
Grundlagen der Informatik

von
Prof. Dr. Peter Pepper
Technische Universität Berlin

2., verbesserte Auflage

R. Oldenbourg Verlag München Wien 1995

Inhalt

Vorwort	11
Prolog	13
1. Über den Begriff „Information“	19
1.1 Information und Repräsentation	19
1.2 Modellbildung	20
1.3 Äquivalente Repräsentationen	23
1.4 Definition von Semantik	24
1.5 Glossar: Mengen und Funktionen	26
Referenzen	28
2. Die Rechenstruktur der Booleschen Algebra	29
2.1 Aussagenlogik als Informationsstruktur	29
2.2 Die Boolesche Algebra \mathbb{B}	30
2.3 Boolesche Terme	31
2.4 Rechenregeln der Booleschen Algebra	33
2.5 Gesetze der Booleschen Algebra	35
2.6 Entwicklung von Schaltnetzen	37
Referenzen	41
3. Zahlstrukturen	43
3.1 Die natürlichen Zahlen	43
3.2 Die ganzen Zahlen	46
3.3 Zahldarstellungen	46
3.4 Zahldarstellung in der Maschine	48
3.5 Rationale Zahlen (Gleitpunktzahlen)	51
3.6 Reelle und komplexe Zahlen	54
3.7 Partielle Funktionen und Algorithmen-Entwurf	55
Referenzen	55

4.	Grundlegende Kompositionsformen für die Programmierung	57
4.1	Funktionen	57
4.2	Zur Spezifikation von Funktionen	61
4.3	Fallunterscheidung	63
4.4	Nichtdeterministische Auswahl	66
4.5	Funktionale	68
4.6	Programme und Rechenstrukturen	70
4.7	Anhang: Rechenregeln für Programme	71
	Referenzen	74
5.	Rekursion	75
5.1	Rekursive Funktionen	75
5.2	Eine Kollektion rekursiver Situationen	77
5.2.1	Lineare Rekursion	78
5.2.2	Baumartige Rekursion	79
5.2.3	Geschachtelte Rekursion	81
5.3	Wie findet man die Rekursion?	82
5.4	Zum Entwurf von Multiplizierwerken	85
	Referenzen	89
6.	Zur Semantik rekursiver Funktionen	91
6.1	Operationelle Semantik	91
6.2	Mathematische Semantik	97
6.3	Andere Ansätze	105
	Referenzen	106
7.	Imperativer Sprachstil und Von-Neumann-Rechner	107
7.1	Zum Begriff „Zustand“	107
7.1.1	Objekte mit Zuständen	108
7.1.2	Vor- und Nachbedingungen	109
7.2	Zustandsorientierte Programmierung	111
7.2.1	Programmvariable	111
7.2.2	Die Zuweisung	112
7.2.3	Triviale Anweisungen	114
7.2.4	Sequentielle Komposition	115
7.2.5	Parallele Komposition	116
7.2.6	Bedingte Anweisung	117
7.2.7	Iteration	119

7.2.8	Prozeduren	123
7.2.9	Rekursion	124
7.2.10	Strukturierung des Zustandsraums: Lokale Variable und Module.....	127
7.3	Computer als Zustandsmaschinen	128
7.3.1	Endliche Automaten.....	128
7.3.2	Speichernde Hardware-Elemente.....	132
7.3.3	Register	135
7.4	Applikative und imperative Programmierung	136
	Referenzen.....	137
8.	Anmerkungen zur objektorientierten Programmierung	139
8.1	„Objekte“ und „Methoden“	140
8.2	„Botschaften“	144
8.3	„Klassen“	145
8.4	Vererbung	146
8.5	Zwischenbilanz.....	148
	Referenzen.....	149
	So viele Formeln! Muß das wirklich sein?	151
	Über Mathematik und Formalismen.....	152
	Über Nutzung und Herstellung.....	154
	Über Basteln und Konstruieren	155
	Über Komplexität des Denkens	156
	Wo stehen wir jetzt in unserem Buch?	158
	Referenzen.....	158
9.	Datenstrukturen I: Arrays und Maps	161
9.1	Felder, Arrays, Vektoren	161
9.2	Spezielle Iterationsformen	164
9.3	Einfache Array-Algorithmen.....	164
9.3.1	Das Skalarprodukt	164
9.3.2	Das Matrixprodukt	166
9.3.3	Polynom-Interpolation	168
9.4	Eine abstraktere Sicht von Arrays	169
9.4.1	Arrays sind Reihungen von Variablen.....	170
9.4.2	Endliche Abbildungen: „Maps“	172
9.4.3	Maps und Arrays.....	174
9.4.4	Applikative und imperative Sicht.....	177
9.4.5	Maps mit allgemeinen Indexbereichen.....	178

9.5	Arrays und Speicherstrukturen	179
	Referenzen.....	182
10.	Datenstrukturen II: Sequenzen und Mengen.....	185
10.1	Sequenzen.....	185
10.2	Zwei einfache Sequenzalgorithmen.....	188
10.3	Suchen und Filtern.....	190
10.3.1	Filtern.....	191
10.3.2	Suchen.....	192
10.3.3	Aufwandsabschätzung	195
10.4	Akkumulieren und punktweise Abbildung.....	197
10.5	Sortieren	201
10.5.1	Selection Sort.....	203
10.5.2	Insertion Sort.....	204
10.5.3	Bubble Sort.....	205
10.5.4	Merge Sort	205
10.5.5	Quicksort.....	206
10.5.6	Weitere Kommentare zum Sortieren.....	209
10.6	Anmerkungen zur Programmiermethodik.....	212
10.7	Algebraische Spezifikation von Sequenzen.....	214
10.7.1	Signatur und Gesetze.....	214
10.7.2	Parametrisierung.....	216
10.8	Implementierung von Sequenzen.....	218
10.9	Mengen	223
	Referenzen.....	225
11.	Datenstrukturen III: Graphen und Bäume.....	227
11.1	Grundbegriffe.....	227
11.2	Erreichbarkeit.....	230
11.2.1	„Färbungen“	231
11.2.2	Der Basisalgorithmus.....	231
11.2.3	Programmiertechnische Variationen.....	233
11.2.4	Variationen des Themas	237
11.3	Transitive Hülle.....	238
11.3.1	Problembeschreibung und naive Lösungsideen.....	238
11.3.2	Dynamische Programmierung.....	239
11.3.3	Der Algorithmus von Warshall.....	239
11.3.4	Variationen.....	241
11.4	Bäume.....	242
11.4.1	Traversierung von Bäumen	243
11.4.2	Geordnete Bäume	246

11.4.3	Balancierte Bäume.....	247
11.4.4	Über Suchverfahren der KI.....	249
11.5	Spezifikation und Implementierung von Graphen und Bäumen.....	251
11.5.1	Spezifikation von Graphen.....	251
11.5.2	Implementierung von Graphen.....	253
11.6	Anmerkungen zur objektorientierten Programmierung	253
11.6.1	Objekte, Methoden und Funktionen höherer Ordnung	253
11.6.2	Klassen, Spezifikationen und Vererbung	255
11.7	Zwischenbilanz.....	256
	Referenzen.....	257
12.	Kooperation und Konkurrenz, Parallelität und Verteiltheit	259
12.1	Verteilte Systeme und Parallelität.....	259
12.1.1	Konstrukte zur parallelen Programmierung	260
12.1.2	Eine methodische Klassifizierung	262
12.1.3	Lohnt sich Parallelisierung?.....	263
12.2	Parallelität ist natürlicher als Sequentialität	264
12.2.1	Das N-Körper-Problem und andere Simulationen	265
12.2.2	Graphische Darstellungen.....	266
12.2.3	Steuerung technischer Prozesse	267
12.2.4	Suchen in Bäumen	268
12.3	Beispiel: Parallele Matrixmultiplikation	269
12.3.1	Matrixprodukt: Variante 1.....	270
12.3.2	Matrixprodukt: Variante 2.....	270
12.3.3	Matrixprodukt: Variante 3.....	272
12.4	Kommunikation.....	274
12.4.1	Streng und lose gekoppelte Kommunikation	274
12.4.2	Ausgewählte Kommunikation.....	276
12.4.3	Faire und verklemmte Prozesse.....	278
12.4.4	Applikative Kommunikation	279
12.4.5	Remote Procedure Call	280
12.4.6	„Kuck mal, wer da spricht“	281
12.5	Konkurrenz und Synchronisation	282
12.5.1	Gemeinsame Variable	283
12.5.2	Kritische Bereiche.....	284
12.5.3	Technische Synchronisationsmittel.....	287
12.5.4	Kommunikation oder gemeinsame Variable?.....	288
12.6	Parallele Rechnerarchitekturen	288
12.6.1	Asynchrone Parallelrechner.....	289
12.6.2	Synchrone Parallelrechner.....	290

12.6.3	Kanalisierte Vektorrechner.....	291
12.6.4	Kommunikations-Topologien.....	292
12.6.5	Zur Programmierung synchroner Algorithmen.....	296
12.7	Zeit.....	297
12.8	Anmerkungen zu neuronalen Netzen.....	299
12.9	Bilanz.....	301
	Referenzen.....	302
13.	Rechneraufbau und Betriebssysteme.....	303
13.1	Das System aus Benutzersicht.....	303
13.1.1	Das Terminal.....	304
13.1.2	Die Systemoberfläche (Shell).....	306
13.2	Wer darf mitspielen?.....	307
13.2.1	Benutzer und Befugnisse.....	307
13.2.2	Objekte und Zugriffsrechte.....	308
13.2.3	Benutzer, Programme und Prozesse.....	310
13.3	Das System aus technischer Sicht.....	311
13.3.1	Hardware oder Software?.....	311
13.3.2	Schichten von Systemobjekten.....	312
13.4	Platten und Dateien.....	314
13.4.1	Verwaltung von Dateien: Directories.....	314
13.4.2	Dateien.....	316
13.4.3	Dateisystem und Plattentreiber.....	318
13.4.4	Plattentreiber und Plattencontroller.....	321
13.4.5	Geräteunabhängigkeit.....	323
13.5	Speicherverwaltung.....	324
13.5.1	Virtueller Adreßraum.....	325
13.5.2	Virtueller Adreßraum aus Systemsicht.....	326
13.5.3	Hauptspeicher und <i>MMU</i>	328
13.6	Prozeßverwaltung im Nukleus.....	331
13.6.1	Prozeßzustände.....	331
13.6.2	Unterbrechungen.....	332
13.7	Rechneraufbau.....	334
13.7.1	Busse: Die Nervenstränge des Rechners.....	335
13.7.2	Das Rechenwerk.....	336
13.7.3	Das Steuerwerk des zentralen Prozessors.....	339
	Referenzen.....	342
	Epilog.....	345
	Index.....	351