

Inhalt

1	Einführung	1
1.1	Algorithmen und ihre Analyse	2
1.2	Datenstrukturen, Algebren, Abstrakte Datentypen	22
1.3	Grundbegriffe	33
1.4	Weitere Aufgaben	36
1.5	Literaturhinweise	37
2	Programmiersprachliche Konzepte für Datenstrukturen	39
2.1	Datentypen in Java	40
2.1.1	Basisdatentypen	41
2.1.2	Arrays	42
2.1.3	Klassen	45
2.2	Dynamische Datenstrukturen	49
2.2.1	Programmiersprachenunabhängig: Zeigertypen	49
2.2.2	Zeiger in Java: Referenztypen	53
2.3	Weitere Konzepte zur Konstruktion von Datentypen	57
	Aufzählungstypen	58
	Unterbereichstypen	59
	Sets	60
2.4	Literaturhinweise	61
3	Grundlegende Datentypen	63
3.1	Sequenzen (Folgen, Listen)	63
3.1.1	Modelle	64
	(a) Listen mit first, rest, append, concat	64
	(b) Listen mit expliziten Positionen	65
3.1.2	Implementierungen	68
	(a) Doppelt verkettete Liste	68
	(b) Einfach verkettete Liste	73
	(c) Sequentielle Darstellung im Array	78
	(d) Einfach oder doppelt verkettete Liste im Array	78
3.2	Stacks	82
3.3	Queues	89
3.4	Abbildungen	91
3.5	Binäre Bäume	92
	Implementierungen	99
	(a) mit Zeigern	99
	(b) Array - Einbettung	100

3.6 (Allgemeine) Bäume	101
Implementierungen	104
(a) über Arrays	104
(b) über Binärbäume	104
3.7 Weitere Aufgaben	105
3.8 Literaturhinweise	107
4 Datentypen zur Darstellung von Mengen	109
4.1 Mengen mit Durchschnitt, Vereinigung, Differenz	109
Implementierungen	110
(a) Bitvektor	110
(b) Ungeordnete Liste	111
(c) Geordnete Liste	111
4.2 Dictionaries: Mengen mit INSERT, DELETE, MEMBER	113
4.2.1 Einfache Implementierungen	114
4.2.2 Hashing	115
Analyse des “idealen” geschlossenen Hashing	120
Kollisionsstrategien	126
(a) Lineares Sondieren (Verallgemeinerung)	126
(b) Quadratisches Sondieren	126
(c) Doppel-Hashing	127
Hashfunktionen	128
(a) Divisionsmethode	128
(b) Mittel-Quadrat-Methode	128
4.2.3 Binäre Suchbäume	129
Durchschnittsanalyse für binäre Suchbäume	136
4.2.4 AVL-Bäume	141
Updates	141
Rebalancieren	142
4.3 Priority Queues: Mengen mit INSERT, DELETETEMIN	152
Implementierung	153
4.4 Partitionen von Mengen mit MERGE, FIND	156
Implementierungen	157
(a) Implementierung mit Arrays	157
(b) Implementierung mit Bäumen	160
Letzte Verbesserung: Pfadkompression	162
4.5 Weitere Aufgaben	163
4.6 Literaturhinweise	166
5 Sortieralgorithmen	169
5.1 Einfache Sortierverfahren: Direktes Auswählen und Einfügen	170
5.2 Divide-and-Conquer-Methoden: Mergesort und Quicksort	173

Inhalt		XV
	Durchschnittsanalyse für Quicksort	181
5.3	Verfeinertes Auswählen und Einfügen: Heapsort und Baumsortieren	184
	Standard-Heapsort	184
	Analyse von Heapsort	186
	Bottom-Up-Heapsort	188
5.4	Untere Schranke für allgemeine Sortierverfahren	190
5.5	Sortieren durch Fachverteilen: Bucketsort und Radixsort	194
5.6	Weitere Aufgaben	197
5.7	Literaturhinweise	198
6	Graphen	201
6.1	Gerichtete Graphen	202
6.2	(Speicher-) Darstellungen von Graphen	204
	(a) Adjazenzmatrix	204
	(b) Adjazenzlisten	206
6.3	Graphdurchlauf	207
6.4	Literaturhinweise	211
7	Graph-Algorithmen	213
7.1	Bestimmung kürzester Wege von einem Knoten zu allen anderen	213
	Implementierungen des Algorithmus von Dijkstra	218
	(a) mit einer Adjazenzmatrix	218
	(b) mit Adjazenzlisten und als Heap dargestellter Priority Queue	219
7.2	Bestimmung kürzester Wege zwischen allen Knoten im Graphen	220
	Implementierung des Algorithmus von Floyd	222
	(a) mit der Kostenmatrix-Darstellung	222
	(b) mit Adjazenzlisten	223
7.3	Berechnung kürzester Wege mittels Kontraktionshierarchien	225
	7.3.1 Berechnung einer Kontraktionshierarchie für einen Graphen	226
	7.3.2 Suche eines kürzesten Weges in einer Kontraktionshierarchie	228
	Berechnen und Verschneiden von Nachfolger- und	
	Vorgängermengen	230
	Hub Labeling	232
	Bidirektionale Variante des Algorithmus von Dijkstra	232
	Pfadexpansion	235
7.4	Transitive Hülle	235
7.5	Starke Komponenten	235
7.6	Ungerichtete Graphen	239
7.7	Minimaler Spannbaum (Algorithmus von Kruskal)	240
7.8	Weitere Aufgaben	244
7.9	Literaturhinweise	246

8 Geometrische Algorithmen	249
8.1 Plane-Sweep-Algorithmen für orthogonale Objekte in der Ebene	254
8.1.1 Das Segmentschnitt-Problem	254
8.1.2 Das Rechteckschnitt-Problem	259
Das Punkteinschluss-Problem und seine Plane-Sweep-Reduktion	260
Der Segment-Baum	262
Komplexität der Lösungen	264
8.1.3 Das Maßproblem	266
Plane-Sweep-Reduktion	266
Ein modifizierter Segment-Baum	268
Komplexität der Lösung des Maßproblems	269
8.2 Divide-and-Conquer-Algorithmen für orthogonale Objekte	270
8.2.1 Das Segmentschnitt-Problem	271
8.2.2 Das Maßproblem	277
8.2.3 Das Konturproblem	284
8.3 Suchen auf Mengen orthogonaler Objekte	290
Der Range-Baum	291
Der Intervall-Baum	292
Baumhierarchien	296
8.4 Plane-Sweep-Algorithmen für beliebig orientierte Objekte	299
8.5 Weitere Aufgaben	302
8.6 Literaturhinweise	305
9 Externes Suchen und Sortieren	309
9.1 Externes Suchen: B-Bäume	310
Einfügen und Löschen	314
Overflow	315
Underflow	316
9.2 Externes Sortieren	320
Anfangsläufe fester Länge - direktes Mischen	323
Anfangsläufe variabler Länge - natürliches Mischen	324
Vielweg-Mischen	326
9.3 Weitere Aufgaben	327
9.4 Literaturhinweise	329
Mathematische Grundlagen	331
Lösungen zu den Selbsttestaufgaben	339
Literatur	377
Index	387