
3D-Computer- grafische Darstellungen

von

Dr. Klaus D. Tönnies

und

Professor Dr. Heinz U. Lemke,
TU Berlin



Inhalt

Vorwort der Herausgeber	9
Vorwort der Autoren.....	11
1 Rechnergestützte visuelle Kommunikation	13
2 Grundlagen der 3D-Grafik.....	23
2.1 Elemente der 3D-Grafik.....	24
2.1.1 Punkte, Geraden und Flächen.....	24
2.1.2 Transformationen.....	29
2.1.3 Projektionen	34
2.1.4 Das Sichtvolumen	36
2.2 Bausteine dreidimensionaler Repräsentationen	38
2.2.1 Polygone und Polyeder	38
2.2.2 Gekrümmte Flächen	42
2.2.3 Implizite Geometriebeschreibungen.....	50
3 Geometrische Repräsentationen	53
3.1 Über Modelle und Repräsentationen	53
3.2 Approximationen und Interpolationen	55
3.2.1 Sweep-Repräsentationen	56
3.2.2 CSG-Bäume	58
3.2.3 Oberflächenrepräsentationen	59
3.3 Die Diskretisierung des Raumes	62
3.3.1 Voxelrepräsentationen	63
3.3.2 Effiziente Repräsentationen für binäre Daten	68
3.4 Implizite Repräsentationen.....	75
3.4.1 Repräsentationen im Ortsbereich	75
3.4.2 Repräsentation im Frequenzbereich	79
3.4.3 Die Wavelet Transformation	82
3.5 Prozedurale Repräsentationen.....	89
3.5.1 Lindenmayer-Systeme	90
3.5.2 Voxelautomaten	93
3.5.3 Fraktale	95
4 Visualisierung durch lokale Beleuchtungsmodelle	101
4.1 Die Visualisierungskette	102
4.2 Die Entfernung verdeckter Flächenanteile	104
4.2.1 Der Z-Puffer-Algorithmus	105
4.2.2 Die Back-to-Front- / Front-to-Back-Verfahren.....	109

4.2.3	Abtastlinienorientiertes Hidden Surface Removal	111
4.3	Ein einfaches Beleuchtungsmodell	114
4.3.1	Die ambiente Reflexion	114
4.3.2	Die diffuse Reflexion	115
4.3.3	Die spiegelnde Reflexion	116
4.3.4	Das Phongsche Beleuchtungsmodell	118
4.4	Die Approximation von Oberflächennormalen	120
4.4.1	Normalenberechnung im Bildraum	120
4.4.2	Normalenberechnung im Objektraum	122
4.4.3	Normalenberechnung in einer diskreten Funktion	124
5	Die Verfolgung von Lichtstrahlen	127
5.1	Die Reflexion an Mikrofacetten	128
5.1.1	Die Variation der Normalenrichtung auf Mikrofacetten	128
5.1.2	Abschattung des einfallenden und reflektierten Lichts	129
5.1.3	Absorption an der Oberfläche	130
5.1.4	Ein Modell der spiegelnden Reflexion	131
5.1.5	Die bidirektionale Reflexionsverteilungsfunktion	133
5.2	Ray Tracing	138
5.2.1	Die Geometrie von Reflexion und Transmission	139
5.2.2	Verfolgung der Sichtstrahlen	140
5.2.3	Berechnung der Gesamtreflexion	141
5.2.4	Die Verminderung von Aliasing-Effekten	144
5.2.5	Die Minderung des Berechnungsaufwands	148
5.2.6	Schnittpunktberechnung für parametrisierte und implizite Objektbeschreibungen	151
5.2.7	Schnittpunktberechnung für prozedurale Repräsentationen	152
5.3	Streuung an gasförmiger Materie	155
5.3.1	Reflexion an dünnen Partikelschichten	155
5.3.2	Erweiterungen für beliebige Partikelvolumen	157
5.4	Volumenvisualisierung	158
5.4.1	Der Volume-Rendering-Algorithmus	159
5.4.2	Schnelles Volume Rendering	163
5.4.3	Volume Rendering auf impliziten Repräsentationen	166
6	Visualisierung durch ein globales Beleuchtungsmodell	167
6.1	Die Modellierung der diffusen Reflexion	168
6.1.1	Ein Modell des Strahlentransports	168
6.1.2	Berechnung der empfangenden Strahlung	170
6.1.3	Die Berechnung der Formfaktoren	172
6.1.4	Adaptive Flächenzerlegung	176

6.1.5 Ausgabe von Teilergebnissen	178
6.1.6 Minderung von Artefakten.....	179
6.1.7 Progressive Verfeinerungsmethoden	180
6.2 Eine verallgemeinerte Visualisierungsgleichung	184
6.2.1 Strahlentransport für gerichtete und ungerichtete Reflexion.....	184
6.2.2 Erweiterung der Radiosity-Berechnung	185
6.2.3 Erweiterung des Ray-Tracing-Ansatzes	187
6.2.4 Die Kombination von Ray Tracing und Radiosity	188
6.3 Reflexion an sehr kleinen Partikeln	190
7 Textur	191
7.1 Die Abbildung von Textur.....	192
7.2 Textur auf gekrümmten Oberflächen	196
7.3 Zwei-Phasen-Texturprojektion.....	197
7.4 3D-Texturraum	201
7.5 Normalenperturbation	202
7.6 Hypertextur.....	204
8. Trends	207
Farbtafeln	211
Literaturempfehlungen.....	219
Literaturverzeichnis	221
Register.....	229