|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Z:\Meu Drive\03. Doutorado\30. Doutorado IC-Unicamp\2022-2\Technical Report Template\logo-unicamp-name-line-blk-red-0120.png | **Universidade Estadual de Campinas**  **Instituto de Computação**  **Arquitetura de Computadores II – MO601**  **Prof. Rodolfo Jardim de Azevedo** | Z:\Meu Drive\03. Doutorado\30. Doutorado IC-Unicamp\2022-2\Technical Report Template\logo-ic-unicamp-slant-tint-beg-sky-ora-0120.png |

**Projeto 4**

**Experimento de replicação de resultados do artigo *Memory Centric Characterization and Analysis of SPEC CPU2017 Suite***

**Rubens de Castro Pereira**

**RA 217146**

Campinas – SP

Junho de 2023

Índice

[1 Introdução 3](#_Toc137596033)

[2 Ambiente de Experimentação 3](#_Toc137596034)

[3 Experimento do Projeto 3](#_Toc137596035)

[4 Experimentos Adicionais 5](#_Toc137596036)

[5 Considerações sobre o aprendizado nesse projeto 6](#_Toc137596037)

# Introdução

Esse projeto tem o propósito de desenvolver um experimento que replique algum dos resultados apresentados no artigo “Memory Centric Characterization and Analysis of SPEC CPU2017 Suite”, indicando o processo de realização do experimento dos benchmarks selecionados, a métrica utilizada e a a comparação dos resultados. A Seção 2 apresenta o ambiente de experimentação, a Seção 3 detalha a execução e resultados, e a Seção 4 descreve considerações sobre o aprendizado neste projeto.

# Ambiente de Experimentação

O computador utilizado neste experimento será denominado “Laptop Rubens” e a Tabela 1 apresenta alguns detalhes da configuração dos computadores utilizados nos experimentos.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Característica** | **Computador utilizado no artigo** | **Laptop Rubens** |
| Modelo | 40-core Intel Xeon E5-2698 v4 | Intel(R) Core(TM) i7-2620M CPU |
| Frequência da CPU | 2.2GHz | 2.70GHz |
| L1i cache | 8-way, 32 KB | 64 KiB (2 instances) |
| L1d cache | 8-way, 32 KB | 64 KiB (2 instances) |
| L2 cache | 8-way, 32 KB | 512 KiB (2 instances) |
| L3 cache | Shared 20-way, 50 MB | 4 MiB (1 instance) |
| Tamanho da linha de cache | 64 Bytes | 64 Bytes |
| Memória principal | 505 GB, DDR4 | 16 GB |

Tabela 1. Configuração do computador utilizado no artigo e do Laptop Rubens.

# Experimento do Projeto

O experimento foi realizado utilizando o SPEC CPU 2017 e, dentre os diversos benchmarks, foram selecionados os seguintes: 531.deepsjeng\_r, 538.imagick\_r e 638.imagick\_s. A métrica a ser comparada foi IPC (Instruções por Ciclos) e os dados foram coletados com a ferramenta de análise *perf*.

As instruções SPEC CPU 2017 executadas no experimento foram conforme segue:

* perf stat runcpu --config=projeto04 --noreportable --iterations=1 531.deepsjeng\_r
* perf stat runcpu --config=projeto04 --noreportable --iterations=1 538.imagick\_r
* perf stat runcpu --config=projeto04 --noreportable --iterations=1 638.imagick\_s

A Tabela 2 apresenta os dados coletados após a execução do experimento, a qual indica o benchmark executado, o número de instruções executadas, o número de ciclos de execução e o IPC obtido no Laptop Rubens. A última coluna da tabela apresenta os valores estimados dos benchmarks selecionados os quais foram estimados a partir do gráfico da Figura 3 do artigo referencia.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Benchmark** | **Número de Instruções Executadas** | **Ciclos** | **IPC Laptop Rubens** | **IPC estimado do computador do artigo** |
| 531.deepsjeng\_r | 1,963,001,964,112 | 1,344,526,586,469 | **1.46** | **1.7** |
| 538.imagick\_r | 4,098,276,981,208 | 1,799,915,281,828 | **2.28** | **2.7** |
| 638.imagick\_s | 64,430,187,824,838 | 31,640,567,351,734 | **2.04** | **2.6** |

Tabela 2. Dados coletados na execução dos benchmarks pelo SPEC CPU 2017.

A Figura 1 apresenta o gráfico dos resultados obtidos para os bechmarks selecionados (531.deepsjeng\_r, 538.imagick\_r e 638.imagick\_s) nos dois experimentos, indicando relativa proximidade nos resultados de ambos experimentos. Como se pode observar na Tabela 1, o computador utilizado no artigo possui características superiores em relação ao Laptop Rubens, o que justifica as diferenças nos resultados.

Figura 1. Gráfico da métrica IPC (Instruções por Ciclos) para os benchmarks selecionados (531.deepsjeng\_r, 538.imagick\_r e 638.imagick\_s) e executados no Laptop Rubens, bem como os valores estimados do computador do artigo.

# Experimentos Adicionais

A Tabela 3 apresenta o número de instruções executadas para um conjunto expandido de benchmarks extraídos das quatro suítes da ferramenta SPEC CPU 2017 (intspeed, intrate, fpspeed e fprate). A Figura 2 apresenta o gráfico desses resultados com valores expressos em bilhões e na escala logarítimica.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Suite** | **Benchmark** | **Número de Instruções Executadas no Laptop Rubens** |
| SPECrate®2017 Integer | 520.omnetpp\_r | 1,232,643,034,873 |
| SPECrate®2017 Integer | 531.deepsjeng\_r | 1,963,001,964,112 |
| SPECspeed®2017 Integer | 620.omnetpp\_s | 1,232,757,062,682 |
| SPECspeed®2017 Integer | 631.deepsjeng\_s | 2,293,851,692,553 |
| SPECrate®2017 Floating Point | 521.wrf\_ro | 3,556,545,936,880 |
| SPECrate®2017 Floating Point | 538.imagick\_r | 4,098,276,981,208 |
| SPECrate®2017 Floating Point | 549.fotonik3d\_r | 2,078,734,689,113 |
| SPECspeed®2017 Floating Point | 621.wrf\_so | 20,043,292,977,959 |
| SPECspeed®2017 Floating Point | 638.imagick\_s | 64,430,187,824,838 |
| SPECspeed®2017 Floating Point | 649.fotonik3d\_s | 347,184,298,983 |

Tabela 3. Experimento adicional com os dados coletados de número de instruções executadas em benchmarks variados do SPEC CPU 2017.

Figura 2. Gráfico da métrica Instruções executadas de benchmarks ampliados.

# Considerações sobre o aprendizado nesse projeto

Esse projeto propôs uma atividade de replicação de resultados experimentais a partir da mesma ferramenta de benchmark, contudo, em computador e ambiente operacional distinto. Para os três benchmarks selecionados, a métrica IPC foi relativamente próxima no experimento do artigo e o experimento realizado neste projeto. Devido a isso, um artigo publicado deve conter todos os elementos de modo a permitir que os experimentos sejam reprodutíveis.

Como esse projeto fez uso de uma ferramenta de simulação trabalhada anteriormente, a realização desse projeto com a execução e coleta de dados foi bem mais rápida que a primeira.

Ao final desse projeto me sinto mais familiarizado com ferramentas de simulação, compreendo com maior profundidade o significado e uso dos dados coletados.