

Cachespeichern. Für Zugriffe auf den externen Datenspeicher vervierfacht sich die Zugriffszeit (200ns). Da jedoch die Anzahl der für diese FFT-Berechnung direkt benötigten Daten die Größe der internen Cachespeicher übersteigt, muß der Prozessor öfters auf externe Datenbänke zurückgreifen, was sich bei dieser speziellen Anwendung negativ auf die Rechenleistung und den Datendurchsatz auswirkt.

Dieses Beispiel sollte zeigen, wie wichtig es ist, sich nicht von einigen wenigen Leistungsmerkmalen täuschen zu lassen. Vielmehr ist es unumgänglich die Gesamtheit aller Leistungsangaben zu beurteilen um die reelle Verarbeitungsgeschwindigkeit des Signalprozessors abschätzen zu können.

Neben dem Kriterium der internen Zykluszeit spielen hier u.a. folgende Faktoren eine entscheidende Rolle:

- Größe, Aufbau und Zugriffszeit des int. und ext. Speichers
Da der chipinterne Speicher an die Rechenleitung des Bausteins optimal angepaßt ist, ist dessen Größe bei speicherintensiven Anwendungen (z.B. Bildverarbeitung) von signifikanter Bedeutung.
- Effizienz des Befehlssatzes
Durch optimierte Befehlssätze lassen sich komplexe Bearbeitungsprozesse in wenigen Programmzeilen darstellen und damit beschleunigen.
- Anzahl der internen Bussysteme
Ein eigener Adress- und Datenbus für jede chipinterne Speicherpage erhöht den Datendurchsatz erheblich.
- Komplexität und Anzahl der Adressrechenwerke
Die Anzahl ergibt sich in vielen Fällen aus obiger Busparallelität. Spezielle Adressierungsarten (modulo, bit-reversal) erhöhen den Programmierkomfort.
- Qualität des Rechenwerkes
Neben der Rechenarithmetik, der Verarbeitungsbreite und dem Überlaufschutz ist der Grad der Rechen-Pipeline aussagekräftig. Im besten Fall gibt die MAC-Unit das Ergebnis einer Multiplikation & Addition ohne Pipelining bereits nach einem Taktzyklus wieder aus.
- Kommunikationsmöglichkeiten durch Schnittstellen
Hier ist die Übertragungsgeschwindigkeit und die Variabilität des Datenformats eine qualitative Merkmal.

- Kostenfaktor
Der beste Chip ist unzulänglich, wenn die Kosten des Bauelements und v.a. die des Entwicklungssystems die Grenze des Finanzierbaren überschreiten.

Die beliebte Vergleichseinheit MIPS (Million Instructions Per Second), die zwischen anderen Prozessorfamilien gleicher Architektur (z.B. CISC-Prozessorfamilien) mehr oder weniger aussagekräftig ist (da sie immer nur den theoretischen Spitzenwert angibt), kann bei Signalprozessoren getrost vergessen werden. Der Vollständigkeit halber wird sie in den Datenbüchern meist noch angegeben.

Die Problematik der MIPS-Einheit liegt in der Tatsache, daß sie eigentlich noch auf die Von-Neumann Rechner zugeschnitten ist - sie gibt die Anzahl der vollständig durchgeführten Instruktionen/sec. an. Bei unseren Prozessoren werden jedoch mit einem Befehl(skomplex) mehrere/alle internen Hardwareinheiten (MAC-Unit, Adressrechenwerk, Buscontroller, Speicher etc.) gleichzeitig in Aktivität gesetzt und damit nahezu durchwegs voll ausgelastet - ein Vorgang der bei üblichen CISC-CPU's so nicht stattfindet. Hier aktivieren einzelne Befehle i.d.R. nur Teilbereiche des Prozessorkerns (z.B. nur das Rechenwerk). Der DSP wäre also mit der üblichen MIPS-Definition

$$\text{MIPS} =: 1/(\text{int. Zykluszeit} \cdot \text{durchschnittl. Anzahl der Zyklen pro Befehl})$$

weitreichend unterbewertet. Andererseits macht die Berücksichtigung der internen Parallelität durch Faktorisierung (z.B. $5 \cdot 20 \text{ MIPS} = 100 \text{ MIPS}$) keinen Sinn, da dies zum einen nur theoretische Spitzenwerte wiedergibt, zum anderen nicht wirklich 5 beliebige Instruktionsteile gleichzeitig ausgeführt werden können!

Wirklich sinnvolle Benchmarkaussagen sind nur durch Leistungsvergleiche unter Einsatz spezifischer Signalalgorithmen innerhalb einer ausgewählten Gruppe von Signalprozessoren möglich.

Einen ausführlichen (herstellerunabhängigen) Vergleich führte die englische Fachzeitschrift EDN zuletzt im September 1988 durch, bei dem 18 "Kandidaten" eingehend mit kleinen Rechenaufgaben wie FIR- und IIR-Filterberechnungen, Vektor- und Matrizenprodukten sowie komplexen FFT-Berechnungen beschäftigt wurden - unter gleichen Rahmenbedingungen versteht sich.

Eine große (Auswahl-)Hilfe für den Entwickler, der noch genügend gefordert wird, wenn es darum geht das 'Drumherum' - sprich die Peripheriebauteile für sein System auszuwählen und die gesamte Systemarchitektur festzulegen. Vor allem muß hier sorgfältig und überlegt vorgegangen werden, da der reelle Datendurchsatz auf dem Papier meist schon festgelegt ist.

Langsame Speicher sind lästige 'Wait-States-Erzeuger' und sollten weitgehend vermieden werden. Wandlerbausteine und Hostprozessor müssen entsprechend der Verarbeitungsgenauigkeit und -Geschwindigkeit dimensioniert sein und dürfen keine unnötigen Transportengpässe aufweisen. Am stärksten gefordert ist allerdings die gesamte Steuerlogik (in Form von PALs/GALs, Dekodern, Bus-Treibern u. Puffern, etc.). Das Vorhandensein mehrerer busaktiver Bauelemente (DSPs, Hostprozessor, DMA-Controller etc.) auf einer Karte verlangt eine exakte Prioritätsregelung der Buszugriffszeiten durch komplexe Hardwarelogiken.

Mehrere serielle 74LSxxx Logikbausteine mit je 20 ns Durchsatzverzögerung erzeugen schon Timing-Fehler im Bereich ganzer Taktperioden, was dann oftmals mit einem Systemabsturz quittiert wird.

Darüberhinaus verlangen über 100 Anschlußpins (bei DSPs keine Seltenheit) und ein Vielfaches dessen der übrigen Bauelemente über möglichst kurze Leiterbahnen verbunden zu werden. Professionelle (und leistungsfähige) Systeme enden daher meist in einem Achtfach-Layout - für den Hausgebrauch nicht zu empfehlen. Harte Zeiten für den Hobby-Bastler, denn - wie üblich - hat Leistung auch seinen Preis. Bis zu einer Kilomark muß man für eine professionell hergestellte Platine berappen und ein Vielfaches dessen für die Bauelemente. Kein Wunder also weshalb gute digitale Meßgeräte (auf DSP-Basis) relativ teuer sind.

Anwendung

Die Bedeutung der digitalen Signalverarbeitung in unserer hochtechnisierten Kommunikationsgesellschaft ist wohl unumstritten.

Unbemerkt spielen viele Prozeßrechner in scheinbar alltäglichen Situationen (z.B. Ferngespräche) eine entscheidende Rolle.

Obwohl die digitale Signalverarbeitung eigentlich noch in den Kinderschuhen steckt und die ersten leistungsfähigen DSPs kaum 5 Jahre jung sind, zeichnet sich