

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 2 | Rechnerarchitekturen | 5 |
| 2.1 | Entwicklung der Rechnerarchitekturen | 6 |
| 2.1.1 | Einprozessor-Systeme | 8 |
| 2.1.2 | Multiprozessor-Systeme | 14 |
| 2.2 | Tendenzen | 19 |
| 2.2.1 | Rechnersysteme | 20 |
| 2.2.2 | Prozessoren | 23 |
| 2.2.3 | Hauptspeicher | 25 |
| 2.2.4 | Verbindungsnetzwerke | 26 |
| 3 | Parallelrechnersysteme | 27 |
| 3.1 | Parallele Vektorprozessorsysteme | 27 |
| 3.1.1 | Cray Research Y-MP | 28 |
| 3.1.2 | Fujitsu VPP | 29 |
| 3.1.3 | Hitachi Supercomputer | 31 |
| 3.1.4 | NEC SX-Serie | 32 |
| 3.1.5 | Bewertung der Vektorrechner | 33 |
| 3.2 | Nachrichtengekoppelte Systeme | 34 |
| 3.2.1 | Intel Paragon / ASCI Red | 34 |
| 3.2.2 | SGI/Cray T3E | 37 |
| 3.2.3 | IBM Scalable Parallel | 39 |
| 3.2.4 | Bewertung der MPP-Systeme | 41 |
| 3.3 | Skalierbare Shared-Memory Systeme | 42 |
| 3.3.1 | Compaq/DEC Alpha Server | 43 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.3.2 | SUN Starfire | 44 |
| 3.3.3 | HP/Convex Exemplar | 45 |
| 3.3.4 | SGI Origin 2000 | 48 |
| 3.3.5 | Bewertung der SMP-Systeme | 50 |
| 4 | Effiziente Nutzung von Parallelrechnern | 53 |
| 4.1 | Optimaler Einsatz der Parallelität | 53 |
| 4.1.1 | Optimale Prozessplatzierung | 55 |
| 4.1.2 | Effiziente Systemsoftware | 57 |
| 4.2 | Optimaler Einsatz von Mikroprozessoren | 59 |
| 4.2.1 | Programmcodierung | 59 |
| 4.2.2 | Speicherhierarchie | 61 |
| 5 | Leistungsbewertung | 71 |
| 5.1 | Benchmarking von Rechnersystemen | 72 |
| 5.2 | Mikro-Benchmarks | 73 |
| 5.2.1 | Rechenleistung | 74 |
| 5.2.2 | Latenzzeiten des Speichers | 76 |
| 5.2.3 | Speicherbandbreite | 80 |
| 5.2.4 | Multithreading | 83 |
| 5.3 | Kernel-Benchmarks | 83 |
| 5.4 | Algorithmen-Benchmarks | 84 |
| 5.4.1 | Linpack | 84 |
| 5.4.2 | NAS Parallel Benchmarks | 86 |
| 5.5 | Applikations-Benchmarks | 86 |
| 5.5.1 | SPEC Benchmarks | 87 |
| 5.5.2 | SPLASH | 91 |
| 6 | Modellierung von Berechnungen | 93 |
| 6.1 | Auswertungsmethoden | 94 |
| 6.1.1 | Simulation von Rechnersystemen | 94 |
| 6.1.2 | Warteschlangenmodelle | 95 |
| 6.2 | Architektur-Modelle | 96 |
| 6.2.1 | Abstrakte Modelle | 97 |
| 6.2.2 | Maschinennahe Modelle | 99 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 6.2.3 | Speicherhierarchie-Modelle | 102 |
| 6.3 | Das LDA-Modell | 105 |
| 6.3.1 | Anforderungen an das Modell | 106 |
| 6.3.2 | Definition des Modells | 108 |
| 6.3.3 | Anwendung des Modells | 112 |
| 6.3.4 | Parallele Erweiterung | 115 |
| 7 | Monitoring- und Profiling-Methoden | 121 |
| 7.1 | Begriffe und Grundlagen | 121 |
| 7.1.1 | Monitoring | 121 |
| 7.1.2 | Profiling | 125 |
| 7.1.3 | Probleme | 130 |
| 7.2 | Ereignisauswertung | 132 |
| 7.2.1 | Ereigniszähler | 132 |
| 7.2.2 | Moderne Mikroprozessoren | 134 |
| 8 | Das SProf-Analysewerkzeug | 141 |
| 8.1 | Stand der Technik | 141 |
| 8.2 | Grundlegender Entwurf von SProf | 143 |
| 8.3 | Prozessorinterne Ereigniszähler | 145 |
| 8.3.1 | Klassifizierung der Ereignisse | 146 |
| 8.3.2 | Leistungsmetriken | 147 |
| 8.4 | Implementierung von SProf | 149 |
| 8.4.1 | Systemunabhängige Module | 149 |
| 8.4.2 | Systemabhängige Module | 153 |
| 8.4.3 | SProf-Werkzeuge | 157 |
| 8.4.4 | Benutzerschnittstellen für die Auswertung | 163 |
| 8.5 | Diskussion des Verfahrens | 165 |
| 8.5.1 | Vergleichbare Projekte | 165 |
| 8.5.2 | Patentierung von SProf | 168 |
| 9 | SPEC-Benchmark Analyse mit SProf | 171 |
| 9.1 | Laufzeitaufwand und Genauigkeit von SProf | 171 |
| 9.1.1 | Testumgebung | 172 |
| 9.1.2 | Einfluss von SProf | 173 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 9.1.3 | Genauigkeit der statistischen Methoden | 175 |
| 9.2 | Speicherzugriffsverhalten der SPEC CPU95 | 178 |
| 9.2.1 | Experiment | 178 |
| 9.2.2 | Vergleich | 180 |
| 9.3 | Dynamische Analyse | 180 |
| 9.3.1 | Overhead der Profiling-Varianten | 181 |
| 9.3.2 | Vergleich der Leistungsdaten | 183 |
| 9.3.3 | Beispiel einer Programmanalyse | 187 |
| 10 | Zusammenfassung | 193 |
| A | Anhang | 197 |
| A.1 | Überblick Mikroprozessoren | 198 |
| A.2 | Ereignisse der Event-Counter | 199 |
| A.2.1 | Siemens CPU-Monitor für MIPS R4400 | 199 |
| A.2.2 | MIPS R10000 | 200 |
| A.2.3 | IBM PowerPC604 | 202 |
| A.2.4 | DEC Alpha 21164 | 203 |
| A.2.5 | Intel Pentium Pro, Pentium II und Pentium III | 205 |
| A.3 | Beschreibung der SProf-Werkzeuge | 207 |
| A.3.1 | preprof | 207 |
| A.3.2 | sprof | 209 |
| A.3.3 | sprof_mon | 212 |
| A.3.4 | weitere Werkzeuge | 212 |
| A.4 | Patentansprüche | 214 |
| | Literaturverzeichnis | 215 |
| | Abbildungsverzeichnis | 235 |
| | Tabellenverzeichnis | 239 |
| | Index | 241 |