

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	VII
Vorwort zur 2. Auflage	IX
Vorwort zur 3. Auflage	XI
Inhaltsverzeichnis	XIII
1 Grundlagen	1
1.1 Mikroprozessoren, Mikrocontroller, Signalprozessoren und SoC	1
1.2 PC-Systeme.....	3
1.3 Eingebettete und ubiquitäre Systeme	8
1.4 Leistungsmessung und Leistungsvergleich.....	12
2 Grundlegende Prozessortechniken	17
2.1 Befehlssatzarchitekturen	17
2.1.1 Prozessorarchitektur, Mikroarchitektur und Programmiermodell	17
2.1.2 Datenformate.....	18
2.1.3 Adressraumorganisation.....	22
2.1.4 Befehlssatz	23
2.1.5 Befehlsformate	26
2.1.6 Adressierungsarten	28
2.1.7 CISC- und RISC-Prinzipien	34
2.2 Befehlssatzbeispiele.....	36
2.2.1 Frühe RISC-Rechner	36
2.2.2 Das Berkeley RISC-Projekt.....	37
2.2.3 Die DLX-Architektur	38
2.3 Einfache Prozessoren und Prozessorkerne	41
2.3.1 Von-Neumann-Prinzip	41
2.3.2 Grundlegender Aufbau eines Mikroprozessors	44
2.3.3 Einfache Implementierungen.....	45
2.3.4 Pipeline-Prinzip.....	46
2.4 Befehls-Pipelining	48
2.4.1 Grundlegende Stufen einer Befehls-Pipeline.....	48
2.4.2 Die DLX-Pipeline.....	49
2.4.3 Pipeline-Konflikte	55

2.4.4 Datenkonflikte und deren Lösungsmöglichkeiten	55
2.4.5 Steuerflusskonflikte und deren Lösungsmöglichkeiten.....	62
2.4.6 Sprungzieladress-Cache	65
2.4.7 Statische Sprungvorhersagetechniken	67
2.4.8 Strukturkonflikte und deren Lösungsmöglichkeiten	68
2.4.9 Ausführung in mehreren Takten.....	69
2.5 Weitere Aspekte des Befehls-Pipelining	71
3 Mikrocontroller	73
3.1 Abgrenzung zu Mikroprozessoren.....	74
3.2 Anwendungsfelder.....	82
3.2.1 Prozesssteuerung	82
3.2.2 Steuerung von Bedienelementen	90
3.3 Leistungsklassen und industrielle Mikrocontrollerfamilien.....	91
3.4 Auswahlkriterien für den Einsatz von Mikrocontrollern	100
3.5 Software-Entwicklung	104
3.6 Forschungstrends	108
3.6.1 Systems-on-Chip (SoC).....	109
3.6.2 Energiespar-Techniken.....	114
3.6.3 Java und Java-Prozessoren für eingebettete Systeme.....	120
3.6.4 Selbstorganisation und Organic Computing.....	124
4 Mikrocontroller-Komponenten.....	139
4.1 Prozessorkerne.....	139
4.2 Ein-/Ausgabeeinheiten.....	142
4.2.1 Anbindung an den Prozessorkern.....	143
4.2.2 Digitale parallele Ein-/Ausgabeeinheiten	147
4.2.3 Digitale serielle Ein-/Ausgabeeinheiten	151
4.2.4 Wandlung zwischen analogen und digitalen Signalen	159
4.3 Zeitgeberbasierte Einheiten	168
4.3.1 Zähler und Zeitgeber	169
4.3.2 Capture-und-Compare-Einheit	174
4.3.3 Pulsweitenmodulator	175
4.3.4 Watchdog-Einheit.....	179
4.3.5 Echtzeit-Ein-/Ausgabeeinheiten.....	180
4.4 Speicher	182
4.4.1 Festwertspeicher.....	184
4.4.2 Schreib-/Lesespeicher	186
4.5 Unterbrechungssteuerung	188
4.6 DMA.....	197
4.7 Erweiterungsbus	201
5 Beispiele verschiedener Mikrocontroller.....	207
5.1 ATmega128A – ein kompakter Mikrocontroller	207
5.1.1 Prozessorkern	209
5.1.2 Unterbrechungsbehandlung.....	215

5.1.3 Speicher und Adressraum.....	217
5.1.4 Ein-/Ausgabeeinheiten und Zähler/Zeitgeber.....	218
5.1.5 Erweiterungsbus	224
5.2 MC68332 – ein Mikrocontroller mittlerer Leistung	225
5.2.1 Prozessorkern	227
5.2.2 Unterbrechungsbehandlung.....	230
5.2.3 Speicher und Adressraum.....	232
5.2.4 Ein-/Ausgabeeinheiten und Zähler/Zeitgeber.....	234
5.2.5 Erweiterungsbus	239
5.3 PXA270 – ein Hochleistungs-Mikrocontroller	243
5.3.1 Prozessorkern	245
5.3.2 Unterbrechungsbehandlung.....	248
5.3.3 Speicher und Adressraum.....	250
5.3.4 Ein-/Ausgabeeinheiten und Zähler/Zeitgeber.....	252
5.3.5 Erweiterungsbus	260
5.4 MCORE – optimiert für niedrigen Energieverbrauch.....	261
5.4.1 Reduktion der Busaktivitäten und Erhöhung der Code-Dichte	263
5.4.2 Statisches Power-Management.....	265
5.4.3 Dynamisches Power-Management	266
5.5 Komodo – ein Forschungs-Mikrocontroller.....	267
5.5.1 Prozessorkern	269
5.5.2 Echtzeit-Scheduling.....	272
5.5.3 Unterbrechungsbehandlung.....	275
5.5.4 Anbindung der peripheren Komponenten	277
5.5.5 Evaluierungs-Ergebnisse	278
5.5.6 Weiterführende Konzepte.....	282
6 Hochperformante Mikroprozessoren	291
6.1 Von skalaren RISC- zu Superskalaprozessoren.....	291
6.2 Komponenten eines superskalaren Prozessors.....	294
6.3 Superskalare Prozessor-Pipeline.....	296
6.4 Präzisierung des Begriffs „superskalar“	299
6.5 Die VLIW-Technik.....	300
6.6 Die EPIC-Technik.....	302
6.7 Vergleich der Superskalar- mit der VLIW- und der EPIC-Technik.....	303
7 Die Superskalartechnik.....	307
7.1 Befehlsbereitstellung	307
7.1.1 Code-Cache-Speicher.....	307
7.1.2 Befehlsholestufe	308
7.1.3 Trace Cache.....	309
7.2 Sprungvorhersage und spekulative Ausführung	312
7.2.1 Grundlagen	312
7.2.2 Dynamische Sprungvorhersagetechniken.....	313
7.2.3 Ein- und Zwei-Bit-Prädiktoren.....	315
7.2.4 Korrelationsprädiktoren.....	318

7.2.5 Zweiseitig adaptive Prädiktoren	319
7.2.6 gselect- und gshare-Prädiktoren	326
7.2.7 Hybridprädiktoren	327
7.2.8 Zuverlässigkeitsschätzung	329
7.2.9 Weitere Prädiktoren zur Interferenzverringerung.....	331
7.2.10 Prädikation	333
7.2.11 Mehrpfadausführung	335
7.2.12 Vorhersage bedingter Sprungbefehle mit indirekter Adressierung	338
7.2.13 Sprungvorhersage in kommerziellen Mikroprozessoren.....	339
7.2.14 Sprungvorhersage mit hoher Bandbreite	340
7.2.15 Datenabhängigkeit-, Adress- und Wertespekulationen.....	341
7.3 Decodierung und Registerumbenennung.....	342
7.3.1 Decodierung	342
7.3.2 Registerumbenennung.....	343
7.4 Befehlszuordnung.....	346
7.5 Ausführungsstufen	353
7.6 Gewährleistung der sequenziellen Programmsemantik	358
7.6.1 Rückordnungsstufe.....	358
7.6.2 Präzise Unterbrechungen.....	359
7.6.3 Rückordnungspuffer.....	360
7.7 Verzicht auf die Sequenzialisierung bei der Rückordnung.....	361
8 Speicherverwaltung.....	363
8.1 Speicherhierarchie	363
8.2 Register und Registerfenster.....	365
8.3 Virtuelle Speicherverwaltung	369
8.4 Cache-Speicher.....	374
8.4.1 Grundlegende Definitionen	374
8.4.2 Grundlegende Techniken	375
8.4.3 Verringern der Fehlzugriffsrate.....	381
8.4.4 Verringern des Fehlzugriffsaufwandes.....	384
8.4.5 Verringern der Cache-Zugriffszeit bei einem Treffer	385
8.4.6 Cache-Kohärenz und Speicherkonsistenz	388
8.4.7 Busschnüffeln und MESI-Protokoll	389
8.4.8 Speicherkonsistenz.....	392
9 Mehrfädige und Mehrkernprozessoren.....	395
9.1 Stand der Technik und Technologieprognosen.....	395
9.2 Grenzen heutiger Prozessortechniken.....	397
9.3 Mehrfädige Prozessoren	399
9.3.1 Mehrfädigkeit.....	399
9.3.2 Grundtechniken der Mehrfädigkeit	400
9.3.3 Die simultan mehrfädige Prozessortechnik	405
9.3.4 Weitere Anwendungsmöglichkeiten der Mehrfädigkeit.....	408
9.4 Mehrkernprozessoren	409

10 Beispiele für Mikroprozessoren	417
10.1 Die Intel Pentium-Prozessoren	417
10.2 Mehrkernprozessoren von Intel	423
10.3 Intel Larrabee	424
10.4 IBM Cell	426
11 Zusammenfassung	429
Literatur	431
Sachverzeichnis	447