

# Überblick zur Vorlesung Computergrafik (WS 2003/04)

## 1. Einleitung

Einordnung der generativen Computergrafik in die grafische DV

Begriffsklärungen

Rendering pipeline

Sample-basierte Grafik vs. Geometrie-basierte Grafik

Geschichtlicher Überblick

## 2. Physikal.-biol.-psychol. Grundlagen: Licht, Sehen, Farbe

*a. Licht und Sehen*

Licht als elektromagnetische Welle

Radiometrie vs. Photometrie

menschliches visuelles Wahrnehmungssystem; Zapfen und Stäbchen

Effekte der Signalverarbeitung im Nervensystem; Bsp. Mach-Bänder

Gestaltprinzipien

*b. Farbe*

DIN-Definition von Farbe; objektive u. subjektive Farbmerkmale

Grassmannsche Gesetze

Primärvalenzen, Farbmischung

Farbmessung; CIE-Farbdiagramm (Chromaticity Diagram)

Gamut von Monitoren

CIELUV-, CIELAB-Farbsysteme

Farbmodelle: RGB, CMYK, YIQ, HSV, HLS

Gammakorrektur

## 3. Grafische Hardware

Bildrepräsentation

CRT, LCD

andere Display-Typen

Strahlrücklauf beim Video; Bildspeicher, Buffering

Grafiksystem-Architekturen

Druckertechnologien

Prinzip der Halbtonmatrix

Grafische Eingabegeräte

logische Klassifikation der Eingabegeräte

## 4. Speicher- und Austauschformate

Farbtiefe

Farb-Subsampling

Kompressionsverfahren

Laufängencodierung, Huffman-Codierung, arithmet. Codierung

Formate

u.a. WMF, Rasterformate (prinzipieller Aufbau), BMP, GIF, JFIF

JPEG-Kompression (Grundprinzipien), DCT

## **5. Grundlegende Rastergrafik-Algorithmen u. Grundlagen der interaktiven Grafik**

### *a. Liniengrafik und Clipping*

#### Bresenham-Algorithmus

Ellipsen-Rasterung: Parametermethode, Polygon-Methode,  
Scangeraden-Ansatz, differentielle Methode

Füllen von Polygonen: Scangeraden-Methode,  
Saatfüll-Algorithmus (Grundideen)

Clipping: Cohen-Sutherland (Geradensegment an Fenster),  
Sutherland-Hodgeman (Polygon an Fenster)

### *b. Graustufen, Farbtabelle, Antialiasing*

#### Halbtonverfahren

#### Dithering

Fehlerverteilungsverfahren

Fehlerdiffusionsverfahren

Belegung der Farbtabelle

Popularitätsalgorithmus

Median-Schnitt-Algorithmus

Octree-Quantisierung

Antialiasing (1 Verfahren kennen!)

Prefiltering

Makropixel-Verfahren

(weighted) area sampling

Supersampling

Filter-Methode

### *c. Grundlagen zur interaktiven Grafik*

Kommunikationsmodi; Methoden der interaktiven Eingabe

Makros, Varianten

GKS-Elemente

## **6. Koordinaten, Transformationen, Perspektive**

### *a. Koordinatensysteme und Transformationen*

lineare Abbildungen, Matrixdarstellung, Komposition von Abb. und  
Matrixprodukt

$O(n)$ ,  $SO(n)$

affine Abb., Bewegungen

Zusammensetzung von Bewegungen aus Grundoperationen

Translationen, Rotationen, Spiegelungen, Skalierungen, Scherungen  
(Eigenschaften u. Matrix-Darstellung)

Koordinaten- und Objekttransformationen

Homogene Koordinaten

Szenengraph-Konzept

Anwendung von Transformationen auf Objekte

Transformation von Normalenvektoren

## *b. Projektionen, Perspektive*

geschichtl. Überblick

Parallelprojektion

Haupttrisse

axonometr. Projektionen

schiefwinklige Parallelprojektionen

insbes. Kavalierperspektive, Kabinettperspektive

perspektivische Projektionen (Zentralprojektionen)

Zustandekommen der Fluchtpunkte

Herleitung der (hom.) Matrixdarstellung der Zentralprojektion

Anwendung: Projektion von Objekten

## **7. Visibilität**

### *a. Sichtbarkeitsvolumen*

Modell der synthetischen Kamera, ihre Parameter

Schrittweise Zusammensetzung der Betrachtungstransformation

### *b. Visibilitätsrechnung (Teil 1) (HSR, VSD)*

Bildraum- und Objektraum-Algorithmen

Komplexitätsüberlegungen

konservative Sichtbarkeitstests:

back face culling (Berechnung und Test von Normalenvektoren),

portal rendering

Z-Buffer

Listenprioritäts-Algorithmus; BSP-Baum; Warnock-Algorithmus

### *c. Visibilitätsrechnung (Teil 2)*

Weiler-Atherton-Algorithmus

zugehöriger 2D-Clipping-Algorithmus

Appel-Algorithmus

Konzept der quantitativen Unsichtbarkeit

Raycasting

## **8. Modelle fester Körper**

### *a. Grundlagen, Boundary Representation*

Eindeutigkeit u. Vollständigkeit von Repräsentationen

Kriterien zur Beurteilung von Repräsentations-Schemata

Regularisierung von Mengen

Def. Polygon, Polygonnetz, Polyeder

Eulersche Formeln für Triangulierungen und Polyeder

Orientierbarkeit

Möbius-Test auf Orientierbarkeit

Datenstrukturen für Polygonnetze: Ecken-, kantenorientiert,

winged-edge-Repräsentation

vef-Graph

Euler-Operationen

*b. Modelle fester Körper: andere Ansätze*

Zellmodelle (Normzellen-Aufzählung, Zellzerlegung, Octrees,  
BSP-Bäume)

CSG, Hybridmodelle

Sweeping (Extrusion), Interpolation

## **9. Parametrische Kurven und Flächen**

*a. Kurven, Teil 1: Interpolation*

explizite, implizite, parametrische Darstellung

Stetigkeitsbegriffe für Übergangsstellen

Lagrange-Interpolation

Hermite-Interpolation

Def. Spline

Berechnung kubischer Splines

Parabolic Blending

*b. Kurven, Teil 2: Approximation*

Bézier-Kurven (Def., Eigenschaften, Formel)

de Casteljau-Algorithmus

B-Splines: Def., Eigenschaften, Vorteile

NURBS: Def., Eigenschaften, Vorteile

*c. Flächenmodelle*

bilineares Flächenstück, Lofting, Coons-Patch

verallgemeinerter Coons-Patch

Tensorprodukt-Flächen (Prinzip)

bikubische Splineflächen, bikubische Bézierflächen

iterierter de Casteljau-Algorithmus

Bézier-Dreiecke

Trimmen von Bézier-Flächen

B-Spline-Flächen, NURBS-Patches

Quadriken

## **10. Nichtklassische Modelle**

*a. Fraktale, Teil 1*

Motivation für Fraktale

Selbstähnlichkeit

Fraktalbegriff; Selbstähnlichkeitsdimension, Hausdorff-Dim.

Box-counting-Dimension

Julia- und Mandelbrot-Menge

Darstellung (boundary scanning; level sets)

*b. Fraktale, Teil 2*

seltsame Attraktoren; Chaosbegriff

Bifurkationsdiagramm

Diffusionslimitierte Aggregation, Voxel-Modell der DLA

Gebrochene Brownsche Bewegung

stochastische Selbstähnlichkeit von Zeitreihen

## Mittelpunkts-Verschiebungs-Algorithmus

(Erzeugung fraktaler Konturen und Landschaften)

## Iterierte Funktionssysteme (Grundidee)

### 6-Parameter-Code

Collage-Theorem

*c. Szenengraph, L-Systeme*

Szenengraph, VRML

L-Systeme (Grundidee), Turtle geometry

Sensitivität in L-Systemen

*d. Weitere Ansätze*

prozedurales Modellieren

Reaktions-Diffusions-Modelle; Partikelsysteme; Vegetationsmodelle

## **11. Lokale Beleuchtungs- und Schattierungsverfahren, Effekte**

*a. Lokale Beleuchtungs- und Schattierungsverfahren*

radiometrische Grundgrößen

Grundgesetz der Strahlungsübertragung zwischen 2 Flächenstücken

BRDF

Arten des Reflektionsverhaltens

Reflektions- und Brechungsgesetz in der Strahlenoptik

Typen von Lichtquellen in der Computergrafik

diffuse Reflektion (Lambertscher Reflektor)

spekulare Reflektion nach Phong

Beleuchtungsmodell nach Phong (grundleg. Aufbau der Formel)

spekulare Reflektion nach Blinn; nach Torrance-Sparrow et al.

Flat shading

Gouraud shading

Nachteile

Phong shading

*b. Transparenz, Nebel, Schattenberechnung*

Screen-door-Transparenz

Alpha-Blending

Nebel-Erzeugung

Bedeutung u. Eigenschaften von Schatten

## **12. Globale Beleuchtungsmodelle (Raytracing und Radiosity)**

*a. Raytracing*

Grundidee, Algorithmus

modifizierte Phong-Beleuchtungsformel (Prinzip)

Schnittpunktberechnungen (Spezialfälle)

Speed-up-Techniken: (Grundideen kennen)

Voxelspace, Octrees, hierarchische bounding volumes

Probleme des Standard-Raytracing

Distributed Raytracing, Cone-Tracing, Beam-Tracing, Photon-Tracing,

## Two-Pass Raytracing

### Bewertung des Raytracing

#### *b. Radiosity*

#### Grundidee

Radiosity-Gleichung (Integral- und Summenform (3.33))

#### Begriff des Formfaktors

Progressive Refinement

Berechnung von Formfaktoren, Hemicube-Verfahren

was ändert sich bei Änderung der Szene

Vor- und Nachteile von Radiosity

Kombination mit Raytracing

## **13. Texturen**

### *a. Teil 1*

Prinzip des Texture Mapping, Texturabbildung

affine / perspektivische Texturabbildung

Two-part Mapping (mit Hilfsfläche)

Reflection Mapping, Vor- und Nachteile

### *b. Teil 2*

Mip-Mapping; Bump Mapping, Displacement Mapping

(Begriffsverständnis)

Prozedurale Texturen (Bsp. Holz)

## **14. Animation**

Geschichtlicher Überblick; Prinzipien des traditionellen Zeichentrick

Terminologie, Animationspipeline; Screenplay und Storyboard

Keyframe-Animation (Prinzip)

bildbasierte Animation, Morphing

Parameter-Interpolator, Kinegraphen

parametrische Überblendung

Kinematik, Skinning; Dynamik, Simulation

Soft-Object Animation, Deformation

Prozedurale Animation: Partikelsysteme, verhaltensbasierte Animation,

Boids, Agenten, Virtual Creatures, Artificial Life