

Schnittstelle für die gruppenorientierte Arbeit mit CAD-Werkzeugen

BUILD-IT – Teamschnittstelle für CAD

Markus Meier, Martin Bichsel, Mathias Rauterberg, Peter Jeanmaire

Drei Institute der ETH und der Universität Zürich haben sich im Projekt BUILD-IT zusammengesetzt, um eine Schnittstelle für die gruppenorientierte Arbeit mit CAD-Werkzeugen zu entwickeln. Erste Anwendungen im Anlagenbau haben grosse Beachtung gefunden.

Die klassische Schnittstelle Mensch-Rechner, Bildschirm und Tastatur, hat zwar sukzessive Erweiterungen erfahren: hinzu kamen die Maus, die das Ansprechen der Funktionalitäten über Tastenkombinationen überflüssig machte, sodann das Tablett mit Griffel oder der Touchscreen. Die Interaktion Mensch-Rechner blieb jedoch weiterhin einzelplatzorientiert. Obwohl sich mit dem Ausbau der firmeninternen Client/Server-Netze und der öffentlichen Datennetze neue Möglichkeiten des teamorientierten Arbeitens, unter Umständen über grössere Distanzen hinweg, auftaten, scheiterte die rechnergestützte Zusammenarbeit einer Arbeitsgruppe am Fehlen einer geeigneten Schnittstelle. Die Grossbildprojektion stellt zwar ein Ausgabegerät für eine grössere Betrachtergruppe dar, aber es fehlt die Ergänzung durch ein entsprechendes Eingabegerät, so dass es nach wie vor nicht möglich ist, eine grössere Zahl von Personen computergestützt interaktiv und in Echtzeit zusammenarbeiten zu lassen.

Teamorientiertes CAD

Eine Schnittstelle für teamorientiertes Arbeiten würde vor allem für den Einsatz von CAD bei der Planung, Entwicklung und Kon-

struktion in der Industrie und im Bauwesen benötigt. Ein Beispiel für diese Bedarfssituation ist der Anlagenbau, der in der Vorprojekt- und Planungsphase durch mehrfache interaktive Arbeitszyklen gekennzeichnet ist. Der typische Ablauf der Vorbereitungsphase war bisher folgender:

- Der Auftraggeber tritt an einen potentiellen Lieferanten mit einem Anforderungsprofil heran.
- Der Lieferant erarbeitet auf der Basis von Grundrissen und mit Hilfe von Symbolen für die Anlagenkomponenten einen oder mehrere Konzeptvorschläge.
- In mehreren Treffen, die mit aufwendigen Reisen, Verzögerungen durch Postsendungen usw. verbunden sind, wird ein Layout festgelegt.
- Zwischen den Treffen arbeitet der Lieferant meist auf sich

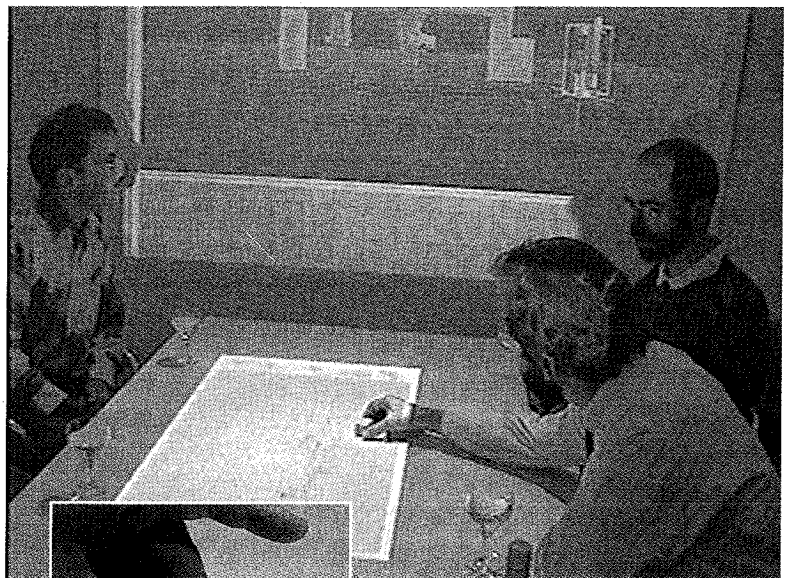


Bild 1. Verschieben des Klötzchens auf dem Grundriss.

BUILD-IT

Der Prototyp der Benützerschnittstelle besteht aus folgenden Hardwarekomponenten (Bild 2):

- einem hochauflösenden LCD-Grossbildprojektor, mit dem

Eine teamorientierte Benützerschnittstelle für CAD

der Grundriss der Anlage sowie die verfügbaren Baugruppen als 3D-Modelle vertikal auf die weisse Fläche des Besprechungstischs projiziert werden

- einer CCD-Kamera, die das projizierte Bild beobachtet
- einem Metallklötzchen mit reflektierender Oberfläche (Eingabelement), dessen Position, Ausrichtung und Bewegung von der CCD-Kamera registriert werden. Mit dem Klötzchen werden Designelemente selektiert, verschoben und gedreht. Die Selektion wird aufgehoben durch

Abdecken des Klötzchens mit der Hand

- einer Workstation Silicon Graphics O2 mit Prozessor R5000 und einem Standard-Audio-Video-Board

Wahlweise kann auf einem zweiten Projektionsschirm mit Hilfe eines weiteren LCD-Projektors eine 3D-Darstellung der Anlage gezeigt werden.

Projektoren und Kamera sind mit der Workstation verbunden, auf der die folgenden miteinander gekoppelt arbeitenden Softwarekomponenten installiert sind:

- die Echtzeitanalyse des Kamerabildes, mit deren Hilfe die Bewegungen und die Orientierung des Klötzchens dekodiert werden
- die Multimediaapplikation MET++, mit der die Benutzeraktivitäten interpretiert und in Szenenänderungen der horizontalen und vertikalen Projektionsbilder umgerechnet werden

allein gestellt, weil aus Kostengründen auf weitere Treffen verzichtet wird, das heisst, der Auftraggeber ist nicht direkt mitgestaltend beteiligt. Dadurch können sich grössere Diskrepanzen der Auffassungen ergeben, die nachträglich aus dem Weg geräumt werden müssen, nachdem bereits wertvolle Zeit verstrichen ist.

Die Unterlagen für die Projektphase werden zwar heute im allgemeinen mit Hilfe von CAD-Systemen erarbeitet, aber da es an einer geeigneten Schnittstelle Mensch-Maschine fehlt, müssen sich Diskussionen über die Gestaltung der Anlage auf papierba-

sierte Dokumente (Pläne und verschiebbare, aus Papier ausgeschnittene Symbole oder reale physische 3D-Modelle der Anlagenkomponenten) stützen. Dieses Verfahren ist zwar flexibel und eignet sich auch für die Diskussion am Verhandlungstisch, aber die Zwischenschaltung von Papier verursacht einen Medienbruch. Die Änderungen können nur zeitversetzt auf das CAD-System zurückübertragen werden, und eine gewisse Fehleranfälligkeit bleibt bestehen.

Verfügbarkeit wird dringlich

Solange mit Papierdokumenten gearbeitet wird, bleiben ferner

die Möglichkeiten des modernen CAD wie 3D-Darstellung und Animation, das heisst die Möglichkeit, einen Wirklichkeitsraum künstlich zu erzeugen (Virtual Reality) oder durch zusätzliche Perspektiven zu erweitern (Augmented Reality), unausgenützt, und das in einer Phase, wo es um Konsensfindung innerhalb eines grösseren Personenkreises geht. Durch diese Möglichkeiten wird jedoch der Computer erst vom passiven Handwerkszeug zum aktiven Instrument für den Designprozess und erweitert damit wesentlich das Kreativitätspotential. Der Verfügbarkeit einer Mensch-Maschine-Schnittstelle für teamorientiertes Arbeiten auf CAD-Basis kommt also besondere Dringlichkeit zu. Dadurch würde die Anzahl der Planungszyklen verringert und damit die Planungsphase insgesamt verkürzt werden. Die Projektteilnehmer würden direkter und ohne Ausnahme in den Planungsprozess einbezogen werden, und Missverständnisse, Zweifel oder Fehler würden damit vermieden werden. Durch die erhöhte Flexibilität bei der Behandlung von Varianten

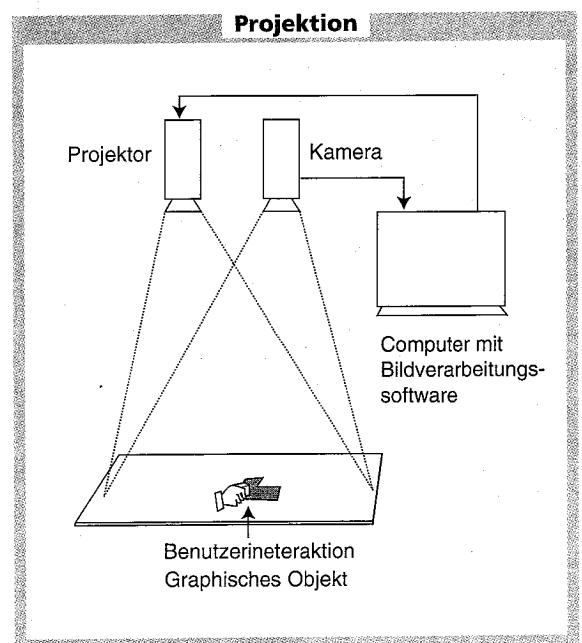


Bild 2. Schematischer Aufbau der Geräte über der neuen Arbeitsfläche.

und die gleichzeitige Darstellung des Planungsobjekts in verschiedenen Perspektiven würden der Variantenreichtum, der Gehalt und die Fehlerfreiheit des Designs erhöht werden.

Kooperation zwischen Hochschulinstituten

An der ETH und an der Universität Zürich befassen sich schon seit einiger Zeit verschiedene Institute aus unterschiedlichen Perspektiven mit dem Problem der Mensch-Maschine-Schnittstelle im Zusammenhang mit CAD-Verfahren. Die Institute haben sich zum gemeinsamen Projekt BUILD-IT mit dem Ziel zusammengefunden, diesem Problem zu Leibe zu rücken. Am Institut für Arbeitspsychologie der ETH (Prof. Ulich) suchte Mathias Rauterberg, Mitarbeiter des Instituts, nach einer Möglichkeit, die Interaktionsschleife Designdarstellung-Designveränderung zu schliessen.

Bei der Realisierung dieses Vorhabens und der Lösung der damit verbundenen Bildverarbeitungsprobleme konnte sich Mathias Rauterberg auf das diesbezügliche

MAIL-BOX

Prof. Dr. Markus Meier
Dr. Martin Bichsel
Institut für Konstruktion und Bauweisen
ETH-Zentrum/Gebäude CLA
Tannenstrasse 3
CH-8092 Zürich
Fax 01 632 11 81

Dr. Mathias Rauterberg
Institut für Hygiene und Arbeitspsychologie der ETH
Clausiusstrasse 25
CH-8092 Zürich
Fax 01 632 11 73

che Know-how am Multimedia-Lab der Universität (Prof. Stucki) stützen. Martin Bichsel, Spezialist auf dem Gebiet der Bildverarbeitung und Gestikererkennung, brachte seine Erfahrungen bezüglich Erkennung und Interpretierung von Objektbewegungen sowie auch der Darstellung hochkomplexer Objekte auf einer Projektionsfläche mit Hilfe der an diesem Institut entwickelten Multimedia-Entwicklungssoftware MET++ in das Projekt ein. Am Institut für Konstruktion und Bauweisen (IKB) der ETH (Prof. Meier) arbeitet eine Forschungsgruppe am Thema Produktdatenmanagement (PDM) mit Einsatz von Informationstechnologien. Man interessiert sich dafür, mit Einsatz des oben beschriebenen Verfahrens, ausgehend von scharfen oder unscharfen Kundenanforderungen und einer Palette von vorgegebenen Elementen, Anlagen oder Maschinen vollautomatisch zu konfigurieren. Das Engagement des Instituts in dem Schnittstellenprojekt ergab sich aus Erfahrungen und Kontakten heraus, über die das Institut im Sektor Anlagenbau verfügt und die es als den nötigen Praxisbezug in das Projekt einbringt. Martin Bichsel, der inzwischen in das IKB übergetreten ist, und Mathias Rauterberg ha-

ben in Zusammenarbeit im IKB an einem Besprechungstisch eine Anlage für die Gruppenarbeit realisiert.

Vom Konzept zum Prototyp

Die Entwicklung der Schnittstelle ist bis zum Stadium des Prototyps gediehen. Der Projektor der Vorrichtung projiziert beispielsweise den Grundriss einer Halle vertikal auf die Tischfläche (Bild 1). Die verfügbaren Anlagenteile werden als 3D-Bildmodelle am Rand des Plans bereitgehalten. Wird das Klötzchen, das die Funktion der Maus ersetzt und erweitert, auf eines dieser Elemente bewegt, so ist es selektiert und kann durch Verschieben des Klötzchens auf dem Grundriss hin und her bewegt werden (Bild 2). Auch Drehen des Objekts ist möglich. Im Gegensatz zur Maus fallen bei dieser Interaktionsmethode der Ort und die grafische Anzeige zusammen. Dadurch erhält der Benutzer den Eindruck, dass er das Element direkt mit seinen Fingern anfasst und manipuliert. So können geeignete Positionen für das Bauteil gesucht und eventuelle Konflikte mit andern Baugruppen oder konstruktiven Randbedingungen gelöst werden. Jeder der um den Besprechungstisch versammelten Diskussionsteilnehmer kann ins Geschehen eingreifen. So kann sich eine im höchsten Grad interaktive Planung entwickeln. Die sofortige Sichtbarmachung jeder Änderung führt dazu, dass wesentlich mehr Varianten analysiert werden können. Die Planung gewinnt dadurch an Ideenreichtum und führt zu einem verbesserten Ergebnis. Die Konsensfindung wird erleichtert und der ganze Planungsprozess erheblich beschleunigt. Die Mittel und Möglichkeiten von CAD können bei der Planung voll eingesetzt werden. Der Ablauf des Geschehens kann festgehalten werden, indem die Zustände in verschie-

Inserat

Getriebe und -Motoren: Modular, wirtschaftlich, und leistungsstark

- Schneckengetriebe
- Stirnrad- und Kegelschirradgetriebe
- Winkel- und Aufsteckgetriebe
- Verstellgetriebe-motoren
- Elektromotoren

Die modulare Bauweise unserer Getriebe erlaubt eine Vielzahl von Kombinationen. Die Ideale Lösung für Ihre Anwendung ist mit Sicherheit realisierbar. Verlangen Sie Applikationsberatung und Unterlagen.

BIBUS AG

Hertistrasse 1, CH-8304 Wallisellen
Tel. 01 877 50 11, Fax 01 877 50 19

ME212

denen Zwischenstadien gespeichert werden. So besteht die Möglichkeit, zu früheren Stufen zurückzukehren, wenn sich ein Lösungspfad durch Sachzwänge als verbaut herausstellt.

Als erste Erweiterung des Grundkonzepts wurde die 3D-Darstellung der Anlage auf einer weiteren, vertikalen Projektionsfläche hinzugefügt. Die Auswirkungen einer Designänderung können somit aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden, wenn nämlich das 3D-Modell drehbar, animierbar oder virtuell begehbar gemacht wird. Der Blickwinkel und der Standort der Betrachtung können beispielsweise gewählt werden, indem eines der Designelemente als virtuelle Kamera definiert wird, die ebenso wie die andern Elemente mit dem Klötzchen verschiebbar ist.

Noch unausgeschöpfte Möglichkeiten

Erste Priorität hat für die Entwickler der neuen Schnittstelle die Erprobung in der Realität. Auch ist ihnen bewusst, dass die Schnittstelle noch in andern Varianten verwirklicht werden kann und weitere Funktionalitäten erschliesst. Bereits ist eine tragbare Version in Vorbereitung. Später soll die Gruppenarbeit an getrennten Standorten über Datenverbindungen hinzukommen.

Im Moment wird die Entwicklung als ETH-internes Projekt vom Zentrum für integrierte Produktion (ZIP) und mit Mitteln des IKB finanziert. Ergänzend bestehen bereits Kooperationen mit verschiedenen Schweizer und deutschen Unternehmen. Die Anwendungen des Verfah-

rens reichen selbstverständlich weit über den Anlagenbau hinaus. Sie umfassen Gebiete wie beispielsweise den Schienen- und Strassenbau, die Luft- und Raumfahrt, die Fahrzeugentwicklung, die Projektierung bei städtischen Versorgungsbetrieben oder gar die Vorbereitung von chirurgischen Eingriffen.

Prof. Dr. Markus Meier

Dr. Martin Bichsel

Institut für Konstruktion und Bauweisen ETH, Zürich

Dr. Mathias Rauterberg

Institut für Hygiene und Arbeitspsychologie ETH, Zürich

Dr. Peter Jeanmaire

Freier Fachjournalist und Technologieberater