

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 141 (2015)
Heft: 15: Spiel mit dem virtuellen Raum

Artikel: Frei im 3-D-Raum
Autor: Settgast, Volker
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-514972>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

VON GAMES ZUR ARCHITEKTUR

Frei im 3-D-Raum

Vom digitalen Architekturmodell zur virtuellen Umgebung: Was man tun muss, um in einem Entwurf spazieren gehen zu können. Unser Tipp: Entwicklungen für die Gameindustrie sind hier (zweckentfremdet) nützlich.

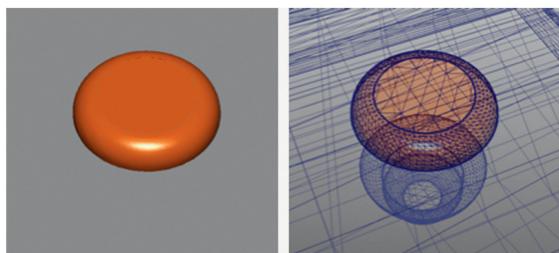
Text: Volker Settgast

In der virtuellen Realität bezeichnet Immersion das Gefühl, in eine künstliche Welt einzutauchen, und diese dann als real zu empfinden. Computerspiele erzeugen Immersion durch eine mitreissende Geschichte, glaubwürdige Charaktere und eine in sich plausibele Spielwelt. Der wichtigste Faktor ist jedoch immer noch die reibungslose Darstellung der künstlichen Welt selbst.

Es können alle möglichen 3-D-Daten in einer immersiven Umgebung angezeigt werden. Da aber der Benutzer selbst entscheiden soll, wo er hinschaut, ist ein interaktiver Bildaufbau notwendig. 3-D-Modelle, die nicht für die Verwendung in einer interaktiven Anwendung erzeugt wurden, müssen angepasst werden. Game-Engines (Framework für Computerspiele: steuert den Spielverlauf, zuständig für visuelle Darstellung) wie Unity und CryEngine sind für einen schnellen Bildaufbau bei hervorragender visueller Qualität bestens geeignet. Der Weg vom 3-D-Ausgangsmaterial über die Game-Engine zum interaktiven Bild wird in seiner Komplexität oft unterschätzt. Denn die Optimierung der Geometrie kann nur zu einem gewissen Teil automatisch erfolgen. Für die besten Ergebnisse ist das menschliche Urteilsvermögen unverzichtbar.

Von Präzision zu Performance

Die in der Architektur oft verwendeten CAD-Werkzeuge enthalten eine detaillierte Beschreibung, die der Konstruktion von Objekten dienen soll. In Game-Engines ergeben sich dadurch folgende Probleme:



Ein winziger Niet wurde automatisch in ein hoch aufgelöstes Dreiecksnetz gewandelt. Die Rückseite ist niemals sichtbar und würde nur unnötig Ressourcen verbrauchen.

«Culling» heisst das Prinzip, nicht Sichtbares zu verwerfen, um die Performance zu erhöhen.

- Das Modell enthält sehr viel Geometrie, die eigentlich nicht benötigt wird, zum Beispiel Schrauben und innere Strukturen (Abb. unten). Dies führt zu einer unnötig grossen Datenmenge, die die Darstellung verlangsamt. Gerade diese Verlangsamung kann beim Betrachter zu einem Unwohlsein führen.
- Die Materialdefinitionen von CAD-Werkzeugen beschreiben oft nur physikalische, aber keine visuellen Eigenschaften. Für die Konstruktion eines Objekts reicht das aus, aber um das Material interaktiv anzuzeigen, ist eine andere Beschreibungsart nötig.
- Freiformflächen werden von ihrer platzsparenden Darstellung in eine Dreiecksgruppe gewandelt, weil möglicherweise die Game-Engine bestimmte Flächen nicht unterstützt. Die Approximation der Freiformfläche kann durch Rundungsfehler und Vereinfachung sehr eckig wirken.
- Das automatische Umwandeln von Freiformflächen kann zu unnötig vielen Dreiecken führen, die für die Darstellung möglicherweise nicht relevant sind.

Einfach, aber nicht simpel

Die Reduktion der Datenmenge ist oft der einzige wirkende Schritt, um komplexe Geometrie in Echtzeit anzeigen zu können. So ist es ratsam, fokusorientiert zu vereinfachen. Soll zum Beispiel eine Küche präsentiert werden, muss diese möglichst hochauflösend gezeigt werden. Alles, was nur aus einer Distanz sichtbar ist, wie der Ausblick aus dem Küchenfenster oder die Möbel im Flur, kann stark vereinfacht werden, um den Bildfluss nicht zu stören. Es ist also eine Auswahl zu treffen, welche Teile in welchem Detaillierungsgrad benötigt werden.

Die freie Geometrie-Verarbeitungssoftware MeshLab bietet einige hilfreiche Funktionen, um den Detaillierungsgrad von Objekten zu reduzieren. Die Reduktion findet dabei unter Berücksichtigung der Darstellungsqualität statt, wobei der «quadric edge collapse decimation»-Algorithmus eingesetzt wird. Die kommerzielle Software Simplygon zielt auf die Verarbeitungskette der Spieleindustrie: Sie ermöglicht es, automatisch dynamisch zwischen unterschiedlichen Detailstufen zu wechseln, um Polygonmodelle zu erstellen.

Des Weiteren lassen sich detaillierte Modelle auch durch vereinfachte Geometrien ersetzen, die mit

einer speziellen Oberflächeneigenschaft (Textur) versehen werden. Hoch aufgelöste Bilder, die als Textur verwendet werden, sollten genau wie Geometrie kritisch ausgewählt werden: Alle «unwichtigen» Texturen verschwenden nur unnötig Platz und sind in der Grösse zu reduzieren. Texturen sollten außerdem in ein komprimiertes Format umgewandelt werden. Eine optimierte Organisation der 3-D-Szene hilft, die Darstellung weiter zu beschleunigen. Diese Optimierungen werden von der Engine automatisch vorgenommen. Jedoch ist es notwendig, die 3-D-Daten vor dem Importieren in sinnvolle Teilstrukturen aufzuteilen. Objektteile, die mehrfach verwendet werden, sollten auch als solche identifizierbar sein. Dies ist gewährleistet, solange die 3-D-Szene mit Unterobjekten importiert wird.

Funktionale Objekte, z.B. Türen, müssen in der Game-Engine gesondert behandelt werden. Es ist zwar möglich, Animationen über Dateiformate zu importieren, aber logische Abfolgen und Programme müssen in der Engine festgelegt werden.

Der Trick mit dem Licht

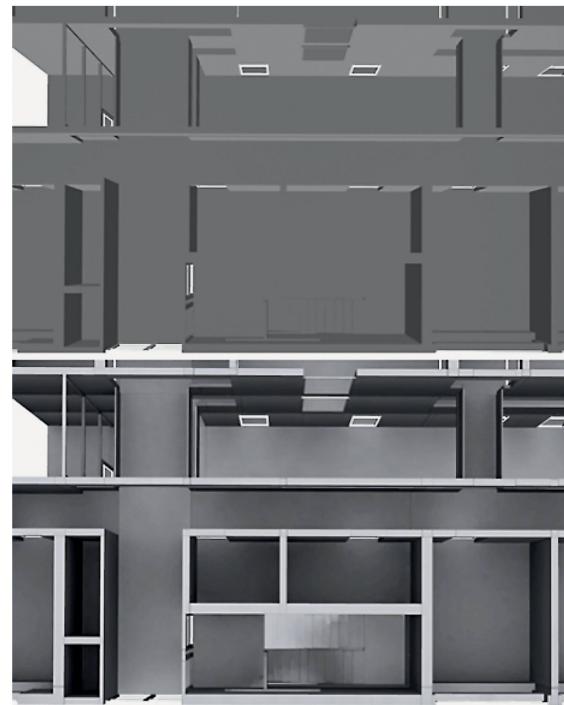
Ähnlich bedeutend wie die strukturierte Vereinfachung der Daten ist die gezielte Täuschung des Betrachters. Dinge werden nicht so dargestellt, wie sie in der Realität aussehen, sondern wie sie dem Betrachter erscheinen.

Für eine real wirkende Darstellung ist Beleuchtung wichtig. Ohne Licht und Schatten ist die Wahrnehmung von Tiefe und räumlichen Zusammenhängen auch in stereoskopischen Anzeigen unmöglich.

Eine gute Lichtberechnung ist allerdings sehr zeitaufwändig und ohne ein paar Tricks nicht schnell genug darstellbar. Um eine virtuelle Welt mit realistischer Beleuchtung interaktiv anzuzeigen, wird ein Teil der Berechnung bereits vorher erledigt. Die Abbildung oben rechts zeigt eine 3-D-Szene einmal ohne Beleuchtung und einmal mit einer vorberechneten Lichtausbreitung. Die Schatten wurden dabei in das Material der Oberflächen gemalt. Diese Lichtvorberechnung kann von gängigen Grafikwerkzeugen und sogar von Game-Engines erledigt werden.

Eine realistische Materialdarstellung führt zu einem hohen Level an Immersion. Beim interaktiven Anzeigen werden abstrakte Programme (Shader) verwendet, um die Materialeigenschaften realistisch zu imitieren. Glänzende Oberflächen werden zum Beispiel mit einem Phong-Material realisiert. Die Reflexionen der Lichtquelle wandern damit sehr realistisch über die Oberfläche, während man das Objekt aus unterschiedlichen Positionen betrachtet. Spiegelnde Materialien werden mit Umgebungsbildern (cube maps) erweitert. In vielen Fällen reicht eine vorberechnete Spiegelumgebung aus, um eine realistische Darstellung zu erzeugen.

Materialien werden in Game-Engines auch für animierte Oberflächen verwendet. Eine Wasseroberfläche zum Beispiel kann mit einem Shader-Programm bewegt werden und sieht damit fast fotorealistisch aus. Und auch die Grashalme, die sich im Wind bewegen,



Unbeleuchtete Geometrie ist schwer zu erkennen (oben). Mit vorberechneter Beleuchtung kann eine **komplexe, globale Lichtausbreitung in Echtzeit** angezeigt werden (unten).

Bäume und Laub werden mit Shadern zum Leben erweckt. Game-Engines setzen verstärkt auf eine sogenannte Metasprache für die Definition von Shadern. Ausgefallene Oberflächengestaltung muss für die jeweilige Game-Engine angepasst werden.

Die Kombination aus moderner Spiele-Engine und immersiver Umgebungen wie der Oculus Rift ermöglichen eine realitätsnahe Betrachtung von Räumen, Gebäuden und Landschaften. Der Aufwand für die Umwandlung vorhandener Geometrie zur interaktiven Darstellung ist nicht unerheblich. Bei frühzeitiger Planung lassen sich 3-D-Szenen aus der Konstruktion und aus Konzeptvisualisierungen für diese Zwecke verwenden. •

Dr. techn. Volker Settgast, Senior Researcher bei Fraunhofer Austria, Abteilung Visual Computing, Graz, volker.settgast@vc.fraunhofer.at

Literatur

Lancelle, M., Settgast, V., und Fellner, W.-D. (2008). Definitely Affordable Virtual Environment. Virtual Reality Conference.



Trailer zu den im Heft erwähnten Spielen finden Sie auf espaceum.ch.