

Rolf Klein

Algorithmische Geometrie

Grundlagen, Methoden, Anwendungen

Mit 213 Abbildungen

 Springer

Inhalt

1 Grundlagen	1
1.1 Einführung	1
1.2 Ein paar Grundbegriffe	7
1.2.1 Topologie	7
1.2.2 Graphentheorie	12
1.2.3 Geometrie	20
1.2.4 Komplexität von Algorithmen	28
1.2.5 Untere Schranken	35
Lösungen der Übungsaufgaben	43
2 Das Sweep-Verfahren	51
2.1 Einführung	51
2.2 Sweep im Eindimensionalen	52
2.2.1 Das Maximum einer Menge von Objekten	52
2.2.2 Das dichteste Paar einer Menge von Zahlen	53
2.2.3 Die maximale Teilsumme	54
2.3 Sweep in der Ebene	57
2.3.1 Das dichteste Punktepaar in der Ebene	57
2.3.2 Schnittpunkte von Liniensegmenten	64
2.3.3 Die untere Kontur – das Minimum von Funktionen	78
2.3.4 Der Durchschnitt von zwei Polygonen	88
2.4 Sweep im Raum	93
2.4.1 Das dichteste Punktepaar im Raum	93
Lösungen der Übungsaufgaben	97
3 Geometrische Datenstrukturen	107
3.1 Einführung	107
3.2 Dynamisierung	110
3.2.1 Amortisiertes Einfügen: die Binärstruktur	113
3.2.2 Amortisiertes Entfernen durch gelegentlichen Neubau	119
3.2.3 Amortisiertes Einfügen und Entfernen	121

3.3	Interne Datenstrukturen für Punkte	125
3.3.1	Der k -d-Baum	126
3.3.2	Der Bereichsbaum	135
3.3.3	Der Prioritätssuchbaum	141
	Lösungen der Übungsaufgaben	149
4	Durchschnitte und Sichtbarkeit	155
4.1	Die konvexe Hülle ebener Punktmenge	155
4.1.1	Präzisierung des Problems und untere Schranke	156
4.1.2	Inkrementelle Verfahren	160
4.1.3	Ein einfaches optimales Verfahren	167
4.1.4	Der Durchschnitt von Halbebenen	170
4.2	Triangulieren eines einfachen Polygons	175
4.3	Konstruktion des Sichtbarkeitspolygons	182
4.3.1	Der Algorithmus	184
4.3.2	Verschiedene Sichten im Inneren eines Polygons	190
4.3.3	Das Kunstgalerie-Problem	192
4.4	Der Kern eines einfachen Polygons	195
4.4.1	Die Struktur des Problems	196
4.4.2	Ein optimaler Algorithmus	201
	Lösungen der Übungsaufgaben	203
5	Voronoi-Diagramme	209
5.1	Einführung	209
5.2	Definition und Struktur des Voronoi-Diagramms	211
5.3	Anwendungen des Voronoi-Diagramms	219
5.3.1	Das Problem des nächsten Postamts	219
5.3.2	Die Bestimmung aller nächsten Nachbarn	221
5.3.3	Der minimale Spannbaum	223
5.3.4	Der größte leere Kreis	226
5.4	Die Delaunay-Triangulation	231
5.4.1	Definition und elementare Eigenschaften	231
5.4.2	Die Maximalität der kleinsten Winkel	234
5.5	Verallgemeinerungen	237
5.5.1	Allgemeinere Abstands begriffe	237
5.5.2	Voronoi-Diagramme von Liniensegmenten	248
5.5.3	Anwendung: Bewegungsplanung für Roboter	254
	Lösungen der Übungsaufgaben	261
6	Berechnung des Voronoi-Diagramms	269
6.1	Die untere Schranke	270
6.2	Inkrementelle Konstruktion	272
6.2.1	Aktualisierung der Delaunay-Triangulation	272
6.2.2	Lokalisierung mit dem Delaunay-DAG	277
6.2.3	Randomisierung	282

6.3	Sweep	286
6.3.1	Die Wellenfront	286
6.3.2	Entwicklung der Wellenfront	290
6.3.3	Der Sweep-Algorithmus für $V(S)$	291
6.4	Divide and Conquer	294
6.4.1	Mischen von zwei Voronoi-Diagrammen	295
6.4.2	Konstruktion von $B(L, R)$	298
6.4.3	Das Verfahren divide and conquer für $V(S)$	303
6.5	Geometrische Transformation	304
6.6	Verallgemeinerungen	306
	Lösungen der Übungsaufgaben	309
7	Bewegungsplanung bei unvollständiger Information	315
7.1	Ausweg aus einem Labyrinth	318
7.2	Finden eines Zielpunkts in unbekannter Umgebung	325
7.3	Kompetitive Strategien	332
7.3.1	Suche nach einer Tür in einer Wand	335
7.3.2	Exponentielle Vergrößerung der Suchtiefe: ein Paradigma	343
7.4	Suche nach dem Kern eines Polygons	352
7.4.1	Die Strategie CAB	354
7.4.2	Eine Eigenschaft der von CAB erzeugten Wege	359
	Lösungen der Übungsaufgaben	367
	Literatur	373
	Index	383