



Kompetenzzentrum „Virtual Reality and Visualization“

Virtuelle Welten: Abenteuer im Kopf

Competence Centre for Virtual Reality and Visualization

Stadtmodelle

Seit etwa 1994 entstehen am Institut Computermodelle von Stadtteilen oder ganzen Städten (Gruber u.a., 1995) (Holzer, 1998). Von Anfang an war von Interesse, dabei so genannte fotorealistische Modelle erzeugen zu können. Zweck dieser Stadtmodelle war die Erleichterung des Überganges vom traditionellen 2-dimensionalen Geographischen Informationssystem (GIS) auf 3 Dimensionen zum so genannten 3D-GIS. Anwendungen sind vielfältig, vielleicht noch weitläufiger als die vielen Anwendungen des 2D-GIS. Eine ganz wesentliche Erweiterung ist der virtuelle Tourismus und die Erfahrung des städtischen Raumes aus der Entfernung.

Die Stadtmodelle erfordern den Umgang mit großen Datenmengen. Nehmen wir an, dass die Genauigkeit von ± 1 cm in XYZ angestrebt wird, dass ein Detailreichtum durch Darstellung aller Objekte sicherzustellen ist, welche grösser als 30 cm sind, dass eine fotografische Textur mit einer Pixelgröße von 2 cm notwendig ist, um alle Auflösungsbedürfnisse zu befriedigen. Damit muss eine mittlere Stadt wie Graz mit einer Datenmenge von 250 Terabytes rechnen.

Diese Themenstellung hat in der Vergangenheit am Institut eine Reihe von Dissertationen befruchtet, die aber vor dem Berichtszeitraum abgeschlossen wurden, zum Beispiel die Arbeiten von Kofler (1997) und Gruber (1998).

Virtual und Augmented Reality

Die immersive Erfahrung von dreidimensionalen Datenwelten ist Gegenstand der virtuellen Umgebungen (Virtual Reality, VR). Der Mensch schließt sich von der realen Welt ab, indem den Augen zwei Monitore vorgeschaltet werden: nur diese Monitore können wahrgenommen werden. Die Bewegungen des betrachtenden Menschen müssen nun erfasst werden, damit daraus eine Veränderung der Präsentations-Geometrie der Daten berechnet werden kann, welche in etwa jene Wirkung haben soll, die beim natürlichen Sehen auch erfahren wird. Damit wird die physische Bewegung durch eine Änderung des visuellen Eindruckes unterstützt. Nicht nur der Sehsinn muss betroffen sein, es kann auch andere Sinne berühren, insbesondere die Akustik. Der Mensch kann die drei Dimensionen der Datenwelt "erwandern".

Schließt man sich als Betrachter nicht von der realen Welt ab, sondern lässt man die reale Welt gemeinsam mit den Computermodellen auf die Augen wirken, dann entsteht eine Notwendigkeit, die Interaktion zwischen den realen Objekten und den gerechneten Computermodellen zu berücksichtigen. Dies ist Gegenstand der so genannten Augmented Reality (AR), in welcher der halbdurchsichtige "Head-Mounted Display HMD" im Zentrum steht.

In einem ersten FWF-Projekt wurde gemeinsam mit dem Institut für Computergrafik und Algorithmen der TU Wien die Studierstube entwickelt. In Wien entstand das eigentliche Augmented RealitySystem, in Graz hingegen die Verfolgung der Kopfbewegungen (Auer, 2000). Diese müssen für die Anwendungen der AR wesentlich genauer bekannt sein als im VR, denn jede Ungenauigkeit resultiert in Konflikten zwischen der wahrgenommenen realen Welt und den computergerechneten und eingespiegelten Objekten. Damit können zwei und mehr Personen gemeinsam einen Datenraum erfahren, welcher der realen Welt überlagert wird. Anwendungen sind leicht zu finden. In der Medizin wird dem Gesichtsfeld des Operateurs nicht nur der Patient präsentiert, sondern auch ein Modell des vordem ermittelten und nun zu operierenden Tumors überlagert. Bei der Reparatur eines Apparates wird dem Techniker ein Modell der Teile eingespiegelt, sodass die Reparatur wesentlich erleichtert wird. Dem Museumsbesucher wird ein Computermodell eines vervollständigten Artefaktes zum Vergleich mit dem tatsächlich dargestellten Bruchstück vermittelt.



3D Stadtmodell Graz: aus Geometriedaten (siehe Dreiecksmaschen links) wird Fotorealismus durch Überlagerung mit fotografischer Textur (rechts)

K-Plus Zentrum Virtual Reality und Visualisierung (VRVis)

Zwölf Kompetenzzentren wurden bisher im Rahmen von Regierungsinitiativen in Österreich errichtet. Seit 2000 befasst sich VRVis mit der Anwendung von virtuellen Umgebungen, der Augmented Reality und von drei- und mehr-dimensionalen Computermodellen. Teilgebiete sind das so genannte Virtual Habitat (das sind die dreidimensionalen Stadt- und Landschaftsmodelle), die Medizin, der Entwurf von Teilen im Maschinenbau, schließlich das Marketing. Neun Firmen arbeiten mit 5 wissenschaftlichen Instituten zusammen und betreiben zu diesem Zweck eine VRVis-GmbH in Wien mit insgesamt 36 Mitarbeitern.

Von der TU Graz sind 2 Institute beteiligt. Das Institut für maschinelles Sehen und Darstellen ist Gastgeber einer Außenstelle der VRVis-GmbH und betreut das Teilprojekt „Virtual Habitat“ mit etwa 4 wissenschaftlichen VRVis-Mitarbeitern (Karner u.a., 2001). Diese entwickeln einen City-Scanner zur raschen Modellierung ganzer Strassenzüge, und es entsteht ein Datenbankmodul zur Verwaltung und Visualisierung der gewaltigen Datenmengen, die der Cityscanner produziert. Von Interesse ist hier der Datenzugang via das Internet und der geschickte Umgang mit den großen Datenmengen unter Beachtung der Beschränkungen des Datenverkehrs im Internet. Dazu laufen am Institut interne Zusatzprojekte, welche die VRVis-Initiative unterstützend erweitern. Am Institut für elektronische Messtechnik wird das Thema "Tracking" als Basisforschungsprojekt zur Unterstützung von Augmented-Reality-Entwicklungen bearbeitet.

Virtual worlds: adventures of the mind

Since about 1994 the Institute is creating computer models of cities and buildings (Gruber et al., 1995). Figure is from a Diploma Thesis by Holzer (1998). The interest was in true 3-dimensional models and their visualizations with a photo-realistic quality. A transition from traditional two-dimensional Geographic Information Systems (GIS) to three dimensions was the driving force for the initiative.

Large data quantities are a feature of such 3D city models. If detail is modeled at a resolution of 30 centimeters, a geometric accuracy is desired at ± 1 cm, and if the texture detail is with

pixels of 2 cm, then a mid sized city such as Graz will require data quantities of 250 terabytes.

It becomes very quickly obvious that the interest in obtaining such data exists if it is available at a cost not that different for the original 2-dimensional GIS. Therefore research is being carried out to find methods of automation suitable to reduce the manual work for data collection. Since 1994, the Institute has been sponsoring diploma theses and doctoral dissertations to improve the level of automation in creating 3D data for city models.

Virtual and Augmented Reality

Once 3D data exist, it becomes immediately of interest to experience such data in 3 dimensions. This leads to Virtual Environments to immerse the computer user in 3D data, and to Augmented Reality to have computed objects successfully interact with the visually perceived real world. Virtual Environments, also referred to as Virtual Reality, work with computer generated data only, and excludes visual inputs from the real world. The user is equipped with a head-mounted display (HMD) with non-transparent glasses serving as monitors. However, the user's real world motions with their changes in position and attitude need to be measured and build an input to change the visual inputs to the user. These measurements are referred to as "tracking".

Augmented reality is also immersive and also needs to track the user's positions and attitudes, but it does not shut off the user from visual inputs from the real world. However, computer generated 3D objects get inserted and added into the visual inputs of the user, so that a combined system of real world and computer generated objects is being presented to the user. The head-mounted display in this case has glasses (monitors) that are "see-through".

The Studierstube Project

Augmented Reality came to life at the Institute via an FWF-project jointly proposed and carried out with the Institute for Computer Graphics at Vienna University of Technology. The "Studierstube" is a laboratory environment for Augmented Reality with multiple head-mounted displays for simultaneously having multiple users experience a coordinated manner. In addition the system includes the magnetic and optical tracking of the user, and a handheld panel to help in the interaction of the user with the real and virtual data presented via the HMD. The Vienna group focussed on the integration of the system and the handheld panel, the Graz group developed optical tracking technology.

The Studierstube is currently being improved both in Vienna and in Graz, for example to serve as a tool in medical radiology and surgery, where 3D data need to be processed and visualized to doctors and staff before a patient is being operated on.

Competence Center for Virtual Reality and Visualization

The series of projects in 3D city modeling and in Augmented Reality positioned the Institute as one of 5 academic partners in a 7-year competence center K-Plus for Virtual Reality and

Visualization (VRVis). This has 3 application areas, one of which addresses city models and is entitled "Virtual Habitat". A second Institute of Graz University of Technology addresses "optical tracking", while the other 3 Institutes all are in Vienna. The image shows an early result of the Virtual Habitat project: fully automated methods are being developed to extract city building shapes and photographic texture from series of digital camera imagery and from laser scans. The virtual habitat segment of VRVis aims (1) at a hard- & software system to collect image and distance data from a moving vehicle, (2) a suitable data base concept to store, query and retrieve the data, and (3) at sending such 3D objects through the internet at improved throughput.

Four people are currently forming the VRVis-team for Virtual Habitat at the Institute, augmented by University staff, and cooperating closely with staff from a European project in archeology, also aiming at a virtual habitat, however not of a currently existing site, but of a lost world at an archeological site.

Multiple Virtual Reality Projects Interconnect Synergistically

VRVis, processing of spatial data from archeology, medical virtual liver operations and various student projects all currently interact at the Institute using related hardware and software components. It has been remarkable that all have agreed on a specific common software approach. The result is a General Image Processing Library GIPLib currently in use in all student projects, diploma theses and dissertations. This motivates individual members of various teams and projects to interact and cooperate, taking advantage of one another's software