

# Wissensbasierte Agenten zur Raumkonfiguration in einer Virtuellen Entwurfsumgebung

(Abstrakt)

Yong Cao, Britta Lenzmann, Norbert Siekmann & Ipke Wachsmuth

Wissensbasierte Systeme / KI

Projekt VIENA

Technische Fakultät

Universität Bielefeld

Postfach 10 01 31

4800 Bielefeld 1 (33501 Bielefeld)

{yong, britta, norbert, ipke}@techfak.uni-bielefeld.de

Mit dem rapiden Anstieg der Verarbeitungsleistung von Rechenanlagen für den wissenschaftlich-technischen Anwendungsbereich haben sich in den letzten Jahren bedeutende Perspektiven für neue Einsatzmöglichkeiten von Hochleistungsrechnern eröffnet. Der Einsatzbereich der Computer hat sich von symbolischer Verarbeitung, 2D Grafik zur 3D Virtuellen Realität ausgebreitet. Einen zunehmend wichtigen Anwendungsbereich nimmt die Darstellung komplexer dreidimensionaler Objektszenen ein, die nach den Vorstellungen des Anwenders in Echtzeit auf dem Bildschirm bewegt werden können. Grafikcomputer, für die besondere Hardware-Architekturen zur Ausführung von Prozessen der Bilderzeugung entwickelt wurden, können solche Visualisierungsprozesse wesentlich effektiver als die mittlerweile fast klassische Universal-Workstation ausführen. Dadurch können z.B. Architekten ihre Entwürfe von allen Seiten visualisieren, betrachten und modifizieren, bevor ihre Entwürfe in der physikalischen Welt realisiert werden. Um die technische Umsetzung von dem kreativen Entwurf zu trennen, wird eine benutzerfreundliche, interaktive Software-Schnittstelle erwünscht. Neue Forschungsrichtungen schlagen die Realisierung wissensbasierter Agenten für diese Interaktion (Knowledge-based agents for interactive guidance) in Virtuellen Umgebungen vor (s. Computer Graphics, Vol 26(3)).

In den bisherigen VR-Systemen sind Methoden der KI teilweise bereits im Einsatz. Es wird z.B. eine Wissensbasis für ein VR-Modell eingerichtet. In solchen Wissensbasen werden nicht nur die geometrischen und materiellen Informationen der physikalischen Objekte festgehalten, die in der Szene dargestellt werden sollen, sondern auch Informationen über (physikalische) Eigenschaften der Objekte wie etwa über ihre Funktionalität oder über Constraints zwischen den Objekten gespeichert. Damit kann das System feststellen und entsprechend visualisieren, wie Objekte unter gegebenen Randbedingungen bewegt werden können. Allerdings sind solche Bewegungen entweder durch interne vorprogrammierte Prozeduren oder durch externe Mittel (z.B. Data-Glove oder Spaceball) gesteuert.

In diesem Beitrag wird das Projekt VIENA vorgestellt, in dem wir vorhaben, Objekte in einer virtuellen Entwurfsumgebung durch Agenten-vermittelte sprachliche Kommunikation interaktiv zu manipulieren (s. Wachsmuth [1993]). Ein Hauptarbeitspunkt ist die Konstruktion situierter Agenten, die einerseits mit Menschen kommunizieren, um die Aufgabenstellung ent-

gegenzunehmen, und andererseits z.B. die Rauminferenz und Bewegung der Objekte im virtuellen Raum durchführen. Dadurch soll die räumliche Anordnung der Objekte im virtuellen Raum nach Anweisung ("bringe die Schüssel unter dem Tisch") in Echtzeit entsprechend verändert werden. Abb. 1 ist eine schematische Darstellung der Beziehung zwischen Mensch, Agent und technischen Systemen.

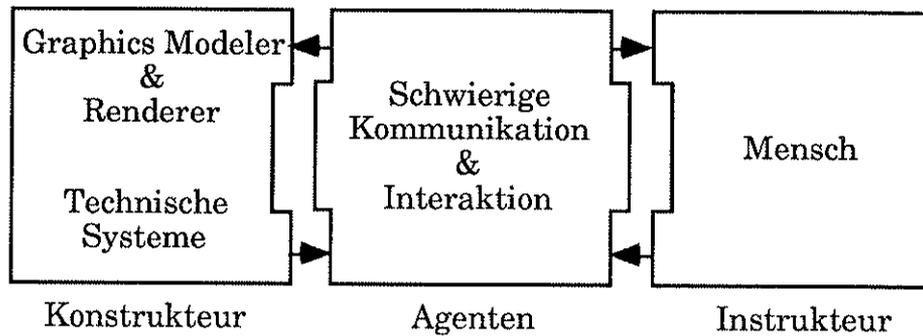


Abb. 1: Die Rolle der Agenten

### Rauminferenz

Um ein Raumobjekt zu lokalisieren, wird ein Referenzobjekt (RO, s. Habel [1988]) sowohl von dem menschlichen als auch vom künstlichen System benötigt. In diesem Sinne ist eine Koordinaten-Angabe auch als ein Referenzobjekt zu betrachten. In der alltäglichen Situation benutzt man häufig Raumobjekte als Referenzobjekte. So versteht man die Lokalisation eher durch eine aus dem mathematischen Koordinaten-System abgeleitete "qualitative" Relation wie etwa: "Kiel liegt nördlich von Hamburg", als durch die genauen Koordinaten des Raumobjekts Kiel. Dies wäre z.B. der Längen- und Breitengrad von Kiel im Längen-Breiten-System, der nur für Experten in Hinblick auf spezielle Anwendungen nützlich ist (s. Cao [1993]). Eine solche "qualitative" Relation ist im Vergleich zu den Koordinaten nicht nur ungenau, sondern auch von Situation zu Situation durch unterschiedliche Bezugssysteme bestimmt. Im allgemeinen Verständnis ist die Distanz z.B. zwischen dem Hauptbahnhof und dem Rathaus ("Der Hauptbahnhof liegt südlich vom Rathaus") viel kürzer als die zwischen Kiel und Hamburg, obwohl sie durch dieselbe qualitative Relation "nördlich von" beschrieben sind.

Eine andere Ausprägung der Rauminferenz, hinter der dasselbe kognitive Prinzip steht, ist die Objekterkennung, -feststellung bzw. die räumliche Fokussierung des Objekts anhand der "qualitativen" Relation. Bei den Aussagen wie "die Schüssel ist auf dem Tisch" und "das Muster ist auf dem Tisch" wird die Relation "auf" als (3D-)Ortsangabe (für Schüssel) oder als Eigenschaft (Muster) in Beziehung zum Tisch interpretiert.

Die Agenten in Abb. 1 sollen u.a. die Rauminferenz in technischen Systemen umsetzen. Situiertere Agenten sollen über alle geometrischen und physikalischen Informationen bzw. Eigenschaften der Objekte im virtuellen Raum und alltägliches Wissen über Objekte im physikalischen Raum verfügen. Nach der Durchführung "Bringe die Schüssel unter den Tisch" wird die Schüssel einerseits unter die Tischplatte und andererseits nicht in der Luft, sondern auf dem Boden (falls der Tisch auf dem Boden steht) wieder platziert. Spezielle Hard- und Software bietet außerdem noch die Möglich-

keit, den Vorgang der Operation "bringen" zu animieren. Diese Operation wird von Agenten in eine Reihe von Sub-Operationen zerlegt. Die physikalische Eigenschaft der Tischplatte soll dann im Gegensatz zu den herkömmlichen (3D-)Grafiksystemen verhindern, die Schüssel gegen physikalische Gesetze direkt durch die Tischplatte nach unten zu bewegen.

Das Wort "situiert" deutet darauf hin, daß die gezogene Rauminferenz aus der Kommunikation mit dem Instrukteur und alltäglichem Wissen entsteht. Um die Verständigung mit dem Instrukteur zu gewährleisten, verfügen die Agenten über die Perspektive des Instrukteurs und die aktuellen Informationen der Szene, die der Instrukteur gerade vor dem Bildschirm sieht. Durch die Integration von alltäglichem Wissen und situierter Informationen ist es möglich, die Mehrdeutigkeit der Instruktionen zu verhindern, und somit eine passende virtuelle Welt als Ergebnis zu schaffen.

### Systemstruktur\*)

Spezielle Hard- und Software werden hier erforderlich, um das Szenario in Echtzeit zu manipulieren. Im Projekt VIENA wird eine Silicon Graphics Elan 4000 eingesetzt, die mit einer Grafik-Engine ausgerüstet ist und Hardware-Shading (Renderer) unterstützt. Als Modeler wird ein 3D-Animationssystem SOFTIMAGE verwendet, das virtuelle Objekte "fotorealistisch" modellieren kann. Einsatzgebiete sind normalerweise in Branchen wie (TV-)Werbung, Trickfilm und Architekturdesign zu finden. In dieser Software ist es nicht vorgesehen, modellierte virtuelle Objekte außerhalb der Menü-Umgebung durch ein anderes Programm direkt zu manipulieren. Es gibt allerdings 256 freie Channels, die mit speziellen Treibern belegt werden können, um die Parameter der Objekte zu verändern. Diese Channels sollen in VIENA verwendet werden, um das KI-System mit dem Grafik-System zu koppeln.

Das Szenario hat folgenden Aufbau: Ein Instrukteur kontrolliert den entstehenden Entwurf über Sicht-Ausgabemedien. Seine Änderungswünsche werden durch einfache sprachliche Instruktionen zum System übermittelt (z.B. "Bringe den Tisch mehr nach vorn") und evtl. durch andere VR-Eingabemedien wie Data-Glove, Space-Ball usw. ergänzt (z.B. "der Tisch da", wobei "da" durch eine Richtungsgeste grob spezifiziert wird).

Die Agenten, die diese Änderungswünsche entsprechend durchführen sollen, müssen folgende drei Aufgaben bewältigen: (s. Abb. 2).

### **Übersetzung & Repräsentation:**

Es handelt sich um eine Übersetzung der "einfachen" sprachlichen Instruktionen oder der Eingaben von Data-Glove (z.B.) in eine interne Repräsentation. Durch Ausnutzung von Wissen über die letzten Manipulationen, Informationen über die Szene (gleich der Ausgangsszene der nachfolgenden Operationen), Weltwissen und die quantitative Handhabbarkeit räumlichen Wissens (z.B. Habel & Pribbenow [1988], Khenkhar [1989], Schirra [1989]) soll eine Ziel-Szene in bezug auf die Ausgangsszene erstellt werden. Zu dem

---

\*) Diese Systemstruktur haben wir in der letzten Zeit weiter entwickelt und konkretisiert. Ein ausführlicher Bericht über den neuesten Stand der Arbeit wird erscheinen in: Cao, Yong & Wachsmuth, Ipke (1993): Situated Space Agent for 3D Graphics Design. *Proc. Virtual Reality Vienna 1993, The Global VR-Focus in Europe*, 1.-3. Dec. 1993, Wien.

Beispiel "Bringe den Tisch mehr nach vorn" wird zunächst das Objekt "der Tisch" in der Szene durch Inspektion der Szene sowie durch Wissen über letzte Manipulationen eindeutig bestimmt. Anschließend wird die Operation durch eine passende Bewegungsrichtung und Entfernung des Tisches anhand einer Interpretation "mehr nach vorn" repräsentiert. In einem Basis-System wird die Ziel-Spezifizierung über die Channels direkt zum Modeler/Renderer weitergeleitet und dort ausgeführt, und somit wird die Ziel-Szene im Ausgabemedium visualisiert.

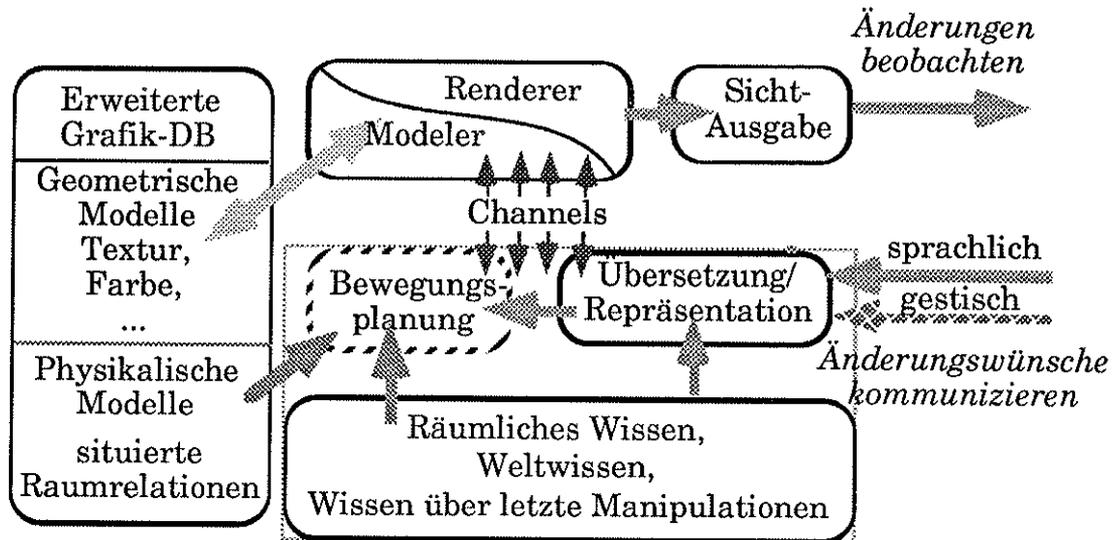


Abb. 2: Systemstruktur

### Planung:

In einem komplexen System kann die Durchführung der Operation auch vom Monitor beobachtet werden. Dazu benötigen wir weitere Planungsagenten, die den Pfad der Bewegung mit Berücksichtigung der physikalischen Eigenschaften der Objekte in der Szene berechnen. STRIPS-artige Regeln und Strategien können für die Planung verwendet werden. Um das Frame-Problem geeignet zu behandeln, sind darüber hinaus Geometrie-Information aus der Grafik-Datenbank auszunutzen. Über die Channels wird die Bewegung vom Modeler/Renderer "kontinuierlich" visualisiert.

### Channels:

Die Agenten, die für die Channels zuständig sind, sorgen dafür, daß die Informationen zwischen virtueller Welt und symbolischer Repräsentation umgesetzt werden. Mit Hilfe dieser Agenten können die Informationen der Objekte in der Szene gelesen werden und Manipulationen dieser Objekte außerhalb des Modelers/Renderers kontrolliert werden.

Der Modeler verwaltet die grafische Datenbank, in der die Sichtinformationen der Objete (Formen, Materialien und Texturen) gespeichert werden. Wir werden in diesem Projekt außerdem noch weitere, z.B. physikalische Eigenschaften dieser Objekte repräsentieren, und deshalb die grafische Datenbank erweitern. So wird ein Objekt z.B. nicht nur Holz-Textur zugeordnet, sondern es wird auch unter Holz klassifiziert. In der Wissensbasis werden dann die Auswirkungen solcher physikalischer Eigenschaften im Raum eingetragen, wie etwa: Ein Holzbrett wird immer von einem anderen Objekt unterstützt, oder: Jedes Holzbrett ist eine Barriere. Durch Anwendung dieser Regeln lassen Agenten dann ein Holzbrett im virtuellen Raum

nicht in der Luft hängen und ein anderes Objekt nicht vom Holzbrett durchdringen. In der Wissensbasis werden noch situierte Raumrelationen wie links-von, vorn, ... gesammelt und laufend aktualisiert, so daß Agenten eine entsprechende Rauminferenz über Objekte im virtuellen Raum, die vom Instrukteur gewünscht wird, ziehen können.

## Literatur

- Cao, Y. (1993): Zur Darstellung und Verarbeitung von Wissen über Himmelsrichtungen - Geometrische und Kognitionswissenschaftliche Aspekte -. Dissertation des Fachbereich Informatik der Universität Hamburg. DISKI-33, St. Augustin.
- Habel, Chr. (1988): Prozedurale Aspekte der Wegplanung und Wegbeschreibung. In: H. Schnelle & G. Rickheit, Hrsg., Sprache in Mensch und Computer. Westdeutscher Verlag, Wiesbaden.
- Habel, Chr. & S. Pribbenow (1988): Gebietskonstituierende Prozesse. IBM LILOG-Report 18.
- Khenkhar, M. (1989a): Eine objektorientierte Darstellung von Depiktionen auf der Grundlage von Zellmatrizen. In: Ch. Freksa & Ch. Habel, Hrsg., Repräsentation und Verarbeitung räumlichen Wissens. Springer-Verlag:Berlin.
- Khenkhar, M. (1989b): DEPIC-2D: Eine depiktionale Komponente zur Repräsentation und Verarbeitung räumlichen Wissens. In: D. Metzinger, Hrsg., Proc. GWAI-89. Springer-Verlag:Berlin.
- Schirra, J. (1989): Ein erster Blick auf ANTLIMA: Visualisierung statischer räumlicher Relation. In: D. Metzinger, Hrsg., Proc. GWAI-89. Springer-Verlag:Berlin.
- Wachsmuth, I. (1993): Virtual Environments and Situated Agents. International workshop on Graphics & Robotics. Schloß Dagstuhl, FRG.