

PCS-2039

Modelagem e Simulação de Sistemas Computacionais

Graça Bressan
gbressan@larc.usp.br

Testes de Carga em Sistemas de Computação e Benchmark

Testes de Carga

- Realizados através de programas que geram carga no sistema exercitando um conjunto adequado de instruções.
- *Benchmark* é o processo de submeter o sistema a tais testes de carga.

Métricas

- MIPS - milhões de instruções por segundo
- MFLOPS - milhões de operações de ponto flutuante por segundo.
- GFLOPS - bilhões de operações de ponto flutuante por segundo.
- KWIPS - Kilo Whetstones Instruction per Second
- DIPS - Dhrystone Instructions per Second Dhrystone
- SPEC – índice obtido da execução do conjunto de teste SPEC.
- TPC – índice de execução de transações

Categorias de Benchmarks

- Instrução destacada (por exemplo, ADD: comum em testes de sistemas antigos).
- Mix de instruções.
- Kernel (núcleo).
- Programas sintéticos.
- Aplicações dedicadas para benchmark.

Mix de Instruções

- Seleção de instruções cuja frequência é contada de forma a se assemelhar a uma carga real.
- Desvantagem: não representa as instruções de computadores atuais com diferentes modos de endereçamento tais como endereçamento virtual, pipeline e multiprocessamento, nem o contempla testes dependentes de periféricos.
- Vantagem: simples e efetivo para comparar arquiteturas semelhantes e estimar o tempo de execução de algoritmos e programas de sistema.

Mix de Gibson

- Um mix comum é o de Gibson desenvolvido por Jack C. Gibson (1959) para um IBM 704. O mix considera uma frequência de instruções observadas em programas que executavam nos computadores IBM 704. O programa de teste utilizando o mix fornece um tempo médio para a execução de instruções.

Mix de Gibson

Instrução	Frequência
Load e Store	31.2
Soma e subtração em ponto fixo	6.1
Comparações	3.8
Desvios	16.6
Soma e subtração em ponto flutuante	6.9
Multiplicação em ponto flutuante	3.8
Divisão em ponto flutuante	1.5
Multiplicação em ponto-fixo	0.6
Divisão em ponto-fixo	0.2
Shift	4.4
Operações lógicas e, ou	1.6
Instruções que não utilizam registradores	5.3
Indexação	18.0

Kernel

- Generalização em nível mais alto do mix de instruções, para permitir o exercício de outras características do processador.
- Exemplos: crivo de Erastóstenes, quebra-cabeças, busca em árvores, inversão de matrizes, ordenação, função de Ackermann.

$$A(x,y) = \begin{cases} y+1 & \text{se } x=0 \\ A(x-1,1) & \text{se } y=0 \\ A(x-1,A(x,y-1)) & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Programas Sintéticos

- Programas que incluem também uso de entrada e saída e exercitam as chamadas de sistema.
- “Portáteis”, escritos em linguagens de alto nível”.
- Buchholz (1969).
- Desvantagem: não exercitam modelos de memória e de acesso a disco.

Aplicações de Benchmark

- Programas mais complexos que exercitam quase todos os recursos do sistema:
 - Processadores,
 - Memória,
 - Dispositivos de E/S,
 - Rede,
 - Base de dados.
- Especializados para teste de determinadas características: rede, Web, transações, etc.

Benchmarks Históricos

- Whetstone (1975): linguagem Algol.
- LinPack (1983): sistemas lineares em ponto flutuante.
- Dhrystone (1984): C, Pascal, Ada (ambientes típicos de programação, sem ponto flutuante).
- Lawrence-Livermore Loops (1986): cálculos científicos vetoriais.

Whetstone

- Utilizado pelo British Central Computer Agency, consiste de 11 módulos projetados para exercitar a frequência dinâmica de operações observadas em 949 programas Algol (1975).
- Exercita operações em ponto-fixa e flutuantes, endereçamento de matrizes, chamadas de procedimentos, passagem de parâmetros. É representativo de programas científicos e de engenharia. O resultado é medido em KWIPS (Kilo Whetstones Instruction per Second). Foi traduzido para outras linguagens: Fortran, PL/I.

LINPACK

- Desenvolvido por Jack Dongarra (1983) do Argonne National Laboratory. Consiste de programas para resolver sistemas de equações lineares densas (não esparsas), utilizando o pacote de sub-rotinas LINPACK. Possui alta porcentagem de somas e multiplicações em ponto flutuante. Destinava-se a avaliar sistemas voltados para engenharia mecânica.

Dhrystone

- Desenvolvido em 1984 por Reinhold Weicker da Siemens e disponível em C, Pascal e ADA.
- O resultado é medido em DIPS (Dhrystone Instructions per Second). Contem muitas chamadas de procedimento e é considerado representativo de ambientes de sistemas de programação.
- É uma medida adequada para medir desempenho de operações com inteiros, não exercitando ponto flutuante ou E/S.

Lawrence Livermore Loops

- Consiste de 24 testes separados que exercitam predominantemente cálculos científicos vetoriais, implementados no Lawrence Livermore National Laboratories (1986).
- O resultado medido em MFLOPS é apresentado nos casos mínimos, máximos e médios utilizando diferentes definições de média.
- Consiste de código extraído de aplicações reais do Laboratório e se tornou um padrão para a determinação da potência de sistemas computacionais.

SPEC - System Performance Evaluation Corporation

- System Performance Evaluation Corporation, é uma entidade sem fins lucrativos, formada por vendedores e fabricantes de computadores, que desenvolveu um conjunto padronizado de benchmarks.

SPEC - System Performance Evaluation Corporation

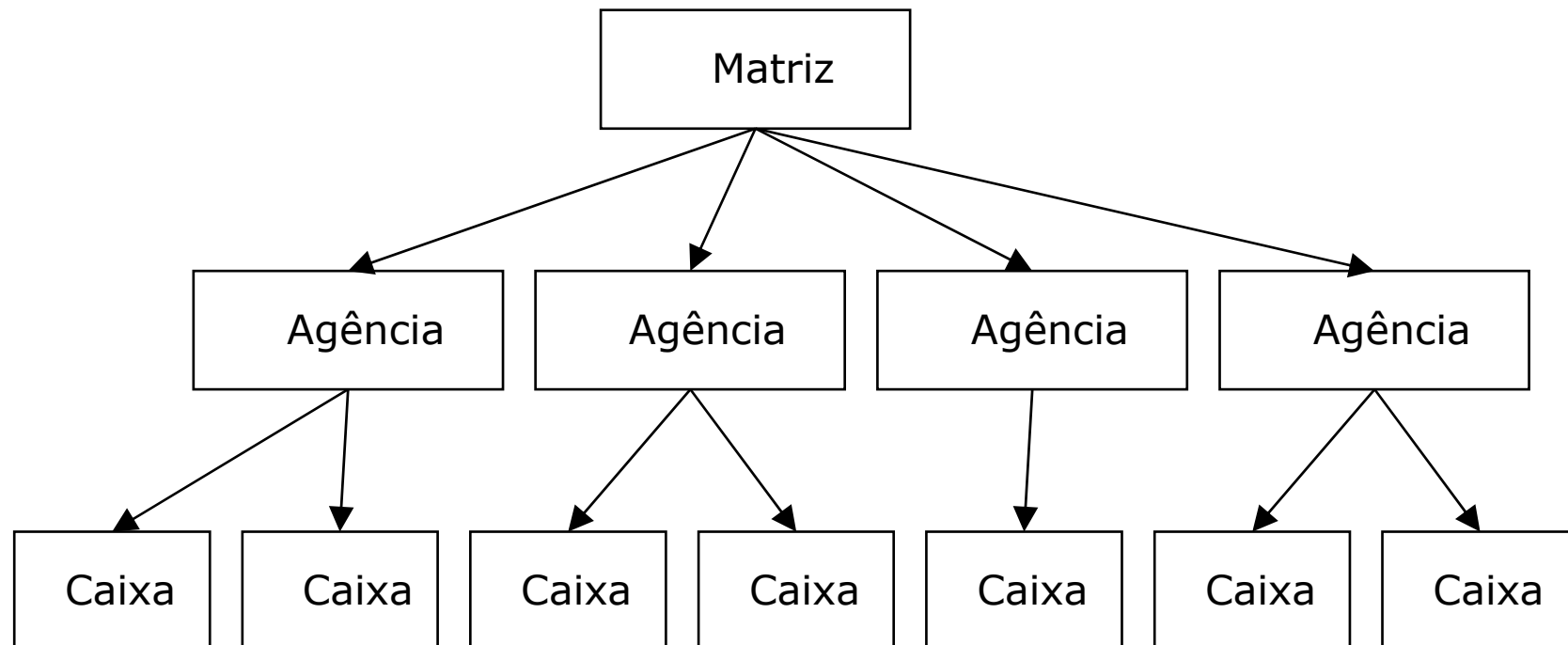
- GCC: Tempo do compilador GNU para compilar 19 programas .
- Espresso: Ferramenta de Eletronic Design Automation(EDA) que realiza minimização de funções booleanas utilizando lógica heurística para programação de PLA.
- Spice 2g6: Outra ferramenta de EDA para simulação de circuitos analógicos.
- Doduc: Realiza simulação de Monte Carlo de processos de Reatores Nucleares.
- NASA7: conjunto de funções que realizam operações de ponto flutuante em dupla precisão e operações matriciais.

SPEC - System Performance Evaluation Corporation

- LI: tempo necessário para resolver o problema das 9-rainhas escrito em LISP.
- Eqntott: Converte uma equação booleana em uma tabela verdadeiro-falso.
- Matrix300: Realiza operações com matrizes 300x300 utilizando o pacote LINPACK em lógica de ponto flutuante de dupla precisão.
- Fppppp: Benchmark de química quântica utilizando lógica de ponto flutuante de dupla precisão para integração/derivação.
- Tomcatv: Programa que opera com reticulados vetoriais em lógica de ponto flutuante de dupla precisão. Adequado para testes de memória compartilhada em multiprocessadores.

Débito-Crédito

- Rede bancária distribuída (1973).
- Foi desenvolvido por um banco que queria que seu sistema suportasse transações on-line que atingiam pico de 100 Transações por Segundo (TPS) em suas 1.000 agências, 10.000 caixas e 10.000.000 de contas-correntes.



TPC - Transaction Processing Performance Council

- Transaction Processing Performance Council é uma organização sem fins lucrativos, criada em 1988, que definiu benchmarks para sistemas de processamento transacional e de bases de dados.
 - TPC-C: desempenho máximo mantido pelo sistema em transações por minuto de transações comerciais.
 - TPC-H: Desempenho de ambientes de suporte a decisões.
 - TPC-R: Similar ao TPC-H, mas executa um conjunto de consultas a bases de dados.
 - TPC-W: Benchmark para sistemas Web. Simula uma loja virtual de vendas de livros.

Exercício 1:

Benchmark de Rede

- Utilize uma ferramenta de benchmark de domínio público para analisar o seu computador pessoal em comparação com os computadores de outros dois colegas.
- Faça um relatório com os resultados da análise.
- Apresente gráficos comparativos de desempenho dos computadores utilizando métricas tais como MIPS, MFLOPS ou SPECS.
- Verifique como os parâmetros do computador (memória, disco, placas de vídeo, CPU) afetam o desempenho.
- Apresente suas conclusões sobre o desempenho dos computadores analisados.
- Escolha computadores de gerações próximas (não dá para concluir muita coisa quando se compara um Pentium I com um Pentium III, por exemplo pois é óbvio que o último é mais rápido) e mesmo sistema operacional.

Exercício 2:

Benchmark de Rede

- Utilizar ping e/ou tracert para determinar o tempo médio de resposta em diversos horários para acesso a algum site.
- Fazer um certo número de medidas e determinar os tempos médios para cada segmento.
- Acessar o mesmo site a partir de endereços diferentes.
- Tabelar os resultados indicando a contribuição porcentual de cada segmento no tempo total de acesso.

Links

- SPEC - System Performance Evaluation Corporation:
<http://www.specbench.org/>
- TPC - Transaction Processing Performance Council:
<http://www.tpc.org/>
- OpenSourceMark
<https://sourceforge.net/projects/opensourcemark/>
- Wikipedia - benchmark computing
http://en.wikipedia.org/wiki/Benchmark_%28computing%29
- ZDNET
<http://downloads.zdnet.com/>