

Wer wie Architekten oder Stadtplaner dreidimensionale Gebäude modellieren möchte, nutzt dafür häufig CAD-Werkzeuge. Doch ihre Bedienung ist anspruchsvoll und erfordert längere Einarbeitung, von der aufwändigen Einbindung der Umgebungsdaten ganz zu schweigen. Prof. Dr. Thomas Jung, Hochschullehrer im Studiengang Angewandte Informatik der FHTW und Autor zahlreicher Fachpublikationen im Bereich Multimedia, stellt das Modellierwerkzeug Artist3D vor, das sich durch eine besonders leicht zu bedienende Benutzerschnittstelle auszeichnet. Sie wird derzeit im Rahmen von zwei Bachelorarbeiten an der Hochschule verschiedenen Usability-Tests unterzogen.



Artist3D hilft bei der dreidimensionalen Modellierung

Ein Modellierwerkzeug mit leicht zu bedienender Benutzerschnittstelle –
Bachelorabsolventen machen Usability-Tests

Von Thomas Jung

CAD-Werkzeuge haben eine lange Tradition. Die Idee der direkten Manipulation von grafischen Zeichnungen realisierte Ivan Sutherland in seinem berühmten Sketchpad-System bereits 1963. Die ersten kommerziellen CAD-Systeme kamen Anfang der achtziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts (z. B. AutoCAD 1.0 im Dezember 1982) auf den Markt. Diese Werkzeuge besaßen eine 2D-Oberfläche, die mit einem 2D-Eingabegerät (Mouse, Grafiktablett) bedient werden konnte. Architekten hatten so die Möglichkeit, Zeichnungen am Computer zu erstellen.

Zwar waren die Grundlagen der 3D-Computergrafik schon lange bekannt, jedoch fanden 3D-Elemente erst allmählich Eingang in kommerzielle CAD-Systeme. So waren Zeichnungen mit Hidden Line Removal („3D Level 1“) erst in der AutoCAD-Version 2.1 im Mai 1985 möglich. Zu Beginn der 90er Jahre kamen dann 3D-Modellier- und Rendering-Werkzeuge auf den Markt (z. B. 3DStudio Version 1.0 für DOS im Jahr 1990), die es Architekten nun auch ermöglichten, 3D-Visualisierungen in foto-realistischer Qualität zu erzeugen.

Dennoch ist auch heute noch für viele Architekten fraglich, ob sich der Einsatz von CAD-Werkzeugen überhaupt lohnt, das Konstruieren von 3D-Modellen ist dann erst eine zusätzliche Option. Ein wesentlicher Grund dafür ist die schwierige Bedienung solcher Werkzeuge. 3D-Visualisierungen werden in der Regel deshalb von Spezialisten erstellt.

Auf der anderen Seite versuchen zahlreiche Wissenschaftler die Bedienung von Computersystemen zu vereinfachen (Stichwort „User Centered Design“). Direct-Manipulation-Interfaces, wie sie CAD-Systeme bieten, gelten zwar grundsätzlich als leicht bedienbar, jedoch sollten z. B. laut Normans Standardwerk zum Userinterfacedesign (The Psychology of Every Day Things, Basic Books, New York, 1988) Systemzustand und Aktionsalternativen sichtbar sein; eine Anforderung, die in heutigen CAD-Systemen kaum beachtet wird. In der Abbildung A1 ist ein Screenshot der aktuellen Benutzerschnittstellen von 3ds Max zu sehen, das dem Benutzer oft mehrere hundert Bedienalternativen präsentiert und ihn damit zwangsläufig zunächst überfordern muss. Erst nach langer Einarbeitungszeit können solche Benutzerschnittstellendurch den Benutzer effektiv bedient werden.

Um die Erstellung von 3D-Modellen zu vereinfachen, müssen Komplexität und Funktionsumfang reduziert werden. Sketchbasierte Modellersysteme (z. B. Teddy, T. Igarashi, S. Matsuoka, H. Tanaka 1999) ermöglichen das Zeichnen von 3D-Modellen, Fotobasierte Modellersysteme (z. B. Façade, P. E. Debevec, C. J. Taylor, J. Malik 1996) vereinfachen das Erstellen von 3D-Modellen durch das Verwenden von Fotovorlagen. In beiden Ansätzen ist die Erstellung von präzisen 3D-Modellen, wie es im CAD-Bereich erforderlich ist, jedoch kaum möglich.

Artist3D ist ein Modellierwerkzeug, das die Vorteile einfach zu bedienender Modellieransätze in eine einzige konsistente Benutzerschnittstelle integriert und dabei möglichst wenige Einschränkungen hinsichtlich der erzielbaren Ergebnisse macht, wie im Folgenden erläutert werden soll.

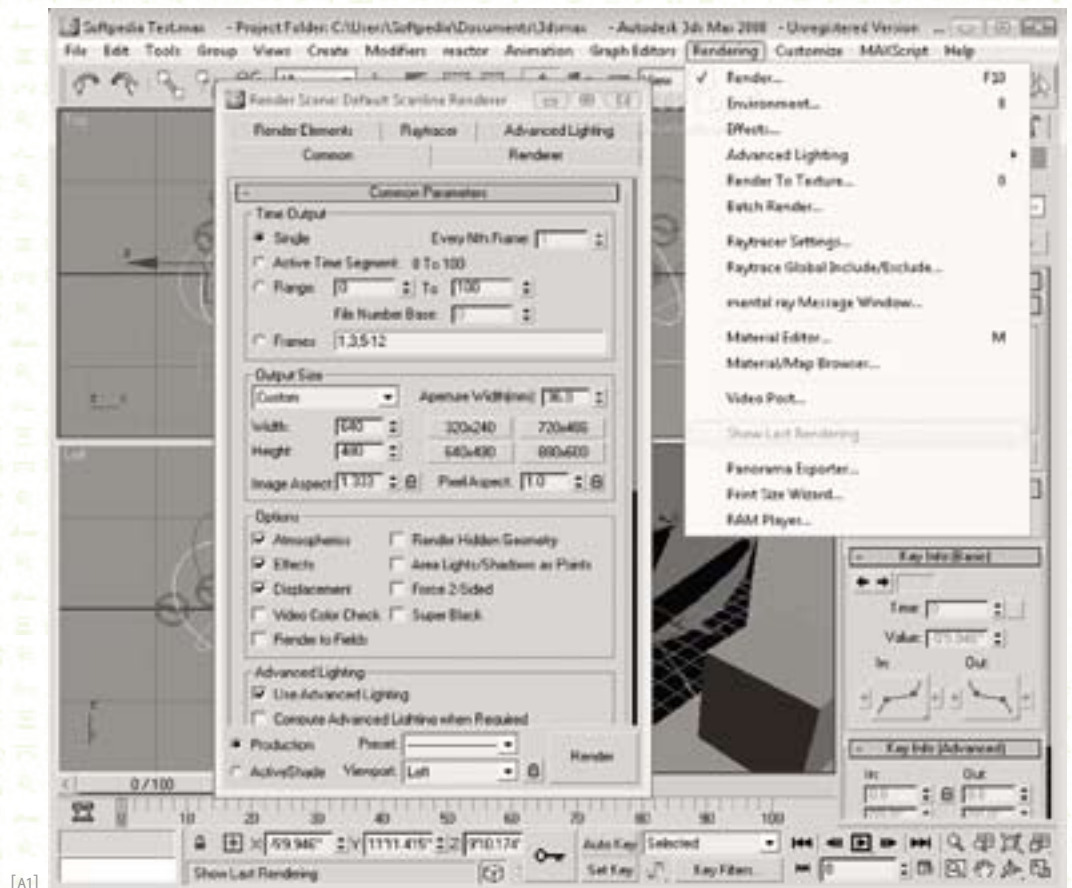
Modellieransatz

Die meisten CAD-Werkzeuge besitzen zahlreiche Möglichkeiten, 3D-Oberflächen zu erstellen. Neben Polygonnetzen kann der Benutzer in der Regel Freiformflächen (und -kurven) erzeugen, die er über Kontrollpunkte manipulieren kann. Auf die Oberflächen können Materialien aufgebracht werden, die in Kombination mit Lichtquellen und in Abhängigkeit der Oberflächennormalen die Objektfärbungen bestimmen, sowie unterschiedliche Arten von Texturen, die zum Beispiel Farben und Materialien oder auch Oberflächennormalen beeinflussen.

Nur wenige dieser Parameter und Modellgrößen entsprechen dem Weltwissen des Benutzers. Die Ergebnisse der möglichen Aktionen sind in der Regel nicht genau vorhersehbar. Der Benutzer führt eine Aktion aus, prüft deren Wirkung und verändert die Aktionen solange bis der gewünschte Systemzustand erreicht scheint.

Kontrollpunkte bestimmen dabei nur indirekt die Position der Oberflächenpunkte, Materialeigenschaften und Texturen bestimmen nur indirekt die wahrgenommenen Objektfärbungen. Dabei wird es dem Benutzer in der Regel nicht besonders leicht gemacht, ein geeignetes konzeptionelles Modell der manipulierten 3D-Welt zu entwickeln.

Abbildung A1: Screenshot einer aktuellen Version von 3ds Max



[A1]

Artist3D beschränkt sich deshalb soweit irgend möglich auf Systemzustände, die direkt visuell repräsentiert werden können, und auf Aktionen, die die Systemzustände in für den Benutzer vorhersehbarer Weise direkt verändern:

- 3D-Oberflächen werden ausschließlich durch Polygonnetze repräsentiert, deren Eckpunkte verändert werden können.
- Die farbliche Gestalt der Oberflächen wird durch Farbtexturen bestimmt, die direkt auf der 3D-Oberfläche gestaltet (gemalt, gepast) werden können.

^[1] Weitere Einzelheiten können in: „T. Jung: Artist3D – Ein einfach bedienbares Werkzeug zur 3D-Modellierung von Oberflächen, In Proc Workshop 3D-NordOst 2006, Berlin 2006“ nachgelesen werden.

Um die Erstellung realer Modelle zu erleichtern, können Fotovorlagen verwendet werden, aus denen die Form und Färbung der dort abgebildeten Objekte übernommen werden kann. Die Gestaltung von 3D-Formen durch Umrisszeichnungen (Sketch-basierte Modellierung) ist ebenfalls vorgesehen.

Die Interaktion mit der 3D-Szene erfolgt über so genannte Aktionsebenen, die dem Benutzer

jeweils zwei Freiheitsgrade zur Verfügung stellen und dadurch die Bedienung stark vereinfachen. Die Aktionsebenen müssen dabei (im Unterschied zu 2D-Anwendungen wie Mal- oder Bildverarbeitungsprogrammen) nicht parallel zum Bildschirm liegen, sondern ergeben sich in der Regel aus dem Kontext der Modellieroperation. ^[1]

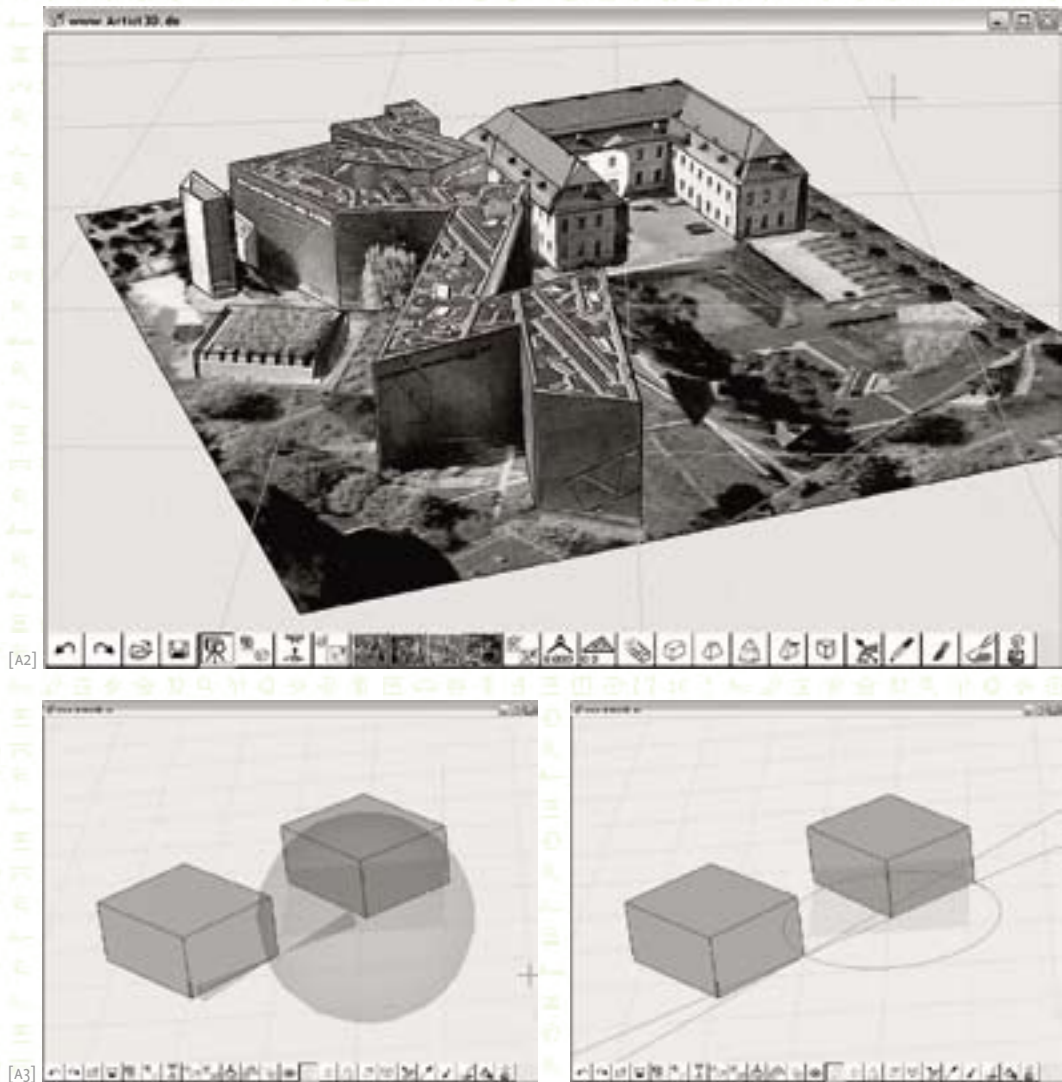
Bedienelemente

Durch die Begrenzung der Funktionalität ist es möglich, die Anzahl der Bedienelemente gering zu halten, um den Benutzer nicht unnötig zu belasten.

Die meisten CAD-Systeme besitzen ein oder mehrere Interaktionsfenster mit zahlreichen visuell repräsentierten Interaktionskomponenten. Am oberen Ende eines Fensters befindet sich in der Regel ein so genanntes Pulldown-Menü, darunter häufig eine Leiste mit Icons, am unteren Ende werden oft

Abbildung A2: Artist3D-Screenshot (3D-Modell des Jüdischen Museums Berlin)

Abbildung A3, links: aktiver Referenzpunkt mit umgebender Kugel und aktiver Referenzwinkel (veranschaulicht durch Doppelkegel); rechts: Projektion auf die Aktionsebene (hier Bodenfläche) beim Verschieben des rechten unteren Punkts des rechten Quaders



Zustandsinformationen angezeigt. Oft werden zusätzlich Pop-up-Menüs angeboten. Die meisten Modellieraktionen können dabei über unterschiedliche Bedienelemente ausgelöst werden.

Artist3D beschränkt sich hingegen in Bezug auf die Bedienelemente auf eine Leiste von Icons, über die der Benutzer in unterschiedliche Bedienmodi gelangt. Die geringe Zahl von Bedienelementen soll die Merkbarkeit und Erlernbarkeit der Benutzerschnittstelle verbessern. Die Icons sind einerseits inhaltlich sinnvoll angeordnet (Szenenkontrolle, Kamera/Ansicht, Modellierung, Farbgestaltung) andererseits werden so genannte Tooltips eingeblendet, die die Bedeutung des jeweiligen Bedienelements erläutern.

Die Icons der Bedientasten verwenden soweit irgend möglich etablierte Symbole (Undo, Redo, Laden, Speichern, Kamera, Pipette, Pinsel, etc.) oder symbolisieren 3D-Formen (Quader, Rotationskörper, Tetraeder, etc.)

Präzises Modellieren

Ein Problem bei einfach bedienbaren 3D-Modellierwerkzeugen liegt in der präzisen Formgestaltung, die für CAD-Anwendungen unerlässlich ist. Sketch-basierte Modellierwerkzeuge wollen den Benutzer von der präzisen Formgestaltung entlasten, Foto-basierte Modellierwerkzeuge führen prinzipbedingt durch ihren fotogrammetrischen Ansatz

(verursacht z. B. durch optische Verzerrungen des Kameraobjektivs) zu Ungenauigkeiten.

Artist3D wählt hier den Ansatz, dass die 3D-Modelle nachträglich präzisiert werden können. Nachdem der Benutzer die Formen skizziert oder aus dem Foto übernommen hat, können genaue Masse und Winkel im 3D-Modell definiert werden. Dafür dürfen nur wenige Bedienelemente verwendet werden, die den Benutzer vorab nicht mit zusätzlicher Bedienkomplexität belasten.

Mit Hilfe des Abstandswerkzeugs können Abmessungen und Abstände von Objekten oder Objektkanten genau eingestellt werden: Bei der Selektion eines Eckpunkts eines Objekts im Abstandsmodus wird dieser zum Referenzpunkt. Der aktuelle Abstand wird in Form einer Kugel um diesen Punkt veranschaulicht. Bei der Selektion einer Kante wird die Länge der Kante als Abstand aufgenommen und unter dem Zirkel-Symbol des Bedienelements angezeigt. Ist ein Referenzpunkt aktiv, wird der Radius der Kugel angepasst.

Solange der Referenzpunkt aktiv ist, berücksichtigen sämtliche Modellieroperationen den vorgegebenen Abstand zu diesem Punkt, in der jeweiligen Aktionsebene erscheint ein Kreis der dem Benutzer alle möglichen Zielpositionen, bei denen der vorgegebene Abstand eingehalten wird, einer Bedienoperation veranschaulicht. Der manipulierte Punkt wird auf die Kurve gezwungen („Snapping“), so dass nach Beendigung der Operation der vorgegebene Abstand zwangsläufig erreicht ist. Falls kein Referenzpunkt aktiv ist, kann die Szene kalibriert werden.

Mit Hilfe des Winkelwerkzeugs können Objekte in einem bestimmten Winkel (Modellierwinkel) zu einer Referenzachse angeordnet werden. Zum Festlegen der Referenzachse muss eine Kante selektiert werden. Es wird ein Doppelkegel angezeigt, dessen Spitze sich in dem Eckpunkt der Referenzachse befindet, der dem auf der Kante selektierten Punkt näher ist. Der Modellierwinkel entspricht dem Winkel der Mantelfläche des Doppelkegels zur Referenzachse. Ist der Modellierwinkel null, wird statt des Doppelkegels eine Linie (Lineal) angezeigt. Zum Aufnehmen eines Winkels können nacheinander zwei Polygone selektiert werden. Der Winkel zwischen ihren Flächennormalen legt dann den Modellierwinkel fest.



Thomas Jung, Jahrgang 1964, studierte von 1984 bis 1989 Informatik an der TU Berlin. Noch während des Studiums wechselte er von der Nixdorf Computer AG zum Forschungsinstitut für Rechnerarchitektur und Softwaretechnik (FIRST) der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (heute Fraunhofer-gesellschaft). Am FIRST arbeitete er von 1990 bis 2000 als wissenschaftlicher Mitarbeiter und baute dort nach seiner Promotion den Forschungsbereich Visualisierungssysteme, -technologien und -anwendungen auf. 1997 arbeitete Jung im Rahmen eines Forschungsstipendiums an Fragestellungen zum Thema Robotik und Computeranimation an der japanischen Nagoya University. Thomas Jung ist Autor zahlreicher Fachpublikationen im Bereich Multimedia. Nach mehreren Lehraufträgen im Bereich 3D-Computergrafik, u. a. an der Humboldt-Universität zu Berlin, folgte er im Jahr 2000 einem Ruf an die FHTW Berlin für den Bereich Angewandte Informatik mit dem Schwerpunkt Multimedia. Seit 2006 ist Prof. Dr. Jung Studiengangssprecher des Studiengangs Angewandte Informatik.

Solange die Referenzachse aktiv ist, berücksichtigen sämtliche Modellieroperationen den vorgegebenen Winkel zur Referenzachse ausgehend vom Mittelpunkt des Doppelkegels. In der jeweiligen Aktionsebene erscheinen Linien, die dem Benutzer alle möglichen Zielpositionen veranschaulichen, bei denen der Referenzwinkel eingehalten wird. Manipulierte Punkte werden auf diese Linie gezwungen.

Abstands- und Winkelwerkzeug können miteinander kombiniert werden, so dass genaue Zielpunkte (Schnittpunkt zwischen Abstandskreis und Referenzlinie) vorgegeben werden können. Mit Hilfe von nur zwei Bedienelementen können so alle Anforderungen an Winkel- und Abstandsbeziehungen in einem 3D-Modell eingehalten werden.

Fazit

Artist3D vereinfacht die 3D-Modellierung durch eine geringe Anzahl von Bedienelementen (Handlungsalternativen) und durch die ausschließliche Verwendung von visuell repräsentierbaren Systemzuständen. Sketch-basierte und Foto-basierte Modellierung wurden in eine einheitliche Benutzerschnittstelle integriert, wobei die präzise Modellierung von Abständen und Längen nachträglich möglich ist.

Zurzeit wird die Benutzerschnittstelle im Rahmen zweier Bachelorarbeiten an der FHTW durch Anwendung unterschiedlicher Usability-Testverfahren untersucht.