

Inhaltsverzeichnis

1 Körper	13
1.1 Repräsentationsschemata	13
1.1.1 Modellbildung	13
1.1.2 Kriterien zur Beurteilung von Repräsentationsschemata	16
1.1.3 Punktmengen-Modelle	17
1.1.4 Übersicht bekannter Repräsentationsschemata	18
1.2 Erzeugung und Manipulation von Körpermodellen	19
1.2.1 Generierung von Körpermodellen aus Grundkörpern	20
1.2.2 Regularisierte Boole'sche Mengenoperationen	23
1.3 Randrepräsentationen (Boundary Representation)	24
1.3.1 Begriffe aus der Graphentheorie und Topologie	25
1.3.2 Triangulierung	29
1.3.3 Orientierbarkeit von Polygonnetzen	30
1.3.4 Nichtebenflächig begrenzte Körper und Mannigfaltigkeiten	31
1.3.5 Euler-Poincaré-Formeln	34
1.3.6 Datenstrukturen	37
1.3.7 Euleroperatoren	40
1.3.8 Topologische Gültigkeit	43
1.3.9 Algorithmen für Boundary-Modelle	44
1.4 CSG	46
1.4.1 Darstellung und Konstruktion von CSG-Objekten	46
1.4.2 Algorithmen für CSG-Modelle	48
1.5 Zellmodelle	51
1.5.1 Zellerlegungen	51
1.5.2 Räumliche Aufzählungsmethode - Spatial Enumeration	52
1.5.3 Quadrees und Octrees	53
1.6 Hybridmodelle	57
1.6.1 Probleme mit Hybridmodellen	58
1.6.2 Aufbau eines Hybrid-Modellierers	59
1.7 Übungsaufgaben	60

2	Fraktale Geometrie	65
2.1	Selbstähnlichkeit und fraktale Dimension	65
2.2	Dynamische Systeme	68
2.2.1	Grundbegriffe der Theorie diskreter dynamischer Systeme	68
2.2.2	Julia-Mengen	71
2.2.3	Die Mandelbrot-Menge	76
2.3	Stochastische Fraktale	78
2.3.1	Statistische Selbstähnlichkeit	78
2.3.2	Einige Grundlagen aus der Wahrscheinlichkeitstheorie	80
2.3.3	Die Brownsche Bewegung (Braunes Rauschen)	85
2.3.4	Die fraktale Brownsche Bewegung (fBm)	86
2.3.5	Algorithmen zur Berechnung stochastischer Fraktale	88
2.4	Iterierte Funktionensysteme	91
2.4.1	Chaosspiel und IFS-Code	91
2.4.2	Decodierung von IFS-Code	93
2.4.3	Das Collage-Theorem – Generieren von IFS-Code	93
2.4.4	Manipulation von IFS-Codes	95
2.5	Lindenmayersysteme	95
2.5.1	Einführung	95
2.5.2	Geklammerte L-Systeme	98
2.5.3	Weitere Modellierungstechniken mit L-Systemen	99
2.6	C++-Code zum Kapitel fraktale Geometrie	101
2.6.1	Graphikroutinen	102
2.6.2	Levelsetmethode für die Mandelbrot-Menge	115
2.6.3	Algorithmen zur Berechnung stochastischer Fraktale	117
2.6.4	Algorithmus zur Dekodierung iterierter Funktionssysteme	127
2.6.5	Algorithmus zur Interpretation von kontextfreien Lindenmayersystemen	131
2.7	Übungsaufgaben	136
3	Globale Beleuchtungsmodelle	141
3.1	Strahlverfolgung (Raytracing)	141
3.1.1	Raumunterteilung mit regulären Gittern	144
3.1.2	Raumunterteilung mit Octrees	145
3.1.3	Szenenunterteilung mit hierarchischen Bäumen	150
3.1.4	Mailbox-Technik	153
3.1.5	Schatten-Caches	154
3.1.6	Adaptive Rekursionstiefenkontrolle	155
3.1.7	Pixel-Selected Raytracing	156
3.1.8	Bewertung	156
3.2	Das Radiosity-Verfahren	157
3.2.1	Einführung	157
3.2.2	Die Beleuchtungs- und die Radiositygleichung	158
3.2.3	Lösung der Radiositygleichung	160
3.2.4	Lösung des Gleichungssystems	164
3.2.5	Berechnung von Formfaktoren	169

3.2.6	Farben im Radiosity-Verfahren	180
3.2.7	Bewertung	182
3.3	Übungsaufgaben	182
4	Texturen	185
4.1	Einführung	185
4.1.1	Form und Erscheinungsbild	185
4.1.2	Texturabbildungen	185
4.1.3	Diskrete und prozedurale Texturen	188
4.1.4	Beeinflussung der Beleuchtungsrechnung	190
4.2	2D-Texturen	192
4.2.1	Rasterung texturierter Dreiecke	192
4.2.2	Texturierung parametrisierter Flächen	196
4.2.3	Texturierung komplexer Objektoberflächen	197
4.2.4	Texturkoordinaten außerhalb des Gültigkeitsbereichs	200
4.2.5	Reflection Mapping und Environment Mapping	201
4.2.6	Bump Mapping	204
4.3	Filterung diskreter 2D-Texturen	206
4.3.1	Beschreibung des Problems	206
4.3.2	Praktikable Berechnungsverfahren	206
4.4	3D-Texturen	213
4.4.1	Einführung	213
4.4.2	Texturkoordinaten	214
4.4.3	Texturfunktionen	214
4.4.4	Automatische Texturgenerierung	217
4.4.5	Bump Mapping	218
4.5	Übungsaufgaben	218
5	Grundlagen der Bildverarbeitung	221
5.1	Einführung	221
5.2	Digitale Halbtonverfahren	224
5.2.1	Verfahren mit festem Schwellwert	225
5.2.2	Verfahren mit variablem Schwellwert	227
5.2.3	Grautonmuster	229
5.2.4	Dot-Diffusion	230
5.3	Die Fourier-Transformation	232
5.3.1	Einleitung	232
5.3.2	Die kontinuierliche Fourier-Transformation	233
5.3.3	Die diskrete Fourier-Transformation	242
5.3.4	Eigenschaften der Fourier-Transformation	243
5.3.5	Graphische Auswertung des Faltungsintegrals	246
5.3.6	Abtasttheorem und Bildfilterung	248
5.3.7	Translation	256
5.3.8	Skalierung	258
5.3.9	Rotation	259
5.3.10	Quantisierungsfehler	261

5.3.11 Fast Fourier Transformation (FFT)	261
5.4 Transformationen in den Frequenzraum	266
5.4.1 Die diskrete Cosinus-Transformation	266
5.4.2 Die Walsh-Transformation	271
5.4.3 Die Hadamard-Transformation	272
5.4.4 Die Hauptachsen-Transformation	272
5.4.5 Weitere Bildtransformationen	274
5.5 Bildverbesserung	274
5.5.1 Grauwertmanipulation	275
5.5.2 Histogrammanipulation	278
5.5.3 Gleitender Mittelwert und Medianfilter	285
5.5.4 Tiefpaßfilter	289
5.5.5 Hochpaßfilter	290
5.5.6 Butterworth-Filter	291
5.6 Übungsaufgaben	292
6 Grundlagen der Mustererkennung	295
6.1 Kantendetektion	295
6.1.1 Der Begriff der „Kante“, Kantenmodelle	295
6.1.2 Anforderungen und Schwierigkeiten bei der Kantendetektion	298
6.1.3 Kantendetektionsschema	299
6.1.4 Einteilung der Kantenoperatoren	299
6.1.5 Differentiation	301
6.1.6 Differenz-Operatoren erster Ordnung	304
6.1.7 Differenz-Operatoren zweiter Ordnung	309
6.1.8 Der Marr-Hildreth-Operator	311
6.1.9 Der Canny-Operator	313
6.1.10 Die Hough-Transformation	319
6.2 Skelettierungsalgorithmen	321
6.2.1 Der Zhang/Suen-Algorithmus	322
6.2.2 Das Verfahren von Ji	324
6.3 Bildsegmentierung	324
6.3.1 Schwellwertbildung zur Bildsegmentierung	324
6.3.2 Segmentierung mit Hilfe der Kantendetektion	326
6.3.3 Segmentierung durch Gebietswachstum	326
6.4 Übungsaufgaben	328
7 Volumendarstellungen	329
7.1 Direkte Volumendarstellung	330
7.1.1 Optische Modelle	331
7.1.2 Zuordnung von Farbe und Opazität	333
7.1.3 Raycasting	334
7.1.4 Projektion von Tetraedern	340
7.1.5 Projektion von Rekonstruktions-Kernen: Splatting	347
7.2 Indirekte Volumendarstellung	350
7.2.1 Konturverbinden	351

7.2.2	Cuberille	363
7.2.3	Marching Cubes (MC) und Marching Tetraeder (MT)	364
7.2.4	Dividing Cubes	373
8	Lösungen zu den Übungsaufgaben	375
8.1	Lösungen zu Kapitel 1	375
8.2	Lösungen zu Kapitel 2	385
8.3	Lösungen zu Kapitel 3	393
8.4	Lösungen zu Kapitel 4	399
8.5	Lösungen zu Kapitel 5	402
8.6	Lösungen zu Kapitel 6	405
	Literaturverzeichnis	407
	Stichwortverzeichnis	423