Schlussbericht
zum
Leitprojekt

Multimedia -Arbeitsplatz der Zukunft (MAP)

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

Zuwendungsempfänger: Siemens AG Corporate Technology Otto-Hahn-Ring 6 81730 München		Förderkennzeichen: 01MD931
Titel des Vorhabens: Multimedia-Arbeitsplatz der Zukunft – MAP Entwicklung und Bereitstellung von Technologien für den Multi-media-Arbeitsplatz der Zukunft		
Projektleiter: Dr. Michael Steinacker		Tel.: +49 89 636 52175
Laufzeit des Vorhabens: von: 01.04.2000	bis: 30.06.2003	Fax:: +49 89 636 48000
Berichtszeitraum des Vorhabens: von: 01.04.2000	bis: 30.06.2003	e-mail: michael.steinacker@siemens.com

Projektpartner:

Alcatel SEL AG
Siemens Aktiengesellschaft
Nemetschek AG
soft TECH Software Technologie GmbH
CAPCom Technologie Beratung Entwicklung und Vertrieb AG
CRCP Forschungszentrum für Kommunikation und Planung GmbH
SMI Cognitive Software GmbH
ZN Vision Technologies AG
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. (FhG)
Zentrum für Graphische Datenverarbeitung e.V. (ZGDV)
Technische Universität Darmstadt
Technische Universität Dresden
Universität Gesamthochschule Kassel
Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. (ISF)
Fraunhofer Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD-R)

Inhalt

1 Aufgabenstellung und Voraussetzungen 3

2 Arbeitsplanung und Projektablauf 4

2.1 TP1: Sicherheitstechnologie 4
2.2 TP3: Basisagenten 5
2.3 TP4: Mobile Basis 5
2.4 TP5: Akzeptanz und Akzeptabilität 6

3 Stand der Technik zu Projektbeginn Verwendete Standards, Produkte, Fachliteratur, Schutzrechte 7

4 Ergebnisse und Nutzen 8

4.1 Sicherheitstechnologie 8
4.1.1 Sicherheitsanalyse 8
4.1.2 Sicherheitsmechanismen 8
4.1.3 Integration 10
4.1.4 Simulationsstudie 10
4.1.5 Formale Methodik 11
4.1.6 Teilprojektleitung 12
4.2 Agententechnologie 12
4.2.1 Basisagenten Mobile Aufgabenplanung und -koordination 12
4.2.2 Nutzeradaptive Assistenzagenten 13
4.2.3 Workflow-basierte Interaktionsprotokolle 14
4.2.4 Labormodell Virtual Secretary 14
4.2.5 Feldtest Mobile Aufgabenplanung und –koordination 14
4.2.6 Sichere Kommunikation für FIPA-kompatible Agenten 15
4.2.7 Plattformintegration Jade/SeMOA (AP4) 15
4.2.8 Agentenmiddleware für Mobile Basis (TP4) 15
4.2.9 Teilprojektleitung TP3 16
4.3 Usability Tests 16
4.3.1 Usability Prinzipien für agentenbasierte Applikationen 16
4.3.2 Mobiles Terminmanagement 17
4.3.3 Multimodalität 19
4.3.4 Simulationsstudie 20

5 Voraussichtlicher Nutzen / Verwertbarkeit der Ergebnisse 21

6 Veröffentlichungen 22

1 Aufgabenstellung und Voraussetzungen

Die Forschungsarbeiten der Siemens AG im Leitprojekt “Multimedia-Arbeitsplatz der Zukunft“ (MAP) hatten das Ziel, wesentliche Ergebnisse zur Bereitstellung der technischen Basis für das Projekt zu liefern, die Benutzerakzeptanz der entstehenden Prototypen zu sichern und die Verwertung der Ergebnisse in innovative Produkte vorzubereiten. Der Multimedia-Arbeitsplatz integriert alle Funktionen, die der Benutzer zur effizienten und effektiven Erledigung seiner Aufgaben verwenden will. Er stellt die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine dar – die Akzeptanz dieser Schnittstelle durch den Benutzer gewinnt somit zentrale Bedeutung. Die Arbeiten der Siemens AG werden im Folgenden mit den drei Schwerpunkten Sicherheit, Agententechnologie und Usability dargestellt.

Die spezielle Architektur des Multimedia-Arbeitsplatzes birgt eine Vielfalt von Sicherheitsrisiken, da dabei sensible Aktionen durchgeführt werden und sensitive Daten im System enthalten sind. Insbesondere wird dieses Sicherheitsrisiko auch durch das Delegationsprinzip, den hohen Grad der Verteiltheit der Komponenten und der unterschiedlichen Vertrauenswürdigkeit von Komponenten im Gesamtsystem verursacht. Um das nötige Maß an Benutzerakzeptanz zu erreichen, ist Sicherheit ein sehr wichtiger Faktor. Keine der existierenden Agentenplattformen bot jedoch die notwendige Sicherheitsinfrastruktur für die Anwendungen in offenen Netzwerken und elektronischen Märkten. Deswegen musste dieser Gefahr durch die Entwicklung geeigneter Sicherheitsmaßnahmen begegnet werden.

Die Bereitstellung geeigneter Sicherheitskonzepte und -lösungen sowie der benötigten Konzepte der Agententechnologie war hier der Schwerpunkt der Arbeiten der Siemens AG. Das Ziel im Teilprojekt “TP 1 Sicherheitstechnologie“ unter der Leitung der Siemens AG war es, die notwendigen Sicherheitstechnologien bereitzustellen. Wissenschaftlicher Schwerpunkt der Arbeiten waren die Bereitstellung einer Sicherheitsinfrastruktur und die methodische Analyse der Anforderungen. Die Sicherheitsinfrastruktur stellt zum einen die notwendigen Sicherheitsmechanismen, zum Teil basierend auf vorhandenen Komponenten, bereit. Zum anderen wurden Konzepte und Prototypen für ein Schlüsselmanagement entwickelt, das spezifische Anforderungen des Agentenumfeldes, beispielsweise die Erteilung von Handlungsvollmachten, erfüllte. Zur Spezifikation und Analyse der typischen Sicherheitsanforderungen eines Multimedia-Arbeitsplatzes in den Anwendungsfeldern wurde eine maßgeschneiderte Methode entwickelt, die auf formalen Modellierungstechniken basiert und damit eine wesentliche Voraussetzung für die Evaluierung nach hohen Qualitätsstufen erfüllt. Neben den stärker forschungsorientierten Aufgaben wurden auch die anderen Teilprojekte bei der Integration von Sicherheitsfunktionen unterstützt.

Der Paradigmenwechsel bei der Nutzung des Computers, vom Werkzeug zum Assistenten, der zentraler Gegenstand von MAP ist, hat viele Auswirkungen und stellt hohe Anforderungen an Forschung und Entwicklung: Ein Werkzeug erfordert bei der Benutzung ständige Aufmerksamkeit und Bereitschaft, welches ein direktes Antwortverhalten in der Interaktion erfordert, und seine Benutzung bedarf typischerweise eines großen Maßes an IuK-Zusatzqualifikation. An ein zukünftiges Assistenzsystem hingegen werden Aufgaben delegiert; diese werden, falls inhärent zeitverbrauchend, nebenläufig ausgeführt; das Assistenzsystem liefert zu einem geeigneten Zeitpunkt das Ergebnis zurück. Eine wesentliche technische Basis des Multimedia-Arbeitsplatzes der Zukunft sind Agenten, also Softwareeinheiten, die in der Lage sind, autonom Entscheidungen zu treffen und Aktionen auszuführen. Die Entwicklung von intelligenter, agentenbasierter Assistenzfunktionen auf der Basis der sicheren Plattform war der wesentliche Arbeitsschwerpunkt der Siemens AG in Teilprojekt TP3 „Basisagenten“. die mobile und sichere Agentenplattform um anwendungsorientierte Funktionen ergänzt, darüber hinaus anwendungsunabhängige, insofern generische Agenten bereitstellt, und Werkzeuge zur Agentensteuerung, -konfiguration und -programmierung durch den Endanwender bereitstellt. Zur Unterstützung von Arbeitsprozessen im mobilen Kontext wurden hierzu auch begleitende Aktivitäten im Teilprojekt 4 „Mobile Basis“ von der Siemens AG durchgeführt. Hier lag der Schwerpunkt auf Mechanismen zur mobilen Replikation, der Repräsentation und Verwaltung von Nutzerpräferenzen, sowie der Schaffung eines mobilen Zugriffs auf Funktionen der MAP Agentenplattform über ein Agenten-Gateway.

Eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Akzeptanz eines Produkts ist die Gebrauchstauglichkeit des Produkts. Hinter dem Begriff Gebrauchstauglichkeit (Usability) verstecken sich zwei Aspekte: Ein Produkt muss zum einen „nützlich“ sein, d.h. es muss den Anwender bei der Bewältigung seiner Aufgabe unterstützen, und zum anderen muss es „bedienbar“ sein, d.h. einfach und intuitiv zu bedienen sein. Um die Gebrauchstauglichkeit eines Produkts zu beurteilen, wird untersucht, bis zu welchem Grad die

Arbeitsziele erreicht werden (Effektivität), in welchem Verhältnis dazu der Aufwand bezüglich der verwendeten Arbeitsmittel steht (Effizienz) und wie zufrieden der Benutzer bei der Arbeit ist (Zufriedenheit).

Aus Usability-Sicht stellt sich die Frage, wie der Anwender Software-Agenten und die mit ihnen häufig verknüpften Attribute „intelligent“, „proaktiv“, „adaptiv“ oder „lernend“ wahrnimmt. Die klassischen Usability-Prinzipien beinhalten, dass der Anwender jederzeit die Kontrolle über das System behält, dass das System vorhersagbar ist (gleiche Ausgabe bei gleicher Eingabe) und dass das System transparent ist, d.h. dass der Anwender versteht, was im System vorgeht. Systeme, die sich an das Verhalten des Anwenders anpassen, ihr Verhalten ändern oder selbstständig Schlussfolgerungen ziehen, werden zwangsläufig das Prinzip der Vorhersagbarkeit verletzen.

Aufgabe des Teilprojekts 5 war die projektbegleitende Untersuchung von Akzeptanz und Akzeptabilität des multimedialen Arbeitsplatzes der Zukunft. Diese Fragen wurden aus Sicht der Rechtswissenschaft, der Psychologie und der Sozialwissenschaft behandelt. Im Rahmen des Arbeitspakets 5.3. wurden von der Siemens AG daher Prototypen hinsichtlich Usability und Benutzerakzeptanz getestet, um diese Fragen einer empirischen Prüfung zu unterziehen.

2 Arbeitsplanung und Projektablauf

2.1 TP1: Sicherheitstechnologie

Im Zuge der Spezifikationsphase des Multimedialen Arbeitsplatzes wurde eine initiale Sicherheitsanalyse des Systems durchgeführt. Dabei wurden sowohl die adressierten Szenarien bzw. Ausprägungen des MAP, d.h. der Büroarbeitsplatz, der Heimarbeitsplatz sowie der mobile Arbeitsplatz und die exemplarischen Branchenlösungen, die im Teilprojekt TP6 realisiert wurden, untersucht. Weiterhin wurde eine Methode definiert, die die systematische Durchführung von Aufgaben der Sicherheitsanalyse ermöglicht. Der Schwerpunkt lag bei der formalen Modellierung, auch um E4-Zertifizierbarkeit im Hinblick auf Konformität zum deutschen Signaturgesetz zu erreichen.

Danach wurde einerseits untersucht, inwieweit bestehende Key Management Infrastrukturen wie PKIX die Anforderungen der MAP-Umgebung erfüllen, ob gegebenenfalls Erweiterungen notwendig sind und wie diese auszusehen haben. Andererseits wurde untersucht, wie vorhandene Sicherheitskomponenten über einen Komponentenbaukasten für MAP-Anwendungen verfügbar gemacht werden und auf die Anforderungen der Benutzer- und Agentenmobilität angepasst werden können.

Weiterhin waren spezifische Schutzmechanismen für Mobile Agenten System erforderlich. Diese erforderten die Erforschung, Entwicklung und die Evaluierung spezifischer Protokolle zum Schutz von Agenten und Wirtssystemen. Die resultierenden Schutzmechanismen beeinflussen das Gesamtkonzept der Agentenplattform und mussten bei deren Ausrichtung auf die Zielanwendung berücksichtigt werden. Als Grundlage dienten dabei Ergebnisse der aktuellen Forschung auf dem Gebiet der Mobile Agenten Sicherheit.

Im Rahmen der Integration wurden Lösungen zu ganz spezifischen Problemen des Multimedia-Arbeitsplatzes erforscht. Diese Arbeiten umfassten Absprachen untereinander, die dazu dienten, dass diese Arbeiten konzeptionell zu einem funktionierenden Gesamtsystem zusammenpassen. Die Interoperabilitätstests zwischen den einzelnen Basiskomponenten des Teilprojektes Sicherheit und den anderen technologischen Teilprojekten wurden in diesem Arbeitspaket zusammengefasst. Dazu gehörten Tests zwischen den Prototypen, die im Teilprojekt Sicherheit entwickelt wurden, zum Beispiel der Sicherheitsinfrastruktur und der sicheren mobilen Agentenplattform.

In einem weiteren Arbeitspaket wurden die Arbeiten der Evaluierung des MAP sowohl in Labor- als auch in Feldtests unterstützt. Dabei wurde für alle technologischen Arbeitspakete des Teilprojektes eine Unterstützung bei etwaigen Bedien- oder Anwendungsproblemen angeboten. Im Rahmen des Arbeitspaketes wurde der Zugriff auf das MAP spezifische Know-how der Entwickler bereitgestellt, um einerseits ein Bugfixing durchzuführen und andererseits Information zu schneller Abhilfe im Fall von Problemen zu bekommen.

Das Management des Teilprojektes Sicherheitstechnologie umfasste die Koordination des Teilprojektes im Gesamtprojekt, die in enger Kooperation mit dem Projektbüro durchgeführt wurde. Das Management einiger Arbeitspakete umfasste die Abstimmung der inhaltlichen Arbeiten in diesen Arbeitspaketen.

2.2 TP3: Basisagenten

Zuerst wurden der Anforderungen an die einzusetzenden Komponenten für die erste und zweite Generation erstellt und die Komponenten ausgewählt. Weiterhin wurden die grundlegenden intelligenten Assistenzkomponenten für den MAP spezifiziert. Dabei wurden Schnittstellen zu existierenden Techniken und Lösungen der einzelnen TP-Partner identifiziert, angepasst und integriert. Es wurden die Systemschnittstellen spezifiziert, insbesondere zu und zwischen den Agentenplattformen SeMOA und Jade, sowie zu existierenden Basisdiensten (z.B. agentenbasierte Terminassistenz).

Die vom TP3 entwickelte visuelle Authoring-Umgebung ermöglicht die Instruierung und Konfiguration der Basisagenten durch den Endbenutzer. Unter „Visueller Authoring-Umgebung“ ist hierbei eine Umgebung zu verstehen, die es erlaubt, Agentenverhalten anhand von graphischen Methoden und Komponenten (Metaphern) festzulegen. Es wurden Beiträge zur Anforderungsanalyse und der Spezifikation der Visuellen Authoringumgebung geleistet.

Anschließend wurden die in TP 3 entwickelten Einzeltechnologien in einem Labormodell integriert, der Aspekte eines virtuellen Sekretariats (Virtual Secretary) im mobilen Kontext vorführt. Von Siemens realisierte Kern-Anwendungsfälle waren hier agentengestützte mobile Aufgabenplanung und –koordination in Kopplung mit flexibler automatisiertem Management von Ressourcen (z.B. automatische Reservierung von Räumen oder Arbeitsmitteln im Kontext einer Besprechung). Die Entwicklung des Labormodells erfolgt gemäß dem evolutionären Software-Engineering-Modell in drei Iterationen, die sicherstellen, dass bereits sehr früh innerhalb des Projektes (und von da ab über die gesamte Projektlaufzeit) ein funktionaler Demonstrator vorhanden ist.

Basierend auf anfangs identifizierten Erweiterungen wurden zusätzliche generische agentenbasierte Assistenzfunktionen realisiert, die Bestandteil der zweiten und dritten Generation des Virtual Secretary Demonstrators wurden.

Eine weitere Aufgabe war der Test und die Integration der in TP 3 erarbeiteten Komponenten hinsichtlich agentenbasierter Assistenzfunktionen, der Einbindung in das MAP-Kernsystem, sowie die Nutzung bzw. Integration in die Anwendungsentwicklungen der Anwendungsteilprojekte. Hiermit konnte die technische Funktionstüchtigkeit und Nutzbarkeit der Komponenten sichergestellt werden.

Die im Sommer 2002 durchgeführten anwendungsspezifischen Feldtests wurden unterstüzt. Schwerpunkte waren die Organisation des Testclusters Mobile Aufgabenplanung und –koordination. Die Tätigkeit beinhalteten das Erstellen der Testpläne, die Schulung der an dem Feldtest teilnehmenden Systemnutzer, die eigentliche technische Begleitung der Feldtests und die Auswertung nach Abschluss des Feldtests.

Das Management des Teilprojektes Basisagenten umfasste die Koordination des Teilprojektes im Gesamtprojekt, die in enger Kooperation mit dem Projektbüro durchgeführt wurde. Das Management einiger Arbeitspakete umfasste die Abstimmung der inhaltlichen Arbeiten in diesen Arbeitspaketen.

2.3 TP4: Mobile Basis

Zuerst wurde die Funktionalität der mobilen Basis anhand der anwendungsspezifischen Anforderungen festgelegt. Der Schwerpunkt lag bei zu realisierenden Basisagenten und der mobilen Basisplattform. Anschließend wurden die für die mobile Basisplattform benötigten Infrastrukturkomponenten definiert und realisiert. Der Schwerpunkt der Arbeiten lag in der Identifikation und Entwicklung und Anpassung effizienter Mechanismen zur Unterstützung der Synchronisation von Daten zwischen mobilen und stationären Endgeräten und die Integration eines mobilen Replikationsmechanismus in die Mobile Basisplattform.

Aufgabe eines weiteren Arbeitspaketes war die Schaffung der Voraussetzung für die mobile Nutzung von Agententechnologie. Hierbei lag der Schwerpunkt in der Entwicklung eines Protokolls zur FIPA-kompatiblen Kommunikation eines Thin-Clients auf einem mobilen Endgerät mit stationären Agenten, die z.B. auf der MAP Homebase eines Nutzers residieren.

Auch wurde Methoden und Architekturen zur Erfassung und Aufbereitung von Umgebungs- und Nutzerdaten im Kontext mobiler Nutzung zur Verfügung gestellt. Hierbei wurde von Siemens ein generischer Ansatz zum Management von Nutzerpräferenzen entwickelt.

In einem andern Arbeitspaket wurden Protokollen und Assistenzkomponenten zur Unterstützung der Mobilität des Benutzers entwickelt. Hier wurde eine generische Notifikations- und Bestätigungskomponente entwickelte, die den in Teilprojekt 3 entwickelten Basisagenten die transparente Übermittlung von Nachrichten an den mobilen Nutzer sowie Bestätigungsanfragen zur Delegation von Aufgaben über ein einheitliches Interface ermöglichte. Es wurde die dazu verwendete Koordinationssprache definiert und implementiert.

Integration und der Test der mobilen Basis in die MAP Gesamtlandschaft schafften die für die Durchführung des Feldtests benötigten Grundlagen. Hier unterstützten wir die Integration der von Siemens in Teilprojekt 3 entwickelten Technologie zur mobilen Aufgabenplanung und –koordination mit dem in Teilprojekt 4 entwickelten Buddy Alert-Testcluster.

Die im Sommer 2002 durchgeführten anwendungsspezifischen Feldtests wurden bei der Auswertung des Feldtests für das Testcluster Buddy Alert bezüglich der Integration der Basisagenten für Mobile Aufgabenplanung und –koordination unterstützt.

2.4 TP5: Akzeptanz und Akzeptabilität

Das Teilprojekt 5 untersuchte projektbegleitend Fragen der Akzeptanz und Akzeptabilität des multimedialen Arbeitsplatzes der Zukunft. Diese Fragen wurden aus Sicht der Rechtswissenschaft, der Psychologie und der Sozialwissenschaft behandelt und soweit möglich in Feldtests einer empirischen Prüfung unterzogen.

Die Arbeiten der Siemens AG in diesem Teilprojekt lagen im Arbeitspaket „Usability Tests“. Dieses Arbeitspaket hatte das Ziel, in Anwendungsbereichen erstellte Prototypen hinsichtlich Usability und Benutzerakzeptanz zu testen.

Bei einigen Prototypen stellten sich Usability Tests als nur bedingt zielführend heraus, da es sich nicht in erster Linie um die Optimierung eines speziellen User Interfaces handelte, sondern um die Beantwortung allgemeiner Fragestellungen bzgl. Usability und Akzeptanz. Aus diesem Grund wurden stattdessen Fokusgruppen oder Interviews sowie Usability Inspektionen des User Interfaces durch Software Ergonomie Experten durchgeführt.

Ausgangspunkt für die Vorbereitung und Durchführung von Usability Tests war die genaue Kenntnis der Konzepte und Technologien, die bei der Entwicklung des multimedialen Arbeitsplatzes der Zukunft umgesetzt bzw. eingesetzt werden sollen. Dazu wurde untersucht, wie die klassischen Usability Prinzipien auf den Einsatz von agentenbasierten Applikationen übertragen werden können. Weiterhin wurden die Fragestellungen behandelt, wie die Aufgabenverteilung zwischen Agent und Anwender erfolgen sollte, welche Rolle der Agent bei der Zusammenarbeit übernimmt und wie viel der Anwender vom Agenten „sehen“ muss. Schließlich wurde die technische Konzeption des MAP untersucht (mit Fokus auf die Aspekte der technischen Konzeption, die Auswirkungen auf das User Interface und somit auf den Anwender haben).

Die Vorbereitung der Usability Tests, Usability Inspektionen, Fokusgruppen und Interviews bestand aus folgenden Arbeitsschritten:

- Ausarbeiten der zu testenden Aufgabenszenarios bzw. der in den Fokusgruppen und Interviews zu behandelnden Fragestellungen.
- Akquisition der Testpersonen bzw. Teilnehmer, die die Zielgruppe repräsentieren: Die Testpersonen/Teilnehmer mussten jeweils bestimmte Kriterien erfüllen.
- Einrichten des Usability Labors für die Tests, u.a. Vorbereitung des Prototypen, Vorbereitung der Protokollierungseinrichtung
  Vorbereitung des Präsentationsmaterials (Prototypen, Hardware) für die Fokusgruppen.
- Durchführung eines Pre-Tests.

Usability Testing ist ein in Forschung und Praxis anerkanntes Verfahren zur systematischen Ermittlung von Optimierungspotentialen für User Interfaces. Usability Tests werden in speziell ausgestatteten Usability Labors durchgeführt. Repräsentative Benutzer bearbeiten typische Aufgaben mit dem zu testenden Produkt (Prototyp). Über Videokameras werden Benutzerreaktionen und Kommentare für eine spätere Auswertung aufgezeichnet. Zusätzlich wird das Monitorbild inklusive Mausbewegungen und Interaktionen des Benutzers mit dem System über einen Screenconverter abgegriffen und ebenfalls auf Video aufgenommen. Die Tests wurden im Usability Labor der Siemens AG durchgeführt und dauerten zwischen ein und zwei Stunden.

Bei einer Usability Inspektion untersuchen Usability Spezialisten ein User Interface, wobei sie von einer Reihe von globalen Usability-Regeln geleitet werden. Der Evaluator arbeitet die in der Vorbereitungsphase ausgearbeiteten Aufgabenszenarios durch.

Die Fokusgruppen zum Thema „Multimodalität“ wurden im Requirements Lab der Siemens AG durchgeführt und dauerten ca. 3 Stunden. Der Ablauf war wie folgt:

- Einführung in das Thema „Multimodalität“
- Demonstration des Multimodalitäten Manager Prototypen; anschließend Diskussion
- Vorstellung verschiedener mobiler Endgeräte mit anschließender Diskussion
- Sammeln möglicher Anwendungsfälle für Multimodalität
- Erheben von Anforderungen an die einzelnen Modalitäten
- Diskussion weiterer Fragen zur Multimodalität

Die Videoaufzeichnungen und handschriftlichen Aufzeichnungen des Testmoderators wurden ausgewertet. Auf Basis dieser Daten wurden systematisch Verbesserungsvorschläge für die Usability erarbeitet. Aus den während der Inspektion identifizierten Usability Problemen wurden Verbesserungsvorschläge abgeleitet. Die erhobenen Anforderungen und Ideen der Fokusgruppen und Interviews wurden zusammengefasst.

Der Austausch von Erkenntnissen zu den verschiedenen Fragestellungen des Teilprojekts sowie der Austausch von Erfahrungen zwischen dem Teilprojekt 5 und den technischen und anwendungsorientierten Teilprojekten war ein wesentlicher Bestandteil des MAP-Projekts.

3 Stand der Technik zu Projektbeginn
Verwendete Standards, Produkte, Fachliteratur, Schutzrechte

Sicherheit für multimediale Arbeitsplätze war zu Projektbeginn in wichtigen Aspekten noch Gegenstand der Forschung. Die Definition der Sicherheitspolitik und die Analyse der Sicherheitsanforderungen geschah mit informellen Methoden der Bedrohungs- und Risikoanalyse, jedoch nicht mit formalen Modellen, wie sie hier entwickelt wurden. Die formalen Sicherheitsmodelle der Literatur bezogen sich jeweils auf spezielle Sicherheitsaspekte und waren daher für die Anforderungsanalyse nur unzureichend geeignet. Spezielle Techniken zur Analyse bestimmter Klassen von Sicherheitsmechanismen (z.B. Protokolle) konnten gewinnbringend eingesetzt werden, deckten aber nicht das gesamte Spektrum der notwendigen Aktivitäten ab. Etablierte Sicherheitsinfrastrukturen wie PKIX berücksichtigten die speziellen Anforderungen der mobilen Agenten, zum Beispiel das wichtige Delegationsprinzip, nicht oder nur unzureichend. Erste Ansätze zur Integration von Sicherheitsmechanismen in die Agentenumgebungen wurden in Standardisierungsgremien wie FIPA behandelt, ein etablierter und ausgereifter Standard existierte jedoch noch nicht. Nichts desto trotz können etablierte Sicherheitsstandards wie z.B. RSA, DSA, PKCS#x, X.509, TLS, PC/SC als Basis eingebracht werden. Softwareagenten bilden eine innovative Technologie zur effizienten Realisierung von komplexen, verteilten, heterogenen Systemen mit einem hohen Anteil an Kommunikation. Mit der Thematik Agenten beschäftigen sich vor allem Organisationen wie die FIPA (Foundation for Physical Agents) und die OMG (Object Management Group), sowie einige internationale Forschungsprojekte.

Während die FIPA eine Spezifikation des Security Managements im Rahmen des FIPA98 V1.0 Standards bereitstellte, versuchte die OMG mit Hilfe von CORBA die Agententechnologie mit ihren „Mobile Agent System Interoperability Facilities“ (MASIF) zu unterstützen. Hierbei ko-existierten Middlewareplattformen für intelligente kommunizierende Agenten (z.B. MECCA, Jade, FIPA-OS) mit Plattformen,

die die Erzeugung und das Management mobiler Code-Objekte, sogenannter mobiler Agenten, unterstützt. Insbesondere gab es noch keine Integration der beiden – an sich komplementären – Ansätze zur Modellierung von Agentensystemen.

Die internationalen Forschungsprojekte bezogen sich hier vor allem auf

- Agentenplattformen, sowie agenten-orientierte Programmierung
- soziales Verhalten innerhalb von Multi-Agenten-Systemen
- Kommunikationsprotokolle zwischen Agenten
- Adaptierbarkeit und Skalierbarkeit von Multi-Agenten-Systemen
- Electronic-Commerce (E-Commerce)

Für den Einsatz im Rahmen von MAP wurden diese Ansätze berücksichtigt und gegebenenfalls adaptiert. Einen umfassenden anerkannten Lösungsansatz gab es jedoch nicht, so dass Eigenentwicklungen unumgänglich waren.

4 Ergebnisse und Nutzen

4.1 Sicherheitstechnologie

4.1.1 Sicherheitsanalyse

Zu Projektbeginn galt es die Sicherheitsanforderungen an den MAP zu spezifizieren und zu bewerten. Sicherheitsanforderungen ergaben sich zum einen aus der Funktionalität und dem Anwendungsbereich des MAP, zum anderen aus der verwendeten Technologie und deren spezieller Bedrohungen und Angriffsmöglichkeiten. Bei der Definition der Sicherheitsanforderungen wurde besonderer Wert darauf gelegt, beiden genannten Aspekten zu genügen, indem jeweils angepasste Vorgehensweisen gewählt und die Ergebnisse anschließend zusammengeführt wurden.

Ausgangspunkt der sich an den MAP-Anwendungen orientierenden Anforderungsanalyse bildeten die in den Teilprojekten 3, 4 und 5 erarbeiteten Umsetzungsszenarios, die typische Arbeitsabläufe in den verschiedenen Ausprägungen des MAP und die sich daraus ergebenden Nutzeranforderungen an den Funktionsumfang des Systems beschreiben. Aus den Szenarios wurden die vom MAP verarbeiteten, erzeugten bzw. beeinflussten schützenswerten Güter sowie die für diese relevanten Vorschriften und rechtlichen Rahmenbedingungen abgeleitet. Dies bildete die Grundlage zur Bewertung der für MAP relevanten Grundbedrohungen. Die Grundbedrohungen wurden in acht Kategorien gegliedert, für die jeweils detaillierte Anforderungen an die Sicherheitsfunktionalität des MAP beschrieben wurden.

Aufbauend auf diesen Resultaten konnte eine Risikobewertung unter Berücksichtigung potentieller Sicherheitsmaßnahmen und deren Angemessenheit hinsichtlich Machbarkeit und erforderlichem Aufwand vorgenommen werden. Insgesamt ergab sich eine priorisierte Liste von Sicherheitsanforderungen an den MAP, die die Sicherheitsziele der MAP-Ausprägungen und die Bedrohungen, die aus der eingesetzten Technologie resultieren, in Bezug setzte sowie hinsichtlich geeigneter Sicherheitsmaßnahmen bewertete.

Die Erhebung und Bewertung der Sicherheitsanforderungen wurden in intensiver Diskussion mit Teilprojekt 5, insbesondere der Gruppe der GH Kassel, durchgeführt. Durch diese Vorgehensweise wurde sichergestellt, dass über die technischen Aspekte hinaus die juristische Akzeptabilität der spezifizierten Anforderungen gewährleistet ist.

4.1.2 Sicherheitsmechanismen

Zur Umsetzung der MAP-Sicherheitsanforderungen für den MAP der ersten und zweiten Generation wurde unter Berücksichtung des verfügbaren State-of-the-Art in allen adressierten Bereichen der Sicherheitstechnologie und der Planungen für die Forschungsarbeiten im MAP-Leitprojekt ein umfassendes Sicherheitskonzept als Antwort auf die Anforderungen der Anwender erarbeitet. Wesentlicher Be-

standteil der Sicherheitskonzepte des MAP der ersten und zweiten Generation war die Priorisierung der einzelnen Entwicklungsschritte gemäß der in der Anforderungsanalyse vorgenommenen Gewichtung und ein Konzept zur Nutzung von Synergien der zu integrierenden Technologien. Die Sicherheitskonzepte bezogen sich auf die Schwerpunktthemen:

- Public Key Infrastruktur (PKI) und Basismechanismen
- Autorisierung und Delegation für Agenten
- Sicherer mobiler Zugang zu MAP-Anwendungen

PKI und Basismechanismen

Die Grundlage zur Realisierung der in der Sicherheitsanalyse herausgestellten Anforderungen zur Authentisierung von Agenten / Plattformen und zur Nachweisbarkeit von Ereignissen wie dem Senden oder Empfangen von Nachrichten durch Agenten bilden asymmetrische kryptographische Algorithmen. Die Leistungsfähigkeit einer auf asymmetrischer Kryptographie beruhenden Sicherheitslösung hängt wesentlich vom Schutz des privaten Schlüsselmaterials sowie der authentischen Verteilung von öffentlichen Schlüsseln ab. Für beide Aspekte wurden fortschrittliche Lösungen konzipiert, die über die standardmäßig in Java verfügbare Funktionalität hinausgingen und erhöhte Sicherheit boten.

Für die Erzeugung und Verteilung von Schlüsselmaterial sowie die für die authentische Verteilung öffentlicher Schlüssel erforderliche Zertifizierung war in MAP ein auf der Basis der von der Siemens AG in das Projekt eingebrachten Web-CA (Webbasierte Certification Authority) entwickelter Server verantwortlich. Folgende PKI-Dienste wurden von der Web-CA unterstützt:

- *Registrierungsdienst zur Schlüsselgenerierung* und Anforderung von Zertifikaten für öffentliche Schlüssel. Das Zertifikatsformat entspricht international anerkannten Standards (X.509).
- *Dienst zum Management eines Certificate Repository* und von OCSP (Online Certificate Service Protocol). Das Certificate Repository ermöglicht Nutzern und Agenten den Zugriff auf von der CA ausgestellte Zertifikate, die zum Verschlüsseln und zur Verifikation von Signaturen erforderlich sind. Dies allein ist jedoch nicht ausreichend, da Informationen über gesperrte Zertifikate den MAP-Komponenten effizient basierend auf OCSP (Online Certificate Service Protocol) übermittelt werden müssen.
- *Dienst zum Management der Zertifizierungsabfragen*. Dies beinhaltet eine graphische Benutzeroberfläche, mit der der CA-Administrator eingehende Anfragen prüfen und bearbeiten kann.

Zur Sicherung des privaten Schlüsselmaterials wurde eine skalierbare Lösung konzipiert. Diese erlaubte den wahlweisen Einsatz von dateibasierten PSE (Personal Security Environment – Datenstruktur, die privaten und öffentlichen Schlüssel umfasst), der Speicherung der PSE auf Chipkarte sowie den Einsatz von Kryptokarten, bei der die kryptographischen Operationen unmittelbar auf der Karte unter Verwendung der dort gespeicherten PSE berechnet werden. Die Kryptokarte bietet dabei das zur Zeit höchst mögliche Sicherheitsniveau (der private Schlüssel muss das vertrauenswürdige Gerät „Kryptokarte“ nicht verlassen). Die flexible Lösung erlaubt darüber hinaus aber auch die anwendungsspezifische Abwägung von Sicherheitsbedürfnissen und pragmatischen Aspekten (Performanz, Kompatibilität, Ausstattung der Endgeräte usw.).

Sicherheitsfunktionen der ersten Generation des MAP stützen sich auf eine MAP-interne PKI ab, von der vorausgesetzt wird, dass sie von den Betreibern der MAP-Systeme zur Verfügung gestellt wird. Für eine weite Verbreitung der MAP-Anwendungen wurde es jedoch als erforderlich angesehen, diese auch unter bereits existierenden, z.B. firmeninternen oder kommerziellen PKI nutzbar zu machen. Hierzu wurden zunächst mögliche Probleme bei der Interoperabilität verschiedener PKI-Dienstleister untersucht. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurden verschiedene Smartcard-Schnittstellen analysiert und Lösungsansätze zur Integration konzipiert.

Autorisierung und Delegation

Wesentlicher Bestandteil der MAP-Sicherheitsanforderungen war die Autorisierung mobiler Agenten in Abhängigkeit einer anwendungsspezifischen Sicherheitspolitik. Dabei reichte es nicht aus, das Autorisierungskonzept ausschließlich auf der Basis der Signatur des statischen Teils eines Agenten durch dessen Besitzer aufzubauen, da die MAP-Anwendungen feiner granulare Rechtestrukturen erfordern (z.B. ein Rollenkonzept) und darüber hinaus die Möglichkeit bestehen sollte, Rechte eines Agenten an andere mobile Agenten, die nicht zwingend denselben Besitzer haben müssen, zu delegieren.

Den Ausgangspunkt der Arbeiten bildete die Analyse bestehender Lösungen zur Autorisierung im Client-Server-Umfeld (X.509 Erweiterungen, Attributzertifikate, SPKI Zertifikate, Kerberos). Diese Lösungen wurden unter spezieller Berücksichtigung der MAP-Szenarien untersucht. Das Ergebnis der Untersuchungen zeigte, dass insbesondere Kerberos die Anforderungen hinsichtlich Rechtevergabe und –prüfung erfüllen kann und daher eine rein proprietäre Lösung für das MAP-Autorisierungskonzept nicht sinnvoll ist. Kerberos ist jedoch nicht unmittelbar im Umfeld mobiler Agenten einsetzbar, da die Ausübung von Rechten an einen Authentifikator gekoppelt ist, der ein Aktualitätsmerkmal mit einem im Ticket enthaltenen Sitzungsschlüssel verschlüsselt. Ein mobiler Agent kann aber außerhalb der Homebase einen solchen Authentifikator nicht erzeugen, da dazu ein geheimer Schlüssel mitgeführt werden müsste, der auf feindlichen Plattformen ausgespäht bzw. zur Durchführung von Operationen genutzt werden könnte. Die von Siemens konzipierte, entwickelte und in MAP integrierte Variante des Kerberos-Protokolls sah daher vor, die Ergebnisse der obligatorischen Authentifikation des Agenten gegenüber der Plattform für die Rechteprüfung verfügbar zu machen.

Die Beantragung von Rechten für einen Agenten erfolgte über einen speziellen Ticket-Agenten auf der Homebase, der signierte Anfragen an einen Ticket Granting Server stellte, der seinerseits auf Policy-Daten zurückgriff, um der Anfrage entsprechende Tickets auszustellen. Die Delegation von Rechten an einen anderen Agenten (auch den eines anderen Besitzers) erfolgte analog zur Kerberos-Spezifikation: Über ein Proxy-Ticket konnte der beantragende Agent ein Ticket erstellen lassen, das an den Delegierten weitergegeben wurde. Die Delegation musste auf der Homebase des Delegierenden stattfinden, da die Ticket-Anfragen immer signiert sein müssen. Auf diese Weise wurde ein Missbrauch der Delegation ausgeschlossen.

Der Autorisierungs- und Delegationsmechanismus wurde von der Siemens AG zur Patentanmeldung eingereicht.

Sicherer mobiler Zugang zu MAP-Anwendungen

Um auch für kleine mobile Geräte (z.B. PDA) sichere MAP-Anwendungen nutzbar zu machen, wurden drei relevante Anwendungsszenarien konzipiert, bei denen ein MAP-Anwender über ein mobiles Endgerät und ein öffentliches Terminal Zugriff auf seine Homebase bekommt und sicherheitskritische Operationen wie z.B. die Erzeugung von Signaturen durchführen kann. Für ein Referenzszenario wurde eine Bedrohungsanalyse durchgeführt und die daraus resultierenden Sicherheitsanforderungen erarbeitet.

Im Rahmen der Arbeiten für den sicheren mobilen Zugang, wurde von der Siemens AG die Erfindung „Sicherheitsmodul und Verfahren zur Durchführung von vertraulichen elektronischen Transaktionen" eingereicht.

4.1.3 Integration

Durch die Integration der Ergebnisse der TP1-Partner zu einer Gesamtlösung für die MAP-Sicherheitstechnologie wurden die Voraussetzungen für die Nutzung der MAP-Sicherheitsfunktionalität durch die MAP-Anwendungen geschaffen. Schwerpunkt der Integrationsarbeiten bildete insbesondere die Anbindung der bei Siemens entwickelten Komponenten zur Kryptographie, PKI und Autorisierung und Delegation an die in der Agentenplattform SeMoA verfügbaren Sicherheitsmechanismen. Die Integration erfolgte im Hinblick auf weitestgehende Transparenz der Basismechanismen (Kryptographie, PKI) bzw. schematisierte Vorgehensweisen für Nutzung der Mechanismen auf Anwendungsebene durch bestehende Agenten (Autorisierung und Delegation).

4.1.4 Simulationsstudie

Im Rahmen der Labor- und Feldtestphase des MAP erfolgte die Erprobung der MAP-Sicherheitstechnologie in Form einer gemeinsam mit den TP1-Partnern und der GH Kassel durchgeführten Simulationsstudie. Zweck der Studie war, die MAP-Sicherheitstechnologie im simulierten, aber realitätsnahen Umfeld auf ihre Eignung zur Erfüllung der für MAP identifizierten Sicherheitsanforderungen zu überprüfen. Da sich die Sicherheitsmaßnahmen in kritischen Situationen bewähren mussten, die aber im alltäglichen Betrieb über einen begrenzten Zeitraum nur mit geringer Wahrscheinlichkeit vorkommen,

erwies sich eine Simulationsstudie als das geeignete Mittel: hier konnte trotz begrenzten Rahmens eine Vielzahl von in der Praxis nur selten vorkommenden Angriffen simuliert und die Reaktionen des Systems beobachtet und analysiert werden. Aspekte der Rechtssicherheit spielten eine wesentliche Rolle für die Simulationsstudie: Durch die Simulation einer Vielzahl juristischer Konflikte wurde untersucht, wie die MAP-Technologie Anwendungen, die rechtsverbindliches Handeln umfassten, unterstützen konnte.

Gegenstand der Studie war die Anwendung „Bildsuchmaschine“, in der Agenten eines Benutzers Anfragen nach Bildmaterial (Kriterium: Ähnlichkeit zu einem Vergleichsbild) an einen Broker stellen konnten, dessen Indexierungsagenten passende Bilder aus Datenbanken verschiedener Bildanbieter vorschlugen („Thumbnails“), der Benutzer ausgehend von diesen Vorschlägen Bilder zur Bestellung auswählte und einem Fetch-Agent des Benutzers das Recht zum Abholen des Vollbildes vom Broker unter gleichzeitiger Rechnungsstellung und Bezahlung übertrug. Die Anwendung war für Zwecke der Simulationsstudie besonders gut geeignet, da alle relevanten Aspekte der MAP-Sicherheitsthematik miterfasst werden konnten: Authentifikation, Autorisierung, Delegation, Sicherung der Integrität und Vertraulichkeit, rechtsverbindliches Handeln, Nachweisbarkeit, pseudonymes Handeln.

Die Simulationsstudie wurde am 29. und 30.04.2002 in Darmstadt durchgeführt. Dabei wurde die Bildsuchmaschine von 11 Testnutzern verwendet, um vorgegebene und frei definierte Aufgabenstellungen abzuarbeiten, die insbesondere die Provokation von Rechtsstreitigkeiten durch Aufstellen falscher Behauptungen beinhalteten. Gleichzeitig versuchten 3 technisch versierte Angreifer, das System auf der Ebene der Sicherheitsmechanismen anzugreifen und so Schwachstellen der MAP-Sicherheitslösung zu identifizieren. In den beiden Testtagen wurden über 1000 mobile Agenten erzeugt, so dass eine hinreichend breite Basis zur Auswertung zur Verfügung stand.

Im Ergebnis lieferte die MAP-Technologie ausreichende und belastbare Beweismittel, die in 20 simulierten Schnellgerichtsverfahren erfolgreich verwendet werden konnten. Indem die Testpersonen in der Rolle der Einkäufer auch unter Pseudonym handeln konnten, war es ihnen möglich, selbst zu bestimmen, ob sie personenbezogene Daten hinterlassen wollten oder nicht. Zudem zeigten sich die in TP1 entwickelten Sicherheitsmechanismen als robust gegenüber den Angriffsversuchen: die einzige Möglichkeit, in das System einzudringen, bestand darin, bekannte Schwachstellen des Betriebssystems, welches nicht Gegenstand der MAP-Technologieentwicklung war, auszunutzen. Weiterentwicklungsbedarf wurde hinsichtlich technischer Details identifiziert (Ticketformate, Auditing) und wurde im MAP der zweiten Generation umgesetzt.

Insgesamt zeigte die Simulationsstudie, dass die in MAP entwickelte sichere Agententechnologie sicheres und rechtsverbindliches Einkaufen im Netz ermöglicht. Die ersten Ergebnisse wurden von der Siemens AG auf den Signaturtagen der RegTP, des BMI und des BMWi am 12. und 13.06.2002 in Berlin präsentiert und fanden bereits positive Resonanz in der Öffentlichkeit (z.B. D. Borchers, „Unreif zur Unterschrift“, Süddeutsche Zeitung vom 09.07.2002)

Es ist geplant, die Arbeiten rund um die Simulationsstudie in einem Buch zu veröffentlichen.

4.1.5 Formale Methodik

Die Hauptpunkte zur Definition einer formalen Methodik zur Modellierung von Systemen mobiler Agenten, zur formalen Spezifikation von Sicherheitsanforderungen an solche Systeme und zur Verifikation der Gültigkeit dieser Anforderungen, bildete die Definition eines Ansatzes, der eine abstrakte Sicht auf Mobilitätsaspekte und eine zustandsorientierte Sicht auf die Funktionalität einzelner Agenten ermöglicht. Dieser Ansatz basiert im wesentlichen auf Ideen und Inhalte des Ambient Kalküls und der zustandsorientierten Interacting State Machine.

Die Prozesskalküle wie der Ambient Kalkül werden vorwiegend als Werkzeug zur Spezifikation und Analyse von verteilten Systemen benutzt, können aber auch als semantische Basis für Programmiersprachen dienen. Die operationale Semantik von Prozesskalkülen wird mittels Ersetzungsregeln beschrieben, die Ausdrücke im Kalkül reduzieren oder transformieren können. Dabei werden Ausdrücke solange transformiert bis ein stabiler Ausdruck gefunden wurde, beispielsweise ein Ausdruck der nicht mehr weiter reduziert werden kann. Einige Beispiele für Prozesskalküle sind CSP, CCS und der π-Kalkül. Aus der Anlehnung an den π-Kalkül hat sich der Ambient Kalkül, der Elemente enthält, mit denen die mobilen Szenarien wie zum Beispiel Agentenmigration in Agentensystemen geeignet dargestellt werden können.

Eine Interacting State Machine (ISM) ist ein Automat, dessen Zustandsübergänge mehrere Ein- und Ausgaben gleichzeitig auf beliebiger Anzahl von Anschlüssen beinhalten können. Zwei wesentliche Eigenschaften zeichnen eine ISM aus: die Zustände mit ihren Übergängen und die Fähigkeit der Interaktion. Der Zustand einer ISM besteht aus einem Eingabebuffer und einem lokalen Zustand. Der lokale Zustand kann eine beliebige Struktur haben, wobei er typischerweise dargestellt wird durch das kartesische Produkt aus einem Kontrollzustand und einem lokalen Variablen repräsentierenden Datenzustand. Interaktion geschieht durch gepufferte Kommunikation über benannte Anschlüsse, wobei pro Anschluss ein Empfänger von möglicherweise mehreren Sendern wartet. Eine Modellierung eines Systems wird üblicherweise mittels eines ISM-Systems beschrieben, welches die parallele Komposition einer beliebigen Anzahl von ISMs darstellt. Der Zustand eines ISM-Systems wird durch das kartesische Produkt der Zustände der ISM-Systemkomponenten ausgedrückt.

Basierend auf diesen Ansätzen wurde zur Spezifikation und Analyse der typischen Sicherheitsanforderungen eines Multimedia-Arbeitsplatzes eine maßgeschneiderte Methode (Ambient Interacting State Machines) entwickelt, die auf den oben erwähnten formalen Modellierungstechniken basiert. Die Ambient Interacting State Machines können als Eigenschaft unter anderem hierarchische Umgebungen, Migration und lokale Kommunikationseinschränkungen beschreiben. Durch die formale Spezifikation der Sicherheitsanforderungen ist eine wesentliche Voraussetzung für die Evaluierung nach hohen Qualitätsstufen erfüllt.

4.1.6 Teilprojektleitung

Der Siemens AG oblag die Leitung des Teilprojektes 1. Dies umfasste die Abstimmung mit anderen Teilprojekten, die Überwachung der fristgerechten Erbringung der TP-internen Zwischenergebnisse durch die anderen TP1-Partner, die Darstellung des TPs nach außen, die Vertretung des TPs in der Projektleitungsrunde, und die TP-interne Koordination.

Die TP1-Projektergebnisse wurden auf folgenden externen Veranstaltungen erfolgreich präsentiert:

- MTI-Statustagung in Saarbrücken, 25.- 27. Oktober 2001
- Signaturtage der RegTP, des BMI und des BMWi in Berlin, 12. - 13. Juni 2002
- MTI-Statustagung in Berlin, 3. - 4. Juni 2003.

4.2 Agententechnologie

4.2.1 Basisagenten Mobile Aufgabenplanung und -koordination

Zu Projektbeginn wurden Anwendungsszenarios für Basisagenten definiert und in Zusammenarbeit mit den anderen TP3-Partnern und in enger Abstimmung mit TP2, TP4 und TP5 eine Gesamtkonzeption für die Basisagenten im MAP entworfen. Dies umfaßte zum einen die Analyse und Auswahl der in den Teilprojekten zu behandelnden Technologien, zum anderen die zur Erbringung der vom Nutzer geforderten generischen Office-Funktionen benötigten Basisagenten-Dienste.

Der Beitrag der Siemens AG konzentrierte sich auf die die Entwicklung generischer Basisagenten für Mobile Aufgabenplanung und –koordination, d.h., personalisierte Assistenzagenten auf der Basis existierender Tools (z.B. MS Outlook, PocketOutlook) zur Unterstützung eines teilautomatisierten mobilen Aufgaben- und Terminmanagements. Diese erlauben es, gewisse Routineaspekte der Aufgaben- und Terminplanung zu automatisieren, wobei der Agent auf der Basis von Information über die Präferenzen des Benutzers Empfehlungen über mögliche Zeiträume für Termine gibt oder, je nach Konfiguration, auch selbständig Termine planen kann. Im Unterschied zu herkömmlichen Ansätzen wird dabei nicht von einem zentralen Server ausgegangen, auf dem die Daten eines Benutzers gespeichert sind. Statt dessen erlaubt die agentenbasierte verteilte Architektur unterschiedliche Szenarios, vom völlig dezentralen Szenario, in dem Termindaten nur lokal auf der Homebase des Benutzers vorhanden ist, bis hin zu einem Szenario, das man normalerweise innerhalb von Enterprise Information Systems findet, in dem Daten für eine Benutzergruppe zentral gespeichert werden und von Benutzern mobil über unterschiedli-

che Endgeräte abgerufen und manipuliert werden. Die flexible Architektur verbindet größere Sicherheit und besseren Datenschutz mit personalisierter Assistenz (z.B., ein Terminplanungsagent macht Vorschläge für Termine, kann, so er dazu ermächtigt ist, auch Termine vereinbaren, und ist in der Lage, Termine aufgrund von Prioritäten zu verschieben und somit Terminkonflikte aufzulösen) sowie der Unabhängigkeit von bestimmten Terminplanungssystemen und der verbesserten Unterstützung des mobilen Zugriffs. Weiterhin berücksichtigt die Planungskomponente des Basisdienstes auch Reisezeiten und sichert die Verfügbarkeit benötigter Ressourcen (z.B. Overhead-Projektor, Beamer) für ein Meeting.

Die im Rahmen der Terminkoordination benötigten innovativen Konzepte automatischer Verhandlungsführung wurden des weiteren in MAP anhand der Thematik „Unterstützung und Automatisierung von Vertragsverhandlungen“ entwickelt und prototypisch realisiert. Hierbei werden auf der Basis sogenannter multi-attributiver Nutzenprofile produktbezogene Präferenzen von Benutzern aufgenommen und von Benutzeragenten dazu verwendet, im Auftrag eines Benutzers entweder bilateral oder auf einem Marktplatz mit anderen Benutzern auf sichere Art und Weise Verhandlungen führen zu können.

4.2.2 Nutzeradaptive Assistenzagenten

Eine wichtige Eigenschaft von Agenten ist die Nutzeradaptivität, d.h., ihr Verhalten auf der Basis eines Nutzermodells entsprechend den Nutzerpräferenzen anzupassen. Ein wesentliches Ergebnis des MAP-Projektes aus Sicht der Siemens AG waren Middleware-Komponenten für nutzeradaptive Anwendungen und die prototypische Realisierung von zwei nutzeradaptiven Anwendungsbeispielen.

Das in MAP entwickelte User Adaptability Frameworks (UAF) ist eine generische Plattform, die Schnittstellen und Methoden bereithält, auf deren Basis existierende Assistenzanwendungen um Feedback- und Lernmechanismen erweitert werden können. Als solches stellt das User Adaptability Framework einen wichtigen Schritt hin zu lernfähigen und lernenden Agenten dar. Das User Adaptability Framework erweitert dabei den State-of-the-Art durch die Kombination von drei Kernfunktionen:

- Die Fähigkeit, auf der Ebene einer Applikation semantische Nutzeraktionen definieren zu können
- Die Fähigkeit, über Aktions-Feedback-Regeln die Semantik dieser Nutzeraktionen in bezug auf die Nutzerpräferenzen definieren zu können (z.B. der Art: die Aktion A drückt stark positives Feedback auf die Zielvariable X im Präferenzprofil des Nutzers aus).
- Die Fähigkeit, die Ausführung semantischer Aktionen über unterschiedliche Push- und Pull-Mechanismen beobachten, in sogenannten semantischen Logs aufzeichnen und diese Logs interpretieren zu können.

Dabei bleibt das User Adaptability Framework nicht nur unabhängig von den verwendeten Lern- und Analysealgorithmen, sondern es erlaubt vielmehr, unterschiedliche Algorithmen einzusetzen.

Das User Adaptability Framework wurde in drei Anwendungen im MAP der 2. Generation prototypisch evaluiert:

- *Adaptive mobile Aufgabenplanung und –koordination*: hier lernt ein persönlicher Nutzeragent aus dem Verhalten eines Nutzers beim Prozess einer Besprechungsanfrage Rückschlüsse auf Nutzerpräferenzen zieht (d.h., welche Termine werden vorgeschlagen, angenommen, abgelehnt ...).
- *Adaptive Marktplatzassistenz*: Ein Agent, der im Auftrag eines Benutzers auf einem elektronischen Marktplatz Gebote abgeben soll, lernt durch Beobachtung des Nutzers die produktbezogenen Nutzerpräferenzen.
- *Adaptives Matchmaking*: Hierbei handelt es sich um eine Erweiterung der bei Siemens entwickelten Matching Engine SieMatch um Verfahren zum Lernen multi-attributiver Nutzenfunktionen, die beispielsweise in einer intelligenten Personalsuchmaschine zur Anwendung kommen können, bei der ein Personalsachbearbeiter nach subjektiven Kriterien bewertete Bewerber auf einer Stelle nach Relevanz sortiert angezeigt bekommt.

4.2.3 Workflow-basierte Interaktionsprotokolle

Ein weiteres wesentliches Ergebnis, das im Bereich der Agententechnologie im MAP-Projekt erzielt wurde, ist die Erweiterung der Agentenplattform Jade um konfigurierbare Verhandlungsprotokolle für Agentenkollaboration. Der hier verfolgte Ansatz sieht zudem die Möglichkeit vor, dezentrale Kollaborations- und Integrationsprotokolle, wie sie derzeit von Agentenplattformen wie Jade zur Verfügung gestellt werde, automatisch aus einer Beschreibung eines Workflows auf der Basis des Industriestandards eXtensible Process Description Language (XPDL) zu erzeugen. Hier wurde eine Transformations-Engine entwickelt, die XPDL-Workflowbeschreibungen automatisch in Jade-Verhaltensmuster umsetzt. Dies erlaubt zum ersten Mal, das Verhalten kooperierender Agentensysteme auf der Basis industriell akzeptierter Tools zu entwerfen. Zudem ermöglicht das Modell die einfache, konfigurationsbasierte Anpassung von automatisierten Koordinationsprozessen an Änderungen in Arbeitsabläufe. Somit kann eine erhebliche Zeit- und Kostenersparnis bei der Entwicklung von Systemen und Lösungen für intelligente Arbeitsplatzassistenz erreicht werden.

4.2.4 Labormodell Virtual Secretary

Kristallisationspunkt der technischen Arbeiten im Teilprojekt 3 war die szenarische und technologische Zusammenführung unterschiedlicher TP3-Technologien im Labormodell Virtual Secretary. Die Erstellung des Labormodells erfolgte der Entwicklungsstrategie des MAP-Projektes entsprechend in drei Phasen. Die Siemens AG trieb und koordinierte als Arbeitspaketleiter die Integrationsarbeiten und brachte die in den anderen Abschnitten dieses Kapitels beschriebenen Technologien in das Labormodell ein. Ergebnis der ersten Generation des Labormodells war eine szenarisch gekoppelte Demonstration unterschiedlicher Einzelfunktionen: mobiles Termin-Management (Siemens), eine Komponente zum Management von Kontextinformation (ZGDV), die Visuelle Authoring-Umgebung, ein Ressourcenreservierungs- und Management-System (CapCOM), sowie Verfahren zum Multimedia-Streaming geometrischer Information sowie ein Video-Conferencing-Agent zum automatischen Initiieren von Videokonferenzverbindungen (IGD). Die zweite Generation des Labormodells realisierte eine erste Version des Gesamtszenarios im Rahmen einer integrierten agentengestützten und kollaborativen Terminplanungs- und –koordinationsassistenz in Verbindung mit der automatisierten Buchung von für ein Treffen benötigten räumen, der automatischen Initiierung einer Videokonferenz, sowie der Möglichkeit zur visuellen Programmierung der Nutzerpräferenzen. Die zweite Generation des Labormodells diente als technologische Basis und den Kern der Funktionalität des Testclusters 3 „Mobile Aufgabenplanung und –koordination“. Die dritte Generation des Labormodells beinhaltete im wesentlichen funktionale Erweiterungen. Der Beitrag der Siemens AG lag hier in den Bereichen nutzeradaptive Agenten, konfigurierbare Interaktionsprotokolle, sowie Sicherheit für die Kommunikation FIPA-kompatibler Agenten.

4.2.5 Feldtest Mobile Aufgabenplanung und –koordination

Die im Labormodell Virtual Secretary entwickelte Funktionalität wurde im Rahmen des Testclusters Mobile Aufgabenplanung und –koordination mit den wesentlichen Ergebnissen der anderen Teilprojekte verknüpft und in einem Feldtest evaluiert. Hierbei handelt es sich um Sicherheitskonzepte für mobile Agenten (Teilprojekt 1), den multimodalen User Interface Agent unter Verwendung des Multimodal-Browsers (Teilprojekt 2), und die mobile Basisagentenplattform (Teilprojekt 4). Zudem erfolgte eine Integration der in Teilprojekt 6 von der Firma Nemetschek eingebrachten Kollaborationsplattform mit den MAP-Basisagenten für automatische Terminassistenz.

Während des im Sommer 2003 durchgeführten Feldtest wurde das entwickelte System von 13 projektfremden Benutzern unter heterogenen Rahmenbedingungen und anhand von konkreten Aufgabenstellungen auf ihre Einsatzfähigkeit und Akzeptanz hin getestet. Aufbauend auf den Integrationstests und den daraus resultierenden Erfahrungen mit dem Programm wurde für die Feldtests ein Testplan beschrieben. In dem Feldtest, der verteilt an den Standorten München und Darmstadt stattfand, kamen ca. 400 Aufgabenplanungs- und Koordinationsprozesse zur Durchführung, wobei die im Projekt entwickelte Agententechnologie auf dem Prüfstand war. Mehr als 3000 Instanzen von Softwareagenten kamen während des Feldtestes zur Unterstützung dieser Prozesse zum Einsatz. Neben dem Feldtest, der sich auf Funktionsaspekte (und teilweise auf Aspekte der Mensch-Maschine-Interaktion) konzentrierte, wurde im

Rahmen eines Benutzbarkeitstests auch in Zusammenarbeit mit Teilprojekt 5 die Akzeptanz und Benutzbarkeit untersucht.

Die in den Feldtests erzielten Ergebnisse sind sowohl funktional als auch von der Benutzbarkeit weitaus positiv. So hatten ca. 60% der Nutzer einen guten bis sehr guten Eindruck von dem angebotenen System, lediglich 14% empfanden das System als eher schlecht oder schlecht, was auf technische Mängel während des Testes (Robustheit) in diesen Fällen zurückzuführen war. Interessant ist, dass sich die Bewertung der Benutzbarkeit des Systems bei längerer Benutzung gegenüber dem ersten Eindruck sichtlich verbesserte. Benutzer müssen sich offensichtlich auch an die neuen Paradigmen *Assistenz* und *Delegation* gewöhnen, nehmen diese aber mit der Zeit besser an.

4.2.6 Sichere Kommunikation für FIPA-kompatible Agenten

Eine im Rahmen von Teilprojekt 3 wesentliche Sicherheitsanforderung war die sichere Kommunikation in Plattformen für kommunizierende Agenten. Hierbei wurde in Zusammenarbeit mit Teilprojekt 1 ein Sicherheitslayer konzipiert und für das Labormodell Virtual Secretary integriert, das die Integrität und Vertraulichkeit der von Agenten mittels der FIPA-ACL-Kommunikationssprache verschickten Nachrichten ebenso gewährleistet wie die Authentisierung von Agenten über signierte ACL-Nachrichten. Die Realisierung dieser Funktionen erfolgte auf der Basis einer PKI (Public Key Infrastructure) mit Smartcards. Diese Arbeiten demonstrieren die erfolgreiche Integration innovativer Informationstechnologie mit bewährten, standardisierten Technologien wie z.B. SSL.

4.2.7 Plattformintegration Jade/SeMOA (AP4)

Ein wichtiges Ergebnis des MAP-Projektes war die Integration von Ansätzen zur asynchronen Kommunikation zwischen Agenten über den FIPA-Standard einerseits mit Ansätzen, die als Kommunikationsparadigma zwischen verteilten Systemen die Migration von Code, d.h. mobile Agenten, vorsehen. Die beiden Agentenplattformen Jade und SeMOA, die als typische Vertreter dieser beiden Paradigmen gesehen werden können, wurden durch einen in MAP entwickelten Interoperabilitätsmechanismus von der Siemens AG in Zusammenarbeit mit den Partnern in TP 1 und TP 4 derart integriert, dass innerhalb einer Anwendung Jade-Agenten mit SeMOA-Agenten in beide Richtungen transparent kommunizieren können. Die Ergebnisse dieser Integrationsarbeiten wurden bereits in dem Feldtestcluster Mobile Aufgabenplanung und –koordination genutzt, wo sowohl Jadeagenten (z.B. zur gemeinsamen Terminkoordination) als auch SeMOA-Basisagenten (z.B. zur Kontext- und Ressourcenverwaltung) zum Einsatz kommen und dabei eine Interaktion zwischen den unterschiedlichen Agententypen erforderlich ist.

4.2.8 Agentenmiddleware für Mobile Basis (TP4)

Im Rahmen von Teilprojekt 4 entwickelte die Siemens AG eine Reihe von Einzelkomponenten zur Unterstützung der Realisierung der Basisdienste in Teilprojekt 4. Dies umfasst zum ersten die Mitarbeit bei der Erstellung eines Konzeptes zur mobilen Replikation und Synchronisation. Hierbei brachte Siemens speziell Anforderungen aus dem Bereich mobilitätsbezogenes, personalisiertes Aufgabenmanagement mit ein. Zum zweiten realisierte die Siemens AG ein Thin-Client-Gateway für Agentenkommunikation. Das Gateway ermöglicht eine effiziente und robuste Kommunikation für Thin-Client-Konfigurationen. Hierbei ist anzumerken, dass die zur Projektlaufzeit existierenden Agentenplattformen (z.B. SeMOA, LEAP, JADE) noch nicht über einen generischen Mechanismus zur Thin-Client-Kommunikation verfügten.

Das dritte Ergebnis, das im Rahmen von Teilprojekt 4 erziel wurde, war die Realisierung eines Mechanismus zur Verwaltung von Nutzerpräferenzen in Gestalt der Context-Manager-Komponente. Die Realisierung des Context-Managers wurde unter Federführung der ZGDV durchgeführt. Siemens steuert dazu ein Konzept zur Verwaltung applikationsbezogener sowie generischer Nutzerpräferenzen sowie ein Single-Login Modell bei. Zum vierten wurde ein generischer Mechanismus zum Führen aufgabenbezogener Kontrolldialoge in Form eines multimodalen Notification and Confirmation Agenten spezifiziert und realisiert. Der zugrunde liegende Mechanismus erlaubt es Basisagenten, einfache aufgabenbezogene Kontrolldialoge mit Benutzern zu führen, um z.B. Rückfragen bzgl. Entscheidungen, die bei der Ausführung von Aufgaben entstehen, führen zu können. Eine Schnittstelle zwischen diesem Agenten und dem in TP 2 entwickelten User Interface Agenten wurde auf der Basis der Dialogbeschreibungssprache User Interface Markup Language (UIML) realisiert.

4.2.9 Teilprojektleitung TP3

Der Siemens AG oblag die Leitung des Teilprojektes 3. Dies umfasste die Abstimmung mit anderen Teilprojekten, die Überwachung der fristgerechten Erbringung der TP-internen Zwischenergebnisse durch die anderen TP3-Partner, die Darstellung des TPs nach außen, die Vertretung des TPs in der Projektleitungsrunde, und die TP-interne Koordination.

Die TP3-Projektergebnisse wurden auf folgenden externen Veranstaltungen erfolgreich präsentiert:

- BuildIT-Messe in Berlin im Februar 2001
- MTI-Statustagung in Saarbrücken, 25.- 27. Oktober 2001
- MTI-Statustagung in Berlin, 3. - 4. Juni 2003.

4.3 Usability Tests

4.3.1 Usability Prinzipien für agentenbasierte Applikationen

Um die Akzeptanz von agentenbasierten Applikationen untersuchen zu können, wurde zunächst untersucht, wie die klassischen Usability Prinzipien auf den Einsatz von agentenbasierten Applikationen übertragen werden können. Weiterhin wurden die Fragestellungen behandelt, wie die Aufgabenverteilung zwischen Agent und Anwender erfolgen sollte, welche Rolle der Agent bei der Zusammenarbeit übernimmt und wie viel der Anwender vom Agenten „sehen“ muss.

Aus Usability-Sicht stellt sich die Frage, wie der Anwender Software-Agenten und die mit ihnen häufig verknüpften Attribute „intelligent“, „proaktiv“, „adaptiv“ oder „lernend“ wahrnimmt. Die klassischen Usability-Prinzipien beinhalten, dass der Anwender jederzeit die Kontrolle über das System behält, dass das System vorhersagbar ist und dass das System transparent ist, d.h. dass der Anwender versteht, was im System vorgeht. Systeme, die sich an das Verhalten des Anwenders anpassen, ihr Verhalten ändern oder selbstständig Schlussfolgerungen ziehen, werden zwangsläufig das Prinzip der Vorhersagbarkeit verletzen.

Aus dieser Problemstellung heraus ergeben sich folgende Anforderungen an intelligente agentenbasierte Applikationen:

- *Kontrolle*: Der Anwender sollte jederzeit den User Interface Agenten “überstimmen” / kontrollieren können.
- *Vorhersagbarkeit:* Dem Anwender sollte bewusst sein, nach welchen Regeln der Agent arbeitet.
- *Transparenz*: Auch wenn es unnötig und zu schwer ist, dass der Anwender Vorgehensweise und Charakteristika des Agenten im Detail versteht, muss er zumindest wissen, welche Informationen der Agent benutzt, welche Ergebnisse er produziert und was die grundlegenden Regeln seiner Argumentations- und Handlungsweise sind.

Aufgabenverteilung und Rollenverteilung zwischen Mensch und Agent

Anwender und Agent müssen ein gemeinsames Ziel und ein gemeinsames Verständnis über die nötigen Arbeitschritte haben, um dieses Ziel zu erreichen. Beide müssen den Gesamterfolg der Zusammenarbeit verfolgen, nicht nur eigene Ziele.

Agenten können Aufgaben für den Anwender übernehmen, für die er selbst entweder nicht die nötige Expertise oder die nötigen Ressourcen hat.

Bei der Zusammenarbeit bleibt der Anwender stets der „Teamleiter“, d.h. er hat sowohl die Verantwortung als auch die Entscheidungskontrolle.

Visualisierung

Aus ergonomischer Sicht stellt sich die Frage, ob Agenten wirklich personifiziert werden sollten oder ob es sinnvoller ist, die zugrunde liegende Technik, also Software-Agenten, für den Anwender komplett unsichtbar zu machen.

Bisherige Untersuchungen haben gezeigt, dass personifizierte Agenten in einigen Applikationen durchaus sinnvoll eingesetzt werden können (z.B. als Tutoren in intelligenten Lehrsystemen). Jedoch führen anthropomorphe Repräsentationen die Anwender zu Fehlschlüssen über die Fähigkeiten des Agenten: Je „realistischer“ die Darstellung eines Agenten, desto höher sind die Erwartungen des Anwenders.

Eine häufig diskutierte Frage ist, inwieweit der Einsatz von Avataren den Benutzer einer Anwendung unterstützen kann und inwieweit solche Avatare vom Benutzer akzeptiert werden.

Um die Akzeptanz von Avataren bei sog. “walk-up-and-use” Systemen zu ermitteln, wurde ein Prototyp eines avatargestützten Fahrtkartenautomats für den öffentlichen Personennahverkehr erstellt und eine vergleichende Usability Studie mit 18 Anwendern (Europäern und Asiaten) im Usability Labor der Siemens AG durchgeführt.

Im Folgenden sind die wesentlichsten Ergebnisse aufgeführt:

- Die Avatare wurden allgemein nicht als sehr hilfreich angesehen, die Benutzer waren überzeugt, das System auch ohne Unterstützung durch den Avatar ausreichend zu beherrschen
- Weibliche asiatische Anwender schätzten die Avatare mehr als die anderen Teilnehmer. Männliche Benutzer fühlten sich generell durch die Avatare eher gestört.
- Die meisten Anwender ignorierten die Avatare und versuchten eher mit einer trial-and-error Strategie zum Ziel zu kommen.
- Anwender reagierten verärgert, wenn Avatare mit „Spielereien“ Zeit verschwenden, sie möchten effizient zum Ziel kommen.

4.3.2 Mobiles Terminmanagement

Einer der in Arbeitspaket 5.3. untersuchten Untersuchungsgegenstände war der im Rahmen des Testclusters „Mobile Aufgabenplanung und –koordination“ entwickelte Prototyp zum mobilen Terminmanagement.

Im Juni 2002 wurde ein Usability Test dieses Prototypen im Usability Labor der Siemens AG durchgeführt um die Akzeptanz und Benutzbarkeit zu untersuchen. Ein Jahr später, im Juni 2003, wurde die weiterentwickelte Version in einer Usability Inspektion nach Schwachstellen in der Bedienbarkeit untersucht. Zusätzlich wurde eine Befragung durchgeführt, um die Gewohnheiten und Anforderungen von potentiellen Anwendern an eine agentenbasierte Terminvereinbarungsapplikation zu ermitteln.

Vorbereitende Arbeiten

Da der Prototyp zum Mobilen Terminmanagement auch auf mobilen Endgeräten getestet werden sollte, und Usability Tests mobiler Endgeräte (z.B. PDAs) andere Herausforderungen an das Equipment des Usability Labors stellen (der Displayinhalt kann nicht mit konventionellen Screenconvertern an ein Videoaufnahmegerät übernommen werden), wurden zur Vorbereitung der durchzuführenden Usability Tests folgende Aktionen ausgeführt:

- Evaluation von Software zum Abgreifen der Displayinhalte mobiler Endgeräte
- Vergleichender Usability Test mobiler Endgeräte (Vergleich der Betriebssysteme von Palm OS und Pocket PC Windows CE 3.0).

Ergebnisse dieser Usability Tests waren zum einen Erfahrungsaufbau über den Einsatz von Screen Capturing Software für mobile Endgeräte sowie Wissensaufbau über Usability Anforderungen an User Interface Elemente für mobile Applikationen.

Usability Tests im Juni 2002

Im Usability Labor der Siemens AG wurden Usability Tests mit insgesamt fünf Anwendern durchgeführt. Die Teilnehmer waren potentielle Anwender des mobilen Terminmanagements.

Vor Beginn der Aufgabenbearbeitung wurden in einem Eingangsfragebogen demographische Daten sowie die Erfahrung der Teilnehmer mit Outlook und PDAs erhoben. Ein Fragebogen zu den 5 Usability Dimensionen wurde nach einzelnen Aufgabenblöcken eingesetzt.

Es lässt sich sagen, dass viele der aufgetretenen Probleme in den verwendeten Begriffen begründet sind, wobei vor allem englische Buttonbeschriftungen Schwierigkeiten bereiten.

Ein weiterer Schwerpunkt war der Bedarf an Feedback über den Status der Terminanfragen sowie an mehr Informationen bei Terminablehnung und fehlgeschlagenen Vereinbarungsversuchen. Die Tester wollten über die ablaufenden Vorgänge informiert werden.

Außerdem äußerten die Testteilnehmer den Wunsch nach mehr Flexibilität bei der Eingabe von Terminwünschen, z.B. die Möglichkeit ein bestimmtes Zeitfenster auszuschließen oder auszuwählen, ob Reisezeit mit eingeplant werden soll.

Bei der PC-Lösung traten insgesamt weniger Probleme als bei der iPaq-Lösung auf, da das kleine Display des mobilen Endgerätes kaum Platz für Erklärungen bot. Die Tester konnten die Symbole und Farbkodierungen nicht immer richtig interpretieren. Hier schaffen Erklärungen (als Tooltip o.ä.) Abhilfe.

Insgesamt lässt sich sagen, dass die PC-Lösung von den Testteilnehmern nach einiger Zeit besser bewertet wird als direkt nach dem ersten Kontakt. Die PC-Lösung wird von den Testteilnehmern in den Dimensionen „Effizienz“ und „Selbstbeschreibungsfähigkeit“ besser bewertet als die iPaq-Lösung.

Bei beiden Lösungen schneidet die Dimension „Kontrollierbarkeit“ am schlechtesten ab, die Dimension „Erlernbarkeit“ bekommt die besten Werte.

Usability Inspektion im Juni 2003

Die Usability Inspektion ist ein Verfahren zum effizienten Identifizieren von offensichtlichen Usability Problemen. Usability Spezialisten untersuchen dabei ein User Interface, wobei sie von einer Reihe von globalen Usability-Regeln geleitet werden, wie z.B. „Sei konsistent“, „Gib Feedback“.

Die Usability Inspektion der weiterentwickelten Version des Terminmanagements ergab, dass viele Usability Probleme inzwischen beseitigt wurden, beispielsweise die englischen Buttonbeschriftungen. Weiterhin Schwierigkeiten bereiteten jedoch Meldungsfenster, die zu klein für die jeweilige Meldung waren, so dass der Text nicht komplett lesbar ist. Insgesamt wird dem Anwender noch nicht ausreichend Feedback und Statusinformation gegeben.

Befragung

Um die Gewohnheiten und Anforderungen von potentiellen Anwendern an eine agentenbasierte Terminvereinbarungsapplikation zu ermitteln, wurden leitfadengestützte Interviews durchgeführt. Dabei interessierte neben den jetzigen Gewohnheiten bei der Terminvereinbarung vor allem, inwieweit Anwender sich vorstellen können, von einem intelligenten System entlastet zu werden und wie dies idealerweise erfolgen könnte.

Vorgehen bei der Terminvereinbarung (Ist-Zustand):

Die Befragten gaben an, dass zunächst ein Termin festgelegt wird, der dann noch allen Teilnehmern mitgeteilt wird. Sollte der festgelegte Termin nicht für alle Beteiligten möglich sein, wird i.d.R. zum Telefonhörer gegriffen.

Bei einer Terminverschiebung wird entweder wie bei der ursprünglichen Terminvereinbarung verfahren (neuen Termin festlegen, dann allen per mail mitteilen, evtl. mehrere Terminvorschläge) oder es wird mündlich ausgehandelt.

Kriterien bei der Terminvereinbarung:

Als wichtigste Kriterien für die Entscheidung, einen Termin anzunehmen oder abzulehnen, wurden die folgenden Punkte genannt:

- Wichtigkeit des Termins
- Status des Initiators
- Thema
- weitere Beteiligte
- Ort / Anfahrtsweg

Lernen/Akzeptanz:

Insgesamt haben die Befragten Bedenken bei einer automatischen Lernfunktion. Die Anwender möchten explizit gefragt werden und bestätigen, dass das System etwas tun soll.

Während vier Personen es vorziehen, Ihre Präferenzen explizit einzugeben, wünschten sich zwei der Befragten, dass das System lernt, dann aber die gelernten Einstellungen vom User bestätigen lässt.

Sicherheit:

Vier der befragten Personen legten Wert auf Sicherheit beim Versenden von Daten, beispielsweise Verträge, Projektinformationen oder persönliche Daten. Nur zwei Personen war der Aspekt Sicherheit nicht wichtig.

Allgemeine Bedenken

- Eine solche Anwendung nimmt Flexibilität und Situationsangepasstheit („wenn ein Termin besonders wichtig ist, mach' ich auch mal eine Riesenausnahme").
- Der Mensch verliert die Kontrolle über seine Zeitplanung.
- Terminvereinbarung wird als sehr komplexe Entscheidungssituation wahrgenommen; jede Applikation/Automatisierung erscheint als zu starr und unflexibel.

4.3.3 Multimodalität

Untersuchungsgegenstand der von Siemens durchgeführten Usability Studie zum Thema „Multimodalität" waren zum einen multimodale Benutzungsschnittstellen im allgemeinen und zum anderen der Multimodalitäten Manager der Firma Alcatel SEL AG (Technologie-Cluster 4) im speziellen.

Der Multimodalitäten Manager (MMM) ist der Teil des MAP User Interface Agenten (UIA), der für die Verarbeitung multimodaler Dialoge und deren Präsentation dem User gegenüber verantwortlich ist.

Es wurden Fokusgruppen mit den unterschiedlichen Zielgruppen der MAP-Anwender sowie eine Usability Inspektion des User Interfaces durch Software Ergonomie Experten durchgeführt.

Dieses Vorgehen wird dem Umstand besser gerecht, dass es sich bei der Evaluation des Multimodalitäten Managers nicht in erster Linie um die Optimierung eines speziellen User Interfaces handelte, sondern um die Beantwortung allgemeiner Fragestellungen bzgl. Usability und Akzeptanz im Kontext „Multimodale User Interfaces".

Fokusgruppen

Fokusgruppen sind Kreativitätsgruppen, bei denen die Bedürfnisse und Wünsche sowie die Aufgaben und Ziele der Anwender im Fokus des Gruppengeschehens stehen. Sie bieten die Möglichkeit, an einem Termin ein Thema mit mehreren Personen zu erörtern, Anregungen aufzunehmen und gemeinsame Vorschläge zu erarbeiten.

Die Fokusgruppen wurden im Requirements Lab der Siemens AG im Juni 2002 durchgeführt und dauerten ca. 3 Stunden. Die Teilnehmer der ersten Fokusgruppe waren Bürotätige, die Teilnehmer von Gruppe 2 kamen aus dem Umfeld „Bau".

In den Fokusgruppen für den Multimodalitäten Manager wurde z.T. sehr kontrovers diskutiert. Besonders zur Visualisierung und Stimme des Agenten gab es so viele Meinungen wie Teilnehmer. Als Fazit gilt: Der Benutzer sollte wählen können, ob es eine Visualisierung des Agenten gibt, und wie diese aussieht. Auch die Stimme sollte frei konfigurierbar und ggf. abschaltbar sein.

Als wesentlichste Anforderungen an die verschiedenen Modalitäten wurde eine freie Interaktion mit dem System genannt, d.h. es sollte kein Trainingsaufwand nötig sein, um eine eigene Kommandosprache oder spezielle Schrift oder Gesten zu lernen. Das System sollte auch gegenüber Nebengeräuschen, schwierigen Lichtverhältnissen, etc. robust sein.

Beim Einsatz mobiler Endgeräte auf Baustellen ist zu bedenken, dass der Anwender durch das Gerät nicht behindert werden darf und dort die Hände frei haben muss. Das Gerät muss also klein und leicht genug sein, um nicht zur Last zu fallen. Auf der anderen Seite muss das Display groß genug sein, um sinnvoll Informationen darstellen zu können. Das Gerät sollte auch eine gewisse Robustheit aufweisen. Da eine digitale Kamera zur „Grundausstattung" auf Baustellen gehört, könnte man ein solches System in eine digitale Kamera mit etwas größerem Display integrieren.

Usability Inspektion

Bei der Usability Inspektion des User Interfaces des Multimodalitäten Managers zeigte sich, dass das System an verschiedenen Stellen zu wenig Feedback gibt, gerade bei wichtigen, irreversiblen Vorgängen (z.B. Hotel buchen). Auch die Möglichkeit, eine Zusammenfassung getätigter Auswahlen abzurufen wäre wünschenswert.

Eine Steuerung des Systems ausschließlich über den akustischen Weg ist nicht möglich, da z.B. dem Anwender nicht alle Auswahlmöglichkeiten bekannt sind. Es sind sowohl akustische als auch visuelle Informationen nötig, um das Programm zu steuern. Eine sinnvolle Ergänzung mehrerer Modi unterstützt den User bei seiner Aufgabe.

Es traten auch inhaltliche Schwachstellen auf: Der Inhalt des Prototypen entspricht nicht immer den realen Anforderungen. Da es sich beim Multimodalitäten Manager um einen Prototypen für multimodale Interaktion handelt, stehen die inhaltlichen Schwachstellen jedoch nicht im Fokus der Betrachtung.

4.3.4 Simulationsstudie

Neben den „klassischen“ Usability Untersuchungen wirkte Siemens auch bei der Planung und Durchführung der Simulationsstudie von TP1 (siehe auch 4.1.4) mit.
Die folgenden Arbeiten wurden durchgeführt:

- Usability Inspektion der Software zur Bildsuche, die in der Simulationsstudie eingesetzt wurde
- Erarbeitung von Vorschlägen für die GUI der Software (auf Basis der Inspektionsergebnisse)
- Erstellung eines Handbuchs für die Software zur Bildsuche sowie für die Biometrie-Anwendungen, die in der Simulationsstudie zum Einsatz kamen
- Erstellung eines Fragebogens und Auswertung der damit gewonnenen Daten

Mit dem Fragebogen wurden die Erfahrungen, Probleme und Wünsche der Teilnehmer der Simulationsstudie erhoben.

Trotz der technischer Vorinformation und des juristischen Vorwissens waren den Mitwirkenden die Abläufe im Hintergrund des Systems nicht völlig klar. Auch war nicht allen ersichtlich, welche Informationen für eventuelle Rechtsstreitigkeiten zur Verfügung stehen und wo diese zu finden sind. Es wären auch noch zahlreiche zusätzliche Informationen für die Teilnehmer hilfreich gewesen.

Insgesamt zeigt sich vor allem ein Bedarf an mehr Transparenz und Vorhersagbarkeit. So wurde beispielsweise die Information gewünscht, wo sich die Agenten aufgehalten haben und wie die exakte Reihenfolge von Abläufen ist. Auch mangelnde Kontrolle war ein Problem: Die Anwender vermissten die Möglichkeit, Vertragsabschlüsse noch einmal zu prüfen, bevor der Agent die Plattform verlässt oder Kaufverträge zu ändern.

Diese Ergebnisse bestätigen die zu Beginn des Leitprojekts “Multimedia-Arbeitsplatz der Zukunft“ (MAP) in TP5 (AP 5.3) gesammelten Anforderungen an intelligente agentenbasierte Applikationen: Transparenz, Vorhersagbarkeit und Kontrolle (siehe 4.3.1).

Das System zur Bildsuche bot den Anwendern in der Simulationsstudie nicht ausreichend Transparenz und Kontrolle. Für die Weiterentwicklung des Systems bzw. die Neuentwicklung weiterer agentenbasierter Anwendungen ist es wichtig, diese Punkte zu berücksichtigen

- Der Anwender sollte wissen, welche Informationen der Agent benutzt, welche Ergebnisse er produziert und was seine grundlegenden Handlungsregeln sind (auch wenn er es nicht im Detail verstehen muss)
- Der Anwender sollte den Agenten jederzeit „überstimmen” / kontrollieren können.

Es ist geplant, die Arbeiten rund um die Simulationsstudie in einem Buch zu veröffentlichen.

5 Voraussichtlicher Nutzen / Verwertbarkeit der Ergebnisse

Sowohl die wissenschaftlichen, als auch die technischen Erfolgsaussichten sind als positiv zu bewerten. Alle Projektpartner hatten langjährige Erfahrung auf den eingebrachten Gebieten. Diese zeichneten sich sowohl durch wissenschaftliche Arbeiten als auch durch die Anwendungen im Produktbereich aus. Darüber hinaus bestanden gute Kontakte und Verbindungen zu führenden Forschungsstellen, Einrichtungen und Firmenabteilungen, die auf diesen Gebieten arbeiten.

Die Projektergebnisse — Systeme und Technologien zur Unterstützung menschlicher Mobilität — versprechen Übertragbarkeit und Nutzbarkeit in einem weiten Spektrum von Einsatzbereichen. Dies gilt beispielsweise für die in Projekt entwickelten Assistenzfunktionen (Zeit- und Reise-Management, Workflow, Billing), sowie die mobile Basis. Die Arbeiten auf dem Gebiet der Sicherheitstechnologie zeichnen sich durch einen hohen Innovationsgrad sowie ihre Relevanz für Anwendungen aus: Die Ergebnisse des MAP haben dazu geführt, dass eine hinsichtlich ihrer Sicherheitsmerkmale weltweit führende Agentenplattform zur Verfügung gestellt werden konnte.

Die im MAP-Projekt erarbeiteten Technologien besitzen Querschnittscharakter und bieten die Basis für innovative Produktentwicklungen mit wachsendem Geschäftspotential in vielen Arbeitsgebieten der Siemens AG. Ein ausschlaggebender Faktor zur Bestimmung der wirtschaftlichen Erfolgsaussichten ist die Verzahnung von Forschungs- und Produktionsstrategien. Diese ist im Falle von MAP unter anderem durch die enge Verbindung zwischen Endbenutzeranforderungen einerseits und technologischer Entwicklung andererseits gegeben. Vor allem sind hier Labortest, Feldtest und Simulationsstudie als wichtiges Werkzeug zur Gewährleistung dieser Verzahnung zu nennen.

Insbesondere die Arbeiten auf dem Gebiet der Sicherheitstechnologie haben gezeigt, dass die MAP-Technologie über das unmittelbare Projektumfeld hinaus Signalwirkung für die Kommerzialisierung innovativer Technologien und die Festigung des Standorts Deutschland erzielen kann. Die prominente Rolle der digitalen Signatur in den Sicherheitsmechanismen des MAP wird als Unterstützung für den Durchbruch kommerzieller PKI-Technologie gemäß den Vorgaben des deutschen Signaturgesetzes in breite Anwendungsschichten gesehen.

Assistenzcomputer als Ganzes ebenso wie auch die einzelnen für ihren Einsatz erforderlichen Technologien werden in Zukunft für viele Arbeitsgebiete der Siemens AG von großer Bedeutung sein. Die Zentralabteilung Technik bereitet neue Marktchancen durch bereichsübergreifenden Vorfeldarbeiten auf diesem zukunftsträchtigen Gebiet vor und transferiert die erzielten wissenschaftlichen und technologischen Ergebnisse in enger Zusammenarbeit mit den operativen Geschäftsbereichen in innovative Produkte.

Für die Siemens AG bieten die MAP-Ergebnisse Nutzen für Produktentwicklungen in den Informations- und Kommunikationsbereichen (elektronisches Tendering, elektronisches Bestellen, elektronisches Bezahlen, Electronic Commerce, Call Center, verteiltes und mobiles Arbeiten, virtuelle Companies), in den Bereichen Automatisierungstechnik, Logistik und Medizintechnik (mobile Arbeitsplätze, dezentrale, robuste Lösungen für dynamische Workflow-Aufgaben), in der Hausgeräte- und Gebäudetechnik (neue Formen der Arbeitswelt mit durchgängiger Rechnerassistenz im Büro und zu Hause), und im Verkehrswesen (intelligente Telematikdienste). Der gezielte Einsatz von Usability Engineering Methoden stellt sicher, daß Markt- und Anwendererfordernisse in der richtigen Weise umgesetzt werden. Optimierungspotentiale der Bedienbarkeit werden damit frühzeitig erkannt und können ohne zusätzlichen Kostenaufwand realisiert werden.

Kurzfristig werden generische Lösungen zu sicheren Agentensystemen und ihrer benutzergerechten Gestaltung, die in MAP entwickelt werden, in Produktentwicklungen der genannten Bereiche einfließen. Mittelfristig werden auf Basis der MAP-Ergebnisse neue Assistenzdienste als Produkte und Lösungen der Informations- und Kommunikationsbereiche und der Medizintechnik angestrebt. Damit werden in Bereichen, die mehr als ein Drittel des Siemens-Umsatzes ausmachen, neue Geschäftsmöglichkeiten geschaffen, die die internationale Konkurrenzfähigkeit und damit hochwertige Arbeitsplätze sichern.

Durch die Nutzung und Forcierung von Standards im Projekt MAP wird die Interoperabilität mit Produkten anderer industrieller Partner, insbesondere auch der beteiligten KMUs, gefördert.

6 Veröffentlichungen

K. Fischer, V. Lotz; „Authorization and Delegation of Privileges in Mobile Agent Systems“; Informatik Forum Special Issue on Mobile Agent Technology; Dezember 2002.

T. Kuhn, D. von Oheimb; „Interacting State Machines for Mobility”; Formal Methods Europe (FME); September 2003.

R. Gitter, V. Lotz, U. Pinsdorf, A. Rossnagel (Hrsg.); „Sicherheit und Rechts-verbindlichkeit mobiler Agenten“; Reihe DUD-Fachbeiträge, Deutscher Universitätsverlag, in Vorbereitung.

K. Fischer, J. Hoyer, M. Laube, J. P.Müller, J. Schirmer, R. Steinmann, M. Weiss, D. Wiegand; „MAP – Multimedia Arbeitsplatz der Zukunft“; Statustagung Mensch-Technik-Interaktion; Berlin, Juni 2003.

Y. Guo, J. P. Müller, C. Weinhardt. Learning User Preferences for Multi-attribute Negotiation: An Evolutionary Approach. In Proceedings of the 3rd International Central and Eastern European Conference on Multi-Agent Systems, volume 2691 of Lecture Notes in Artificial Intelligence, pages 303-310, Prague, Czech Republic. Springer-Verlag, 2003.

Y. Guo, J. P. Müller, C. Weinhardt. Elicitation of User Preferences for Multi-Attribute Negotiation. In Proceedings of the 2nd International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS‘2003), pages 1004–1005. ACM Press, 2003.

D. Veit, J. P. Müller, M. Schneider, B. Fiehn. Matchmaking for autonomous agents in electronic marketplaces. In Proceedings of the 5th International Conference on Autonomous Agents (Agents 2001), pages 65–66, ACM Press, 2001.

B. Fiehn and J. P. Müller. User-adaptive matchmaking. In J. Fürnkranz, E. Hüllermeier editors, Preference Learning: Models, Methods, Applications: Proceedings of the KI-2003 Workshop. Technical Report TR-2003-26, Austrian Research Intelligence Institute, 2003.