

dreidimensionale Wahrnehmung. In einer neuronalen Verarbeitungskette wird dabei von beiden Augen das von ihnen sichtbare Umfeld in das Sehzentrum projiziert, wo schließlich durch einen komplexen Vorgang das Raumbild entsteht. Es werden also zwei Bilder des Sichtbaren, die perspektivisch leicht versetzt zueinander sind, zu einem räumlichen Bild zusammengefügt. 3D-Computeranwendungen funktionieren ähnlich. Wenn sie nicht explizit mit zwei Perspektiven arbeiten, liefern sie nur scheinbar dreidimensionale Ergebnisse.

Einsatzbereiche

Dreidimensionale Bilder können mehr Informationen darstellen als zweidimensionale und damit einen realitätsnahen Eindruck vermitteln. Daher bedient man sich in vielerlei Gebieten der 3D-Technik, um Sachverhalte präziser zu visualisieren oder Abläufe wirklichkeitsgetreuer zu veranschaulichen. Die Anwendungsgebiete lassen sich grob in die beiden Kategorien Modellierung und Simulation einteilen.

Moderne Actionfilme ohne 3D-Spezialeffekte sind gar nicht mehr vorstellbar und komplett aus 3D-Animationen erstellte Filme erfreuen sich wachsender Beliebtheit. Doch auch im Bühnendesign von Theateraufführungen oder Musicals findet die 3D-Technik Verwendung. So können ohne großen Aufwand vorab optimale Lichteinstellungen oder Kameraplatzierungen und -fahrten ermittelt werden. Auch im medizinischen Bereich wird auf die dritte Dimension vertraut. Aufnahmen der Magnetresonanz- oder Computertomografie können mit speziellen Verfahren dreidimensionalisiert werden und Ärzten auf diese Weise neue, verbesserte Einblicke verschaffen.

Neben virtuellen, teilweise auch interaktiven Museums- oder Stadtrundgängen ist es vor allem die Computerspieleindustrie, die sich im Bereich der Anwendungsentwicklung 3D-Modellierungssoftware zu Nutze macht. Insbesondere die 3D-Welt „Second Life“ (<http://secondlife.com/>) erregt sowohl im kommerziellen als auch im Lehrbereich Aufmerksamkeit. Erste Versuche die virtuelle Welt für Lehrszenarien zu nutzen wurden im Projekt Sloodle (<http://www.sloodle.org/>) unternommen, in dem eine Fusion der Lernplattform Moodle (<http://moodle.org/>) mit Second Life verfolgt wird. Ziel ist es, Moodle-Kurse in der virtuellen Welt nachzubauen und dort erfahrbar zu machen.

CAD -Programme unterstützen das „Computer Aided Design“, also z. B. die Erstellung von zwei- oder dreidimensionalen Modellen mit Hilfe eines Rechners. Zum Einsatz kommen CAD-Programme insbesondere in Fachbereichen in denen konstruiert wird, zum Beispiel im Maschinenbau oder der Architektur. Mit Hilfe des Autorenprogramms Flash lassen sich ganze Websites im 3D-Look gestalten. Beispiele derartiger Projekte sind <http://leoburnett.ca/> und <http://zeitgenossen.com/>.

Auch in aktuellen Versionen von Betriebssystemen (Apple und Microsoft) sind 3D-Effekte anzutreffen. So liefert Macintosh bei Mac OS X Tiger einen Bildschirmschoner mit, der RSS-Feeds im dreidimensionalen Stil anzeigt. Bei Microsofts Windows Vista kann mit der „Flip-3D“-Funktion der Aero-Benutzeroberfläche dreidimensional durch geöffnete Fenster navigiert werden.

Virtuelle und erweiterte Realität

Weitere interessante Forschungsgebiete bilden die Disziplinen der Virtuellen und Erweiterten Realität. Erstere befasst

sich sowohl mit der möglichst wirklichkeitsnahen Darstellung als auch der Wahrnehmung computergenerierter Umgebungen. Durch spezielle Ein- und Ausgabegeräte (siehe unten) wird der Testperson hierbei eine virtuelle Welt vorgespielt. Flugsimulatoren sind ein mögliches Anwendungsgebiet.

Die Erweiterte Realität (Augmented Reality) hingegen beschäftigt sich mit der Anreicherung der Wirklichkeit mit virtueller Information, so dass Interaktion in Echtzeit möglich wird. Der Nutzer bleibt dabei in seiner realen Umgebung. Mit Hilfe von Geräten zur Positionsbestimmung (Kamera, Trackinggeräte, Unterstützungssoftware) lassen sich die reale und virtuelle Welt verknüpfen. Ein denkbare Szenarium ist, dass Designer mit virtuell anwesenden Kollegen am selben dreidimensionalen Modell arbeiten. Bereits existierende Beispiele sind rar, die Forschung jedoch rege. So wird beispielsweise bei der Firma EON Reality fleißig an interaktiven 3D-Displays geforscht, die mit Handbewegungen bedient werden können, indem drei hinter dem Display angeordnete Kameras die Bewegungen erkennen (EON Artificial I; <http://www.eonreality.com/>). Andernorts wird an Kontaktlinsen geforscht, die mit Hilfe kleinster Leuchtdioden Informationen in das menschliche Blickfeld einblenden.

Ein- und Ausgabemedien

Der Unterschied zwischen 3D-Ein- und Ausgabegeräten besteht in der Richtung des Informationsflusses. 3D-Eingabegeräte übertragen dreidimensionale Informationen zur Weiterverarbeitung aus der Wirklichkeit in ein Computersystem. 3D-Ausgabegeräte hingegen versuchen entweder die durch ein Computersystem hergestellte Information in unsere dreidimensionale Wirklichkeit zu portieren oder uns den Eindruck einer dreidimensionalen Wahrnehmung zu vermitteln. Das gewöhnliche Ausdrucken eines Bildes zählt beispielsweise nicht als 3D-Ausgabe.

3D-Scanner

3D-Scanner dienen als Eingabegeräte, die das Erfassen dreidimensionaler Objekte ermöglichen. Dabei wird im Unterschied zu normalen Scannern zusätzlich zur Höhen- und Breiten- auch die Tiefendimension verarbeitet. Der zu erfassende Gegenstand wird auf einer Rotationsfläche langsam gedreht und simultan durch einen fächerförmigen Laserstrahl zeilenweise abgetastet. Aus den dadurch gewonnenen Informationen und unter Einbeziehung mehrerer Variablen (Abtastwinkel, Koordinaten des Gegenstandes, Drehgeschwindigkeit usw.) wird vom Computer ein 3D-Modell errechnet. Um dreidimensionale Umgebungsaufnahmen zu erstellen wurden Scanner entwickelt, die sich selber drehen und fortbewegen können, um die Umgebung per Laser abzutasten.

3D-Kameras

Ein dreidimensionales Bild lässt sich mit Hilfe einer Stereokamera erzeugen. Diese ist mit zwei statt nur einem Objektiv ausgestattet. Die beiden Objektive sind mit einem Abstand, der in etwa dem Abstand der menschlichen Augen entspricht, nebeneinander angeordnet und nehmen jeweils ein Halbbild auf. Die beiden Halbbilder können nach der Entwicklung mit Hilfe eines Stereoskops, eines speziellen Diaprojektors, einer entsprechenden Brille oder mit Hilfe einer speziellen Software am Computer als 3D-Bild betrachtet werden.

3D-Drucker

Mit Hilfe von 3D-Druckern lassen sich z. B. aus CAD-Modellen dreidimensionale Gegenstände erzeugen. Es gibt mehrere Ansätze des 3D-Drucks, so entsteht das Objekt bei manchen Druckern aus einem Materialblock, von welchem stetig durch Fräsen, Bohren usw. Material abgetragen wird, bis die gewünschte Form erreicht ist. Andere Druckmethoden erstellen das Objekt durch Aufspritzen von Kunststoff Schicht für Schicht oder durch Zusammenpressen vorhandenen Materials.

3D-Monitore

An 3D-Monitoren wird schon länger geforscht, allerdings litten sie meistens an einem unscharfen Ergebnis oder sonstigen Einschränkungen, wie z. B. der Standort- und Blickwinkelabhängigkeit. Andere Ansätze konnten diese Probleme zwar umgehen, erforderten jedoch das Tragen einer speziellen Brille. Aktuelle Techniken sind bereits sehr ausgereift und liefern ein scharfes, blickwinkelunabhängiges Bild, was auch mehreren Betrachtern nebeneinander bemerkenswerte Eindrücke liefert.

Manche dieser neuen Monitore basieren auf einer Schichtbauweise, d. h. es werden von einem Beamer mehrere Bilder auf hintereinander angeordnete TFT-Panels projiziert. Als Beispiel sei hier der DepthCube der Firma Lightspace Technologies (<http://www.lightspacetech.com/>) erwähnt. Andere Techniken beruhen auf dem Anzeigen spaltenweise verketteter Bilder für das linke und rechte Auge. Eine davor montierte optische Blende trennt die Informationen und erzeugt dadurch für jedes Auge ein spezielles Teilbild.

3D-Controller

Immer beliebter werden 3D-Controller für Spielkonsolen. Dabei werden Aktionen des Benutzers, der den Controller in der Hand hält, in die Spielwelt übersetzt. Dabei wird dem Benutzer zumeist durch Krafrückmeldung (Force Feedback), z. B. in Form eines schwachen Rückstoßes oder eines kurzen Vibrierens des Controllers, vom (Miss-)Erfolg seiner Aktion berichtet. Den wohl derzeit bekanntesten Controller dieser Art, Wiimote, liefert Nintendo mit seiner Spielkonsole Wii (<http://de.wii.com/>) mit. Ein weiteres Beispiel ist der 3D-Controller Falcon der Firma Novint Technologies (<http://www.novint.com/index.php/novintfalcon>).

Ausgabegeräte der virtuellen Realität

Im Bereich der Virtuellen Realität werden bisher hauptsächlich zwei Ausgabetechniken eingesetzt: Head Mounted Displays (HMD) und CAVEs.

Das HMD ist ein audio-visuelles Ausgabegerät, das man sich um den Kopf schnallt. Das HMD ist mit einer externen Station verbunden, welche es mit Daten versorgt. Diese Daten werden im HMD durch ein Optikmodul auf Flüssigkristallmonitore (LCD) vor den Augen projiziert und vermitteln den Eindruck einer 3D-Umgebung. Neuere Techniken basieren auf einer virtuellen Netzhautanzeige (VRD), bei der das Bild direkt auf die Netzhaut der Augen projiziert wird. In Verbindung mit transparenten HMDs kann die Realität auf diese Weise mit virtuellen Informationen angereichert werden (Erweiterte Realität). Die Perspektive kann dabei mittels am HMD angebrachten Sensoren der Kopfbewegungen angepasst werden. In Kombination mit Eingabegeräten wie beispielsweise einem Datenhandschuh kann sich der Benutzer im Raum orientieren und navigieren. Auch Krafrückmeldung virtueller Gegenstände ist dadurch möglich. Datenhandschuhe sind dafür mit komplexer Sensorik ausgestattet, z. B. Biegesensoren für Handbewegungen oder Drucksensoren für Tastvorgänge.

Ein CAVE - rekursives Akronym für „Cave Automatic Virtual Environment“ - ist ein Raum, dessen Wände (ggf. sogar Fußboden und Decke) als Projektionsflächen dienen. Mit Hilfe einer speziellen Brille entsteht für einen Benutzer innerhalb des CAVEs der Eindruck, als befände er sich in einer realen Welt. Durch Sensoren werden die Bewegungen des Benutzers verfolgt und die Projektionen entsprechend angepasst.

Technik und Erstellung

Modellieren

Mit Hilfe einer speziellen 3D-Software können am Computer dreidimensionale Objekte und Szenen modelliert werden. Dabei können durch den Einsatz von z. B. 3D-Scannern gewonnene Daten verwendet werden, meistens erfolgt dies jedoch durch polygonales Zeichnen per Hand. Im Laufe dieses Modellierungsprozesses entsteht zunächst ein Drahtgittermodell, welches mit Texturen und weiteren Oberflächeneigenschaften erweitert werden kann. Je nach Einsatzgebiet des fertigen Modells kann es von Interesse sein, wie stark z. B. Licht an den Oberflächen reflektiert wird und welche Schatteneigenschaften erwünscht sind. Derart entstandene Objekt- und Szenenmodelle können u. a. direkt als Fertigungsverfahren dienen (z. B. im Maschinenbau) oder durch eine Bildsynthese in eine Animation umgesetzt werden.

Rendern

Auf dem Gebiet der 3D-Computergrafik wird der Prozess der Bildsynthese als Rendern bezeichnet. Ein modelliertes Objekt wird rechnerintern zumeist durch Vertex -Listen, Oberflächen- oder Voxel -Datensätze beschrieben. Diese bei der Modellierung entstandenen Informationen werden beim Rendern automatisch ausgewertet und in ein Pseudo-3D-Bild umgewandelt. Werden in einer Szene Bewegungsabläufe dargestellt, so muss für das Rendern eine

angemessene Rate an Bildern pro Sekunde (Bildwiederholrate) eingestellt und abgespeichert werden, um in der resultierenden Animation fließende Bewegungsabläufe zu erhalten. Während des Rendervorgangs werden für jedes Einzelbild in der so genannten Rendering-Pipeline diverse Eigenschaften berechnet. So wird vorab ermittelt, welche Teile der Szene überhaupt sichtbar und somit für die Berechnung relevant sind (Verdeckungsrechnung), wie sich das Licht auf die Szene verteilt (globale Beleuchtung), wie die Oberflächen der darin enthaltenen Objekte geschaffen sind (Shading) und schließlich als Resultat dieser Schritte, welche Farbe das Bildelement auf einem Computerbildschirm erhält und an welcher Stelle dieses angezeigt werden muss (Koordinatentransformation). Dieser Pipeline-Prozess, der in der Grafikkarte des Rechners abläuft, lässt sich parallelisieren und kann auf diese Weise erheblich beschleunigt werden.

VRML

Gespeichert werden 3D-Modelle üblicherweise in proprietären Dateiformaten der jeweiligen Modellierungssoftware. Meistens können die Modelle durch Exportfunktionen auch in den Formaten von Standards wie VRML (Virtual Reality Modeling Language) oder dessen Nachfolger X3D abgelegt werden. VRML legt die Modelldaten in einer objektorientierten Datenstruktur ab, mit der die logische, in vielen Fällen auch die räumliche Anordnung der darzustellenden zwei- oder dreidimensionalen Szene beschrieben wird. Die gespeicherte Datenstruktur wird auch als Szenengraph bezeichnet, dieser enthält u. a. Informationen über die Struktur des geometrischen Grundkörpers, Materialeigenschaften oder Lichtquellen. Über spezielle Knoten innerhalb des Szenengraphs (Sensor- und Skriptknoten) wird die Interaktivität bestimmter Objekte innerhalb der Szene beschrieben. So können Benutzeraktionen festgelegt werden, welche eine Veränderung der Objekteigenschaften (Farbe, Lage usw.) verursachen. VRML wird vor allem für die Darstellung dreidimensionaler Inhalte in Webseiten verwendet, wofür im Browser ein entsprechendes Plug-In installiert werden muss.

Weiterführende Informationen

- 3D-Drucker:
Auf <http://www.ennex.com/~fabbers/> werden einführende Informationen zur Thematik des digitalen Produktionsprozesses (digital fabrication, kurz „fabber“) angeboten (in Englisch).
- 3D-Scanner:
Am Institut für Robotik und Prozessinformatik der Technischen Universität zu Braunschweig wird im Forschungsprojekt „Objekt-Erkennung mit einem 3D-Roboter-Sensor“ ein 3D-Scannverfahren entwickelt, dessen Software kostenlos erhältlich sein wird und darüber hinaus nur eine Kamera und einen Laser benötigt:
<http://www.rob.cs.tu-bs.de/news/david>
- HMD:
Auf <http://www.stereo3d.com/hmd.htm> wird eine Liste im Handel erhältlicher HMDs angeboten, die diese nach Kriterien wie Preis, Auflösung usw. miteinander vergleicht.
- VRML:
Die Abteilung Computersimulation und Visualisierung des Instituts für Computeranwendungen an der Universität Stuttgart liefert einige Beispiele für den Einsatz von VRML in Forschung und Lehre:
<http://vrml.cip.ica.uni-stuttgart.de/>
Zudem wird eine umfangreiche Liste (<http://vrml.cip.ica.uni-stuttgart.de/vrmlbookmarks.html>) über weiterführende Informationen zu VRML angeboten.

Letzte Änderung: 14.04.2015

Zitation

e-teaching.org (2015). 3D. Zuletzt geändert am 14.04.2015. Leibniz-Institut für Wissensmedien: https://www.e-teaching.org/technik/aufbereitung/3d/index_html. Zugriff am 09.12.2021