

Algorithmen

Robert Sedgewick
Princeton University

ADDISON-WESLEY

München • Boston • San Francisco • Harlow, England • Don Mills, Ontario
Sydney • Mexico City • Madrid • Amsterdam

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Inhaltsverzeichnis	11
Grundlagen	
1 Grundlagen	21
Einführung	21
Algorithmen	22
Themenübersicht	23
2 Pascal	27
Beispiel: Euklidischer Algorithmus	28
Datentypen	30
Ein-/Ausgabe	31
Abschließende Bemerkungen	33
3 Elementare Datenstrukturen	35
Felder	36
Verkettete Listen	38
Speicherzuweisung	43
Stapel	46
Schlangen	51
Abstrakte Datentypen	52
4 Bäume	57
Terminologie	58
Eigenschaften	61
Darstellung binärer Bäume	63
Darstellung von Wäldern	66
Traversierung von Bäumen	68
5 Rekursion	75
Rekurrente Beziehungen	76
Teile und Herrsche	78
Rekursive Traversierung von Bäumen	84
Beseitigung der Rekursion	86
Ausblick	89

6	Analyse von Algorithmen	93
	Rahmen	94
	Klassifikation von Algorithmen	96
	Berechnungskomplexität	98
	Analyse des durchschnittlichen Falles	101
	Näherungsweise und asymptotische Ergebnisse	102
	Grundlegende rekurrente Beziehungen	103
	Ausblick	106
7	Implementation von Algorithmen	109
	Auswahl eines Algorithmus	110
	Empirische Analyse	112
	Programmoptimierung	113
	Algorithmen und Systeme	115
Sortieralgorithmen		
8	Elementare Sortierverfahren	121
	Spielregeln	122
	Selection Sort	125
	Insertion Sort	127
	Exkurs: Bubble Sort	129
	Kenngrößen der Leistungsfähigkeit elementarer Sortiermethoden	130
	Sortieren von Dateien mit großen Datensätzen	134
	Shellsort	136
	Distribution Counting	141
9	Quicksort	145
	Der grundlegende Algorithmus	146
	Kenngrößen der Leistungsfähigkeit von Quicksort	151
	Beseitigung der Rekursion	152
	Kleine Teildateien	155
	Zerlegung mit Hilfe des mittleren von drei Elementen	156
	Auswählen	157
10	Digitales Sortieren	163
	Bits	164
	Radix Exchange Sort	165
	Straight Radix Sort	170
	Kenngrößen der Leistungsfähigkeit digitaler Sortierverfahren	172
	Ein lineares Sortierverfahren	173
11	Prioritätswarteschlangen	177
	Elementare Implementationen	179
	Die Datenstruktur des Heaps	180
	Algorithmen mit Heaps	182
	Heapsort	186

	Indirekte Heaps	192
	Weiterentwickelte Implementationen	194
12	Mergesort	197
	Mischen	198
	Mergesort	200
	Mergesort von Listen	202
	Bottom-Up Mergesort	202
	Kenngrößen der Leistungsfähigkeit	206
	Optimierte Implementationen	209
	Weitere Bemerkungen zur Rekursion	209
13	Externes Sortieren	213
	Sortieren-Mischen	214
	Ausgeglichenes Mehrweg-Mischen	215
	Replacement Selection	217
	Praktische Erwägungen	220
	Mehrphasen-Mischen	222
	Ein einfacherer Weg	225
 Suchalgorithmen		
14	Elementare Suchmethoden	231
	Sequentielle Suche	233
	Binäre Suche	236
	Suche in einem Binärbaum	241
	Löschen	248
	Indirekte binäre Suchbäume	250
15	Ausgeglichene Bäume	255
	Top-Down 2-3-4-Bäume	256
	Rot-Schwarz-Bäume	260
	Andere Algorithmen	269
16	Hashing	273
	Hash-Funktionen	274
	Getrennte Verkettung	276
	Lineares Austesten	279
	Doppeltes Hashing	281
	Ausblick	285
17	Digitales Suchen	289
	Digitale Suchbäume	290
	Digitale Such-Tries	293
	Digitales Mehrwege-Suchen	296
	Patricia	298

18	Externes Suchen	305
	Indexsequentieller Zugriff	307
	B-Bäume	308
	Erweiterbares Hashing	313
	Virtueller Speicher	319

Verarbeitung von Zeichenfolgen

19	Suchen in Zeichenfolgen	325
	Kurzer historischer Abriss	326
	Der grobe Algorithmus	327
	Der Algorithmus von Knuth-Morris-Pratt	329
	Der Algorithmus von Boyer-Moore	334
	Der Algorithmus von Rabin-Karp	338
	Mehrfache Suche	340
20	Pattern Matching	343
	Beschreibung von Mustern	344
	Automaten für das Pattern Matching	345
	Darstellung des Automaten	349
	Simulation des Automaten	350
21	Syntaxanalyse (Parsing)	357
	Kontextfreie Grammatiken	358
	Der rekursive Abstieg (Top-Down-Syntaxanalyse)	361
	Bottom-Up-Syntaxanalyse	364
	Compiler	365
	Compiler-Compiler	368
22	Datenkomprimierung	371
	Laufängerkodierung	372
	Kodierung mit variabler Länge	375
	Erzeugung des Huffman-Codes	377
	Implementation	380
23	Kryptologie	385
	Spielregeln	386
	Einfache Methoden	388
	Ver- und Entschlüsselungsmaschinen	390
	Kryptosysteme mit öffentlichen Schlüsseln	391

Geometrische Algorithmen

24	Elementare geometrische Methoden	399
	Punkte, Linien und Polygone	400
	Schnitt von Strecken	402
	Einfacher geschlossener Pfad	404

	Enthaltensein in einem Polygon	406
	Ausblick	408
25	Bestimmung der konvexen Hülle.	411
	Spielregeln	413
	Einwickeln	414
	Das Durchsuchen nach Graham	417
	Innere Elimination	422
	Aspekte der Leistungsfähigkeit	423
26	Bereichssuche	427
	Elementare Verfahren	429
	Gitterverfahren	431
	Zweidimensionale Bäume	434
	Mehrdimensionale Bereichssuche	439
27	Geometrischer Schnitt.	443
	Horizontale und vertikale Linien	444
	Implementation	447
	Allgemeiner Schnitt von Strecken	450
28	Probleme des nächsten Punktes.	457
	Das Problem des nächsten Paares	458
	Voronoi-Diagramme	465

Algorithmen für Graphen

29	Elementare Algorithmen für Graphen.	473
	Glossar	474
	Darstellung	477
	Tiefensuche	482
	Nichtrekursive Tiefensuche	486
	Breitensuche	490
	Labyrinth	493
	Ausblick	494
30	Zusammenhang.	497
	Zusammenhängende Komponenten	498
	Zweifacher Zusammenhang	499
	Algorithmen zur Vereinigungs-Suche	502
31	Gewichtete Graphen.	513
	Minimaler Spannbaum	514
	Prioritätssuche	516
	Das Verfahren von Kruskal	521
	Kürzester Pfad	524
	Minimaler Spannbaum und kürzeste Pfade in dichten Graphen	528
	Geometrische Probleme	530

32	Gerichtete Graphen	535
	Tiefensuche	536
	Transitive Hülle	537
	Alle kürzesten Pfade	541
	Topologisches Sortieren	543
	Streng zusammenhängende Komponenten	545
33	Fluß in einem Netzwerk	551
	Das Problem des Flusses in einem Netzwerk	552
	Das Verfahren von Ford-Fulkerson	554
	Suche in Netzwerken	556
34	Paarung	561
	Bipartite Graphen	563
	Problem der stabilen Ehe	566
	Weiterentwickelte Algorithmen	571

Mathematische Algorithmen

35	Zufallszahlen	577
	Anwendungen	578
	Methode der linearen Kongruenz	579
	Methode der additiven Kongruenz	582
	Test der Zufälligkeit	585
	Bemerkungen zur Implementation	587
36	Arithmetik	591
	Arithmetik für Polynome	592
	Berechnung und Interpolation von Polynomen	595
	Multiplikation von Polynomen	597
	Rechenoperationen mit großen ganzen Zahlen	601
	Rechenoperationen mit Matrizen	602
37	Gaußsches Eliminationsverfahren	607
	Ein einfaches Beispiel	608
	Beschreibung des Verfahrens	610
	Variationen und Erweiterungen	614
38	Kurvenanpassung	619
	Interpolation mit Hilfe von Polynomen	620
	Spline-Interpolation	621
	Methode der kleinsten Quadrate	625
39	Integration	631
	Symbolische Integration	632
	Einfache Quadraturverfahren	633
	Zusammengesetzte Verfahren	636
	Adaptive Quadratur	638

Weiterführende Themen

40	Parallele Algorithmen.	645
	Allgemeine Ansätze	646
	Perfektes Mischen	647
	Systolische Felder	654
	Ausblick	658
41	Die schnelle Fourier-Transformation.	661
	Berechnen, Multiplizieren, Interpolieren	662
	Komplexe Einheitswurzeln	663
	Berechnung in den Einheitswurzeln	664
	Interpolation mit Hilfe der Einheitswurzeln	666
	Implementation	668
42	Dynamische Programmierung	673
	Das Rucksack-Problem	674
	Das Produkt mehrerer Matrizen	677
	Optimale binäre Suchbäume	681
	Zeit- und Speicheraufwand	683
43	Lineare Programmierung.	687
	Lineare Optimierungsaufgaben	688
	Geometrische Interpretation	689
	Die Simplexmethode	693
	Implementation	698
44	Erschöpfendes Durchsuchen.	703
	Erschöpfendes Durchsuchen in Graphen	704
	Backtracking	707
	Digression: Erzeugung von Permutationen	711
	Approximationsalgorithmen	713
45	NP-vollständige Probleme.	717
	Deterministische und nichtdeterministische Algorithmen mit polynomialer Zeit	718
	NP-Vollständigkeit	720
	Der Satz von Cook	723
	Einige NP-vollständige Probleme	724
	Stichwortverzeichnis.	729
	Programm-Index.	739