

## Benchmarking Projekt – Einführung



Projekt im Rahmen der Vorlesung:

**Computer Systems Performance**

**Analysis and Benchmarking (37-235)**

Dipl. Inf. Ing. Christian Kurmann

## Überblick

- Projekt Performance Evaluation - Zielsetzungen
- SPEC - Wissenschaftliche Applikationsbenchmark
- Imbench - Synthetische Komponenten-Benchmark
- Winstone - Scriptgesteuerte Applikationsbenchmark
- WinBench - Synthetische Subsystem Benchmark
- Labors
- Beispieluntersuchungen

28.11.2002

2

## Projekt Performance Evaluation

- Ziel
  - "Vorlesungstheorie" in die Praxis umsetzen, indem verschiedene PC-Systeme bzw. deren Komponenten sowie Softwareprodukte mit entsprechenden Benchmarks ausgemessen und die Resultate herausgearbeitet und dargestellt werden.
- Praktikumsbericht
  - Festlegung eines Evaluations-Ziels/Systems/Metriken
  - Beschreibung der gewählten Evaluationstechnik/Workload
  - Messresultate auf möglichst *verschiedenen* Rechnern bzw. verschiedenen Komponenten (CPU, Memory, Graphik, Disk, Netzwerk)
  - Interpretation und Analyse von aufgetretenen Effekten und Resultaten
- Arbeitsaufwand ca. 20-30 h (1P, ½U)

28.11.2002

3

## SPEC

- **Standard Performance Evaluation Corporation**: Non-Profit Organisation verschiedener Computerhersteller, Verleger und Consultants
- Standardbenchmark zum Vergleichen von Computern über verschiedene Hardware- und OS-Plattformen
- **SPEC CPU2000** enthält zwei Messfolgen: **CINT**, **CFP**
- misst Prozessor, Speicher-Architektur und Compiler Performance
- wechselt ca. alle paar Jahre, da z.B. Compiler für SPEC Benchmarks optimieren werden, Lasten ändern
- grosse Problemstellungen, lange Laufzeiten, grosse Applikationsdiversität
- ausgelegt für rechenintensive Applikationen, die auf verschiedenen Plattformen zur Verfügung stehen

28.11.2002

4

# SPEC 95

- **CINT95**
- **go** - An internationally ranked go-playing program. INT-Performance, small Cache activity
- **m88ksim** - A chip simulator for the Motorola 88100 microprocessor.
- **gcc** - Based on the GNU C compiler version 2.5.3. 50 Input files result in the highest number of fork/exec/open system calls.
- **compress** - An in-memory version of the common UNIX utility. Memory and INT-Benchmark
- **li** - Xlisp interpreter. Inlining Optimization test.
- **jpeg** - Image compression/decompression on in-memory images. Shows of superscaler integer capabilities.
- **perl** - An interpreter for the Perl language. Word lookups and basic math. Tests libc routines: malloc, free, memcpy
- **vortex** - An object oriented database. Largest Benchmark in the suite, tests System TLB handler.

## SPEC Resultate:

<http://www.specbench.org/osg/cpu95/results/>  
<http://www.intel.com/procs/perf/>

28.11.2002

5

# SPEC 95

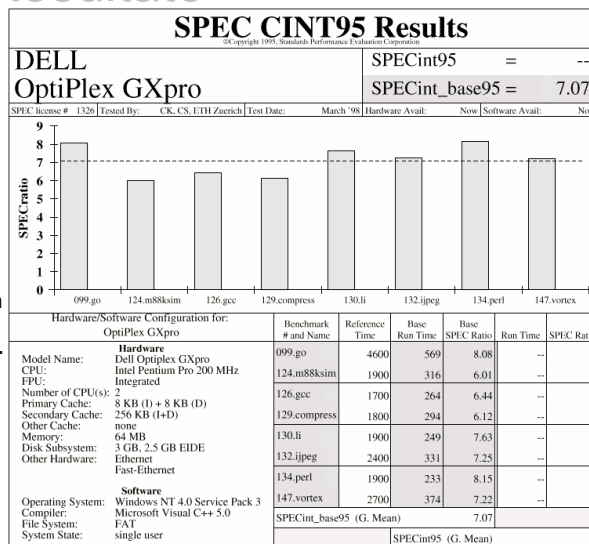
- **CFP95**
- **tomcatv** - Vectorized mesh generation. Sensitive to the speed of memory.
- **swim** - Shallow water equations. Can be parallelized well.
- **su2cor** - Monte-Carlo method. Can be parallelized well.
- **hydro2d** - Navier Stokes equations. Can be parallelized well.
- **mgrid** - 3d potential field.
- **applu** - Partial differential equations.
- **turbo3d** - Turbulence modeling. Large 1D FFT
- **apsi** - Weather prediction. Can not be easily parallelized.
- **fpppp** - From Gaussian series of quantum chemistry benchmarks. Can not be parallelized. Tests register allocation/performance.
- **wave5** - Maxwell's equations.

28.11.2002

6

# SPEC 95 Resultate

- Ausführungszeiten für die einzelnen CINT Benchmarks sind gegeben
- Berechnung des Verhältnisses der Ausführungszeiten zur Basismaschine (SPARCstation 10 Model 40).
- Die einzelnen Verhältnisse entsprechen dem Median von mindestens drei Durchgängen.
- **SPEC<int/fp>\_base95** wird berechnet aus dem Geometrischen Mittel der individuellen Verhältnisse.



28.11.2002

7

# SPEC 95 : HowTo

- Starten von SPEC Benchmarks mit **runspec**: übernimmt Compilation, Bereitstellen der Eingabedaten, Starten der Programme, Generierung der Resultate
- Beispielkommando:  
**runspec -a validate -c my\_config -i ref -n 3 -o ps int**
  - **a validate**: action validate, führt alle notwendigen Aktionen aus wie Compilieren, Vorbereiten der Daten, Starten der Benchmarks, Vergleichen und Ausgeben der Resultate.
  - **c my\_config**: wählt die zu verwendende Konfiguration. Diese enthält Angaben zum System und Compiler.
  - **i ref**: bestimmt die zu verwendenden Eingabedaten, test (Testdaten), train (zum Optimieren der Compiler args) und ref (Referenz-Daten).
  - **n 3**: wieviel mal der Benchmarks durchgeführt werden soll (für gültige Resultate mindestens 3 mal).
  - **o ps**: wählt das Ausgabeformat der Testresultate z.B. PostScript.
  - **int**: wählt den oder die auszuführenden Benchmarks. INTEGER-Benchmarks (SPEC CINT 95)

28.11.2002

8

# Imbench

- **Synthetische Benchmark:** misst spezifisch die Performanz individueller Komponenten mit simplen, portablen Workloads
- **Nachteil:** Resultate repräsentieren nicht die Performanz eines Computersystems in real-life Situationen
- **Gnu GPL**, Larry McVoy (SGI), Carl Staelin (HP)
- **Resultatdatenbank als Vergleichsbasis**
- **Low-Level Benchmark**

# Imbench

- **Bandwidth benchmarks**
  - Cached file read
  - Memory copy (bcopy)
  - Memory read
  - Memory write
  - Pipe
  - TCP
- **Latency benchmarks**
  - Context switching
  - Networking: connection establishment, pipe, TCP, UDP, and RPC hot potato
  - File system creates and deletes
  - Process creation
  - Signal handling
  - System call overhead
  - Memory read latency
- **Miscellaneous**
  - Processor clock rate calculation

# Winstone

- **Skriptgesteuerte System-Level Applikationsbenchmark**
- **allumfassendes Mass der Performance eines PC's unter Windows 2k / NT / 98, normalisiert zu einer Basismaschine**
- **Business Applikationen** (populäre Applikationen, alltäglich benutzt durch die meisten Benutzer) und **High-End Applikationen** (bezieht sich auf spezialisierte Benutzer wie Applikationsentwickler, Photo Editor)  
  - **Business WinMark, HighEnd WinMark**
- **Installiert Demoverionen der Applikationen und verändert Systemeinstellungen, heikel in produktiver Umgebung**

# Winstone 99 : Applikationen

Suiten	Kategorie	Applikation
Business	Business Browser	Netscape Navigator® 4.04
	Business Corel WordPerfect®	Quattro® Pro 8, WordPerfect® 8
	Business Lotus SmartSuite®	1-2-3® 97, Word Pro® 97
	Business Microsoft Office®	Access 97, Excel 97, PowerPoint 97, Word 97
High End	High End Applications (Development, Graphic, CAD)	Adobe® Photoshop® 4.01, Adobe Premiere® 4.2, AVS/Express® 3.4, Bentley System's MicroStation® SE, Microsoft® FrontPage® 98, Microsoft® Visual C++® 5.0, Sonic Foundry® Sound Forge® 4.0
Dual-Processor Inspection	High End Applications	Adobe® Photoshop® 4.01, MicroStation® SE, Microsoft® Visual C++® 5.0

## Winstone 99 : Basismaschine

- Computer: Dell Dimension™ XPS P5-233 MMX
- Floating Point: Integriert
- Display Adapter: Matrox® Millennium II™
- Display Adapter Memory: 8192KB WRAM
- Display Driver: MGA-2164W-2064W-1064SG
- Display Mode: 1024 X 768 16 bits/pixel
- Display Refresh Rate: 60 Hz
- Hard Disk: IBM DHEA 26480 with 6.4GB
- Hard Disk Controller: Primary EIDE
- Off-Chip Processor Cache: 512KB Pipeline Burst
- Processor: intel Pentium x86 Family 5 Model 4, Step. 3
- Processor RAM: 32MB SDRAM
- Operating System: WindowsNT 4.0 Service Pack 3, Build 1381
- Bus Type: PCI
- **erreicht 10 Winstones für Business/HighEnd Test, bzw. 1 Winstone für jede Kategorie, Dauer 1 h für sämtliche Tests**

28.11.2002

13

## WinBench 99

- **Subsystem-Level Benchmark (Graphik-, Disk, Prozessor/Memory, Video, CD-ROM Performance) für Windows 2k / NT / 98 Plattformen**
- **Synthetischer Nachvollzug der mit Winstone aufgezeichneten Grafik- und Diskoperationen für Business- und High-End Applikationen**
  - [Business Graphics WinMark](#)
  - [High-End Graphics WinMark](#)
  - [Business Disk WinMark](#)
  - [High-End Disk WinMark](#)

28.11.2002

14

## WinBench 99 : Benchmarks

- **Synthetische Benchmarks**
  - **GDI/USER**: Graphics-Device- und USER-Interface Tests
  - **DISK WinMarks**: Disk Read/Write Sequential/Random
  - **DISK Transfer Rate**: Transferrate der Disk/Controller/Treiber-Kette
  - **DISK ReadCPU Utilisation**: CPU Beanspruchung während Disk Read
  - **CPUMark 99**: Processorleistung für 32 Bit Programme, Applikationsmix (Kompression, Wortanalyse, Textformatierung)
  - **FPU Winmark**: Processor-FloatingPoint Leistungsmessung, Applikationsmix (FFT, Poisson Gleichung, Lin. Gleichungssyst.)
  - **CD-Rom WinMark**: CD Rom Read Sequential/Random, Access Time, Applikationsmix (Business, Games und Unterhaltung, Reference und Lehre)
  - **Video WinMark, DirectDraw WinMark**

28.11.2002

15

## WinBench 99: Einheiten

Test	Einheiten der Resultate:
<b>Disk</b>	
WinMark und Inspektion Tests	1000 Bytes/Sek
CPU Benutzung	Prozent benutzt (kleiner ist besser)
<b>Graphics</b>	
WinMark Tests	Keine Einheit
Inspektion Tests	Millionen Pixels/Sek
<b>Processor</b>	
CPUMark	Keine Einheit
<b>CD-ROM</b>	
WinMark und Inspektion Tests	1000 Bytes/Sek
Zugriffszeit	Millisekunden
CPU Benutzung	Prozent benutzt (kleiner ist besser)
<b>Video</b>	
Framerate/Qualität	Frames/Sek, fallengelassene Frames

28.11.2002

16

## WinBench 99: Oberfläche

Arbeitsoberfläche von WinBench99 / WinStone99



Testauswahl / Teststart

Speichern von Resultaten

Laden von Vergleichstests in Excel

Hilfe / Erklärungen

28.11.2002

17

## Beispiel-Untersuchungen: SPEC

- **Compiler auf UltraSparc:** Vergleichen Sie den Sun WorkShop Compilers mit dem GNU gcc auf zwei Sun UltraSparc-Rechnern.
- **Betriebssysteme und Compiler für PC:** Vergleichen Sie die zwei typischen PC-Entwicklungsoberflächen Linux mit GNU gcc und Windows 2000 mit Microsoft Visual C++ auf einem Pentium III PC. Wie sind die Unterschiede zu erklären?
- **Gänzlich unterschiedliche Rechner:** Vergleichen Sie eine Sun Blade mit Solaris 8 und Sun WorkShop Compiler mit einem Dell Precision 420 mit Linux und GNU gcc.
- Vergleichen Sie die Resultate mit der SPEC Datenbank:  
<http://www.specbench.org/osg/cpu95/results>

28.11.2002

18

## Beispiele: WinBench/WinStone

- Vergleichen Sie die **Business Graphics WinMarks99** bzw. die **Business Winstone99** eines Pentium III Rechners mit verschiedenen Graphik Adaptern.
- Wieviel % der CPU Zeit wird für einen **Disk/Read Access** benötigt für ein SCSI und ein EIDE-System (mit und ohne DMA). Gibt's Unterschiede?
- Messen Sie die **Disk/Read Transfer Rate** und **Disk/Read Access Random** einer durchschnittlichen EIDE Festplatte und einer **High-End Seagate Cheetah** SCSI mit 10'200 RPM. Was macht die richtige Konfiguration (PIO, DMA) aus.
- Vergleichen Sie **Winstone** Tests-Resultate mit den Beispielresultaten und den Resultaten der synthetischen **WinBench**.

28.11.2002

19

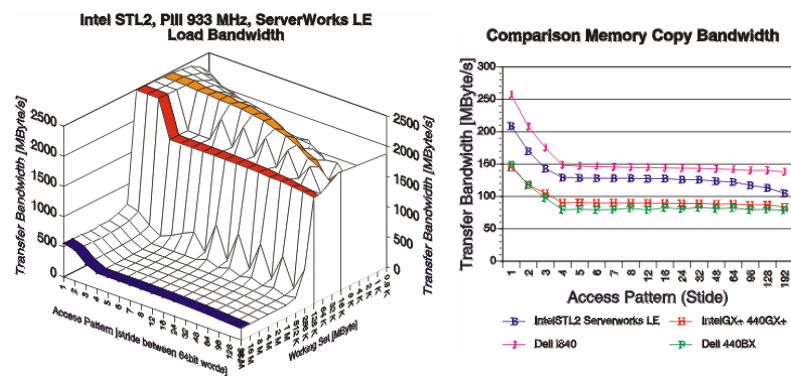
## Beispiele: Imbench / ECT-memperf

- Kompilieren Sie **Imbench** unter LINUX, unter Windows und Solaris und untersuchen Sie die Resultate unter den verschiedenen Betriebssystemen
- Vergleichen Sie die Resultate von Imbench mit denen von WinBench (wo möglich)
- **ECT memperf** ist eine Methode um die Leistung eines Memorysystems zu charakterisieren. Sie erfasst zwei Aspekte der Memoryhierarchie:
  - *temporal locality*: variieren der Workingset-Grösse
  - *spacial locality*: variieren des Zugriffsmusters
- Anhand der resultierenden Bandbreiten-Werte können die Memorysysteme sehr genau verglichen bzw. Applikationen mit Hilfe der Resultate optimiert werden.
- <http://www.cs.inf.ethz.ch/cops/ECT>

28.11.2002

20

## Beispiele: ECT-memperf



28.11.2002

21

## Weitere Benchmarks

### Weitere Möglichkeiten:

- Wireless Lan Performance Evaluation
- Multimedia: Videoencoding mit Flask (MPEG4, DivX)
- Netzwerkkomponenten (netpipe, netperf, ttcp)
- Speichersysteme (ECT-memperf, STREAM Benchmark)
- Graphikbeschleuniger
- ganze Softwaresysteme, Compiler, JVMs, Webserver usw.

... es sind keine Grenzen gesetzt ...

### Vorjahresprojekte:

<http://www.cs.inf.ethz.ch/37-235/projects.html>

28.11.2002

22

## Weitere Benchmarks / Infos

- SPEC Bench: <http://www.specbench.org>
- Ziff-Davis Benchmarks Winstone, WinBench, 3D, CD, Battery, Web, Net Bench: <http://www.etestinglabs.com/benchmarks/>
- Imbench – Analysis Tools: <http://www.bitmover.com/lm/lmbench>
- ECT-memperf - Memory System Performance Characterization <http://www.cs.inf.ethz.ch/cops/ECT>
- STREAM Memory Bandwidth: <http://www.cs.virginia.edu/stream/>
- Netpipe: <http://www.scl.ameslab.gov/netpipe/>
- Netperf: <http://www.netperf.org/netperf/NetperfPage.html>
- SiSoft Sandra (System ANalyser, Diagnostic and Reporting Assistant), CPU, Memory, Drives, CD-Rom/DVD, Network: <http://www.sisoftware.demon.co.uk/sandra/>
- Weitere: <http://www.wintotaldb.de/yad/softw.php?urubrik=28>

28.11.2002

23