

Laboratoire 2: likwid

Département: **TIC**

Unité d'enseignement: **HPC**

Auteur(s):

- **CECCHET Costantino**

Professeur:

- **DASSATI Alberto**

Assistant:

- **DA ROCHA CARVALHO Bruno**

Date:

- **28/02/2024**

[Page de mise en page, laissée vide par intention]

Introduction

voici les sorties terminal des différents algorithmes sur les images apres la commande

```
sudo likwid-perfctr -C E:N:4 -g MEM_DP -m ./lab02 in.png out.png  
2
```

voici les résultats des différents algorithmes sur les images:

Image	Taille	Algorithme	MFLOP/s	Bandwidth MBytes/s	Operational intensity
small	100x100	1D	53.9394	738.4414	0.0730
small	100x100	linked list	3.7040	1495.4562	0.0025
nyc	1150x710	1D	168.0232	781.7181	0.2149
nyc	1150x710	linked list	0.3947	279.9790	0.0014
medaillon	1267x919	1D	160.0219	1629.6632	0.0982
medaillon	1267x919	linked list	0.3237	3878.0047	0.0001
half_life	2000x2090	1D	185.6797	1082.3654	0.1715
half_life	2000x2090	linked list	0.2288	573.9938	0.0004

Analyse des performances

Les performances des différentes implémentations des algorithmes de traitement d'images sont mesurées en termes de métriques telles que le temps d'exécution, la consommation d'énergie, la puissance, le nombre d'opérations en virgule flottante par seconde (MFLOP/s), la bande passante mémoire, le volume de données mémoire, l'intensité opérationnelle, le nombre de cycles par instruction (CPI), la fréquence du processeur, etc. Les performances des algorithmes sont mesurées pour les images de taille 100x100, 2000x2090, 1267x919 et 1150x710.

Nous avons deux implémentations pour chaque image, une implémentation utilisant un tableau et une autre utilisant une liste chaînée. Les performances des algorithmes sont mesurées pour les deux implémentations.

Les performances des algorithmes de traitement d'images sont mesurées en utilisant l'outil de profilage likwid. Les métriques mesurées sont les suivantes:

- **Runtime (RDTSC) [s]**: Temps d'exécution en secondes mesuré en utilisant le registre RDTSC.
- **Runtime unhalted [s]**: Temps d'exécution en secondes mesuré en utilisant le registre unhalted.
- **Clock [MHz]**: Fréquence du processeur en MHz.
- **CPI**: Nombre de cycles par instruction.
- **Energy [J]**: Consommation d'énergie en Joules.
- **Power [W]**: Puissance en Watts.
- **Energy DRAM [J]**: Consommation d'énergie de la mémoire DRAM en Joules.
- **Power DRAM [W]**: Puissance de la mémoire DRAM en Watts.
- **DP [MFLOP/s]**: Nombre d'opérations en virgule flottante par seconde.
- **AVX DP [MFLOP/s]**: Nombre d'opérations en virgule flottante par seconde utilisant AVX.
- **Packed [MUOPS/s]**: Nombre d'opérations vectorielles par seconde.
- **Scalar [MUOPS/s]**: Nombre d'opérations vectorielles par seconde.

- **Memory load bandwidth [MBytes/s]**: Bande passante de chargement mémoire en MBytes/s.
- **Memory load data volume [GBytes]**: Volume de données mémoire chargées en GBytes.
- **Memory evict bandwidth [MBytes/s]**: Bande passante d'éviction mémoire en MBytes/s.
- **Memory evict data volume [GBytes]**: Volume de données mémoire évacuées en GBytes.
- **Memory bandwidth [MBytes/s]**: Bande passante mémoire en MBytes/s.
- **Memory data volume [GBytes]**: Volume de données mémoire en GBytes.
- **Operational intensity**: Intensité opérationnelle.

Nous remarquons que lors des différentes mesures, les performances des algorithmes utilisant des listes chaînées sont inférieures à celles utilisant des tableaux. Cela est dû au fait que les listes chaînées nécessitent plus d'accès mémoire et de déplacements de pointeurs, ce qui entraîne une augmentation de la latence et une diminution des performances. Les performances des algorithmes dépendent également de la taille de l'image et de la complexité de l'algorithme. Les performances des algorithmes sont également influencées par la bande passante mémoire et la fréquence du processeur. Les performances des algorithmes peuvent être améliorées en utilisant des techniques d'optimisation telles que la parallélisation, la vectorisation, la réduction de la latence mémoire, etc.

Vu la compilation en O3, les optimisations basiques sont déjà effectuées par le compilateur, il est donc difficile de faire mieux que ce qui est déjà fait.

Le code semble assez efficace, de base il est déjà optimisé, il est difficile pour moi de faire mieux que ce qui est déjà fait.

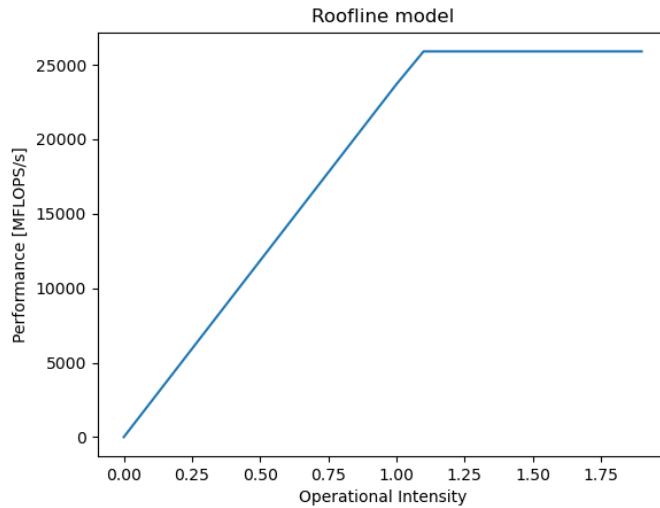
Graphiques des performances

voici Le roofline model construit grace aux commande suivante:

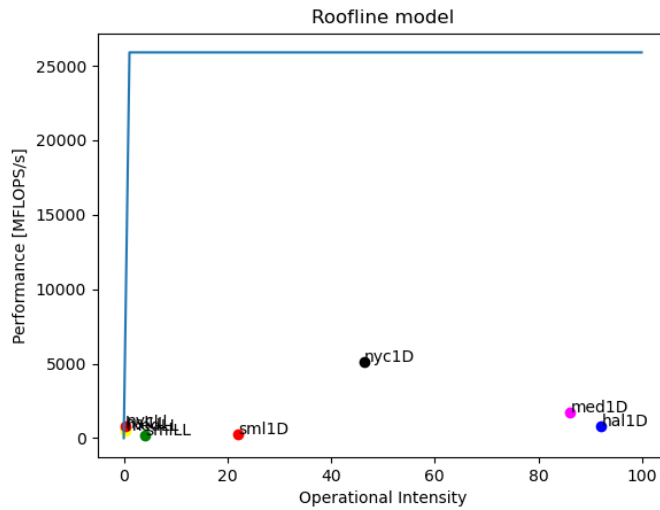
```
$ likwid-topology # recupere les informations sur le processeur
```

```
likwid-bench -t load -W N:2GB:8 # mesure la bande passante de chargement mémoire
```

```
likwid-bench -t peakflops -W N:256kB:8 # mesure le nombre d'opérations en virgule flottante
```



Le graphe avec les resultat des images est tres dur a lire mais le voici:



Environnement d'exécution Le système décrit dispose d'un processeur Intel Core i7-8550U avec 8 threads, répartis sur 4 cœurs physiques. La fréquence du processeur est de 1,80 GHz avec une fréquence mesurée de 1432,548 MHz.

Voici plus ample information sur le processeur:

```
$ cat /proc/cpuinfo
processor      : 0
vendor_id     : GenuineIntel
cpu family    : 6
model         : 142
model name    : Intel(R) Core(TM) i7-8550U CPU @ 1.80GHz
stepping      : 10
microcode     : 0xf4
cpu MHz       : 1432.548
cache size    : 8192 KB
physical id   : 0
siblings      : 8
core id       : 0
cpu cores     : 4
apicid        : 0
initial apicid : 0
fpu           : yes
fpu_exception : yes
cpuid level   : 22
wp            : yes
flags         : fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca cmov pat pse36 clflush
vmx flags     : vmx preemption_timer invvpid ept_x_only ept_ad ept_1gb flexpriority tsc_offset
bugs          : cpu_meltdown spectre_v1 spectre_v2 spec_store_bypass l1tf mds swapgs itlb_multihit
bogomips      : 3999.93
clflush size  : 64
cache_alignment : 64
address sizes  : 39 bits physical, 48 bits virtual
```

sortie de likwid-topology

```
$ likwid-topology
-----
CPU name:      Intel(R) Core(TM) i7-8550U CPU @ 1.80GHz
CPU type:      Intel Kabylake processor
CPU stepping:  10
*****
Hardware Thread Topology
*****
Sockets:       1
Cores per socket: 4
Threads per core: 2
-----
```

HWThread	Thread	Core	Socket	Available
0	0	0	*	
1	0	1	*	
2	0	2	*	
3	0	3	*	

```

4      1      0      0      *
5      1      1      0      *
6      1      2      0      *
7      1      3      0      *

```

```

-----
Socket 0:      ( 0 4 1 5 2 6 3 7 )
-----

```

```

*****
Cache Topology
*****

```

```

Level:      1
Size:      32 kB
Cache groups:      ( 0 4 ) ( 1 5 ) ( 2 6 ) ( 3 7 )
-----

```

```

Level:      2
Size:      256 kB
Cache groups:      ( 0 4 ) ( 1 5 ) ( 2 6 ) ( 3 7 )
-----

```

```

Level:      3
Size:      8 MB
Cache groups:      ( 0 4 1 5 2 6 3 7 )
-----

```

```

*****
NUMA Topology
*****

```

```

NUMA domains:      1
-----

```

```

Domain:      0
Processors:      ( 0 4 1 5 2 6 3 7 )
Distances:      10
Free memory:      542.145 MB
Total memory:      7695.82 MB
-----

```

sortie de likwid-perfctr

array perf on 100x100 image

Metric	HWThread 0
Runtime (RDTSC) [s]	0.0011
Runtime unhalted [s]	0.0007
Clock [MHz]	1197.2860
CPI	0.4147
Energy [J]	0.0038
Power [W]	3.4010
Energy DRAM [J]	0.0007
Power DRAM [W]	0.6034
DP [MFLOP/s]	53.9394
AVX DP [MFLOP/s]	0

Packed [MUOPS/s]	0
Scalar [MUOPS/s]	53.9394
Memory load bandwidth [MBytes/s]	713.1326
Memory load data volume [GBytes]	0.0008
Memory evict bandwidth [MBytes/s]	25.3088
Memory evict data volume [GBytes]	2.816000e-05
Memory bandwidth [MBytes/s]	738.4414
Memory data volume [GBytes]	0.0008
Operational intensity	0.0730

linked list perf on 100x100 image

Metric	HWThread 0
Runtime (RDTSC) [s]	0.0161
Runtime unhalted [s]	0.0111
Clock [MHz]	1541.9603
CPI	0.8392
Energy [J]	0.0515
Power [W]	3.1966
Energy DRAM [J]	0.0087
Power DRAM [W]	0.5422
DP [MFLOP/s]	3.7040
AVX DP [MFLOP/s]	0
Packed [MUOPS/s]	0
Scalar [MUOPS/s]	3.7040
Memory load bandwidth [MBytes/s]	1215.9650
Memory load data volume [GBytes]	0.0196
Memory evict bandwidth [MBytes/s]	279.4912
Memory evict data volume [GBytes]	0.0045
Memory bandwidth [MBytes/s]	1495.4562
Memory data volume [GBytes]	0.0241
Operational intensity	0.0025

half life 2000X2090 1d

Metric	HWThread 0
Runtime (RDTSC) [s]	0.1351
Runtime unhalted [s]	0.2518
Clock [MHz]	3853.8412
CPI	0.3739
Energy [J]	1.9739
Power [W]	14.6140
Energy DRAM [J]	0.0655
Power DRAM [W]	0.4849
DP [MFLOP/s]	185.6797
AVX DP [MFLOP/s]	0

Packed [MUOPS/s]	0
Scalar [MUOPS/s]	185.6797
Memory load bandwidth [MBytes/s]	736.0696
Memory load data volume [GBytes]	0.0994
Memory evict bandwidth [MBytes/s]	346.2958
Memory evict data volume [GBytes]	0.0468
Memory bandwidth [MBytes/s]	1082.3654
Memory data volume [GBytes]	0.1462
Operational intensity	0.1715

half life 2000X2090 linkedList

Metric	HWThread 0
Runtime (RDTSC) [s]	109.5668
Runtime unhalted [s]	213.9491
Clock [MHz]	3937.0027
CPI	3.0855
Energy [J]	1337.5980
Power [W]	12.2081
Energy DRAM [J]	42.4966
Power DRAM [W]	0.3879
DP [MFLOP/s]	0.2288
AVX DP [MFLOP/s]	0
Packed [MUOPS/s]	0
Scalar [MUOPS/s]	0.2288
Memory load bandwidth [MBytes/s]	402.1063
Memory load data volume [GBytes]	44.0575
Memory evict bandwidth [MBytes/s]	171.8875
Memory evict data volume [GBytes]	18.8332
Memory bandwidth [MBytes/s]	573.9938
Memory data volume [GBytes]	62.8907
Operational intensity	0.0004

med 1D 1267X919

Metric	HWThread 0
Runtime (RDTSC) [s]	0.0437
Runtime unhalted [s]	0.0702
Clock [MHz]	3296.7614
CPI	0.3742
Energy [J]	0.4641
Power [W]	10.6292
Energy DRAM [J]	0.0253
Power DRAM [W]	0.5802
DP [MFLOP/s]	160.0219

AVX DP [MFLOP/s]	0
Packed [MUOPS/s]	0
Scalar [MUOPS/s]	160.0219
Memory load bandwidth [MBytes/s]	1057.4279
Memory load data volume [GBytes]	0.0462
Memory evict bandwidth [MBytes/s]	572.2354
Memory evict data volume [GBytes]	0.0250
Memory bandwidth [MBytes/s]	1629.6632
Memory data volume [GBytes]	0.0711
Operational intensity	0.0982

med LinkedList 1267X919

Metric	HWThread 0
Runtime (RDTSC) [s]	21.5682
Runtime unhalted [s]	38.8379
Clock [MHz]	3706.7681
CPI	3.1187
Energy [J]	339.6508
Power [W]	15.7478
Energy DRAM [J]	24.7045
Power DRAM [W]	1.1454
DP [MFLOP/s]	0.3237
AVX DP [MFLOP/s]	0
Packed [MUOPS/s]	0
Scalar [MUOPS/s]	0.3237
Memory load bandwidth [MBytes/s]	2640.9210
Memory load data volume [GBytes]	56.9599
Memory evict bandwidth [MBytes/s]	1237.0837
Memory evict data volume [GBytes]	26.6816
Memory bandwidth [MBytes/s]	3878.0047
Memory data volume [GBytes]	83.6415
Operational intensity	0.0001

nyc 1150X710

Metric	HWThread 0
Runtime (RDTSC) [s]	0.0292
Runtime unhalted [s]	0.0510
Clock [MHz]	3580.3446
CPI	0.3877

Energy [J]	0.4334
Power [W]	14.8648
Energy DRAM [J]	0.0120
Power DRAM [W]	0.4124
DP [MFLOP/s]	168.0232
AVX DP [MFLOP/s]	0
Packed [MUOPS/s]	0
Scalar [MUOPS/s]	168.0232
Memory load bandwidth [MBytes/s]	661.8081
Memory load data volume [GBytes]	0.0193
Memory evict bandwidth [MBytes/s]	119.9101
Memory evict data volume [GBytes]	0.0035
Memory bandwidth [MBytes/s]	781.7181
Memory data volume [GBytes]	0.0228
Operational intensity	0.2149

LinkedList 1150X710

Metric	HWThread 0
Runtime (RDTSC) [s]	12.4036
Runtime unhalted [s]	24.4077
Clock [MHz]	3965.7995
CPI	3.0660
Energy [J]	139.0184
Power [W]	11.2079
Energy DRAM [J]	3.9324
Power DRAM [W]	0.3170
DP [MFLOP/s]	0.3947
AVX DP [MFLOP/s]	0
Packed [MUOPS/s]	0
Scalar [MUOPS/s]	0.3947
Memory load bandwidth [MBytes/s]	209.3547
Memory load data volume [GBytes]	2.5968
Memory evict bandwidth [MBytes/s]	70.6243
Memory evict data volume [GBytes]	0.8760
Memory bandwidth [MBytes/s]	279.9790
Memory data volume [GBytes]	3.4728
Operational intensity	0.0014