

# Situierte Instruktionsverarbeitung im CODY Virtuellen Konstrukteur

Bernhard Jung, Ipke Wachsmuth

Universität Bielefeld, Technische Fakultät, Postfach 100131,  
D-33501 Bielefeld, Germany  
{jung,ipke}@TechFak.Uni-Bielefeld.DE

Der CODY<sup>1</sup> *Virtuelle Konstrukteur* ist ein wissensbasiertes System, das die interaktive Montage von komplexen Aggregaten aus 3D-computergraphisch visualisierten Bauteilen ermöglicht. Der Benutzer kann die Graphikszene aus verschiedenen Perspektiven betrachten und mittels einfacher natürlichsprachlicher Instruktionen verändern. Der Virtuelle Konstrukteur kann als situiertes, in die virtuelle Umgebung gekoppelter Interface-Agent verstanden werden, der die Graphikszene wahrnehmen und in dieser handeln kann. Bei der Verarbeitung von Benutzerinstruktionen wird sowohl konzeptuelles Wissen über die Bauteile und entstandenen Aggregate als auch der situative Wahrnehmungs- und Handlungskontext berücksichtigt.

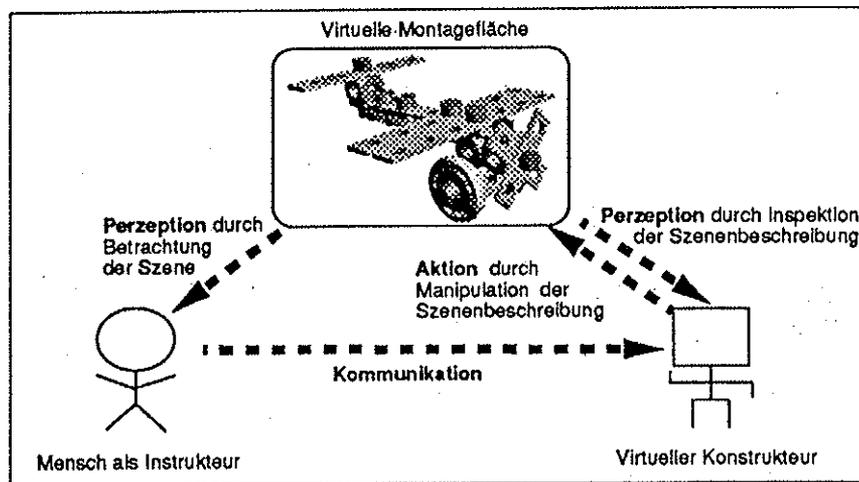


Abbildung 1. Instrukteur-Konstrukteur-Szenario auf der virtuellen Montagefläche

*Beispielszenario.* Der Virtuelle Konstrukteur wird am Beispiel der Montage eines einfachen Flugzeugmodells aus den visualisierten Teilen eines Holzbaukastens erprobt. Abbildung 1 veranschaulicht das Instrukteur-Konstrukteur-Szenario auf

<sup>1</sup> Diese Arbeiten werden im Teilprojekt CODY ("Concept Dynamics"), des Sonderforschungsbereichs "Situierte Künstliche Kommunikatoren" (SFB 360) an der Universität Bielefeld unter Förderung durch die DFG durchgeführt.

der virtuellen Montagefläche. Derzeit kann der Virtuelle Konstrukteur drei Handlungsarten auf der Montagefläche ausführen: Fügen von Bauteilen, Trennen von Bauteilen und Drehen von Teilaggregaten [1]. Um in Instruktionen auf bestimmte Konstruktionsobjekte (Bauteile und Aggregate) zu verweisen, kann der Benutzer den Objekttyp und verschiedene Eigenschaften (zum Beispiel Farbe, Form, Größe und räumliche Lage) ansprechen. Beispiele für Instruktionen sind:

- (1) > *Stecke die blaue Schraube unten in den Würfel*
- (2) > *Trenne die kurze Schraube vom großen Aggregat*
- (3) > *Verbinde die linke Schraube mit dem rechten, hinteren Ding*
- (4) > *Drehe das Leitwerk quer zum Rumpf*
- (5) > *Nimm die Felge von der Achse*

*Auswertung der Szenenbeschreibung.* Bei der Auswertung sprachlicher Kommunikationen des Instruktors inspiziert der Virtuelle Konstrukteur die aktuelle Szenenbeschreibung, um sich Information über die räumliche Anordnung der Bauteile zu beschaffen. Zum Beispiel hat der Würfel in Instruktion (1) an allen sechs Seiten Verbindungsstellen (*Ports*), in die die Schraube gesteckt werden kann. Indem der Virtuelle Konstrukteur auf der Montagefläche "nachschauf", welcher dieser Ports sich unten am Würfel befindet, kann einer von diesen als gemeinte Verbindungsstelle identifiziert werden. Auch Größenangaben werden ausgewertet, indem die Größe von Bauteilen und entstandenen Aggregaten in der Szenenbeschreibung "abgemessen" wird. Zum Beispiel wird in (2) bei der Auswertung von "die kurze Schraube" kürzeste sichtbare Schraube ausgewählt. Da dieselbe Schraube in einer Situation die längste, in einer anderen Situation aber die kürzeste sichtbare Schraube sein kann, kann die Schraube dementsprechend einmal als "lang" und ein anderes Mal als "kurz" bezeichnet werden.

*Auswertung der Benutzerperspektive.* Positionsangaben in Instruktionen werden durch Einbezug der aktuellen Benutzerperspektive verarbeitet. So wird zum Beispiel in (3) bei der Verarbeitung von "die linke Schraube" diejenige Schraube ausgewählt, die im aktuellen Blickfeld des Benutzers am weitesten links zu finden ist. Diese Schraube kann sich dabei durchaus in der rechten Hälfte des Benutzerblickfelds befinden, solange sie nur weiter links als alle anderen Schrauben liegt. Bei Kombinationen von Positionsangaben ("das rechte, hintere Ding") wird das Objekt ausgewählt, das die Summe der benannten Eigenschaften am besten erfüllt. Durch den Einbezug der Benutzerperspektive in die Instruktionsverarbeitung ergeben sich darüber hinaus weitere Heuristiken, die Mehrdeutigkeiten bei der Objektidentifikation auflösen können. Zum Beispiel werden sichtbare und nahe beim Instrukteur liegende Objekte bevorzugt ausgewählt.

*Auswertung konzeptueller Objektrepräsentationen.* Der Virtuelle Konstrukteur besitzt konzeptuelles Hintergrundwissen über die Bauteile und Baugruppen des Flugzeugmodells. Das aktuelle Wissen umfaßt zu jedem Zeitpunkt konzeptuelle Repräsentationen aller Bauteile und konstruierten Aggregate. Repräsentationen von Bauteilen beschreiben auch deren angenommene Rollen im entstehenden

Flugzeugmodell. Dadurch kann sich der Benutzer in Instruktionen auf komplexe Aggregate beziehen, in Instruktion (4) zum Beispiel "das Leitwerk", und Bauteile entsprechend ihrer Funktion in der Konstruktion benennen. Zum Beispiel wird in Instruktion (5) eine Schraube als "Achse" bezeichnet.

*Handlungsplanung und -ausführung.* Nachdem die in Instruktionen angesprochenen Objekte identifiziert sind, wird die auszuführende Handlung geplant, indem die Zielpositionen von geometrischen Bauteilbeschreibungen berechnet werden. Dabei ist ein Zugriff auf die konzeptuellen Objektrepräsentationen notwendig, da miteinander verbundene Bauteile gemeinsam bewegt werden müssen. Die Handlung wird durchgeführt, indem die Szenenbeschreibung entsprechend angepaßt und neu visualisiert wird. Dabei wird u.a. sichergestellt, daß die Geometriemodelle der Bauteile nicht in physikalisch ausgeschlossener Weise kollidieren.

*Aktualisierung der konzeptuellen Objektrepräsentationen.* Nach jeder Handlung werden die konzeptuellen Objektrepräsentationen an den neuen Montagestand angepaßt ("Dynamische Konzeptualisierung" [2]). Da Handlungen bei ihrer Ausführung in der Situation fehlschlagen oder Seiteneffekten unterliegen können, wird unter Heranziehung der Szenenbeschreibung festgestellt, welche Veränderungen auf der Montagefläche tatsächlich aufgetreten sind. Die Aktualisierung der konzeptuellen Beschreibungen umfaßt u.a. die Einführung neuer Objektrepräsentationen für entstandene Aggregate und die Zuschreibung von Rollen an die Bauteile entsprechend ihrer Verwendung im Flugzeugmodell. Da die Existenz von Flugzeugbaugruppen i.a. von der räumlichen Anordnung ihrer Bestandteile abhängt, zum Beispiel müssen im Flugzeugmodell die Tragflächen *quer* zum Rumpf montiert werden, finden in diesem Schritt weitere Zugriffe auf die Szenenbeschreibung statt [3].

*Implementierung.* Die Realisierung der beschriebenen Funktionen basiert auf einem im CODY-Projekt entwickelten Wissensrepräsentationsformalismus für dynamische Konzeptbeschreibungen. Diese integrieren zusätzlich den Zugriff auf 3D-computergraphische Szenenmodelle, um bei Bedarf weitere Information zu beschaffen. Das System ist in C++ implementiert und derzeit auf SGI-Workstations einsetzbar.

## Literatur

1. B. Jung, B. Lenzmann, und I. Wachsmuth. Interaktive Montage-Simulation mit wissensbasierter Grafik. SFB 360 Report 95/6, Universität Bielefeld, 1995.
2. B. Jung und I. Wachsmuth. Dynamische Konzeptualisierung. SFB 360 Report 94/9, Universität Bielefeld, 1994.
3. B. Jung und I. Wachsmuth. Integrating spatial and conceptual knowledge in virtual assembly (In diesem Band).