
Modellieren in der Computergraphik

a) Surface Modeling und Solid Modeling im Vergleich

Surface Modeling, auch Oberflächen-Modellierung genannt, stellt eine Methode dar, 3D-Objekte, mit Hilfe von Polygonen, zu kreieren. Da Oberflächen verschiedene Strukturen aufweisen gibt es auch entsprechende Methoden dafür.

Die Polygon-Technik wird angewendet wenn ein Objekt nur aus geraden Flächen besteht. Hierzu werden viele kleine Polygone zusammengesetzt. Diese Methode ist jedoch nicht geeignet für realistische Darstellungen von natürlichen Objekten, da diese immer ein facettenhaftes Aussehen haben. Geeignet ist die Methode zur schnellen Darstellung am Bildschirm, wenn Körper nicht so genau dargestellt werden sollen, da Flächen meist durch einfach mathematische Methoden beschrieben werden können.

Der Körper lässt sich schnell in beliebige Richtungen drehen und von verschiedenen Perspektiven betrachten, da nur geringe Datenmengen verarbeitet werden müssen.

Für gewölbte Oberflächen oder Körper mit vielen runden Kanten ist es am besten mit bereits gekrümmten Flächen zu arbeiten, den Patches. Diese gekrümmten Flächenelemente sind am besten für Freiformflächen geeignet. Um solche Freiformflächen zu modellieren arbeitet man am häufigsten mit Bézier-Splines und B-Splines¹.

Das Surface-Modeling wäre ohne die Technik mit den Freiformflächen ein nicht so mächtiges Darstellungswerkzeug. Nachteil ist die grosse und komplexe Datenstruktur.

Solid Modeling, auch Volumen-Modellierung genannt, stellt eine Methode dar, 3D-Objekte, mit Hilfe einfacher Grundkörper (Würfel, Kugel, Zylinder, Pyramide, ...), zu kreieren.

Die bekanntesten Methoden zur Volumenmodellierung sind u.a. die Sweep-Modelle und das CSG-Verfahren (Constructive Solid Geometry).

Bei Sweep-Modellen geht man von einer Fläche aus, die entweder durch Translation oder Rotation zu einem 3D-Objekt transformiert wird.

Da das CSG-Verfahren die Sweep-Modelle auch beinhaltet, werde ich hier im speziellen auf das CSG-Verfahren eingehen.

Bei der CSG-Methode (Constructive Solid Geometry) werden die Grundkörper durch mengentheoretische Operatoren oder durch lineare Transformationen (Sweep-Modelle) verknüpft. Umgekehrt heisst dies, dass ein Körper zuerst einmal in Basisobjekte zerlegt werden muss.

Diese werden in einer Baumstruktur angeordnet. Blätter sind die Grundkörper und Knoten sind die Operatoren.

Die Grundelemente werden danach wieder durch

Kontaktflächenverknüpfung und durch ein Durchdringungsverfahren (Addition, Subtraktion, Vereinigung, ... zweier Körper) wieder zusammen

¹ Eine genaue Beschreibung der Bézier-Splines und B-Splines ist im Script 'Kernvorlesung Multimediale Systeme' Kap. 9 von Prof. Dr. Peter Stucki nachlesbar.



gefügt. Kontaktflächenverknüpfung heisst, dass Basiselemente mit gleicher Kontaktfläche miteinander vereinigt werden.

Ein Bearbeiten ist nur durch schrittweises Rückgängigmachen der booleschen Operatoren möglich. Deshalb müssen auch die gesamten Entstehungsschritte gespeichert werden. Dies ist auch gleichzeitig der grösste Nachteil. Das Verfahren benötigt ein enormes Datenvolumen. Auch ist der Rechenaufwand sehr hoch.

Die Technik der B-Splines und Bézier-Splines ist beim Solid-Modeling komplizierter als beim Surface-Modeling.

Vorteil ist die einfachere Darstellung von Körpern mit Hohlräumen. Ein Objekt ist jederzeit als kompletter Körper betrachtbar. Auch alle Punkte innerhalb des Körpers können adressiert werden. Durch die jederzeit vollständige Ansicht des Modells können frühe Kundenwünsche berücksichtigt werden. Auch sind kinematische Bewegungen deutlicher darstellbar als mit Surface Modeling.

Zusammenfassend möchte ich diese beiden 3D-Modellierungen zum Vergleich in einer Tabelle aufstellen:

	Surface Modeling	Solid Modeling
Definition	Objekt wird aus verschieden grossen Flächen zusammengesetzt	Objekt wird aus den Grundkörpern zusammengesetzt
Methoden (häufigste)	-Polygon-Technik -Bézier-Splines -B-Splines	-CSG-Verfahren -Rotation -Translation
Vorteile	-Die Freiform-Technik ist einfacher möglich als bei Solid Modeling -Relativ rasche Darstellung komplexer Körper am Bildschirm	-Objekt ist jederzeit als vollständiger Körper darstellbar -Einfache Schnittbildung von Körpern -Berechnung und Optimierung direkt am Objekt
Nachteile	-Grosse, komplexe Datenstruktur -Objekte mit Hohlräumen sind nur schwer darstellbar	-Benötigt enormes Datenvolumen -Hoher Rechenaufwand
Anwendung	-Topologische Darstellungen -Objekte, deren Schnitte nicht benötigt werden (Wellen) -Äussere anatomische Darstellungen (z.B. Knochen) -Darstellung von Kreaturen	-Querschnitte komplexer Objekte -Darstellung industrieller Bauteile -Kinematische Bewegungsabläufe und Kollisionen
		

b) Anwendung in der Praxis

Surface Modeling ist in der Praxis weiter verbreitet als Solid Modeling. Methoden des Surface Modeling werden bei Animationen, wie Pixar diese in ‚A bugs life‘ macht, sehr häufig angewendet.

Auch bei CAD-Systemen arbeitet man hauptsächlich noch damit. Dies kommt daher, weil das Verfahren einfacher anzuwenden ist. Komplizierte Formen und Oberflächen, wie Gesichter, können durch Freiformen besser dargestellt werden, als durch einzelne Grundkörper.

Bekannte 3D-Programme mit Surface Modeling sind:

Lightwave 3D, Cinema 4D, Maya, Softimage

In der Industrie ist Solid Modeling noch nicht so verbreitet. Viele Ingenieure haben mit dem Denken in Basiskörpern noch Mühe. Es ist sehr schwierig von dem alten Design- und Denkansatz des Surface Modeling zu einem komplett anderen Ansatz zu wechseln, da dieser ein hohes Mass an logischen Denken erfordert. Es wird empfohlen, dass Schulungen und Ausbildungen sich mehr auf Solid Modeling orientieren, da die Vorzüge des Solid Modeling bisher noch zuwenig erkannt wurden.

Quellenhinweise:

- Kernvorlesung Multimediale Systeme
Script Kap. 9, 10 von Prof. Dr. Peter Stucki
- Buch Computer Animation V
- Geometrische Modellierung Dreidimensionaler Objekte
- Konstruktionsprozess