

Computing Plattformen & Netzwerke

Prof. Dr. Alexander Paar

Duale Hochschule Schleswig-Holstein

Rechnerarchitektur

Leistungsmessung und Leistungsvergleich

MIPS

Eine Leistungsmessung und ein Leistungsvergleich von Mikroprozessoren und Microcontrollern können durch analytische Berechnungen oder durch Messungen von Benchmark-Programmen vorgenommen werden.

Der Vergleich kann die reine Verarbeitungsleistung, die besonders für mobile Systeme wichtige Energieaufnahme oder eine Kombination aus beidem betreffen.

Die hier aufgeführten Methoden betreffen zunächst die reine Ausführungsleistung in der Anzahl von Befehlen pro Sekunde.

Zu den analytischen Methoden gehört die Anwendung von Maßzahlen für die Operationsgeschwindigkeit.

Diesen liegen keine Messungen zu Grunde, sondern lediglich Berechnungen einer hypothetischen maximalen Leistung aus den Angaben des Herstellers.

Eine der Maßzahlen ist die MIPS-Zahl (Million instructions per second), die die Anzahl der pro Sekunde ausgeführten Befehle angibt.

Mikrocontroller besitzen meist sehr einfache Prozessorkerne, die mehrere Taktzyklen zur Ausführung eines Befehls benötigen.

Bei RISC-Prozessoren und -Prozessorkernen stimmt die MIPS-Zahl häufig mit der Anzahl der Taktzyklen pro Sekunde überein, da diese die Ausführung (oder genauer: die Beendigung) von einem Maschinenbefehl pro Taktzyklus anstreben: 200 MHz entsprechen dann 200 MIPS.

Falls wie bei den Superskalarprozessoren mehrere parallel arbeitende Ausführungseinheiten existieren, wird die MHz-Zahl oft mit der Zahl der internen parallel arbeitenden Ausführungseinheiten oder der superskalaren Zuordnungsbandbreite multipliziert.

Dabei entsteht eine theoretische MIPS-Zahl, die keine allgemein gültige Aussage über die reale Leistung bringt. Diese ist vom Anwenderprogramm, vom Compiler und von der Ausgewogenheit des Gesamtsystems abhängig.

Die Aussagekraft kraft von MIPS-Werten ist nicht besonders groß.

MFLOPS

Eine ähnliche Maßzahl zum Vergleich der theoretischen Rechenleistung für numerische Anwendungen ist die MFLOPS-Angabe (Millions of floating-point operations per second).

In der Regel wird dafür die maximale Anzahl von Gleitkommaoperationen genommen, die pro Sekunde ausgeführt werden können.

Da Ein-/Ausgabevorgänge, die Wortbreite oder Probleme der Datenzuführung dabei vernachlässigt werden, ist auch diese Angabe nur von begrenzter Aussagekraft.

Die Vorteile der Betrachtung dieser Maßzahlen liegen in der Einfachheit ihrer Berechnung, denn es muss kein großer Aufwand betrieben werden, um sie zu bestimmen.

Die Nachteile liegen darin, dass die interne Organisation eines Prozessors nicht berücksichtigt wird und dass die Anforderungen eines speziellen Programmablaufs und die Einflüsse des Betriebssystems gar nicht erfasst werden.

Eine weitere analytische Methode ist die Anwendung von Befehls-Mixen.

Bei einem Mix wird für jeden einzelnen Befehl die mittlere Ausführungszeit bestimmt, stimmt, die zusätzlich durch charakteristische Gewichtungen bewertet wird.

Ähnliches gilt für die Anwendung von Kernprogrammen. Diese sind typische Anwendungsprogramme, die für einen zu bewertenden Rechner geschrieben werden.

Auch in diesem Fall werden keine Messungen am Rechner vorgenommen, sondern die Gesamtausführungszeit wird anhand der Ausführungszeiten für die einzelnen benötigten Maschinenbefehle berechnet.

Mixe und Kernprogramme werden heute kaum noch eingesetzt.

Messungen und Benchmarks

Messungen zur Rechnerbewertung werden im praktischen Umgang mit diesen Rechnern durchgeführt, d.h. der Zugriff auf die zu vergleichenden Rechner wird als gegeben vorausgesetzt oder es werden Simulationen durchgeführt.

Ein Benchmark besteht aus einem oder mehreren Programmen im Quellcode.

Diese werden für die zu vergleichenden Rechner übersetzt, danach werden die Ausführungszeiten gemessen und verglichen.

Somit geht in jeden Fall nicht nur die reine Rechenleistung eines Prozessors, sondern immer auch der gesamte Rechneraufbau aus Cache-Speicher, Hauptspeicher und Bussystem sowie die Güte des verwendeten Compilers und der Betriebssoftware mit ein.

Benchmarks können Pakete von echten Benutzerprogrammen sein.

Beispielsweise können Rechenzentren für die Rechnerbeschaffung eine typische Zusammensetzung von bisher eingesetzten Benutzer- und Systemprogrammen verwenden.

Dieses Verfahren ist sinnvoll und aussagekräftig.

Es wird wegen des hohen Aufwandes insbesondere für den Rechneranbieter, auf dessen Kooperation der Käufer in diesem Falle angewiesen ist, nur bei Großaufträgen angewandt.

Die SPEC-Benchmarks sind das heute meistverwendete Mittel, um Leistungsangaben von Mikroprozessoren zu vergleichen.

Das 1988 gegründete SPEC-Konsortium ([Standard Performance Evaluation Corporation](#)) ist ein Zusammenschluss mehrerer Computerfirmen, mit dem Ziel, eine gemeinsame Leistungsbewertung festzulegen.

Die SPEC-Maßzahlen ergeben sich aus der Geschwindigkeitssteigerung (SPEC Ratio) gegenüber einer Referenzmaschine.

Das geometrische Mittel der Maßzahlen ergibt die Leistungszahl für Integer-Programme (SPECint) und Gleitkommaprogramme (SPECfp).

Die einzelnen Programme sind große Anwenderprogramme, die in C, C++ und FORTRAN geschrieben sind.

Der Vorteil der großen Benchmark-Programme liegt vor allem darin, dass die Programme nicht nur aus dem Cache-Speicher ausgeführt werden und dass Compiler die Codeerzeugung und die Codeoptimierung nicht speziell auf bestimmte Benchmarks abstimmen können.

Das begründet jedoch die Notwendigkeit, immer wieder neue Benchmark-Suites mit umfangreicheren Programmen zu definieren.

Eine Herausforderung für den Entwurf von Benchmark Suites sind die Multi-Core-Prozessoren, da die volle Leistungsfähigkeit dieser Prozessoren nur durch parallele Programme erreicht wird.

DH || DUALE
SH || HOCHSCHULE SH

Bildnachweis

<https://www.ixbt.com/mainboard/asus/asus-p5ad2-e-premium/board-big.jpg>

[https://en.wikipedia.org/wiki/John_L._Hennessy#/media/File:John_L_Hennessy_\(cropped\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/John_L._Hennessy#/media/File:John_L_Hennessy_(cropped).jpg)

[https://en.wikipedia.org/wiki/David_Patterson_\(computer_scientist\)#/media/File:David_A_Patterson.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/David_Patterson_(computer_scientist)#/media/File:David_A_Patterson.jpg)

https://en.wikipedia.org/wiki/R3000#/media/File:MIPS_R3000A_die.JPG