

Volker Turau

Algorithmische Graphentheorie



ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY

Bonn · Reading, Massachusetts · Menlo Park, California · New York
Don Mills, Ontario · Harlow, England · Amsterdam · Milan · Sydney · Tokyo
Singapore · Madrid · San Juan · Seoul · Mexico City · Taipei, Taiwan

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Verletzlichkeit von Kommunikationsnetzen	2
1.2	Wegplanung für Roboter	3
1.3	Optimale Umrüstzeiten für Fertigungszellen	6
1.4	Objektorientierte Programmiersprachen	7
1.5	Literatur	11
1.6	Aufgaben	11
2	Einführung	13
2.1	Grundlegende Definitionen	14
2.2	Spezielle Graphen	18
2.3	Graphalgorithmen	20
2.4	Datenstrukturen für Graphen	21
	Adjazenzmatrix	22
	Adjazenzliste	23
	Kantenliste	24
	Bewertete Graphen	25
	Implizite Darstellung	25
2.5	Darstellung der Algorithmen	26
2.6	Der transitive Abschluß eines Graphen	28
2.7	Vergleichskriterien für Algorithmen	32
2.8	Zufällige Graphen	38
2.9	Literatur	39
2.10	Aufgaben	39
3	Bäume	45
3.1	Einführung	45
3.2	Anwendungen	48
	Hierarchische Dateisysteme	48
	Ableitungsbäume	49
	Suchbäume	50

	Datenkompression	54
3.3	Datenstrukturen für Bäume	57
	Darstellung mit Feldern	57
	Darstellung mit Adjazenzlisten	59
3.4	Sortieren mit Bäumen	61
3.5	Vorrang-Warteschlangen	66
3.6	Minimal aufspannende Bäume	69
	Der Algorithmus von Kruskal	71
	Der Algorithmus von Prim	74
3.7	Literatur	77
3.8	Aufgaben	78
4	Suchverfahren in Graphen	83
4.1	Einleitung	84
4.2	Tiefensuche	85
4.3	Anwendung der Tiefensuche auf gerichtete Graphen	89
4.4	Kreisfreie Graphen und topologische Sortierung	90
	Rekursion in Programmiersprachen	92
	Topologische Sortierung	93
4.5	Starke Zusammenhangskomponenten	95
4.6	Transitiver Abschluß und transitive Reduktion	100
4.7	Anwendung der Tiefensuche auf ungerichtete Graphen	104
4.8	Anwendung der Tiefensuche in der Bildverarbeitung	106
4.9	Blöcke eines ungerichteten Graphen	108
4.10	Breitensuche	114
4.11	Beschränkte Tiefensuche	119
4.12	Literatur	123
4.13	Aufgaben	124
5	Färbung von Graphen	129
5.1	Einführung	130
5.2	Anwendungen von Färbungen	137
	Maschinenbelegungen	137
	Registerzuordnung in Compilern	138
	Public-Key Kryptosysteme	138
5.3	Backtracking-Verfahren	140
5.4	Das Vier-Farben-Problem	142
5.5	Transitiv orientierbare Graphen	146
5.6	Literatur	155
5.7	Aufgaben	156

6 Flüsse in Netzwerken	163
6.1 Einleitung	163
6.2 Der Satz von Ford und Fulkerson	169
6.3 Bestimmung von Erweiterungswegen	171
6.4 Der Algorithmus von Dinic	179
6.5 0–1-Netzwerke	190
6.6 Literatur	193
6.7 Aufgaben	194
7 Anwendungen von Netzwerkalgorithmen	201
7.1 Maximale Zuordnungen	202
7.2 Netzwerke mit oberen und unteren Kapazitäten	206
7.3 Eckenzusammenhang in ungerichteten Graphen	211
7.4 Kantenzusammenhang in ungerichteten Graphen	219
7.5 Minimale Schnitte	223
7.6 Literatur	231
7.7 Aufgaben	232
8 Kürzeste Wege	239
8.1 Einleitung	240
8.2 Das Optimalitätsprinzip	242
8.3 Der Algorithmus von Moore und Ford	247
8.4 Anwendungen auf spezielle Graphen	250
Graphen mit konstanter Kantenbewertung	250
Graphen ohne geschlossene Wege	250
Graphen mit nichtnegativen Kantenbewertungen	251
8.5 Routingverfahren in Kommunikationsnetzen	255
8.6 Kürzeste-Wege-Probleme in der künstlichen Intelligenz	256
Der iterative A^* -Algorithmus	260
8.7 Kürzeste Wege zwischen allen Paaren von Ecken	265
8.8 Der Algorithmus von Floyd	268
8.9 Literatur	272
8.10 Aufgaben	272
9 Approximative Algorithmen	281
9.1 Die Komplexitätsklassen \mathcal{P} , \mathcal{NP} und \mathcal{NPC}	282
9.2 Einführung in approximative Algorithmen	287
9.3 Absolute Qualitätsgarantien	290
9.4 Relative Qualitätsgarantien	292
9.5 Approximative Färbungsalgorithmen	298
9.6 Das Problem des Handlungsreisenden	307
9.7 Literatur	318
9.8 Aufgaben	319

A Angaben zu den Graphen an den Anfängen der Kapitel	331
Literaturverzeichnis	335
Stichwortverzeichnis	343