

CCF 252 - Organização de Computadores I

Trabalho Prático 01 - Benchmarks

Artur Papa - 3886, Luciano Belo - 3897, Mateus Aparecido - 3858

September 26, 2020

1 Introdução

O trabalho em questão tem como objetivo abordar os conteúdos trabalhados da disciplina de Organização de Computadores 1, tais como benchmarks e métricas de desempenho. Faremos neste trabalho uma comparação entre computadores com diferentes especificações e assim mostrar como cada componente interfere no desempenho de cada máquina.

Além disso, vale ressaltar que todos os gráficos apresentados neste trabalho foram feitos na linguagem python, baseando-se nos códigos feitos no livro [4] e estarão disponíveis no repositório [1].

2 Especificações

2.0.1 Computador A

1. Especificação do Computador A

- (a) Intel(R) Core(TM) i5-8250U CPU @1.80 GHz
- (b) Sistema Operacional: Microsoft Windows 10 (64-bit)
- (c) Chipset: Lenovo Core7U (Kabylake-U) ULV Host Bridge/DRAM Registers
- (d) Placa-mãe: LENOVO LNVNB161216
- (e) Memória Primária (RAM): 7.91 GB 665 MHz DDR4 SDRAM
- (f) Memória Cache L1 (dados e instruções): 4 x 32 KB, 8-way , 64bytes Line Size, 8 Thread(s)
- (g) Memória Cache L2: 4 x 256 KB, 4-way, 64bytes Line Size, 8 Thread(s)
- (h) Memória Cache L3: 6 MB, 12-way, Fully Inclusive, 64bytes Line Size, 8 Thread(s)

2. Métricas de Desempenho do Computador A

- (a) CPU Aritmético:
- (b) MIPS: 30680
- (c) MFLOPS: 12530
- (d) Cache L1: Latência – 4 ciclos = $(4 \times 1/\text{Frequência}) = 4/1,8 \text{ GHz} = 2,22 \text{ ns}$
- (e) Cache L2: Latência – 9,5 ciclos = $(9,5 \times 1/\text{Frequência}) = 9,5/1,8 \text{ GHz} = 5,2 \text{ ns}$

- (f) Memória Primária:
- (g) Latência: 155.2 ns
- (h) Largura de Banda:
- (i) Write float: 33,69 GB/s
- (j) Write int: 31,43 GB/s

2.0.2 Computador B

1. Especificação do Computador B

- (a) Intel(R) Core(TM) i3-4170 CPU @3.69 GHz
- (b) Sistema Operacional: Microsoft Windows 10 (64-bit)
- (c) Chipset: ASUS Core4 (Haswell)DRAM Controller
- (d) Placa-mãe: ASUSTeK COMPUTER INC. H81M-C/BR
- (e) Memória Primária (RAM): 7.91 GB 798 MHz MHz DDR3
- (f) Memória Cache L1 (dados e instruções): 2 x 32 KB, 8-way , 64bytes Line Size, 2 Thread(s)
- (g) Memória Cache L2: 2 x 32 KB, 8-way , 64bytes Line Size, 2 Thread(s)
- (h) Memória Cache L3:3 MB, ECC, 12-way,Fully Inclusive, 64bytes Line Size, 16 Thread(s)

2. (a) CPU Aritmético:

- (b) MIPS: 33010
- (c) MFLOPS: 13740
- (d) Cache L1: Latência – 4 ciclos = $(4 \times 1/\text{Frequência}) = 4/3.69 \text{ GHz} = 1,08 \text{ ns}$
- (e) Cache L2: Latência – 10 ciclos = $(10 \times 1/\text{Frequência}) = 10/3.69 \text{ GHz} = 2,71 \text{ ns}$
- (f) Memória Primária:
- (g) Latência: 128,3 ns
- (h) Largura de Banda:
- (i) Write float: 80 GB/s
- (j) Write int 81,4 GB/

3 Análise de Desempenho Experimental

3.0.1 Integer Score e Floating Point Score

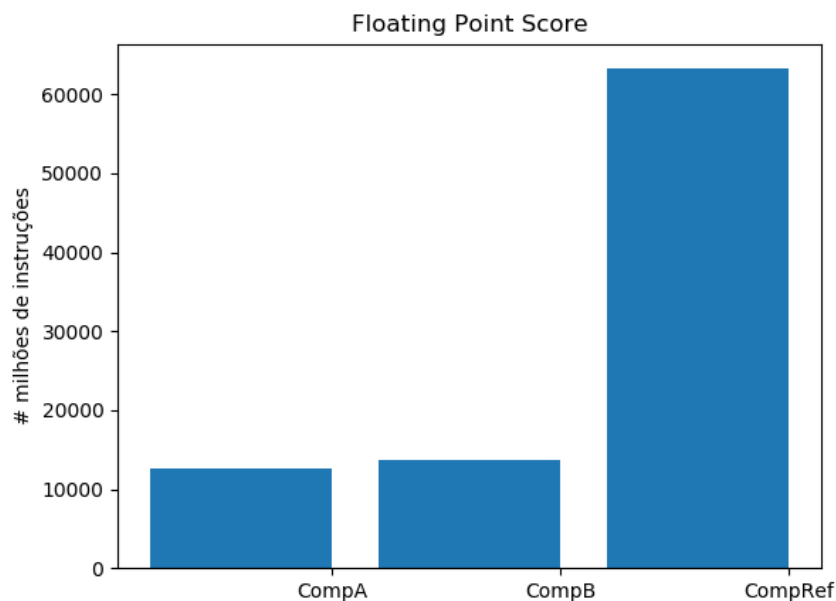


Figura 1: Gráfico referente a Floating Point Score

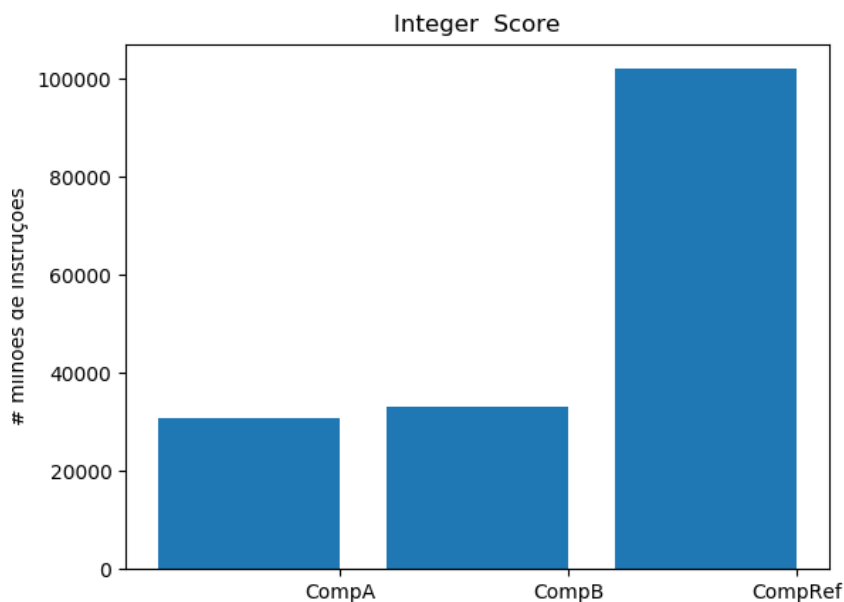


Figura 2: Gráfico referente a Integer Score

Percebe-se que o computador de referência tem um valor maior de MIPS e MFLOPS que os demais computadores, além disso, pode-se ressaltar que o computador de referência tem o clock maior que o computador A e o tempo de execução menor que o computador A e B.

3.0.2 Latência x Tipo de memória

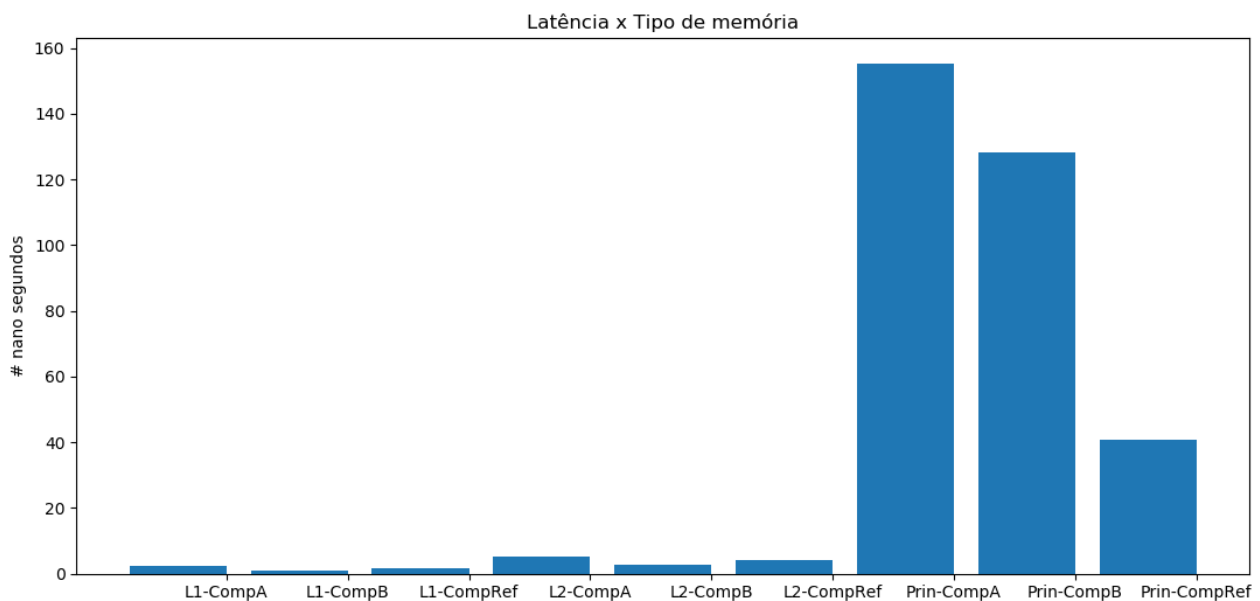


Figura 3: Gráfico referente a Latência x Tipo de memória

É possível inferir a partir do gráfico acima que, o Computador de Referência obteve melhor desempenho seja na memória L1,L2 ou Primária.

4 Análise de Desempenho Analítica

4.0.1 Questão 1

Número de Instruções		Número de Acessos a Memória	
	Valores		Valores
Inteiro	4×10^{11}	L1	72×10^5
		L2	15×10^5
		Memória Primária	13×10^5
Float	$1,6 \times 10^{12}$		

Obs: A fim de reduzir o número de páginas, optamos por não deixar os esboços dos cálculos.

Tabela sobre Tempo gasto para executar o programa BABE

Computadores	Valores
Computador A	140.8s
Computador B	128.8s
Computador Referência	29.29s

4.0.2 Questão 2

Speedup do Computador de Referência em relação aos outros

Computadores	Valores
Computador A/Ref	4.8x
Computador B/Ref	4.4x

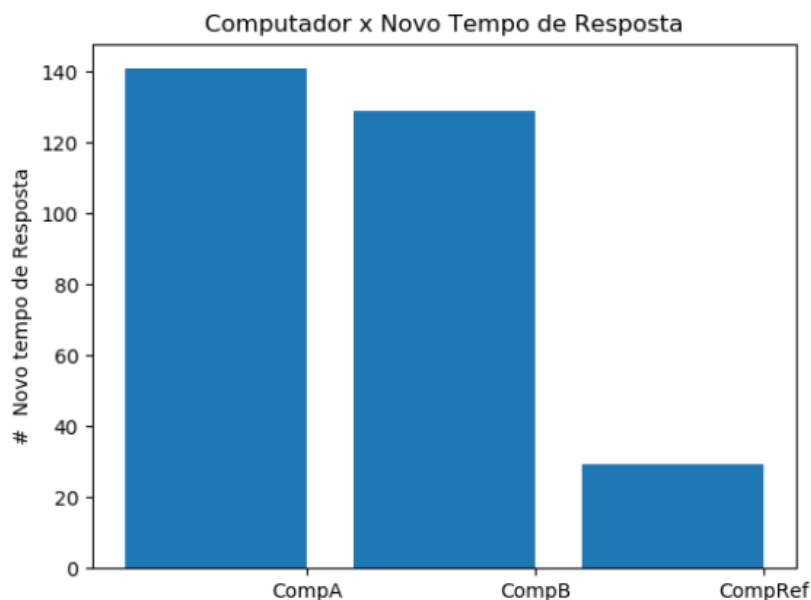


Figura 4: Gráfico referente ao speedup

4.0.3 Questão 3

O computador BEST escolhido foi o computador de referência, haja visto que foi o computador que executou o programa em menor tempo.

4.0.4 Questão 4,5 e 6

Usamos uma mesma tabela para as questões 4, 5 e 6, visto que elas usam os mesmos cálculos para o tempo final modificando apenas os valores da memória.

Tempo de resposta sem a L2, apenas com a memória principal e apenas com a cache L2

Computadores	Tempo	Desempenho
Computador Ref4	29.353s	0.063s pior
Computador Ref5	29,628s	0.338s pior
Computador Ref6	29,261s	0.029s melhor

4.0.5 Questão 7

O Computador de referência possui 1 MB de cache L2 e 16 GB de RAM, fazendo a conversão temos 16000 MB de RAM. Percebe-se que seriam necessários 15999 MB de memória para que a cache L2 tenha a mesma quantidade de memória que a RAM, assim para saber o preço basta fazer o cálculo: $15999 * 50 = 799950$ reais. Ou seja, o ganho de desempenho não vale o custo adicional.

4.0.6 Questão 8

Tempo de resposta para diferentes quantidades de ULAs e UPFs

Qtd de processadores	ULAs	UPFs
2	1.96s	12.65s
4	0.98s	6.325s
8	0.49s	3.1625s
16	0.245s	1.58125s

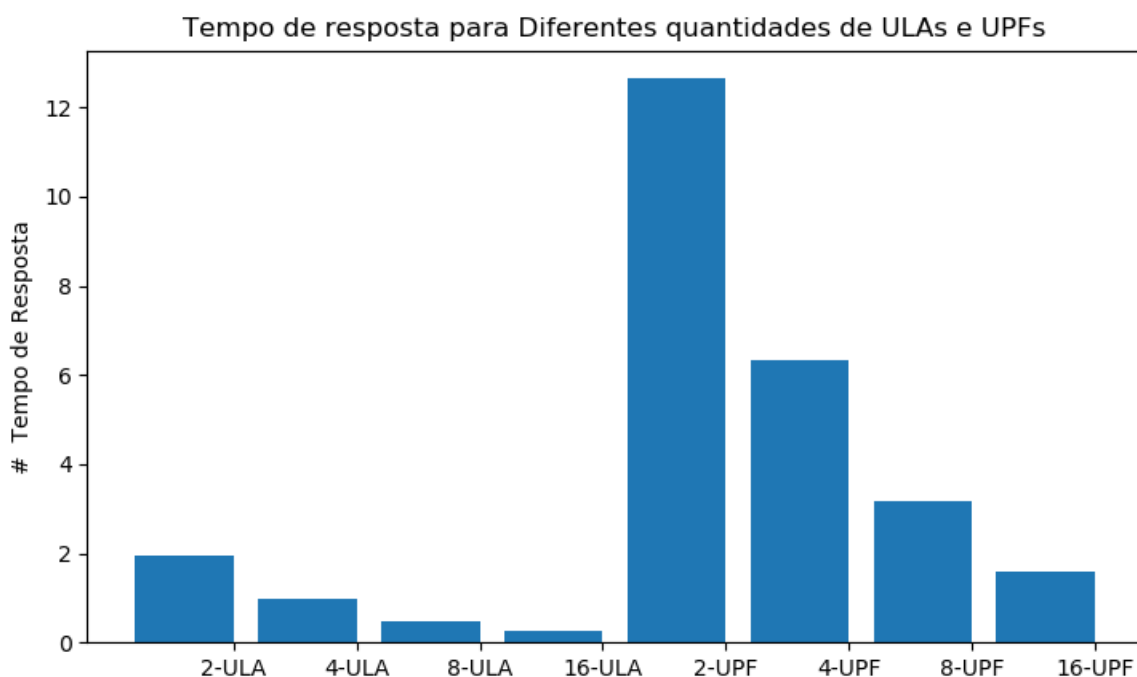


Figura 5: Gráfico referente aos valores de ULA e UPF

4.0.7 Questão 9

Ganho no tempo de resposta em cada computador

Computadores	Ganho
CompA	63.63s
CompB	58.4s
CompRef	12.652s

4.1 Questão 10

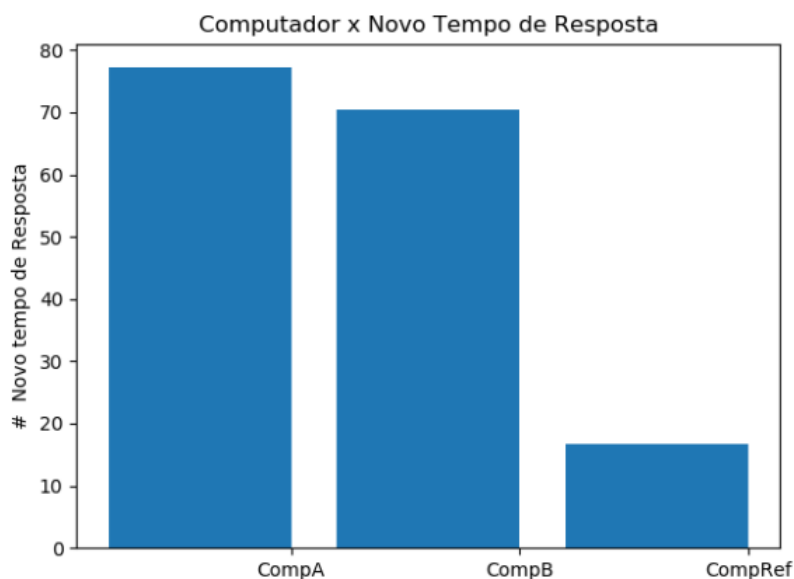


Figura 6: Gráfico referente aos novos valores do tempo de resposta

4.2 Questão 11

Mesmo após todas as modificações o computador de referência manteve-se com desempenho superior aos demais.

5 Conclusão

Considerando as medidas e análises realizadas neste trabalho, concluímos que o computador de referência se destacou entre os demais em todos os aspectos. Programas com ênfase em análise de dados, jogos (como jogos de mundo aberto por exemplo), processamento gráfico, edição de vídeos e visão computacional são exemplos de usos em que o computador de referência teria um desempenho melhor do que os outros.

Conforme vimos nos benchmarks feitos podemos ressaltar algumas vantagens como o Geekbench ([2] e [3]) em que o benchmark é feito de forma rápida porém com resultados superficiais, já o Sisftware Sandra possui resultados melhores e mais detalhados porém com uma interpretação mais complexa, com uma maior exigência computacional e longo tempo de duração.

Através dos cálculos feitos nesse trabalho pode-se ressaltar algumas métricas importantes para comparar a análise de desempenho de cada computador, por exemplo: a memória primária, memória cache, a frequência de clock, a latência e o número de MIPS e MFLOPS. Vale dizer também que essas métricas só serão úteis se forem analisadas em conjunto, por exemplo, não é só porque um computador possui um valor de MIPS maior do que o outro que ele será melhor.

Portanto, pode-se concluir que o resultado que mais surpreendeu o grupo foi o tempo de execução do programa BABE no computador de referência, haja visto que este obteve um tempo bem melhor em relação às outras máquinas.

References

- [1] Repositório:<https://github.com/lucianobajr/Practical-Works-Computer-Organization/tree/master/TP1/grafics>.
- [2] Resultado de cpu computadora:<https://browser.geekbench.com/v5/cpu/3706488>.
- [3] Resultado de cpu computadorb:<https://browser.geekbench.com/v5/cpu/3848899>.
- [4] Joel Grus. *Data Science do Zero*, volume 1. 2015.