

5.1 Motivation

Bisher sind alle Oberflächen (polygonale Objekte, später auch parametrisierte Freiformflächen) glatt – im Gegensatz zu wirklich existierenden natürlichen Oberflächen.

Die explizite Wiedergabe von Oberflächendetails ist oft zu aufwendig (Modellierung und Rendering) und wird deshalb durch die Anwendung verschiedenster Mapping-Techniken simuliert.

Am Anfang stand das reine Texture Mapping (Catmull 1974):
„(...) Projektion (zweidimensionaler) (Strukturen und) Muster auf die Oberfläche von Körpern (...)“

Darauf aufbauend existieren mittlerweile verschiedenste Varianten, viele davon Hardware-unterstützt!

5.1 Motivation

Die Simulation von Oberflächendetails wird i.d.R. mittels Bitmaps, also 2D-Bildern, durchgeführt.

Was kann durch Bitmaps beeinflusst werden?

- Catmull, 1974:
- Blinn, 1976:
- Blinn, 1978:
- Gardner, 1985:

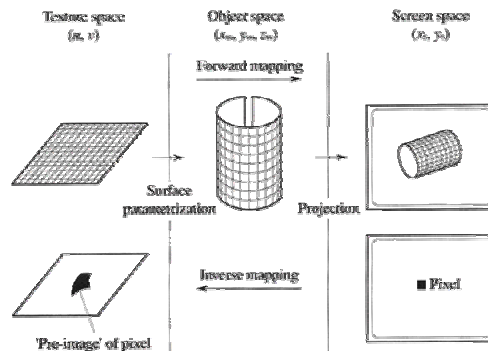
Wie ist nun der Zusammenhang zwischen 2D-Texturen und 3D-Objekten?

5.2 Texture Mapping

Begriffe:

: Das zu mappende Bild oder Muster
(Realbild oder synthetisches Bild)
: Einzelelemente (Pixel) der Texture Map

Prinzip:



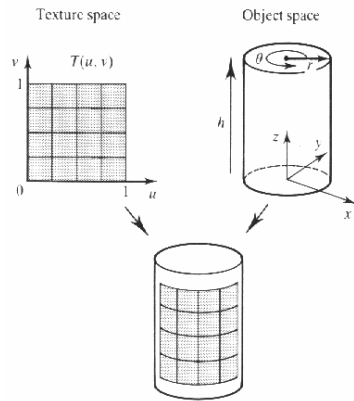
5.2 Texture Mapping

Bemerkungen:

- Man unterscheidet grundsätzlich die Sichtweisen forward und inverse mapping
- Im praktischen Einsatz erweist es sich oft als sinnvoll den eigentlichen Mapping Vorgang zweigeteilt durchzuführen (hier in der Sichtweise forward mapping):
 - a) Zunächst wird die Textur durch eine geeignete (einfache) Abbildung auf eine einfache Zwischenfläche (intermediate surface) projiziert -> „s-mapping“
Man benutzt Rechteck, Box, Zylinder, Kugel
 - b) Von dort wird die Textur auf das wirklich zu texturierende Objekt (mit einer allgemeinen Fläche) übertragen.
-> „o-mapping“

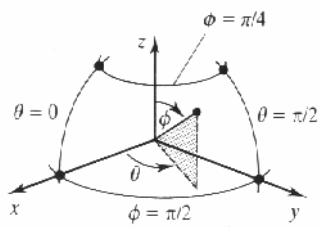
5.2 Texture Mapping

Beispiel: Zwischenobjekte



5.2 Texture Mapping

Beispiel: Zwischenobjekte

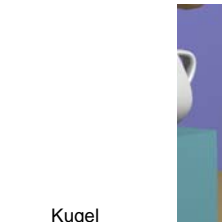


5.2 Texture Mapping

Beispiel: Zwischenobjekte



Planar



Kugel



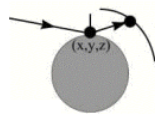
Zylinder



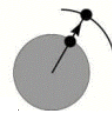
5.2 Texture Mapping

Techniken des o-mappings:

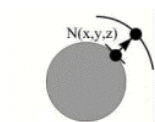
1. Reflexionsstrahl



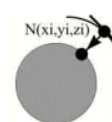
2. Objektzentrum



3. Normalenvektor

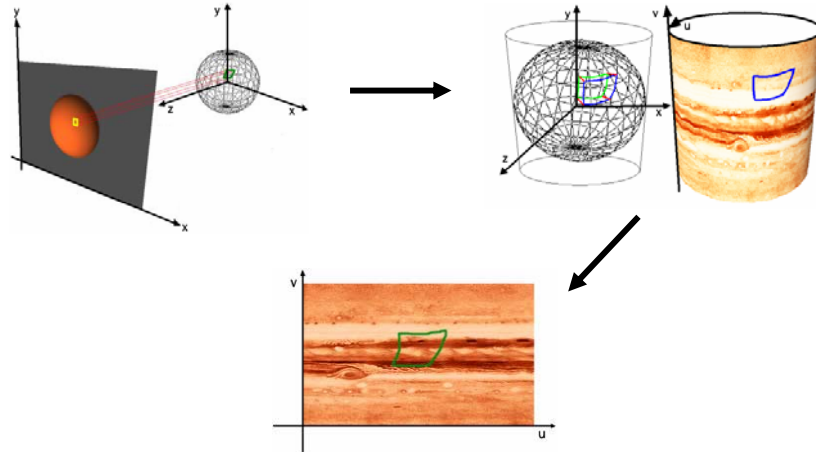


4. Hilfsobjektnormale



5.2 Texture Mapping

Inverses Mapping mit Zwischenobjekt:

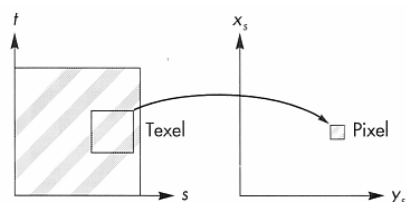


5.2 Texture Mapping

Texture Mapping und Aliasing:

Texture Mapping ist äußerst anfällig für Aliasing-Effekte:

- Ein Pixel in Bildschirmkoordinaten kann nach der Rückprojektion auf die Textur dort den Bereich mehrerer Texels überdecken -> Abtastung?
- > idealerweise: Integral, Praxis: Samples + Filterung

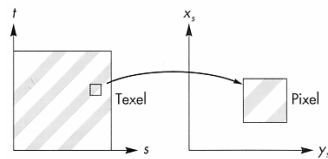


5.2 Texture Mapping

Texture Mapping und Aliasing: (Fortsetzung)

Texture Mapping ist äußerst anfällig für Aliasing-Effekte:

- umgekehrt: Ein Texel auf der Textur kann in Bildschirmkoordinaten mehrere Pixel überdecken -> Abtastung?



- Texture Maps werden i. A. periodisch aneinandergereiht, um eine größere Fläche zu bedecken
-> Vorsicht: Periodizität und Abtasttheorem!

=> Oversampling, Filterung und Mip-Mapping

5.3 Bump Mapping

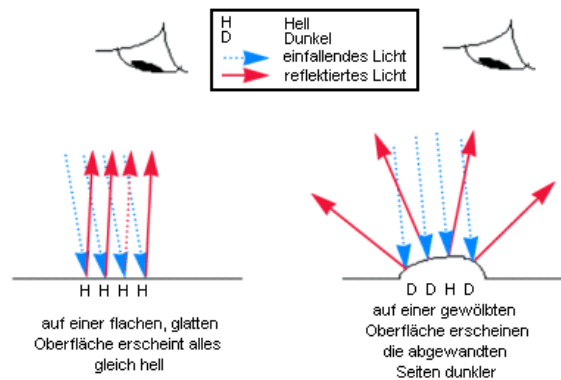
Reines Texture Mapping erzeugt den Eindruck einer texturierten aber glatten/ebenen Oberfläche.

Um die Oberfläche „aufzurauen“ und dreidimensionaler wirken zu lassen wird beim Bump Mapping nun nicht die Geometrie der Oberfläche selbst verändert, sondern die Normalen bei der Auswertung des Beleuchtungsmodells manipuliert:

Simulation von Oberflächenunebenheiten auf eigentlich glatten Oberflächen durch Veränderung der Normalenvektoren der Geometrie.

5.3 Bump Mapping

Grundlegende Beobachtung:



5.3 Bump Mapping

Verfahren:

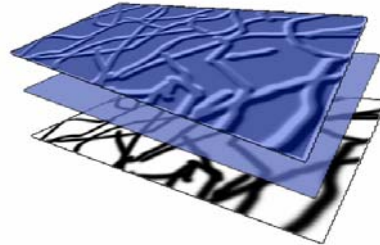
Die Veränderung der Normalenvektoren erfolgt prozedural oder unter Verwendung von Texture Maps, deren Grauwerte ein Maß für die Abweichung darstellen.

Es können regelmäßige Strukturen (z. B. Golfball) als auch unregelmäßige Strukturen (z. B. Baumrinde) simuliert werden.

Betrachtet man die Silhouette eines mit Bump Mapping dargestellten Körpers, so merkt man jedoch bei genauerem Hinsehen, daß die Oberfläche in Wirklichkeit eben ist.

5.3 Bump Mapping

Beispiele:



5.4 Displacement Mapping

Über die eigentliche Oberfläche wird ein Höhenfeld gelegt, dessen einzelne Punkte in Richtung der Oberflächennormalen anhand einer Texture Map verschoben werden.

Hier werden also tatsächlich Oberflächenpunkte (von ihrem Platz) bewegt!

+

-

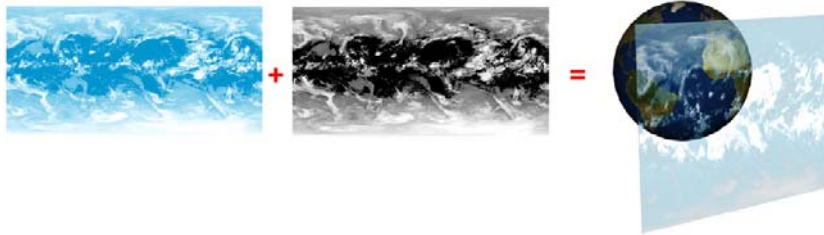
Beispielanwendung: Landschaftsmodelle



5.5 Opacity Mapping / Transparency Mapping

Ähnlich dem Alpha-Kanal bei Bildern.

Das Objekt, auf das eine Opacity Map gelegt wird, kann entsprechend der verwendeten Bildvorlage auf seiner ganzen Oberfläche oder nur stellenweise (graduell) transparent sein.

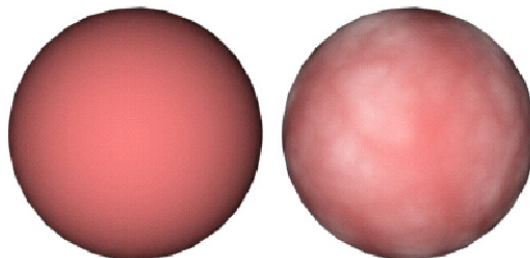


5.6 Procedural Mapping

Allgemeine Methode, die den Umstand beschreibt, dass eine algorithmische Beschreibung die Grundlage des verwendeten Mapping-Verfahrens darstellt.

Dieses Prinzip wird i.d.R. für 3D-Texturen angewendet.

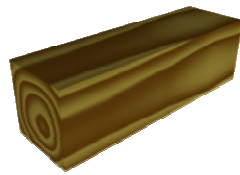
Beispiel: Simulation von Unregelmäßigkeit



5.7 3D (Texture) Mapping

Statt einem 2D-Bild wird eine (prozedurale) Map benutzt, die an jedem Punkt im 3D-Raum definiert ist.

Mittels prozeduralen Ansätzen und geeigneten mathematischen Funktionen lassen sich wirklichkeitsgetreue, dreidimensionale Muster erzeugen.



Holzmaserung



Perlin Marmor

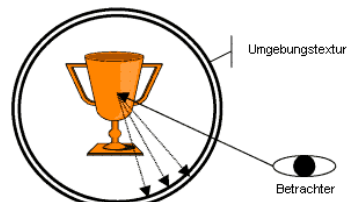
5.8 Environment Mapping

Realistische Spiegelungseffekte ohne (aufwendig) vollständig durchgeführtes Ray Tracing durch Spiegelung der (erfundenen oder tatsächlichen) Umgebung auf einem Objekt.

Erlaubt die Integration einer komplexen Umgebung in ein photorealistisches Bild, ohne dass die Umgebung explizit modelliert werden muss.

Es wird ein Zwischenobjekt (Kugel, Würfel) verwendet, auf dessen Oberfläche die Umgebung projiziert wird.

Mittlerweile Hardwareunterstützung!



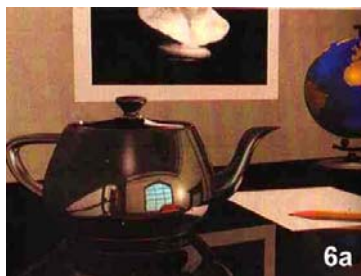
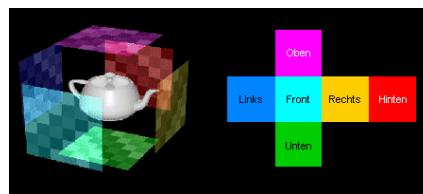
5.8 Environment Mapping

Beispiele:



5.8 Environment Mapping

Beispiele:



6a



6b

5.9 Chrome / Reflection Mapping

Abbildung eines willkürlichen Musters aus dem zweidimensionalen Texturraum (chrome map) auf eine reflektierende Oberfläche.

Die Textur bleibt an einem festen Punkt im Raum. Oft wird künstlich für Unschärfe der Textur gesorgt.



5.10 Resümee

- Alle Arten von Mapping-Techniken sind äußerst anfällig für Aliasing-Effekte!
- Verschiedene Arten von Mapping-Techniken können miteinander kombiniert auf das gleiche Objekt angewendet werden.
Dies leisten heute verfügbare Werkzeuge Rendering- und Animationspakete standardmäßig.
- Mapping-Techniken bilden die wesentliche Grundlage für praktisch alle heute kommerziell eingesetzten Computergrafik-Techniken.

5.10 Resümee

Beispiel: Chrome / Reflection Mapping + Ray Tracing



5.10 Resümee

Beispiele:

