



Algorithmen

Algorithmen und Datenstrukturen

4., aktualisierte Auflage

Robert Sedgewick
Kevin Wayne



ALWAYS LEARNING

PEARSON

Algorithmen

Algorithmen und Datenstrukturen

4., aktualisierte Auflage

Robert Sedgewick
Kevin Wayne

Algorithmen - PDF

Inhaltsverzeichnis

Algorithmen

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 11

Besondere Merkmale 11

Die Website zum Buch 13

Das Buch als Unterrichtsmittel 14

Kontext 14

Danksagung 15

Vorwort zur deutschen Ausgabe 16

Webinhalte zum vorliegenden Buch 17

Kapitel 1 - Grundlagen 19

Algorithmen 20

Zusammenfassung der Themen 23

1.1 Das grundlegende Programmiermodell 25

1.1.1 Grundlegende Struktur eines Java-Programms 27

1.1.2 Primitive Datentypen und Ausdrücke 28

1.1.3 Anweisungen 31

1.1.4 Kurzschreibweisen 34

1.1.5 Arrays 36

1.1.6 Statische Methoden 39

1.1.7 APIs 47

1.1.8 Strings 52

1.1.9 Ein- und Ausgabe 54

1.1.10 Binäre Suche 65

1.1.11 Ausblick 69

1.2 Datenabstraktion 81

1.2.1 Abstrakte Datentypen 82

1.2.2 Beispiele abstrakter Datentypen 92

1.2.3 Abstrakte Datentypen implementieren 104

1.2.4 Weitere Implementierungen abstrakter Datentypen 110

1.2.5 Datentypdesign 116

1.3 Multimengen, Warteschlangen und Stapel 139

1.3.1 APIs 140

1.3.2 Collections implementieren 151

1.3.3 Verkettete Listen 162

1.3.4 Zusammenfassung 176

1.4 Analyse der Algorithmen 191

1.4.1 Die wissenschaftliche Methode 191

1.4.2 Beobachtungen 192

1.4.3 Mathematische Modelle 198

1.4.4 Klassifikationen der Wachstumsordnung 206

1.4.5 Schnellere Algorithmen entwerfen 209

Inhaltsverzeichnis

- 1.4.6 Experimente zum Verdopplungsverhältnis 212
- 1.4.7 Fallstricke 216
- 1.4.8 Die Abhängigkeit von Eingaben reduzieren 218
- 1.4.9 Speicherbedarf 221
- 1.4.10 Ausblick 227

1.5 Fallstudie Union-Find 238

- 1.5.1 Verwaltung von Zusammenhangskomponenten 238
- 1.5.2 Implementierungen 245
- 1.5.3 Ausblick 257

Kapitel 2 - Sortieren 265

2.1 Elementare Sortierverfahren 267

- 2.1.1 Spielregeln 267
- 2.1.2 Selectionsort 272
- 2.1.3 Insertionsort 274
- 2.1.4 Sortieralgorithmen grafisch darstellen 276
- 2.1.5 Zwei Sortieralgorithmen vergleichen 277
- 2.1.6 Shellsort 281

2.2 Mergesort 294

- 2.2.1 Abstraktes In-Place-Mergen 294
- 2.2.2 Top-Down-Mergesort 296
- 2.2.3 Bottom-Up-Mergesort 301
- 2.2.4 Die Komplexität des Sortierens 304

2.3 Quicksort 313

- 2.3.1 Der grundlegende Algorithmus 313
- 2.3.2 Laufzeitverhalten 318
- 2.3.3 Algorithmische Verbesserungen 320

2.4 Vorrangwarteschlangen 333

- 2.4.1 API 334
- 2.4.2 Einfache Implementierungen 336
- 2.4.3 Heap-Definitionen 339
- 2.4.4 Algorithmen für Heaps 341
- 2.4.5 Heapsort 350

2.5 Anwendungen 363

- 2.5.1 Verschiedene Datentypen sortieren 364
- 2.5.2 Welchen Sortieralgorithmus soll ich verwenden? 369
- 2.5.3 Reduktionen 372
- 2.5.4 Sortieranwendungen im kurzen Überblick 375

Kapitel 3 - Suchen 387

3.1 Symboltabellen 389

- 3.1.1 API 390
- 3.1.2 Geordnete Symboltabellen 393
- 3.1.3 Beispielclients 398
- 3.1.4 Sequenzielle Suche in einer ungeordneten verketteten Liste 402
- 3.1.5 Binäre Suche in einem geordneten Array 405
- 3.1.6 Analyse der binären Suche 411
- 3.1.7 Ausblick 413

Inhaltsverzeichnis

3.2 Binäre Suchbäume 424

- 3.2.1 Grundlegende Implementierung 425
- 3.2.2 Analyse 432
- 3.2.3 Ordnungsbasierte Methoden und Löschen 435

3.3 Balancierte Suchbäume 453

- 3.3.1 2-3-Suchbäume 453
- 3.3.2 Rot-Schwarz-Bäume 461
- 3.3.3 Implementierung 470
- 3.3.4 Löschen 473
- 3.3.5 Eigenschaften von Rot-Schwarz-Bäumen 475

3.4 Hashtabellen 489

- 3.4.1 Hashfunktionen 490
- 3.4.2 Hashing mit Verkettung 496
- 3.4.3 Hashing mit linearer Sondierung 501
- 3.4.4 Größenanpassung von Arrays 506
- 3.4.5 Speicher 509

3.5 Anwendungen 519

- 3.5.1 Welche Symboltabellen-Implementierung soll ich verwenden? 519
- 3.5.2 Mengen-APIs (Set) 522
- 3.5.3 Wörterbuch-Anwendungen 526
- 3.5.4 Indizierungsclients 531
- 3.5.5 Dünn besetzte Vektoren 537

Kapitel 4 - Graphen 549

4.1 Ungerichtete Graphen 553

- 4.1.1 Glossar 554
- 4.1.2 Datentyp für ungerichtete Graphen 557
- 4.1.3 Tiefensuche 566
- 4.1.4 Pfadsuche 572
- 4.1.5 Breitensuche 577
- 4.1.6 Zusammenhangskomponenten 583
- 4.1.7 Symbolgraphen 589
- 4.1.8 Zusammenfassung 597

4.2 Gerichtete Graphen 607

- 4.2.1 Glossar 607
- 4.2.2 Datentyp für Digraphen 609
- 4.2.3 Erreichbarkeit in Digraphen 612
- 4.2.4 Zyklen und azyklische Digraphen 617
- 4.2.5 Starker Zusammenhang in Digraphen 628
- 4.2.6 Zusammenfassung 638

4.3 Minimale Spannbäume 646

- 4.3.1 Zugrunde liegende Prinzipien 648
- 4.3.2 Datentyp eines kantengewichteten Graphen 651
- 4.3.3 API und Testclient für minimale Spannbäume 655
- 4.3.4 Der Algorithmus von Prim 658
- 4.3.5 Eager-Version des Prim-Algorithmus 663
- 4.3.6 Der Algorithmus von Kruskal 668

Inhaltsverzeichnis

4.3.7 Ausblick 671

4.4 Kürzeste Pfade 680

4.4.1 Eigenschaften der kürzeste Pfade 682

4.4.2 Datentypen für kantengewichtete Digraphen 684

4.4.3 Theoretische Grundlagen für Kürzeste-Pfade-Algorithmen 692

4.4.4 Algorithmus von Dijkstra 694

4.4.5 Azyklische kantengewichtete Digraphen 701

4.4.6 Kürzeste Pfade in allgemeinen kantengewichteten Digraphen 711

4.4.7 Ausblick 726

Kapitel 5 - Strings 737

5.1 Stringsorrierverfahren 745

5.1.1 Schlüsselindiziertes Zählen 746

5.1.2 LSD-Sortierverfahren 749

5.1.3 MSD-Sortierverfahren 752

5.1.4 3-Wege-Quicksort für Strings 762

5.1.5 Welchen Stringsortieralgorithmus soll ich verwenden? 767

5.2 Tries 773

5.2.1 Tries 775

5.2.2 Eigenschaften von Tries 785

5.2.3 Ternäre Suchtries 789

5.2.4 TST-Eigenschaften 792

5.2.5 Welche Symboltabellen-Implementierung soll ich für Strings verwenden? 795

5.3 Teilstringsuche 800

5.3.1 Ein kurzer geschichtlicher Abriss 800

5.3.2 Brute-Force-Teilstringsuche 801

5.3.3 Teilstringsuche nach Knuth-Morris-Pratt 804

5.3.4 Teilstringsuche nach Boyer-Moore 812

5.3.5 Fingerprint-Suche nach Rabin-Karp 817

5.3.6 Zusammenfassung 822

5.4 Reguläre Ausdrücke 829

5.4.1 Muster mit regulären Ausdrücken 830

5.4.2 Abkürzungen 832

5.4.3 Reguläre Ausdrücke in Anwendungen 834

5.4.4 Nichtdeterministische endliche Automaten 836

5.4.5 Simulation eines NEA 839

5.4.6 Konstruktion eines NEA für einen regulären Ausdruck 842

5.5 Datenkomprimierung 851

5.5.1 Spielregeln 852

5.5.2 Binärdaten lesen und schreiben 853

5.5.3 Beschränkungen 857

5.5.4 Aufwärmübung: Genomik 860

5.5.5 Lauflängencodierung 863

5.5.6 Huffman-Komprimierung 868

5.5.7 LZW-Komprimierung 882

Kapitel 6 - Im Kontext 895

Ereignisgesteuerte Simulation 899

Inhaltsverzeichnis

B-Bäume 909
Suffixarrays 918
Netzwerkflussalgorithmen 928
Reduktion 946
Nicht effizient lösbare Probleme 953
Allgemeine Übungen zu der Kollisionssimulation 966
Allgemeine Übungen zu B-Bäumen 968
Allgemeine Übungen zu Suffixarrays 969
Allgemeine Übungen zu Max-Fluss 971
Allgemeine Übungen zu Reduktionen und scheinbarer Unlösbarkeit 973

Register 975

Vorwort

Besondere Merkmale
Die Website zum Buch
Das Buch als Unterrichtsmittel
Kontext
Danksagung

Vorwort zur deutschen Ausgabe

Webinhalte zum vorliegenden Buch

Kapitel 1 - Grundlagen

Algorithmen

Zusammenfassung der Themen

1.1 Das grundlegende Programmiermodell

1.1.1 Grundlegende Struktur eines Java-Programms
1.1.2 Primitive Datentypen und Ausdrücke
1.1.3 Anweisungen
1.1.4 Kurzschreibweisen
1.1.5 Arrays
1.1.6 Statische Methoden
1.1.7 APIs
1.1.8 Strings
1.1.9 Ein- und Ausgabe
1.1.10 Binäre Suche
1.1.11 Ausblick

1.2 Datenabstraktion

1.2.1 Abstrakte Datentypen
1.2.2 Beispiele abstrakter Datentypen
1.2.3 Abstrakte Datentypen implementieren
1.2.4 Weitere Implementierungen abstrakter Datentypen
1.2.5 Datentypdesign

Inhaltsverzeichnis

1.3 Multimengen, Warteschlangen und Stapel

- 1.3.1 APIs
- 1.3.2 Collections implementieren
- 1.3.3 Verkettete Listen
- 1.3.4 Zusammenfassung

1.4 Analyse der Algorithmen

- 1.4.1 Die wissenschaftliche Methode
- 1.4.2 Beobachtungen
- 1.4.3 Mathematische Modelle
- 1.4.4 Klassifikationen der Wachstumsordnung
- 1.4.5 Schnellere Algorithmen entwerfen
- 1.4.6 Experimente zum Verdopplungsverhältnis
- 1.4.7 Fallstricke
- 1.4.8 Die Abhängigkeit von Eingaben reduzieren
- 1.4.9 Speicherbedarf
- 1.4.10 Ausblick

1.5 Fallstudie Union-Find

- 1.5.1 Verwaltung von Zusammenhangskomponenten
- 1.5.2 Implementierungen
- 1.5.3 Ausblick

Kapitel 2 - Sortieren

2.1 Elementare Sortierverfahren

- 2.1.1 Spielregeln
- 2.1.2 Selectionsort
- 2.1.3 Insertionsort
- 2.1.4 Sortieralgorithmen grafisch darstellen
- 2.1.5 Zwei Sortieralgorithmen vergleichen
- 2.1.6 Shellsort

2.2 Mergesort

- 2.2.1 Abstraktes In-Place-Mergen
- 2.2.2 Top-Down-Mergesort
- 2.2.3 Bottom-Up-Mergesort
- 2.2.4 Die Komplexität des Sortierens

2.3 Quicksort

- 2.3.1 Der grundlegende Algorithmus
- 2.3.2 Laufzeitverhalten
- 2.3.3 Algorithmische Verbesserungen

2.4 Vorrangwarteschlangen

- 2.4.1 API
- 2.4.2 Einfache Implementierungen
- 2.4.3 Heap-Definitionen

Inhaltsverzeichnis

2.4.4 Algorithmen für Heaps

2.4.5 Heapsort

2.5 Anwendungen

2.5.1 Verschiedene Datentypen sortieren

2.5.2 Welchen Sortieralgorithmus soll ich verwenden?

2.5.3 Reduktionen

2.5.4 Sortieranwendungen im kurzen Überblick

Kapitel 3 - Suchen

3.1 Symboltabellen

3.1.1 API

3.1.2 Geordnete Symboltabellen

3.1.3 Beispielclients

3.1.4 Sequenzielle Suche in einer ungeordneten verketteten Liste

3.1.5 Binäre Suche in einem geordneten Array

3.1.6 Analyse der binären Suche

3.1.7 Ausblick

3.2 Binäre Suchbäume

3.2.1 Grundlegende Implementierung

3.2.2 Analyse

3.2.3 Ordnungsbasierte Methoden und Löschen

3.3 Balancierte Suchbäume

3.3.1 2-3-Suchbäume

3.3.2 Rot-Schwarz-Bäume

3.3.3 Implementierung

3.3.4 Löschen

3.3.5 Eigenschaften von Rot-Schwarz-Bäumen

3.4 Hashtabellen

3.4.1 Hashfunktionen

3.4.2 Hashing mit Verkettung

3.4.3 Hashing mit linearer Sondierung

3.4.4 Größenanpassung von Arrays

3.4.5 Speicher

3.5 Anwendungen

3.5.1 Welche Symboltabellen-Implementierung soll ich verwenden?

3.5.2 Mengen-APIs (Set)

3.5.3 Wörterbuch-Anwendungen

3.5.4 Indizierungsclients

3.5.5 Dünn besetzte Vektoren

Kapitel 4 - Graphen

4.1 Ungerichtete Graphen

Inhaltsverzeichnis

- 4.1.1 Glossar
- 4.1.2 Datentyp für ungerichtete Graphen
- 4.1.3 Tiefensuche
- 4.1.4 Pfadsuche
- 4.1.5 Breitensuche
- 4.1.6 Zusammenhangskomponenten
- 4.1.7 Symbolgraphen
- 4.1.8 Zusammenfassung

4.2 Gerichtete Graphen

- 4.2.1 Glossar
- 4.2.2 Datentyp für Digraphen
- 4.2.3 Erreichbarkeit in Digraphen
- 4.2.4 Zyklen und azyklische Digraphen
- 4.2.5 Starker Zusammenhang in Digraphen
- 4.2.6 Zusammenfassung

4.3 Minimale Spannbäume

- 4.3.1 Zugrunde liegende Prinzipien
- 4.3.2 Datentyp eines kantengewichteten Graphen
- 4.3.3 API und Testclient für minimale Spannbäume
- 4.3.4 Der Algorithmus von Prim
- 4.3.5 Eager-Version des Prim-Algorithmus
- 4.3.6 Der Algorithmus von Kruskal
- 4.3.7 Ausblick

4.4 Kürzeste Pfade

- 4.4.1 Eigenschaften der kürzeste Pfade
- 4.4.2 Datentypen für kantengewichtete Digraphen
- 4.4.3 Theoretische Grundlagen für Kürzeste-Pfade-Algorithmen
- 4.4.4 Algorithmus von Dijkstra
- 4.4.5 Azyklische kantengewichtete Digraphen
- 4.4.6 Kürzeste Pfade in allgemeinen kantengewichteten Digraphen
- 4.4.7 Ausblick

Kapitel 5 - Strings

Spielregeln

Alphabete

5.1 Stringsortierverfahren

- 5.1.1 Schlüsselindiziertes Zählen
- 5.1.2 LSD-Sortierverfahren
- 5.1.3 MSD-Sortierverfahren
- 5.1.4 3-Wege-Quicksort für Strings
- 5.1.5 Welchen Stringsortieralgorithmus soll ich verwenden?

5.2 Tries

Inhaltsverzeichnis

5.2.1 Tries

5.2.2 Eigenschaften von Tries

5.2.3 Ternäre Suchtries

5.2.4 TST-Eigenschaften

5.2.5 Welche Symboltabellen-Implementierung soll ich für Strings verwenden?

5.3 Teilstringsuche

5.3.1 Ein kurzer geschichtlicher Abriss

5.3.2 Brute-Force-Teilstringsuche

5.3.3 Teilstringsuche nach Knuth-Morris-Pratt

5.3.4 Teilstringsuche nach Boyer-Moore

5.3.5 Fingerprint-Suche nach Rabin-Karp

5.3.6 Zusammenfassung

5.4 Reguläre Ausdrücke

5.4.1 Muster mit regulären Ausdrücken

5.4.2 Abkürzungen

5.4.3 Reguläre Ausdrücke in Anwendungen

5.4.4 Nichtdeterministische endliche Automaten

5.4.5 Simulation eines NEA

5.4.6 Konstruktion eines NEA für einen regulären Ausdruck

5.5 Datenkomprimierung

5.5.1 Spielregeln

5.5.2 Binärdaten lesen und schreiben

5.5.3 Beschränkungen

5.5.4 Aufwärmübung: Genomik

5.5.5 Lauflängencodierung

5.5.6 Huffman-Komprimierung

5.5.7 LZW-Komprimierung

Im Kontext

Ereignisgesteuerte Simulation

B-Bäume

Suffixarrays

Netzwerkflussalgorithmen

Reduktion

Nicht effizient lösbare Probleme

Allgemeine Übungen zu der Kollisionssimulation

Allgemeine Übungen zu B-Bäumen

Allgemeine Übungen zu Suffixarrays

Allgemeine Übungen zu Max-Fluss

Allgemeine Übungen zu Reduktionen und scheinbarer Unlösbarkeit

Register

Inhaltsverzeichnis

Numerics

- 2-3-Suchbäume 453
 - globale Eigenschaften 459
 - lokale Transformationen 458
- 2-Bit-Codedekomprimierung 861
- 2-Bit-Codekomprimierung 860
- 2-Summen-Problem 209
- 3-Summen-Problem 210
- 3-Wege-Quicksort für Strings 762
 - Performance 766
 - Randomisierung 765

A

Ablaufplanung

- Methode des kritischen Pfades 708
 - mit Deadlines 710
 - parallele Aufgaben 705
 - Vorrangbedingungen 617

Abrundungsfunktion 395

Abstrakte Datentypen 82

- Accumulator 114
 - Beispiele 92, 110
 - Client-Code 83
 - Collections 140
 - Date 110
 - Design 116
 - Ein-/Ausgabe 101
 - geerbte Methoden 83
 - Generics 141
 - grafischer Akkumulator 114
 - Gültigkeitsbereich 107
 - implementieren 104
 - Instanzmethode 106
 - Instanzvariablen 105
 - Konstruktoren 105
 - Objekte 84
 - Objekte als Argumente 89
 - Objekte als Rückgabewerte 89
 - Objekte erzeugen 85
 - Objekte verwenden 87
 - Referenztypen 84
 - String 99
 - Zuweisungen 87
- Adjazenzlisten 559, 560
- Adjazenzmatrix 559
- Adjazenzmengen 563

Inhaltsverzeichnis

ADT siehe abstrakte Datentypen

Algorithmen

3-Wege-Quicksort für Strings 764

Analyse 191

Bottom-Up-Mergesort 303

Boyer-Moore-Teilstringsuche 816

Breitensuche 580

der augmentierenden Pfade 934

Dijkstra 150, 378

euklidischer 21

Fingerprint-Suche 821

Ford-Fulkerson 934

generische 694

Greedy- 650

Heaps 341, 345

Heapsort 352

Huffman 379

Huffman-Komprimierung 879

Insertionsort 275

Johnson 734

KMP-Teilstringsuche 811

Kruskal 379

Las-Vegas 820

LSD-Sortierverfahren 750

LZW-Dekomprimierung 888

LZW-Komprimierung 885

Monte-Carlo 820

MSD-Sortierverfahren 755

Musterabgleich 845

optimale 255

Prim 378

Quick-Find 245

Quicksort 314

Quick-Union 247

Rabin-Karp-Teilstringsuche 821

randomisierte 219

schnellere entwerfen 209

Selectionsort 273

Shellsort 283

Suche in B-Bäumen 916

Suffixarray-Implementierung 926

Tiefensuche 567

Top-Down-Mergesort 298

Verbesserungen 320

Vorrangwarteschlange 345

Algorithmen-Design

Reduktionen 372

Inhaltsverzeichnis

Aliasing 38

Allokation

sequenzielle 176

verkettete 176

Alphabete 741

API 741

spezifizierte 754

Standard- 742

Zahlen 744

Analysen

Algorithmen 191

Beobachtungen 192

mathematische Modelle 198

Messdaten 196

Problemgröße 192

wissenschaftliche Methoden 191

Anweisungen 31

Aufrufe 32

bedingte 33

Block- 33

break 34

continue 34

Deklarationen 32

foreach 142

Rückgabewerte 32

Schleifen 33

Zuweisungen 32

API

Accumulator 113

Alphabete 741

B-Baum 915

Date 110

Digraphen 609

entwerfen 117

Flussnetzwerk 933

für abstrakten Datentyp 82

für starke Komponenten 631

für ungerichtete Graphen 557

kantengewichtete Digraphen 684

kantengewichtete Graphen 651

Math 47

Mengen 522

minimale Spannbäume 656

Particle 903

Pfadsuche 572

SET 522

spezifizieren 108

Inhaltsverzeichnis

StdDraw	62
String	100
Suffixarrays	922
Symbolgraphen	590
Symboltabelle	390
Union-Find	241
Zusammenhangskomponenten	583
Arrays	36
Aliasing	38
ausgefrante	38
Duplikate	372
eindimensionale	36
erzeugen	36
geordnete	405
Größenanpassung	155, 346, 506
initialisieren	36
Iteration	158
Objekte	90
partitionieren	313
sortieren	267
Speicherbedarf	224
traversieren	167
Überlauf	156
unveränderliche Schlüssel	346
verwenden	37
von Objekten	90
Zeichen	740
zeichenindizierte	743
zweidimensionale	38
ASCII-Codierung	856
Assertionen	129
Aufrufe	32
Aufrundungsfunktion	395
Ausdrücke	28, 30
arithmetische	147
boolesche	31
Ausgabe	54
binäre	853
formatierte	56
Standardausgabe	55
Ausgangsgrad	608
Ausgefrante Arrays	38
Ausnahmen	128
Autoboxing	141
Automaten	
deterministische endliche	806

Inhaltsverzeichnis

nichtdeterministische endliche 836

Autounboxing 142

AVL-Suchbäume 484

Azyklische Graphen 555

Azyklische kantengewichtete Digraphen 701

 kürzeste Pfade 701

 Kürzeste-Pfade-Problem 711

 längste Pfade 704

B

B*-Bäume 968

Bad-Character-Heuristik 813

Bag-Implementierung 174

Bags 143

Balancierte Suchbäume 453

 Eins-zu-eins-Repräsentation 463

 Farbrepräsentation 463

 Implementierung 470

 Löschen 473

 Rotationen 464

Bäume

 Definition 250

 der kürzesten Pfade 683

 Heap-geordnete 339

B-Bäume 909

 API 915

 Konventionen 911

 Kostenmodell 910

 Performance 915

 Repräsentation 914

 Speicherbedarf 917

 Suchen und Einfügen 912

Bedingte Anweisungen 33

Befehlszeilenargumente 53

Bellman-Ford-Algorithmus 715

 Ablaufprotokoll 716

 Arbitrage-Beispiel 723

 Erkennung negativer Zyklen 721

 Implementierung 717

 negative Gewichte 720

Benachbarte Knoten 554

BFS (breadth-first search) siehe Breitensuche

Bibliotheken

 buchspezifische 48

 eigene 50

 externe 45

Inhaltsverzeichnis

- Java 48
- Binäre Ein-/Ausgabe 853
- Binäre Heaps 339, 340
 - Definition 340
 - Repräsentation 340
- Binäre Suchbäume 424
 - Analyse 432
 - Analyse ordnungsbasierter Operationen 441
 - auf-/abrunden 435
 - Auswahl 436
 - AVL 484
 - Bereichsabfragen 441
 - Einfügen 429
 - Floor/Ceiling 435
 - löschen 439
 - Minimum/Maximum 435
 - ordnungsbasierte Methoden 435
 - Rang ermitteln 437
 - Rekursion 430
 - Repräsentation 425
 - Suchen 426
- Binäre Suche 65, 408
 - Analyse 411
 - Entwicklungsclient 66
 - im Array 65
 - Kosten 412
 - Laufzeitverhalten 68
 - Positivlisten 66
 - Weißer Listen 66
- Bipartite Graphen 556
- Blockanweisungen 33
- Boltzmann-Konstante 967
- Boruvka, O. 672
- Bottom-Up
 - Heaps 342
 - Mergesort 301, 303
- Boyer-Moore-Teilstringsuche 812, 813
- break-Anweisungen 34
- Breitensuche 577
 - Ablaufprotokoll 578
 - Algorithmus 580
 - Kürzeste-Pfade-Problem 577
 - Laufzeitverhalten 581
- BST siehe Binäre Suchbäume
- Burrows-Wheeler-Transformation 970

Inhaltsverzeichnis

C

Callback-Mechanismus 364

Chazelle, B. 672

Church-Turing-These 954

Code Refactoring 919

Collections

Arrays 155

Generics 153

Iteration 158

Iterator 159

iterierbare 142

Stapel fester Kapazität 151

verkettete Listen 162

Comparator (Schnittstelle) 366

continue-Anweisungen 34

Cook-Levin-Theorem 963

CPM-Methode 708

D

Daten

komprimieren 851

Pipelining 59

umleiten 59

Datenabstraktion 81

Datenkomprimierung 851

2-Bit-Codedekomprimierung 861

2-Bit-Codekomprimierung 860

ASCII-Codierung 856

Beschränkungen 857

Binärdaten 853

binäre Speicherauszüge 855

Genomik 860

Huffman 868

Komprimierungsrate 852

Lauf längencodierung 863

LZW 883

Modell 852

Unentscheidbarkeit 859

universelle 857

verlustlose 852

Datenstrukturen

Adjazenzlisten 560

Adjazenzmatrix 559

B-Bäume 910

Tries 775

Datentypdesign 116

Inhaltsverzeichnis

Datentypen

- abstrakte 82
- APIs entwerfen 117
- Deque 186
- Digraphen 609
- kantengewichtete Digraphen 684
- kantengewichtete Graphen 651
- Kapselung 116
- Nachbedingungen 129
- Nebeneffekte 129
- primitive 28, 371
- sortieren 371
- Steque 186
- Stringumwandlung 122
- Umwandlung 30
- ungerichtete Graphen 557
- unveränderliche 126
- verschiedene sortieren 364
- Vorbedingungen 129
- Vorrangwarteschlange 334
- Wrapper-Klassen 123
- Wrappertypen 123

DEA

- Haltezustand 807
- Konstruktion 808
- Nichtübereinstimmungsübergang 806
- Simulation 806
- Übereinstimmungsübergang 806

Deklarationen 32

- Gültigkeitsbereich 32
- mit Initialisierung 34

Deque 186

Design by Contract 128

Deterministische endliche Automaten siehe DEA

DFS (depth-first search) siehe Tiefensuche

Dichte Graphen 556

Digraphen

- Anfangsknoten 608
- Aufbau 608
- Ausgangsgrad 608
- azyklische 617, 619
- Datentyp 609
- einfacher Zyklus 608
- Eingabeformat 610
- Eingangsgrad 608
- Endknoten 608

Inhaltsverzeichnis

Erreichbarkeit 612, 636
euklidische 644
gerichteter Pfad 608
gerichteter Zyklus 608
Gitter- 644
Hamilton-Pfad 643
Kosaraju-Algorithmus 631
letzter gemeinsamer Vorgänger 642
Pfad mit kürzestem Nachfolgerabstand 642
Pfadsuche 616
Postorder-Knotenreihenfolge 622
Preorder-Knotenreihenfolge 622
Repräsentation 610
Speicherbereinigung 615
starke Komponenten 629
starke Zusammenhangs- komponenten 629
starker Zusammenhang 628
symbolische Namen 610
topologische Ordnung 622
transitive Hülle 636
umgekehrte Postorder-Knotenreihenfolge 622
Umkehrung 610
Zykluserkennung 619

Dijkstra, Edsgar 148

Dijkstra-Algorithmus 378, 694

Ablaufprotokoll 696

Datenstrukturen 695

Varianten 698

d-näre Heaps 346

Doppelte Sondierung 516

Dünne Graphen 556

Duplikate 372

E

Eager deletion 391

Eindimensionale Arrays 36

Eingabe 54

binäre 853

Eingabemodelle 218

Eingangsgrad 608

Entropie-optimales Sortieren 321

Entscheidungsprobleme 957

Entwicklungsclient 66

Entwurfsmuster 564

Ereignisgesteuerte Simulation 899, 900

Code 905

Inhaltsverzeichnis

Ereignisse 904

Performance 909

Erfüllbarkeitsprobleme 956

Erreichbarkeit 612, 636

Euklidische Graphen 604

Euklidischer Algorithmus 21

Eulersche Zyklen 604

Exceptions siehe Ausnahmen

Externe Bibliotheken 45

F

Fail-Fast-Iterator 180

FBC siehe fragile Basisklasse

FIFO-Warteschlangen 144

Fingerprint-Suche 817

Grundkonzept 817

Hashfunktion 818

Monte-Carlo-Korrektur 820

Ford-Fulkerson-Algorithmus 934

foreach-Anweisungen 142

Formatierte Ausgabe 56

for-Schleifen 35

Fragile Basisklasse 133

Fredman, M. L. 671

Funktionsabstraktion 27

G

Geerbte Methoden 83

Generics 141

Gerichtete Graphen siehe Digraphen

Gewichtetes Quick-Union 251

Ablaufprotokoll 253

Analyse 251

mit Pfadkompression 255

Gittergraphen 605

Graphenverarbeitung

Bellman-Ford-Algorithmus 715, 716

Breitensuche 577

Dijkstra-Algorithmus 694

Entwurfsmuster 564

Erreichbarkeit 612

Komponenten 583

Kosaraju-Algorithmus 631

kritischer Pfad 706

Kruskal-Algorithmus 668

kürzeste Pfade 680

Inhaltsverzeichnis

- längste Pfade 704
- minimale Spannbäume 646
- Pfadsuche 572
- Prim-Algorithmus 658
- Schnitte 649
- starke Komponenten 629
- starke Zusammenhangs- komponenten 629
- Symbolgraphen 589
- Tiefensuche 566
- transitive Hülle 636
- ungerichtete Graphen 553
- Union-Find 587

Greedy-Algorithmus 650

GREP 847

Gültigkeitsbereich 32, 107

H

Hamilton'sche Zyklen 604

Hamiltonpfadprobleme 957

Handles 133

Hashattacke 517

Hashfunktionen 490

Hashing

- doppelte Sondierung 516
- Kollisionsauflösung 496
- Kuckucks- 517
- mit linearer Sondierung 501
- mit offener Adressierung 501
- mit Verkettung 496

Hashtabellen 489

Heap-Ordnung

- Bottom-Up-Verfahren 342
- Top-Down-Verfahren 342

Heaps

- Algorithmen 341
- binäre 339, 340
- Definition 339
- d-näre 346
- Größenanpassung von Arrays 346
- größtes Element entfernen 343
- Konstruktion 350
- neues Element einfügen 343
- Operationen 344
- Repräsentation 340
- unveränderliche Schlüssel 346

Heapsort 350

Inhaltsverzeichnis

- Ablaufprotokoll 352
- absteigendes Sortieren 353
- Algorithmus 352
- grafisches Ablaufprotokoll 353
- Heap-Konstruktion 350

Horner-Schema 818

Huffman-Codierung 868, 869

- Dekomprimierung 871
- Implementierung 878
- Komprimierung 872
- Optimalität 875
- präfixfreier Code 868
- Preorder-Traversierung 877
- Triekonstruktion 873

Huffman-Kompression 379

I

Implementierungsvererbung 121

Implikationsgraphen 643

Indizierungsclients 531

Infixnotation 30

Inkrement-/Dekrement-Operatoren 34

Inorder-Traversierung 441

In-Place-Mergen 294

In-Place-Partitionierung 317

Insertionsort

- Ablaufprotokoll 275
- Algorithmus 275
- Performance 274

Instanzmethoden 106

Instanzvariablen 105, 107

Interface siehe Schnittstellen

Interpolationsuche 420

Intervallgraphen 605

Invertierter Index 533

Iteration 158, 392

Iteratoren 159

- Fail-Fast 180
- Stapel 147

J

Jarnik-Algorithmus 671

Johnson-Algorithmus 734

Josephus-Problem 187

K

Inhaltsverzeichnis

Kanten

- kreuzende 649
- kritische 676
- parallele 553
- reflexive 553
- ungerichtete Graphen 553

Kantengewichtete Digraphen

- API 684
- Dijkstra-Algorithmus 694
- negative Zyklen 713
- Optimalitätsbedingungen 692
- Pfadgewicht 680

Kantengewichtete Graphen

- Datentyp 651
- Kreiseigenschaft 674
- kritische Kanten 676
- Kruskal-Algorithmus 668
- minimaler Spannbaum 646
- minimaler Spannwald 646
- Repräsentation 652

Kantenrelaxation 689

Kapselung 116

Kendall-Tau-Distanz 373

Kleene'sche Satz 837

KMP-Teilstringsuche 804, 806

- DEA-Konstruktion 808
- DEA-Simulation 806
- endliche Automaten 806
- Musterzeiger zurücksetzen 805

Knoten

- benachbarte 554
- Exzentrizität 601
- Farbe wechseln 468
- Farbrepräsentation 463
- Quelle 640
- Rotationen 464
- Senke 640
- ungerichtete Graphen 553

Knotenrelaxation 691

Knoten-Verbund 162

Knuth-Morris-Pratt siehe KMP

Kollisionen

- auflösen 902
- Behandlung 902
- Ereignisse 904
- Simulationscode 905

Inhaltsverzeichnis

vorhersagen 901

Kollisionsauflösung 496

Komponenten 583

starke 629

Konstruktoren 105

Kosaraju-Algorithmus 631

Kostenmodelle 203

B-Bäume 910

Sortieren 269

Suche 397

Union-Find 243

Kreiseigenschaft 674

Kreuzende Kanten 649

Kruskal-Algorithmus 379, 668

Kuckucks-Hashing 517

Kürzeste-Pfade-Problem 680

azyklische kantengewichtete Digraphen 701

Baum der kürzesten Pfade 683

Bellman-Ford-Algorithmus 715

Client-Abfragemethoden 691

Datenstrukturen 689

Dijkstra-Algorithmus 694

Eigenschaften 682

generischer Algorithmus 694

Kantenrelaxation 689

Knotenrelaxation 691

negative Gewichte 713

Optimalitätsbedingungen 692

theoretische Grundlagen 692

Kürzeste-Pfade-Probleme

mit einem Startknoten (SSSP) 577

Kurzschlussoperatoren 71

Kurzschreibweisen 34

L

Labyrinth 566

Längste Pfade 704

Laufängencodierung 863

Bitmaps 864

Implementierung 865

Laufzeitanalysen

amortisierte 220

Beobachtungen 192

Fallstricke 216

Kostenmodelle 203

mathematische Modelle 198

Inhaltsverzeichnis

- Speicherbedarf 221
- Tilde-Approximation 199
- Wachstumshypothesen 202
- Wachstumsordnungen 206
- wissenschaftliche Methoden 191

Laufzeitverhalten

- binäre Suche 68
- grafische Darstellung 196
- Quicksort 318
- Stoppuhr 196

Lazy deletion 391

LIFO-Prinzip 146

Lineare Programmierung 951

Lineare Sondierung 501

- Analyse 505
- Clusterbildung 504

Listen

- ungeordnete verkettete 402
- verkettete 162

Loitering 157

Lokale Variablen 107

Löschen

- sofortiges 391
- verzögertes 391

LSD-Radixsort 751

LSD-Sortierverfahren 749

LZW-Codierung

- Vorausschauzeichen 883

LZW-Komprimierung 883

- Dekomprimierung 884
- Implementierung 887
- Probleme 886
- Trie-Repräsentation 883

M

Mark-and-Sweep-Speicherbereinigung 615

Mathematische Modelle

- Kostenmodell 203
- Näherungswerte für die Laufzeit bestimmen 200
- Tilde-Approximation 199
- Wachstumshypothesen 202

Max-Fluss-Min-Schnitt-Theorem 935

Max-Fluss-Problem 931

Maxwell-Boltzmann-Verteilung 967

Medianstatistik 373

Inhaltsverzeichnis

Median-von-Drei-Partitionierung 321

Mehrwege-Mergesort 312

Mehrwege-Mischen 348

Mengen-APIs 522

Merge-Operationen 294

Mergesort 294

Algorithmus 298, 303

Bottom-Up 301, 303

In-Place-Mergen 294

Mehrwege-Mergesort 312

Top-Down 296, 298

verbessern 299

Methoden

geerbte 83

Namen überladen 42

Nebeneffekte 42

Pass-by-Value 42

Rekursion 43

statische 39

Trémaux 566

wissenschaftliche 191

Minimale Spannbäume 646

API 656

Dijkstra-Algorithmus 694

Greedy-Algorithmus 650

Kruskal-Algorithmus 668

Prim-Algorithmus 658

Schnitteigenschaft 649

Testclient 656

Minimaler Spannwald 646, 647

Min-Schnitt-Problem 936

Mischsortieren 294

Mischtypoperatoren 31

Modell der festen Scheibe 899

Modulare Programmierung 44

Modultests 45

Monte-Carlo-Algorithmus 820

Moore'sches Gesetz 215

MSD-Sortierverfahren 752

Performance 759

Perfomancedaten 767

Zufallsstring-Modell 759

Multimengen 143

Implementierung 174

Musterabgleich

Inhaltsverzeichnis

- Genomik 835
- Kleene'sche Satz 837
- NEA-Konstruktion 842
- NEA-Simulation 839
- nichtdeterministische endliche Automaten 836
- reguläre Ausdrücke 829

N

Natürliche Ordnung (Sortieren) 270

NEA

- Erreichbarkeit 840
- Konstruktion 842
- Repräsentation 840
- Simulation 839
- Teilstringsuche 836

Negativlisten 524

Netzwerkflüsse 928

- API 933
- Flussnetzwerk 931
- Ford-Fulkerson-Algorithmus 934
- Max-Fluss-Problem 931
- Performance 944
- physikalisches Modell 929
- Restnetzwerk 932
- s-t-Fluss 931

Nichtdeterminismus 958

Nichtdeterministische endliche Automaten siehe NEA

NP-Probleme 956

NP-Vollständigkeit 962

null-Schlüssel 391

O

Objekte

- als Argumente 89
- als Rückgabewerte 89
- Arrays 90
- Eigenschaften 92
- erzeugen 85
- geometrische 95
- Gleichheit 123
- Identität 84
- instanzieren 85
- Speicherbedarf 223
- Verhalten 84
- verwenden 87
- Zustand 84

Operatoren

Inhaltsverzeichnis

Dekrement/Inkrement 34

Mischtyp- 31

Vergleichs- 31

zusammengesetzte 34

Optimalitätsbedingungen

kantengewichtete Digraphen 692

Schnitt 677

Optimierungsprobleme 957

Ordnungen

alternative 366

natürliche 270

totale 270

Ordnungsstatistik 373

P

Parallele Kanten 553

Parametervariablen 107

Parametrisierte Typen 141

Partitionierung 313

3-Wege 324

In-Place 317

Median-von-Drei 321

Pivotelement 313

Pass-by-Value 42

Pattern Matching siehe Musterabgleich

Pfade

einfache 554

kritische 706

kürzeste augmentierende 941

Pfadsuche 572

Ablaufprotokoll 575

Digraphen 616

Pipelining 59

Pivotelement 313

Positivlisten 66, 524

Postorder-Knotenreihenfolge 622

Potenzgesetz 198

P-Probleme 958

Präfixfreier Code 868

Preorder-Knotenreihenfolge 622

Preorder-Traversierung 877

Prim-Algorithmus 378, 658

Ablaufprotokoll der Eager-Version 665

Ablaufprotokoll der Lazy-Version 661

Datenstrukturen 659

Inhaltsverzeichnis

Eager-Version 663

Laufzeit 663

Lazy-Version 661

Prioritätswarteschlangen siehe Vorrangwarteschlangen

Probleme

Entscheidungs- 957

Erfüllbarkeits- 956

Hamiltonpfad 957

Klassifizierung 964

NP 956

Optimierungs- 957

P 958

Such- 956

Problemgröße 192

Programmbeispiele

Bag-Implementierung 175

Dedup 523

dünnbesetzte Vektoren 537

FIFO-Warteschlange 172

Filter 523

FrequencyCounter 399

Indizierungsclients 531

invertierter Index 533

LIFO-Stapel 161

Positiv-/Negativlisten 524

Stapel mit verketteter Liste 170

Union-Find 244

Wörterbuch-Clients 526

Programmiermodell 25

Programmiersprache

streng typisiert 32

Promotion 30

Q

Quelle 640

Queue 144

Implementierung 171

Quick-Find 245

Ablaufprotokoll 246

Analyse 246

Quicksort 313

3-Wege-Partitionierung 324

Ablaufprotokoll 314

Algorithmus 314

Entropie-optimales Sortieren 321

In-Place-Partitionierung 317

Laufzeitverhalten 318

Inhaltsverzeichnis

- Median-von-Drei-Partitionierung 321
- partitionieren 313
- Pivotelement 313
- Sortierwechsel zu Insertionsort 321
- Verbesserungen 320

Quick-Union 247

- Ablaufprotokoll 249
- Analyse 249
- gewichtetes 251

R

Rangfolgen 373

Rangkorrelationskoeffizienten 373

Records 163

Reduktion 372, 946

- auf Sortieren 946
- Duplikate 372
- in Polynomialzeit 960
- Kendall-Tau-Distanz 373
- Kürzeste-Pfade-Problem 948
- lineare Programmierung 951
- Max-Fluss-Problem 948
- Medianstatistik 373
- Ordnungsstatistik 373
- Vorrangwarteschlangen 373

Referenztypen 84, 141

Reflexive Kanten 553

Reguläre Ausdrücke 829

- Abkürzungen 832
- Beschränkungen 836
- Escapesequenzen 833
- GREP 847
- Klammern 830
- nichtdeterministische endliche Automaten 836
- Oder-Operation 830
- Sternhülle 830
- Sternoperationen 833
- Sternoperator 830
- Teilstringsuche 834
- Validitätsprüfung 834
- Verkettung 830
- Zeichenmengendeskriptoren 832

Rekursion 43

- binäre Suchbäume 430
- Inorder-Traversierung 441

Restnetzwerk 932, 938

Rot-Schwarz-Suchbäume 461

Inhaltsverzeichnis

Eigenschaften 475
Eins-zu-eins-Repräsentation 463
Farben wechseln 468
Farbrepräsentation 463

Rückgabewerte 32, 89

Rückrufmechanismus 364

S

Samplesort 331

Schleifen

for 35
innere 201
Rumpf 33
while 33

Schlüssel

doppelte 391
Gleichheit 392
Iteration 392
null 391
Shannon-Entropie 325
sortieren 267

Schlüsselindiziertes Zählen 746

Schnitteigenschaft 649

Schnitt-Optimalitätsbedingungen 677

Schnittstellen

implements 121
in Java 121
Vererbung 120

Selbstorganisierende Suche 420

Selectionsort 272

Ablaufprotokoll 273
Algorithmus 273
Datenverschiebung 273
Laufzeit 272
Performance 272

Senke 640

Sequenzielle Allokation 176

Shannon-Entropie 325

Shellsort 281

Ablaufprotokoll 283, 284
Abstandsfolge 282
Algorithmus 283
grafisches Ablaufprotokoll 285

Sichtbarkeitsmodifizierer 105

Simulationen

Code 905

Inhaltsverzeichnis

ereignisgesteuerte 899, 900

zeitgesteuerte 900

Sofortiges Löschen 391

Sollin, M. 672

Sortieranwendungen 375

ereignisgesteuerte Simulation 377

Informationssuche 376

kombinatorische Suche 378

kommerzielle Datenverarbeitung 376

numerische Berechnungen 378

Operations Research 377

Stringverarbeitung 379

Sortieren

absteigendes 353

Anwendungen 363

Arrays 267

Bottom-Up-Mergesort 301

Callback-Mechanismus 364

Datentypen 270

Duplikate 372

durch Auswählen 272

elementare Verfahren 267

Entropie-optimales 321

grafisches Ablaufprotokoll 277

Heapsort 350

In-Place-Mergen 294

Komplexität 304

Kostenmodell 269

Mischsortieren 294

natürliche Ordnung 270

primitive Datentypen 371

Rückrufmechanismus 364

Schlüssel 267

Sortieralgorithmen vergleichen 277

Speicherbedarf 270

Spielregeln 267

Top-Down-Mergesort 296

topologisches 618

totale Ordnung 270

verifizieren 269

verschiedene Datentypen 364

Zeiger-Sortieren 365

Sortierverfahren

3-Wege-Quicksort für Strings 762

LSD 749

Mergesort 294

MSD 752

Inhaltsverzeichnis

- Quicksort 313
- Selectionsort 272
- Shellsort 281
- stabile 368
- Spannbäume 555
- Speicherauszüge 855
- Speicherbedarf 221
 - Arrays 224
 - Objekte 223
 - String-Objekte 226
 - Teilstrings 226
 - verkettete Listen 224
- Speicherbereinigung 615
 - Loitering 157
 - verwaiste Elemente 157
- Speicherverwaltung 125
- Stabilität 368
- Stack 146
- Stack-Implementierung 167
- Standardalphabete 742
- Standardausgabe 55
- Standardeingabe 58
- Standardgrafik 61
- Stapel 146
 - fester Kapazität 151
 - Implementierung 167
- Starke Komponenten 629
- Starke Zusammenhangskomponenten 629
- Statische Methoden 39
 - aufrufen 40
 - Bibliothek 44
 - definieren 40
- Steque 186
- Streng typisierte Programmiersprache 32
- Stringindizierung 920
- Strings 52
 - 3-Wege-Quicksort 762
 - Alphabete 741
 - Anwendungsbereiche 738
 - automatische Umwandlung 53
 - Befehlszeilenargumente 53
 - Datenkomprimierung 851
 - Huffman-Komprimierung 868
 - Laufängencodierung 863
 - LSD-Sortierverfahren 749

Inhaltsverzeichnis

MSD-Sortierverfahren	752
Reguläre Ausdrücke	829
schlüsselindiziertes Zählen	746
Sortierverfahren	745
Speicherbedarf	226
Spielregeln	739
Suffixarrays	920
Teilstrings	226, 740
Teilstringsuche	800
Tries	773
Umwandlung	52
Unveränderlichkeit	739
Verkettung	52, 740
Zahlen	744
Zeichen	739
Zeichenarrays	740
zeichenindizierte Arrays	743
Stringumwandlung	122
Strukturen	163
s-t-Schnitt	936
Subclassing	121
Subtyping	120
Suchbäume	
2-3	453
balancierte	453
binäre	424
Eins-zu-eins-Repräsentation	463
Farben wechseln	468
Farbrepräsentation	463
Rotationen	464
Rot-Schwarz-	461
Tries	775
Suche	
binäre	405
erfolglose	777
erfolgreiche	776
Interpolationssuche	420
Kostenmodell	397
selbstorganisierende	420
sequenzielle	402
Suchprobleme	956
Suchtries, ternäre	789
Suffixarrays	918
API	922
Brute-Force-Lösung	919
Implementierung	925

Inhaltsverzeichnis

Performance 925
Sortierlösung 920
Stringindizierung 920
Teilstrings 918

Symbolgraphen 589

Symoltabellen

Abrundungsfunktion 395
API 390, 393
Aufrundungsfunktion 395
Beispielclient 398
Definition 389
Floor/Ceiling 395
Für und Wider von Implementierungen 415
Generics 390
geordnete 393
Gleichheit 396
Kostenmodell 397
Kostenvergleich verschiedener Implementierungen 520
löschen 391
Minimum/Maximum 394
Performance-Client 399
Rang/Auswahl 395
redundante Methoden 396

Systemsortierverfahren (Java) 371

T

Tarjan, R. E. 671

Teilgraphen 554

Teilstrings 740

Teilstringsuche 800

Boyer-Moore 812
Brute-Force-Implementierung 801
Fingerprint-Suche 817
geschichtlicher Abriss 800
Knuth-Morris-Pratt 804
Rabin-Karp 817
reguläre Ausdrücke 834
Vorkommensheuristik 813

Ternäre Suchtries 789

Alphabete 793
Eigenschaften 792
hybride 794
Suchen/Einfügen 791
Suchkosten 792
Verzweigungsgrad 1 794

Tiefensuche 566

Ablauf 569

Inhaltsverzeichnis

Ablaufprotokoll 570
Algorithmus 567
Labyrinth 566
Pfade mit einem Startknoten 572
Single-Source-Path (SSP) 572
Traversierung 620
Trémaux Methode 566
Union-Find 587
Zusammenhang feststellen 570
Zusammenhangskomponenten 583
Zweifärbbarkeit 587
Zykluserkennung 587

Tilde-Approximation 199

Tilde-Notation 199

Top-Down

Heaps 342

Mergesort 296, 298

Topologisches Sortieren 618

Totale Ordnung (Sortieren) 270

Transaktionen-Beispiel 364

Transitive Hülle 636

Trémaux-Methode 566

Tries

durchsuchen 776

Eigenschaften 775, 785

Einfügen/Suchen 777, 786

längster Präfix 783

löschen 784

LZW-Komprimierung 883

Platzhalterübereinstimmung 782

Preorder-Traversierung 877

Repräsentation 777, 869, 883

Speicherbedarf 787

ternäre Suchtries 789

Verzweigungsgrad 1 788

Tschebyschow-Ungleichung 328

Tukey Ninther 331

Turingmaschine 954

Typparameter 141

Typumwandlung 30

U

Umgekehrte Postorder-Knotenreihenfolge 622

Ungerichtete Graphen 553

Adjazenzlisten 559, 560

Adjazenzmatrix 559

Inhaltsverzeichnis

azyklische 555
Baum 555
benachbarte Knoten 554
bipartite 556
Brücken 604
dichte 556
dünne 556
Durchmesser 601
euklidische 604
eulersche Zyklen 604
Gelenkpunkt 604
Gittergraphen 605
Hamilton'sche Zyklen 604
Intervallgraphen 605
isomorphe 603
Kanten 553
Kantenzusammenhang 604
Knoten 553
kreisfreie 555
Mittelpunkt 601
Pfad 554
Radius 601
Spannbaum 555
Tailleweite 602
Teilgraphen 554
zusammenhängende 555
Zusammenhangskomponenten 555
zweifacher Zusammenhang 604
Zyklus 554

Union-Find 238

Tiefensuche 587

Universelle Datenkomprimierung 857

Unveränderlichkeit (final) 126

V

Variablen

Instanzvariablen 105, 107

lokale 107

Parametervariablen 107

Vektoren, dünnbesetzte 537

Verdopplungsverhältnis 212

Vererbung

Implementierung 121

Schnittstellen 120

Vergleiche 31

Sortieralgorithmen 277

Vergleichsoperatoren 31

Inhaltsverzeichnis

Verifizierung

sortieren 269

Verkettete Allokation 176

Verkettete Listen 162

am Anfang einfügen 164

am Ende einfügen 165

an anderen Position einfügen/ entfernen 166

erstellen 163

Speicherbedarf 224

traversieren 167

vom Anfang entfernen 165

Verkettung 740

Verzögertes Löschen 391

Vorkommensheuristik 813

Vorrangbedingungen 617

Vorrangwarteschlangen 333

Algorithmus 345

API 334

Arrayrepräsentation (geordnet) 337

Arrayrepräsentation (ungeordnet) 336

Client 335

Comparator 367

einfache Implementierungen 336

Größenanpassung 346

größtes Element entfernen 343

indizierte 346

Mehrwege-Mischen 348

neues Element einfügen 343

Repräsentation mit verketteten Listen 338

unveränderliche Schlüssel 346

W

Wachstumshypothesen 202

Wachstumsordnung

exponentielle 207

Klassifikation 206

konstante 206

kubische 207

leicht überlinear 206

lineare 206

logarithmische 206

quadratische 206

unterer Grenzwert 211

Verdopplungsverhältnis 212

Wald von Bäumen 248

Warteschlangen 144

Inhaltsverzeichnis

Deque 186

Implementierung 171

Steque 186

while-Schleifen 33

Wissenschaftliche Methoden 191, 278

Wörterbuch-Clients 526

Wrapper-Klassen 123

Wrappertypen 123

Z

Zahlen 744

Zeichen 739

Zeichenarrays 740

Zeiger-Sortieren 365

Zeitgesteuerte Simulation 900

Zipf'sches Gesetz 422

Zufallsstring-Modell 759

Zugriffsmodifizierer 105

Zusammenhangskomponenten 555

API 583

berechnen 583

Gelenkpunkt 604

starke 629

verwalten 238

Zusicherungen 129

Zuweisungen 32

abstrakte Datentypen 87

implizite 34

Zweidimensionale Arrays 38

Zweifärbarkeit 587

Zyklen

einfache 554

einfache in Digraphen 608

gerichtete 608, 617

negative 713

negative Zyklen erkennen 721

Zykluserkennung 587

Copyright

Ins Internet: Weitere Infos zum Buch, Downloads, etc.

Copyright

Daten, Texte, Design und Grafiken dieses eBooks, sowie die eventuell angebotenen eBook-Zusatzdaten sind urheberrechtlich geschützt. Dieses eBook stellen wir lediglich als **persönliche Einzelplatz-Lizenz** zur Verfügung!

Jede andere Verwendung dieses eBooks oder zugehöriger Materialien und Informationen, einschließlich

- der Reproduktion,
- der Weitergabe,
- des Weitervertriebs,
- der Platzierung im Internet, in Intranets, in Extranets,
- der Veränderung,
- des Weiterverkaufs und
- der Veröffentlichung

bedarf der **schriftlichen Genehmigung** des Verlags. Insbesondere ist die Entfernung oder Änderung des vom Verlag vergebenen Passwortschutzes ausdrücklich untersagt!

Bei Fragen zu diesem Thema wenden Sie sich bitte an: info@pearson.de

Zusatzdaten

Möglicherweise liegt dem gedruckten Buch eine CD-ROM mit Zusatzdaten bei. Die Zurverfügungstellung dieser Daten auf unseren Websites ist eine freiwillige Leistung des Verlags. **Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.**

Hinweis

Dieses und viele weitere eBooks können Sie rund um die Uhr und legal auf unserer Website herunterladen:

<http://ebooks.pearson.de>