

Alan Watt

# 3D-Computergrafik

3. Auflage

Pearson  
Studium

ein Imprint der Pearson Education Deutschland GmbH

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>9</b>
Eine kurze Geschichte der realistischen Bilddarstellung	10
Modellieren von Oberflächenreflexionen mit lokaler Wechselwirkung	11
Modellieren globaler Wechselwirkungen	12
Danksagungen	13
<b>1 Mathematische Grundlagen der Computergrafik</b>	<b>15</b>
1.1 Manipulation dreidimensionaler Strukturen	15
1.2 Strukturverändernde Transformationen	23
1.3 Vektoren in der Computergrafik	26
1.4 Strahlen in der Computergrafik	32
1.5 Interpolieren von Werten in der Bildebene	42
<b>2 Beschreibung und Modellierung von dreidimensionalen Objekten (1)</b>	<b>43</b>
Einleitung	43
2.1 Polygon-Darstellung von dreidimensionalen Objekten	48
2.2 Objektdarstellung durch Constructive Solid Geometry (CSG)	62
2.3 Techniken der Raumunterteilung zur Objektdarstellung	66
2.4 Objekte durch implizite Funktionen darstellen	72
2.5 Szenenverwaltung und Objektdarstellung	74
2.6 Zusammenfassung	80
<b>3 Beschreibung und Modellierung von dreidimensionalen Objekten (2)</b>	<b>83</b>
Einleitung	83
3.1 Bézier-Kurven	85
3.2 B-Spline-Darstellung	94
3.3 Rationale Kurven	109
3.4 Von Kurven zu Oberflächen	113
3.5 B-Spline-Patches	121
3.6 Modellieren oder Erzeugen von Oberflächen aus Patches	126
3.7 Vom Patch zum Objekt	142
<b>4 Darstellung und Rendering</b>	<b>145</b>
Einleitung	145
4.1 Rendern von Polygon-Netzen – ein kurzer Überblick	146
4.2 Rendern von parametrischen Oberflächen	147
4.3 Rendern einer CSG-Beschreibung	161
4.4 Rendern einer Voxel-Beschreibung	163
4.5 Rendern von impliziten Funktionen	164

<b>5 Die Grafik-Pipeline (1): geometrische Verfahren</b>	<b>165</b>
Einleitung	165
5.1 Koordinatenräume in der Grafik-Pipeline	166
5.2 Operationen, die im Ansichtsraum ausgeführt werden	170
5.3 Erweiterte Ansichtssysteme (PHIGS und GKS)	181
<b>6 Die Grafik-Pipeline (2): Rendering oder algorithmische Prozesse</b>	<b>193</b>
Einleitung	193
6.1 Zuschneiden von Polygonen gegen den Hintergrund des Sichtvolumens	193
6.2 Schattieren von Pixeln	198
6.3 Schattierung durch Interpolation	207
6.4 Rastern	211
6.5 Reihenfolge des Renderings	215
6.6 Entfernen von verdeckten Oberflächen (Hidden Surface Removal)	217
6.7 Rendern in mehreren Durchläufen und Sammelpuffer	231
<b>7 Simulation der Wechselwirkung von Licht und Objekt: lokale Reflexionsmodelle</b>	<b>235</b>
Einleitung	235
7.1 Reflexion an einer idealen Oberfläche	236
7.2 Reflexion an einer realen Oberfläche	237
7.3 Die bidirektionale Verteilungsfunktion der Reflexion	238
7.4 Diffuse und spekulare Komponenten	241
7.5 Ideal diffuse und empirisch verteilte spekulare Reflexion (Phong 1975)	242
7.6 Spekulare Reflexion auf physikalischer Grundlage (Blinn 1977; Cook und Torrance 1982)	243
7.7 Vorausberechnen von BRDFs	249
7.8 Diffuse Komponenten auf physikalischer Grundlage (Hanrahan und Kreuger 1993)	251
<b>8 Arbeiten mit Maps</b>	<b>255</b>
Einleitung	255
8.1 Zweidimensionale Textur-Maps für Polygon-Netzobjekte	260
8.2 Der Anwendungsbereich zweidimensionaler Texturen für Objekte aus bikubischen parametrischen Patches	266
8.3 „Plakatwände“	267
8.4 Relief-Mapping	268
8.5 Beleuchtungs-Maps	272
8.6 Umgebungs- oder Reflexions-Mapping	275
8.7 Verfahren im Anwendungsbereich von dreidimensionalen Texturen	284
8.8 Bildglättung und Textur-Maps	289
8.9 Interaktive Verfahren für das Textur-Mapping	293
<b>9 Geometrische Schatten</b>	<b>297</b>
Einleitung	297
9.1 Eigenschaften von Schatten in Computergrafiken	299
9.2 Einfache Schatten auf der Grundebene	299
9.3 Schattenalgorithmen	301

<b>10 Globale Beleuchtung</b>	<b>309</b>
Einleitung	309
10.1 Globale Beleuchtungsmodelle	310
10.2 Die Entwicklung globaler Beleuchtungsalgorithmen	317
10.3 Gängige Algorithmen – Ray Tracing und Radiosity	318
10.4 Monte-Carlo-Methoden zur globalen Beleuchtung	322
10.5 Path Tracing	326
10.6 Verteiltes Ray Tracing	328
10.7 Zwei-Wege-Ray Tracing	332
10.8 Abhängigkeit oder Unabhängigkeit vom Blickwinkel und Mehr-Wege-Methoden	335
10.9 Zwischenspeichern der Beleuchtung	337
10.10 Lichtvolumina	340
10.11 Teilchenverfolgung und Dichte-Ermittlung	340
<b>11 Die Radiosity-Methode (Strahlungsaustausch)</b>	<b>343</b>
Einleitung	343
11.1 Radiosity-Theorie	344
11.2 Formfaktorbestimmung	347
11.3 Die Gauß-Seidel-Methode	351
11.4 Auf dem Weg zu einer Teillösung – progressive Verfeinerung	353
11.5 Schwierigkeiten der Radiosity-Methode	356
11.6 Artefakte in Radiosity-Bildern	356
11.7 Meshing-Strategien	363
<b>12 Techniken des Ray Tracings</b>	<b>383</b>
Einleitung – das Whitted-Ray Tracing	383
12.1 Der grundlegende Algorithmus	384
12.2 Verwenden von Rekursionen zur Implementierung des Ray Tracings	388
12.3 Die Abenteuer von sieben Strahlen – eine Studie in Ray Tracing	391
12.4 Ray Tracing an Polygon-Objekten – Interpolation einer Normalen auf einem Schnittpunkt eines Polygons	393
12.5 Leistungssteigerung beim Ray Tracing	395
12.6 Die Nutzung der Strahlenkohärenz	405
12.7 Ein geschichtlicher Exkurs: die Physik des Regenbogens	410
<b>13 Volumen-Rendering</b>	<b>413</b>
Einleitung	413
13.1 Volumen-Rendering und die Visualisierung von Volumendaten	416
13.2 Die Möglichkeit des „halbtransparenten Gels“	419
13.3 Halbtransparentes Gel plus Oberflächen	422
13.4 Strukturüberlegungen zu den Algorithmen des Volumen-Renderings	427
13.5 Perspektivische Projektion beim Volumen-Rendering	432
13.6 Dreidimensionale Texturen beim Volumen-Rendering	433
<b>14 Anti-Aliasing in Theorie und Praxis</b>	<b>435</b>
Einleitung	435
14.1 Bildunregelmäßigkeiten und Abtastung	435
14.2 Treppenstufeneffekte	440
14.3 Abtastung bei Computergrafiken und in der Realität	441
14.4 Abtastung und Rekonstruktion	443
14.5 Ein einfacher Vergleich	444

14.6	Methoden der Vorfilterung	445
14.7	Überabtastung („Supersampling“) oder Nachfilterung	447
14.8	Uneinheitliche Abtastung – einige theoretische Konzepte	450
14.9	Die Fourier-Transformation von Bildern	455
<b>15</b>	<b>Farben in Computergrafiken</b>	<b>463</b>
	Einleitung	463
15.1	Farbpaletten in der Computer-Bildgestaltung	464
15.2	Farben im dreidimensionalen Raum	465
15.3	Farbe, Information und Wahrnehmungsraum	472
15.4	Rendering und Farb Räume	480
15.5	Überlegungen zum Monitor	482
<b>16</b>	<b>Image-Based Rendering und Foto-Modellierung</b>	<b>489</b>
	Einleitung	489
16.1	Wiederverwendung von zuvor gerendertem Bildmaterial – zweidimensionale Techniken	489
16.2	Veränderliche Rendering-Ressourcen	493
16.3	Verwenden der Tiefeninformation	498
16.4	Interpolation des Blickwinkels	505
16.5	Vierdimensionale Techniken – der Lumigraph oder Lichtfeld-Rendering-Ansatz	510
16.6	Foto-Modellierung und IBR	512
<b>17</b>	<b>Computeranimation</b>	<b>521</b>
	Einleitung	521
17.1	Einteilung und Beschreibung der Techniken zur Computeranimation	523
17.2	Animation von starren Körpern	524
17.3	Verknüpfte Strukturen und hierarchische Bewegung	542
17.4	Die Dynamik in der Computeranimation	553
17.5	Kollisionserkennung	567
17.6	Kollisionsrückmeldung	576
17.7	Partikelanimation	579
17.8	Verhaltensanimation	582
17.9	Zusammenfassung	584
<b>18</b>	<b>Vergleichende Bildbetrachtung</b>	<b>587</b>
	Einleitung	587
18.1	Lokale Reflexionsmodelle	587
18.2	Textur- und Schatten-Mapping	589
18.3	Whitted-Ray Tracing	590
18.4	Radiosity	591
18.5	RADIANCE	593
18.6	Zusammenfassung	593
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>595</b>
	<b>Register</b>	<b>603</b>