

Jürgen Ziegler

Intuitive Mensch-Technik-Interaktion für die vernetzte Informationswelt der Zukunft (INVITE) – Forschungsansätze und -ergebnisse

Intuitive Human-Computer Interaction for a Networked Information World (INVITE) – Research Approaches and Results

Mensch-Technik-Interaktion_Informationsvisualisierung_Multimodale Interaktion_Agentenunterstützung

Zusammenfassung. INVITE ist ein kooperatives Forschungsvorhaben, das das Ziel hat, intuitivere Techniken für die Interaktion mit komplexen Informationsräumen zu entwickeln. Die Entwicklungen innerhalb des Projekts beruhen auf drei maßgeblichen Interaktionsparadigmen: dynamische Visualisierung, multimodale Interaktion und kooperative Informationsexploration. Neue Interaktionstechniken und -werkzeuge zur Umsetzung dieser Konzepte werden entwickelt und in realistischen Anwendungsszenarien validiert. In diesem Beitrag wird über die Ziele und Forschungsansätze im Projekt INVITE berichtet und eine Übersicht über die bisherigen Ergebnisse und Entwicklungen gegeben.

Summary. INVITE is a cooperative research effort aiming at providing more intuitive interaction with complex information spaces. The developments in the project are based on three major interaction paradigms: dynamic visualization, multimodal interaction and cooperative exploration of information. New interaction techniques and tools exploring these concepts are developed and validated in realistic application scenarios. This paper reports on the objectives and research approaches of the project and presents an overview of the results and developments achieved up to now.

1. Einleitung

Mit der steigenden Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien in allen Bereichen des beruflichen und privaten Lebens, und insbesondere angesichts der wachsenden Menge weltweit verfügbarer, vernetzter Information, stehen Benutzer oft einer überwältigenden Komplexität und Vielfalt von Inhalten, Funktionen und Interaktionsmethoden gegenüber. Informationszugriff, -suche und -handhabung sowie die Verwendung der verschiedenen technischen Geräte und Nutzungsoberflächen sind immer noch mit erheblichen Usability-Problemen verbunden, die die Erlernbarkeit und produktive

Nutzung der Technologien behindern. Angesichts wirtschaftlicher und sozialer Herausforderungen wie hoher Innovationsgeschwindigkeit, Globalisierung oder Wissensintensität neuer Produkte und Dienstleistungen ist jedoch eine effektive Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) durch einen möglichst großen Benutzerkreis von zentraler Bedeutung.

Das INVITE-Projekt¹ hat das Ziel, die Interaktion des Benutzers mit komplexen Informationsumgebungen durch neue Formen intuitiver und effektiver Interaktionstechniken nutzerfreundlicher zu ge-

¹ Am Leitprojekt INVITE sind 20 Industriepartner, Forschungsorganisationen und Universitäten beteiligt. Es wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

stalten (Ziegler 2001). Intuitivität in der Mensch-Technik-Interaktion ist ein vielschichtiges Ziel, das nur erreicht werden kann, wenn mehrere unterschiedliche Interaktionsparadigmen und -techniken kombiniert und integriert werden. Weiterhin ist ein benutzerorientierter Entwicklungsansatz erforderlich. Die natürlichen und erworbenen Fähigkeiten und Kenntnisse des Benutzers müssen die Grundlage für das Design intuitiver Interaktion bilden, da Vertrautheit mit den verwendeten Konzepten und Techniken die wesentlichste Voraussetzung für Intuitivität darstellt. Das Ziel muss sein, die Kluft zwischen den Intentionen und Zielen des Benutzers und den angebotenen Interaktionsmöglichkeiten und -affordanzen zu verkleinern.

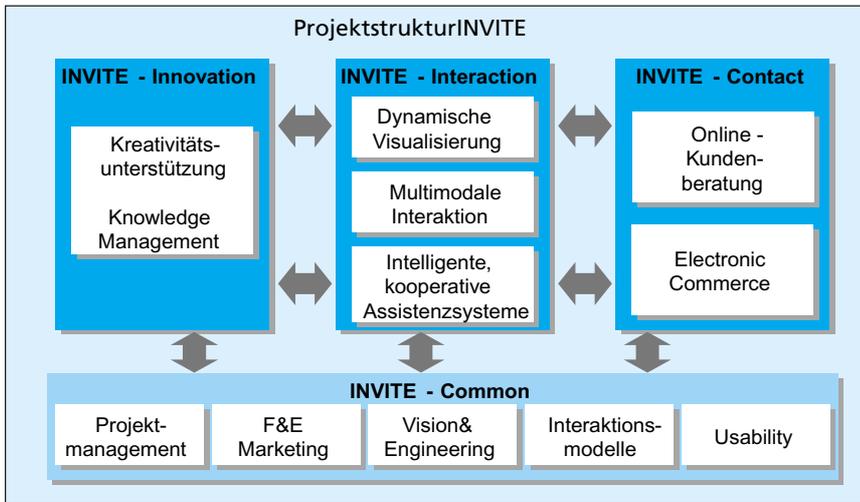


Bild 1: Struktur des INVITE-Projekts

In INVITE werden drei Ansätze zur Verbesserung der Mensch-Technik-Interaktion untersucht und integriert, und entsprechende Techniken und Werkzeuge auf dieser Basis entwickelt.

- Neue Techniken der *Informationsvisualisierung* nutzen die erheblichen Fähigkeiten des menschlichen Wahrnehmungssystems zur Exploration und zum Verständnis komplexer Informationsstrukturen.
- *Multimodale Interaktion* nutzt die vielfältigen menschlichen Ausdrucksmöglichkeiten, um die Interaktion natürlicher zu machen, die Erkennungsrobustheit zu verbessern und die Interaktion unterschiedlichen Nutzungskontexten anzupassen.
- *Synergistische Unterstützung* bietet intelligenten Benutzersupport, z.B. bei der Informationssuche oder Beratung über Produkte.

Schließlich verfolgt das Projekt das Ziel, die Attraktivität der Mensch-Technik-Schnittstellen zu verbessern, indem entsprechende Design- und Beurteilungsmethoden entwickelt werden. Eine Zielvorstellung sind Systeme, die sich selbst anpassen können und damit ihre Attraktivität für unterschiedliche Benutzer und Gruppen erhöhen.

Die Entwicklungen in INVITE basieren auf konkreten Anwendungsszenarien. Dieser anwendungsorientierte Ansatz liefert Anforderungen, die sich auf konkrete Nutzerbedürfnisse beziehen, und stellt sicher, dass die technologischen Entwicklungen in praktische Anwendungen umgesetzt werden können. Die

Anwendungsszenarien bilden auch ein Testumfeld zur Beurteilung der Benutzerfreundlichkeit der entwickelten Systeme. Der Projektbereich INVITE-Innovation konzentriert sich auf Kreativitätsprozesse im betrieblichen Wissensmanagement. INVITE-Contact sucht nach neuen Lösungen für die Kundeninteraktion im Electronic-Business-Bereich. Bild 1 gibt einen Überblick über die Projektstruktur von INVITE.

2. Ansätze und Entwicklungen in INVITE

In diesem Abschnitt beschreiben wir den grundlegenden Forschungsansatz des Projektes und den gegenwärtigen Entwicklungsstand. Forschung und Entwicklung ist in INVITE in drei Hauptzyklen organisiert und ermöglicht somit,

dass der Ansatz unter Berücksichtigung der neuesten Entwicklungen überprüft und revidiert werden kann. In jedem Zyklus werden benutzerorientiert Technologie- und Anwendungsszenarios entwickelt und deren Nutzen durch Prototypen und Usability-Evaluation validiert.

2.1 Die INVITE-Interaktionsparadigmen

Die Entwicklung von Benutzungsschnittstellen im Projekt beruht auf einem Modell des Gestaltungsraums für interaktive Techniken wie in Bild 2 dargestellt. Dieses Modell zeigt drei Hauptdimensionen, anhand derer Interaktionstechniken differenziert werden können und die gleichzeitig wichtige Entwicklungstrends im HCI-Bereich darstellen. In der Dimension Interaktivität geht die Entwicklung zu hoch-interaktiven Darstellungen, die dynamisch und kontinuierlich manipuliert werden können. Informationsvisualisierungen wie der Hyperbolic Browser (Lamping & Rao 1994) für abstrakte Informationsstrukturen oder Virtual Reality-Systeme zeichnen sich durch ihr kontinuierliches visuelles Feedback aus, das in Einklang mit dem Konzept der direkten Manipulation steht (s. Card et al. 1999). Auf der Modalitätsachse verbessern die Einführung multipler, integrierter Eingabe-Modalitäten sowie unterschiedliche Ausgabemedien die Natürlichkeit und Leistungsfähigkeit der Interaktion. Schließlich ist zu beobachten, dass das Systemverhalten durch die Nutzung intelligenter Funktionalitäten und verschiedener Grade von Systemautonomie kooperativer wird (s. z.B. Maybury & Wahlster 1998). Hierdurch ist ein Übergang

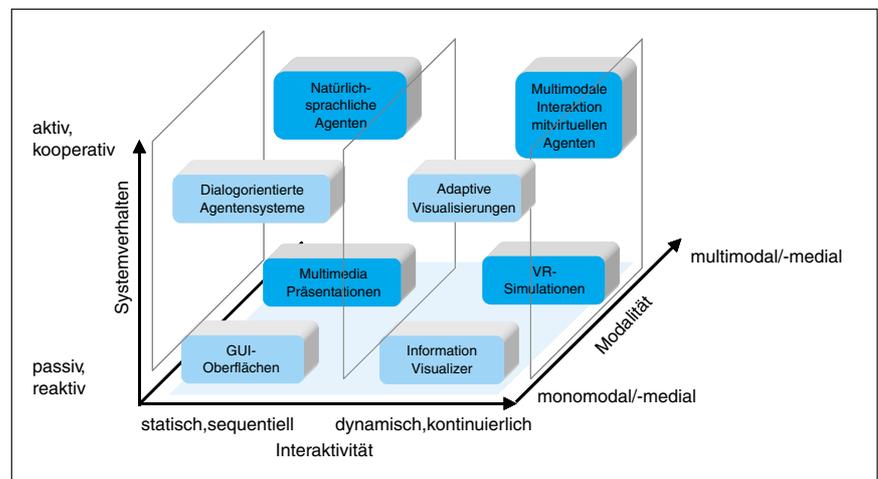


Bild 2: Gestaltungsdimensionen interaktiver Systeme

von rein reaktivem, nutzergesteuerten Verhalten zu aktivem, synergistischem Verhalten des Systems gekennzeichnet.

Vor diesem Hintergrund wurden drei Interaktionsparadigmen formuliert, die die Forschungsrichtung in INVITE bestimmen:

- **Dynamische Visualisierung:** Merkmale sind kontinuierlich manipulierbare Informationsstrukturen, Kontext und Fokustechniken sowie 2D-, 3D- und immersive Informationsdarstellungen
- **Multimodale Interaktion** mit dem Fokus auf kombinierte Gesten- und Spracheingabe, einschließlich Textübersetzung und spezieller Eingabegeräte (Laserpointer, PDA)
- **Kooperative Exploration** bietet Funktionen zum Explorieren von Web-Inhalten sowohl in Gruppen von Nutzern wie auch in Kollaboration mit intelligenten Systemagenten. Diese Agenten arbeiten mit dem Benutzer synergistisch zusammen und sind eng in den gesamten Interaktionsprozess integriert.

Erfolgreiche Systeme werden typischerweise Eigenschaften und Komponenten dieses Gestaltungsraumes kombinieren. Eine optimale Integration unterschiedlicher Interaktivitätsmerkmale erhöht die gesamte Intuitivität, Effektivität und Robustheit des Systems. Aufgrund der bisherigen Ergebnisse sind wir zum Beispiel der Meinung, dass intelligente, aktive Funktionalitäten und natürliche Modalitäten wie Sprache eng mit Merkmalen der direkten Manipulation gekoppelt werden sollten. Da die Leistungen intelligenter Komponenten auch in absehbarer Zeit fehleranfällig bleiben werden, ist eine enge Integration mit benutzergesteuerter Interaktion, wie z.B. die direkte Manipulation von (visuellen) Darstellungen, wichtig, um die gegenwärtigen Grenzen der erkenntnisbasierten Interaktionstechniken zu überwinden.

2.2 Dynamische Visualisierung von Informationsräumen

Der Fokus der Arbeiten in der Informationsvisualisierung liegt darauf, komplexe Informationsstrukturen, wie z.B. große Hierarchien, Netze oder mehrstufige Strukturen, z.B. Metadaten und angeschlossene Informationsressourcen in ei-

ner intuitiveren Form explorierbar und manipulierbar zu machen. Typische Beispiele solcher Strukturen sind Internetverzeichnisse (wie z. B. Yahoo), Produktkataloge und Taxonomien oder Konzeptnetzwerke und Ontologien (z. B. für den Einsatz im Wissensmanagement). Mehrere Partner im INVITE-Projekt haben das Ziel, eine verbesserte visuelle Oberfläche für ihre Anwendungen und Werkzeuge anzubieten, wobei Themen wie die Dokumentenstrukturvisualisierung für große Hypermedia-Content-Management-Systeme, die Präsentation komplexer ontologischer Informationen in Form von Topic Maps, XML-basierter Produktklassifikationen oder visuelles Datamining von großen Mengen quantitativer Dateien, untersucht werden.

Für eine effektive Informationssuche und das Auffinden von Verbindungen sind neue visuelle und interaktive Konzepte erforderlich. Der Ansatz für die Unterstützung dieser Aufgaben basiert auf zwei Leitgedanken: (1) hohe Interaktivität mit kontinuierlichem oder eng gekoppeltem Systemfeedback zu Benutzeraktionen, (2) Fish-Eye-artige Techniken, die einen Überblick über die Gesamtstruktur ermöglichen und gleichzeitig Teile davon detailliert darstellen und explorierbar machen.

Ein Ergebnis der ersten Projektphase ist das Werkzeug LensBrowser, das die Darstellung großer Hierarchien, wie z. B. Ablagesysteme, Internetverzeichnisse

und anderer baumähnlicher Strukturen, ermöglicht. LensBrowser ist ein Context- und Fokus-Werkzeug, das einen schnellen Überblick über große hierarchische Informationsstrukturen erlaubt. Detailinformationen werden in einer Lupe gezeigt, die flexibel angepasst werden kann, um unterschiedliche Details anzuzeigen. Die Lupenmetapher erlaubt eine intuitive Exploration der zugrundeliegenden Daten wobei sie einen Überblick über den Informationskontext bietet. Durch kontinuierliche Bewegung der Lupe über die darunterliegende Hierarchie können sowohl Breite wie auch Tiefe des Baums effektiv exploriert werden. Ein Experiment unter der Verwendung von Verzeichnissen und Dateiinformationen zeigte Leistungsvorteile gegenüber konventionellen, MS-Explorer-ähnlichen Werkzeugen nach sehr geringem Vortraining (Rathke, Wischy & Ziegler, 2001).

In folgenden Prototypversionen wurden in das System Suchmechanismen eingebunden, die eng mit der visuellen Exploration integriert sind. Das System Search&Explore visualisiert die gesamte Kategorienstruktur eines Internetverzeichnisses (Yahoo) in einer groben Übersichtsdarstellung und bietet einen Lupenmechanismus zur Exploration von Kategorien und Sites in den tieferen Ebenen des Baumes. Zusätzlich werden die Ergebnisse eines Suchvorgangs innerhalb der Overview-Struktur angezeigt. Diese können ebenfalls mit dem

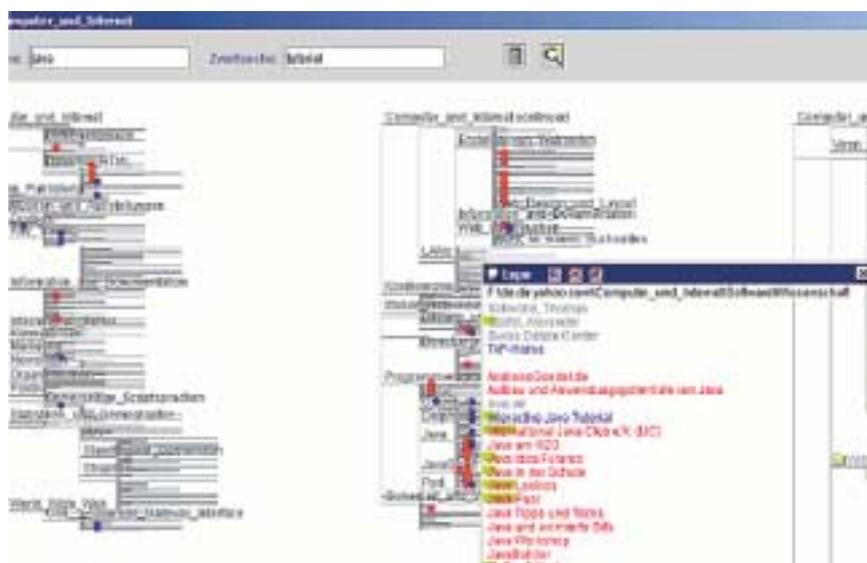


Bild 3: Search&Explore bietet einen Überblick über ein komplettes Internet-Directory, das mit einem Lupenwerkzeug exploriert werden kann. Suchergebnisse unterschiedlicher Anfragen werden durch farbige Punkte angezeigt. Hierdurch kann sowohl die Konjunktion wie auch Disjunktion der Suchkriterien an den Ergebnissen visuell erkannt werden, ohne eine komplexe Abfragesprache zu verwenden.

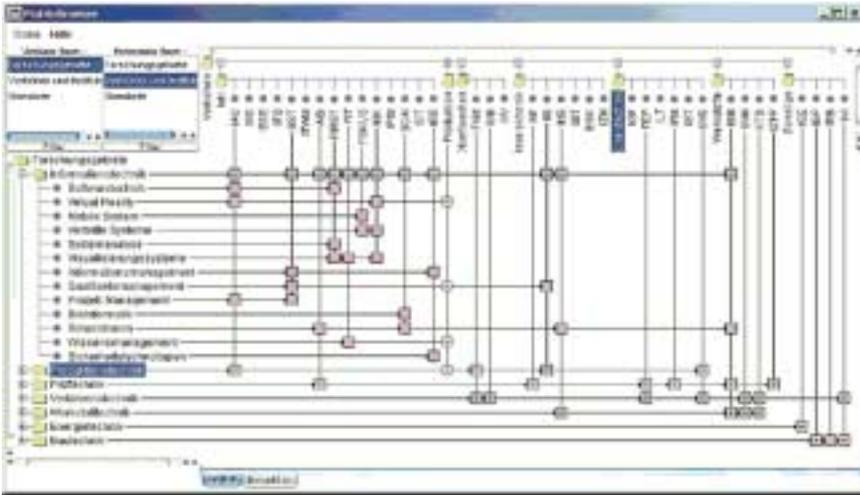


Bild 4: Matrix Browser: Ein Werkzeug zur Exploration vernetzter Informationsstrukturen (Prototyp)

Lupenwerkzeug analysiert werden (Bild 3). Mit diesen Techniken können Benutzer gleichzeitig einen Überblick über die Kategorienstruktur (Sicht auf die Einträge der obersten Ebenen sowie die Breite und Tiefe der verschiedenen Hierarchie-teile) erhalten, die Dichte der Suchergebnisse in den unterschiedlichen Kategorien erkennen und die Details der Suchergebnisse sehen. Unterschiedliche visuelle Markierungen (Farben) werden benutzt, um die Ergebnisse von verschiedenen Anfragen anzuzeigen. Damit werden Boole'sche oder andere komplexe Suchtechniken durch visuelle Beziehungen in der dargestellten Information ersetzt.

Ein weiteres Ziel der Arbeiten ist es, verbesserte Darstellungen und Interaktionen mit Netzwerkstrukturen anzubieten. Der Umgang mit vernetzten Informationen wird immer wichtiger, z.B. bei der Darstellung der Hypermediastruktur einer Website oder zur Interaktion mit Metadaten-Strukturen wie Topic Maps. Im Wissensmanagementszenario des Projektes möchte man die Struktur der Themenfelder, die dem Wissen zugrunde liegen, eine Aufgliederung der Organisation (einschließlich einzelner Mitarbeiter) und die unterschiedlichen Relationen zwischen diesen Themenfeldern (z.B. wer hat Sachkenntnis über das Thema X) anzeigen. Unsere bisherigen empirischen Studien haben gezeigt, dass die Darstellung netzwerkartiger Strukturen direkt als grafische Netzwerke (wie dies in Software-Engineering-Werkzeugen typischerweise der Fall ist) für viele Aufga-

benarten aufgrund der komplexen visuellen Suchmechanismen unzureichende Usability-Ergebnisse liefert.

Auf der Basis der Ergebnisse von Blickbewegungsanalysen wurde eine neue Art von interaktiver Netzwerk-Visualisierung entwickelt. Das Werkzeug Matrix Browser stellt Netzwerke in einem interaktiven visuellen Modell einer Adjazenzmatrix dar, die das darzustellende Netz repräsentiert. In Matrix Browser werden Teilhierarchien automatisch aus dem zugrunde liegenden Netz extrahiert, z.B. in der obigen Abbildung die Hierarchie der Wissensthemen und die Organisationsstruktur. Zwei Teilhierarchien (bzw. beliebige Teilmengen der Netzknoten) werden dann auf den Achsen einer Matrix dargestellt. Beide Hierarchien können vom Benutzer flexibel ausgewählt und interaktiv exploriert werden. Die Zellen der Matrix werden markiert, wenn eine Relation zwischen zwei Konzepten auf der horizontalen und vertikalen Achse existiert. Beim interaktiven Explorieren der Relation in den Zellen mit dem Cursor erweitert sich automatisch der Baum, um die darunter liegenden Knoten und Beziehungen anzuzeigen. Verschiedene Arten von Relationen können durch unterschiedliche visuelle Hinweise oder durch die Verwendung der dritten Matrixdimension angezeigt werden, bei der verschiedene Relationen verschiedenen „Scheiben“ der Matrix zugeordnet werden. Eine ausführlichere Darstellung der Interaktionsmöglichkeiten findet sich in Ziegler, Kunz & Botsch (2002, im Druck). Bild 4 zeigt eine Prototypversion des Systems.

Matrix Browser ist ein generisches Werkzeug zur Exploration vernetzter Informationen, das auf eine Reihe von Systemen und Anwendungsszenarien im Projekt angewendet wird. Erste Versuche unter Anwendung von Blickbewegungsanalysen zeigen eine deutlich bessere Suchleistung gegenüber Standard-Netzwerkvisualisierungen. Für manche Suchaufgaben erscheinen jedoch konventionelle Netzwerkdarstellungen besser geeignet zu sein, so z.B. zum Explorieren der direkten Nachbarschaft einzelner Knoten und das Auffinden direkt benachbarter Konzepte im Graphen. Deshalb werden im Werkzeug unterschiedliche Darstellungstechniken, die für unterschiedliche Zwecke eingesetzt werden können, integriert.

Zusätzlich zu den beschriebenen Entwicklungen werden in dem Projekt dreidimensionale räumliche Darstellungen von Hypermedia-Dokumentenstrukturen und immersive dreidimensionale Visualisierungen von Engineering-Daten entwickelt und untersucht, die in einer CAVE-Umgebung eingesetzt werden. Bei Menschen mit visuellen Beeinträchtigungen können rein visuelle Darstellungen problematisch sein, daher untersuchen wir auch Möglichkeiten, Visualisierungen durch räumliche Audio-Darstellungen zu ersetzen.

2.3 Visualisierung und multimodale Interaktion in immersiven Umgebungen

Neue Visualisierungsformen in Verbindung mit multimodaler Interaktion werden im Kontext immersiver und virtueller Umgebungen untersucht. Hierfür werden Wandprojektionen und komplett geschlossene CAVE-Umgebungen mit Stereoprojektion auf sechs Wänden eingesetzt. Als Anwendungsszenario dient die technische Überprüfung von Automobilteilen mit Darstellung von Produktdaten und 3D-Modellierungen. Ein in dem Projekt entwickeltes System findet bereits Anwendung und wird zusammen mit dem Projektpartner BMW evaluiert, der die Technologie für Teaminspektionen in der Karosserieherstellung einsetzt.

Zur Verbesserung der Interaktion in derartigen Umgebungen wurde ein räumlicher Interaktions-Toolkit entwickelt, der die Orientierung und Objektauswahl in 3D erleichtert und u.a. Funk-

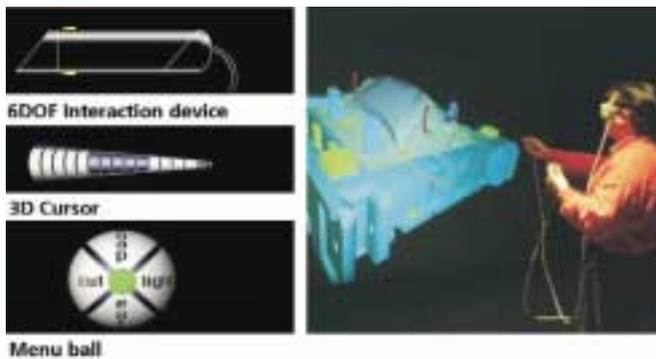


Bild 5: Komponenten des Spatial Interaction Toolkit (links) und dessen Einsatz bei einer technischen Aufgabe (rechts)

tionen für Beleuchtung und Vermessung anbietet. Ein innovatives Kugelmenü in Verbindung mit einem neuartigen 6-Degrees-of-Freedom-Interaktionsgerät vereinfacht die Auswahl von Befehlen in der immersiven Umgebung (Bild 5).

Multimodalität wird auf zwei Arten in immersive Umgebungen eingebracht. Spracheingabe für die Befehlauswahl in Verbindung mit dem 6 DOF-Interaktionsgerät wird angewendet, um umfassendere und effektivere Interaktionsmöglichkeiten zur Verfügung zu stellen. Spracherläuterung und Diktat werden zur bequemen Dokumentierung der Ergebnisse von Inspektionssitzungen verwendet. Ständige Verbesserungen durch die Projektpartner, die an Spracherkennungstechnologien arbeiten, haben dazu beigetragen, einen beträchtlichen Grad an Robustheit in diesem hoch-spezialisierten Interaktionskontext zu erreichen.

2.4 Multimodale Interaktion für kreative Teamsitzungen

Im MetaCharts-Ansatz entwickeln wir Methoden und Werkzeuge zur Unterstützung kreativer Teamkooperation, insbesondere in den frühen Phasen der Produkt- und Dienstleistungsentwicklung. Solche Aktivitäten umfassen u.a. Ideengenerierung, Inhaltsentwicklung und -strukturierung, Kategorisierung und Verwaltung des erzeugten Content sowie die Generierung und Darstellung von Wissensstrukturen. Dabei muss die Kooperation in gemeinsamen und verteilten Arbeitssituationen unterstützt werden. Die spezifischen Merkmale solcher Tätigkeiten erfordern Interaktionsmethoden, die besonders intuitiv sind und nicht vom eigentlichen Kooperationsvorgang ablenken.

Das in der Entwicklung befindliche MetaCharts-System stützt sich auf ein

umfassendes Ideen- und Content-Management-System, das eine Karten-Metapher verwendet. Karten können jegliche Art von Content oder Funktionalität beinhalten und ineinander verschachtelt werden. Über die Basisarchitektur und Funktionalität des Systems wird an anderer Stelle berichtet (Wissen & Ziegler 2001). In Erweiterung bestehender Ansätze (einen Überblick bietet z.B. Borghoff & Schlichter 2000) unterstützt das System durchgängig verteilte und synchrone Kooperationsformen sowie asynchrone Modi z.B. zur Verfeinerung und Strukturierung des in einer gemeinsamen Sitzung erarbeiteten Contents.

Ein wichtiger Teil der Arbeiten betrifft die Verbesserung der Front-End-Interaktionsmöglichkeiten in Teamräumen mit großflächigen, wandgroßen Displays. Hierfür wurde eine auf dem Laser-Pointer basierende Interaktionstechnik entwickelt. Sie ermöglicht Zeigen, Gestik und Zeichnen sowohl aus der Entfernung als auch direkt auf der Oberfläche (Wissen, Wischy & Ziegler 2001). Gegenwärtig werden diese Techniken durch eine gerätefreie Interaktion mittels videobasierter Gestenerkennung (Bild 6) erweitert. Weiterhin wird Gestenerkennung mit Spracheingabe kombiniert, um die Eingabe von Texten in die durch Zeichengesten er-

zeugten Karten zu erleichtern. Spracherkennung bietet insbesondere bei der Arbeit an Großdisplays eine sinnvolle Möglichkeit, Eingaben zu vereinfachen, und erwies sich insbesondere bei der Eingabe längerer Texte als effektiver im Vergleich zur handschriftlichen Eingabe einzelner Buchstaben. Zusätzlich zu diesen Techniken wurden weitere drahtlose Eingabegeräte, wie z.B. PDAs, in die Umgebung integriert, um es den Teilnehmern zu ermöglichen, ihre Ideen am Tisch zu skizzieren und sie später anderen Gruppenmitgliedern zugänglich zu machen.

2.5 Kooperative Exploration in Communities

Im Bereich E-Business und E-Commerce ist die Einrichtung von Benutzer-Communities ein vielversprechender Ansatz zur Bereitstellung neuer Kooperationsformen, etwa zur Unterstützung von Kundengruppen oder Experten-Communities. In einer Community-Umgebung können Teilnehmer voneinander profitieren, da sie Zugang zu relevantem Wissen und Erfahrungen anderer Nutzer bekommen bzw. direkte Beratung von erfahrenen Teilnehmern erhalten können. In INVITE wurde eine Reihe von Prototypentwicklungen durchgeführt, mit denen virtuelle 3D-Multi-User-Umgebungen für den Einsatz in Communities erprobt wurden. In mehreren Evaluationsschritten wurde die Zweckmäßigkeit eines solchen Ansatzes im Rahmen von E-Commerce- und Kundenbetreuungsszenarien analysiert. Bei 3D-Umgebungen mit Avatardarstellung der Teilnehmer traten sowohl positive Aspekte wie auch diverse Usabilityprobleme zutage. Während die Attraktivität und die Kommunikationsfunktionen der Umgebung zur Benutzerakzeptanz beitrugen, wurden Orientierung und Navigation in komplexen Informationsräumen wie



Bild 6: Videobasierte Gestenerkennung



Bild 7: Gemeinsame Betrachtung und Manipulation eines Produktes in 3D (Basis: MPEG-4 Multi-User)

z.B. umfangreiche Produktinformationen durch die räumliche Metapher oft nicht optimal unterstützt. Suchprozesse in der räumlichen Umgebung erwiesen sich häufig als aufwendig, und der Zwang zur kontinuierlichen Navigation zum Erreichen eines bestimmten Zielobjekts erhöhte die Ausführungszeiten. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die dreidimensionale Visualisierung und gemeinsame Betrachtung von Objekten in einem dedizierten Aufgabenkontext Vorteile bietet, dass aber andererseits die Zugangspfade zu diesen Objekten eher durch konventionelle, diskrete Navigationsschritte realisiert werden sollten.

Angesichts dieser Befunde sind die jetzigen Entwicklungen darauf ausgerichtet, verbesserte Funktionalitäten für die kooperative Informationsexploration, wie z.B. umfangreiche Produktkataloge oder Marktplätze, anzubieten. Entsprechend unserer Definition des Interaktionsparadigmas impliziert der Begriff kooperative Exploration, dass sowohl menschliche Benutzer wie auch Systemagenten miteinander kooperieren, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen, so z.B. bei der Auswahl eines Produktes. Diese Auswahl kann sowohl auf der Basis der von den Community-Teilnehmern eingebrachten (möglicherweise vagen oder widersprüchlichen) Anforderungen bisheriger Kundenerfahrungen als auch mit Unterstützung durch intelligente Such- und Beratungsagenten erfolgen. Eine blackboard-basierte Multiagentenarchitektur ist in Entwicklung, die eine enge Interaktion zwischen Benutzern und Systemagenten ermöglicht, so etwa bei der sukzessiven Definition gewünschter Produkteigen-

schaften, beim Empfehlen oder Beurteilen von Kaufoptionen oder in der Beratung zu Konfiguration oder Anwendung eines Produktes. Hierbei werden Case-based Reasoning-Techniken für die Bereitstellung intelligenter Suchfunktionen eingesetzt. Das kooperative Betrachten, Explorieren und Erläutern von Produkten wird u.a. durch MPEG-4-basierte, verteilte Manipulation von dreidimensional dargestellten Produkten unterstützt (Bild 7).

Die eingesetzten Systemagenten sind hier im Regelfall Hintergrundfunktionen, die sich durch Textnachrichten bzw. Veränderung der grafischen Darstellung bemerkbar machen. Für Anwendungen im Bereich der Kundeninteraktion wird zusätzlich untersucht, inwieweit verkörperlichte, anthropomorphe Agenten die Interaktion effektiver und glaubwürdi-

ger gestalten können. Hierzu werden Funktionen wie animierte Gesichtsdarstellungen und lippen-synchrone Sprachsynthese entwickelt und in das Szenario integriert.

2.6 Weitere Projektentwicklungen

Aus Platzgründen kann in diesem Beitrag nur über einige der Entwicklungen in INVITE berichtet werden. Neben der Forschung zu den drei genannten Interaktionsparadigmen gibt es eine Reihe von Arbeitspaketen, die sich mit der Bereitstellung von Basistechnologien und der Integration der unterschiedlichen Entwicklungen befassen. Auf der Basis eines Nutzermodells, das u.a. gewichtete Themenstrukturen für individuelle Nutzer und Nutzerrollen beinhaltet, werden dynamische Anpassungen der dargestellten Informationsinhalte sowie der zugehörigen Navigationsstrukturen vorgenommen. Zu diesem Zweck übernimmt ein Interaktionsmanager die Transformation, Integration und Präsentation unterschiedlicher XML-basierter Informationsströme in einer einheitlichen Oberfläche, wobei das Nutzermodell als Input für die Steuerung der Darstellung verwendet wird.

Das Projekt folgt einem benutzerorientierten Ansatz und begleitet die technischen Entwicklungen durch experimentelle Untersuchungen und Usability-Evaluationen. Eine projektüberspannende Aktivität ist die Entwicklung der

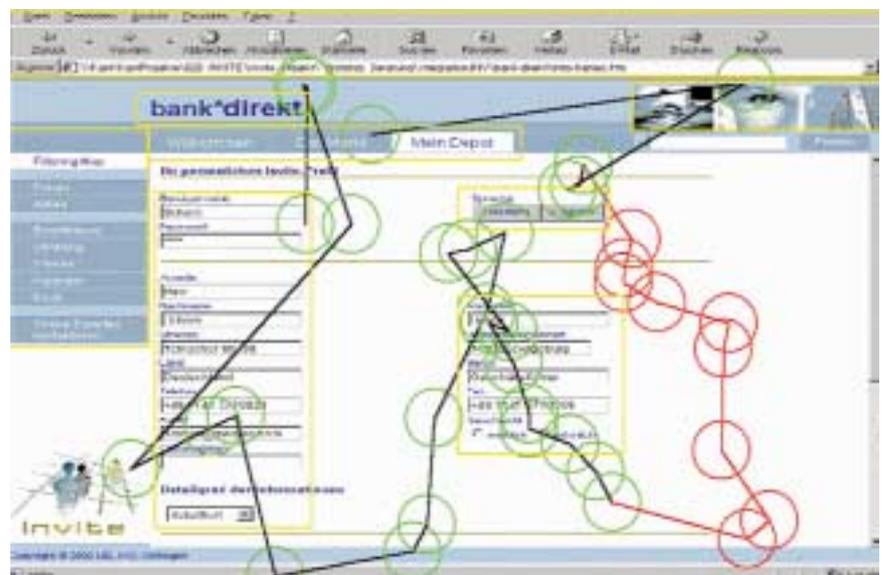


Bild 8: Blickbewegungsanalyse im Finanzberatungsszenario

Evaluationsmethode WebSCORE, die einen ganzheitlichen Ansatz zur Bewertung der unterschiedlichen Gestaltungsebenen webbasierter Anwendungen bietet. Dabei werden sowohl perzeptive und kognitive Kriterien als auch emotionale Faktoren sowie Fragen der Vertrauenswürdigkeit u.a. herangezogen.

3. Erfahrungen und Ausblick

Die Entwicklungen werden in den Anwendungsszenarien INVITE-Innovation und INVITE-Contact integriert und anhand der anwendungsbezogenen Anforderungen aus diesen Bereichen validiert. Bei den untersuchten Anwendungen handelt es sich einerseits um die Unterstützung betrieblicher Innovationsprozesse und des Wissensmanagement sowie andererseits um komplexe Kundeninteraktion und Beratungsfunktionen. In einer ersten Projektphase wurden bestehende, von den Projektpartnern entwickelte Werkzeuge und Techniken integriert und in anwendungsbezogener und Usability-Sicht analysiert. Bild 8 zeigt ein Beispiel eines Online-Beratungsszenarios, das von einem unserer Partner aus dem Bankenbereich definiert wurde. Dieses wurde neben anderen Untersuchungen auch einer Blickbewegungsanalyse unterzogen, die in der Abbildung dargestellt ist. Einige der in den Szenarienentwicklungen erzielten Ergebnisse konnten bereits in die praktische Anwendung überführt werden, so z.B. die Visualisierungs- und Interak-

tionstechniken für die 3D-Inspektion von Karosserieteilen mit kooperativen Begutachtungsfunktionen oder Visualisierungstechniken für hypermediale Dokumentstrukturen.

In einem zweiten Schritt wurden auf Basis der in den Szenarien gewonnenen Anforderungen existierende Techniken vorangetrieben bzw. Neuansätze entwickelt und durch Prototypen validiert. In dieser Phase werden auch die Gesamtarchitektur- und Integrationskomponenten für das Zusammenwirken der INVITE-Funktionen definiert und entwickelt. In einem dritten, jetzt bevorstehenden Schritt, werden diese Techniken wiederum in einer zweiten Iteration der Anwendungsszenarien zusammengeführt und aus Sicht der Anwendung wie auch der Nutzerfreundlichkeit evaluiert.

4. Danksagung

Mein Dank gilt den Partnern im INVITE-Konsortium für ihre Beiträge in der bisherigen Laufzeit, den Betreuern im BMBF sowie beim Projektträger Informationstechnik der DLR sowie den Fachgutachtern, die das Projekt begleiten. Die Projektpartner sind: ISA GmbH (Projektkoordinator), Fraunhofer IAO (Wissenschaftliche Gesamtkoordination), blaxxun AG, BMW AG, DG-Bank AG, empolis Knowledge Management AG,

² Am Leitprojekt INVITE sind 19 Industriepartner, Forschungsorganisationen und Universitäten beteiligt. Es wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert.

FAW, Fraunhofer IPSI (früher GMD-IPSI), Heiler Software AG, IDS Scheer AG, Informationsmanagement

Literatur

- Borghoff, U.; Schlichter, J.: *Computer-Supported Cooperative Work - Introduction to Distributed Applications*. Berlin: Springer, 2000.
- Card, S. K.; MacInlay, J. D.; Shneiderman, B. (Ed.): *Readings in Information Visualization: Using Vision to Think*. San Francisco, Cal.: Academic Press/Morgan Kaufman, 1999.
- Maybury, M.; Wahlster, W.: *Readings in Intelligent User Interfaces*. Morgan Kaufman, 1998.
- Rathke, C.; Wischy, M.A.; Ziegler, J.: Semantic lenses: exploring large information spaces more efficiently. In: *Proceedings of the 9th Int. Conf. on Human-Computer Interaction (HCI International 2001)*, Vol. 1. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum, pp. 1314-1317.
- Wissen, M.; Wischy, M.; Ziegler, J.: Realisierung einer laserbasierten Interaktionstechnik für Projektionswände. In: *Tagungsband Mensch & Computer 2001, GI & German Chapter ACM*. Stuttgart: Teubner, pp. 135-143.
- Wissen, M.; Ziegler, J.: Creativity support in system and process design. In: *Proceedings of the 9th Int. Conf. on Human-Computer Interaction (HCI International 2001)*, Vol. 2. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum, pp. 119-123.



Dr. Jürgen Ziegler, Leiter Softwaretechnik und Interaktive Systeme am Fraunhofer IAO Stuttgart, Hauptarbeitsgebiete: Mensch-Computer Interaktion, Kooperationssysteme, Content-Engineering sowie Usability-Engineering. E-Mail: Juergen.Ziegler@iao.fhg.de