

Eine Low-Cost Lösung für interaktive, immersive 3D-Echtzeitanwendungen

Heinrich P. Godbersen

Technische Fachhochschule Berlin, Fachbereich Informatik und Medien
Luxemburger Str. 10, 13353 Berlin, www.godbersen.eu

Zusammenfassung. Wir erleben derzeit einen Paradigmenwechsel bei den Einsatzgebieten von 3D-Visualisierungen, der Verbindung von High-End Visualisierungssystemen mit Computerspiel-Technologie. Damit werden komplett neue Anwendungsfelder für 3D-Applikationen möglich, sowohl bei Unternehmen als auch im Privatbereich. Dies wird zudem verstärkt durch die Entdeckung der Marktfähigkeit von vorhandenen 3D-Datenbeständen. Es wird ein innovativer Ansatz vorgestellt, der durch eine massive Reduzierung von Hard- und Softwarekosten diese Verschmelzung vorantreibt.

1 Ausgangssituation

Begehbare Virtual Reality Systeme gibt es bereits seit über zehn Jahren, genutzt werden sie zumeist in Forschungs- und Entwicklungsabteilungen großer Firmen. Sie vermitteln einen unterschiedlichen Grad des Eintauchens, der Immersion, in eine virtuelle Umgebung. Die Kosten für solch einen CAVE oder Wall können schnell sechstellig ausfallen. Für kleine und mittlere Unternehmen lohnten sich bisher solche Anschaffungen nicht.

In den letzten Jahren wurden Installationen zur interaktiven, immersiven Visualisierung vor allem als Unikate in kapitalstarken Unternehmen eingesetzt, z.B. als Flug- und Fahrzeugsimulatoren. Andererseits hat die Computerspiel-Industrie einen großen Markt für Massenware erobert und damit zu einem großen Innovations-schub bei Grafikkarten und GPUs geführt, so dass sich deren Preis/ Leistungsverhältnis um mehrere Größenordnungen verbessern konnte.

Vor über zehn Jahren wurde mit dem ISO-Standard VRML eine webrtaugliche Variante vorgestellt, die sich aber nicht im breiten Maße durchsetzen konnte. Derzeit finden neue für den Massenmarkt konzipierte proprietäre Virtuelle Welten reges Interesse, z.B. Google Earth und Second Life.

Durch die Einarbeitung von staatlichen Katasterdaten wurde für Berlin ein 3D-Stadtmodell erstellt, das mit Google Earth als Trägerapplikation verbreitet wird. Es gilt also in Zukunft nicht mehr, individuell neue 3D-Modelle für dedizierte Anwendungen zu erstellen, sondern bereits vorhandene Datenstrukturen einer weiteren Verwendung zuzuführen. Diese Form der Vermarktung von 3D-Datenbeständen wird in Zukunft allgegenwärtig werden. In vielen Industrien ist die Basis ja bereits vorhanden, z.B. im Maschinenbau.

Was fehlt, ist ein Konzept, die Leistungs- und die Immersionsfähigkeit der High-End-Systeme auch für alltäglichere Aufgaben bei deutlich reduzierten Kosten zur Verfügung zu stellen. Die Kostenersparnis soll nicht Essentials wie Immersion, Interaktion und Echtzeit aufgeben, aber den Verzicht von aufwendigen Projektionsverfahren und proprietären Softwarearchitekturen beinhalten.

2 Ziele

Wie kann man interaktive, immersive 3D-Visualisierungen mit deutlich geringeren Kosten erstellen, damit diese Technologie auch z.B. für mittelständische Unternehmen, Ausstellungen, Messeevents und schließlich für den Privatgebrauch einsetzbar wird?

Zukünftig bezahlbare Beispielszenarien sind:

- Eine lokal ausgetragene Segelregatta wird mit vertretbaren Mitteln öffentlich zugänglich gemacht, indem mit Hilfe verschiedener Sensoren und GPS-Daten eine 3D-Nachbildung übermittelt wird. Sportler können bei der Präsentation in ihrem Segelclub in die Rolle des Skippers treten und hautnah alternative Taktiken ausprobieren.
- Ein mit Flügelbewegungen gesteuerten Vogelflug durch die Schluchten des Grant Canyon immersiv auf einer Werbeveranstaltung erleben.
- Ein Produkt auf einer Messe begehrbar präsentieren.
- Durch das geplante Berliner Stadtschloss zu spazieren und dabei die zukünftigen Gobelins an den Wänden selbst auswählen.

- In einem Vergnügungspark oder Museum zielgruppengerecht eine Fahrt in unbekannte Welten anbieten.

Dazu sind sowohl beim Hardwareeinsatz, bei der Softwarearchitektur und dem Interaktionsdesign neue Wege zu gehen.

3 Lösung

Unser Ansatz greift an drei Stellen ein:

1. Aufbau der Projektionseinrichtung und der Rechnerpools mit Commodity-Technologie, d.h. dem ausschließlichen Einsatz von Massenmarkt-Bauteilen.
2. Verwendung einer Softwarearchitektur auf Bausteinbasis unter Einsatz eines graphischen Programmierparadigmas.
3. Offene Schnittstellen, die insbesondere eine Lastverteilung und den Einsatz von neuen Interaktionsmethoden erlauben.

3.1 Projektionstechnik

Die »Minimalinstallation« besteht aus drei Leinwänden, drei Videoprojektoren und einem PC. Durch das Vernetzen mehrerer PCs kann die Render-Performance gesteigert werden. Der Pool erlaubt zudem eine Skalierung der gesamten Leistungsfähigkeit des Systems. Der Winkel zwischen den Leinwänden reicht von 90 bis 270 Grad, von einem rechtwinkligen dreiseitigen Raum über eine ebene, ultrabreite Projektionswand, bis hin zu einem von außen bebilderten Raum. Die daraus resultierenden Änderungen der Perspektiven werden softwareseitig automatisch umgerechnet. Durch diese Variabilität lassen sich multimediale Präsentationen verschiedenster Art auf die räumlichen Gegebenheiten anpassen.

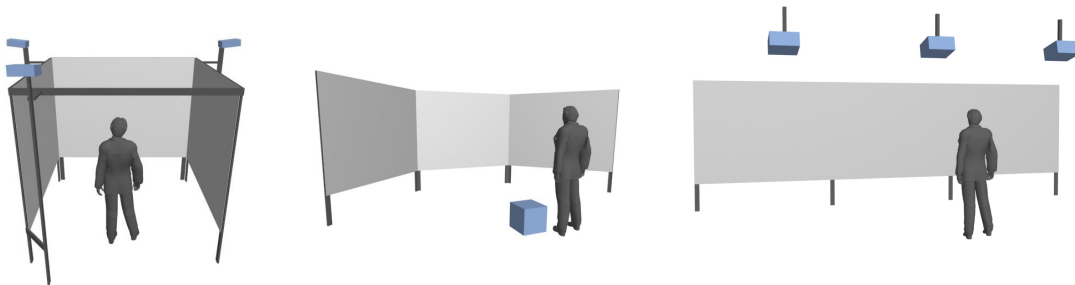


Abb. 1. Variabler Aufbau

Anstelle von Rückprojektion sind die Beamer schräg oben vor den jeweiligen Projektionswänden angeordnet. Diese off-axis Anordnung (mit entsprechender Keystone-Korrektur oder auch mit Lens-Shift) zusammen mit extrem kurzen Brennweiten der Optiken ermöglicht einen verdeckungsfreien Betrieb, da die interagierende Person selbst nicht im Lichtkegel steht.

Die derzeit im Betrieb stehende Konfiguration besteht aus drei Leinwänden im Winkel von 120 Grad mit insgesamt 16 qm Projektionsfläche und einer Auflösung von 3072 * 768 Pixeln.

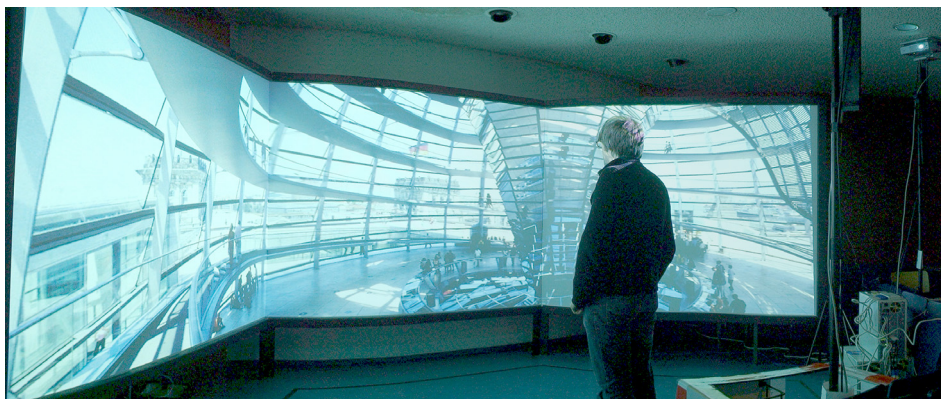


Abb. 2. Unsere Installation (Panorama Asset www.360-berlin.de)

Die Ansteuerung der Beamer geschieht wahlweise direkt über einzelne PCs oder durch einen Rechner alleine, der mit einem Dreifach-Videoausgang ausgerüstet ist. Die Bildqualität sinkt bei TripleHead, ist aber für Bewegtbilder durchaus befriedigend. Für die Rechnerpool-Lösung wird eine geeignete Synchronisation auf Applikationsebene vorgeschlagen.

3.2 Software-Baukastensystem

Bewusst wird auf DirectX aufgesetzt, weil durch die Nähe zu Computerspielen damit neue Innovationen am preiswertesten erwartet werden. Anstelle ein eigenes Applikationssystem bereitzustellen, wie es in allen anderen Lösungen üblich ist, wird ein kostengünstigerer alternativer Weg beschritten:

Vorschläge zur graphischen Programmierung von Algorithmen wurden schon vor vielen Jahren eingebracht [Go83a], [Go92]. Inzwischen sind solche datenflussorientierten Programmierparadigmen marktreif geworden. Es galt, ein multimediales Autorensystem mit dem Schwerpunkt 3D zu finden, das die Verwendung von Standard-Bausteinen in einer graphischen Programmierumgebung erlaubt, mit der Option, eigene dedizierte Erweiterungen in einem SDK zuzufügen. Die Wahl fiel dabei auf das erst sein wenigen Jahren angebotene Produkt Quest3D der niederländischen Firma Act-3D. Diese Lösung erlaubt neben dem Generieren von stand-alone Programmen auch das Publizieren einer fertigen Applikation im Web.

Abbildung 3 zeigt ein kleines Beispiel. Eine Szene ist durch eine Kamera, zwei Objekte und zwei Lichtquellen definiert. Die Lage der Geometrieobjekte wird durch Akkumulation von Matrizen definiert. Die Evaluation des Traversierungsbaumes geschieht in Postorder.

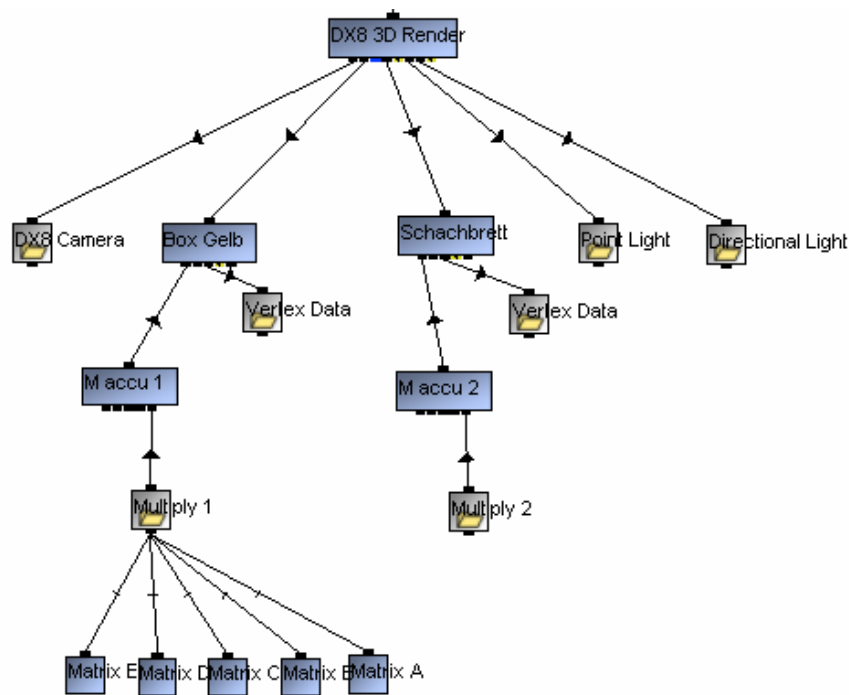


Abb. 3. Quest3D Programmbeispiel

Ergänzend wurden auch andere Autorensysteme untersucht, z.B. vvvv, EyesWeb und Max/msp/jitter, die alle auch untereinander und mit Quest3D kommunizieren können. Für zentrale Steuerungsaufgaben im Rechnerverbund wird das Programm Girder genutzt.



Abb. 4. Mischung von Panorama und 3D Animation
(Assets:www.fullscreenqtv.com, www.quest3D.com)

Beim Betrieb als Video-Wand kommen drei handelsübliche Video-Player zum Einsatz, die über einen eigens entwickelten TCP-Server direkt gesteuert werden, um framegenau zu synchronisieren. Die Videoproduktionen selbst sind jeweils im DVD-PAL Format erstellt (s. Abb. 5).



Abb. 5. Multiscreen Video „Frei“ [Ge06]

3.3 Offene Schnittstellen

Die Mensch-Maschinen-Schnittstelle soll variabel gestaltet werden können. Also muss eine Vielzahl von Sensoren und Aktoren unterstützt werden. Dies geschieht bei uns

- direkt, wenn das externe Gerät in DirectX erkannt wird (Tastatur, Joystick, Lenkrad, Spiel-Controller, drahtlose Sensoren, Gloves, etc),
- durch Zwischenschaltung externer Signalprozessoren, die über die (virtuelle) serielle Schnittstelle COM oder ein IP-Netzwerk mit dem Softwarekern kommunizieren, oder durch
- dedizierte robuste Bewegungserkennungssysteme mit Hilfe von Videocapture, wie etwa die Erkennung von Flügelbewegungen [Ha06].

Weiterhin ist die kostengünstige Weiterverwendung von in sich geschlossenen Softwarelösungen oft nur über einen Systemverbund zu erreichen, bei dem dann auch die Lastverteilung optimiert werden kann. Dazu setzen wir u.a. TCP/UDP ein. Bei den Transferdatenstrukturen spielt oft „Open Sound Control“ (OSC) eine Rolle.

4 Erfahrungen

Derzeit besteht eine feste Installation in einem kleinen Kinosaal auf dem Campus der TFH Berlin mit ca. 70 Sitzplätzen und einer Interaktionsposition. Dies erlaubt eine Verwendung sowohl als CAVE als auch als Video-Wand.

Die Installation ist bereits seit 2004 im Einsatz. Sie wurde mit sehr großem Erfolg seitdem auf der jährlich stattfindenden „Langen Nacht der Wissenschaften“ zusammen mit verschiedenen Applikationen präsentiert, u. a. Zuse-Museum [He04], Auto-Rennspiel Duo 3000 [Be05] (Abb. 6), 3-Screen Video „Frei“ [Ge06] und virtueller Stadtrundflug „Flight Vienna“ ([Ha06], in Kooperation mit tisc_media, Wien, Abb. 7).



Abb. 6. Rennspiel „Duo 3000“ [Be05]



Abb. 7. „Flight Vienna“, virtueller Stadtrundflug über Wien [Ha06], [Th07]
(Assets www.tisc_media.at)

Der Aufwand für die physikalische Installation und die Programmierung solcher Applikationen liegt in überschaubaren Größenordnungen. Die Produktion der Assets selbst bleibt weiterhin kostenträchtig.

Die erreichte Darstellungsqualität und die erlebte Immersion sind für bewegungsaktive Szenen völlig ausreichend.

5 Ausblick

Mit diesem erprobten Ansatz wird gezeigt, dass das Ziel einer ubiquitären Verfügbarkeit von interaktiven, immersiven 3D-Echtzeitanwendungen erreichbar ist. Es bleibt abzuwarten, wie in Zukunft die Produktion von Assets effektiver gestaltet werden kann.

Literatur

- [Be05] Becker, M.; Lehmann, J-F.; Ringel, O.; Schwarz, S.: DUO 3000. Interaktives 3D Spiel. Projektbericht, TFH Berlin 2005, Betreuerin: Prof. Kothe
- [Ge06] Gerick, W.; Leonhard, J.; Pross, F.; Ünal, O.: „Frei“. Musikvideo. Projektarbeit, TFH Berlin, 2006, Betreuer: Prof. Godbersen
- [Go83] Godbersen, H.P.: Funktionsnetze. Eine Modellierungskonzeption zur Entwurfs- und Entscheidungsunterstützung. Ladewig Verlag, Birkach, Berlin, München, 1983
- [Go83a] Godbersen, H.P.: Simulation with "FUN". Angewandte Informatik, 5/83, pp. 213-21
- [Go92] Godbersen, H.P.; Kroll, A.; Pfafferoth, A.: Netzbasierte Software-Synthese verteilter Anwendungen. Proc. Softwaretechnik in Automation und Kommunikation (STAK '92), VDI Berichte Bd. 937, 1992, p. 199-210
- [Go04] Godbersen, H.P.; Pieper, J.: Erschwingliche Visualisierung. TFH-Presse Nr. 1/04, April 2004, S. 7
- [Go04b] Godbersen, H.P.: Erstellung von Anwendungen für eine Virtuelle Umgebung. TFH Berlin, Interner Bericht, Q1, 2004
- [Go07a] Godbersen, H.P.: Teaching Computer Graphics and Multimedia with Quest3D. Second Quest3D Conference, Aachen, Sept. 13-14, 12007
- [Ha06] Hampel, S.: Channel Programmierung im Autorensystem Quest3D zur Erstellung einer Trackingapplikation. Diplomarbeit, TFH Berlin, 2006
- [He04] Heinrich, O.: Virtuelles Zuse-Museum. TFH Berlin, Interner Bericht, 2004
- [Pi04] Pieper, J.; Godbersen, H.P.: Echtzeit-3D-Visualisierung. immersiv und verteilt. TFH Berlin, Interner Bericht, Q1, 2004
- [Th07] Thadeusz, F.: Sturzflug für jedermann. Der Spiegel, 27/2007, S. 151