

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen	1
1.1	Algorithmen und ihre formalen Eigenschaften	1
1.2	Zwei Beispiele arithmetischer Algorithmen	5
1.2.1	Ein Multiplikationsverfahren	5
1.2.2	Polynomprodukt	8
1.3	Verschiedene Algorithmen für dasselbe Problem	12
1.4	Die richtige Wahl einer Datenstruktur	15
1.5	Lineare Listen	21
1.5.1	Sequentielle Speicherung linearer Listen	22
1.5.2	Verkettete Speicherung linearer Listen	25
1.5.3	Stapel und Schlangen	33
1.6	Ausblick auf weitere Datenstrukturen	40
1.7	Skip-Listen	42
1.7.1	Perfekte und randomisierte Skip-Listen	43
1.7.2	Analyse	49
1.8	Aufgaben	52
2	Sortieren	63
2.1	Elementare Sortierverfahren	66
2.1.1	Sortieren durch Auswahl	66
2.1.2	Sortieren durch Einfügen	69
2.1.3	Shellsort	71
2.1.4	Bubblesort	73
2.2	Quicksort	76
2.2.1	Quicksort: Sortieren durch rekursives Teilen	77
2.2.2	Quicksort-Varianten	85
2.3	Heapsort	89
2.4	Mergesort	96
2.4.1	2-Wege-Mergesort	96
2.4.2	Reines 2-Wege-Mergesort	100
2.4.3	Natürliches 2-Wege-Mergesort	102
2.5	Radixsort	105
2.5.1	Radix-exchange-sort	105

2.5.2	Sortieren durch Fachverteilung	107
2.6	Sortieren vorsortierter Daten	111
2.6.1	Maße für Vorsortierung	112
2.6.2	A-sort	116
2.6.3	Sortieren durch lokales Einfügen und natürliches Verschmelzen	121
2.7	Externes Sortieren	126
2.7.1	Das Magnetband als Externspeichermedium	126
2.7.2	Ausgeglichenes 2-Wege-Mergesort	128
2.7.3	Ausgeglichenes Mehr-Wege-Mergesort	132
2.7.4	Mehrphasen-Mergesort	135
2.8	Untere Schranken	138
2.9	Aufgaben	143
3	Suchen	147
3.1	Das Auswahlproblem	148
3.2	Suchen in sequentiell gespeicherten linearen Listen	153
3.2.1	Sequentielle Suche	153
3.2.2	Binäre Suche	154
3.2.3	Fibonacci-Suche	156
3.2.4	Exponentielle Suche	159
3.2.5	Interpolationssuche	160
3.3	Selbstanordnende lineare Listen	160
3.4	Aufgaben	166
4	Hashverfahren	169
4.1	Zur Wahl der Hashfunktion	171
4.1.1	Die Divisions-Rest-Methode	171
4.1.2	Die multiplikative Methode	172
4.1.3	Perfektes und universelles Hashing	173
4.2	Hashverfahren mit Verkettung der Überläufer	176
4.3	Offene Hashverfahren	181
4.3.1	Lineares Sondieren	184
4.3.2	Quadratisches Sondieren	186
4.3.3	Uniformes und zufälliges Sondieren	187
4.3.4	Double Hashing	190
4.3.5	Ordered Hashing	194
4.3.6	Robin-Hood-Hashing	199
4.3.7	Coalesced Hashing	200
4.4	Dynamische Hashverfahren	204
4.4.1	Lineares Hashing	206
4.4.2	Virtuelles Hashing	211
4.4.3	Erweiterbares Hashing	215
4.5	Das Gridfile	219
4.6	Aufgaben	229

5	Bäume	235
5.1	Natürliche Bäume	239
5.1.1	Suchen, Einfügen und Entfernen von Schlüsseln	242
5.1.2	Durchlaufordnungen in Binärbäumen	248
5.1.3	Analytische Betrachtungen	251
5.2	Balancierte Binärbäume	260
5.2.1	AVL-Bäume	260
5.2.2	Bruder-Bäume	273
5.2.3	Gewichtsbalancierte Bäume	289
5.3	Randomisierte Suchbäume	296
5.3.1	Treaps	296
5.3.2	Treaps mit zufälligen Prioritäten	300
5.4	Selbstanordnende Binärbäume	304
5.4.1	Splay-Bäume	305
5.4.2	Amortisierte Worst-case-Analyse	310
5.5	B-Bäume	317
5.5.1	Suchen, Einfügen und Entfernen in B-Bäumen	322
5.6	Weitere Klassen	327
5.6.1	Übersicht	327
5.6.2	Konstante Umstrukturierungskosten und relaxiertes Balancieren	333
5.6.3	Eindeutig repräsentierte Wörterbücher	350
5.7	Optimale Suchbäume	356
5.8	Alphabetische und mehrdimensionale Suchbäume	362
5.8.1	Tries	363
5.8.2	Quadranten- und 2d-Bäume	364
5.9	Aufgaben	368
6	Manipulation von Mengen	377
6.1	Vorrangwarteschlangen	378
6.1.1	Dijkstras Algorithmus zur Berechnung kürzester Wege	379
6.1.2	Implementation von Priority Queues mit verketteten Listen und balancierten Bäumen	382
6.1.3	Linksbäume	384
6.1.4	Binomial Queues	387
6.1.5	Fibonacci-Heaps	394
6.2	Union-Find-Strukturen	402
6.2.1	Kruskals Verfahren zur Berechnung minimaler spannender Bäume	403
6.2.2	Vereinigung nach Größe und Höhe	406
6.2.3	Methoden der Pfadverkürzung	410
6.3	Allgemeiner Rahmen	413
6.4	Aufgaben	417

7 Geometrische Algorithmen	419
7.1 Einleitung	419
7.2 Das Scan-line-Prinzip	420
7.2.1 Sichtbarkeitsproblem	422
7.2.2 Das Schnittproblem für iso-orientierte Liniensegmente	425
7.2.3 Das allgemeine Liniensegment-Schnittproblem	428
7.3 Geometrisches Divide-and-conquer	435
7.3.1 Segmentschnitt mittels Divide-and-conquer	435
7.3.2 Inklusions- und Schnittprobleme für Rechtecke	441
7.4 Geometrische Datenstrukturen	444
7.4.1 Reduktion des Rechteckschnittproblems	445
7.4.2 Segment-Bäume	448
7.4.3 Intervall-Bäume	454
7.4.4 Prioritäts-Suchbäume	457
7.5 Das Zickzack-Paradigma	471
7.6 Anwendungen geometrischer Datenstrukturen	485
7.6.1 Ein Spezialfall des HLE-Problems	485
7.6.2 Dynamische Bereichssuche mit einem festen Fenster	492
7.7 Distanzprobleme und ihre Lösung	496
7.7.1 Distanzprobleme	497
7.7.2 Das Voronoi-Diagramm	501
7.7.3 Die Speicherung des Voronoi-Diagramms	505
7.7.4 Die Konstruktion des Voronoi-Diagramms	507
7.7.5 Lösungen für Distanzprobleme	516
7.8 Aufgaben	525
8 Graphenalgorithmen	535
8.1 Topologische Sortierung	543
8.2 Transitiv Hülle	546
8.2.1 Transitiv Hülle allgemein	547
8.2.2 Transitiv Hülle für azyklische Digraphen	548
8.3 Durchlaufen von Graphen	551
8.3.1 Einfache Zusammenhangskomponenten	553
8.3.2 Strukturinformation durch Tiefensuche	554
8.4 Zusammenhangskomponenten	557
8.4.1 Zweifache Zusammenhangskomponenten	559
8.4.2 Starke Zusammenhangskomponenten	561
8.5 Kürzeste Wege	566
8.5.1 Kürzeste Wege in Distanzgraphen	567
8.5.2 Kürzeste Wege in beliebig bewerteten Graphen	572
8.5.3 Alle kürzesten Wege	576
8.6 Minimale spannende Bäume	578
8.7 Flüsse in Netzwerken	584
8.8 Zuordnungsprobleme	596
8.8.1 Maximale Zuordnungen in bipartiten Graphen	598
8.8.2 Maximale Zuordnungen im allgemeinen Fall	601
8.8.3 Maximale gewichtete Zuordnungen	609

Inhaltsverzeichnis	XVII
8.9 Aufgaben	610
9 Ausgewählte Themen	617
9.1 Suchen in Texten	617
9.1.1 Das naive Verfahren zur Textsuche	618
9.1.2 Das Verfahren von Knuth-Morris-Pratt	619
9.1.3 Das Verfahren von Boyer-Moore	624
9.1.4 Signaturen	630
9.1.5 Approximative Zeichenkettensuche	631
9.2 Parallele Algorithmen	643
9.2.1 Einfache Beispiele paralleler Algorithmen	645
9.2.2 Paralleles Mischen und Sortieren	651
9.2.3 Systolische Algorithmen	662
9.3 Aufgaben	666
Literaturverzeichnis	671
Index	683