



Th. Flik · H. Liebig

16-Bit- Mikroprozessorsysteme

Aufbau, Arbeitsweise und Programmierung

Unter Mitarbeit von J. Wazeck

Mit 185 Abbildungen und 27 Tabellen

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg GmbH 1982

Dr.-Ing. Thomas Flik
Professor Dr.-Ing. Hans Liebig

Institut für Technische Informatik, Technische Universität Berlin
Einsteinufer 35-37, 1000 Berlin 10

Dr.-Ing. Jürgen Wazeck

Bosch Elektronik
Forckenbeckstraße 9-13, 1000 Berlin 33

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek:

Flik, Thomas: (Sechzehn-Bit-Mikroprozessorsysteme) 16-Bit-Mikroprozessorsysteme: Aufbau, Arbeitsweise u. Programmierung Th. Flik; H. Liebig, Unter Mitarb. von J. Wazeck.

ISBN 978-3-540-11469-7 ISBN 978-3-662-05543-4 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-05543-4

NE: Liebig, Hans

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Die Vergütungsansprüche des § 54, Abs. 2 UrhG werden durch die „Verwertungsgesellschaft Wort“, München, wahrgenommen.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1982

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1982

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

2060/3020-543210

Vorwort

Bücher auf dem Gebiet der Mikroprozessortechnik sind in den letzten Jahren in großer Zahl auf dem Markt erschienen. Sie entstanden fast alle vor dem Hintergrund der 4-Bit- und der 8-Bit-Mikroprozessoren und bauen auf deren vergleichsweise einfachen Strukturen auf. Die technologische Entwicklung vom 8-Bit- zum 16-Bit-Mikroprozessor führte jedoch zu Prozessorbausteinen mit wesentlich komplizierteren Strukturen und umfangreicheren Funktionen und damit auch zu einer Zunahme der Komplexität der Systemarchitekturen.

Das vorliegende Buch trägt dieser Entwicklung Rechnung. Es befaßt sich mit 16-Bit-Mikroprozessorsystemen und beschreibt deren Aufbau, Arbeitsweise und Programmierung. Die Prinzipien der Rechnerorganisation werden dabei mit der für die Mikroprozessortechnik charakteristischen detaillierten Betrachtung der Funktionsabläufe auf der Bausteinebene behandelt. Darüber hinaus werden die für diese Technik typischen Wechselwirkungen zwischen der Hardware und der Software aufgezeigt. Einen besonderen Schwerpunkt der Betrachtungen bilden die Interface-Techniken.

Die als Lehrbuch aufbereitete Darstellung soll es sowohl Studenten der Informatik und der Nachrichtentechnik als auch Entwicklungsingenieuren und Anwendern in den verschiedensten technischen und wissenschaftlichen Disziplinen ermöglichen, sich in die 16-Bit-Mikroprozessortechnik selbständig einzuarbeiten. Grundkenntnisse der Schaltalgebra werden dabei vorausgesetzt. Die Stoffauswahl orientiert sich an den auf dem Markt befindlichen 16-Bit-Mikroprozessoren; die Darstellung ist jedoch nicht an einen dieser Mikroprozessoren gebunden.

Das erste Kapitel gibt eine Einführung in die Arbeitsweise, den prinzipiellen Aufbau und die Assemblerprogrammierung eines einfachen 16-Bit-Mikroprozessorsystems. Dieses Kapitel kann von Lesern übersprungen werden, denen die Grundlagen der Rechnerorganisation und der Assemblerprogrammierung bekannt sind. – Das zweite Kapitel behandelt die von der Hardware vorgegebenen Eigenschaften eines 16-Bit-Mikroprozessors, soweit sie für die Programmierung von Bedeutung sind. Es bildet die Grundlage für das dritte Kapitel, in dem verschiedene wichtige Programmierungstechniken beschrieben werden. – Das vierte Kapitel befaßt sich mit Fragen des Systemaufbaus, insbesondere mit dem Signalfuß zwischen dem Mikroprozessor und den einzelnen Systembausteinen. – Die Kapitel 5 und 6 behandeln die gebräuchlichsten Interface-Techniken. Neben den Prinzipien der Ein/Ausgabeorganisa-

tion und der Datenübertragung werden verschiedene Interface-Bausteine und deren Einbeziehung in Mikroprozessorsysteme detailliert beschrieben.

Kapitel 7 ist als Anhang zu sehen, in dem die charakteristischen Eigenschaften der drei wichtigsten auf dem Markt befindlichen 16-Bit-Mikroprozessoren vorgestellt werden. Zusammen mit der dort zitierten vergleichenden Literatur soll es Anwendern der Mikroprozessortechnik einen Überblick verschaffen, um ihnen die Entscheidung für einen bestimmten Hersteller zu erleichtern.

Für die Mitwirkung am Zustandekommen dieses Buches möchten wir uns bei Frau Renate Kirchmann, Frau Hildegard Klimmeck, Frau Ingrid Kunkel, Herrn Rolf Malinowski und Herrn Dipl.-Math. Horst Seyferth herzlich bedanken. Unser Dank gilt insbesondere auch dem Springer-Verlag für die Unterstützung bei der Aufbereitung des Manuskripts für den Lichtsatz.

Berlin, im Februar 1982

Th. Flik
H. Liebig
J. Wazeck

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung in den Aufbau und die Programmierung eines Mikroprozessorsystems	1
1.1 Informationsdarstellung	2
1.1.1 Informationseinheiten	2
1.1.2 Zahlendarstellung	3
1.1.3 Zeichendarstellung	5
1.1.4 Hexadezimal- und Oktaldarstellung	6
1.2 Einführung in die Hardwarestruktur	7
1.2.1 Hardwarekomponenten eines Mikroprozessorsystems	7
1.2.2 Grundsätzlicher Systemaufbau	8
1.2.3 Mikroprozessor	10
1.2.4 Speicher	16
1.2.5 Ein/Ausgabeeinheit	18
1.3 Einführung in die Assemblerprogrammierung	19
1.3.1 Programmdarstellung	19
1.3.2 Programmübersetzung (Assemblierung)	23
1.3.3 Programmeingabe und Textausgabe	29
2 Der 16-Bit-Mikroprozessor	31
2.1 Mikroprozessorstruktur	32
2.1.1 Programmiermodell	33
2.1.2 Datentypen, Datenformate und Datenzugriff	36
2.1.3 Erweiterter Adreßraum	39
2.1.4 Befehlsformate und Adressierungsarten	40
2.2 Befehlssatz	45
2.2.1 Datentransportbefehle	47
2.2.2 Arithmetische Befehle	50
2.2.3 Logische Befehle	52
2.2.4 Bitverarbeitende Befehle	53
2.2.5 Schiebe- und Rotationsbefehle	54
2.2.6 Sprungbefehle	55
2.2.7 Stringbefehle	58
2.2.8 Systembefehle	59
2.3 Ausnahmeverarbeitung (exception processing)	61
2.3.1 Trap- und Interruptbehandlung	61
2.3.2 System- und Normalmodus	66

3 Programmierungstechniken	69
3.1 Assemblerprogrammierung	69
3.1.1 Struktogramm und Flußdiagramm	69
3.1.2 Assemblersprache	72
3.1.3 Assembleranweisungen	75
3.1.4 Feste und verschiebbare Programmblöcke	79
3.1.5 Strukturierte Assemblerprogrammierung	81
3.1.6 Makrobefehle und bedingte Assemblierung	82
3.2 Programmflußsteuerung	85
3.2.1 Unbedingter Sprung	86
3.2.2 Bedingter Sprung und einfache Verzweigung	87
3.2.3 Mehrfachverzweigungen	92
3.2.4 Programmschleifen	95
3.3 Unterprogrammtechniken	98
3.3.1 Unterprogrammanschluß	99
3.3.2 Parameterübergabe	101
3.3.3 Globale Programm- und Datenzugriffe	106
3.3.4 Geschachtelte Unterprogramme	107
4 Systemstruktur	111
4.1 Systemaufbau	111
4.1.1 Ein-Chip- und Einkartensysteme	112
4.1.2 Busorientierte Mehrkartensysteme	112
4.1.3 Systembus	113
4.1.4 Mikroprozessorsignale	114
4.2 Adressierung der Systemkomponenten	117
4.2.1 Isolierte und speicherbezogene Adressierung	117
4.2.2 Karten- und Bausteinwahl	118
4.2.3 Wort/Byte-Anwahl	121
4.2.4 Speicherverwaltung	122
4.2.5 Speicherverwaltungsbausteine	122
4.3 Datentransport	127
4.3.1 Busankopplung	127
4.3.2 Datentransportsteuerung	128
4.4 Interruptsystem	131
4.4.1 Interruptpriorisierung und Interruptzyklus	131
4.4.2 Unterteilung von Interruptebenen	134
4.4.3 Systemsteuersignale	137
4.5 Buszuteilung	139
4.5.1 Buszuteilung durch den Mikroprozessor	140
4.5.2 Buszuteilung in einem Mehrprozessorsystem	141

5 Ein/Ausgabeorganisation	145
5.1 Ein/Ausgabesteuerung durch den Mikroprozessor	146
5.1.1 Synchronisation durch Busy-Waiting	147
5.1.2 Synchronisation durch Programmunterbrechung	148
5.1.3 Synchronisation durch Handshaking	148
5.1.4 Gleichzeitige Bearbeitung mehrerer Ein/Ausgabevorgänge	151
5.2 Datenübertragungssysteme und Datenfernübertragung	153
5.2.1 Datenübertragungsarten	154
5.2.2 Datenfernübertragung	155
5.2.3 Datensicherung	158
5.3 Parallele Datenübertragung	160
5.3.1 Datenformate	160
5.3.2 Parallel-Interface-Baustein	160
5.4 Asynchron serielle Datenübertragung	166
5.4.1 Übertragungsprotokoll	167
5.4.2 Datenformate	167
5.4.3 Bit- und Zeichensynchronisation	168
5.4.4 Asynchron serieller Interface-Baustein	168
5.5 Synchron serielle Datenübertragung	174
5.5.1 Bit- und Zeichensynchronisation	175
5.5.2 Übertragungsprotokolle	176
5.5.3 Protokollebenen	179
5.5.4 Synchron serieller Interface-Baustein	181
6 Ein/Ausgabe-Controller und Ein/Ausgabe-Computer	185
6.1 Ein/Ausgabe mit Direktspeicherzugriff	185
6.1.1 Zugriffsarten	186
6.1.2 DMA-Controller-Baustein	187
6.2 Ein/Ausgabe-Computer	193
6.2.1 Mehrrechnersystem mit Ein/Ausgabe-Computer	193
6.2.2 Struktur des Ein/Ausgabe-Computers	194
6.3 Controller-Bausteine für spezielle Funktionen	199
6.3.1 Floppy-Disk	199
6.3.2 Floppy-Disk-Controller-Baustein	201
6.3.3 Bildschirmterminal	204
6.3.4 CRT-Controller-Baustein	207
7 16-Bit-Mikroprozessoren der Firmen Motorola, Zilog und Intel	209
7.1 Motorola MC68000	209
7.1.1 Programmiermodell	209
7.1.2 Datenformate	211

7.1.3	Adressierungsarten	211
7.1.4	Befehlsformate und Befehlssatz	212
7.1.5	Trap- und Interruptsystem	215
7.1.6	Prozessorsignale	217
7.2	Zilog Z8000	218
7.2.1	Programmiermodell	219
7.2.2	Datenformate	221
7.2.3	Adressierungsarten	221
7.2.4	Befehlsformate und Befehlssatz	221
7.2.5	Trap- und Interruptsystem	225
7.2.6	Prozessorsignale	226
7.3	Intel 8086	228
7.3.1	Programmiermodell	228
7.3.2	Datenformate	229
7.3.3	Adressierungsarten	230
7.3.4	Befehlsformate und Befehlssatz	230
7.3.5	Trap- und Interruptsystem	233
7.3.6	Prozessorsignale	235
Literaturverzeichnis		237
Sachverzeichnis		241