

Große Datenmengen verständlich machen

Viele Anwender des Leibniz-Rechenzentrums arbeiten mit großen oder sogar extrem großen Datenmengen, die u. a. im Hochleistungsrechnen verarbeitet werden. Die resultierenden Datensätze sind häufig sehr komplex und ohne weitere Aufbereitung nur schwer zu verstehen. Hier hilft die Visualisierung weiter.

VON DIETER KRANZLMÜLLER UND CHRISTOPH ANTHES

BEI DER Visualisierung werden verschiedenste Arten von Datensätzen, die abstrakter Natur sein oder eine Repräsentation komplexer realer Objekte darstellen können, so verändert, dass der Erkenntnisgewinn für den Betrachter möglichst hoch ist.

Potentiell interessante Elemente werden visuell herausgehoben. Die Datensätze können grundsätzlich auf konventionellen grafischen Ausgabegeräten dargestellt werden, aber die Virtual Reality (VR) Technologie trägt oftmals zu einem noch besseren Verständnis bei.

Virtuelle Realität

Der Begriff „Virtual Reality“ oder im Deutschen „Virtuelle Realität“ wurde in den späten 1980er Jahren von Jaron Lanier geprägt. Virtual Reality beschreibt eine Technologie, die den Benutzer in das Zentrum der Anwendungen stellt und es dadurch ermöglicht, Simulationen und virtuelle Welten zu „betreten“. Hierbei konzentriert man sich auf die Stimulation der Sinne des Benutzers, wobei der Fokus auf der optischen Wahrnehmung liegt. Man „täuscht“ den Anwender mit Hilfe stereoskopischer 3-D-Darstellung, wofür perspektivisch leicht unterschiedliche Bilder für das rechte und linke Auge dargestellt und im Gehirn des Betrachters zu einem dreidimensionalen Bild zusammengefügt werden.

Die Absicht ist dabei, den Anwender in seine Anwendung eintauchen zu lassen, ihn das Gefühl der Immersion erleben zu lassen. Analog zur natürlichen Darstellung der Szene versucht man, die Eingabe so intuitiv wie möglich zu halten. Die Interaktion mit einer Virtual Reality-Anwendung erfolgt typischerweise über ein Positionsermittlungssystem, das die Position und Orientierung des Kopfes und des Eingabegeräts des Anwenders ermittelt. Dieses Vorgehen kann einerseits eingesetzt werden, um eine intuitive Menüsteuerung durchzuführen oder es dem Benutzer zu erlauben, Szenen zu verändern, indem er in virtuelle Objekte hineingreift und diese positionieren kann. Andererseits dient die Verfolgung der Kopfposition zum intuitiven Wechseln der Perspektive, was einen weiteren Vorteil beim Begutachten dreidimensionaler Strukturen mit sich bringt.

Um eine solche stereoskopische Darstellung zu realisieren, verwendet man häufig Technologien, die in ihren Grundzügen auch im alltäglichen Leben zum Einsatz kommen. Hierzu hat die Unterhaltungsindustrie einen großen Teil beigetragen.

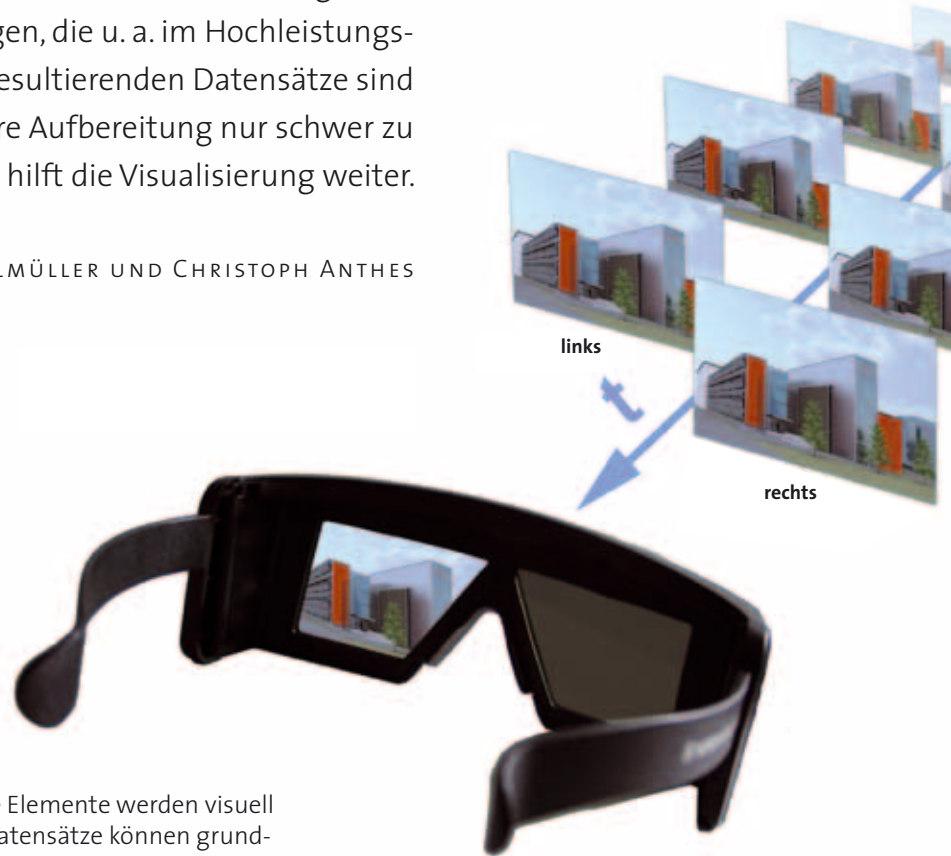




Abb. 1: Funktionsweise einer LCD Shutter Brille ...



t ... mit 60 Bildern pro Sekunde abwechselnd für linkes und rechtes Auge.

Stereoskopische Darstellung

Bei der stereoskopischen Darstellung werden zwei unterschiedliche Bilder, jeweils für das rechte und das linke Auge des Betrachters, erzeugt und diese getrennt den entsprechenden Augen vorgeführt. Die Trennung kann auf unterschiedliche Arten erfolgen, zum Beispiel mit Hilfe von Polarisationsfiltern, wo das Bild für das rechte und das linke Auge jeweils auf einem separaten Projektor generiert wird. Vor diesen Projektoren sind Filter angebracht, die das Licht polarisieren; analog dazu trägt der Betrachter eine Brille mit entsprechenden Filtern. Die Brillen benötigen keine Stromversorgung und besitzen keine aktiven Elemente, daher spricht man hier von einer passiven Stereodarstellung.

Alternativ besteht die Möglichkeit, die Abbildungen zeitlich versetzt darzustellen, wofür eine spezielle Brille benötigt wird. Bei einer Frequenz von 120 Hz werden abwechselnd die perspektivisch korrekten Bilder für die jeweiligen Augen dargestellt. Passend zur Abbildung werden bei einer speziellen Brille die Gläser durch ein LCD verdunkelt (Abb. 1). Diese batteriebetriebenen Brillen besitzen aktive Elemente, daher spricht man von einer aktiven Stereodarstellung.

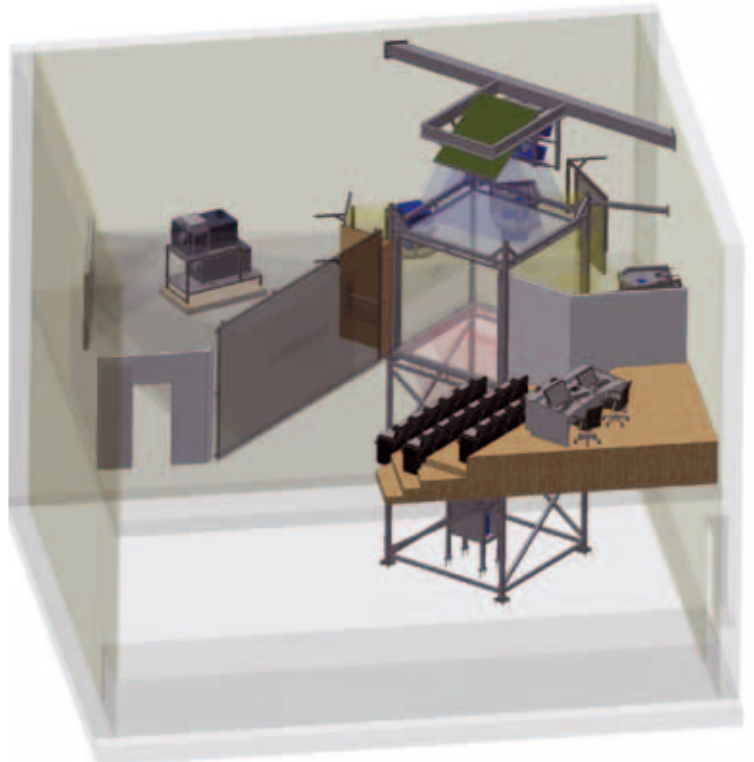
Positionsermittlungssysteme

Bei den Positionsermittlungssystemen existieren wie bei der stereoskopischen Darstellung auch mehrere Varianten, zum Beispiel über Ultraschall, Magnetfelder oder Bildverarbeitung. Die höchste Präzision erreicht man mit optischen Positionsermittlungssystemen, die mit Bildverarbeitungsalgorithmen arbeiten. Sie besitzen fast keine Verzögerungszeit und können die Position eines Ziels im Millimeterbereich ermitteln. Hierbei wird die reale Szene zeitgleich zur Aufnahme mit Licht im infraroten Bereich angeblitzt. An der Brille des Benutzers sowie an seinen Eingabegeräten sind Reflektoren angebracht, die von den Kameras aufgezeichnet werden. Die Reflektoren besitzen eine eindeutige geometrische Ausrichtung, woraus durch mathematische Verfahren Position und Orientierung errechnet werden. Für Spezialanwendungen kann man zum Beispiel auch Reflektoren an den Fingern anbringen, die es ermöglichen, Handgesten zu erkennen.

Wo wird Virtual Reality angewandt?

Virtual Reality wird sehr vielseitig in den unterschiedlichsten wissenschaftlichen Disziplinen eingesetzt. Grundsätzlich lassen sich zwei große Kategorien identifizieren: virtuelle Welten, die eine anwendungsspezifische Umgebung darstellen, und Visualisierungen von Datensätzen. Die virtuellen Welten werden beispielsweise zum Sicherheitstraining, in der Psychologie zur Bekämpfung von

Abb. 2: Aufbau des neuen Zentrums für Virtuelle Realität und Visualisierung am LRZ.



Phobien oder in der Architektur zur Veranschaulichung eines Gebäudes verwendet. Einige der prominentesten Anwendungsgebiete der Virtual Reality sind sicherlich die automatisierte oder computerunterstützte Segmentierung in medizinischen Datensätzen, das industrielle Design oder die Astrophysik.

Das neue Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung am Leibniz-Rechenzentrum

Um die diversen Anforderungen aus den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen zu unterstützen und aufgrund des steigenden Bedarfs an moderner Visualisierungstechnologie, insbesondere auch im Zusammenhang mit der Beschaffung des SuperMUC, wurde 2010 beschlossen, am Leibniz-Rechenzentrum ein Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung (V2C) einzurichten. Nach erfolgreicher Beantragung, Planungs- und Bauphase im Jahre 2011 begann Anfang 2012 die Innenausstattung des Zentrums.

Ausstattung: Powerwall und fünfseitige Projektionsinstallation

Das Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung beherbergt zwei immersive Projektionsinstallationen. Die Powerwall besitzt eine Projektionsfläche von 6 m x 3,15 m und wird von der Rückseite projiziert, um einen potentiellen Schattenwurf des Betrachters oder Präsentators zu vermeiden. Um eine hochwertige Darstellungsqualität in Stereo zu erreichen, wird sie mit zwei Sony 4K-Projektoren betrieben. Damit ist es möglich, lichtstarke 3-D-Graphik in einer 4-fachen HD-Auflösung (4.096 x 2.160 Pixel) in Echtzeit zu projizieren. Die Projektion erfolgt mittels passiver Stereodarstellung.

Die Ursprungsidee der fünfseitigen Projektionsinstallation basiert auf dem Konzept der CAVE von Carolina Cruz-Neira. Hierbei befindet sich der Benutzer in einem Würfel mit projizierten Seitenflächen, die sein Blickfeld vollständig abdecken. Bei der Installation im Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung wird jede der fünf 2,7 m x 2,7 m großen Würfelseiten mit zwei HD-Stereo-Projektoren bespielt, wobei ein Projektor die obere Seite der Projektionsfläche ansteuert

und ein weiterer die untere Seite der Projektionsfläche. Damit eine einheitliche Projektion entsteht, werden die Bilder beider Projektoren in einem mittleren Streifenbereich überlappt und zur Kante hin linear abgedunkelt. Die Projektion erfolgt im Falle der fünfseitigen Projektionsinstallation mit Hilfe aktiver Stereodarstellung.

Aufwändige Bauarbeiten

Um beim Bau des Zentrums für Virtuelle Realität und Visualisierung die bestmögliche Darstellungs- und Interaktionsqualität zu realisieren, mussten viele bauliche Aspekte berücksichtigt werden. In der Planungsphase wurden spezifi-



Abb. 3: Die Konstruktion der fünfseitigen Projektionsinstallation im Bau.

sche bau- und medientechnische Problemstellungen analysiert und wie folgt umgesetzt: Der Zugang in den fünfseitigen Projektionsraum sollte ebenerdig erfolgen, weswegen ein eigenes Zwischengeschoss eingezogen wurde. Damit teilt sich das Zentrum in einen Technikraum im Keller, der die Bodenprojektion sowie die notwendigen Rechnersysteme zum Betrieb der Anlagen beherbergt, und einen Betrachter- und Benutzerbereich im Erdgeschoss, welcher mit Kontrollterminals und einer Tribüne mit 21 Kinositzen ausgestattet ist (Abb. 2).

Eine wichtige Anforderung ist die vom Zwischenboden unabhängige Installation der Projektionstechnik. Hierbei werden die fünfseitige Projektionsinstallation sowie die Powerwall auf einem separaten Gerüst installiert und sind somit freistehend und nur mit flexiblen Schnittstellenelementen mit dem Zwischenboden verbunden, um Schwingungsübertragungen zu vermeiden (Abb. 3). Die Projektoren der fünfseitigen Projektionsinstallation sind an Wänden, Decke und



verschlossen bleiben. Zusätzlich ist geplant, eine Visualisierung des Ursprungszustandes der Grabkammer durchzuführen.

2 Vernetzte Welten – immersive, räumlich getrennte Architekturvisualisierung

Im Bereich der Architektur arbeitet das LRZ eng mit dem Institut für Architekturinformatik der TU München unter der Leitung von Frank Petzold zusammen. Hier werden beispielsweise Projekte realisiert, bei denen es darum geht, intuitive Interaktionsmöglichkeiten auf einem von der TU München entwickelten Rückprojektionstisch zu nutzen und die Darstellung der

Abb. 4: Die Grabkammer von Karaburun.

Fundament aufgehängt oder platziert. Aufgrund des Gewichts ist dies bei den 4k-Projektoren der Powerwall nicht möglich, sie sind auf einem Tisch platziert, der unabhängig vom Zwischenboden ist.

Damit Kühlung und Schallemission der Projektoren besser kontrolliert werden können, werden sie separat „eingehaust“. Die einzelnen Bereiche, in denen die Projektoren installiert sind, sind räumlich abgetrennt, um Streulicht zu vermeiden und den Einfluss auf andere Projektionsflächen zu reduzieren. Generell werden Spiegel eingesetzt, um die Projektionsdistanzen zu verkürzen und somit den Raumbedarf der Installationen zu verkleinern. Um eine Echtzeitvisualisierung rechenintensiver Datensätze durchzuführen, wird eine direkte 10 Gigabit-Ethernet-Verbindung zum SuperMUC installiert.

Projekte und Nutzer

Typisch bei Virtual Reality und Visualisierung ist eine sehr heterogene Anwendergruppe. Eine kurze Beschreibung von Beispielprojekten, die zurzeit am Leibniz-Rechenzentrum durchgeführt werden, zeigt eindrucksvoll den vielseitigen Nutzen der neuen Anlagen.

1 Virtuelle Rekonstruktion der Grabkammer von Karaburun

Die Rekonstruktion von archäologischen Stätten, z. B. der Grabkammer von Karaburun in der heutigen Türkei in Zusammenarbeit mit Latife Summerer und Andreas Hartmann (Institut für klassische Archäologie, LMU München), kann einem großen Publikum Zugang zu Orten gewähren, die der Öffentlichkeit normalerweise

Resultate in einer immersiven Umgebung wie der fünfseitigen Projektionsinstallation direkt zugänglich zu machen. Der Benutzer des Tisches kann Objekte, die Gebäudevolumen symbolisieren, auf diesem Tisch platzieren, sich beispielsweise den Schattenwurf errechnen lassen und die somit entstehenden Straßenzüge in der geplanten Größe betreten.

3 EnergyViz

Um einen besseren Einblick in die komplexen Zusammenhänge von Energieverbrauch, Kühlung und Auslastung im Bereich des Hochleistungsrechnens zu bekommen, arbeitet Christoph Anthes am LRZ an der Möglichkeit der immersiven Echtzeitvisualisierung von Sensordaten eines Supercomputers. Ein Teil des klassischen Monitorings kann hiermit in eine virtuelle Umgebung übertragen werden; auf der anderen Seite lassen sich Zusammenhänge zwischen Benutzer und Energieverbrauch einfacher in der 3-D-Darstellung erkennen. ■

DIE AUTOREN

Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller ist Lehrstuhlinhaber am Institut für Informatik der LMU München, Mitglied des Direktoriums des Leibniz-Rechenzentrums der Bayerischen Akademie der Wissenschaften und Scientific Director des Center for Digital Technology & Management (CDTM). Er ist Mitgründer der EGI.eu-Organisation und deutscher Repräsentant im EGI Council (European Grid Initiative). Er leitet das MNM-Team (Munich Network Management Team), das sich mit Netzen und verteilten Systemen beschäftigt. Am LRZ verantwortet er die Bereiche Visualisierung und Virtual Reality sowie Grid Computing.

Dr. Christoph Anthes studierte in Trier Angewandte Informatik (Anwendungsfach Medizin) und an der University of Reading Computer Science (Network Centred Computing). 2009 wurde er an der Universität Linz im Bereich Virtual Reality promoviert. Seit September 2011 leitet er das Team für Virtuelle Realität und Visualisierung im Leibniz-Rechenzentrum. Im Sommer 2012 unterrichtet er das Fach Virtual Reality an der LMU München.