Inhalt

Vorwort — v

1 Einleitung — 1

- 1.1 Verletzlichkeit von Kommunikationsnetzen — 2
- 1.2 Wegplanung für Roboter — 3
- 1.3 Optimale Umrüstzeiten für Fertigungszellen — 5
- 1.4 Objektorientierte Programmiersprachen — 7
- 1.5 Suchmaschinen — 10
- 1.6 Analyse sozialer Netze — 13
- 1.7 Literatur — 16
- 1.8 Aufgaben — 16

2 Einführung — 19

- 2.1 Grundlegende Definitionen — 19
- 2.2 Spezielle Graphen — 24
- 2.3 Graphalgorithmen — 28
- 2.4 Datenstrukturen für Graphen — 29
 - 2.4.1 Adjazenzmatrix — 30
 - 2.4.2 Adjazenzliste — 30
 - 2.4.3 Kantenliste — 32
 - 2.4.4 Bewertete Graphen — 32
 - 2.4.5 Implizite Darstellung — 33
- 2.5 Der transitive Abschluss eines Graphen — 34
- 2.6 Vergleichskriterien für Algorithmen — 38
- 2.7 Implementierung von Graphalgorithmen — 44
- 2.8 Testen von Graph-Algorithmen — 50
- 2.9 Literatur — 52
- 2.10 Aufgaben — 52

3 Bäume — 57

- 3.1 Einführung — 57
- 3.2 Anwendungen — 59
 - 3.2.1 Hierarchische Dateisysteme — 59
 - 3.2.2 Ableitungsbäume — 60
 - 3.2.3 Suchbäume — 61
 - 3.2.4 Datenkompression — 64
- 3.3 Datenstrukturen für Bäume — 68
 - 3.3.1 Darstellung mit Feldern — 68

3.3.2	Darstellung mit Adjazenzlisten	69
3.4	Sortieren mit Bäumen	71
3.5	Vorrang-Warteschlangen	76
3.6	Minimal aufspannende Bäume	78
3.6.1	Der Algorithmus von Kruskal	79
3.6.2	Der Algorithmus von Prim	83
3.7	Literatur	85
3.8	Aufgaben	85
4	Suchverfahren in Graphen	89
4.1	Einleitung	89
4.2	Tiefensuche	90
4.3	Anwendung der Tiefensuche auf gerichtete Graphen	94
4.4	Kreisfreie Graphen und topologische Sortierung	95
4.4.1	Rekursion in Programmiersprachen	97
4.4.2	Topologische Sortierung	97
4.5	Starke Zusammenhangskomponenten	99
4.6	Transitiver Abschluss und transitive Reduktion	104
4.7	Anwendung der Tiefensuche auf ungerichtete Graphen	107
4.7.1	Bestimmung der Zusammenhangskomponenten	107
4.7.2	Durchsatz und Querschnitt	108
4.7.3	Anwendung in der Bildverarbeitung	109
4.7.4	Blöcke eines ungerichteten Graphen	110
4.8	Breitensuche	116
4.9	Lexikographische Breitensuche	120
4.10	Beschränkte Tiefensuche	123
4.11	Eulersche Graphen	126
4.12	Literatur	130
4.13	Aufgaben	131
5	Entwurfsmethoden für die algorithmische Graphentheorie	135
5.1	Problemarten	135
5.2	Greedy-Technik	136
5.3	Backtracking	141
5.4	Branch & Bound	148
5.5	Teile & Herrsche	151
5.6	Dynamische Programmierung	155
5.7	Lineare Programmierung	159
5.8	Literatur	163
5.9	Aufgaben	164

- 6 Färbung von Graphen — 167**
 - 6.1 Einführung — 167
 - 6.2 Anwendungen von Färbungen — 173
 - 6.2.1 Maschinenbelegungen — 173
 - 6.2.2 Registerzuordnung in Compilern — 174
 - 6.2.3 Public-Key Kryptosysteme — 175
 - 6.2.4 Sudoku — 176
 - 6.3 Exakte Bestimmung der chromatischen Zahl — 177
 - 6.3.1 Backtracking-Verfahren — 178
 - 6.3.2 Teile & Herrsche — 178
 - 6.3.3 Dynamische Programmierung — 179
 - 6.3.4 Lineare Programmierung — 180
 - 6.4 Heuristiken zur Bestimmung von Färbungen — 181
 - 6.5 Das Vier-Farben-Problem — 186
 - 6.6 Kantenfärbungen — 190
 - 6.7 Literatur — 192
 - 6.8 Aufgaben — 193

- 7 Perfekte Graphen — 197**
 - 7.1 Einführung — 197
 - 7.2 Kreisfreie Orientierungen — 199
 - 7.3 Transitiv orientierbare Graphen — 200
 - 7.3.1 Charakterisierung von transitiv orientierbaren Graphen — 201
 - 7.3.2 Färbungen von transitiv orientierbaren Graphen — 202
 - 7.4 Permutationsgraphen — 203
 - 7.4.1 Charakterisierung von Permutationsgraphen — 204
 - 7.4.2 Färbungen von Permutationsgraphen — 205
 - 7.5 Chordale Graphen — 207
 - 7.5.1 Charakterisierung von chordalen Graphen — 208
 - 7.5.2 Färbungen von chordalen Graphen — 210
 - 7.6 Intervallgraphen — 213
 - 7.6.1 Gewichtete unabhängige Mengen in Intervallgraphen — 215
 - 7.7 Literatur — 218
 - 7.8 Aufgaben — 218

- 8 Flüsse in Netzwerken — 219**
 - 8.1 Einleitung — 219
 - 8.2 Schnitte und Erweiterungswege — 222
 - 8.3 Der Satz von Ford-Fulkerson — 225
 - 8.4 Bestimmung von Erweiterungswegen — 227
 - 8.5 Der Algorithmus von Dinic — 233
 - 8.6 0-1-Netzwerke — 243

8.7	Kostenminimale Flüsse —	246
8.8	Literatur —	249
8.9	Aufgaben —	249
9	Anwendungen von Netzwerkalgorithmen —	255
9.1	Maximale Zuordnungen —	255
9.2	Netzwerke mit oberen und unteren Kapazitäten —	261
9.3	Eckenzusammenhang in ungerichteten Graphen —	266
9.4	Kantenzusammenhang in ungerichteten Graphen —	273
9.5	Minimale Schnitte —	277
9.6	Eckenüberdeckungen —	284
9.7	Literatur —	285
9.8	Aufgaben —	286
10	Kürzeste Wege —	293
10.1	Einleitung —	294
10.2	Das Optimalitätsprinzip —	296
10.3	Der Algorithmus von Moore und Ford —	300
10.4	Anwendungen auf spezielle Graphen —	304
10.4.1	Graphen mit konstanter Kantenbewertung —	304
10.4.2	Graphen ohne geschlossene Wege —	304
10.4.3	Graphen mit nichtnegativen Kantenbewertungen —	304
10.4.4	Graphen mit ganzzahligen nichtnegativen Kantenbewertungen —	308
10.5	Bestimmung von Zentralitätsmaßen —	309
10.6	Routingverfahren in Kommunikationsnetzen —	313
10.7	Kürzeste-Wege-Probleme in der künstlichen Intelligenz —	315
10.7.1	Der A^* -Algorithmus —	316
10.7.2	Der iterative A^* -Algorithmus —	319
10.7.3	Umkreissuche —	323
10.8	Kürzeste Wege zwischen allen Paaren von Ecken —	329
10.9	Der Algorithmus von Floyd —	332
10.10	Steinerbäume —	335
10.11	Literatur —	338
10.12	Aufgaben —	339
11	Approximative Algorithmen —	345
11.1	Die Komplexitätsklassen $\mathcal{P}$, $\mathcal{NP}$ und $\mathcal{NPC}$ —	345
11.2	Einführung in approximative Algorithmen —	351
11.3	Absolute Qualitätsgarantien —	353
11.4	Relative Qualitätsgarantien —	355
11.5	Approximative Algorithmen —	356
11.5.1	Minimale Färbungen —	356

11.5.2	Minimale Eckenüberdeckungen —	358
11.5.3	Minimale dominierende Mengen —	362
11.5.4	Maximale unabhängige Mengen —	364
11.5.5	Minimale Steinerbäume —	366
11.6	Das Problem des Handlungsreisenden —	368
11.7	Literatur —	376
11.8	Aufgaben —	377

Die Graphen an den Kapitelanfängen — 385

Literatur — 389

Index — 395