Benchmarks

Arquitectura de Computadores

Lic. em Engenharia de Sistema e Informática

Luís Paulo Santos

Benchmarks

Conteúdos	7.4 – Benchmarks
Resultados de Aprendizagem	R7.3 – Avaliar diferentes tipos de benchmarks relativamente à qualidade e tipo de informação produzida
	R7.4 – Seleccionar as métricas e testes mais adequados à caracterização do desempenho em diferentes situações

Benchmark

- Entende-se por *benchmark* um teste, ou conjunto de testes, que, quando executados num determinado sistema de computação, dão alguma medida do **desempenho** de um(s) determinado(s) **componente(s) do sistema** na execução de uma determinada **tarefa**

PROBLEMA: O componente do sistema medido por um determinado teste é importante para a aplicação em causa?

PROBLEMA: Como garantir que a carga (*workload,* tarefa) a que a máquina é sujeita durante a medição é equivalente à carga (*workload,* tarefa) a que o utilizador normalmente a sujeita?

PROBLEMA: Como garantir que os fabricantes e/ou vendedores não manipulam os testes (ou condições de realização dos mesmos) no sentido de melhorarem os resultados?

Benchmarks Sintéticos

Pequenos programas desenvolvidos especificamente para medir alguma característica específica da máquina. Normalmente não realizam nenhuma tarefa específica.

Desvantagens

1. Não reflectem a carga que um utilizador aplica à sua máquina;
2. Programas pequenos que utilizam apenas a *cache*;
3. Alguns compiladores geram código optimizado para estes testes. Estas optimizações não podem depois ser usadas em aplicações reais.

Vantagens

1. Na fase inicial de desenho de um sistema estes testes são muito úteis, pois são fáceis de compilar e mesmo de simular.

Exemplos: Dhrystone (int) e Whetstone (FP)

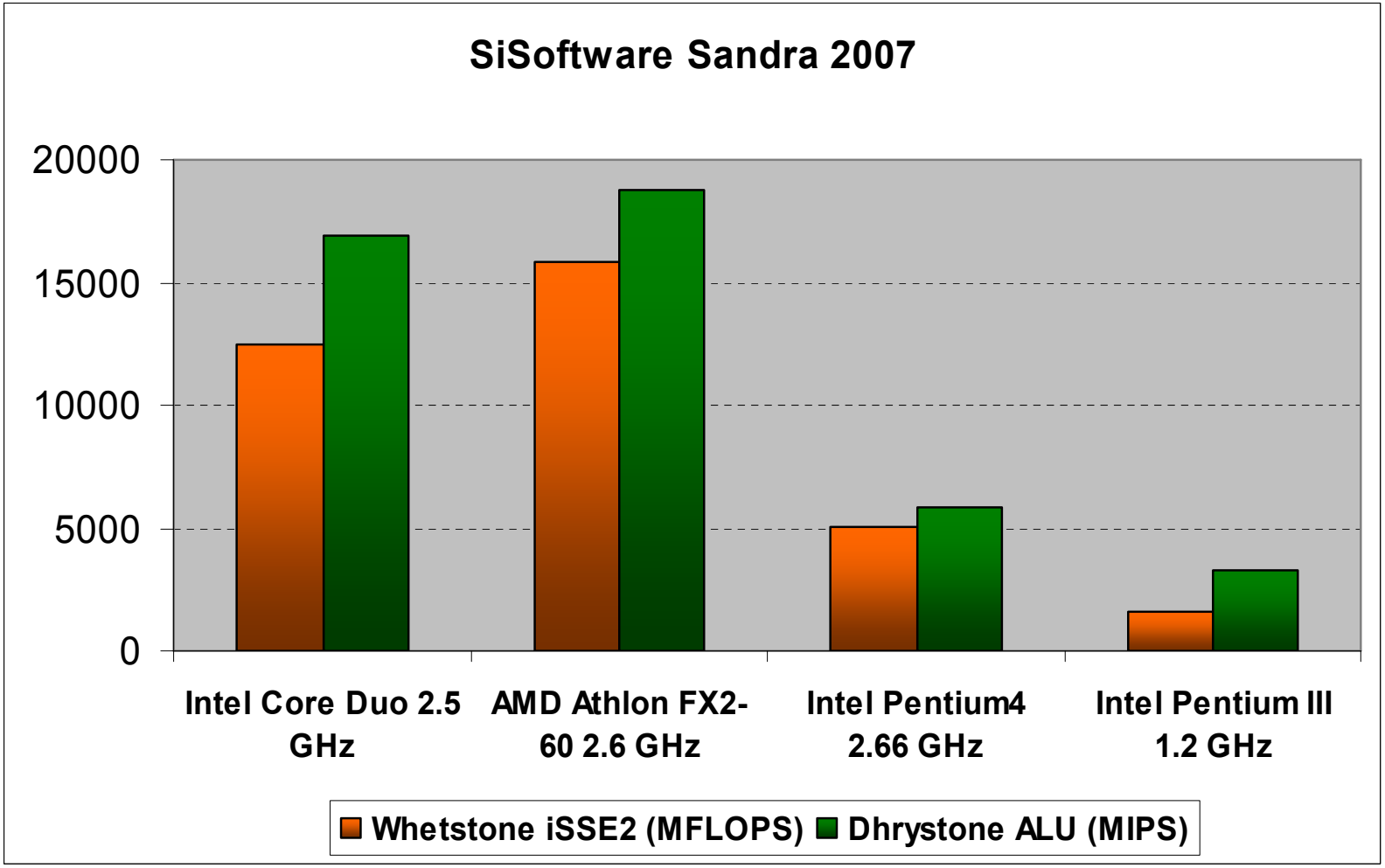
Dhrystone (inteiros)

- Teste sintético que contem uma mistura representativa de operações inteiras:
  - invocação de procedimentos
  - utilização de apontadores, inteiros e caracteres
  - atribuições e cálculo de expressões
- Desenvolvida em 1984 por Reinhold Weicker em Ada.
  Melhorada e convertida para C em 1989 por Weicker e Richardson
- Resultados em *Dhrystone loops per second*
  Resultados em **MIPS** (Milhões de instruções por segundo) não podem ser usados para comparar diferentes arquitecturas (ex. CISC vs. RISC)
- Muito divulgada, mas muitos compiladores incluem optimizações específicas para este teste

Whetstone (vírgula flutuante)

- Teste sintético que contem uma mistura representativa de operações em vírgula flutuante:
  - `abs, sqrt, exp, alog, sin, cos, atan, …`
- Desenvolvida em Algol60, em 1972
- Resultados em MWIPS (Milhões de Whetstone instruções por segundo) ou em MFLOPS (Milhões de operações em vírgula flutuante por segundo)
- Muito divulgada, mas muitos compiladores incluem optimizações específicas para este teste

Resultados


SiSoftware Sandra 2007
20000
15000
10000
5000
0
Intel Core Duo 2.5 GHz
AMD Athlon FX2-60 2.6 GHz
Intel Pentium4 2.66 GHz
Intel Pentium III 1.2 GHz
Whetstone iSSE2 (MFLOPS)
Dhrystone ALU (MIPS)

Conjuntos de Aplicações Reais

Conjuntos de aplicações seleccionadas por representarem cargas típicas para um grande número de utilizadores

Desvantagens

1. Difícil seleccionar conjuntos de aplicações que garantidamente representem uma grande maioria de utilizadores;
2. Estes testes levam muito tempo a executar e as condições de teste e relatório de resultados são geralmente muito exigentes;

Vantagens

1. O utilizador pode geralmente confiar que os resultados reflectem com algum grau de precisão o desempenho a esperar da sua máquina;
2. Tratando-se de aplicações reais torna-se difícil aos fabricantes introduzirem características especiais no *hardware* ou nos compiladores para inflaccionar os resultados.

Exemplo: SPEC Benchmarks

SPEC- Standard Performance Evaluation Corporation

A SPEC (http://www.spec.org/) é uma associação criada em 1989 por um grupo de companhias para normalizar:

- o conjunto de testes a que as máquinas devem ser submetidas;
- as condições em que estes testes devem ser realizados;
- a forma como os resultados devem ser documentados

Benchmark	Descrição
SPEC WEB'2009	Servidores WEB
SPEC MPI'2007	High Performance Computing (MPI)
SPEC JVM'2008	Java Virtual Machine
SPEC SFS'2008	Sistem File Server
SPEC MAIL'2008	Servidores de eMail
SPEC CPU'2006	Processador – memória - compilador

SPEC CPU2006

Conjunto de programas cuidadosamente seleccionados para representarem a carga que um utilizador "regular" impõem à sua máquina.

Inclui vários testes dos quais se destacam:

Benchmark	Descrição
SPECint_base2006	Programas com operações em inteiros, compilados sem optimizações.
SPECint2006	Programas com operações em inteiros, compilados com optimizações.
SPECfp_base2006	Programas com operações em vírgula flutuante, compilados sem optimizações.
SPECfp2006	Programas com operações em vírgula flutuante, compilados com optimizações.

SPEC int

Teste	HLL	Descrição
445.gobmk	C	Artificial Intelligence
464.h264ref	C	Vídeo Compression
403.gcc	C	C Programming Language Compiler
429.mcf	C	Combinatorial Optimization
458.sjeng	C	Game Playing: Chess
471.omnetpp	C++	Discrete Event Simulation
456.hmmer	C	Search Gene Sequence
400.perlbench	C	PERL Programming Language
462.libquantum	C	Physics: Quantum Computing
473.astar	C++	Path finding algorithms
401.bzip2	C	Compression
483.xalancbmk	C++	XML processing

12 programas

SPEC CPU 2006

Como calcular os índices SPECint2006 e SPECfp2006?

1. O tempo de execução de cada teste numa máquina de referência (SUN Ultra Enterprise 2) é dividido pelo tempo de execução na máquina a testar. Chama-se a esta razão o **SPEC ratio**.

2. É calculada a média geométrica dos vários SPEC ratios.

$$SPEC = \sqrt[n]{\prod_{i}^{n} SPECratio_i}$$

SPEC CPU 2006