

HANSER

Lehr- und Übungsbuch Informatik

Christian Horn, Peter Forbrig, Immo O.
Kerner

Band 2: Theorie der Informatik

ISBN 3-446-21511-5

Inhaltsverzeichnis

Weitere Informationen oder Bestellungen unter
<http://www.hanser.de/3-446-21511-5> sowie im Buchhandel

Inhaltsverzeichnis

0	Nutzen einer Theorie der Informatik	15
1	Mathematisch-logische Grundlagen	21
1.1	Klassische Aussagenlogik	22
1.1.1	Grundbegriffe der zweiwertigen Aussagenlogik	22
1.1.2	Einfache Rechengesetze	28
1.2	Prädikatenlogik 1. Stufe	31
1.3	Logik, Schaltalgebra und Rechnen mit Dualzahlen	36
1.3.1	Subtraktion und Division mit Komplementdarstellungen	37
1.3.2	Codierung	39
1.3.3	Bezüge zur Theorie der Automaten	41
1.3.3.1	Sequenzielle Schaltung ohne Gedächtnis	41
1.3.3.2	Sequenzielle Schaltung mit Gedächtnis	42
1.3.3.3	Computer	44
1.3.3.4	Sequenzielles Arbeiten	45
1.4	Logik als Basis für ein Programmierparadigma	45
1.4.1	Horn-Klauseln	46
1.4.2	Resolventen	47
1.4.3	Resolutionsprinzip	49
1.4.4	Unifikation	51
1.5	Übungen	51
1.6	Literatur	53
2	Turing-Maschinen	55
2.1	Modell und Arbeitsweise	55
2.1.2	Übungen	58
2.2	Definition der Turing-Maschine	58
2.2.1	Turing-Maschine als Akzeptor	58
2.2.2	Berechnung von Funktionen mittels Turing-Maschinen	60
2.2.3	Übungen	63
2.3	Das Halteproblem	63
2.3.1	Codierung von Turing-Maschinen	64
2.3.2	Selbstanwendbarkeit	64
2.3.3	Halteproblem	65





2.3.4	Halteproblem anhand von SCHEME	66
2.3.5	Universelle Turing-Maschinen	67
2.3.6	Übungen	68
2.4	Literatur	68

3 Formale Sprachen und Programmiersprachen 69

3.1	Einleitung	69
3.2	Formale Sprachen und Automaten	71
3.2.1	Der Zustandsautomat	71
3.2.2	Sprache eines endlichen Automaten	72
3.2.3	Nichtdeterministischer endlicher Automat	74
3.2.4	Kellerautomaten und Sprachen	76
3.2.5	Übungen	78
3.3	Grammatiken formaler Sprachen	79
3.3.1	Semi-Thue-System und Regelgrammatiken	80
3.3.2	Chomsky-Hierarchie	83
3.3.3	Reguläre Ausdrücke und Automaten	84
3.3.4	Kontextfreie Grammatiken (Typ-2)	88
3.3.5	Kontextsensitive und allgemeine Grammatiken	91
3.3.6	Übungen	93
3.4	Grammatiken und Programmiersprachen	94
3.4.1	Sprachelemente regulärer Grammatiken (Morpheme)	94
3.4.2	Sprachelemente kontextfreier Grammatiken	96
3.4.3	Übungen	98
3.5	Attributierte Grammatiken	99
3.5.1	Attribute als Kontexte	99
3.5.2	Attributberechnung und semantische Regeln	99
3.5.3	Übungen	101
3.6	Literatur	101



4 Algorithmen, Berechenbarkeit und ihre prinzipiellen Grenzen 103

4.1	Einleitung zur Theorie der Algorithmen	103
4.1.1	Unlösbare Aufgaben und Werkzeuge in Mathematik und Informatik	103
4.1.2	Algorithmen und Informatik	105
4.1.3	Rekursive Funktionen	108
4.1.4	Rekursive Definition der Grundrechenarten	112
4.1.5	Minimum-Rekursion (m-Rekursivität)	113
4.1.6	Hypothese von Church	120
4.2	Begriff der Berechenbarkeit	122

4.3	Algorithmisch unlösbare Probleme	127
4.3.1	Unvollständigkeitssatz von Gödel	128
4.3.2	Korrespondenzproblem von Post	129
4.3.3	Spezialfall des Wortproblems nach Zeitin	130
4.4	Übungen	132
4.4.1	Kontrollfragen	132
4.4.2	Aufgaben	132
4.4.3	Referate	132
4.5	Literatur	133

5 Komplexität von Algorithmen, Grenzen der praktischen Berechenbarkeit 135

5.1	Einführende Beispiele	136
5.1.1	Schnelle Multiplikation komplexer Zahlen	136
5.1.2	Aufwandsverhalten bei Verfahren der linearen Algebra	137
5.1.3	Aufwandsverhalten des Tests auf Primzahl	138
5.2	Weitere grundlegende Begriffe zur Komplexität	139
5.2.1	Aufwandsverhalten bei Sortieralgorithmen	140
5.2.2	Extensive und intensive Ressourcenerweiterung	142
5.2.3	Schnelle Matrixmultiplikation	143
5.3	Die schwierigsten Probleme für Computer	145
5.3.1	Cliquen-Problem	146
5.3.2	Nichtdeterministisch in Polynomzeit lösbare (NP-) Probleme	147
5.3.3	NP-vollständige Probleme	148
5.3.4	Springer-Problem	150
5.3.5	Kurze Liste NP-vollständiger Probleme	153
5.4	Verfahren und Näherungsverfahren zur Bearbeitung von NP-Problemen	154
5.4.1	Königinnen- oder n-Damen-Problem und Back-tracking (Rückspuren)	154
5.4.2	Dynamisches Optimieren	157
5.4.3	Verzweigen und Begrenzen (branch and bound)	159
5.4.4	Näherungsalgorithmen zur Bearbeitung von NP-vollständigen Problemen	161
5.5	Kurzinformationen zu weiteren Verfahren	165
5.5.1	Hill Climbing (Bergsteiger-Algorithmus)	165
5.5.2	Sintflut-Algorithmus	166
5.5.3	Tabu-Suche	166
5.5.4	Neuronale Netze	166
5.5.5	Genetische Algorithmen	166
5.5.6	Greedy Algorithmen	167
5.5.7	Threshold Accepting (Akzeptanz von Schwellwerten)	167
5.5.8	Simulated Annealing (simuliertes Abkühlen)	167





5.6	Übungen	168
5.7	Literatur	169
6	Übersetzung von Programmiersprachen	171
6.1	Einführung	171
6.2	Übersetzerstruktur	172
6.3	Lexikalische Analyse	174
6.4	Syntaktische Analyse	176
6.4.1	Deterministische LL(k)-Analyse	176
6.4.2	Rekursiver Abstieg	182
6.4.3	LR(k)-Syntaxanalyse	184
6.4.4	Der Earley-Algorithmus	189
6.4.5	Semantische Analyse und Fehlerbehandlung	192
6.4.6	Übungen	194
6.5	Semantische Synthese	194
6.5.1	Codeerzeugung mit Bottom-up-Parser	195
6.5.2	Übersetzung von UPN-Strukturen	196
6.5.3	Übungen	200
6.6	Literatur	200
7	Graphen	201
7.1	Grundlegende Definitionen	202
7.1.1	Grundlegende Graphenbegriffe	202
7.1.2	Graphendarstellung im Computer	204
7.1.3	Übungen	206
7.2	Bäume, Minimalgerüste und Steinerbäume	206
7.2.1	Bäume	206
7.2.2	Minimalgerüste	208
7.2.3	Das Prinzip der Konstruktion eines Minimalgerüsts	209
7.2.4	Steinerbäume	211
7.2.5	Übungen	212
7.3	Breitensuche und Tiefensuche	212
7.3.1	Breitensuche	212
7.3.2	Tiefensuche	214
7.3.3	Übungen	215
7.4	Kürzeste Wege	216
7.4.1	Breitensuche und kürzeste Wege in ungerichteten Graphen ohne Kantengewichte	216
7.4.2	Algorithmus von Dijkstra zur Bestimmung kürzester Wege von einem Knoten aus	216



7.4.3	Algorithmus von Floyd und Warshall zur Bestimmung kürzester Wege zwischen je zwei Knoten	217
7.4.4	Übungen	219
7.5	Flüsse und Schnitte in Netzwerken	219
7.5.1	Übungen	223
7.6	Eulerkreise und Hamiltonkreise sowie das Problem des Handlungsreisenden	223
7.6.1	Eulerkreise	223
7.6.2	Hamiltonkreise und das Problem des Handlungsreisenden	224
7.6.3	Übungen	226
7.7	Planare Graphen; Färbungen; Weitere Themen	227
7.7.1	Planare Graphen	227
7.7.2	Unabhängige Knotenmengen und Färbungen von Graphen	228
7.7.3	Unabhängige Kantenmengen: Zuordnungen	230
7.7.4	Weitere Themen	231
7.7.5	Übungen	232
7.8	Literatur	233
8	Fuzzy-Systeme	235
8.1	Einleitung	235
8.1	Übungen	239
8.2	Fuzzy-Mengen	239
8.2.1	Übungen	246
8.3	Operatoren auf Fuzzy-Mengen	247
8.3.1	Übungen	253
8.4	Fuzzy-Relationen	254
8.4.1	Übungen	258
8.5	Fuzzy-Arithmetik	259
8.5.1	Übungen	264
8.6	Fuzzy-Logik / Unscharfes Schließen	265
8.6.1	Übungen	270
8.7	Defuzzifizierung	272
8.8	Fuzzy-Systeme in der Anwendung	274
8.9	Literatur	275
9	Codierung und Kryptographie	277
9.1	Codierung	277
9.1.1	Fehlererkennende und fehlerkorrigierende Codes	280



9.1.2	Genetischer Code	281
9.2	Kryptographie	282
9.2.1	Verschlüsselung von Daten	282
9.2.2	Historische Verfahren	283
9.2.3	Allgemeine Grundlagen und Begriffe	283
9.2.4	Permutationsschlüssel	284
9.3	Moderne Chiffriersysteme	287
9.3.1	Codiermaschine ENIGMA	288
9.3.2	Rivest-Shamir-Adleman-(RSA-)Verfahren	289
9.4	Exkurs in die elementare Zahlentheorie	293
9.4.1	Rolle der Primzahlen	293
9.4.2	Satz von Carmichael	294
9.5	Übungen	295
9.6	Literatur	299
Sachwortverzeichnis		301