prevede che ogni warp si fa carico di un blocco ELL da  $hs = 32$  righe: ogni thread del warp processa una riga del blocco ELL. Tutti i thread del warp scrivono in memoria condivisa il risultato del prodotto della riga che devono moltiplicare per  $x$  e alla fine il thread 0 di ogni warp effettua assegnamento finale dello scalare calcolato per le righe del blocco ELL.

Per quanto riguarda la memoria globale (dal file `src/main/cuda/hll.cu`):

- *linea 115* - `as[warp_global_index]`: broadcast del valore
- *linea 116* - `pitches_as[warp_global_index]`: broadcast del valore
- *linea 117* - `ja[warp_global_index]`: broadcast del valore
- *linea 118* - `pitches_ja[warp_global_index]`: broadcast del valore
- *linea 119* - `maxnzs[warp_global_index]`: broadcast del valore
- *linea 124* - `*at_patched_matrix(double, my_block_as_pitch, my_block_as, c, thread_idx_in_warp)`: accesso coalescente alla matrice
- *linea 125* - `*at_patched_matrix(uint64_t, my_block_ja_pitch, my_block_ja, c, thread_idx_in_warp)`: accesso coalescente alla matrice
- *linea 125* - `x[*at_patched_matrix(uint64_t, my_block_ja_pitch, my_block_ja, c, thread_idx_in_warp)]`: accesso non coalescente al vettore  $x$  (per gli stessi motivi dei casi precedenti)
- *linea 137* - `y[i + warp_global_index * hs]`: un solo thread del warp vi accede

Gli accessi sono coalescenti alla matrice grazie alla trasposta di  $AS$  e  $JA$ :

$$AS = \begin{pmatrix} AS_{11} & AS_{12} \\ AS_{21} & AS_{22} \end{pmatrix} \rightarrow AS^T = \begin{pmatrix} AS_{11} & AS_{21} \\ AS_{12} & AS_{22} \end{pmatrix}$$

E il thread 0 e il thread 1 scorrono sulle due righe con accessi coalescenti (sulla stessa colonna, accessi allo stesso istante):

$$\begin{aligned} \text{thread 0: } & AS^T[0][0], AS^T[1][0] \\ \text{thread 1: } & AS^T[0][1], AS^T[1][1] \end{aligned}$$

Ovvero, la matrice  $AS$  viene acceduta secondo  $[tid][i]$ , ma essendo le matrici memorizzate per righe, non si riesce a ottenere accesso coalescente, mentre trasponendo  $AS$  (e anche  $JA$ ) per ottenere gli stessi valori rispetto allo schema di accesso originale, l'accesso deve essere  $[i][tid]$ : in questo modo, essendo i  $tid$  variabili tra 0 e 31, si avrà accesso a  $[0][0]$  per il thread 0,  $[0][1]$  per il thread 1, ...

Per la memoria condivisa invece (dal file `src/main/cuda/hll.cu`):

- linea 128 - `t_shmem[(warp_local_index * warpSize) + thread_idx_in_warp]`: two-way bank conflict presente
- linea 137 - `t_shmem[(warp_local_index * warpSize) + i]`: nessun conflitto, un solo thread accede

Anche stavolta non è stato necessario `__syncthreads()` (per le stesse motivazioni di CSRV3).

Le dimensioni del kernel sono:  $1 \times 1 \times 1$  per la griglia e  $NumELLLblks \cdot WarpSize \times 1 \times 1$  per i blocchi, con shared memory pari a  $NumELLLblks \cdot WarpSize \cdot sizeof(double)$  se il numero di blocchi ELL è minore o uguale al massimo numero di warps che un blocco può ospitare. Altrimenti  $CeilDiv(NumELLLblks, MaxWarpsEachBlk) \times 1 \times 1$  per la griglia, con  $MaxThrsPerBlk \times 1 \times 1$  per i blocchi,  $MaxThrsPerBlk \cdot sizeof(double)$  per la shared memory.

E' stato utile sfruttare tool come `cuda-memcheck` (che ora è diventato `compute-sanitize --tool memcheck`) come aiuto allo sviluppo dei kernel (soprattutto per HLL).

## 6 Analisi delle prestazioni ottenute

Le caratteristiche della macchina:

- CPU: Intel(R) Xeon(R) Silver 4210 CPU @ 2.20GHz
- NUMA:
  - NUMA node(s): 2
  - NUMA node0 CPU(s): 0-9,20-29
  - NUMA node1 CPU(s): 10-19,30-39
- NVIDIA Quadro RTX 5000

La metrica di performance utilizzata sono i *GFLOPS*:

$$FLOPS = \frac{2 \cdot NZ}{T}$$

dove:

- $NZ$  è il numero di nonzeri della matrice sparsa
- $T$  è il tempo medio impiegato per il calcolo

Sono state effettuate 50 misurazioni.

In termini assoluti, i risultati migliori si ottengono con HLLv2 GPU (in tabella 6), raggiungendo e superando i 45 GFLOPS (Cube.Coup\_dt0), mentre quelli peggiori in HLLv1 GPU (in tabella 5), con la maggior parte delle chiamate al kernel su matrici sparse prodotte per il vettore con prestazioni al di sotto del GFLOP e raggiungendo un picco massimo di poco più di 2 GFLOPS (af\_1\_k101), è anche "impressionante" notare come il kernel eseguito sulla matrice dc1 sprofondi in termini di GFLOPS (0.0028). Il distacco tra la variante 1 e la variante 2 fa capire

come il migliorare i pattern di accesso alla memoria globale impattino enormemente sulle prestazioni, ma anche migliorare la distribuzione del lavoro tenendo ben presente le gerarchie dei thread, sfruttare bene i warps.

Rimanendo in tema GPU, la variante peggiore per CSR è sicuramente CSRv2 (in tabella 3), con picco massimo di 9.81 GFLOPS (Cube\_Coup\_dt0) e minimo di 0.07 GFLOPS (dc1) - nonostante non siano possibili problemi di coalescenza e/o bank conflict, si può intuire che il problema sia dovuto a una gestione pessima delle risorse messe a disposizione della GPU: per risolvere un problema se ne creano altri - l'enorme numero di warps creati può diventare un problema per il warp scheduler, o meglio, è uno spreco di risorse perchè un solo thread dell'intero warp processa un'intera linea, mentre gli altri thread del warp, essendo gli SM "SIMT" occupano i core della GPU senza effettivamente svolgere lavoro utile. Questo implica, inoltre, che non sfruttiamo completamente l'architettura massivamente parallela delle GPU, assegnando troppo lavoro a un singolo thread.

Invece, tra CSRv1 GPU (in tabella 2) e CSRv3 GPU (in tabella 4) non c'è un "chiaro vincitore", ma mentre in CSRv1 il picco è rappresentato dal prodotto della matrice sparsa roadNet-PA per il vettore  $x$  con 24.65 GFLOPS, in CSRv3 sono presenti più matrici il cui prodotto è superiore ai 10 GFLOPS (in CSRv3 il picco è rappresentato da ML\_Laplace con 14.37 GFLOPS). Questa non netta distanza di prestazioni può essere dovuta al comunque elevato numero di warps di CSRv3 rispetto a CSRv1, al maggior numero di accessi non coalescenti di CSRv1 rispetto a CSRv3, al peggior utilizzo dei warps di CSRv1 rispetto a CSRv3, ai 2-way bank conflict di mem. condivisa di CSRv3 rispetto a CSRv1.

Passando alla computazione da parte della CPU, si notano principalmente due differenze rispetto alla GPU:

- CSR è più performante su CPU che GPU
- HLL è più performante su GPU che CPU
- Anche se la varianza è praticamente nulla sia per CPU che GPU, si osserva come la differenza tra i massimi e i minimi dei tempi di esecuzione dei kernel eseguiti su GPU sia al di sotto del millisecondo, mentre su CPU la stessa differenza è significativamente più alta (relativamente al caso GPU), ad esempio si veda la tabella 11, matrice af.1.k101, dove la differenza tra min e max è di circa 8 ms, o anche la tabella 13, matrice Cube\_Coup\_dt0, dove la differenza è di 100ms. Un ultimo esempio può essere in tabella 14, con la matrice webbase-1M, dove la differenza è di circa 10ms.

Quest'ultima differenza è dovuta a due fattori principali:

- il calcolo svolto su CPU è eseguito da parte di un normale processo (o meglio, threads) in esecuzione sul SO insieme ad altri processi e può essere che il SO tolga il controllo della CPU ai vari threads (il thread è CPU-intensive, il che può far prendere certe decisioni allo scheduler, ... )
  - La GPU è dedicata per l'esecuzione esclusiva del kernel
- molti dei massimi coincidono con la prima invocazione del nucleo di calcolo per la particolare configurazione - questo può essere riconducibile a cache misses iniziali

Sia per CSR che HLL, per avere un'overview delle prestazioni per quanto riguarda il calcolo su CPU, analizziamo i risultati per numero di thread 1, 2, 4, 8, 16, 20, 32, 40: la scelta è dettata dal fatto che tendenzialmente non cambia molto tra una configurazione a  $i$  thread e una a  $i + 1$  thread.



Nel caso CSR, notiamo da subito immediati miglioramenti nel passaggio dalla configurazione seriale (in tabella 7) e a 2 thread (in tabella 9) - nella prima non si superano i 2.1 GFLOPS e nella seconda possiamo iniziare a notare il picco di 3.7 GFLOPS (cavity10), la media dei GFLOPS raggiunti aumenta.

Il trend continua anche con la configurazione a 4 thread (in tabella 13) dove per la matrice af23560 si raggiunge un picco di 7.47 GFLOPS, la media continua ad aumentare (sia rispetto al caso seriale che due threads).

Si ha un sostanziale salto in avanti nel caso a 8 thread (in tabella 21), dove il massimo di 13.46 GFLOPS viene raggiunto dal nucleo eseguito sulla matrice FEM.3d\_thermal1, e ovviamente la media aritmetica dei GFLOPS continua ad aumentare in modo evidente (rispetto a tutti i casi precedenti).

Prima di proseguire con il caso a 16 thread, vale la pena notare che CSR a 10 thread (tabella 25) offre ottime prestazioni, più che confermare il trend di incremento della media, che sembra essere più contenuto rispetto ai passi precedenti, molti valori superano i 12 GFLOPS con picco di 15.97 GFLOPS per af23560.

Nel caso a 16 thread (in tabella 37), non si riesce a notare un sostanziale incremento della media dei GFLOPS, ne picchi che superino i circa 16 GFLOPS raggiunti in CSR a 10 thread.

Nel caso a 20 thread (in tabella 45) c'è una ripresa generale del miglioramento (sempre contenuto) delle prestazioni, con picco di 18.6 GFLOPS per il calcolo eseguito su FEM.3D\_thermal1

Prima di analizzare il caso a 32 thread, bisogna notare che dal caso a 21 thread (in tabella 47), le prestazioni tendono a peggiorare, anche se vengono raggiunti nuovi picchi, ma sono casi isolati.

Anche se c'è una ripresa, fino al caso a 32 thread (tabella 69) le prestazioni rimangono pressochè simili rispetto ai casi analizzati in precedenza (fino ai 16/20 thread) ma viene raggiunto un nuovo picco di 25.20 GFLOPS per la matrice olafu.

In CSR a 40 thread (tabella 85) viene raggiunto il nuovo picco di 27.86 GFLOPS per il kernel eseguito sulla matrice olafu, tuttavia, mentre per molte matrici il kernel sembra raggiungere più di 10 GFLOPS, per altre la situazione sembra peggiorata e per altre invariata.

In definitiva, superato un certo numero di thread le prestazioni non sembrano migliorare, o comunque non sostanzialmente come avveniva fino a quel punto: in particolare superati i 20 thread diventa difficile stabilire quando c'è un effettivo miglioramento delle prestazioni (anche se comunque è evidente rispetto al caso seriale) - il fatto che per alcune matrici si raggiungano nuovi massimi di GFLOPS, rimangono casi isolati: alcune peggiorano, per molte la metrica è sostanzialmente invariata.

Perchè all'aumentare dei thread non è detto che le prestazioni migliorino o possono addirittura peggiorare? All'aumentare dei thread aumentano anche i cache misses (a causa dell'issuing di un maggior numero di istruzioni load/store), oppure usare un thread può diventare svantaggioso se il lavoro che effettua è troppo poco, per esempio per la matrice "cage4" non si nota alcun miglioramento rispetto al caso seriale, è estremamente piccola ( $9 \times 9$ ) e l'overhead dettato dalla runtime di OpenMP è maggiore rispetto ai benefici di parallelizzare un prodotto matrice sparsa CSR-vettore per cage4.

Per quanto riguarda HLL, partiamo da subito col notare come nel caso seriale (tabella 8) sia peggiore rispetto al caso seriale CSR, e in generale, le prestazioni siano peggiori anche nei vari casi multithread rispetto ai corrispettivi CSR (molto peggiori).

Rispetto al caso HLL seriale, nel caso a 2 thread (tabella 10) c'è un buon miglioramento con l'esecuzione del kernel sulla matrice FEM.3D\_thermal1 che reggiunge picco di 2.89 GFLOPS, la media generale sembra aumentare.

Miglioramento sostanziale rispetto ai casi precedenti anche per HLL a 4 threads (tabella 14) con picco di 5.87 GFLOPS raggiunto per FEM\_3D\_thermal1 e media in evidente aumento.

Nel caso HLL a 8 threads (tabella 22) il kernel eseguito su af23560 raggiunge picco di 9.56 GFLOPS, la media sembra aumentare ma in modo abbastanza meno evidente rispetto ai casi precedenti.

Nel caso HLL a 16 threads (tabella 38) il kernel eseguito sulle matrici FEM\_3D\_thermal1 raggiunge picco di 11.61 GFLOPS, ma la media generale non sembra variare molto.

Nel caso HLL a 20 threads (tabella 46) il kernel eseguito sulle matrici sembra avere prestazioni evidentemente molto simili rispetto al caso a 16 thread.

Prima di proseguire, le prestazioni di HLL a 22 threads (tabella 50) iniziano a peggiorare rispetto ai casi precedenti (prestazioni paragonabili a HLL a 8 threads), mentre le prestazioni sembrano ricominciare a migliorare dalla configurazione a 23 threads, rimanendo più o meno stabili fino alla configurazione a 32 threads (tabella 70): inferiori rispetto alla configurazione a 20 threads ma superiori rispetto alla configurazione a 8 threads.

Tra la configurazione a 32 threads e quella a 40 (tabella 86), le prestazioni rimangono invariate.

Anche per HLL, la scelta ottimale sembra essere quella di usare 20 threads.

In tutti i casi, risulta evidente che le prestazioni di HLL su CPU siano molto peggiori rispetto a CSR, sia per lo stesso numero di threads / seriale, sia per HLL a 20 thread rispetto a altre configurazioni CSR.

Per le GPU, è invece evidente il contrario (fatte le dovute ottimizzazioni del kernel CUDA).

## 7 Breve guida alla compilazione e al run del progetto

Dopo aver clonato il repository:

1. `$ module load cuda/12.4 gnu/13.3.0`
2. `$ cd sparse-mat-product`
3. `$ make`
4. `$ cd bin/release`
5. `$ ./sparse-mat-product-<serial/openmp/cuda>`

Tutti e 3 gli applicativi scaricano automaticamente le matrici richieste per il collaudo se non presenti: si può disattivare la funzionalità passando alla cmdline l'opzione -d.

Di default, le matrici vengono memorizzate e cercate nella directory `$HOME/.scpa2425_cachedir_sparse_mat_prod` per i file .mtx da caricare e utilizzare.

Si può modificare la directory con l'opzione `-m <dir ricerca file mtx>`.

Si può modificare il numero di invocazioni dei kernel con l'opzione `-n <num of trials>`

### Esempio

Effettua 100 invocazioni, non effettua il controllo per scaricare i file mtx necessari al collaudo:

```
$ ./sparse-mat-product-serial -n 100 -d
```

Utilizza una directory diversa da quella di default per i file mtx, non effettua controllo per eventuale download:

```
$ ./sparse-mat-product-cuda -d -m my-own-mtx-dir
```

Specifica un'altra directory per i file mtx ma effettua download se file non sono presenti:

```
$ ./sparse-mat-product-openmp -m my-own-mtx-dir
```

## 8 Risultati ottenuti

### 8.1 Nonzeri delle matrici

Matrix	Num. di nonzero
cavity10	76171
roadNet-PA	3083796
nlpkkt80	28192672
mac_econ_fwd500	1273389
thermomech_TK	711558
PR02R	8185136
thermal2	8580313
FEM_3D_thermal1	430740
olafu	1015156
amazon0302	1234877
adder_dcop_32	11246
mhda416	8562
rdist2	56834
olm1000	3996
webbase-1M	3105536
cant	4007383
af_1_k101	17550675
mhd4800a	102252
thermal1	574458
cop20k_A	2624331
bcsstk17	428650
raefsky2	293551
cage4	49
Cube_Coup_dt0	124406070
mcfe	24382
west2021	7310
ML_Laplace	27582698
lung2	492564
af23560	460598
dc1	766396

Tabella 1: Numero di nonzeri per le matrici

## 8.2 CSR v1 GPU

Matrix	Min( $T$ ) [ $ms$ ]	Max( $T$ ) [ $ms$ ]	Avg( $T$ ) [ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.095	0.379	0.104	0.00000	1.4653
roadNet-PA	0.243	0.274	0.250	0.00000	24.6584
nlpkkt80	9.403	9.612	9.456	0.00000	5.9630
mac_econ_fwd500	0.262	0.276	0.268	0.00000	9.4945
thermomech_TK	0.235	0.245	0.239	0.00000	5.9602
PR02R	3.997	4.047	4.022	0.00000	4.0699
thermal2	2.315	2.369	2.351	0.00000	7.3002
FEM_3D_thermal1	0.130	0.139	0.133	0.00000	6.4987
olafu	0.310	0.319	0.314	0.00000	6.4762
amazon0302	0.229	0.240	0.234	0.00000	10.5629
adder_dcop_32	0.220	0.231	0.222	0.00000	0.1012
mhda416	0.063	0.074	0.066	0.00000	0.2610
rdist2	0.084	0.103	0.086	0.00000	1.3234
olm1000	0.049	0.057	0.051	0.00000	0.1575
webbase-1M	2.208	2.220	2.213	0.00000	2.8062
cant	1.911	1.933	1.921	0.00000	4.1725
af_1_k101	6.350	7.501	6.697	0.00000	5.2416
mhd4800a	0.081	0.096	0.084	0.00000	2.4276
thermal1	0.154	0.163	0.160	0.00000	7.1967
cop20k_A	0.973	1.034	1.003	0.00000	5.2308
bcsstk17	0.158	0.179	0.166	0.00000	5.1589
raefsky2	0.206	0.217	0.208	0.00000	2.8194
cage4	0.052	0.060	0.054	0.00000	0.0018
Cube_Coup_dt0	59.685	59.869	59.794	0.00000	4.1612
mcfe	0.086	0.099	0.089	0.00000	0.5477
west2021	0.051	0.054	0.053	0.00000	0.2783
ML_Laplace	14.286	14.365	14.326	0.00000	3.8507
lung2	0.079	0.088	0.082	0.00000	12.0443
af23560	0.182	0.189	0.185	0.00000	4.9848
dc1	26.660	26.695	26.673	0.00000	0.0575

Tabella 2: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.3 CSR v2 GPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.078	0.090	0.080	0.00000	1.8947
roadNet-PA	1.740	1.751	1.745	0.00000	3.5340
nlpkkt80	7.303	7.370	7.321	0.00000	7.7022
mac_econ_fwd500	0.819	0.830	0.822	0.00000	3.0975
thermomech_TK	0.295	0.300	0.298	0.00000	4.7766
PR02R	2.068	2.079	2.072	0.00000	7.8992
thermal2	3.138	3.147	3.141	0.00000	5.4641
FEM_3D_thermal1	0.163	0.172	0.166	0.00000	5.2021
olafu	0.306	0.314	0.308	0.00000	6.5896
amazon0302	0.557	0.569	0.561	0.00000	4.4060
adder_dcop_32	0.229	0.254	0.237	0.00000	0.0951
mhda416	0.059	0.071	0.061	0.00000	0.2785
rdist2	0.072	0.085	0.075	0.00000	1.5205
olm1000	0.047	0.058	0.050	0.00000	0.1610
webbase-1M	2.315	2.328	2.320	0.00000	2.6766
cant	1.008	1.018	1.011	0.00000	7.9250
af_1_k101	4.389	4.401	4.394	0.00000	7.9887
mhd4800a	0.084	0.098	0.087	0.00000	2.3391
thermal1	0.242	0.256	0.248	0.00000	4.6240
cop20k_A	0.759	0.769	0.763	0.00000	6.8784
bcsstk17	0.170	0.179	0.173	0.00000	4.9482
raefsky2	0.133	0.141	0.135	0.00000	4.3535
cage4	0.053	0.063	0.055	0.00000	0.0018
Cube_Coup_dt0	25.352	25.363	25.357	0.00000	9.8125
mcfe	0.066	0.078	0.069	0.00000	0.7033
west2021	0.051	0.061	0.053	0.00000	0.2760
ML_Laplace	6.465	6.535	6.486	0.00000	8.5047
lung2	0.245	0.255	0.249	0.00000	3.9574
af23560	0.172	0.180	0.174	0.00000	5.2820
dc1	20.981	21.025	21.002	0.00000	0.0730

Tabella 3: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

#### 8.4 CSR v3 GPU

Matrix	Min( $T$ ) [ms]	Max( $T$ ) [ms]	Avg( $T$ ) [ms]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.079	0.093	0.083	0.00000	1.8447
roadNet-PA	9.820	9.855	9.826	0.00000	0.6277
nlpkkt80	9.592	9.686	9.619	0.00000	5.8619
mac_econ_fwd500	1.898	1.905	1.902	0.00000	1.3387
thermomech_TK	0.959	0.965	0.962	0.00000	1.4796
PR02R	1.573	1.580	1.577	0.00000	10.3835
thermal2	11.063	11.073	11.068	0.00000	1.5504
FEM_3D_thermal1	0.215	0.224	0.217	0.00000	3.9705
olafu	0.222	0.232	0.225	0.00000	9.0288
amazon0302	2.386	2.397	2.390	0.00000	1.0334
adder_dcop_32	0.076	0.086	0.077	0.00000	0.2903
mhda416	0.066	0.076	0.068	0.00000	0.2512
rdist2	0.091	0.104	0.094	0.00000	1.2147
olm1000	0.061	0.069	0.063	0.00000	0.1278
webbase-1M	9.045	9.057	9.051	0.00000	0.6862
cant	0.653	0.662	0.656	0.00000	12.2145
af_1_k101	4.729	4.739	4.733	0.00000	7.4157
mhd4800a	0.104	0.119	0.108	0.00000	1.8985
thermal1	0.781	0.791	0.786	0.00000	1.4612
cop20k_A	1.140	1.150	1.145	0.00000	4.5821
bcsstk17	0.165	0.173	0.168	0.00000	5.1112
raefsky2	0.097	0.108	0.100	0.00000	5.8801
cage4	0.057	0.064	0.059	0.00000	0.0017
Cube_Coup_dt0	17.435	17.566	17.464	0.00000	14.2472
mcfe	0.064	0.076	0.066	0.00000	0.7397
west2021	0.074	0.084	0.077	0.00000	0.1908
ML_Laplace	3.761	3.941	3.840	0.00000	14.3678
lung2	1.023	1.034	1.028	0.00000	0.9581
af23560	0.268	0.278	0.270	0.00000	3.4064
dc1	1.100	1.112	1.106	0.00000	1.3859

Tabella 4: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.5 HLL v1 GPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.395	0.581	0.404	0.00000	0.3772
roadNet-PA	4.469	4.606	4.523	0.00000	1.3636
nlpkkt80	28.225	28.313	28.271	0.00000	1.9945
mac_econ_fwd500	4.620	4.655	4.638	0.00000	0.5491
thermomech_TK	1.029	1.038	1.033	0.00000	1.3777
PR02R	11.472	11.522	11.501	0.00000	1.4234
thermal2	11.371	11.457	11.416	0.00000	1.5032
FEM_3D_thermal1	1.273	1.285	1.278	0.00000	0.6741
olafu	3.533	3.555	3.541	0.00000	0.5734
amazon0302	1.504	1.520	1.512	0.00000	1.6336
adder_dcop_32	4.347	4.356	4.349	0.00000	0.0052
mhda416	0.190	0.201	0.192	0.00000	0.0893
rdist2	0.432	0.440	0.436	0.00000	0.2610
olm1000	0.089	0.098	0.091	0.00000	0.0879
webbase-1M	31.632	31.759	31.686	0.00000	0.1960
cant	7.635	7.666	7.649	0.00000	1.0478
af_1_k101	16.828	16.949	16.887	0.00000	2.0786
mhd4800a	0.421	0.441	0.424	0.00000	0.4826
thermal1	1.000	1.013	1.005	0.00000	1.1434
cop20k_A	5.002	5.021	5.012	0.00000	1.0473
bcsstk17	1.626	1.632	1.629	0.00000	0.5262
raefsky2	0.748	0.757	0.750	0.00000	0.7823
cage4	0.071	0.081	0.074	0.00000	0.0013
Cube_Coup_dt0	129.553	129.854	129.678	0.00000	1.9187
mcfe	0.375	0.387	0.377	0.00000	0.1292
west2021	0.128	0.136	0.130	0.00000	0.1127
ML_Laplace	26.165	26.300	26.225	0.00000	2.1035
lung2	0.898	0.919	0.905	0.00000	1.0890
af23560	1.349	1.368	1.357	0.00000	0.6789
dc1	553.991	580.197	554.914	0.00001	0.0028

Tabella 5: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.6 HLL v2 GPU

Matrix	Min( $T$ ) [ms]	Max( $T$ ) [ms]	Avg( $T$ ) [ms]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.088	0.101	0.091	0.00000	1.6675
roadNet-PA	0.337	0.448	0.343	0.00000	17.9970
nlpkkt80	1.325	1.340	1.331	0.00000	42.3614
mac_econ_fwd500	0.283	0.294	0.287	0.00000	8.8762
thermomech_TK	0.117	0.125	0.119	0.00000	11.9222
PR02R	0.520	0.596	0.525	0.00000	31.1729
thermal2	0.621	0.701	0.626	0.00000	27.3971
FEM_3D_thermal1	0.085	0.092	0.088	0.00000	9.8377
olafu	0.116	0.125	0.119	0.00000	17.0920
amazon0302	0.156	0.163	0.159	0.00000	15.5516
adder_dcop_32	0.184	0.192	0.188	0.00000	0.1198
mhda416	0.068	0.079	0.071	0.00000	0.2410
rdist2	0.087	0.094	0.089	0.00000	1.2801
olm1000	0.063	0.076	0.065	0.00000	0.1226
webbase-1M	1.108	1.127	1.112	0.00000	5.5849
cant	0.254	0.274	0.258	0.00000	31.0294
af_1_k101	0.822	0.844	0.827	0.00000	42.4394
mhd4800a	0.078	0.087	0.081	0.00000	2.5354
thermal1	0.105	0.121	0.108	0.00000	10.6182
cop20k_A	0.206	0.212	0.208	0.00000	25.2473
bcsstk17	0.102	0.110	0.104	0.00000	8.2172
raefsky2	0.100	0.111	0.103	0.00000	5.7040
cage4	0.063	0.073	0.065	0.00000	0.0015
Cube_Coup_dt0	5.509	5.552	5.516	0.00000	45.1054
mcfe	0.079	0.093	0.082	0.00000	0.5969
west2021	0.067	0.075	0.069	0.00000	0.2109
ML_Laplace	1.225	1.235	1.229	0.00000	44.8831
lung2	0.109	0.118	0.112	0.00000	8.7988
af23560	0.082	0.089	0.085	0.00000	10.8407
dc1	17.898	20.222	19.967	0.00000	0.0768

Tabella 6: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS



## 8.7 CSR v1 1 thread CPU

Matrix	Min( $T$ ) [ $ms$ ]	Max( $T$ ) [ $ms$ ]	Avg( $T$ ) [ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.072	0.079	0.073	0.00000	2.0909
roadNet-PA	12.168	13.834	12.361	0.00000	0.4990
nlpkkt80	38.428	44.694	39.085	0.00000	1.4426
mac_econ_fwd500	1.732	2.584	1.805	0.00000	1.4111
thermomech_TK	1.284	1.592	1.304	0.00000	1.0912
PR02R	11.175	12.209	11.432	0.00000	1.4320
thermal2	19.828	23.660	20.065	0.00000	0.8553
FEM_3D_thermal1	0.414	0.448	0.418	0.00000	2.0632
olafu	1.162	1.225	1.175	0.00000	1.7278
amazon0302	3.749	5.231	3.805	0.00000	0.6490
adder_dcop_32	0.012	0.026	0.013	0.00000	1.7116
mhda416	0.008	0.009	0.009	0.00000	2.0102
rdist2	0.059	0.066	0.059	0.00000	1.9117
olm1000	0.004	0.016	0.005	0.00000	1.6948
webbase-1M	6.832	9.099	6.937	0.00000	0.8954
cant	5.477	5.642	5.537	0.00000	1.4475
af_1_k101	24.789	26.760	25.200	0.00000	1.3929
mhd4800a	0.097	0.106	0.098	0.00000	2.0856
thermal1	0.935	1.099	0.945	0.00000	1.2160
cop20k_A	5.134	6.676	5.197	0.00000	1.0099
bcsstk17	0.426	0.463	0.436	0.00000	1.9664
raefsky2	0.324	0.334	0.326	0.00000	1.8013
cage4	0.000	0.000	0.000	0.00000	1.1454
Cube_Coup_dt0	177.705	185.053	178.802	0.00000	1.3916
mcfe	0.024	0.036	0.026	0.00000	1.9113
west2021	0.008	0.019	0.008	0.00000	1.8128
ML_Laplace	37.195	39.361	37.761	0.00000	1.4609
lung2	0.555	0.603	0.563	0.00000	1.7497
af23560	0.420	0.462	0.426	0.00000	2.1629
dc1	1.006	1.093	1.026	0.00000	1.4933

Tabella 7: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.8 HLL v1 1 thread CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.187	0.195	0.188	0.00000	0.8084
roadNet-PA	10.680	13.112	10.926	0.00000	0.5645
nlpkkt80	41.270	43.638	41.964	0.00000	1.3437
mac_econ_fwd500	12.112	13.100	12.384	0.00000	0.2057
thermomech_TK	1.555	1.753	1.584	0.00000	0.8986
PR02R	18.900	20.812	19.158	0.00000	0.8545
thermal2	23.585	26.682	24.072	0.00000	0.7129
FEM_3D_thermal1	0.499	0.552	0.514	0.00000	1.6746
olafu	1.670	1.728	1.699	0.00000	1.1953
amazon0302	3.376	4.749	3.434	0.00000	0.7193
adder_dcop_32	1.850	1.886	1.866	0.00000	0.0121
mhda416	0.032	0.045	0.033	0.00000	0.5227
rdist2	0.198	1.663	0.235	0.00000	0.4838
olm1000	0.005	0.010	0.006	0.00000	1.4145
webbase-1M	116.944	119.976	117.815	0.00000	0.0527
cant	6.186	6.973	6.330	0.00000	1.2661
af_1_k101	23.649	25.615	24.079	0.00000	1.4578
mhd4800a	0.171	0.193	0.175	0.00000	1.1701
thermal1	0.920	1.052	0.943	0.00000	1.2183
cop20k_A	6.374	8.671	6.488	0.00000	0.8090
bcsstk17	0.900	0.999	0.913	0.00000	0.9386
raefsky2	0.448	0.488	0.456	0.00000	1.2865
cage4	0.005	0.022	0.006	0.00000	0.0169
Cube_Coup_dt0	192.830	197.810	194.088	0.00000	1.2820
mcfe	0.089	0.095	0.090	0.00000	0.5412
west2021	0.021	0.024	0.021	0.00000	0.6961
ML_Laplace	37.840	41.391	38.327	0.00000	1.4393
lung2	0.946	1.284	0.977	0.00000	1.0088
af23560	0.503	0.517	0.508	0.00000	1.8129
dc1	175.763	184.747	178.499	0.00000	0.0086

Tabella 8: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.9 CSR v1 2 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.036	0.154	0.041	0.00000	3.7047
roadNet-PA	4.978	6.854	5.106	0.00000	1.2078
nlpkkt80	28.702	31.534	29.063	0.00000	1.9401
mac_econ_fwd500	0.919	2.132	1.352	0.00000	1.8843
thermomech_TK	0.735	1.160	0.763	0.00000	1.8664
PR02R	5.706	6.660	5.921	0.00000	2.7647
thermal2	14.832	16.993	15.092	0.00000	1.1371
FEM_3D_thermal1	0.210	0.468	0.245	0.00000	3.5202
olafu	0.601	0.941	0.640	0.00000	3.1743
amazon0302	3.051	4.323	3.110	0.00000	0.7942
adder_dcop_32	0.030	0.218	0.042	0.00000	0.5299
mhda416	0.007	0.155	0.013	0.00000	1.3483
rdist2	0.039	0.289	0.045	0.00000	2.5323
olm1000	0.005	0.017	0.006	0.00000	1.2711
webbase-1M	4.110	9.807	4.298	0.00000	1.4450
cant	2.970	3.393	3.056	0.00000	2.6229
af_1_k101	12.593	14.222	12.796	0.00000	2.7432
mhd4800a	0.058	0.184	0.062	0.00000	3.3225
thermal1	0.514	0.771	0.524	0.00000	2.1914
cop20k_A	2.870	3.525	2.960	0.00000	1.7732
bcsstk17	0.259	1.007	0.306	0.00000	2.8012
raefsky2	0.200	0.567	0.210	0.00000	2.7892
cage4	0.002	0.006	0.003	0.00000	0.0327
Cube_Coup_dt0	122.131	128.470	123.854	0.00000	2.0089
mcfe	0.018	0.128	0.022	0.00000	2.2207
west2021	0.006	0.055	0.008	0.00000	1.8381
ML_Laplace	18.921	21.223	19.398	0.00000	2.8438
lung2	0.283	0.509	0.296	0.00000	3.3253
af23560	0.236	0.649	0.264	0.00000	3.4918
dc1	0.640	1.298	0.676	0.00000	2.2680

Tabella 9: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.10 HLL v1 2 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.152	0.262	0.156	0.00000	0.9744
roadNet-PA	10.972	12.994	11.118	0.00000	0.5547
nlpkkt80	22.277	25.555	22.684	0.00000	2.4857
mac_econ_fwd500	6.413	19.860	6.847	0.00000	0.3720
thermomech_TK	0.876	2.401	0.929	0.00000	1.5312
PR02R	9.668	11.755	9.833	0.00000	1.6648
thermal2	12.157	15.781	12.385	0.00000	1.3856
FEM_3D_thermal1	0.272	0.452	0.298	0.00000	2.8911
olafu	0.856	1.244	0.919	0.00000	2.2104
amazon0302	4.107	4.855	4.242	0.00000	0.5822
adder_dcop_32	1.886	3.117	2.138	0.00000	0.0105
mhda416	0.040	0.136	0.046	0.00000	0.3756
rdist2	0.154	0.397	0.165	0.00000	0.6888
olm1000	0.008	0.021	0.009	0.00000	0.8618
webbase-1M	61.173	66.378	61.831	0.00000	0.1005
cant	3.947	4.910	4.352	0.00000	1.8417
af_1_k101	14.517	24.477	15.175	0.00000	2.3132
mhd4800a	0.119	0.241	0.123	0.00000	1.6593
thermal1	0.566	0.846	0.584	0.00000	1.9673
cop20k_A	3.395	4.134	3.450	0.00000	1.5215
bcsstk17	0.502	0.982	0.583	0.00000	1.4699
raefsky2	0.293	0.646	0.304	0.00000	1.9306
cage4	0.008	0.022	0.011	0.00000	0.0092
Cube_Coup_dt0	108.590	116.940	109.525	0.00000	2.2717
mcfe	0.107	0.202	0.111	0.00000	0.4382
west2021	0.015	0.043	0.016	0.00000	0.8898
ML_Laplace	22.468	75.732	24.483	0.00006	2.2532
lung2	0.519	0.780	0.547	0.00000	1.7998
af23560	0.270	0.629	0.324	0.00000	2.8432
dc1	165.571	179.846	167.336	0.00000	0.0092

Tabella 10: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.11 CSR v1 3 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ms]	Max( $T$ )[ms]	Avg( $T$ )[ms]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.027	0.219	0.036	0.00000	4.1802
roadNet-PA	3.547	4.881	3.969	0.00000	1.5541
nlpkkt80	20.098	23.216	20.348	0.00000	2.7711
mac_econ_fwd500	0.649	0.926	0.668	0.00000	3.8133
thermomech_TK	0.514	0.675	0.524	0.00000	2.7138
PR02R	4.334	4.771	4.467	0.00000	3.6644
thermal2	9.930	12.163	10.179	0.00000	1.6859
FEM_3D_thermal1	0.149	0.281	0.154	0.00000	5.5995
olafu	0.456	1.903	0.498	0.00000	4.0741
amazon0302	2.558	2.921	2.577	0.00000	0.9583
adder_dcop_32	0.022	0.083	0.024	0.00000	0.9236
mhda416	0.006	0.070	0.008	0.00000	2.0944
rdist2	0.027	0.100	0.030	0.00000	3.8224
olm1000	0.005	0.039	0.006	0.00000	1.4222
webbase-1M	3.741	4.736	3.789	0.00000	1.6392
cant	2.076	2.284	2.110	0.00000	3.7983
af_1_k101	9.254	17.145	10.957	0.00000	3.2035
mhd4800a	0.039	0.121	0.041	0.00000	4.9437
thermal1	0.351	0.454	0.356	0.00000	3.2236
cop20k_A	2.124	2.429	2.172	0.00000	2.4161
bcsstk17	0.158	0.325	0.168	0.00000	5.1080
raefsky2	0.130	0.241	0.143	0.00000	4.1039
cage4	0.002	0.480	0.013	0.00000	0.0077
Cube_Coup_dt0	86.693	95.445	87.830	0.00000	2.8329
mcfe	0.014	0.072	0.016	0.00000	3.1038
west2021	0.005	0.050	0.007	0.00000	2.2259
ML_Laplace	14.328	15.920	14.529	0.00000	3.7969
lung2	0.191	0.349	0.201	0.00000	4.8929
af23560	0.151	0.385	0.162	0.00000	5.6828
dc1	0.511	0.721	0.530	0.00000	2.8895

Tabella 11: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.12 HLL v1 3 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) [ $ms$ ]	Max( $T$ ) [ $ms$ ]	Avg( $T$ ) [ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.080	0.288	0.095	0.00000	1.6025
roadNet-PA	7.374	8.854	7.555	0.00000	0.8164
nlpkkt80	16.514	26.724	22.728	0.00001	2.4808
mac_econ_fwd500	4.764	7.421	5.134	0.00000	0.4960
thermomech_TK	0.638	0.876	0.653	0.00000	2.1808
PR02R	7.348	10.892	8.705	0.00000	1.8806
thermal2	8.766	11.187	9.018	0.00000	1.9030
FEM_3D_thermal1	0.179	0.320	0.185	0.00000	4.6541
olafu	0.634	0.893	0.652	0.00000	3.1159
amazon0302	2.852	3.076	2.927	0.00000	0.8438
adder_dcop_32	1.865	3.010	2.046	0.00000	0.0110
mhda416	0.040	0.096	0.044	0.00000	0.3906
rdist2	0.080	0.165	0.089	0.00000	1.2715
olm1000	0.008	0.037	0.011	0.00000	0.7502
webbase-1M	44.892	65.608	60.746	0.00002	0.1022
cant	2.838	3.485	3.124	0.00000	2.5654
af_1_k101	10.357	33.967	13.397	0.00002	2.6202
mhd4800a	0.079	0.129	0.083	0.00000	2.4734
thermal1	0.385	0.507	0.397	0.00000	2.8937
cop20k_A	2.314	2.649	2.391	0.00000	2.1955
bcsstk17	0.353	0.576	0.375	0.00000	2.2874
raefsky2	0.208	0.326	0.233	0.00000	2.5241
cage4	0.008	0.041	0.010	0.00000	0.0102
Cube_Coup_dt0	81.974	133.299	109.014	0.00004	2.2824
mcfe	0.106	0.157	0.110	0.00000	0.4439
west2021	0.015	0.063	0.018	0.00000	0.8346
ML_Laplace	16.208	22.913	19.916	0.00000	2.7699
lung2	0.361	0.559	0.371	0.00000	2.6551
af23560	0.180	0.422	0.207	0.00000	4.4420
dc1	161.672	171.254	165.079	0.00000	0.0093

Tabella 12: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.13 CSR v1 4 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.023	0.107	0.026	0.00000	5.9314
roadNet-PA	3.249	4.073	3.360	0.00000	1.8357
nlpkkt80	17.170	20.103	17.396	0.00000	3.2413
mac_econ_fwd500	0.523	0.790	0.538	0.00000	4.7319
thermomech_TK	0.410	0.551	0.423	0.00000	3.3670
PR02R	3.805	5.465	4.004	0.00000	4.0883
thermal2	7.614	9.311	7.832	0.00000	2.1911
FEM_3D_thermal1	0.115	0.224	0.118	0.00000	7.3115
olafu	0.350	0.514	0.362	0.00000	5.6142
amazon0302	2.023	2.273	2.044	0.00000	1.2081
adder_dcop_32	0.014	0.050	0.019	0.00000	1.1982
mhda416	0.006	0.040	0.007	0.00000	2.3049
rdist2	0.021	0.080	0.023	0.00000	4.9664
olm1000	0.004	0.027	0.005	0.00000	1.4877
webbase-1M	3.429	4.552	3.478	0.00000	1.7860
cant	1.498	2.346	1.648	0.00000	4.8635
af_1_k101	8.555	11.380	9.514	0.00000	3.6893
mhd4800a	0.030	0.079	0.031	0.00000	6.5181
thermal1	0.276	0.421	0.281	0.00000	4.0850
cop20k_A	2.145	2.901	2.358	0.00000	2.2258
bcsstk17	0.136	0.241	0.143	0.00000	5.9896
raefsky2	0.102	0.198	0.106	0.00000	5.5638
cage4	0.002	0.026	0.004	0.00000	0.0277
Cube_Coup_dt0	58.205	158.445	65.678	0.00023	3.7884
mcfe	0.012	0.080	0.014	0.00000	3.5115
west2021	0.005	0.037	0.006	0.00000	2.5945
ML_Laplace	13.032	16.934	14.815	0.00000	3.7235
lung2	0.149	0.247	0.155	0.00000	6.3407
af23560	0.118	0.301	0.123	0.00000	7.4742
dc1	0.460	1.923	0.507	0.00000	3.0212

Tabella 13: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.14 HLL v1 4 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) [ $ms$ ]	Max( $T$ ) [ $ms$ ]	Avg( $T$ ) [ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.080	0.183	0.090	0.00000	1.6946
roadNet-PA	5.919	6.809	6.104	0.00000	1.0104
nlpkkt80	14.914	23.284	20.473	0.00001	2.7541
mac_econ_fwd500	5.787	6.604	6.179	0.00000	0.4122
thermomech_TK	0.502	1.962	0.545	0.00000	2.6092
PR02R	9.165	12.109	9.648	0.00000	1.6967
thermal2	7.320	11.764	7.935	0.00000	2.1627
FEM_3D_thermal1	0.143	0.266	0.147	0.00000	5.8724
olafu	0.451	0.743	0.470	0.00000	4.3158
amazon0302	2.095	2.351	2.232	0.00000	1.1067
adder_dcop_32	1.909	2.927	2.061	0.00000	0.0109
mhda416	0.039	0.101	0.043	0.00000	0.3958
rdist2	0.078	0.163	0.090	0.00000	1.2612
olm1000	0.008	0.043	0.010	0.00000	0.7719
webbase-1M	47.460	57.468	53.491	0.00001	0.1161
cant	2.158	2.834	2.534	0.00000	3.1627
af_1_k101	10.642	13.407	11.772	0.00000	2.9817
mhd4800a	0.079	0.118	0.082	0.00000	2.5086
thermal1	0.295	0.452	0.302	0.00000	3.7988
cop20k_A	1.836	2.894	2.588	0.00000	2.0280
bcsstk17	0.284	0.416	0.295	0.00000	2.9092
raefsky2	0.133	0.283	0.151	0.00000	3.8979
cage4	0.008	0.034	0.009	0.00000	0.0104
Cube_Coup_dt0	96.657	124.247	101.378	0.00002	2.4543
mcfe	0.106	0.158	0.110	0.00000	0.4428
west2021	0.015	0.047	0.018	0.00000	0.8279
ML_Laplace	16.560	19.213	17.333	0.00000	3.1828
lung2	0.272	0.393	0.281	0.00000	3.5002
af23560	0.145	0.292	0.162	0.00000	5.6878
dc1	162.280	171.534	165.637	0.00001	0.0093

Tabella 14: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS



### 8.15 CSR v1 5 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.019	0.134	0.023	0.00000	6.6749
roadNet-PA	2.829	3.886	3.000	0.00000	2.0561
nlpkkt80	15.690	18.794	16.186	0.00000	3.4836
mac_econ_fwd500	0.501	0.781	0.519	0.00000	4.9040
thermomech_TK	0.333	0.494	0.343	0.00000	4.1526
PR02R	3.795	8.772	4.447	0.00000	3.6809
thermal2	6.519	12.042	7.294	0.00000	2.3528
FEM_3D_thermal1	0.096	0.216	0.099	0.00000	8.6723
olafu	0.277	0.436	0.287	0.00000	7.0799
amazon0302	1.582	2.026	1.601	0.00000	1.5425
adder_dcop_32	0.014	0.045	0.016	0.00000	1.3953
mhda416	0.006	0.036	0.008	0.00000	2.2725
rdist2	0.018	0.067	0.020	0.00000	5.7624
olm1000	0.005	0.034	0.006	0.00000	1.3181
webbase-1M	3.423	4.609	3.543	0.00000	1.7531
cant	1.281	2.197	1.333	0.00000	6.0138
af_1_k101	8.932	11.274	9.236	0.00000	3.8003
mhd4800a	0.025	0.073	0.026	0.00000	7.7876
thermal1	0.228	0.356	0.234	0.00000	4.9087
cop20k_A	2.413	2.838	2.456	0.00000	2.1370
bcsstk17	0.103	0.229	0.109	0.00000	7.8339
raefsky2	0.083	0.196	0.087	0.00000	6.7477
cage4	0.003	0.029	0.004	0.00000	0.0263
Cube_Coup_dt0	46.280	85.862	54.172	0.00010	4.5930
mcfe	0.010	0.049	0.011	0.00000	4.3919
west2021	0.005	0.035	0.006	0.00000	2.5993
ML_Laplace	14.015	18.158	14.338	0.00000	3.8476
lung2	0.122	0.241	0.128	0.00000	7.6978
af23560	0.096	0.203	0.100	0.00000	9.2437
dc1	0.432	0.640	0.442	0.00000	3.4696

Tabella 15: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.16 HLL v1 5 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.074	0.180	0.086	0.00000	1.7761
roadNet-PA	5.193	12.743	5.930	0.00000	1.0400
nlpkkt80	15.695	30.016	20.860	0.00001	2.7031
mac_econ_fwd500	5.328	11.529	5.981	0.00000	0.4258
thermomech_TK	0.421	0.653	0.435	0.00000	3.2682
PR02R	8.193	12.173	8.946	0.00000	1.8299
thermal2	6.957	11.843	9.741	0.00000	1.7618
FEM_3D_thermal1	0.117	0.247	0.122	0.00000	7.0780
olafu	0.443	0.776	0.459	0.00000	4.4206
amazon0302	1.702	1.894	1.799	0.00000	1.3731
adder_dcop_32	1.934	3.468	2.113	0.00000	0.0106
mhda416	0.040	0.102	0.045	0.00000	0.3827
rdist2	0.078	0.162	0.091	0.00000	1.2448
olm1000	0.008	0.035	0.012	0.00000	0.6756
webbase-1M	46.673	63.372	56.330	0.00001	0.1103
cant	2.089	2.741	2.316	0.00000	3.4601
af_1_k101	9.901	12.258	11.473	0.00000	3.0596
mhd4800a	0.042	0.107	0.045	0.00000	4.5609
thermal1	0.238	0.371	0.244	0.00000	4.7020
cop20k_A	2.089	2.499	2.272	0.00000	2.3101
bcsstk17	0.267	0.476	0.281	0.00000	3.0487
raefsky2	0.138	0.286	0.153	0.00000	3.8313
cage4	0.008	0.037	0.011	0.00000	0.0093
Cube_Coup_dt0	89.436	99.218	92.839	0.00000	2.6800
mcfe	0.100	0.144	0.104	0.00000	0.4688
west2021	0.016	0.054	0.018	0.00000	0.8149
ML_Laplace	14.773	18.587	16.597	0.00000	3.3238
lung2	0.215	0.754	0.234	0.00000	4.2110
af23560	0.116	0.258	0.132	0.00000	7.0004
dc1	162.180	172.083	165.707	0.00000	0.0092

Tabella 16: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.17 CSR v1 6 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.019	0.086	0.022	0.00000	6.8484
roadNet-PA	2.564	3.744	2.624	0.00000	2.3504
nlpkkt80	15.005	19.838	15.240	0.00000	3.6997
mac_econ_fwd500	0.426	0.721	0.443	0.00000	5.7465
thermomech_TK	0.283	0.441	0.291	0.00000	4.8894
PR02R	3.408	6.579	3.518	0.00000	4.6527
thermal2	6.477	8.843	6.645	0.00000	2.5826
FEM_3D_thermal1	0.080	0.200	0.084	0.00000	10.2559
olafu	0.220	0.388	0.231	0.00000	8.8073
amazon0302	1.286	1.555	1.299	0.00000	1.9010
adder_dcop_32	0.012	0.045	0.015	0.00000	1.5232
mhda416	0.005	0.037	0.007	0.00000	2.5343
rdist2	0.016	0.059	0.017	0.00000	6.6577
olm1000	0.004	0.028	0.006	0.00000	1.4316
webbase-1M	3.121	4.619	3.240	0.00000	1.9168
cant	1.180	2.111	1.228	0.00000	6.5274
af_1_k101	8.573	12.039	8.753	0.00000	4.0103
mhd4800a	0.021	0.066	0.022	0.00000	9.1205
thermal1	0.199	0.320	0.205	0.00000	5.6170
cop20k_A	2.239	2.626	2.297	0.00000	2.2851
bcsstk17	0.091	0.207	0.095	0.00000	9.0498
raefsky2	0.069	0.177	0.081	0.00000	7.2666
cage4	0.002	0.025	0.004	0.00000	0.0259
Cube_Coup_dt0	47.705	88.043	57.379	0.00005	4.3363
mcfe	0.009	0.046	0.010	0.00000	4.8615
west2021	0.004	0.036	0.005	0.00000	2.6680
ML_Laplace	13.231	18.191	13.653	0.00000	4.0405
lung2	0.104	0.177	0.109	0.00000	9.0721
af23560	0.082	0.225	0.087	0.00000	10.5749
dc1	0.379	0.542	0.391	0.00000	3.9159

Tabella 17: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.18 HLL v1 6 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) [ms]	Max( $T$ ) [ms]	Avg( $T$ ) [ms]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.073	0.175	0.086	0.00000	1.7621
roadNet-PA	5.504	7.272	5.634	0.00000	1.0947
nlpkkt80	18.004	32.226	20.936	0.00000	2.6932
mac_econ_fwd500	5.434	14.293	6.160	0.00000	0.4135
thermomech_TK	0.366	0.569	0.376	0.00000	3.7807
PR02R	8.802	11.174	9.500	0.00000	1.7232
thermal2	10.193	11.538	10.429	0.00000	1.6454
FEM_3D_thermal1	0.093	0.220	0.098	0.00000	8.7992
olafu	0.342	0.716	0.363	0.00000	5.5937
amazon0302	1.493	1.610	1.528	0.00000	1.6165
adder_dcop_32	1.969	3.497	2.142	0.00000	0.0105
mhda416	0.040	0.128	0.044	0.00000	0.3859
rdist2	0.073	0.163	0.084	0.00000	1.3557
olm1000	0.008	0.036	0.010	0.00000	0.7673
webbase-1M	50.990	63.836	56.996	0.00001	0.1090
cant	1.982	2.715	2.336	0.00000	3.4313
af_1_k101	10.819	12.716	11.580	0.00000	3.0312
mhd4800a	0.039	0.128	0.042	0.00000	4.8135
thermal1	0.200	0.360	0.207	0.00000	5.5421
cop20k_A	1.911	2.352	2.115	0.00000	2.4817
bcsstk17	0.254	0.448	0.269	0.00000	3.1921
raefsky2	0.138	0.274	0.157	0.00000	3.7437
cage4	0.008	0.033	0.009	0.00000	0.0106
Cube_Coup_dt0	85.306	108.234	92.193	0.00002	2.6988
mcfe	0.100	0.138	0.104	0.00000	0.4686
west2021	0.016	0.051	0.018	0.00000	0.8104
ML_Laplace	15.007	17.852	16.312	0.00000	3.3819
lung2	0.175	1.579	0.214	0.00000	4.6042
af23560	0.096	0.270	0.113	0.00000	8.1805
dc1	163.103	176.261	166.585	0.00001	0.0092

Tabella 18: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.19 CSR v1 7 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.017	0.138	0.022	0.00000	7.0111
roadNet-PA	2.448	3.748	2.549	0.00000	2.4195
nlpkkt80	14.617	21.269	14.869	0.00000	3.7922
mac_econ_fwd500	0.406	0.738	0.434	0.00000	5.8689
thermomech_TK	0.253	0.459	0.262	0.00000	5.4350
PR02R	3.365	6.910	3.516	0.00000	4.6560
thermal2	6.601	9.447	6.689	0.00000	2.5656
FEM_3D_thermal1	0.069	0.218	0.073	0.00000	11.7817
olafu	0.182	0.373	0.189	0.00000	10.7506
amazon0302	1.094	1.509	1.111	0.00000	2.2236
adder_dcop_32	0.012	0.074	0.015	0.00000	1.4730
mhda416	0.005	0.055	0.007	0.00000	2.2863
rdist2	0.015	0.071	0.016	0.00000	6.9704
olm1000	0.004	0.043	0.006	0.00000	1.3111
webbase-1M	3.100	4.644	3.155	0.00000	1.9685
cant	1.050	2.106	1.117	0.00000	7.1759
af_1_k101	8.317	12.846	8.478	0.00000	4.1404
mhd4800a	0.019	0.085	0.021	0.00000	9.9661
thermal1	0.182	0.345	0.190	0.00000	6.0610
cop20k_A	1.927	2.533	1.961	0.00000	2.6768
bcsstk17	0.079	0.222	0.085	0.00000	10.0723
raefsky2	0.064	0.183	0.068	0.00000	8.6053
cage4	0.003	0.042	0.004	0.00000	0.0225
Cube_Coup_dt0	49.146	100.255	53.081	0.00011	4.6874
mcfe	0.008	0.066	0.010	0.00000	4.9049
west2021	0.004	0.049	0.006	0.00000	2.5201
ML_Laplace	12.802	21.062	13.114	0.00000	4.2067
lung2	0.093	0.245	0.101	0.00000	9.7184
af23560	0.072	0.195	0.076	0.00000	12.0923
dc1	0.366	0.509	0.376	0.00000	4.0781

Tabella 19: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.20 HLL v1 7 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.072	0.238	0.086	0.00000	1.7800
roadNet-PA	5.336	7.038	5.469	0.00000	1.1276
nlpkkt80	20.767	29.908	21.619	0.00000	2.6082
mac_econ_fwd500	5.536	6.581	5.931	0.00000	0.4294
thermomech_TK	0.320	1.769	0.359	0.00000	3.9644
PR02R	8.650	10.577	9.496	0.00000	1.7239
thermal2	9.625	19.899	10.259	0.00000	1.6727
FEM_3D_thermal1	0.090	0.247	0.096	0.00000	8.9636
olafu	0.336	0.740	0.357	0.00000	5.6816
amazon0302	1.324	1.556	1.372	0.00000	1.8005
adder_dcop_32	1.979	3.615	2.143	0.00000	0.0105
mhda416	0.040	0.105	0.045	0.00000	0.3782
rdist2	0.072	0.223	0.088	0.00000	1.2907
olm1000	0.009	0.059	0.013	0.00000	0.6380
webbase-1M	50.471	62.379	56.431	0.00001	0.1101
cant	1.972	3.530	2.252	0.00000	3.5588
af_1_k101	10.695	11.960	11.330	0.00000	3.0981
mhd4800a	0.039	0.157	0.046	0.00000	4.4923
thermal1	0.179	0.418	0.191	0.00000	6.0202
cop20k_A	1.849	3.534	2.054	0.00000	2.5549
bcsstk17	0.251	0.476	0.273	0.00000	3.1417
raefsky2	0.137	0.273	0.158	0.00000	3.7128
cage4	0.008	0.059	0.011	0.00000	0.0093
Cube_Coup_dt0	86.334	92.526	89.064	0.00000	2.7936
mcfe	0.096	0.205	0.105	0.00000	0.4641
west2021	0.016	0.078	0.019	0.00000	0.7805
ML_Laplace	14.065	17.160	15.464	0.00000	3.5674
lung2	0.156	0.440	0.167	0.00000	5.8815
af23560	0.088	0.287	0.102	0.00000	9.0338
dc1	162.409	171.342	166.417	0.00000	0.0092

Tabella 20: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.21 CSR v1 8 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ms]	Max( $T$ )[ms]	Avg( $T$ )[ms]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.017	0.086	0.020	0.00000	7.4907
roadNet-PA	2.285	3.818	2.378	0.00000	2.5934
nlpkkt80	14.521	20.347	14.779	0.00000	3.8153
mac_econ_fwd500	0.420	1.374	0.452	0.00000	5.6322
thermomech_TK	0.226	0.401	0.233	0.00000	6.0977
PR02R	3.302	7.734	3.747	0.00000	4.3688
thermal2	6.441	9.150	6.590	0.00000	2.6041
FEM_3D_thermal1	0.060	0.199	0.064	0.00000	13.4604
olafu	0.157	0.369	0.163	0.00000	12.4527
amazon0302	0.937	1.363	0.954	0.00000	2.5887
adder_dcop_32	0.012	0.058	0.014	0.00000	1.6359
mhda416	0.005	0.049	0.007	0.00000	2.3648
rdist2	0.013	0.125	0.016	0.00000	7.1387
olm1000	0.004	0.038	0.006	0.00000	1.3314
webbase-1M	3.049	4.714	3.110	0.00000	1.9973
cant	1.037	2.179	1.081	0.00000	7.4117
af_1_k101	8.184	12.336	8.395	0.00000	4.1811
mhd4800a	0.017	0.076	0.019	0.00000	10.5407
thermal1	0.165	0.322	0.172	0.00000	6.6759
cop20k_A	1.736	2.414	1.781	0.00000	2.9478
bcsstk17	0.071	0.212	0.077	0.00000	11.0788
raefsky2	0.060	0.182	0.066	0.00000	8.9562
cage4	0.003	0.038	0.005	0.00000	0.0208
Cube_Coup_dt0	51.570	78.349	58.243	0.00004	4.2720
mcfe	0.007	0.060	0.009	0.00000	5.4475
west2021	0.004	0.040	0.006	0.00000	2.6138
ML_Laplace	12.696	21.861	12.967	0.00000	4.2542
lung2	0.087	0.245	0.099	0.00000	9.9873
af23560	0.063	0.173	0.069	0.00000	13.3356
dc1	0.342	0.504	0.351	0.00000	4.3644

Tabella 21: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.22 HLL v1 8 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.072	0.257	0.086	0.00000	1.7762
roadNet-PA	5.067	6.978	5.268	0.00000	1.1708
nlpkkt80	21.004	22.861	21.554	0.00000	2.6161
mac_econ_fwd500	5.174	6.581	5.825	0.00000	0.4372
thermomech_TK	0.290	0.545	0.302	0.00000	4.7152
PR02R	8.949	10.985	9.506	0.00000	1.7221
thermal2	9.760	12.177	10.077	0.00000	1.7030
FEM_3D_thermal1	0.087	0.240	0.093	0.00000	9.2676
olafu	0.243	0.698	0.268	0.00000	7.5805
amazon0302	1.219	2.652	1.290	0.00000	1.9143
adder_dcop_32	1.982	3.680	2.151	0.00000	0.0105
mhda416	0.040	0.102	0.045	0.00000	0.3835
rdist2	0.072	0.223	0.085	0.00000	1.3387
olm1000	0.008	0.051	0.011	0.00000	0.7409
webbase-1M	49.929	65.346	56.658	0.00001	0.1096
cant	1.913	2.618	2.153	0.00000	3.7232
af_1_k101	10.746	12.335	11.223	0.00000	3.1276
mhd4800a	0.038	0.159	0.043	0.00000	4.7247
thermal1	0.166	5.704	0.284	0.00000	4.0430
cop20k_A	1.616	2.336	1.847	0.00000	2.8411
bcsstk17	0.199	0.394	0.216	0.00000	3.9760
raefsky2	0.143	0.290	0.165	0.00000	3.5530
cage4	0.008	0.044	0.010	0.00000	0.0096
Cube_Coup_dt0	89.318	105.215	93.032	0.00001	2.6745
mcfe	0.093	0.200	0.105	0.00000	0.4664
west2021	0.016	0.064	0.019	0.00000	0.7800
ML_Laplace	13.760	25.838	14.963	0.00000	3.6867
lung2	0.144	0.368	0.152	0.00000	6.4745
af23560	0.078	0.211	0.096	0.00000	9.5557
dc1	162.395	172.072	166.234	0.00000	0.0092

Tabella 22: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS



### 8.23 CSR v1 9 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.016	0.136	0.020	0.00000	7.5057
roadNet-PA	2.193	3.935	2.286	0.00000	2.6985
nlpkkt80	14.493	21.422	14.825	0.00000	3.8034
mac_econ_fwd500	0.370	1.382	0.404	0.00000	6.3066
thermomech_TK	0.215	0.399	0.223	0.00000	6.3916
PR02R	2.347	6.753	3.174	0.00000	5.1583
thermal2	6.397	9.414	6.482	0.00000	2.6473
FEM_3D_thermal1	0.058	0.205	0.062	0.00000	13.9688
olafu	0.150	1.609	0.191	0.00000	10.6353
amazon0302	0.820	1.428	0.840	0.00000	2.9404
adder_dcop_32	0.024	0.109	0.030	0.00000	0.7411
mhda416	0.005	0.043	0.007	0.00000	2.4462
rdist2	0.013	0.071	0.015	0.00000	7.6246
olm1000	0.005	0.044	0.006	0.00000	1.3249
webbase-1M	2.996	4.668	3.069	0.00000	2.0238
cant	0.982	6.560	1.151	0.00000	6.9630
af_1_k101	8.078	14.772	8.607	0.00000	4.0783
mhd4800a	0.016	0.077	0.018	0.00000	11.5226
thermal1	0.150	0.253	0.157	0.00000	7.3107
cop20k_A	1.601	2.198	1.626	0.00000	3.2278
bcsstk17	0.071	0.152	0.075	0.00000	11.4733
raefsky2	0.054	0.167	0.060	0.00000	9.7874
cage4	0.003	0.032	0.004	0.00000	0.0242
Cube_Coup_dt0	38.352	73.799	43.044	0.00005	5.7804
mcfe	0.007	0.057	0.008	0.00000	5.7764
west2021	0.005	0.046	0.006	0.00000	2.5186
ML_Laplace	12.555	20.802	12.923	0.00000	4.2689
lung2	0.077	0.174	0.081	0.00000	12.1186
af23560	0.060	0.162	0.063	0.00000	14.5312
dc1	0.334	0.551	0.368	0.00000	4.1647

Tabella 23: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.24 HLL v1 9 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.074	0.237	0.087	0.00000	1.7492
roadNet-PA	4.708	14.054	5.200	0.00000	1.1861
nlpkkt80	21.116	25.389	22.175	0.00000	2.5427
mac_econ_fwd500	5.324	6.485	5.707	0.00000	0.4462
thermomech_TK	0.275	0.527	0.285	0.00000	4.9891
PR02R	8.716	10.414	9.514	0.00000	1.7206
thermal2	9.926	12.519	10.174	0.00000	1.6867
FEM_3D_thermal1	0.069	0.224	0.081	0.00000	10.6928
olafu	0.244	0.700	0.267	0.00000	7.6106
amazon0302	1.077	2.480	1.170	0.00000	2.1105
adder_dcop_32	1.986	7.798	2.227	0.00000	0.0101
mhda416	0.040	0.101	0.045	0.00000	0.3836
rdist2	0.072	0.165	0.086	0.00000	1.3200
olm1000	0.008	0.041	0.012	0.00000	0.6915
webbase-1M	49.944	63.350	56.246	0.00001	0.1104
cant	1.714	2.596	2.065	0.00000	3.8819
af_1_k101	10.591	15.150	11.325	0.00000	3.0995
mhd4800a	0.041	0.160	0.046	0.00000	4.4915
thermal1	0.153	0.340	0.161	0.00000	7.1377
cop20k_A	1.602	3.290	1.874	0.00000	2.8007
bcsstk17	0.210	0.347	0.217	0.00000	3.9428
raefsky2	0.143	0.270	0.162	0.00000	3.6240
cage4	0.008	0.042	0.010	0.00000	0.0095
Cube_Coup_dt0	87.225	95.394	89.396	0.00000	2.7833
mcfe	0.101	0.212	0.111	0.00000	0.4376
west2021	0.016	0.063	0.019	0.00000	0.7857
ML_Laplace	13.555	16.120	14.466	0.00000	3.8135
lung2	0.133	0.356	0.142	0.00000	6.9617
af23560	0.074	0.168	0.087	0.00000	10.5302
dc1	162.812	172.472	166.746	0.00000	0.0092

Tabella 24: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.25 CSR v1 10 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.015	0.085	0.018	0.00000	8.5736
roadNet-PA	2.042	3.971	2.195	0.00000	2.8104
nlpkkt80	14.319	21.145	14.694	0.00000	3.8373
mac_econ_fwd500	0.470	1.548	0.508	0.00000	5.0095
thermomech_TK	0.203	0.697	0.406	0.00000	3.5036
PR02R	3.412	6.059	3.573	0.00000	4.5813
thermal2	6.298	10.543	6.607	0.00000	2.5974
FEM_3D_thermal1	0.053	0.187	0.056	0.00000	15.4021
olafu	0.148	0.345	0.153	0.00000	13.2346
amazon0302	0.739	1.233	0.759	0.00000	3.2548
adder_dcop_32	0.012	0.065	0.015	0.00000	1.4751
mhda416	0.005	0.053	0.007	0.00000	2.4623
rdist2	0.012	0.077	0.015	0.00000	7.7881
olm1000	0.005	0.040	0.006	0.00000	1.2461
webbase-1M	2.815	4.649	2.936	0.00000	2.1153
cant	0.964	2.041	1.028	0.00000	7.7950
af_1_k101	8.050	13.928	8.243	0.00000	4.2583
mhd4800a	0.015	0.075	0.016	0.00000	12.5027
thermal1	0.135	0.281	0.143	0.00000	8.0108
cop20k_A	1.461	2.116	1.537	0.00000	3.4158
bcsstk17	0.062	0.192	0.066	0.00000	12.9006
raefsky2	0.051	0.118	0.054	0.00000	10.9045
cage4	0.003	0.034	0.005	0.00000	0.0191
Cube_Coup_dt0	33.219	66.211	35.264	0.00002	7.0557
mcfe	0.007	0.054	0.008	0.00000	6.0373
west2021	0.005	0.045	0.006	0.00000	2.4827
ML_Laplace	12.553	20.088	12.781	0.00000	4.3161
lung2	0.071	0.164	0.081	0.00000	12.2374
af23560	0.054	0.147	0.058	0.00000	15.9691
dc1	0.324	0.538	0.347	0.00000	4.4148

Tabella 25: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.26 HLL v1 10 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.075	0.249	0.088	0.00000	1.7391
roadNet-PA	4.955	7.414	5.189	0.00000	1.1886
nlpkkt80	21.710	24.360	22.526	0.00000	2.5031
mac_econ_fwd500	4.913	6.263	5.433	0.00000	0.4688
thermomech_TK	0.257	0.516	0.329	0.00000	4.3243
PR02R	8.374	10.641	9.179	0.00000	1.7834
thermal2	9.580	12.761	9.870	0.00000	1.7386
FEM_3D_thermal1	0.068	0.220	0.074	0.00000	11.7020
olafu	0.240	0.720	0.265	0.00000	7.6513
amazon0302	1.034	1.396	1.076	0.00000	2.2950
adder_dcop_32	1.987	3.027	2.122	0.00000	0.0106
mhda416	0.040	0.101	0.046	0.00000	0.3747
rdist2	0.075	0.171	0.090	0.00000	1.2605
olm1000	0.008	0.049	0.012	0.00000	0.6579
webbase-1M	53.065	63.218	57.933	0.00001	0.1072
cant	1.728	5.473	2.051	0.00000	3.9079
af_1_k101	10.337	16.439	11.253	0.00000	3.1192
mhd4800a	0.042	0.145	0.046	0.00000	4.4650
thermal1	0.142	0.318	0.150	0.00000	7.6670
cop20k_A	1.613	2.443	1.781	0.00000	2.9464
bcsstk17	0.210	0.336	0.219	0.00000	3.9204
raefsky2	0.144	0.276	0.169	0.00000	3.4798
cage4	0.008	0.046	0.011	0.00000	0.0089
Cube_Coup_dt0	85.694	101.539	92.205	0.00001	2.6985
mcfe	0.099	0.222	0.111	0.00000	0.4385
west2021	0.017	0.069	0.019	0.00000	0.7601
ML_Laplace	13.527	28.265	14.740	0.00000	3.7426
lung2	0.119	0.351	0.130	0.00000	7.5832
af23560	0.073	0.171	0.087	0.00000	10.6363
dc1	163.372	173.259	166.996	0.00000	0.0092

Tabella 26: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.27 CSR v1 11 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.015	0.127	0.018	0.00000	8.3957
roadNet-PA	2.184	4.329	2.248	0.00000	2.7438
nlpkkt80	14.386	21.716	14.577	0.00000	3.8681
mac_econ_fwd500	0.432	1.489	0.468	0.00000	5.4472
thermomech_TK	0.379	0.580	0.388	0.00000	3.6681
PR02R	3.428	6.344	3.519	0.00000	4.6518
thermal2	6.442	9.534	6.537	0.00000	2.6250
FEM_3D_thermal1	0.074	0.147	0.077	0.00000	11.2210
olafu	0.159	0.303	0.170	0.00000	11.9275
amazon0302	0.679	1.157	0.700	0.00000	3.5305
adder_dcop_32	0.024	0.060	0.028	0.00000	0.8075
mhda416	0.005	0.041	0.007	0.00000	2.6169
rdist2	0.012	0.069	0.014	0.00000	8.1665
olm1000	0.005	0.041	0.006	0.00000	1.2405
webbase-1M	2.757	4.644	2.817	0.00000	2.2052
cant	0.966	2.121	1.018	0.00000	7.8733
af_1_k101	8.061	13.494	8.200	0.00000	4.2807
mhd4800a	0.017	0.069	0.019	0.00000	10.9532
thermal1	0.145	0.259	0.153	0.00000	7.4932
cop20k_A	1.358	1.981	1.398	0.00000	3.7547
bcsstk17	0.056	0.132	0.059	0.00000	14.5226
raefsky2	0.045	0.114	0.051	0.00000	11.4016
cage4	0.003	0.036	0.005	0.00000	0.0182
Cube_Coup_dt0	40.957	90.652	52.391	0.00010	4.7492
mcfe	0.006	0.057	0.011	0.00000	4.5438
west2021	0.004	0.040	0.005	0.00000	2.6716
ML_Laplace	9.912	47.732	13.409	0.00003	4.1142
lung2	0.070	0.251	0.106	0.00000	9.2818
af23560	0.049	0.191	0.054	0.00000	16.9154
dc1	0.320	0.895	0.337	0.00000	4.5465

Tabella 27: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.28 HLL v1 11 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.075	0.181	0.088	0.00000	1.7241
roadNet-PA	5.099	7.525	5.383	0.00000	1.1457
nlpkkt80	20.059	22.845	21.618	0.00000	2.6083
mac_econ_fwd500	4.480	11.852	5.708	0.00000	0.4461
thermomech_TK	0.367	0.658	0.397	0.00000	3.5885
PR02R	8.171	10.428	8.917	0.00000	1.8359
thermal2	9.503	13.019	9.836	0.00000	1.7446
FEM_3D_thermal1	0.066	0.163	0.072	0.00000	12.0372
olafu	0.243	0.740	0.267	0.00000	7.6142
amazon0302	0.967	1.232	1.033	0.00000	2.3913
adder_dcop_32	2.006	3.039	2.129	0.00000	0.0106
mhda416	0.038	0.159	0.046	0.00000	0.3723
rdist2	0.077	0.221	0.092	0.00000	1.2327
olm1000	0.008	0.047	0.012	0.00000	0.6922
webbase-1M	50.255	64.340	58.404	0.00001	0.1063
cant	1.458	2.659	1.756	0.00000	4.5634
af_1_k101	10.471	15.590	11.298	0.00000	3.1068
mhd4800a	0.042	0.104	0.055	0.00000	3.7119
thermal1	0.138	0.367	0.147	0.00000	7.8289
cop20k_A	1.609	2.473	1.781	0.00000	2.9475
bcsstk17	0.212	1.623	0.257	0.00000	3.3363
raefsky2	0.144	0.282	0.167	0.00000	3.5229
cage4	0.008	0.042	0.010	0.00000	0.0098
Cube_Coup_dt0	90.590	98.472	93.723	0.00000	2.6548
mcfe	0.099	0.163	0.123	0.00000	0.3965
west2021	0.017	0.067	0.022	0.00000	0.6531
ML_Laplace	12.756	14.743	13.702	0.00000	4.0262
lung2	0.121	0.362	0.135	0.00000	7.2914
af23560	0.073	0.230	0.085	0.00000	10.7936
dc1	163.168	170.974	166.977	0.00000	0.0092

Tabella 28: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.29 CSR v1 12 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.014	0.104	0.017	0.00000	9.0718
roadNet-PA	2.083	4.100	2.157	0.00000	2.8592
nlpkkt80	14.363	21.099	14.659	0.00000	3.8464
mac_econ_fwd500	0.400	1.498	0.439	0.00000	5.8006
thermomech_TK	0.359	0.493	0.365	0.00000	3.8956
PR02R	3.382	6.378	3.482	0.00000	4.7017
thermal2	6.705	9.623	6.918	0.00000	2.4807
FEM_3D_thermal1	0.068	0.170	0.072	0.00000	12.0054
olafu	0.174	0.342	0.186	0.00000	10.9110
amazon0302	0.877	1.238	0.896	0.00000	2.7553
adder_dcop_32	0.015	0.064	0.019	0.00000	1.1818
mhda416	0.006	0.044	0.007	0.00000	2.3595
rdist2	0.011	0.074	0.013	0.00000	8.5254
olm1000	0.005	0.040	0.007	0.00000	1.1800
webbase-1M	2.704	4.683	2.779	0.00000	2.2348
cant	0.945	2.110	1.000	0.00000	8.0143
af_1_k101	8.064	13.858	8.242	0.00000	4.2588
mhd4800a	0.017	0.077	0.019	0.00000	10.7118
thermal1	0.177	0.271	0.186	0.00000	6.1732
cop20k_A	1.320	2.750	1.384	0.00000	3.7935
bcsstk17	0.051	0.140	0.055	0.00000	15.4920
raefsky2	0.043	0.108	0.049	0.00000	11.8774
cage4	0.003	0.033	0.005	0.00000	0.0195
Cube_Coup_dt0	36.123	67.906	41.637	0.00003	5.9757
mcfe	0.006	0.064	0.012	0.00000	4.0540
west2021	0.004	0.048	0.006	0.00000	2.4963
ML_Laplace	9.799	15.227	10.006	0.00000	5.5132
lung2	0.111	0.181	0.115	0.00000	8.5453
af23560	0.072	0.140	0.075	0.00000	12.2811
dc1	0.316	0.893	0.333	0.00000	4.5992

Tabella 29: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.30 HLL v1 12 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.075	0.229	0.089	0.00000	1.7038
roadNet-PA	5.476	7.534	5.664	0.00000	1.0889
nlpkkt80	19.380	28.034	21.101	0.00000	2.6722
mac_econ_fwd500	4.538	6.517	5.144	0.00000	0.4951
thermomech_TK	0.360	0.637	0.387	0.00000	3.6765
PR02R	7.398	11.153	8.909	0.00000	1.8374
thermal2	9.368	13.782	9.833	0.00000	1.7452
FEM_3D_thermal1	0.067	0.189	0.072	0.00000	11.8882
olafu	0.244	0.713	0.267	0.00000	7.6056
amazon0302	0.903	1.235	0.977	0.00000	2.5274
adder_dcop_32	1.981	3.040	2.150	0.00000	0.0105
mhda416	0.041	0.144	0.054	0.00000	0.3175
rdist2	0.081	0.186	0.106	0.00000	1.0751
olm1000	0.012	0.046	0.016	0.00000	0.5147
webbase-1M	46.974	59.266	55.010	0.00001	0.1129
cant	1.766	5.375	2.069	0.00000	3.8737
af_1_k101	10.348	11.348	10.887	0.00000	3.2243
mhd4800a	0.044	0.115	0.057	0.00000	3.6102
thermal1	0.136	0.375	0.149	0.00000	7.7175
cop20k_A	1.578	2.466	1.775	0.00000	2.9577
bcsstk17	0.217	0.360	0.233	0.00000	3.6866
raefsky2	0.150	0.280	0.184	0.00000	3.1961
cage4	0.010	0.054	0.015	0.00000	0.0066
Cube_Coup_dt0	85.960	95.173	89.361	0.00000	2.7844
mcfe	0.108	0.179	0.124	0.00000	0.3919
west2021	0.018	0.073	0.023	0.00000	0.6354
ML_Laplace	12.449	15.634	13.122	0.00000	4.2040
lung2	0.118	0.378	0.134	0.00000	7.3755
af23560	0.073	1.511	0.112	0.00000	8.2169
dc1	163.817	171.366	166.986	0.00000	0.0092

Tabella 30: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS



### 8.31 CSR v1 13 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.013	0.131	0.017	0.00000	9.1082
roadNet-PA	1.997	4.226	2.069	0.00000	2.9814
nlpkkt80	14.390	21.921	14.696	0.00000	3.8369
mac_econ_fwd500	0.383	1.448	0.419	0.00000	6.0735
thermomech_TK	0.353	0.528	0.364	0.00000	3.9137
PR02R	3.436	6.366	3.554	0.00000	4.6066
thermal2	5.991	10.345	6.142	0.00000	2.7941
FEM_3D_thermal1	0.063	0.163	0.066	0.00000	13.0046
olafu	0.164	0.335	0.179	0.00000	11.3143
amazon0302	0.877	2.272	0.922	0.00000	2.6784
adder_dcop_32	0.013	0.063	0.015	0.00000	1.4557
mhda416	0.006	0.049	0.008	0.00000	2.1350
rdist2	0.012	0.072	0.014	0.00000	8.1026
olm1000	0.005	0.043	0.007	0.00000	1.1585
webbase-1M	2.559	4.600	2.625	0.00000	2.3666
cant	0.936	2.078	0.984	0.00000	8.1448
af_1_k101	8.091	13.483	8.269	0.00000	4.2447
mhd4800a	0.016	0.080	0.018	0.00000	11.2265
thermal1	0.191	0.288	0.198	0.00000	5.8131
cop20k_A	1.193	1.983	1.224	0.00000	4.2885
bcsstk17	0.068	0.158	0.072	0.00000	11.9074
raefsky2	0.042	0.123	0.047	0.00000	12.3633
cage4	0.004	0.045	0.006	0.00000	0.0159
Cube_Coup_dt0	43.721	67.424	45.107	0.00001	5.5160
mcfe	0.023	0.065	0.037	0.00000	1.3016
west2021	0.005	0.047	0.007	0.00000	2.2306
ML_Laplace	9.903	15.604	10.339	0.00000	5.3356
lung2	0.105	0.262	0.114	0.00000	8.6126
af23560	0.068	0.168	0.072	0.00000	12.8522
dc1	0.316	0.933	0.337	0.00000	4.5525

Tabella 31: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.32 HLL v1 13 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.075	0.232	0.089	0.00000	1.7059
roadNet-PA	5.356	10.159	5.753	0.00000	1.0721
nlpkkt80	16.822	30.730	19.730	0.00001	2.8578
mac_econ_fwd500	5.268	6.797	5.843	0.00000	0.4359
thermomech_TK	0.352	0.637	0.381	0.00000	3.7356
PR02R	8.371	10.223	9.146	0.00000	1.7899
thermal2	9.407	13.696	9.827	0.00000	1.7463
FEM_3D_thermal1	0.065	0.189	0.072	0.00000	11.9301
olafu	0.245	0.703	0.265	0.00000	7.6598
amazon0302	0.858	2.308	0.956	0.00000	2.5839
adder_dcop_32	2.013	3.085	2.176	0.00000	0.0103
mhda416	0.048	0.115	0.053	0.00000	0.3237
rdist2	0.077	0.173	0.106	0.00000	1.0684
olm1000	0.014	0.055	0.016	0.00000	0.5113
webbase-1M	48.485	62.093	55.137	0.00001	0.1126
cant	1.468	2.894	1.719	0.00000	4.6621
af_1_k101	10.550	15.320	11.473	0.00000	3.0595
mhd4800a	0.051	0.122	0.058	0.00000	3.5007
thermal1	0.132	0.384	0.147	0.00000	7.8222
cop20k_A	1.592	2.437	1.765	0.00000	2.9745
bcsstk17	0.183	0.466	0.244	0.00000	3.5162
raefsky2	0.143	0.334	0.184	0.00000	3.1975
cage4	0.013	0.062	0.015	0.00000	0.0065
Cube_Coup_dt0	89.284	98.863	92.559	0.00001	2.6882
mcfe	0.100	0.171	0.124	0.00000	0.3938
west2021	0.018	0.091	0.024	0.00000	0.6081
ML_Laplace	12.306	14.930	13.216	0.00000	4.1740
lung2	0.117	0.396	0.137	0.00000	7.1999
af23560	0.071	0.196	0.080	0.00000	11.4669
dc1	163.839	176.303	167.285	0.00001	0.0092

Tabella 32: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.33 CSR v1 14 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.013	0.089	0.016	0.00000	9.4190
roadNet-PA	1.902	4.313	2.002	0.00000	3.0812
nlpkkt80	14.282	21.368	14.550	0.00000	3.8752
mac_econ_fwd500	0.369	1.419	0.404	0.00000	6.3081
thermomech_TK	0.367	0.538	0.378	0.00000	3.7669
PR02R	3.433	6.209	3.576	0.00000	4.5778
thermal2	6.830	9.581	7.031	0.00000	2.4407
FEM_3D_thermal1	0.059	0.153	0.062	0.00000	13.8812
olafu	0.143	0.397	0.151	0.00000	13.4555
amazon0302	0.947	2.336	0.996	0.00000	2.4808
adder_dcop_32	0.022	0.066	0.026	0.00000	0.8595
mhda416	0.006	0.051	0.008	0.00000	2.0447
rdist2	0.012	0.075	0.014	0.00000	7.8923
olm1000	0.005	0.046	0.007	0.00000	1.0993
webbase-1M	2.410	8.006	2.717	0.00000	2.2862
cant	0.906	2.203	0.957	0.00000	8.3734
af_1_k101	7.779	13.783	8.332	0.00000	4.2129
mhd4800a	0.016	0.080	0.018	0.00000	11.5952
thermal1	0.182	0.277	0.189	0.00000	6.0874
cop20k_A	1.137	2.640	1.211	0.00000	4.3348
bcsstk17	0.063	0.155	0.066	0.00000	12.9767
raefsky2	0.040	0.117	0.043	0.00000	13.6265
cage4	0.004	0.044	0.006	0.00000	0.0158
Cube_Coup_dt0	43.590	68.137	46.402	0.00003	5.3621
mcfe	0.006	0.063	0.009	0.00000	5.5815
west2021	0.005	0.046	0.006	0.00000	2.4018
ML_Laplace	9.700	14.531	10.008	0.00000	5.5123
lung2	0.099	0.206	0.104	0.00000	9.5032
af23560	0.066	0.157	0.069	0.00000	13.2757
dc1	0.316	0.880	0.337	0.00000	4.5423

Tabella 33: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.34 HLL v1 14 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.076	0.261	0.088	0.00000	1.7363
roadNet-PA	5.348	8.074	5.555	0.00000	1.1103
nlpkkt80	20.521	26.892	21.624	0.00000	2.6076
mac_econ_fwd500	4.701	6.962	5.243	0.00000	0.4857
thermomech_TK	0.328	0.639	0.371	0.00000	3.8380
PR02R	7.923	16.511	9.128	0.00000	1.7935
thermal2	8.995	20.375	9.596	0.00000	1.7883
FEM_3D_thermal1	0.066	0.187	0.072	0.00000	11.9880
olafu	0.247	0.702	0.267	0.00000	7.6076
amazon0302	0.820	1.285	0.898	0.00000	2.7515
adder_dcop_32	2.096	2.984	2.230	0.00000	0.0101
mhda416	0.051	0.107	0.054	0.00000	0.3144
rdist2	0.079	0.179	0.109	0.00000	1.0436
olm1000	0.014	0.067	0.016	0.00000	0.5003
webbase-1M	50.728	62.552	56.091	0.00001	0.1107
cant	1.276	2.784	1.526	0.00000	5.2523
af_1_k101	10.879	12.231	11.421	0.00000	3.0735
mhd4800a	0.051	0.110	0.059	0.00000	3.4600
thermal1	0.136	0.386	0.147	0.00000	7.8306
cop20k_A	1.562	2.518	1.736	0.00000	3.0232
bcsstk17	0.183	0.470	0.242	0.00000	3.5400
raefsky2	0.165	0.351	0.193	0.00000	3.0391
cage4	0.009	0.045	0.015	0.00000	0.0067
Cube_Coup_dt0	87.351	95.197	89.713	0.00000	2.7734
mcfe	0.100	0.170	0.124	0.00000	0.3935
west2021	0.020	0.075	0.024	0.00000	0.6175
ML_Laplace	11.371	18.713	12.288	0.00000	4.4893
lung2	0.115	0.400	0.135	0.00000	7.2927
af23560	0.072	0.180	0.079	0.00000	11.6595
dc1	163.578	173.167	166.834	0.00000	0.0092

Tabella 34: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.35 CSR v1 15 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ms]	Max( $T$ )[ms]	Avg( $T$ )[ms]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.013	0.139	0.017	0.00000	9.1599
roadNet-PA	1.905	4.266	1.987	0.00000	3.1043
nlpkkt80	11.640	22.157	14.722	0.00000	3.8300
mac_econ_fwd500	0.322	1.417	0.358	0.00000	7.1147
thermomech_TK	0.331	0.494	0.341	0.00000	4.1758
PR02R	3.424	6.602	3.514	0.00000	4.6583
thermal2	5.915	9.794	6.146	0.00000	2.7923
FEM_3D_thermal1	0.054	0.165	0.057	0.00000	14.9951
olafu	0.136	0.351	0.143	0.00000	14.2219
amazon0302	0.894	1.261	0.966	0.00000	2.5575
adder_dcop_32	0.012	0.063	0.017	0.00000	1.3258
mhda416	0.006	0.053	0.008	0.00000	2.1366
rdist2	0.011	0.071	0.014	0.00000	7.9829
olm1000	0.006	0.054	0.008	0.00000	1.0504
webbase-1M	2.519	4.827	2.599	0.00000	2.3901
cant	1.098	2.402	1.147	0.00000	6.9858
af_1_k101	7.770	13.178	7.985	0.00000	4.3957
mhd4800a	0.015	0.076	0.017	0.00000	11.8896
thermal1	0.175	0.266	0.181	0.00000	6.3537
cop20k_A	1.039	1.889	1.097	0.00000	4.7852
bcsstk17	0.059	0.155	0.064	0.00000	13.4794
raefsky2	0.040	0.121	0.043	0.00000	13.7462
cage4	0.004	0.035	0.006	0.00000	0.0160
Cube_Coup_dt0	46.962	71.898	48.372	0.00001	5.1437
mcfe	0.007	0.074	0.008	0.00000	5.8055
west2021	0.005	0.048	0.007	0.00000	2.1346
ML_Laplace	8.445	23.848	9.499	0.00001	5.8078
lung2	0.095	0.207	0.101	0.00000	9.7275
af23560	0.062	0.165	0.066	0.00000	13.8901
dc1	0.315	0.895	0.332	0.00000	4.6210

Tabella 35: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.36 HLL v1 15 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.076	0.258	0.089	0.00000	1.7032
roadNet-PA	4.997	8.520	5.210	0.00000	1.1838
nlpkkt80	18.708	29.702	19.655	0.00000	2.8688
mac_econ_fwd500	4.901	7.272	5.535	0.00000	0.4601
thermomech_TK	0.324	0.624	0.367	0.00000	3.8767
PR02R	7.836	10.590	8.687	0.00000	1.8844
thermal2	9.483	13.875	9.849	0.00000	1.7423
FEM_3D_thermal1	0.068	0.184	0.073	0.00000	11.7496
olafu	0.238	0.709	0.258	0.00000	7.8639
amazon0302	0.817	1.288	0.874	0.00000	2.8274
adder_dcop_32	2.085	2.997	2.214	0.00000	0.0102
mhda416	0.051	0.107	0.054	0.00000	0.3161
rdist2	0.081	0.202	0.110	0.00000	1.0371
olm1000	0.013	0.065	0.016	0.00000	0.5149
webbase-1M	48.347	60.966	55.927	0.00001	0.1111
cant	1.369	2.675	1.617	0.00000	4.9572
af_1_k101	10.405	16.464	11.254	0.00000	3.1190
mhd4800a	0.051	0.135	0.060	0.00000	3.4131
thermal1	0.134	0.376	0.145	0.00000	7.9016
cop20k_A	1.518	2.437	1.705	0.00000	3.0789
bcsstk17	0.211	0.472	0.244	0.00000	3.5189
raefsky2	0.151	0.330	0.195	0.00000	3.0142
cage4	0.013	0.057	0.016	0.00000	0.0063
Cube_Coup_dt0	87.088	97.677	92.659	0.00001	2.6852
mcfe	0.109	0.181	0.127	0.00000	0.3852
west2021	0.018	0.082	0.024	0.00000	0.6049
ML_Laplace	11.003	13.367	11.802	0.00000	4.6743
lung2	0.118	0.405	0.134	0.00000	7.3396
af23560	0.072	0.178	0.079	0.00000	11.6520
dc1	163.446	171.439	166.780	0.00000	0.0092

Tabella 36: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.37 CSR v1 16 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.013	0.089	0.015	0.00000	9.9303
roadNet-PA	1.951	4.299	2.055	0.00000	3.0011
nlpkkt80	14.072	21.198	14.343	0.00000	3.9312
mac_econ_fwd500	0.285	1.953	0.353	0.00000	7.2218
thermomech_TK	0.326	0.494	0.336	0.00000	4.2303
PR02R	3.461	6.299	3.550	0.00000	4.6113
thermal2	6.864	9.880	7.027	0.00000	2.4422
FEM_3D_thermal1	0.052	0.153	0.055	0.00000	15.6913
olafu	0.128	0.342	0.136	0.00000	14.9176
amazon0302	0.933	2.769	0.978	0.00000	2.5253
adder_dcop_32	0.011	0.065	0.014	0.00000	1.5533
mhda416	0.006	0.052	0.008	0.00000	2.0998
rdist2	0.011	0.073	0.014	0.00000	8.2369
olm1000	0.006	0.043	0.008	0.00000	1.0382
webbase-1M	2.521	4.647	2.609	0.00000	2.3810
cant	1.048	2.480	1.152	0.00000	6.9558
af_1_k101	7.755	13.035	7.978	0.00000	4.3998
mhd4800a	0.015	0.079	0.017	0.00000	12.1863
thermal1	0.166	0.260	0.173	0.00000	6.6310
cop20k_A	0.980	1.926	1.017	0.00000	5.1593
bcsstk17	0.058	0.146	0.061	0.00000	14.0013
raefsky2	0.038	0.124	0.042	0.00000	14.0363
cage4	0.005	0.038	0.006	0.00000	0.0151
Cube_Coup_dt0	47.276	82.608	48.748	0.00004	5.1040
mcfe	0.007	0.071	0.009	0.00000	5.7346
west2021	0.005	0.048	0.006	0.00000	2.3290
ML_Laplace	8.428	11.241	8.526	0.00000	6.4699
lung2	0.091	0.185	0.099	0.00000	9.9815
af23560	0.059	0.146	0.063	0.00000	14.5997
dc1	0.311	0.897	0.328	0.00000	4.6676

Tabella 37: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.38 HLL v1 16 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.076	0.227	0.092	0.00000	1.6483
roadNet-PA	5.051	8.658	5.237	0.00000	1.1777
nlpkkt80	19.935	24.565	21.108	0.00000	2.6712
mac_econ_fwd500	4.775	7.268	5.406	0.00000	0.4711
thermomech_TK	0.343	0.633	0.370	0.00000	3.8503
PR02R	7.816	10.711	8.791	0.00000	1.8622
thermal2	9.566	14.572	9.930	0.00000	1.7281
FEM_3D_thermal1	0.068	0.195	0.074	0.00000	11.6131
olafu	0.211	0.694	0.233	0.00000	8.7034
amazon0302	0.803	1.284	0.863	0.00000	2.8627
adder_dcop_32	2.076	3.602	2.258	0.00000	0.0100
mhda416	0.051	0.113	0.055	0.00000	0.3103
rdist2	0.082	0.178	0.109	0.00000	1.0453
olm1000	0.013	0.064	0.016	0.00000	0.5084
webbase-1M	48.622	60.160	54.600	0.00001	0.1138
cant	1.454	2.730	1.646	0.00000	4.8690
af_1_k101	9.431	14.996	10.234	0.00000	3.4299
mhd4800a	0.052	0.129	0.061	0.00000	3.3532
thermal1	0.132	0.371	0.145	0.00000	7.9261
cop20k_A	1.561	2.428	1.752	0.00000	2.9955
bcsstk17	0.183	0.461	0.252	0.00000	3.4005
raefsky2	0.149	0.330	0.193	0.00000	3.0368
cage4	0.013	0.065	0.015	0.00000	0.0064
Cube_Coup_dt0	86.020	96.222	89.866	0.00000	2.7687
mcfe	0.109	0.175	0.126	0.00000	0.3865
west2021	0.021	0.072	0.025	0.00000	0.5936
ML_Laplace	11.112	13.753	11.924	0.00000	4.6264
lung2	0.117	0.382	0.133	0.00000	7.3960
af23560	0.072	0.184	0.081	0.00000	11.4246
dc1	163.331	170.937	166.608	0.00000	0.0092

Tabella 38: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS



### 8.39 CSR v1 17 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.013	0.146	0.017	0.00000	9.1595
roadNet-PA	1.689	4.407	2.010	0.00000	3.0679
nlpkkt80	11.950	23.087	14.386	0.00000	3.9195
mac_econ_fwd500	0.273	0.760	0.294	0.00000	8.6528
thermomech_TK	0.320	0.488	0.329	0.00000	4.3277
PR02R	3.399	6.348	3.487	0.00000	4.6944
thermal2	6.845	9.869	6.978	0.00000	2.4591
FEM_3D_thermal1	0.049	0.134	0.052	0.00000	16.6526
olafu	0.125	0.365	0.137	0.00000	14.8145
amazon0302	0.838	1.312	0.858	0.00000	2.8774
adder_dcop_32	0.012	0.062	0.015	0.00000	1.4904
mhda416	0.006	0.051	0.008	0.00000	2.1093
rdist2	0.012	0.073	0.014	0.00000	8.1902
olm1000	0.006	0.047	0.008	0.00000	0.9983
webbase-1M	2.566	4.716	2.633	0.00000	2.3587
cant	1.033	2.294	1.073	0.00000	7.4721
af_1_k101	7.817	12.904	7.944	0.00000	4.4188
mhd4800a	0.015	0.079	0.016	0.00000	12.4321
thermal1	0.159	0.245	0.166	0.00000	6.9319
cop20k_A	0.972	1.967	1.006	0.00000	5.2149
bcsstk17	0.055	0.141	0.059	0.00000	14.5194
raefsky2	0.037	0.117	0.041	0.00000	14.4806
cage4	0.005	0.045	0.007	0.00000	0.0148
Cube_Coup_dt0	48.601	73.442	49.353	0.00001	5.0414
mcfe	0.006	0.066	0.008	0.00000	6.1051
west2021	0.006	0.043	0.007	0.00000	2.0531
ML_Laplace	8.434	11.778	8.716	0.00000	6.3294
lung2	0.087	0.170	0.092	0.00000	10.6670
af23560	0.057	0.156	0.060	0.00000	15.2294
dc1	0.318	0.900	0.336	0.00000	4.5666

Tabella 39: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

#### 8.40 HLL v1 17 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) [ $ms$ ]	Max( $T$ ) [ $ms$ ]	Avg( $T$ ) [ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.081	0.206	0.095	0.00000	1.5964
roadNet-PA	4.702	10.905	5.109	0.00000	1.2073
nlpkkt80	19.951	29.887	21.418	0.00000	2.6326
mac_econ_fwd500	4.489	6.974	5.076	0.00000	0.5018
thermomech_TK	0.337	0.626	0.366	0.00000	3.8841
PR02R	7.674	10.199	8.414	0.00000	1.9455
thermal2	9.549	14.304	9.999	0.00000	1.7163
FEM_3D_thermal1	0.064	0.182	0.070	0.00000	12.3911
olafu	0.212	0.707	0.233	0.00000	8.7088
amazon0302	0.794	1.279	0.863	0.00000	2.8602
adder_dcop_32	2.082	3.111	2.221	0.00000	0.0101
mhda416	0.051	0.120	0.054	0.00000	0.3193
rdist2	0.085	0.197	0.111	0.00000	1.0266
olm1000	0.013	0.075	0.016	0.00000	0.4909
webbase-1M	48.128	63.084	54.645	0.00001	0.1137
cant	1.439	3.086	1.659	0.00000	4.8299
af_1_k101	9.494	10.599	10.017	0.00000	3.5040
mhd4800a	0.054	0.116	0.061	0.00000	3.3635
thermal1	0.129	0.279	0.144	0.00000	7.9706
cop20k_A	1.649	2.644	1.809	0.00000	2.9007
bcsstk17	0.210	0.467	0.258	0.00000	3.3261
raefsky2	0.165	0.317	0.191	0.00000	3.0756
cage4	0.013	0.059	0.015	0.00000	0.0064
Cube_Coup_dt0	84.812	96.135	87.970	0.00000	2.8284
mcfe	0.108	0.198	0.127	0.00000	0.3838
west2021	0.018	0.079	0.025	0.00000	0.5912
ML_Laplace	11.322	13.717	12.153	0.00000	4.5394
lung2	0.113	0.375	0.133	0.00000	7.4160
af23560	0.071	0.199	0.080	0.00000	11.5682
dc1	163.408	170.748	166.102	0.00000	0.0092

Tabella 40: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

#### 8.41 CSR v1 18 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.013	0.089	0.015	0.00000	9.8976
roadNet-PA	2.129	4.806	2.230	0.00000	2.7658
nlpkkt80	14.429	21.991	14.638	0.00000	3.8519
mac_econ_fwd500	0.283	0.751	0.312	0.00000	8.1592
thermomech_TK	0.311	0.474	0.318	0.00000	4.4816
PR02R	3.412	6.432	3.529	0.00000	4.6386
thermal2	5.184	9.465	6.479	0.00000	2.6487
FEM_3D_thermal1	0.047	0.146	0.050	0.00000	17.1255
olafu	0.124	0.349	0.132	0.00000	15.4148
amazon0302	0.775	1.216	0.797	0.00000	3.0979
adder_dcop_32	0.012	0.057	0.014	0.00000	1.5843
mhda416	0.006	0.055	0.008	0.00000	2.0190
rdist2	0.011	0.073	0.013	0.00000	8.6082
olm1000	0.006	0.047	0.008	0.00000	0.9708
webbase-1M	2.490	4.841	2.574	0.00000	2.4127
cant	0.957	2.265	1.001	0.00000	8.0087
af_1_k101	7.337	13.114	7.801	0.00000	4.4996
mhd4800a	0.014	0.080	0.016	0.00000	12.6473
thermal1	0.152	0.244	0.160	0.00000	7.1912
cop20k_A	1.220	2.631	1.294	0.00000	4.0576
bcsstk17	0.052	0.154	0.056	0.00000	15.2822
raefsky2	0.036	0.114	0.039	0.00000	15.0608
cage4	0.005	0.042	0.007	0.00000	0.0145
Cube_Coup_dt0	41.718	85.136	49.668	0.00006	5.0095
mcfe	0.007	0.062	0.011	0.00000	4.2716
west2021	0.005	0.057	0.007	0.00000	2.2017
ML_Laplace	7.676	17.099	8.675	0.00000	6.3589
lung2	0.083	0.177	0.089	0.00000	11.0377
af23560	0.053	0.158	0.057	0.00000	16.1043
dc1	0.314	0.910	0.332	0.00000	4.6192

Tabella 41: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

#### 8.42 HLL v1 18 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) [ $ms$ ]	Max( $T$ ) [ $ms$ ]	Avg( $T$ ) [ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.083	0.279	0.096	0.00000	1.5940
roadNet-PA	5.021	9.275	5.266	0.00000	1.1713
nlpkkt80	19.758	24.899	20.949	0.00000	2.6915
mac_econ_fwd500	4.719	7.207	5.337	0.00000	0.4772
thermomech_TK	0.328	0.621	0.359	0.00000	3.9653
PR02R	7.469	11.250	8.541	0.00000	1.9167
thermal2	9.509	14.987	9.862	0.00000	1.7401
FEM_3D_thermal1	0.053	0.179	0.058	0.00000	14.9088
olafu	0.209	0.708	0.233	0.00000	8.6999
amazon0302	0.780	1.296	0.846	0.00000	2.9179
adder_dcop_32	2.097	3.106	2.227	0.00000	0.0101
mhda416	0.051	0.145	0.055	0.00000	0.3130
rdist2	0.081	0.184	0.113	0.00000	1.0069
olm1000	0.013	0.066	0.017	0.00000	0.4756
webbase-1M	44.318	69.319	51.145	0.00002	0.1214
cant	1.481	3.066	1.727	0.00000	4.6409
af_1_k101	9.364	11.488	9.985	0.00000	3.5155
mhd4800a	0.058	0.134	0.062	0.00000	3.3200
thermal1	0.133	0.382	0.145	0.00000	7.9122
cop20k_A	1.585	2.501	1.756	0.00000	2.9882
bcsstk17	0.182	0.458	0.262	0.00000	3.2725
raefsky2	0.164	0.323	0.195	0.00000	3.0164
cage4	0.013	0.063	0.015	0.00000	0.0063
Cube_Coup_dt0	83.893	93.537	86.740	0.00000	2.8685
mcfe	0.109	0.177	0.128	0.00000	0.3799
west2021	0.021	0.068	0.025	0.00000	0.5873
ML_Laplace	11.451	13.983	12.110	0.00000	4.5552
lung2	0.107	0.400	0.131	0.00000	7.4986
af23560	0.072	0.172	0.080	0.00000	11.5665
dc1	163.642	174.248	166.579	0.00001	0.0092

Tabella 42: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.43 CSR v1 19 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.013	0.096	0.016	0.00000	9.6187
roadNet-PA	1.915	4.937	2.267	0.00000	2.7201
nlpkkt80	14.406	22.567	14.769	0.00000	3.8179
mac_econ_fwd500	0.260	1.388	0.334	0.00000	7.6299
thermomech_TK	0.294	0.456	0.302	0.00000	4.7150
PR02R	3.432	6.425	3.520	0.00000	4.6501
thermal2	5.354	8.535	5.476	0.00000	3.1340
FEM_3D_thermal1	0.045	0.140	0.048	0.00000	18.0026
olafu	0.130	0.340	0.137	0.00000	14.7861
amazon0302	0.774	1.248	0.789	0.00000	3.1287
adder_dcop_32	0.012	0.056	0.014	0.00000	1.6111
mhda416	0.006	0.046	0.008	0.00000	2.1641
rdist2	0.011	0.078	0.014	0.00000	8.1139
olm1000	0.006	0.051	0.008	0.00000	0.9691
webbase-1M	2.424	4.662	2.500	0.00000	2.4840
cant	0.964	2.235	1.008	0.00000	7.9544
af_1_k101	7.349	11.511	7.481	0.00000	4.6924
mhd4800a	0.014	0.078	0.016	0.00000	13.0587
thermal1	0.148	0.235	0.154	0.00000	7.4395
cop20k_A	1.172	2.096	1.206	0.00000	4.3526
bcsstk17	0.049	0.151	0.053	0.00000	16.0610
raefsky2	0.035	0.110	0.038	0.00000	15.5059
cage4	0.005	0.038	0.007	0.00000	0.0143
Cube_Coup_dt0	57.408	89.419	58.388	0.00002	4.2614
mcfe	0.006	0.067	0.008	0.00000	5.9112
west2021	0.006	0.048	0.007	0.00000	2.0063
ML_Laplace	7.778	13.343	8.016	0.00000	6.8819
lung2	0.082	0.180	0.087	0.00000	11.2706
af23560	0.051	0.159	0.055	0.00000	16.8300
dc1	0.314	0.892	0.331	0.00000	4.6269

Tabella 43: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

#### 8.44 HLL v1 19 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.081	0.226	0.097	0.00000	1.5654
roadNet-PA	4.997	9.174	5.305	0.00000	1.1626
nlpkkt80	19.954	26.233	21.171	0.00000	2.6633
mac_econ_fwd500	4.359	7.119	4.873	0.00000	0.5226
thermomech_TK	0.334	0.626	0.357	0.00000	3.9896
PR02R	7.454	10.474	8.295	0.00000	1.9736
thermal2	9.612	15.270	10.004	0.00000	1.7154
FEM_3D_thermal1	0.053	0.181	0.069	0.00000	12.4326
olafu	0.207	0.716	0.244	0.00000	8.3343
amazon0302	0.761	1.281	0.834	0.00000	2.9599
adder_dcop_32	2.094	3.040	2.253	0.00000	0.0100
mhda416	0.051	0.114	0.055	0.00000	0.3120
rdist2	0.097	0.185	0.114	0.00000	0.9973
olm1000	0.013	0.074	0.016	0.00000	0.4944
webbase-1M	43.029	53.146	48.858	0.00001	0.1271
cant	1.571	4.117	1.914	0.00000	4.1881
af_1_k101	9.543	10.617	9.996	0.00000	3.5117
mhd4800a	0.058	1.511	0.089	0.00000	2.2895
thermal1	0.135	0.377	0.146	0.00000	7.8719
cop20k_A	1.593	2.525	1.833	0.00000	2.8630
bcsstk17	0.225	0.496	0.269	0.00000	3.1856
raefsky2	0.143	0.352	0.193	0.00000	3.0378
cage4	0.013	0.050	0.016	0.00000	0.0062
Cube_Coup_dt0	68.654	113.832	73.660	0.00006	3.3778
mcfe	0.125	0.192	0.129	0.00000	0.3773
west2021	0.021	0.073	0.025	0.00000	0.5784
ML_Laplace	11.410	31.610	12.873	0.00001	4.2854
lung2	0.105	0.412	0.136	0.00000	7.2673
af23560	0.072	0.175	0.081	0.00000	11.4241
dc1	163.489	170.940	166.670	0.00000	0.0092

Tabella 44: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

#### 8.45 CSR v1 20 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.014	0.140	0.017	0.00000	8.7754
roadNet-PA	2.014	5.041	2.239	0.00000	2.7545
nlpkkt80	14.493	22.218	15.025	0.00000	3.7527
mac_econ_fwd500	0.250	0.778	0.270	0.00000	9.4183
thermomech_TK	0.284	0.440	0.292	0.00000	4.8709
PR02R	3.562	6.395	3.763	0.00000	4.3508
thermal2	4.292	8.371	5.354	0.00000	3.2055
FEM_3D_thermal1	0.043	0.149	0.046	0.00000	18.6477
olafu	0.136	0.331	0.143	0.00000	14.2123
amazon0302	0.709	1.209	0.729	0.00000	3.3899
adder_dcop_32	0.012	0.072	0.014	0.00000	1.5957
mhda416	0.007	0.056	0.009	0.00000	1.9826
rdist2	0.011	0.073	0.014	0.00000	8.2081
olm1000	0.007	0.043	0.009	0.00000	0.9209
webbase-1M	2.365	4.625	2.439	0.00000	2.5467
cant	0.898	2.290	0.943	0.00000	8.4987
af_1_k101	7.406	11.974	7.715	0.00000	4.5495
mhd4800a	0.014	0.077	0.016	0.00000	13.0502
thermal1	0.145	0.274	0.155	0.00000	7.4011
cop20k_A	1.141	2.073	1.171	0.00000	4.4818
bcsstk17	0.048	0.145	0.052	0.00000	16.5130
raefsky2	0.034	0.110	0.037	0.00000	16.0820
cage4	0.005	0.040	0.007	0.00000	0.0144
Cube_Coup_dt0	38.667	101.993	49.275	0.00022	5.0494
mcfe	0.008	0.067	0.010	0.00000	4.7435
west2021	0.005	0.093	0.009	0.00000	1.7039
ML_Laplace	8.147	18.939	9.187	0.00000	6.0044
lung2	0.079	0.183	0.084	0.00000	11.6917
af23560	0.049	0.137	0.053	0.00000	17.5278
dc1	0.315	0.902	0.335	0.00000	4.5774

Tabella 45: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

#### 8.46 HLL v1 20 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) [ms]	Max( $T$ ) [ms]	Avg( $T$ ) [ms]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.081	0.237	0.097	0.00000	1.5683
roadNet-PA	5.098	9.317	5.379	0.00000	1.1465
nlpkkt80	20.239	27.197	21.293	0.00000	2.6481
mac_econ_fwd500	4.540	6.865	5.106	0.00000	0.4988
thermomech_TK	0.327	0.660	0.350	0.00000	4.0633
PR02R	7.318	10.168	8.468	0.00000	1.9333
thermal2	9.617	15.479	9.973	0.00000	1.7207
FEM_3D_thermal1	0.055	0.175	0.072	0.00000	11.9209
olafu	0.204	0.697	0.237	0.00000	8.5811
amazon0302	0.755	1.298	0.820	0.00000	3.0123
adder_dcop_32	2.097	3.105	2.282	0.00000	0.0099
mhda416	0.051	0.124	0.054	0.00000	0.3149
rdist2	0.098	0.189	0.114	0.00000	0.9997
olm1000	0.014	0.069	0.016	0.00000	0.4894
webbase-1M	40.689	55.013	45.936	0.00001	0.1352
cant	1.707	3.749	1.995	0.00000	4.0178
af_1_k101	9.445	12.026	10.160	0.00000	3.4550
mhd4800a	0.058	0.131	0.063	0.00000	3.2673
thermal1	0.129	0.383	0.142	0.00000	8.0834
cop20k_A	1.535	3.118	1.848	0.00000	2.8408
bcsstk17	0.183	0.515	0.268	0.00000	3.2022
raefsky2	0.166	0.331	0.199	0.00000	2.9575
cage4	0.013	0.065	0.017	0.00000	0.0058
Cube_Coup_dt0	79.625	89.192	82.070	0.00000	3.0317
mcfe	0.125	0.185	0.129	0.00000	0.3771
west2021	0.022	0.067	0.025	0.00000	0.5735
ML_Laplace	11.695	14.020	12.569	0.00000	4.3891
lung2	0.103	0.362	0.132	0.00000	7.4751
af23560	0.073	0.179	0.080	0.00000	11.4687
dc1	165.763	172.364	168.168	0.00000	0.0091

Tabella 46: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS



#### 8.47 CSR v1 21 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.014	0.093	0.018	0.00000	8.6734
roadNet-PA	2.044	4.894	2.116	0.00000	2.9151
nlpkkt80	14.816	22.714	15.062	0.00000	3.7436
mac_econ_fwd500	0.259	1.663	0.305	0.00000	8.3522
thermomech_TK	0.281	0.433	0.288	0.00000	4.9343
PR02R	3.671	6.698	3.751	0.00000	4.3647
thermal2	6.550	9.397	6.636	0.00000	2.5858
FEM_3D_thermal1	0.043	0.726	0.058	0.00000	14.7781
olafu	0.137	0.332	0.145	0.00000	13.9586
amazon0302	0.687	1.180	0.706	0.00000	3.4970
adder_dcop_32	0.011	0.062	0.014	0.00000	1.5754
mhda416	0.006	0.052	0.008	0.00000	2.1985
rdist2	0.011	0.075	0.014	0.00000	8.1431
olm1000	0.006	0.052	0.009	0.00000	0.9354
webbase-1M	2.319	4.659	2.517	0.00000	2.4678
cant	0.867	2.318	0.926	0.00000	8.6582
af_1_k101	7.786	12.057	7.893	0.00000	4.4471
mhd4800a	0.014	0.669	0.029	0.00000	7.0516
thermal1	0.144	0.253	0.150	0.00000	7.6358
cop20k_A	1.092	2.053	1.123	0.00000	4.6745
bcsstk17	0.046	0.139	0.061	0.00000	14.1636
raefsky2	0.033	0.107	0.037	0.00000	16.0128
cage4	0.005	0.037	0.007	0.00000	0.0142
Cube_Coup_dt0	52.505	92.349	54.697	0.00003	4.5489
mcfe	0.009	0.707	0.024	0.00000	2.0005
west2021	0.008	0.510	0.019	0.00000	0.7645
ML_Laplace	8.730	11.694	8.832	0.00000	6.2461
lung2	0.078	0.178	0.086	0.00000	11.4676
af23560	0.048	0.142	0.052	0.00000	17.7861
dc1	0.315	0.926	0.332	0.00000	4.6172

Tabella 47: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

#### 8.48 HLL v1 21 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.090	0.194	0.110	0.00000	1.3856
roadNet-PA	5.084	9.390	5.405	0.00000	1.1411
nlpkkt80	20.457	25.457	21.439	0.00000	2.6300
mac_econ_fwd500	4.553	6.948	5.043	0.00000	0.5051
thermomech_TK	0.307	0.634	0.337	0.00000	4.2269
PR02R	7.768	10.258	8.501	0.00000	1.9257
thermal2	9.730	15.450	10.145	0.00000	1.6915
FEM_3D_thermal1	0.055	0.188	0.073	0.00000	11.7520
olafu	0.240	0.780	0.302	0.00000	6.7218
amazon0302	0.767	1.309	0.833	0.00000	2.9637
adder_dcop_32	2.119	3.300	2.295	0.00000	0.0098
mhda416	0.051	0.113	0.055	0.00000	0.3111
rdist2	0.097	0.201	0.115	0.00000	0.9880
olm1000	0.013	0.064	0.016	0.00000	0.4973
webbase-1M	41.351	55.726	44.956	0.00001	0.1382
cant	1.608	2.857	1.927	0.00000	4.1588
af_1_k101	9.318	15.185	10.155	0.00000	3.4567
mhd4800a	0.059	4.031	0.148	0.00000	1.3843
thermal1	0.132	0.390	0.153	0.00000	7.5011
cop20k_A	1.606	3.115	1.850	0.00000	2.8370
bcsstk17	0.184	0.494	0.269	0.00000	3.1918
raefsky2	0.171	0.331	0.194	0.00000	3.0216
cage4	0.014	0.057	0.016	0.00000	0.0063
Cube_Coup_dt0	72.132	100.085	79.374	0.00005	3.1347
mcfe	0.119	8.715	0.304	0.00000	0.1607
west2021	0.024	4.415	0.114	0.00000	0.1283
ML_Laplace	11.401	13.963	12.477	0.00000	4.4213
lung2	0.104	0.359	0.131	0.00000	7.5334
af23560	0.075	0.184	0.085	0.00000	10.8557
dc1	164.198	172.644	168.387	0.00000	0.0091

Tabella 48: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

#### 8.49 CSR v1 22 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.015	0.106	0.019	0.00000	8.2006
roadNet-PA	2.159	5.019	2.239	0.00000	2.7549
nlpkkt80	14.763	22.029	15.774	0.00000	3.5745
mac_econ_fwd500	0.228	0.766	0.257	0.00000	9.9079
thermomech_TK	0.272	0.450	0.279	0.00000	5.0938
PR02R	3.582	6.662	3.739	0.00000	4.3784
thermal2	5.998	8.972	6.320	0.00000	2.7153
FEM_3D_thermal1	0.042	0.563	0.054	0.00000	15.9232
olafu	0.128	0.332	0.139	0.00000	14.5701
amazon0302	0.660	1.186	0.678	0.00000	3.6430
adder_dcop_32	0.011	0.580	0.024	0.00000	0.9517
mhda416	0.009	0.212	0.015	0.00000	1.1088
rdist2	0.013	0.805	0.030	0.00000	3.8475
olm1000	0.006	0.601	0.019	0.00000	0.4156
webbase-1M	2.226	4.587	2.305	0.00000	2.6944
cant	0.838	2.207	0.897	0.00000	8.9397
af_1_k101	7.598	13.655	8.144	0.00000	4.3103
mhd4800a	0.015	0.725	0.030	0.00000	6.7251
thermal1	0.136	0.257	0.141	0.00000	8.1323
cop20k_A	1.061	2.013	1.094	0.00000	4.7968
bcsstk17	0.046	0.207	0.051	0.00000	16.8999
raefsky2	0.032	1.049	0.053	0.00000	10.9744
cage4	0.006	5.237	0.112	0.00000	0.0009
Cube_Coup_dt0	35.414	69.667	43.525	0.00005	5.7165
mcfe	0.010	1.128	0.034	0.00000	1.4348
west2021	0.007	4.946	0.107	0.00000	0.1368
ML_Laplace	8.646	12.225	8.767	0.00000	6.2924
lung2	0.074	0.185	0.089	0.00000	11.1020
af23560	0.047	2.528	0.101	0.00000	9.1619
dc1	0.319	4.809	0.427	0.00000	3.5866

Tabella 49: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.50 HLL v1 22 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.089	0.219	0.111	0.00000	1.3665
roadNet-PA	5.430	9.523	5.660	0.00000	1.0898
nlpkkt80	18.804	27.984	20.281	0.00000	2.7802
mac_econ_fwd500	4.389	6.922	5.014	0.00000	0.5080
thermomech_TK	0.305	0.636	0.335	0.00000	4.2533
PR02R	7.747	10.239	8.640	0.00000	1.8946
thermal2	9.851	15.219	10.251	0.00000	1.6740
FEM_3D_thermal1	0.055	1.699	0.105	0.00000	8.2255
olafu	0.227	0.765	0.301	0.00000	6.7444
amazon0302	0.751	1.277	0.826	0.00000	2.9918
adder_dcop_32	2.146	3.098	2.280	0.00000	0.0099
mhda416	0.052	1.893	0.093	0.00000	0.1848
rdist2	0.098	0.285	0.118	0.00000	0.9669
olm1000	0.014	1.580	0.075	0.00000	0.1065
webbase-1M	41.143	51.001	45.540	0.00000	0.1364
cant	1.644	2.861	2.015	0.00000	3.9775
af_1_k101	8.831	16.308	9.519	0.00000	3.6877
mhd4800a	0.056	1.038	0.089	0.00000	2.3088
thermal1	0.133	0.912	0.163	0.00000	7.0494
cop20k_A	1.647	3.337	1.889	0.00000	2.7782
bcsstk17	0.193	1.774	0.302	0.00000	2.8365
raefsky2	0.169	0.335	0.194	0.00000	3.0259
cage4	0.014	2.268	0.060	0.00000	0.0016
Cube_Coup_dt0	83.622	92.440	86.344	0.00000	2.8817
mcfe	0.094	0.861	0.143	0.00000	0.3398
west2021	0.024	1.076	0.047	0.00000	0.3086
ML_Laplace	11.892	14.110	12.680	0.00000	4.3506
lung2	0.107	0.394	0.130	0.00000	7.6004
af23560	0.054	5.778	0.184	0.00000	5.0152
dc1	166.569	267.380	178.356	0.00052	0.0086

Tabella 50: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.51 CSR v1 23 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.016	0.105	0.020	0.00000	7.8096
roadNet-PA	2.109	4.867	2.198	0.00000	2.8061
nlpkkt80	15.378	22.841	15.696	0.00000	3.5924
mac_econ_fwd500	0.220	0.839	0.241	0.00000	10.5676
thermomech_TK	0.263	0.440	0.271	0.00000	5.2473
PR02R	3.720	6.709	3.815	0.00000	4.2909
thermal2	6.092	8.984	6.210	0.00000	2.7634
FEM_3D_thermal1	0.041	1.605	0.075	0.00000	11.5396
olafu	0.119	0.363	0.136	0.00000	14.9460
amazon0302	0.651	1.190	0.679	0.00000	3.6361
adder_dcop_32	0.012	0.831	0.029	0.00000	0.7742
mhda416	0.009	1.151	0.033	0.00000	0.5226
rdist2	0.013	0.345	0.027	0.00000	4.2586
olm1000	0.007	4.274	0.094	0.00000	0.0850
webbase-1M	2.206	4.524	2.310	0.00000	2.6890
cant	0.825	2.384	0.889	0.00000	9.0171
af_1_k101	7.891	13.667	8.063	0.00000	4.3536
mhd4800a	0.015	0.783	0.032	0.00000	6.4414
thermal1	0.141	0.317	0.151	0.00000	7.5986
cop20k_A	1.051	1.958	1.079	0.00000	4.8637
bcsstk17	0.044	2.917	0.103	0.00000	8.3628
raefsky2	0.031	3.643	0.108	0.00000	5.4405
cage4	0.006	0.960	0.027	0.00000	0.0037
Cube_Coup_dt0	44.686	61.960	46.401	0.00001	5.3623
mcfe	0.008	0.991	0.029	0.00000	1.6965
west2021	0.009	3.011	0.070	0.00000	0.2081
ML_Laplace	7.920	12.271	8.446	0.00000	6.5316
lung2	0.076	0.186	0.088	0.00000	11.1574
af23560	0.047	0.380	0.055	0.00000	16.6809
dc1	0.314	0.905	0.332	0.00000	4.6170

Tabella 51: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.52 HLL v1 23 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.093	0.224	0.112	0.00000	1.3660
roadNet-PA	3.785	11.990	4.225	0.00000	1.4597
nlpkkt80	17.813	29.727	20.829	0.00000	2.7070
mac_econ_fwd500	4.720	6.882	5.084	0.00000	0.5010
thermomech_TK	0.300	0.648	0.332	0.00000	4.2862
PR02R	7.772	10.398	8.549	0.00000	1.9149
thermal2	9.720	15.373	10.099	0.00000	1.6992
FEM_3D_thermal1	0.056	0.190	0.077	0.00000	11.1641
olafu	0.190	0.777	0.314	0.00000	6.4663
amazon0302	0.745	1.284	0.820	0.00000	3.0118
adder_dcop_32	2.135	3.179	2.291	0.00000	0.0098
mhda416	0.044	2.810	0.109	0.00000	0.1576
rdist2	0.077	2.460	0.158	0.00000	0.7211
olm1000	0.014	0.447	0.024	0.00000	0.3297
webbase-1M	42.207	55.012	47.069	0.00001	0.1320
cant	1.728	2.933	2.077	0.00000	3.8581
af_1_k101	8.884	10.804	9.438	0.00000	3.7192
mhd4800a	0.055	1.019	0.089	0.00000	2.2922
thermal1	0.130	2.015	0.191	0.00000	6.0180
cop20k_A	1.567	2.534	1.863	0.00000	2.8173
bcsstk17	0.192	0.619	0.267	0.00000	3.2128
raefsky2	0.161	0.337	0.196	0.00000	2.9932
cage4	0.014	1.050	0.036	0.00000	0.0027
Cube_Coup_dt0	79.697	94.719	84.721	0.00001	2.9368
mcfe	0.096	0.676	0.141	0.00000	0.3460
west2021	0.024	1.081	0.048	0.00000	0.3028
ML_Laplace	11.989	14.006	12.799	0.00000	4.3102
lung2	0.105	0.592	0.139	0.00000	7.0709
af23560	0.050	1.337	0.092	0.00000	10.0534
dc1	173.568	328.253	227.287	0.00085	0.0067

Tabella 52: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.53 CSR v1 24 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ms]	Max( $T$ )[ms]	Avg( $T$ )[ms]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.016	0.097	0.019	0.00000	8.0097
roadNet-PA	2.023	4.945	2.150	0.00000	2.8681
nlpkkt80	15.355	23.218	15.880	0.00000	3.5507
mac_econ_fwd500	0.218	0.836	0.241	0.00000	10.5883
thermomech_TK	0.258	0.452	0.265	0.00000	5.3771
PR02R	3.790	8.440	3.920	0.00000	4.1764
thermal2	5.331	8.585	5.779	0.00000	2.9696
FEM_3D_thermal1	0.040	0.595	0.052	0.00000	16.4859
olafu	0.111	0.385	0.130	0.00000	15.5804
amazon0302	0.662	1.234	0.680	0.00000	3.6334
adder_dcop_32	0.010	0.792	0.028	0.00000	0.8137
mhda416	0.008	0.215	0.013	0.00000	1.2841
rdist2	0.013	0.097	0.016	0.00000	7.1502
olm1000	0.007	1.227	0.032	0.00000	0.2478
webbase-1M	2.166	4.502	2.250	0.00000	2.7610
cant	0.820	2.353	0.889	0.00000	9.0136
af_1_k101	7.761	11.989	7.875	0.00000	4.4576
mhd4800a	0.014	0.755	0.030	0.00000	6.8757
thermal1	0.137	0.290	0.145	0.00000	7.9119
cop20k_A	1.047	1.976	1.079	0.00000	4.8649
bcsstk17	0.044	2.893	0.102	0.00000	8.4078
raefsky2	0.031	0.257	0.037	0.00000	15.8745
cage4	0.007	0.461	0.017	0.00000	0.0057
Cube_Coup_dt0	44.017	74.885	46.831	0.00004	5.3130
mcfe	0.014	0.216	0.021	0.00000	2.3638
west2021	0.008	2.914	0.067	0.00000	0.2184
ML_Laplace	7.332	16.011	8.055	0.00000	6.8489
lung2	0.084	0.204	0.096	0.00000	10.2765
af23560	0.045	0.981	0.066	0.00000	13.8583
dc1	0.315	0.922	0.332	0.00000	4.6227

Tabella 53: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.54 HLL v1 24 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.096	0.198	0.114	0.00000	1.3382
roadNet-PA	5.160	10.038	5.422	0.00000	1.1376
nlpkkt80	19.971	29.089	21.086	0.00000	2.6740
mac_econ_fwd500	4.605	6.931	5.054	0.00000	0.5039
thermomech_TK	0.282	0.634	0.321	0.00000	4.4390
PR02R	7.803	10.508	8.617	0.00000	1.8997
thermal2	9.703	15.922	10.215	0.00000	1.6800
FEM_3D_thermal1	0.056	0.197	0.077	0.00000	11.2253
olafu	0.201	0.827	0.323	0.00000	6.2815
amazon0302	0.730	1.334	0.811	0.00000	3.0459
adder_dcop_32	2.157	3.152	2.326	0.00000	0.0097
mhda416	0.052	0.924	0.072	0.00000	0.2381
rdist2	0.078	2.090	0.152	0.00000	0.7480
olm1000	0.015	0.871	0.034	0.00000	0.2341
webbase-1M	42.904	51.806	46.883	0.00000	0.1325
cant	1.805	2.975	2.065	0.00000	3.8810
af_1_k101	8.945	9.794	9.380	0.00000	3.7420
mhd4800a	0.057	0.981	0.088	0.00000	2.3286
thermal1	0.132	0.709	0.174	0.00000	6.5946
cop20k_A	1.651	2.517	1.845	0.00000	2.8449
bcsstk17	0.199	0.606	0.270	0.00000	3.1747
raefsky2	0.148	0.515	0.199	0.00000	2.9488
cage4	0.014	1.047	0.037	0.00000	0.0027
Cube_Coup_dt0	81.266	89.272	82.831	0.00000	3.0039
mcfe	0.095	0.663	0.141	0.00000	0.3467
west2021	0.024	0.980	0.048	0.00000	0.3067
ML_Laplace	12.257	21.768	14.066	0.00000	3.9218
lung2	0.095	0.502	0.137	0.00000	7.2143
af23560	0.049	1.571	0.096	0.00000	9.5688
dc1	175.680	267.945	216.497	0.00032	0.0071

Tabella 54: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS



### 8.55 CSR v1 25 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.016	0.268	0.023	0.00000	6.7386
roadNet-PA	1.884	5.057	1.979	0.00000	3.1166
nlpkkt80	15.110	22.640	15.480	0.00000	3.6424
mac_econ_fwd500	0.204	1.219	0.231	0.00000	11.0019
thermomech_TK	0.262	0.451	0.270	0.00000	5.2752
PR02R	3.635	6.527	3.739	0.00000	4.3785
thermal2	4.786	8.021	5.214	0.00000	3.2910
FEM_3D_thermal1	0.040	0.174	0.043	0.00000	19.8179
olafu	0.103	1.512	0.149	0.00000	13.5973
amazon0302	0.650	2.036	0.699	0.00000	3.5318
adder_dcop_32	0.011	0.842	0.029	0.00000	0.7634
mhda416	0.009	0.248	0.015	0.00000	1.1132
rdist2	0.013	1.086	0.037	0.00000	3.1125
olm1000	0.008	0.234	0.014	0.00000	0.5602
webbase-1M	2.146	4.527	2.226	0.00000	2.7903
cant	0.796	2.385	0.852	0.00000	9.4022
af_1_k101	7.624	11.897	7.758	0.00000	4.5246
mhd4800a	0.015	0.790	0.032	0.00000	6.4687
thermal1	0.135	0.301	0.141	0.00000	8.1230
cop20k_A	0.998	1.942	1.042	0.00000	5.0381
bcsstk17	0.043	3.036	0.104	0.00000	8.2586
raefsky2	0.030	3.769	0.105	0.00000	5.5665
cage4	0.007	0.439	0.017	0.00000	0.0057
Cube_Coup_dt0	33.901	70.145	36.022	0.00003	6.9072
mcfe	0.009	3.750	0.089	0.00000	0.5484
west2021	0.009	1.957	0.049	0.00000	0.2959
ML_Laplace	7.499	35.697	8.775	0.00002	6.2867
lung2	0.085	0.200	0.099	0.00000	9.9558
af23560	0.045	0.158	0.049	0.00000	18.6335
dc1	0.318	1.275	0.356	0.00000	4.3089

Tabella 55: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.56 HLL v1 25 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.089	0.316	0.117	0.00000	1.3011
roadNet-PA	5.137	10.040	5.501	0.00000	1.1212
nlpkkt80	20.723	26.609	21.752	0.00000	2.5922
mac_econ_fwd500	4.585	6.994	5.121	0.00000	0.4973
thermomech_TK	0.272	0.784	0.312	0.00000	4.5617
PR02R	7.891	10.078	8.665	0.00000	1.8893
thermal2	8.399	16.877	8.964	0.00000	1.9144
FEM_3D_thermal1	0.057	0.228	0.078	0.00000	11.1093
olafu	0.188	1.086	0.317	0.00000	6.3958
amazon0302	0.709	1.327	0.805	0.00000	3.0672
adder_dcop_32	2.143	3.019	2.321	0.00000	0.0097
mhda416	0.052	4.666	0.147	0.00000	0.1169
rdist2	0.080	0.204	0.114	0.00000	0.9995
olm1000	0.014	0.774	0.033	0.00000	0.2459
webbase-1M	36.156	53.853	43.463	0.00002	0.1429
cant	1.890	2.814	2.087	0.00000	3.8410
af_1_k101	9.026	10.936	9.469	0.00000	3.7071
mhd4800a	0.061	0.996	0.089	0.00000	2.3084
thermal1	0.130	0.623	0.170	0.00000	6.7414
cop20k_A	1.639	2.518	1.870	0.00000	2.8067
bcsstk17	0.199	1.230	0.281	0.00000	3.0537
raefsky2	0.146	0.386	0.196	0.00000	2.9888
cage4	0.015	1.002	0.036	0.00000	0.0027
Cube_Coup_dt0	81.977	94.171	85.118	0.00000	2.9231
mcfe	0.098	0.623	0.140	0.00000	0.3485
west2021	0.024	0.883	0.046	0.00000	0.3191
ML_Laplace	14.072	17.058	14.848	0.00000	3.7153
lung2	0.093	2.893	0.185	0.00000	5.3241
af23560	0.050	1.656	0.101	0.00000	9.1440
dc1	177.767	277.190	214.557	0.00027	0.0071

Tabella 56: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.57 CSR v1 26 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.015	0.104	0.019	0.00000	8.1308
roadNet-PA	1.954	5.106	2.064	0.00000	2.9879
nlpkkt80	15.267	22.552	15.588	0.00000	3.6172
mac_econ_fwd500	0.198	0.923	0.222	0.00000	11.4623
thermomech_TK	0.260	0.475	0.268	0.00000	5.3107
PR02R	3.596	6.545	3.694	0.00000	4.4318
thermal2	5.373	7.856	5.453	0.00000	3.1468
FEM_3D_thermal1	0.037	0.179	0.043	0.00000	19.9903
olafu	0.103	0.408	0.116	0.00000	17.5007
amazon0302	0.615	1.161	0.640	0.00000	3.8563
adder_dcop_32	0.011	0.788	0.028	0.00000	0.8090
mhda416	0.009	0.182	0.013	0.00000	1.3221
rdist2	0.014	0.251	0.020	0.00000	5.5874
olm1000	0.008	1.129	0.031	0.00000	0.2566
webbase-1M	2.084	4.428	2.172	0.00000	2.8593
cant	0.784	2.362	0.845	0.00000	9.4826
af_1_k101	7.539	13.180	7.834	0.00000	4.4805
mhd4800a	0.014	0.729	0.029	0.00000	6.9461
thermal1	0.133	0.312	0.141	0.00000	8.1438
cop20k_A	1.006	1.899	1.035	0.00000	5.0718
bcsstk17	0.042	3.009	0.102	0.00000	8.3645
raefsky2	0.030	0.269	0.036	0.00000	16.2234
cage4	0.008	5.230	0.113	0.00000	0.0009
Cube_Coup_dt0	45.575	72.209	46.580	0.00001	5.3416
mcfe	0.013	0.846	0.034	0.00000	1.4315
west2021	0.009	0.864	0.028	0.00000	0.5270
ML_Laplace	8.610	12.914	8.774	0.00000	6.2871
lung2	0.093	0.223	0.103	0.00000	9.6028
af23560	0.045	0.164	0.052	0.00000	17.6023
dc1	0.318	1.151	0.343	0.00000	4.4624

Tabella 57: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.58 HLL v1 26 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.094	0.229	0.116	0.00000	1.3107
roadNet-PA	5.421	10.560	5.675	0.00000	1.0867
nlpkkt80	20.481	25.218	21.794	0.00000	2.5871
mac_econ_fwd500	4.498	6.940	5.107	0.00000	0.4987
thermomech_TK	0.266	1.235	0.317	0.00000	4.4829
PR02R	7.996	10.370	8.844	0.00000	1.8511
thermal2	9.843	16.281	10.215	0.00000	1.6799
FEM_3D_thermal1	0.056	0.260	0.077	0.00000	11.1357
olafu	0.182	0.886	0.314	0.00000	6.4743
amazon0302	0.728	1.315	0.809	0.00000	3.0512
adder_dcop_32	2.134	3.554	2.319	0.00000	0.0097
mhda416	0.052	0.293	0.059	0.00000	0.2907
rdist2	0.083	0.376	0.120	0.00000	0.9509
olm1000	0.015	0.768	0.032	0.00000	0.2496
webbase-1M	35.939	44.700	39.529	0.00000	0.1571
cant	1.740	2.887	2.123	0.00000	3.7754
af_1_k101	8.936	11.015	9.481	0.00000	3.7023
mhd4800a	0.058	0.966	0.089	0.00000	2.2933
thermal1	0.127	1.052	0.179	0.00000	6.4268
cop20k_A	1.612	2.541	1.897	0.00000	2.7674
bcsstk17	0.201	2.371	0.302	0.00000	2.8382
raefsky2	0.168	0.374	0.199	0.00000	2.9568
cage4	0.014	0.991	0.036	0.00000	0.0027
Cube_Coup_dt0	83.499	96.657	85.306	0.00000	2.9167
mcfe	0.102	0.647	0.140	0.00000	0.3478
west2021	0.025	0.883	0.045	0.00000	0.3264
ML_Laplace	13.933	16.623	14.877	0.00000	3.7081
lung2	0.094	0.836	0.144	0.00000	6.8233
af23560	0.052	1.249	0.092	0.00000	10.0178
dc1	164.451	292.222	218.559	0.00103	0.0070

Tabella 58: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.59 CSR v1 27 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.016	0.105	0.020	0.00000	7.8040
roadNet-PA	1.999	5.236	2.099	0.00000	2.9385
nlpkkt80	15.129	23.224	15.373	0.00000	3.6677
mac_econ_fwd500	0.192	0.903	0.213	0.00000	11.9489
thermomech_TK	0.286	0.487	0.294	0.00000	4.8349
PR02R	3.592	6.610	3.678	0.00000	4.4510
thermal2	5.211	7.848	5.335	0.00000	3.2169
FEM_3D_thermal1	0.038	0.195	0.042	0.00000	20.3329
olafu	0.092	0.445	0.111	0.00000	18.2804
amazon0302	0.614	1.179	0.631	0.00000	3.9149
adder_dcop_32	0.013	0.789	0.030	0.00000	0.7495
mhda416	0.009	3.238	0.075	0.00000	0.2292
rdist2	0.014	0.120	0.018	0.00000	6.1600
olm1000	0.009	1.789	0.046	0.00000	0.1725
webbase-1M	2.085	4.520	2.174	0.00000	2.8575
cant	0.778	2.358	0.836	0.00000	9.5824
af_1_k101	7.168	14.216	7.722	0.00000	4.5458
mhd4800a	0.014	1.746	0.052	0.00000	3.9301
thermal1	0.131	0.314	0.139	0.00000	8.2798
cop20k_A	0.944	1.873	0.993	0.00000	5.2880
bcsstk17	0.041	0.161	0.045	0.00000	19.1962
raefsky2	0.029	0.465	0.038	0.00000	15.3786
cage4	0.007	0.593	0.021	0.00000	0.0048
Cube_Coup_dt0	45.756	67.509	49.782	0.00003	4.9981
mcfe	0.009	0.731	0.030	0.00000	1.6093
west2021	0.009	0.868	0.028	0.00000	0.5233
ML_Laplace	8.545	12.910	8.715	0.00000	6.3299
lung2	0.093	0.241	0.105	0.00000	9.4116
af23560	0.043	0.185	0.049	0.00000	18.6960
dc1	0.319	0.866	0.342	0.00000	4.4829

Tabella 59: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.60 HLL v1 27 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.094	0.280	0.116	0.00000	1.3128
roadNet-PA	5.193	10.511	5.551	0.00000	1.1110
nlpkkt80	20.631	25.607	22.216	0.00000	2.5381
mac_econ_fwd500	4.842	7.104	5.219	0.00000	0.4880
thermomech_TK	0.253	1.174	0.306	0.00000	4.6480
PR02R	7.879	10.358	8.801	0.00000	1.8601
thermal2	9.791	16.521	10.184	0.00000	1.6851
FEM_3D_thermal1	0.056	0.299	0.077	0.00000	11.2379
olafu	0.179	0.949	0.313	0.00000	6.4809
amazon0302	0.723	1.333	0.805	0.00000	3.0695
adder_dcop_32	2.147	3.116	2.326	0.00000	0.0097
mhda416	0.053	0.621	0.066	0.00000	0.2582
rdist2	0.083	0.305	0.118	0.00000	0.9650
olm1000	0.015	0.774	0.034	0.00000	0.2361
webbase-1M	35.342	44.181	40.257	0.00000	0.1543
cant	1.819	2.870	2.067	0.00000	3.8766
af_1_k101	9.093	9.894	9.478	0.00000	3.7034
mhd4800a	0.057	0.937	0.086	0.00000	2.3730
thermal1	0.127	1.080	0.182	0.00000	6.3074
cop20k_A	1.586	2.574	1.871	0.00000	2.8054
bcsstk17	0.213	1.689	0.303	0.00000	2.8310
raefsky2	0.151	0.514	0.202	0.00000	2.9102
cage4	0.015	2.006	0.057	0.00000	0.0017
Cube_Coup_dt0	82.461	90.227	84.837	0.00000	2.9328
mcfe	0.109	0.645	0.142	0.00000	0.3430
west2021	0.025	0.951	0.047	0.00000	0.3089
ML_Laplace	14.276	16.008	14.838	0.00000	3.7180
lung2	0.092	0.711	0.141	0.00000	6.9926
af23560	0.050	1.260	0.094	0.00000	9.8245
dc1	191.546	240.711	200.228	0.00013	0.0077

Tabella 60: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.61 CSR v1 28 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.015	0.099	0.019	0.00000	8.0113
roadNet-PA	1.895	5.252	2.002	0.00000	3.0800
nlpkkt80	14.913	22.201	15.144	0.00000	3.7232
mac_econ_fwd500	0.185	1.061	0.209	0.00000	12.2068
thermomech_TK	0.253	0.470	0.260	0.00000	5.4666
PR02R	3.581	6.529	3.735	0.00000	4.3831
thermal2	5.247	7.894	5.341	0.00000	3.2129
FEM_3D_thermal1	0.039	0.189	0.044	0.00000	19.7246
olafu	0.087	0.433	0.102	0.00000	19.8856
amazon0302	0.592	1.700	0.621	0.00000	3.9794
adder_dcop_32	0.011	0.694	0.026	0.00000	0.8505
mhda416	0.011	5.545	0.127	0.00000	0.1345
rdist2	0.014	0.137	0.018	0.00000	6.1471
olm1000	0.008	3.528	0.080	0.00000	0.1003
webbase-1M	2.114	4.624	2.227	0.00000	2.7895
cant	0.787	2.336	0.851	0.00000	9.4166
af_1_k101	7.081	10.872	7.199	0.00000	4.8760
mhd4800a	0.016	0.665	0.030	0.00000	6.8127
thermal1	0.129	0.371	0.139	0.00000	8.2700
cop20k_A	0.932	1.937	0.966	0.00000	5.4325
bcsstk17	0.040	0.181	0.045	0.00000	19.0109
raefsky2	0.028	1.577	0.060	0.00000	9.7190
cage4	0.008	0.331	0.016	0.00000	0.0062
Cube_Coup_dt0	50.317	72.467	51.499	0.00001	4.8314
mcfe	0.014	0.805	0.036	0.00000	1.3700
west2021	0.010	0.845	0.028	0.00000	0.5144
ML_Laplace	8.573	12.886	8.698	0.00000	6.3424
lung2	0.100	0.254	0.108	0.00000	9.1540
af23560	0.042	0.203	0.048	0.00000	19.0243
dc1	0.321	1.489	0.354	0.00000	4.3307

Tabella 61: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.62 HLL v1 28 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.095	0.235	0.118	0.00000	1.2895
roadNet-PA	5.205	11.078	5.503	0.00000	1.1208
nlpkkt80	20.948	25.744	22.077	0.00000	2.5540
mac_econ_fwd500	4.503	9.839	5.204	0.00000	0.4894
thermomech_TK	0.254	0.680	0.299	0.00000	4.7617
PR02R	7.963	10.433	8.868	0.00000	1.8461
thermal2	9.843	17.024	10.262	0.00000	1.6722
FEM_3D_thermal1	0.058	0.213	0.079	0.00000	10.9320
olafu	0.177	0.990	0.314	0.00000	6.4643
amazon0302	0.701	1.357	0.805	0.00000	3.0668
adder_dcop_32	2.155	3.151	2.306	0.00000	0.0098
mhda416	0.053	4.778	0.180	0.00000	0.0953
rdist2	0.077	0.285	0.115	0.00000	0.9885
olm1000	0.016	0.686	0.032	0.00000	0.2508
webbase-1M	36.070	44.410	40.613	0.00000	0.1529
cant	1.704	3.051	2.058	0.00000	3.8936
af_1_k101	9.063	10.979	9.542	0.00000	3.6788
mhd4800a	0.057	0.168	0.071	0.00000	2.8670
thermal1	0.132	0.699	0.177	0.00000	6.4805
cop20k_A	1.571	2.473	1.835	0.00000	2.8597
bcsstk17	0.213	0.505	0.273	0.00000	3.1408
raefsky2	0.147	0.369	0.195	0.00000	3.0068
cage4	0.016	0.932	0.037	0.00000	0.0027
Cube_Coup_dt0	67.771	95.342	74.291	0.00003	3.3492
mcfe	0.111	0.228	0.133	0.00000	0.3670
west2021	0.025	0.896	0.046	0.00000	0.3144
ML_Laplace	14.172	16.028	14.905	0.00000	3.7011
lung2	0.092	1.082	0.150	0.00000	6.5567
af23560	0.052	1.067	0.091	0.00000	10.1632
dc1	188.629	267.096	210.535	0.00045	0.0073

Tabella 62: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS



### 8.63 CSR v1 29 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.016	0.187	0.021	0.00000	7.1744
roadNet-PA	1.855	5.383	1.970	0.00000	3.1306
nlpkkt80	14.837	22.139	15.107	0.00000	3.7325
mac_econ_fwd500	0.180	0.949	0.201	0.00000	12.6530
thermomech_TK	0.249	0.483	0.258	0.00000	5.5220
PR02R	3.553	9.112	3.776	0.00000	4.3354
thermal2	5.359	7.960	5.453	0.00000	3.1468
FEM_3D_thermal1	0.039	0.202	0.043	0.00000	19.9908
olafu	0.080	0.504	0.096	0.00000	21.1879
amazon0302	0.600	1.880	0.632	0.00000	3.9102
adder_dcop_32	0.013	0.762	0.030	0.00000	0.7578
mhda416	0.011	0.104	0.014	0.00000	1.1986
rdist2	0.015	0.333	0.023	0.00000	4.9153
olm1000	0.010	0.130	0.015	0.00000	0.5419
webbase-1M	2.166	4.736	2.283	0.00000	2.7206
cant	0.791	2.445	0.848	0.00000	9.4526
af_1_k101	7.055	11.166	7.187	0.00000	4.8841
mhd4800a	0.015	0.628	0.028	0.00000	7.3864
thermal1	0.128	0.379	0.138	0.00000	8.3548
cop20k_A	0.876	1.899	0.913	0.00000	5.7484
bcsstk17	0.039	0.178	0.044	0.00000	19.4919
raefsky2	0.028	0.565	0.040	0.00000	14.6017
cage4	0.008	1.351	0.037	0.00000	0.0027
Cube_Coup_dt0	51.217	76.114	52.867	0.00001	4.7064
mcfe	0.011	0.581	0.027	0.00000	1.8330
west2021	0.010	0.809	0.027	0.00000	0.5469
ML_Laplace	8.486	12.546	8.653	0.00000	6.3752
lung2	0.099	0.332	0.110	0.00000	8.9513
af23560	0.041	0.202	0.048	0.00000	19.3639
dc1	0.315	1.090	0.341	0.00000	4.4975

Tabella 63: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.64 HLL v1 29 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.098	0.326	0.122	0.00000	1.2458
roadNet-PA	5.146	10.772	5.443	0.00000	1.1331
nlpkkt80	20.032	25.870	21.769	0.00000	2.5902
mac_econ_fwd500	4.623	6.698	5.032	0.00000	0.5061
thermomech_TK	0.250	0.839	0.299	0.00000	4.7600
PR02R	7.846	10.172	8.717	0.00000	1.8780
thermal2	9.896	17.095	10.231	0.00000	1.6774
FEM_3D_thermal1	0.058	0.289	0.082	0.00000	10.5157
olafu	0.167	0.906	0.316	0.00000	6.4335
amazon0302	0.728	1.333	0.804	0.00000	3.0727
adder_dcop_32	2.169	3.603	2.329	0.00000	0.0097
mhda416	0.054	0.432	0.064	0.00000	0.2691
rdist2	0.087	0.297	0.117	0.00000	0.9685
olm1000	0.016	0.669	0.031	0.00000	0.2538
webbase-1M	31.769	64.550	38.419	0.00003	0.1617
cant	1.825	2.868	2.104	0.00000	3.8087
af_1_k101	8.976	11.363	9.529	0.00000	3.6834
mhd4800a	0.059	0.173	0.074	0.00000	2.7804
thermal1	0.134	1.079	0.188	0.00000	6.1022
cop20k_A	1.575	2.564	1.848	0.00000	2.8398
bcsstk17	0.213	0.938	0.278	0.00000	3.0818
raefsky2	0.157	0.539	0.196	0.00000	2.9922
cage4	0.016	0.864	0.036	0.00000	0.0027
Cube_Coup_dt0	79.893	88.511	81.915	0.00000	3.0374
mcfe	0.114	0.241	0.134	0.00000	0.3636
west2021	0.026	1.875	0.068	0.00000	0.2160
ML_Laplace	14.087	15.937	14.839	0.00000	3.7177
lung2	0.095	0.874	0.154	0.00000	6.3926
af23560	0.050	0.973	0.087	0.00000	10.5675
dc1	186.669	254.098	208.695	0.00056	0.0073

Tabella 64: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.65 CSR v1 30 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.015	0.103	0.018	0.00000	8.2690
roadNet-PA	1.828	5.346	1.946	0.00000	3.1700
nlpkkt80	10.876	22.657	13.839	0.00001	4.0743
mac_econ_fwd500	0.175	1.311	0.202	0.00000	12.6117
thermomech_TK	0.250	0.549	0.260	0.00000	5.4754
PR02R	3.557	8.162	3.676	0.00000	4.4530
thermal2	5.035	8.068	5.266	0.00000	3.2588
FEM_3D_thermal1	0.038	0.202	0.043	0.00000	19.9204
olafu	0.076	0.467	0.088	0.00000	23.0468
amazon0302	0.574	1.346	0.604	0.00000	4.0862
adder_dcop_32	0.012	0.686	0.027	0.00000	0.8470
mhda416	0.010	0.075	0.013	0.00000	1.3334
rdist2	0.015	1.039	0.037	0.00000	3.0385
olm1000	0.009	0.210	0.014	0.00000	0.5632
webbase-1M	2.414	5.090	2.520	0.00000	2.4645
cant	0.811	2.437	0.896	0.00000	8.9494
af_1_k101	7.130	11.191	7.274	0.00000	4.8258
mhd4800a	0.014	0.716	0.030	0.00000	6.9089
thermal1	0.128	0.343	0.136	0.00000	8.4366
cop20k_A	0.851	1.961	0.889	0.00000	5.9039
bcsstk17	0.039	0.197	0.044	0.00000	19.3006
raefsky2	0.028	0.560	0.040	0.00000	14.6531
cage4	0.009	4.322	0.096	0.00000	0.0010
Cube_Coup_dt0	49.960	80.359	54.462	0.00005	4.5686
mcfe	0.016	0.809	0.037	0.00000	1.3344
west2021	0.010	0.801	0.028	0.00000	0.5220
ML_Laplace	8.585	12.630	9.073	0.00000	6.0800
lung2	0.099	0.324	0.109	0.00000	9.0366
af23560	0.040	0.196	0.046	0.00000	20.1566
dc1	0.325	1.194	0.349	0.00000	4.3963

Tabella 65: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.66 HLL v1 30 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.090	0.208	0.117	0.00000	1.2993
roadNet-PA	5.216	11.436	5.485	0.00000	1.1244
nlpkkt80	21.200	25.799	22.109	0.00000	2.5503
mac_econ_fwd500	4.486	6.792	4.875	0.00000	0.5224
thermomech_TK	0.234	0.691	0.292	0.00000	4.8757
PR02R	8.008	10.571	8.805	0.00000	1.8593
thermal2	9.796	17.971	10.271	0.00000	1.6709
FEM_3D_thermal1	0.057	0.203	0.078	0.00000	11.1158
olafu	0.175	1.094	0.303	0.00000	6.6961
amazon0302	0.714	1.353	0.804	0.00000	3.0728
adder_dcop_32	2.172	3.144	2.305	0.00000	0.0098
mhda416	0.054	1.694	0.090	0.00000	0.1903
rdist2	0.086	0.292	0.116	0.00000	0.9841
olm1000	0.017	0.714	0.032	0.00000	0.2466
webbase-1M	31.686	48.862	36.673	0.00001	0.1694
cant	1.804	7.725	2.202	0.00000	3.6400
af_1_k101	8.947	10.858	9.524	0.00000	3.6857
mhd4800a	0.062	0.145	0.074	0.00000	2.7712
thermal1	0.131	1.054	0.189	0.00000	6.0825
cop20k_A	1.715	5.010	1.942	0.00000	2.7032
bcsstk17	0.215	1.258	0.286	0.00000	2.9965
raefsky2	0.161	0.504	0.201	0.00000	2.9246
cage4	0.016	0.851	0.035	0.00000	0.0028
Cube_Coup_dt0	79.276	88.630	81.783	0.00000	3.0424
mcfe	0.112	0.230	0.137	0.00000	0.3569
west2021	0.025	0.716	0.043	0.00000	0.3365
ML_Laplace	13.982	20.053	14.977	0.00000	3.6833
lung2	0.093	0.422	0.138	0.00000	7.1531
af23560	0.050	1.679	0.103	0.00000	8.9453
dc1	185.178	254.079	197.147	0.00029	0.0078

Tabella 66: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.67 CSR v1 31 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.017	0.101	0.020	0.00000	7.6402
roadNet-PA	1.969	5.391	2.135	0.00000	2.8883
nlpkkt80	13.709	19.858	14.159	0.00000	3.9823
mac_econ_fwd500	0.170	1.021	0.191	0.00000	13.3470
thermomech_TK	0.249	0.544	0.258	0.00000	5.5172
PR02R	3.890	7.664	4.013	0.00000	4.0797
thermal2	5.270	7.987	5.404	0.00000	3.1756
FEM_3D_thermal1	0.038	0.206	0.043	0.00000	20.0863
olafu	0.075	0.490	0.085	0.00000	23.7890
amazon0302	0.552	1.568	0.579	0.00000	4.2651
adder_dcop_32	0.013	0.750	0.029	0.00000	0.7846
mhda416	0.011	0.572	0.023	0.00000	0.7288
rdist2	0.016	4.984	0.117	0.00000	0.9756
olm1000	0.011	0.274	0.018	0.00000	0.4396
webbase-1M	2.442	5.122	2.561	0.00000	2.4250
cant	0.786	2.456	0.845	0.00000	9.4822
af_1_k101	6.217	13.218	6.999	0.00000	5.0153
mhd4800a	0.015	0.697	0.030	0.00000	6.7880
thermal1	0.170	0.390	0.180	0.00000	6.3939
cop20k_A	0.850	2.046	0.887	0.00000	5.9166
bcsstk17	0.038	0.204	0.043	0.00000	19.8499
raefsky2	0.027	4.077	0.110	0.00000	5.3514
cage4	0.009	0.376	0.018	0.00000	0.0055
Cube_Coup_dt0	33.468	64.939	37.790	0.00002	6.5841
mcfe	0.011	0.547	0.028	0.00000	1.7234
west2021	0.010	0.756	0.026	0.00000	0.5522
ML_Laplace	6.759	25.291	8.918	0.00001	6.1860
lung2	0.099	0.297	0.108	0.00000	9.1624
af23560	0.041	0.220	0.046	0.00000	19.8639
dc1	0.330	0.846	0.348	0.00000	4.4054

Tabella 67: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.68 HLL v1 31 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.103	0.199	0.123	0.00000	1.2395
roadNet-PA	5.217	11.204	5.467	0.00000	1.1281
nlpkkt80	17.596	28.186	19.743	0.00001	2.8560
mac_econ_fwd500	4.265	6.609	4.814	0.00000	0.5291
thermomech_TK	0.247	0.742	0.292	0.00000	4.8707
PR02R	8.004	10.135	8.762	0.00000	1.8684
thermal2	9.923	17.802	10.263	0.00000	1.6721
FEM_3D_thermal1	0.057	0.244	0.080	0.00000	10.7191
olafu	0.176	1.042	0.321	0.00000	6.3193
amazon0302	0.724	2.072	0.812	0.00000	3.0422
adder_dcop_32	2.185	3.162	2.311	0.00000	0.0097
mhda416	0.054	0.303	0.061	0.00000	0.2805
rdist2	0.092	0.306	0.118	0.00000	0.9610
olm1000	0.017	0.711	0.034	0.00000	0.2374
webbase-1M	31.848	41.112	35.659	0.00000	0.1742
cant	1.871	3.468	2.162	0.00000	3.7072
af_1_k101	9.109	10.950	9.557	0.00000	3.6730
mhd4800a	0.059	0.144	0.074	0.00000	2.7791
thermal1	0.146	1.011	0.196	0.00000	5.8661
cop20k_A	1.538	2.553	1.857	0.00000	2.8271
bcsstk17	0.215	1.127	0.284	0.00000	3.0174
raefsky2	0.171	0.502	0.198	0.00000	2.9669
cage4	0.016	0.887	0.035	0.00000	0.0028
Cube_Coup_dt0	62.041	98.286	72.145	0.00009	3.4488
mcfe	0.118	0.239	0.137	0.00000	0.3564
west2021	0.026	0.839	0.047	0.00000	0.3093
ML_Laplace	14.289	17.958	15.369	0.00000	3.5893
lung2	0.092	1.957	0.167	0.00000	5.8934
af23560	0.052	0.875	0.087	0.00000	10.6029
dc1	177.153	216.013	181.785	0.00003	0.0084

Tabella 68: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.69 CSR v1 32 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.016	0.092	0.019	0.00000	8.1629
roadNet-PA	1.899	5.404	1.998	0.00000	3.0871
nlpkkt80	12.430	23.269	13.659	0.00000	4.1280
mac_econ_fwd500	0.164	1.097	0.188	0.00000	13.5126
thermomech_TK	0.273	0.559	0.283	0.00000	5.0239
PR02R	3.649	7.063	3.754	0.00000	4.3604
thermal2	5.240	7.813	5.320	0.00000	3.2257
FEM_3D_thermal1	0.038	0.217	0.043	0.00000	19.8271
olafu	0.070	0.513	0.081	0.00000	25.2055
amazon0302	0.533	1.330	0.556	0.00000	4.4428
adder_dcop_32	0.014	0.688	0.031	0.00000	0.7179
mhda416	0.011	0.142	0.016	0.00000	1.1034
rdist2	0.015	0.181	0.020	0.00000	5.6547
olm1000	0.009	0.097	0.013	0.00000	0.6152
webbase-1M	2.296	4.910	2.386	0.00000	2.6027
cant	0.767	2.455	0.827	0.00000	9.6896
af_1_k101	6.248	9.802	6.426	0.00000	5.4622
mhd4800a	0.015	0.656	0.029	0.00000	6.9840
thermal1	0.164	0.379	0.172	0.00000	6.6727
cop20k_A	0.819	2.293	0.887	0.00000	5.9193
bcsstk17	0.039	0.210	0.044	0.00000	19.3806
raefsky2	0.027	4.078	0.111	0.00000	5.3040
cage4	0.010	1.224	0.038	0.00000	0.0026
Cube_Coup_dt0	35.171	78.078	44.259	0.00010	5.6217
mcfe	0.018	0.687	0.039	0.00000	1.2658
west2021	0.012	0.778	0.028	0.00000	0.5206
ML_Laplace	6.949	10.322	7.213	0.00000	7.6482
lung2	0.099	0.291	0.106	0.00000	9.3224
af23560	0.041	0.225	0.047	0.00000	19.7221
dc1	0.332	1.105	0.357	0.00000	4.2966

Tabella 69: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.70 HLL v1 32 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.096	0.304	0.121	0.00000	1.2564
roadNet-PA	5.160	12.055	5.465	0.00000	1.1285
nlpkkt80	20.510	28.288	21.603	0.00000	2.6101
mac_econ_fwd500	4.450	6.830	4.906	0.00000	0.5191
thermomech_TK	0.241	0.689	0.292	0.00000	4.8772
PR02R	7.803	10.139	8.677	0.00000	1.8867
thermal2	7.251	20.538	7.814	0.00000	2.1962
FEM_3D_thermal1	0.059	0.234	0.082	0.00000	10.4599
olafu	0.180	1.126	0.329	0.00000	6.1763
amazon0302	0.700	1.358	0.810	0.00000	3.0506
adder_dcop_32	2.183	3.136	2.301	0.00000	0.0098
mhda416	0.054	1.174	0.079	0.00000	0.2175
rdist2	0.089	0.320	0.120	0.00000	0.9490
olm1000	0.017	0.626	0.032	0.00000	0.2525
webbase-1M	32.790	39.612	36.086	0.00000	0.1721
cant	1.679	3.291	2.016	0.00000	3.9752
af_1_k101	9.057	9.938	9.419	0.00000	3.7268
mhd4800a	0.057	0.140	0.075	0.00000	2.7291
thermal1	0.141	0.665	0.187	0.00000	6.1434
cop20k_A	1.624	2.587	1.873	0.00000	2.8021
bcsstk17	0.218	2.099	0.336	0.00000	2.5511
raefsky2	0.171	0.404	0.205	0.00000	2.8633
cage4	0.017	0.899	0.036	0.00000	0.0027
Cube_Coup_dt0	75.403	85.784	78.236	0.00000	3.1803
mcfe	0.114	0.231	0.135	0.00000	0.3610
west2021	0.026	0.728	0.045	0.00000	0.3234
ML_Laplace	14.258	17.041	15.628	0.00000	3.5299
lung2	0.091	0.746	0.143	0.00000	6.8704
af23560	0.051	0.898	0.088	0.00000	10.5184
dc1	177.844	264.473	183.265	0.00017	0.0084

Tabella 70: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS



### 8.71 CSR v1 33 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.018	0.109	0.021	0.00000	7.1919
roadNet-PA	1.935	5.346	2.041	0.00000	3.0215
nlpkkt80	13.572	20.986	13.899	0.00000	4.0569
mac_econ_fwd500	0.158	1.111	0.182	0.00000	13.9963
thermomech_TK	0.272	0.681	0.289	0.00000	4.9222
PR02R	3.794	7.690	3.925	0.00000	4.1712
thermal2	5.347	8.852	5.550	0.00000	3.0918
FEM_3D_thermal1	0.037	0.210	0.041	0.00000	20.7786
olafu	0.066	0.531	0.078	0.00000	26.0202
amazon0302	0.534	1.409	0.558	0.00000	4.4241
adder_dcop_32	0.019	0.468	0.034	0.00000	0.6593
mhda416	0.012	1.001	0.034	0.00000	0.5045
rdist2	0.014	1.083	0.037	0.00000	3.0834
olm1000	0.010	0.201	0.015	0.00000	0.5271
webbase-1M	2.310	4.917	2.404	0.00000	2.5834
cant	0.790	2.477	0.874	0.00000	9.1714
af_1_k101	6.241	9.844	6.359	0.00000	5.5198
mhd4800a	0.016	0.604	0.029	0.00000	7.0892
thermal1	0.158	0.389	0.167	0.00000	6.8722
cop20k_A	0.814	2.278	0.884	0.00000	5.9345
bcsstk17	0.038	0.206	0.043	0.00000	19.8436
raefsky2	0.026	4.059	0.108	0.00000	5.4119
cage4	0.010	0.197	0.019	0.00000	0.0053
Cube_Coup_dt0	50.691	76.593	51.660	0.00001	4.8163
mcfe	0.011	0.301	0.022	0.00000	2.2053
west2021	0.013	0.726	0.029	0.00000	0.5117
ML_Laplace	6.857	10.336	7.030	0.00000	7.8475
lung2	0.094	0.303	0.104	0.00000	9.4743
af23560	0.041	0.236	0.049	0.00000	18.8703
dc1	0.355	0.906	0.375	0.00000	4.0879

Tabella 71: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.72 HLL v1 33 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) [ $ms$ ]	Max( $T$ ) [ $ms$ ]	Avg( $T$ ) [ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.092	0.228	0.122	0.00000	1.2465
roadNet-PA	4.976	12.308	5.483	0.00000	1.1248
nlpkkt80	18.540	30.134	19.824	0.00000	2.8443
mac_econ_fwd500	4.561	6.730	4.892	0.00000	0.5206
thermomech_TK	0.242	0.823	0.292	0.00000	4.8728
PR02R	7.870	10.041	8.542	0.00000	1.9164
thermal2	9.857	19.075	10.276	0.00000	1.6700
FEM_3D_thermal1	0.059	0.295	0.082	0.00000	10.5608
olafu	0.176	1.279	0.336	0.00000	6.0397
amazon0302	0.728	1.350	0.811	0.00000	3.0453
adder_dcop_32	2.166	3.033	2.264	0.00000	0.0099
mhda416	0.055	0.711	0.070	0.00000	0.2440
rdist2	0.099	0.298	0.120	0.00000	0.9502
olm1000	0.018	0.650	0.034	0.00000	0.2373
webbase-1M	32.365	41.128	36.370	0.00000	0.1708
cant	1.634	2.615	1.870	0.00000	4.2855
af_1_k101	9.176	11.151	9.470	0.00000	3.7066
mhd4800a	0.060	0.189	0.077	0.00000	2.6490
thermal1	0.142	0.509	0.187	0.00000	6.1282
cop20k_A	1.664	2.543	1.867	0.00000	2.8115
bcsstk17	0.215	0.563	0.277	0.00000	3.0945
raefsky2	0.162	0.428	0.201	0.00000	2.9231
cage4	0.017	0.853	0.036	0.00000	0.0028
Cube_Coup_dt0	75.509	85.931	77.967	0.00000	3.1912
mcfe	0.117	0.238	0.137	0.00000	0.3565
west2021	0.027	0.724	0.046	0.00000	0.3210
ML_Laplace	14.238	22.221	15.990	0.00000	3.4499
lung2	0.091	1.191	0.152	0.00000	6.4932
af23560	0.050	0.815	0.085	0.00000	10.8896
dc1	176.687	264.350	182.985	0.00024	0.0084

Tabella 72: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.73 CSR v1 34 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.016	0.100	0.019	0.00000	8.0019
roadNet-PA	1.865	5.379	1.978	0.00000	3.1183
nlpkkt80	14.500	23.362	14.786	0.00000	3.8134
mac_econ_fwd500	0.156	1.163	0.182	0.00000	14.0009
thermomech_TK	0.261	0.597	0.271	0.00000	5.2562
PR02R	3.557	6.705	3.650	0.00000	4.4845
thermal2	5.503	8.141	5.598	0.00000	3.0657
FEM_3D_thermal1	0.038	0.220	0.043	0.00000	19.9957
olafu	0.066	0.551	0.077	0.00000	26.3457
amazon0302	0.519	1.389	0.541	0.00000	4.5647
adder_dcop_32	0.014	0.145	0.019	0.00000	1.1738
mhda416	0.014	0.978	0.035	0.00000	0.4933
rdist2	0.016	0.132	0.020	0.00000	5.6525
olm1000	0.010	1.039	0.032	0.00000	0.2488
webbase-1M	2.301	5.057	2.398	0.00000	2.5896
cant	0.807	2.454	0.862	0.00000	9.2951
af_1_k101	6.273	10.075	6.394	0.00000	5.4901
mhd4800a	0.016	0.603	0.028	0.00000	7.2023
thermal1	0.155	0.384	0.163	0.00000	7.0412
cop20k_A	0.785	2.101	0.824	0.00000	6.3705
bcsstk17	0.038	0.210	0.043	0.00000	19.8142
raefsky2	0.027	0.155	0.031	0.00000	18.6427
cage4	0.011	1.000	0.033	0.00000	0.0029
Cube_Coup_dt0	52.441	79.070	53.400	0.00001	4.6594
mcfe	0.011	0.749	0.033	0.00000	1.4940
west2021	0.011	0.651	0.025	0.00000	0.5752
ML_Laplace	6.874	10.312	7.070	0.00000	7.8026
lung2	0.093	0.308	0.104	0.00000	9.4702
af23560	0.040	0.228	0.046	0.00000	19.9055
dc1	0.360	1.037	0.379	0.00000	4.0405

Tabella 73: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.74 HLL v1 34 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.109	0.232	0.124	0.00000	1.2327
roadNet-PA	5.151	12.664	5.449	0.00000	1.1318
nlpkkt80	20.643	29.161	21.504	0.00000	2.6220
mac_econ_fwd500	4.008	10.264	4.651	0.00000	0.5475
thermomech_TK	0.243	0.723	0.291	0.00000	4.8884
PR02R	7.988	10.201	8.734	0.00000	1.8743
thermal2	9.804	18.646	10.270	0.00000	1.6709
FEM_3D_thermal1	0.060	0.320	0.080	0.00000	10.7679
olafu	0.174	1.184	0.314	0.00000	6.4753
amazon0302	0.731	1.332	0.811	0.00000	3.0445
adder_dcop_32	2.181	3.097	2.332	0.00000	0.0096
mhda416	0.051	0.693	0.070	0.00000	0.2455
rdist2	0.097	0.309	0.121	0.00000	0.9359
olm1000	0.018	0.532	0.030	0.00000	0.2628
webbase-1M	32.183	40.297	35.597	0.00000	0.1745
cant	1.510	2.643	1.907	0.00000	4.2026
af_1_k101	9.013	10.902	9.498	0.00000	3.6958
mhd4800a	0.060	0.214	0.076	0.00000	2.6851
thermal1	0.143	0.525	0.186	0.00000	6.1619
cop20k_A	1.590	3.208	1.925	0.00000	2.7272
bcsstk17	0.218	0.916	0.284	0.00000	3.0203
raefsky2	0.171	0.518	0.208	0.00000	2.8271
cage4	0.017	0.829	0.035	0.00000	0.0028
Cube_Coup_dt0	75.826	87.340	78.404	0.00000	3.1735
mcfe	0.115	0.226	0.136	0.00000	0.3587
west2021	0.027	1.721	0.066	0.00000	0.2225
ML_Laplace	16.116	19.436	17.257	0.00000	3.1966
lung2	0.093	0.514	0.142	0.00000	6.9302
af23560	0.053	0.873	0.087	0.00000	10.5427
dc1	175.647	185.317	179.549	0.00000	0.0085

Tabella 74: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.75 CSR v1 35 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.018	0.098	0.021	0.00000	7.1447
roadNet-PA	2.015	5.275	2.105	0.00000	2.9305
nlpkkt80	12.396	19.872	12.705	0.00000	4.4382
mac_econ_fwd500	0.152	1.108	0.176	0.00000	14.5049
thermomech_TK	0.257	0.571	0.269	0.00000	5.2938
PR02R	3.584	6.718	3.667	0.00000	4.4640
thermal2	5.438	8.103	5.524	0.00000	3.1065
FEM_3D_thermal1	0.037	0.223	0.042	0.00000	20.3882
olafu	0.065	0.563	0.076	0.00000	26.5553
amazon0302	0.507	1.345	0.529	0.00000	4.6704
adder_dcop_32	0.020	0.555	0.037	0.00000	0.6034
mhda416	0.012	0.923	0.032	0.00000	0.5392
rdist2	0.014	4.973	0.115	0.00000	0.9922
olm1000	0.011	0.981	0.031	0.00000	0.2543
webbase-1M	2.398	6.547	2.522	0.00000	2.4624
cant	0.829	2.437	0.880	0.00000	9.1071
af_1_k101	6.315	10.160	6.414	0.00000	5.4724
mhd4800a	0.016	1.585	0.049	0.00000	4.2158
thermal1	0.152	0.377	0.158	0.00000	7.2572
cop20k_A	0.734	2.155	0.804	0.00000	6.5282
bcsstk17	0.038	0.228	0.045	0.00000	19.0332
raefsky2	0.026	0.162	0.031	0.00000	19.0590
cage4	0.009	0.122	0.012	0.00000	0.0079
Cube_Coup_dt0	49.145	81.004	51.873	0.00004	4.7965
mcfe	0.066	2.671	0.131	0.00000	0.3718
west2021	0.012	0.733	0.028	0.00000	0.5232
ML_Laplace	6.879	10.292	7.048	0.00000	7.8273
lung2	0.091	0.316	0.101	0.00000	9.7751
af23560	0.041	0.240	0.047	0.00000	19.7314
dc1	0.355	1.001	0.377	0.00000	4.0645

Tabella 75: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.76 HLL v1 35 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.105	0.296	0.121	0.00000	1.2545
roadNet-PA	5.104	12.653	5.440	0.00000	1.1337
nlpkkt80	17.711	31.775	19.412	0.00001	2.9046
mac_econ_fwd500	4.281	6.579	4.937	0.00000	0.5158
thermomech_TK	0.248	0.754	0.294	0.00000	4.8330
PR02R	7.614	10.065	8.298	0.00000	1.9729
thermal2	9.915	19.922	10.338	0.00000	1.6600
FEM_3D_thermal1	0.060	0.285	0.082	0.00000	10.5091
olafu	0.188	1.133	0.337	0.00000	6.0323
amazon0302	0.730	1.387	0.806	0.00000	3.0641
adder_dcop_32	2.178	3.164	2.303	0.00000	0.0098
mhda416	0.056	0.694	0.071	0.00000	0.2415
rdist2	0.103	0.289	0.121	0.00000	0.9371
olm1000	0.017	0.630	0.033	0.00000	0.2390
webbase-1M	31.711	39.944	36.805	0.00000	0.1688
cant	1.585	3.140	1.920	0.00000	4.1738
af_1_k101	9.109	10.235	9.499	0.00000	3.6952
mhd4800a	0.063	0.153	0.078	0.00000	2.6230
thermal1	0.143	1.198	0.202	0.00000	5.6944
cop20k_A	1.589	2.603	1.874	0.00000	2.8014
bcsstk17	0.226	0.867	0.289	0.00000	2.9713
raefsky2	0.171	0.540	0.205	0.00000	2.8610
cage4	0.018	0.864	0.036	0.00000	0.0027
Cube_Coup_dt0	61.401	101.269	74.387	0.00007	3.3449
mcfe	0.116	0.222	0.138	0.00000	0.3535
west2021	0.027	0.675	0.046	0.00000	0.3185
ML_Laplace	16.468	18.797	17.376	0.00000	3.1749
lung2	0.098	1.270	0.156	0.00000	6.3000
af23560	0.055	0.840	0.087	0.00000	10.6437
dc1	176.840	264.222	181.732	0.00019	0.0084

Tabella 76: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.77 CSR v1 36 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.016	0.110	0.020	0.00000	7.7385
roadNet-PA	1.894	5.232	2.030	0.00000	3.0389
nlpkkt80	8.408	21.934	11.357	0.00001	4.9647
mac_econ_fwd500	0.147	1.142	0.173	0.00000	14.7592
thermomech_TK	0.249	0.585	0.260	0.00000	5.4775
PR02R	3.600	6.751	3.680	0.00000	4.4479
thermal2	5.296	8.085	5.454	0.00000	3.1463
FEM_3D_thermal1	0.038	0.229	0.043	0.00000	19.9949
olafu	0.064	0.559	0.076	0.00000	26.6785
amazon0302	0.493	1.357	0.516	0.00000	4.7891
adder_dcop_32	0.014	1.075	0.039	0.00000	0.5794
mhda416	0.015	1.015	0.036	0.00000	0.4728
rdist2	0.017	4.960	0.117	0.00000	0.9712
olm1000	0.011	0.995	0.031	0.00000	0.2544
webbase-1M	2.351	5.270	2.448	0.00000	2.5374
cant	0.843	2.482	0.925	0.00000	8.6673
af_1_k101	6.277	9.790	6.367	0.00000	5.5132
mhd4800a	0.016	4.796	0.113	0.00000	1.8103
thermal1	0.144	0.387	0.152	0.00000	7.5384
cop20k_A	0.726	2.151	0.767	0.00000	6.8458
bcsstk17	0.037	0.228	0.043	0.00000	19.7123
raefsky2	0.027	0.161	0.032	0.00000	18.2989
cage4	0.009	0.307	0.016	0.00000	0.0061
Cube_Coup_dt0	49.645	73.452	51.282	0.00001	4.8518
mcfe	0.014	1.640	0.055	0.00000	0.8824
west2021	0.013	0.679	0.029	0.00000	0.5129
ML_Laplace	6.827	10.009	6.966	0.00000	7.9190
lung2	0.086	0.320	0.099	0.00000	9.9864
af23560	0.041	0.246	0.050	0.00000	18.5219
dc1	0.352	1.166	0.378	0.00000	4.0597

Tabella 77: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.78 HLL v1 36 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.110	0.312	0.128	0.00000	1.1924
roadNet-PA	5.148	12.920	5.472	0.00000	1.1270
nlpkkt80	20.706	29.558	21.989	0.00000	2.5643
mac_econ_fwd500	4.376	7.155	4.926	0.00000	0.5170
thermomech_TK	0.250	1.770	0.313	0.00000	4.5441
PR02R	7.464	10.149	8.451	0.00000	1.9370
thermal2	9.837	19.697	10.293	0.00000	1.6673
FEM_3D_thermal1	0.061	0.311	0.083	0.00000	10.4140
olafu	0.189	1.197	0.343	0.00000	5.9252
amazon0302	0.694	2.199	0.841	0.00000	2.9369
adder_dcop_32	2.196	3.169	2.328	0.00000	0.0097
mhda416	0.055	0.621	0.069	0.00000	0.2494
rdist2	0.104	0.300	0.123	0.00000	0.9263
olm1000	0.019	0.533	0.031	0.00000	0.2596
webbase-1M	31.678	43.392	36.142	0.00001	0.1719
cant	1.668	2.694	1.885	0.00000	4.2515
af_1_k101	8.888	11.047	9.532	0.00000	3.6826
mhd4800a	0.064	0.212	0.079	0.00000	2.5919
thermal1	0.148	0.499	0.188	0.00000	6.1066
cop20k_A	1.577	3.292	1.909	0.00000	2.7490
bcsstk17	0.219	0.655	0.285	0.00000	3.0068
raefsky2	0.172	0.488	0.208	0.00000	2.8245
cage4	0.018	0.821	0.037	0.00000	0.0027
Cube_Coup_dt0	74.908	85.786	76.686	0.00000	3.2446
mcfe	0.124	0.229	0.139	0.00000	0.3518
west2021	0.028	1.663	0.066	0.00000	0.2213
ML_Laplace	16.208	18.485	17.252	0.00000	3.1976
lung2	0.092	0.503	0.142	0.00000	6.9294
af23560	0.053	0.827	0.089	0.00000	10.2990
dc1	176.084	263.065	181.638	0.00022	0.0084

Tabella 78: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS



### 8.79 CSR v1 37 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.019	0.112	0.022	0.00000	6.8878
roadNet-PA	1.990	7.986	2.203	0.00000	2.8000
nlpkkt80	13.501	21.446	13.723	0.00000	4.1088
mac_econ_fwd500	0.145	1.162	0.171	0.00000	14.8635
thermomech_TK	0.251	0.561	0.260	0.00000	5.4769
PR02R	3.624	6.653	3.739	0.00000	4.3781
thermal2	5.084	8.269	5.195	0.00000	3.3030
FEM_3D_thermal1	0.036	0.235	0.042	0.00000	20.4699
olafu	0.063	0.583	0.076	0.00000	26.5899
amazon0302	0.483	1.360	0.505	0.00000	4.8875
adder_dcop_32	0.015	0.498	0.034	0.00000	0.6522
mhda416	0.012	0.872	0.031	0.00000	0.5472
rdist2	0.015	0.188	0.019	0.00000	5.8629
olm1000	0.013	0.991	0.034	0.00000	0.2336
webbase-1M	2.370	5.331	2.464	0.00000	2.5206
cant	0.854	2.442	0.908	0.00000	8.8239
af_1_k101	6.320	9.970	6.525	0.00000	5.3797
mhd4800a	0.018	4.774	0.115	0.00000	1.7798
thermal1	0.141	0.380	0.149	0.00000	7.7316
cop20k_A	0.700	3.242	0.764	0.00000	6.8734
bcsstk17	0.036	0.235	0.042	0.00000	20.5931
raefsky2	0.026	0.163	0.030	0.00000	19.4390
cage4	0.011	0.279	0.018	0.00000	0.0054
Cube_Coup_dt0	50.845	76.560	51.558	0.00001	4.8259
mcfe	0.079	0.407	0.100	0.00000	0.4899
west2021	0.013	0.556	0.026	0.00000	0.5674
ML_Laplace	6.963	10.369	7.135	0.00000	7.7317
lung2	0.088	0.326	0.098	0.00000	10.0651
af23560	0.041	0.255	0.047	0.00000	19.5492
dc1	0.354	1.357	0.381	0.00000	4.0185

Tabella 79: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.80 HLL v1 37 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.109	0.239	0.125	0.00000	1.2192
roadNet-PA	5.194	12.930	5.533	0.00000	1.1147
nlpkkt80	20.445	29.771	21.687	0.00000	2.6000
mac_econ_fwd500	4.380	6.723	4.839	0.00000	0.5263
thermomech_TK	0.245	0.830	0.297	0.00000	4.7961
PR02R	7.742	10.262	8.435	0.00000	1.9408
thermal2	9.777	20.246	10.350	0.00000	1.6581
FEM_3D_thermal1	0.060	0.349	0.084	0.00000	10.3065
olafu	0.184	1.141	0.338	0.00000	5.9992
amazon0302	0.746	1.358	0.815	0.00000	3.0319
adder_dcop_32	2.187	3.194	2.285	0.00000	0.0098
mhda416	0.056	0.178	0.060	0.00000	0.2832
rdist2	0.104	0.306	0.123	0.00000	0.9239
olm1000	0.018	0.596	0.032	0.00000	0.2460
webbase-1M	32.135	41.344	36.094	0.00000	0.1721
cant	1.556	2.624	1.873	0.00000	4.2801
af_1_k101	9.231	12.131	9.779	0.00000	3.5896
mhd4800a	0.064	0.140	0.080	0.00000	2.5639
thermal1	0.146	0.866	0.198	0.00000	5.8110
cop20k_A	1.673	4.824	1.947	0.00000	2.6956
bcsstk17	0.225	1.519	0.301	0.00000	2.8443
raefsky2	0.182	0.509	0.210	0.00000	2.7924
cage4	0.018	0.729	0.036	0.00000	0.0027
Cube_Coup_dt0	75.364	89.222	77.157	0.00000	3.2248
mcfe	0.125	0.246	0.140	0.00000	0.3479
west2021	0.027	4.620	0.123	0.00000	0.1186
ML_Laplace	16.433	22.465	17.315	0.00000	3.1859
lung2	0.094	1.088	0.153	0.00000	6.4395
af23560	0.054	0.846	0.086	0.00000	10.6856
dc1	176.563	185.940	179.342	0.00000	0.0085

Tabella 80: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.81 CSR v1 38 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.017	0.100	0.020	0.00000	7.6692
roadNet-PA	1.934	5.383	2.032	0.00000	3.0356
nlpkkt80	13.479	21.277	13.789	0.00000	4.0891
mac_econ_fwd500	0.140	1.230	0.168	0.00000	15.1199
thermomech_TK	0.245	0.598	0.255	0.00000	5.5822
PR02R	3.608	9.177	3.798	0.00000	4.3100
thermal2	5.077	8.055	5.212	0.00000	3.2924
FEM_3D_thermal1	0.037	0.245	0.043	0.00000	20.0102
olafu	0.062	0.581	0.075	0.00000	27.0371
amazon0302	0.463	1.394	0.489	0.00000	5.0482
adder_dcop_32	0.015	0.144	0.019	0.00000	1.1798
mhda416	0.014	0.993	0.036	0.00000	0.4719
rdist2	0.016	0.112	0.021	0.00000	5.5075
olm1000	0.011	0.838	0.029	0.00000	0.2734
webbase-1M	2.313	5.309	2.409	0.00000	2.5783
cant	0.877	2.589	0.930	0.00000	8.6136
af_1_k101	6.373	10.131	6.469	0.00000	5.4263
mhd4800a	0.016	1.556	0.048	0.00000	4.2376
thermal1	0.136	0.392	0.145	0.00000	7.8978
cop20k_A	0.701	2.171	0.745	0.00000	7.0432
bcsstk17	0.037	0.242	0.043	0.00000	19.8029
raefsky2	0.027	0.175	0.032	0.00000	18.5139
cage4	0.010	0.158	0.014	0.00000	0.0069
Cube_Coup_dt0	50.846	75.906	51.913	0.00001	4.7929
mcfe	0.014	1.996	0.066	0.00000	0.7434
west2021	0.014	0.619	0.027	0.00000	0.5407
ML_Laplace	6.913	12.643	7.269	0.00000	7.5893
lung2	0.086	0.315	0.096	0.00000	10.2608
af23560	0.040	0.289	0.049	0.00000	18.6301
dc1	0.358	0.879	0.376	0.00000	4.0739

Tabella 81: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.82 HLL v1 38 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) [ $ms$ ]	Max( $T$ ) [ $ms$ ]	Avg( $T$ ) [ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.110	0.298	0.123	0.00000	1.2393
roadNet-PA	5.203	13.745	5.518	0.00000	1.1177
nlpkkt80	19.658	30.139	21.259	0.00000	2.6523
mac_econ_fwd500	4.401	7.381	4.918	0.00000	0.5178
thermomech_TK	0.249	0.794	0.296	0.00000	4.8114
PR02R	7.566	10.134	8.302	0.00000	1.9718
thermal2	9.794	21.954	10.327	0.00000	1.6617
FEM_3D_thermal1	0.060	0.351	0.083	0.00000	10.3264
olafu	0.167	1.143	0.314	0.00000	6.4588
amazon0302	0.710	1.344	0.811	0.00000	3.0447
adder_dcop_32	2.181	3.635	2.347	0.00000	0.0096
mhda416	0.056	0.180	0.061	0.00000	0.2807
rdist2	0.108	0.306	0.126	0.00000	0.9053
olm1000	0.019	0.557	0.032	0.00000	0.2523
webbase-1M	32.418	40.098	36.365	0.00000	0.1708
cant	1.605	2.580	1.904	0.00000	4.2092
af_1_k101	9.168	13.165	10.060	0.00000	3.4894
mhd4800a	0.065	0.144	0.079	0.00000	2.5899
thermal1	0.149	0.544	0.194	0.00000	5.9105
cop20k_A	1.654	2.654	1.880	0.00000	2.7915
bcsstk17	0.222	0.588	0.289	0.00000	2.9682
raefsky2	0.179	0.517	0.210	0.00000	2.7948
cage4	0.018	0.697	0.034	0.00000	0.0029
Cube_Coup_dt0	73.927	89.930	76.388	0.00001	3.2572
mcfe	0.118	0.226	0.139	0.00000	0.3499
west2021	0.028	5.052	0.134	0.00000	0.1090
ML_Laplace	15.982	19.526	17.136	0.00000	3.2192
lung2	0.097	0.567	0.146	0.00000	6.7567
af23560	0.055	0.803	0.088	0.00000	10.5108
dc1	175.812	180.621	177.700	0.00000	0.0086

Tabella 82: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.83 CSR v1 39 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.018	0.102	0.022	0.00000	6.8933
roadNet-PA	2.052	5.570	2.149	0.00000	2.8694
nlpkkt80	11.201	23.072	11.529	0.00000	4.8908
mac_econ_fwd500	0.136	1.285	0.166	0.00000	15.3773
thermomech_TK	0.243	0.583	0.253	0.00000	5.6174
PR02R	3.618	6.792	3.705	0.00000	4.4180
thermal2	5.099	9.654	5.276	0.00000	3.2524
FEM_3D_thermal1	0.035	0.491	0.052	0.00000	16.6937
olafu	0.061	0.586	0.073	0.00000	27.6404
amazon0302	0.456	1.382	0.480	0.00000	5.1471
adder_dcop_32	0.021	0.567	0.039	0.00000	0.5728
mhda416	0.015	0.845	0.034	0.00000	0.5071
rdist2	0.015	4.958	0.115	0.00000	0.9853
olm1000	0.014	0.953	0.034	0.00000	0.2320
webbase-1M	2.335	5.488	2.525	0.00000	2.4602
cant	0.884	2.655	0.940	0.00000	8.5257
af_1_k101	6.363	10.263	6.458	0.00000	5.4355
mhd4800a	0.017	0.532	0.029	0.00000	7.1612
thermal1	0.132	0.396	0.141	0.00000	8.1496
cop20k_A	0.703	2.185	0.746	0.00000	7.0364
bcsstk17	0.036	0.240	0.042	0.00000	20.6144
raefsky2	0.026	0.167	0.030	0.00000	19.6340
cage4	0.010	0.244	0.016	0.00000	0.0061
Cube_Coup_dt0	37.361	88.695	41.783	0.00012	5.9548
mcfe	0.065	0.232	0.082	0.00000	0.5963
west2021	0.014	0.586	0.027	0.00000	0.5391
ML_Laplace	6.901	10.504	7.110	0.00000	7.7586
lung2	0.081	0.325	0.094	0.00000	10.5052
af23560	0.041	0.273	0.047	0.00000	19.5390
dc1	0.351	0.902	0.370	0.00000	4.1403

Tabella 83: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.84 HLL v1 39 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) $[ms]$	Max( $T$ ) $[ms]$	Avg( $T$ ) $[ms]$	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.110	0.313	0.128	0.00000	1.1943
roadNet-PA	5.150	13.832	5.509	0.00000	1.1196
nlpkkt80	19.079	31.919	20.278	0.00000	2.7807
mac_econ_fwd500	4.453	7.312	4.851	0.00000	0.5250
thermomech_TK	0.246	0.766	0.294	0.00000	4.8354
PR02R	7.543	10.063	8.107	0.00000	2.0192
thermal2	9.856	21.361	10.350	0.00000	1.6581
FEM_3D_thermal1	0.062	0.306	0.085	0.00000	10.1918
olafu	0.201	1.198	0.352	0.00000	5.7660
amazon0302	0.743	1.347	0.809	0.00000	3.0538
adder_dcop_32	2.172	3.663	2.365	0.00000	0.0095
mhda416	0.056	0.130	0.060	0.00000	0.2870
rdist2	0.109	0.242	0.124	0.00000	0.9138
olm1000	0.019	0.788	0.038	0.00000	0.2111
webbase-1M	32.273	41.542	36.503	0.00000	0.1702
cant	1.442	2.753	1.905	0.00000	4.2067
af_1_k101	9.980	12.072	10.543	0.00000	3.3294
mhd4800a	0.065	0.192	0.081	0.00000	2.5288
thermal1	0.139	1.724	0.213	0.00000	5.4048
cop20k_A	1.566	2.747	1.885	0.00000	2.7838
bcsstk17	0.233	0.565	0.285	0.00000	3.0128
raefsky2	0.182	0.489	0.212	0.00000	2.7743
cage4	0.019	0.763	0.036	0.00000	0.0028
Cube_Coup_dt0	74.350	90.586	76.270	0.00001	3.2622
mcfe	0.132	0.219	0.141	0.00000	0.3460
west2021	0.029	5.082	0.134	0.00000	0.1089
ML_Laplace	16.171	18.676	17.231	0.00000	3.2014
lung2	0.093	1.081	0.157	0.00000	6.2626
af23560	0.053	0.740	0.090	0.00000	10.2292
dc1	170.683	274.788	205.402	0.00081	0.0075

Tabella 84: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

### 8.85 CSR v1 40 threads CPU

Matrix	Min( $T$ )[ $ms$ ]	Max( $T$ )[ $ms$ ]	Avg( $T$ )[ $ms$ ]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.017	0.103	0.020	0.00000	7.5471
roadNet-PA	2.007	5.691	2.112	0.00000	2.9196
nlpkkt80	13.816	22.153	14.005	0.00000	4.0260
mac_econ_fwd500	0.135	1.246	0.163	0.00000	15.5785
thermomech_TK	0.234	0.569	0.244	0.00000	5.8232
PR02R	3.681	6.942	3.786	0.00000	4.3238
thermal2	4.904	7.983	5.055	0.00000	3.3947
FEM_3D_thermal1	0.038	0.265	0.044	0.00000	19.5051
olafu	0.060	0.608	0.073	0.00000	27.8606
amazon0302	0.479	1.429	0.504	0.00000	4.8963
adder_dcop_32	0.014	0.945	0.035	0.00000	0.6392
mhda416	0.014	0.544	0.026	0.00000	0.6558
rdist2	0.018	1.031	0.040	0.00000	2.8539
olm1000	0.014	0.793	0.031	0.00000	0.2550
webbase-1M	2.356	5.622	2.512	0.00000	2.4728
cant	0.898	2.655	0.953	0.00000	8.4097
af_1_k101	6.431	10.527	6.524	0.00000	5.3800
mhd4800a	0.017	0.492	0.028	0.00000	7.3300
thermal1	0.128	0.390	0.137	0.00000	8.3602
cop20k_A	0.720	2.194	0.762	0.00000	6.8918
bcsstk17	0.035	0.248	0.042	0.00000	20.3964
raefsky2	0.027	0.181	0.032	0.00000	18.2512
cage4	0.012	0.221	0.018	0.00000	0.0055
Cube_Coup_dt0	50.117	78.278	51.240	0.00002	4.8558
mcfe	0.014	5.157	0.123	0.00000	0.3969
west2021	0.014	0.580	0.027	0.00000	0.5491
ML_Laplace	6.915	14.449	7.239	0.00000	7.6206
lung2	0.078	0.349	0.091	0.00000	10.8568
af23560	0.041	0.269	0.047	0.00000	19.7924
dc1	0.355	1.661	0.388	0.00000	3.9489

Tabella 85: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS

## 8.86 HLL v1 40 threads CPU

Matrix	Min( $T$ ) [ms]	Max( $T$ ) [ms]	Avg( $T$ ) [ms]	Var( $T$ )	GFLOPS
cavity10	0.110	0.306	0.128	0.00000	1.1925
roadNet-PA	5.096	13.617	5.615	0.00000	1.0985
nlpkkt80	20.485	30.433	21.565	0.00000	2.6147
mac_econ_fwd500	4.367	6.568	4.793	0.00000	0.5314
thermomech_TK	0.248	1.251	0.303	0.00000	4.7017
PR02R	7.406	10.394	7.984	0.00000	2.0503
thermal2	9.671	20.755	10.262	0.00000	1.6723
FEM_3D_thermal1	0.060	0.353	0.084	0.00000	10.1986
olafu	0.187	1.171	0.344	0.00000	5.9062
amazon0302	0.695	1.379	0.793	0.00000	3.1153
adder_dcop_32	2.187	3.888	2.373	0.00000	0.0095
mhda416	0.057	0.128	0.059	0.00000	0.2882
rdist2	0.104	0.296	0.126	0.00000	0.8999
olm1000	0.019	1.283	0.047	0.00000	0.1713
webbase-1M	32.282	40.459	37.054	0.00000	0.1676
cant	1.561	2.622	1.943	0.00000	4.1252
af_1_k101	9.949	11.233	10.530	0.00000	3.3335
mhd4800a	0.064	0.190	0.081	0.00000	2.5307
thermal1	0.138	0.458	0.189	0.00000	6.0713
cop20k_A	1.577	2.631	1.864	0.00000	2.8154
bcsstk17	0.249	1.245	0.299	0.00000	2.8627
raefsky2	0.183	0.495	0.209	0.00000	2.8060
cage4	0.019	0.751	0.036	0.00000	0.0027
Cube_Coup_dt0	74.320	92.282	76.487	0.00001	3.2530
mcfe	0.131	0.240	0.141	0.00000	0.3467
west2021	0.029	0.090	0.034	0.00000	0.4267
ML_Laplace	16.365	22.446	17.698	0.00000	3.1171
lung2	0.094	0.815	0.152	0.00000	6.4912
af23560	0.054	0.654	0.084	0.00000	10.9166
dc1	173.562	272.577	187.085	0.00067	0.0082

Tabella 86: Min, max, avg e var. del tempo d'esecuzione, GFLOPS