

Morten Fjeld, Martin Bichsel,
Matthias Rauterberg und
Helmut Krueger

«BUILD-IT»: Hand in Hand mit dem virtuellen Designer

Sie sitzen zusammen mit anderen Experten am Besprechungstisch – Kaffeetasse und Aktenmappe vor sich. Auf der Tischfläche sehen Sie zusätzlich ein projiziertes Bild der Anlage, die Sie gerade planen. Die virtuellen Planungsobjekte bewegen Sie, indem Sie ein Klötzchen daraufstellen und mit diesem die Objekte verschieben und drehen. Das vorgestellte System eignet sich nicht nur für Anlagenplanung, sondern auch für die Planung von Produktionsanlagen, Wohnungseinrichtungen, Stadtteilen und anderem mehr.



1 Gruppenarbeitsplatz für kollaborative Planungsprozesse.

«BUILD-IT» ist ein einsatzbereites System, welches komplexe Planungs- und Konfigurationsaufgaben mit einer video-basierten, intuitiven und einfachen Interaktionstechnik unterstützt. Das System macht komplexe Zusammenhänge transparent, alle sehen das Gleiche, sprechen vom Gleichen und arbeiten am Gleichen (1, 2). Die Bedienung des Systems ist einfach und schnell lernbar. Gegenüber traditionellen Modellsystemen aus Holz oder Plastik arbeitet «BUILD-IT» genauer und schneller. Zudem können die Möglichkeiten der Datenverarbeitung voll genutzt werden, wie beispielsweise die Berechnung von Preisen oder Lieferzeiten. Mit Bauklötzen auf dem Schreibtisch (3) planen und diese Modelle gleich vom Computer auswerten lassen, das ist jetzt mit dem intelligenten Planungssystem möglich geworden.

Entstehungsgeschichte

Den Grundstein dazu legte einerseits Matthias Rauterberg, Spezialist für Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) an der ETH Zürich. Er entwickelte ein neuartiges videobasiertes Eingabesystem zu einem einfachen Brettspiel. Ein Beamer projiziert ein virtuelles Spielbrett samt den ebenfalls virtuellen gegnerischen Steinen auf den Tisch. Die Spielerin setzt nun ihre eigenen Steine. Die Situation wird von einem Videoscanner erfasst und vom Computer verarbeitet, der dann den Gegenzug ausführt. Praktisch zur gleichen Zeit entwickelte andererseits Martin Bichsel, Spezialist für Bildverarbeitung an der Uni Zürich, raffinierte Programme und Algorithmen, um auch unter schwierigen Lichtverhältnissen Gesichter oder Bewegungen automatisch zu erkennen und zu interpretieren. Die Sendung Menschen-Technik-Wissenschaft (MTW) des Schweizer Fernsehens hat

die beiden Wissenschaftler dann zusammengebracht. Der dritte im Bunde ist Markus Meier, Professor für Produktentwicklung an der ETH Zürich. Meier suchte nach einem brauchbaren Werkzeug, um bei der Planung von Fabrikationsanlagen Missverständnisse zwischen Anlagebauer, Kunde und Zulieferanten von Anfang an auszuschliessen. Aus der Zusammenarbeit dieser drei Forscher entstand das Projekt «BUILD-IT».

Arbeiten mit CAD

Trotz der Entwicklung der Informationssysteme hin zu verteilten und vernetzten Umgebungen ist die Arbeit mit solchen Systemen bisher weitgehend einzelplatzorientiert geblieben. Verantwortlich dafür ist unter anderem das Fehlen einer für die teamorientierte Computerbenützung geeigneten Mensch-Maschine-Schnittstelle. Die Grossbildprojektion stellt zwar ein Ausgabegerät für eine grössere Betrachtergruppe dar, aber es fehlt die Ergänzung durch ein entsprechendes Eingabegerät, so dass es bisher in der Praxis nicht möglich war, eine grössere Zahl von Personen computergestützt interaktiv und in Echtzeit zusammenarbeiten zu lassen. Eine Schnittstelle für teamorientiertes Arbeiten würde vor allem für den Einsatz von Computer-Aided Design (CAD) bei der Planung, Entwicklung und Konstruktion in Industrie, Bauwesen und Architektur 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 heran und nimmt das Anforderungsprofil auf.
- Der Lieferant entwirft zu Hause am CAD-System einen oder mehrere Konzeptvorschläge. Dabei gestaltet der Auftraggeber in der Regel nicht direkt mit. Dadurch können sich grössere

Diskrepanzen der Auffassung ergeben, die nachträglich beseitigt werden müssen, wodurch wertvolle Zeit verstreicht.

- Die beteiligten Seiten erarbeiten in mehreren Treffen, die oft mit aufwendigen Reisen und Kosten verbunden sind, eine von allen akzeptierte Lösung in dem sie vorhandene Diskrepanzen erkennen und beseitigen.

Arbeiten mit «BUILD-IT»

Im Gegensatz zum klassischen Vorgehen strebt das System «BUILD-IT» eine möglichst vollständige Lösungsfindung am Besprechungstisch an, wobei alle relevanten menschlichen Know-how-Träger in die Diskussion einbezogen und bei der Lösungsfindung durch 3D-Darstellung, Simulation und Animation unterstützt werden. Der Schlüssel dazu ist eine neu-



2 Einzelarbeitsplatz mit kleiner Seitenansicht.

Die Unterlagen für die Projektphase werden zwar heute im allgemeinen mit Hilfe von CAD-Systemen erarbeitet, aber da es an einer geeigneten Mensch-Maschine-Schnittstelle fehlt, müssen sich Diskussionen über die Gestaltung beispielsweise einer Anlage auf papierbasierte 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 Zwischengestaltung auf Papier verursacht einen Medienbruch. Die Änderungen können nur zeitversetzt auf das CAD-System übertragen werden, und eine gewisse Fehleranfälligkeit bleibt bestehen. Solange mit Papierdokumenten gearbeitet wird bleiben ferner die Möglichkeiten des modernen CAD wie 3D-Darstellung, Simulation und Animation ungenutzt, und das in einer Phase, wo die entscheidenden Weichen, unter Einbezug aller relevanten Aspekte, gestellt werden sollten.

artige Interaktionstechnik mit Hilfe eines simplen Interaktionsklötzchens. Sie ist so einfach konzipiert, dass alle Beteiligten nach wenigen Sekunden der Instruktion aktiv an der Gestaltung der Anlage mitwirken können. Ein Projektor projiziert beispielsweise den Grundriss einer Halle vertikal auf die Tischfläche. Die verfügbaren Anlagenteile werden als 3D-Bildmodelle am Rand des Planes bereitgehalten. Wird das Klötzchen auf eines der eingeblendeten Elemente bewegt, so wird dieses aktiv und kann durch Bewegen und Drehen des Klötzchens auf dem Grundriss hin und her bewegt und gedreht werden. Eine zusätzliche vertikale Projektionsfläche zeigt ergänzend einen perspektivischen Blick in die Anlage. Blickwinkel und Standort können durch Positionierung eines Kameraobjektes bestimmt werden. Dadurch lässt sich die Anlage virtuell begehen. Im Gegensatz zur Maus fallen bei dieser Methode der Interaktionsort und die grafische Anzeige zusammen. Dadurch erhält der Benutzer den Eindruck, dass er das Objekt direkt mit seinen Fingern anfasst und manipuliert. Alle um den Besprechungstisch ver-

sammelten Teilnehmer können ins Geschehen eingreifen. Es kann sich somit eine im höchsten Grade interaktive Planung entwickeln, wobei eventuelle Konflikte mit anderen Baugruppen oder Randbedingungen direkt erkannt und gelöst werden.

Herausragende Innovation

Das System realisiert eine neuartige, weltweit einmalige Mensch-Maschine-Interaktion, bei der ein reales, greifbares Objekt in der Form eines einfachen Klötzchens als Interaktionswerkzeug eingesetzt wird. Dadurch wird ein bisher unerreichtes Mass an Intuitivität und Direktheit in der Mensch-Maschine-Kommunikation erzielt: Die Systemtechnologie tritt in den Hintergrund, gefördert werden stattdessen Kreativität und Kommunikation in einem multidisziplinären Expertenteam.

Welche sind die speziellen Vorteile für die Kunden? Die bei traditionellen Methoden häufigen Iterationen infolge von Missverständnissen werden reduziert. Alle sehen das Gleiche, sprechen vom Gleichen und arbeiten am Gleichen. Kunde und An-

LITERATUR

M. Engeli, K. Höger, G. Grote, K. Lauche, F. Seckler, M. Bichsel & M. Fjeld (2001): BUILD-IT Competition. In M. Engeli (ed.) *Bits and Spaces: Architecture and Computing for Physical, Virtual, Hybrid Realms*. Basel/Berlin/Boston: Birkhäuser Publishers, pp. 26-31.

M. Fjeld, F. Voorhorst, M. Bichsel, H. Krueger & M. Rauterberg (2000): Navigation Methods for an Augmented Reality System. In the video program / extended abstracts of *CHI 2000*, pp. 8-9.

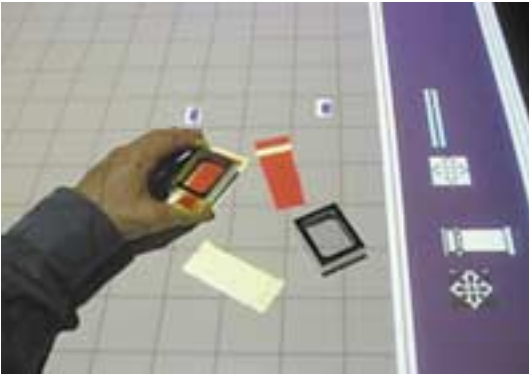
M. Fjeld, F. Voorhorst, M. Bichsel, K. Lauche, M. Rauterberg & H. Krueger (1999): Exploring Brick-Based Navigation and Composition in an Augmented Reality. In H.-W. Gellersen (ed.) *Handheld and Ubiquitous Computing (HUC 99)*, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1707. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, pp. 102-116.

M. Rauterberg, M. Fjeld, H. Krueger, M. Bichsel, U. Leonhardt & M. Meier (1998): BUILD-IT: A Planning Tool for Construction and Design. In the video program of *CHI'98*, pp. 177-178.

M. Fjeld, F. Jourdan, M. Bichsel & M. Rauterberg (1998): BUILD-IT: an intuitive simulation tool for multi-expert layout processes. In M. Engeli & V. Hrdliczka (eds.) *Fortschritte in der Simulationstechnik (ASIM)*. Zurich: vdf Hochschulverlag AG, pp. 411-418.

M. Fjeld, K. Lauche, S. Dierssen, M. Bichsel & M. Rauterberg (1998): BUILD-IT: A Brick-based integral Solution Supporting Multidisciplinary Design Tasks. In A. Sutcliffe, J. Ziegler & P. Johnson (eds.) *Designing Effective and Usable Multimedia Systems (IFIP 13.2)*. Boston: Kluwer Academic Publishers, pp. 131-142.

Alle Artikel sind als pdf-files erhältlich auf: <http://www.fjeld.ch/pub/>



3 Ausschnitt des Interaktionsfeldes. Das Bild zeigt das Anwählen eines Modells (links) und Spezifische Interaktionswerkzeuge im virtuellen Lagerraum (rechts).

bieter finden gemeinsam und in kürzerer Zeit zu besseren Lösungen und reduzieren damit die Kosten – bei steigender Qualität! Beide gewinnen somit Marktvorteile gegenüber ihrer Konkurrenz.

Vorteile gegenüber bekannten Technologien in Bezug auf Kosten-Nutzen-Verhältnis, Umweltverträglichkeit und Ressourcenbedarf

– Die Vorteile gegenüber CAD-basierten Systemen sind deutlich einfachere und

intuitivere Bedienung, schnellere Lernbarkeit, Eignung für mehrere Benutzer gleichzeitig, Möglichkeit des persönlichen Gesprächs mehrerer Experten am Besprechungstisch.

- Die Vorteile gegenüber Systemen, die mit Holz- oder Plastikmodellen arbeiten, sind billigere, schnellere und genauere Modellerstellung, volle Möglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung wie automatische Berechnung von Preis, Lieferzeit, automatische Übertragung der Daten in ein CAD-System, Animation, Simulation, automatische wissensbasierte Entwurfsunterstützung.
- Die Vorteile gegenüber allen bisherigen Systemen sind Ersparnis von Reiseaufwand und Reisekosten und Vermeidung von Iterationen infolge von Missverständnissen.

Sicherheitsrelevante Aspekte

- Kollaborative Planung von Überwachungssystemen zwecks maximaler Übersicht.
- Planung von chemischen Anlagen

zwecks Minimierung der Explosionsgefahr.

- Unfallverhütung durch sichere Platzierung von beweglichen Produktionsgeräten.
- Anordnen von Fluchtwegen und Notausgängen unter Einfluss aller Betroffenen: Feuerpolizei, Ingenieure und Architekten.

Die nächsten Entwicklungsschritte

In einem nächsten Entwicklungsschritt arbeiten ETH-ForscherInnen ausserdem an einer verteilten vernetzten Anlage. Dadurch erhoffen sich eine zusätzliche Reduktion der Reisekosten, da dann mehrere Entwicklungsteams an geographisch verschiedenen Orten gleichzeitig an einer Anlage arbeiten und an den Vorteilen des «BUILD-IT»-Systems teilhaben können.

IZA

Institut für Hygiene Arbeitsphysiologie (IHA)
Morten Fjeld
ETH Zentrum, 8092 Zürich
Tel. 01 632 39 83, Fax 01 632 11 73
www.ihabepr.ethz.ch