



Augmented Reality in Entwicklung, Produktion und Service

ZE Schlußbericht Technische Universität München

Autor: Prof. Bernd Brügge, Ph.D. (TUM)
Christoph Vilsmeier (TUM)

Datum/Version: 31.12.2003 / 1.0

Erklärung: Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01 IL 903 T gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

1 Kurzdarstellungen

1.1 Aufgabenstellung

Das Vorhaben ist ein Teilprojekt des Leitprojekts „ARVIKA – Augmented Reality für Entwicklung, Produktion und Service“ im Rahmen des Themenfeldes „Mensch-Technik-Interaktion in der Wissensgesellschaft“. Die Förderung erstreckte sich in diesem Teilgebiet auf die wissenschaftliche Bearbeitung der Themenfelder 2 „Basistechnologien“ und 5 „Augmented Reality in der Produktion“. Im Teilgebiet 2 „Basistechnologien“ wurden die Arbeitspakete (AP) 2.5 „InfoService“ und 2.6 „Workflow Engine“ bearbeitet. Im Teilgebiet 5 „Augmented Reality in der Produktion“ wurde am Arbeitspaket 5.1 „Kraftwerks- und Prozessanlagen“ mitgearbeitet. Ausserdem wurde im Rahmen der Mitgliedschaft im Architekturteam des Teilprojekts 2 „Basistechnologien“ an der ARVIKA Basisarchitektur mitgearbeitet, einem Teilprojekt, das im anfänglichen Projektantrag noch nicht berücksichtigt war.

Arbeitspaket 2.5 „InfoService“

Ein mobiles Augmented Reality System entfaltet seine höchste Wirksamkeit im Kontext einer Anbindung an das vorher nur stationär verfügbare Gesamtumfeld. Im Arbeitspaket 2.5 „InfoService“ wird die Problematik der Anbindung zum einen unter technischen Gesichtspunkten, die sich mit der effizienten Netzanbindung eines mobilen Gerätes befassen und Probleme wie Caching, Prefetching und geeignete Kompression der benötigten Daten lösen, bearbeitet. Zum anderen werden auch die Grundlagen geschaffen, um die benötigten Daten in einer für das ARVIKA System verwendbaren Form auf der Basis der in der ARVIKA Basisarchitektur entwickelten Standards in mobiler, nicht-stationärer Weise bereitzustellen.

Arbeitspaket 2.6 „Workflow Engine“, vormals „Konfigurationseditor“

Nach der anfänglichen Anforderungserhebung wurden vom ARVIKA Architekturteam Komponenten definiert, die zur Erfüllung der Anforderungen nötig waren. Die Komponenten wurden benannt, spezifiziert und priorisiert. Dabei stellte sich heraus, dass eine Komponente „Workflow Engine“, mit deren Hilfe Arbeitsabläufe definiert und in das Augmented Reality System eingebracht werden können, hoch priorisiert wurde. Die TU München übernahm die Arbeiten an dieser diese Komponente im Rahmen des Arbeitspakets 2.6.

Arbeitspaket 5.1 „Kraftwerks- und Prozessanlagen“

In diesem Arbeitspaket wurde in Zusammenarbeit mit Siemens KWU (jetzt Framatome) und Siemens ZT während der Anforderungserhebung zusammengestellt, welche Daten und Informationen in welchen Aufbereitungsschritten dem Benutzer während der Installation, dem Betrieb und der Wartung von Kraftwerks- und Prozessanlagen von einem Augmented Reality gestützten Informationssystem präsentiert werden sollen, um den Arbeiter vor, während und nach der durchzuführenden Aufgabe optimal zu unterstützen und mit benötigten Informationen zu versorgen.

Arbeitspaket „ARVIKA Architektur“

Als Mitglied im ARVIKA Architekturteam war die TU München während der gesamten Projektlaufzeit an der Entwicklung und Umsetzung der ARVIKA Basissystem Architektur beteiligt. Dieses Arbeitspaket war zu Anfang des Projekts nicht definiert, es entwickelte sich jedoch nach Projektbeginn sehr schnell ein Team, das mit der Definition und Umsetzung der Software Architektur des ARVIKA Systems beauftragt war.

Die TU München war als Mitglied im ARVIKA Architekturteam in die Erhebung der Anforderungen mit eingebunden. Mit den Aktivitäten Requirements Engineering und System Design war die TU München an der Erstellung eines Lasten- und Pflichtenhefts bezüglich des gesamten ARVIKA Basissystems beteiligt.

1.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Teilziel des ARVIKA Projekts war es, bisherige papierbasierte Informationen und Dokumente für Augmented Reality Systeme aufzubereiten und in bestehenden Informationssysteme verfügbar zu machen. Die TU München war damit beauftragt, dieses Teilziel zu erfüllen und die Arbeiten auf diesem Gebiet zu begleiten und selbst durchzuführen. Das Thema InfoService, das sich aus dem Arbeitspaket 2.5 „Mobil-Kommunikation“ entwickelt hat, ist beispielsweise dazu nötig, mobile AR Systeme an ansonsten stationäre Informationssysteme anzubinden, bzw. eine solche Anbindung zu optimieren. Nationale und internationale Forschungs- und Entwicklungsprojekte zum Thema Augmented Reality präsentierten als Ergebniss oftmals ad-hoc Lösungen von AR Systemen mit Darstellung von zumeist statischen Informationen. Dies war insbesondere vor dem Beginn der ARVIKA Projektlaufzeit der Fall. Die Komponente Workflow Engine hatte zum Ziel, das ARVIKA System so flexibel zu gestalten, dass Information zur Unterstützung der Endbenutzer dynamisch eingebracht, gepflegt und dargestellt werden können, wobei sich die Darstellung der Information am Arbeitsablauf des Endbenutzers orientiert.

1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Projekt verlief in 2 Phasen (Phase 1 Projektbeginn bis Juli 2001, Phase 2 Juli 2001 bis Projektende). Während dieser 2 Phasen wurden 2 Prototypen entwickelt, die als Meilensteine gegenüber der Projektleitung, dem Projektträger und dem BMBF geliefert wurden. Die Arbeiten auf den Gebieten „InfoService“ und „Workflow Engine“ waren dabei noch weiter untergliedert. Gemäss den Vereinbarungen, die innerhalb des Projekts getroffen wurden, war die Entwicklung und Umsetzung dieser beiden Komponenten in Iterationen aufgeteilt. Während dieser Iterationsstufen, die jeweils durch einen definierten Liefertermin zeitlich begrenzt waren, wurden die zu entwickelten Komponenten schrittweise ausgebaut. Die Arbeiten Arbeitspaket 5.1 „Kraftwerks- und Prozessanlagen“ waren mit dem Termin am ersten ARVIKA-Forum in Darmstadt beendet. Weitere Aktivitäten auf diesem Gebiet wurden nach diesem Termin nicht mehr unternommen. Die Aufwände wurden in Aktivitäten zum Them „InfoService“, „Workflow Engine“ und „AR Architektur“ gesteckt. Die Arbeiten zur AR Architekturstudie wurde Mitte 2002 aufgenommen und im September 2002 zum Review freigegeben.

1.4 Wissenschaftlicher und Technischer Stand

Es wurden keine Schutzrechte zur Durchführung des Vorhabens benutzt. Die Fachliteratur zur Durchführung des Vorhabens liegt in vielerlei Arten vor: Zur Entwicklung des InfoService wurden Publikationen anderer Forschungseinrichtungen benutzt, daneben wurden Spezifikationen von Standardisierungsgremien benutzt, wie beispielsweise RFCs des W3C Konsortiums. Zum Thema AR Architektur wurden wissenschaftliche Veröffentlichungen über AR Systeme im allgemeinen und Software Engineering zum Thema Software Architekturen, Augmented Reality und Software Patterns benutzt. Eine Liste der verwendeten wissenschaftlichen Arbeiten kann aus den Literaturangaben der in Kapitel 2.4 angegebenen Veröffentlichungen entnommen werden.

1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Im wesentlichen wurde mit allen am Projekt ARVIKA beteiligten Industrie- und Forschungspartner zusammengearbeitet, direkt oder indirekt. Besonders die Arbeiten zum ARVIKA Basissystem und dessen Architektur betraf die softwaretechnische Grundlage aller anwendungsspezifischen Implementierungen des ARVIKA Systems und somit alle anwendungsspezifischen Partnern. Direkte Zusammenarbeit erfolgte mit folgenden Partnern:

Arbeitspaket „ARVIKA Architektur“

Siemens A&D	Abstimmnug der Gesamtarchitektur
	Review der AR Architekturstudie
alle Mitglieder des Architekturteams	Gemeinsame Entwicklung der ARVIKA Architektur, regelmässige Treffen

Arbeitspaket „ARVIKA InfoService“

RWTH Aachen und Anbindung an ARVIKA InfoBroker
Siemens A&D
ZGDV Anbindung an Context Manager

Arbeitspaket „Workflow Engine“

Siemens A&D Anbindung an Workflow Editor und UI Configuration

Arbeitspaket „Kraftwerks- und Prozessanlagen“

Siemens KWU Definition der Anforderungen
Siemens ZT Mitarbeit am Arbeitspaket

Arbeitspaket „AR Architekturstudie“

Eine Zusammenarbeit erfolgte mit externen Industrie- und Forschungspartnern, soweit es die Befragung der einzelnen Partnern zu ihrem/ihren entwickelten AR System/Systemen betraf. Eine Liste der befragten Stellen kann der AR Architekturstudie entnommen werden.

2 Eingehende Darstellung

2.1 Erzieltes Ergebnis

Arbeitspaket 2.5 „InfoService“

Der ARVIKA InfoService, der im mobilen ARVIKA Setup zum Einsatz kommt, dient dazu, Dokumentenzugriffe, die über ein Computer-Netzwerk stattfinden, zu optimieren. Ziel ist es, dem Benutzer die Dokumente, die er zur Durchführung seiner Aufgaben benötigt, schnellstmöglich auf dem mobilen Client (tragbarer Computer) zur Verfügung stellen zu können.

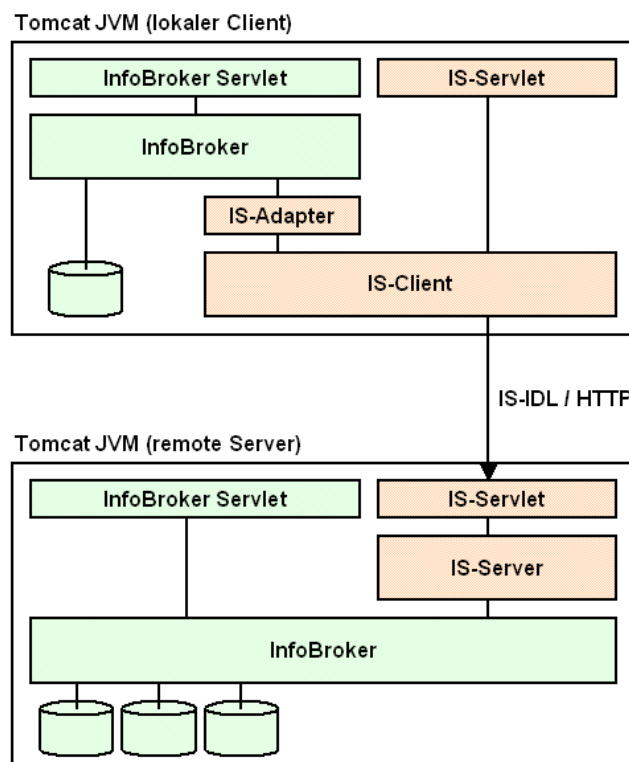


Abbildung 1: InfoService Architektur

Das Ziel des InfoService wird durch folgende Teilfunktionalitäten erreicht:

- Caching von geladenen Dokumenten
- URL Redirection (InfoBroker basiert)
- Manuelles Prefetching, basierend auf InfoBroker Datenmodell („Docking-Station“ Funktionalität)
- Automatisches Prefetching, basierend auf Aufrufstatistiken

Im folgenden werden diese Punkte näher erläutert.

Caching von geladenen Dokumenten

Dokumente, die der Endbenutzer zur Durchführung seiner Arbeiten (Servicetätigkeiten, Wartungsarbeiten, u.ä.) benötigt, sind auf einem Dokumenten-Server gespeichert. Diese Dokumente müssen nun über eine Netzwerkverbindung (z.B. Ethernet, WaveLAN, ...) auf den mobilen Client des Endbenutzers übertragen

werden, um dort dargestellt werden zu können. Die Caching-Komponente des InfoService dient dazu, geladene Dokumente in einem Zwischenspeicher auf dem mobilen Client abzulegen, um bei wiederholten Zugriff sofort zur Verfügung zu stehen, ohne eine erneute Netzwerkübertragung starten zu müssen.

URL Redirection

Das ARVIKA Basissystem bietet die Möglichkeit, Dokumente auf dem mobilen Client zu speichern, z.B. in Form einer Daten-CD. Da es u.U. nicht möglich ist, die Menge der technischen Dokumentation zu einer technischen Anlage in ihrer Gesamtheit auf dem mobilen Client abzulegen, besteht die Möglichkeit, hier nur die wichtigsten Dokumente abzulegen. Alle weiteren Dokumente bleiben wie bisher auf einem Server-Computer gespeichert, der über ein Netzwerk mit dem mobilen Client verbunden ist. Sämtliche Dokumentenzugriffe, die vom mobilen Client initiiert werden, aber nicht aus dem Dokumenten-Speicher des mobilen Clients selbst realisiert werden können, werden an den Dokumenten-Server umgeleitet. Dieses Umleiten von Dokumentenzugriffen wird vom InfoService erledigt und bleibt für den Rest des ARVIKA Basissystem transparent.

Manuelles Prefetching

In den obigen Abschnitten wurde davon ausgegangen, dass der mobile Client mit dem ARVIKA Server über eine Netzwerkverbindung (Ethernet, WaveLAN, o.ä.) verbunden ist. In der Realität ist dies jedoch nicht immer der Fall, z.B. wenn Wartungsarbeiten in Räumen durchgeführt werden müssen, die nicht im Abdeckungsbereich einer WaveLAN Installation liegen. Dies ist z.B. in erhöhtem Masse in Kraftwerks- und Prozessanlagen der Fall. Um dieses Problem zu adressieren, stellt der InfoService eine Möglichkeit zur Verfügung, technische Dokumentationen aus dem Informationsraum des ARVIKA Systems im Vorhinein in den Speicher des mobilen Client zu laden. Dieser Vorgang wird Prefetching (Vorausladen) genannt. Das Prefetching kann gestartet werden, wenn sich der mobile Client am Netz befindet (analog zu einer „Docking Station“). Über die InfoService Oberfläche können ganze Teilbäume aus dem ARVIKA Informationsraum, der von der Komponenten InfoBroker verwaltet wird, vorausgeladen werden. Der Endbenutzer kann sich hier z.B. technische Dokumentationen, die er für die Servicearbeit an einer bestimmten technischen Anlage benötigt, vorausladen. Ist der Ladevorgang abgeschlossen, kann der mobile Client vom Netzwerk getrennt werden. Sämtliche Dokumentenzugriffe, die bezüglich der vorausgeladenen Dokumente an den ARVIKA Server gerichtet werden würden, können nun aus dem lokalen Speicher des mobilen Client bedient werden. Dieser Vorgang bleibt für den Rest des lokal installierten ARVIKA Systems transparent.

Automatisches Prefetching basierend auf Aufrufstatistiken

Im Laufe von Servicearbeiten stellt sich heraus, dass regelmässig die selben Dokumente angefordert werden. Der InfoService überwacht die Dokumentenanforderungen, die über ihn laufen, und legt diese in einer Statistik ab. Im Lauf der Zeit füllt sich diese Statistik und der InfoService kann mit bestimmten Wahrscheinlichkeitswerten voraussagen, welche Dokumente als nächstes aufgerufen werden. Übersteigt die Wahrscheinlichkeit für einen Dokumentenzugriff einen bestimmten Schwellwert, lädt der InfoService selbstständig das Dokument voraus. Ruft der Endbenutzer das Dokument schliesslich auf, steht es ihm sofort zur Verfügung, ohne dass es erst über eine möglicherweise langsame drahtlose Netzwerkverbindung übertragen werden muss.

Arbeitspaket 2.6 „Workflow Engine“

Die Workflow Engine liest die mit dem Workflow-Editor erstellten Workflow-Files ein und erstellt daraus ein User-Interface mit dem der Benutzer im Workflow navigieren kann und die entsprechenden Dokumente ansehen kann. Die Logik stellt die Workflow Engine auf dem Server bereit und erzeugt dann dynamisch die entsprechende Darstellung auf dem Client. Dabei wird mit Hilfe der UI Configuration das User Interface automatisch an das jeweilige Endgerät angepasst. Für HMD Geräte ist das User Interface durchgängig per Sprache bedienbar.

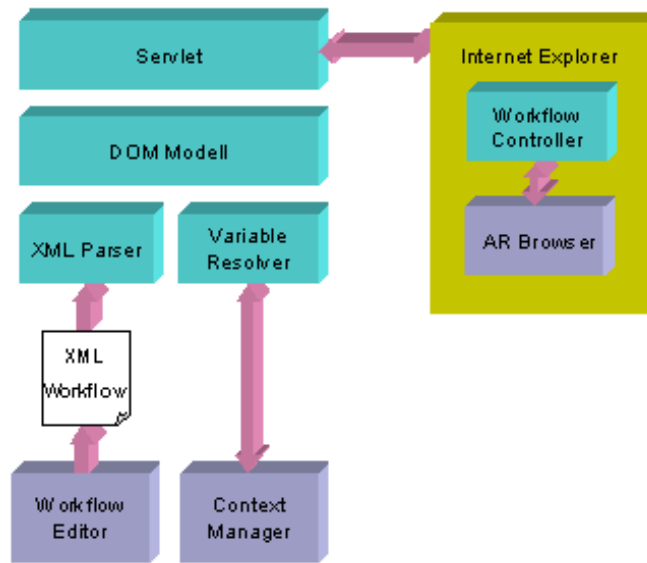


Abbildung 2: Workflow Engine Architektur

Architektur

Die Workflow Engine besitzt eine Servlet-Schnittstelle, über die der Client Workflows laden und darin navigieren kann (Abbildung 2). Die Workflow Engine lädt auf Anfrage des Clients den entsprechenden Workflow und erzeugt auf dem Server die Repräsentation für den Client. Auf dem Client bietet die Workflow Engine eine einfache JavaScript Schnittstelle, über die der Server angesprochen werden kann. Durch persistente Datenhaltung im ContextManager unterstützt die Workflow Engine Gerätewechsel und das Weiterbearbeiten von bereits begonnenen Workflows. Die Workflow Engine ist multisession- und multiuserfähig.

User Interface

Das Erscheinungsbild der Workflow Engine auf dem Client wird dem jeweiligen Endgerät angepasst und bietet auf HMD Geräten auch Sprachinteraktion. Für AR-Workflows ist der ArBrowser in das User Interface der Workflow Engine eingebettet, so dass auch hier die Navigation der Workflow Engine verwendet werden kann.

Abbildung 3 zeigt die unterschiedlichen Benutzeroberflächen für die Endgeräte HMD und Webpad. In der HMD-Oberfläche (schwarzer Hintergrund) werden alle Interaktionselemente und die wichtigsten Informationen aus Platzgründen – konsistent über alle Applikationen hinweg – in einer Titelspalte angezeigt. Die Interaktion erfolgt im Wesentlichen über Sprache.

Die Webpad-Oberfläche bietet mehr Raum und ermöglicht somit eine größere Funktionsvielfalt im direkten Zugriff, die auf dem HMD nur über eine Folge von Bedienaktionen erreichbar ist. Im Direktzugriff befinden sich sowohl bei HMD als auch Webpad-Kernfunktionen für die Steuerung des Workflows (Schritt zurück, Schritt vor, Quittieren eines Schritts) sowie für die Navigation des ARVIKA-Basissystems (Home, Kontextmenu).

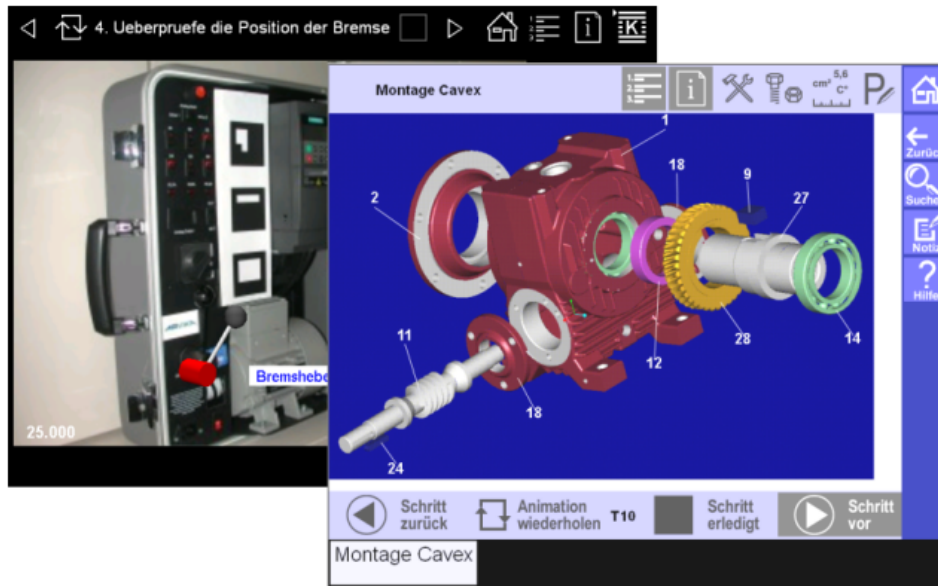


Abbildung 3: Workflow Engine User Interface

Arbeitspaket 5.1 „Kraftwerks- und Prozessanlagen“

Es wurde eine Matrix erstellt, mit deren Hilfe die Informationsarten, die während der szenarienbasierten Anforderungserhebung als nützlich im Sinne der Unterstützung der Anwender eines Augemante Reality Systems vor Ort identifiziert wurden, klassifiziert, wobei hier der Begriff der Informationsgruppen geprägt wurde. Es wurden folgende Informationsgruppen identifiziert:

Informationsgruppe	Realitve Anzahl (Relevanz)
Statische Read-Only Dokumente	56
Messergebnisse	3
Arbeitsprotokolle	4
Abschlussmitteilung an Einsatzleiter	2
Informationen zur Wegbeschreibung	8
Freie Notizen	5
Dokumenten-Annotationen	4
Kommunizierte Informationen	2
Anbindung externer Systeme	4
Arbeitsanweisungen	4

Die identifizierten informationsgruppen sind näher beschrieben im Lastenheft des Arbeitspakets 5.1 „Kraftwerks- und Prozessanlagen“. Desweiteren wurde aus der szenarienbasierten Anforderungserhebung für Kraftwerks- und Prozessanlagen typische Einsatzumfelder identifiziert, die ebenfalls im o.g. Lastenheft näher beschrieben sind.

Arbeitspaket „Architekturstudie“

Es wurde durch die TU München eine Architekturstudie erstellt, die die ARVIKA Architektur beschreibt und mit einer Vielzahl anderer Augmented Reality Systeme auf nationaler und internationaler Ebene vergleicht und in Beziehung setzt. Aus dem Vergleich aller untersuchten Augmented Reality Systeme wurden Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Architekturen und deren Implementierungen beschrieben. Als Ergebnis wurden Muster (Patterns), die in unterschiedlichen Systemen immer wieder zu finden sind, identifiziert und beschrieben. Es wurde ausserdem eine Referenzarchitektur entwickelt, die die Gemeinsamkeiten aller

untersuchten AR Systeme festhält. Aus dem Vergleich des ARVIKA Systems mit dem Rest der untersuchten Systeme, insbesondere der Referenzarchitektur, wurden Empfehlungen für eine etwaige Weiterentwicklungen der ARVIKA Architektur abgeleitet.

2.2 Nutzen und Verwertbarkeit

Wie im Verwertungsplan beschrieben besteht der Nutzen des Vorhabens für die TU München darin, dass die Ergebnisse des Projekts in weiterführenden Lehrveranstaltungen und Forschungsaktivitäten genutzt werden können. Dies erfolgt auch in Verbindung mit dem Themengebiet „mobile Wartung“, das für den Lehrstuhl für angewandte Softwaretechnik (Prof. B. Brügge) von strategischer Bedeutung ist.

InfoService

Das Thema InfoService – Optimierung mobiler Kommunikation mittels Caching und Prefetching – wurde im Rahmen des Studentenprojekts STARS bearbeitet. In diesem Studentenprojekt wurden Kernpunkte des Caching- und Prefetchingansatzes, die u.a. in ARVIKA entwickelt wurden, in ein Augmented Reality gestütztes System eingebunden und umgesetzt. Umgekehrt flossen in diesem Projekt gewonnene Erkenntnisse in die Entwicklung des ARVIKA InfoService mit ein.

Verschiedene Ansätze technischer Art, die während der Arbeiten am ARVIKA InfoService gewonnen wurde, fließen in die Promotionsarbeit von Christoph Vilsmeier ein. Diese Arbeit behandelt ebenfalls die Optimierung von Netzkommunikation. Der Schwerpunkt der Arbeit ist ein anderer als der für den ARVIKA InfoService gewählte, dennoch können zentrale Erkenntnisse zu den Themen Caching und Prefetching übernommen werden.

Workflow Engine

Die im ersten Prototyp des ARVIKA Systems entwickelte Workflow Engine wurde in modifizierter Form für das Projekt DWARF verwendet und weiterentwickelt. Das DWARF System bildet die Grundlage für mehrere studentische Projekte, die am Lehrstuhl für angewandte Softwaretechnik durchgeführt wurden und in Zukunft durchgeführt werden.

AR Architektur

Zentrale Punkte der im Rahmen von ARVIKA erstellten AR Architekturstudie fließen in die Promotionsarbeit von Thomas Reicher ein, Mitarbeiter am Lehrstuhl für angewandte Softwaretechnik. Ausserdem fließen Ergebnisse der Beschäftigung mit AR Architekturen in laufende und zukünftige Projekte, die am Lehrstuhl für angewandte Softwaretechnik durchgeführt werden, ein.

AR allgemein

Durch die Teilnahme am Projekt ARVIKA und durch die Besetzung einer C3-Professur durch Prof. Gudrun Klinker ist es dem Lehrstuhl für angewandte Softwaretechnik gelungen, sich im Themenfeld Augmented Reality gut zu positionieren. Dies wird zum einen durch Vorlesungen, Seminare und studentische Projekte deutlich, die von Prof. B. Brügge und Prof. G. Klinker initiiert und durchgeführt werden. Zum anderen wurden eine Anzahl von externen Projekten mit namhaften Industriepartnern durchgeführt und werden auch in Zukunft durchgeführt werden. Die Ernsthaftigkeit, mit der die TU München das Thema Augmented Reality verfolgt, lässt sich auch anhand der Neueinrichtung des Lehrstuhls von Prof. Nassir Navab (ehemals Siemens Corporate Research, Princeton) ablesen.

Lehrveranstaltungen (Auszug)

- Einführung in die Erweiterte Realität I und II (Vorlesungen)
- Anwendungen für Augmented Reality (Proseminar)
- Benutzerschnittstellen für Augmented Reality (Hauptseminar)
- OpenGL-Programmierung in C (Programmierpraktikum)
- Mathematische Grundlagen für Augmented Reality (Hauptseminar)
- Context-based Presentation of Information for Mobile Users (Hauptseminar)

- Projekt „FixIt“ (AR-Praktikum)
- Projekt „STARS“ AR-supported maintenance of power plants (AR-Praktikum)
- Projekt „ARCHIE“: Augmented Reality Collaborative Home Improvement Environment (Praktikum)
- Projekt „DWARF“: Distributed Wearable Augmented Reality Framework (Praktikum)
- Ferienakademie 1999: Erweiterte Realität: Bildbasierte Modellierung und Tragbare Computer

Industrieprojekte (Auszug)

- heARt – Heart surgery Enhanced by Augmented Reality Techniques (in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Herzzentrum München)
- Paarti – Practical Application of Augmented Reality in Technical Integration (in Zusammenarbeit mit BMW AG, Forschungs- und Innovationszentrum, München)
- Projekt „TRAMP“: Travelling Repair and Maintenance Platform (Praktikum in Zusammenarbeit mit Inmedius, Inc. und CMU Pittsburgh „Wearable Lab“, Dr. Daniel Siewiorek)
- Fata Morgana – A Presentation System for Product Design (In Zusammenarbeit mit BMW AG, München)

2.3 Fortschritte anderer Stellen

Der aktuelle Stand der Forschung im Bereich AR und AR Architekturen lässt sich aus den Projektbeschreibungen der an der AR Architekturstudie beteiligten Stellen entnehmen.

2.4 Veröffentlichungen des Ergebnisses

AR Architektur

Ergebnisse aus den Arbeiten zum Thema „AR Architektur“ wurden in den Publikationen [01]-[05] veröffentlicht.

- [01] A. MacWilliams, T. Reicher, G. Klinker, B. Bruegge, Design Patterns for Augmented Reality Systems, Proc. of the International Workshop exploring the Design and Engineering of Mixed Reality Systems - MIXER 2004, Funchal, Madeira, CEUR Workshop Proceedings
- [02] T. Reicher, A. MacWilliams, B. Bruegge, G. Klinker, Results of a Study on Software Architectures for Augmented Reality Systems, Proceedings of the International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2003)
- [03] M. Bauer, B. Bruegge, G. Klinker, A. MacWilliams, T. Reicher, C. Sandor, M. Wagner, An Architecture Concept for Ubiquitous Computing Aware Wearable Computers, International Workshop on Smart Appliances and Wearable Computing. Vienna, Austria, July 2, 2002
- [04] M. Bauer, B. Bruegge, G. Klinker, A. MacWilliams, T. Reicher, S. Reiß, C. Sandor, M. Wagner, Design of a Component-Based Augmented Reality Framework, Proceedings of The Second IEEE and ACM International Symposium on Augmented Reality (ISAR 2001)
- [05] A. MacWilliams, T. Reicher, G. Klinker, B. Bruegge, Design Patterns for Augmented Reality Systems, Proc. of the International Workshop exploring the Design and Engineering of Mixed Reality Systems - MIXER 2004, Funchal, Madeira, CEUR Workshop Proceedings

Im Rahmen der Konferenz ISMAR 2003 in Tokyo wurde vom Lehrstuhl für angewandte Softwaretechnik der Workshop über Software Technik für Augmented Reality Systeme organisiert und durchgeführt. Folgende Beiträge wurden auf diesem Workshop vorgestellt:

- [06] Martin Bauer, Otmar Hilliges, Asa MacWilliams, Christian Sandor, Martin Wagner, Gudrun Klinker, Joe Newman, Gerhard Reitmayr, Tamer Fahmy, Thomas Pintaric, Dieter Schmalstieg, Integrating Studierstube and DWARF, The International Workshop on Software Technology for Augmented Reality Systems (STARS 2003)

- [07] Thomas Reicher, Asa MacWilliams, and Bernd Bruegge, Towards a System of Patterns for Augmented Reality Systems, The International Workshop on Software Technology for Augmented Reality Systems (STARS 2003)

InfoService

In die folgenden Publikationen [08]-[11] flossen Ergebnisse aus den Arbeiten an der Komponente ARVIKA InfoService ein, insbesondere Ergebnisse zu den Themen Caching und Prefetching.

- [08] A.H. Dutoit, O. Creighton, G. Klinker, R. Kobylinski, C. Vilsmeier, B. Bruegge, Architectural Issues In Mobile Augmented Reality Systems: A Prototyping Case Study, The Eighth Asian Pacific Conference on Software Engineering (APSEC 2001)
- [09] G. Klinker, O. Creighton, A.H. Dutoit, R. Kobylinski, C. Vilsmeier, B. Bruegge, Augmented maintenance of powerplants: A prototyping case study of a mobile AR system, The Second IEEE and ACM International Symposium on Augmented Reality. New York, NY, October 29-30, 2001.
- [10] B.Bruegge, C.Vilsmeier, Reducing CORBA Call Latency By Caching And Prefetching, MIDDLEWARE 2003 Work-In-Progress Paper, (IEEE Distributed Systems Online)
- [11] Christoph Vilsmeier, Caching CORBA, Proceedings of the ACIS Fourth International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD'03)

Workflow Engine

In [12] wird die für den ersten ARVIKA Prototyp umgesetzte Workflow Engine beschrieben. Ergebnisse aus diesen Arbeiten wurden in [13] veröffentlicht.

- [12] Stefan Reiß, A XML based Task Flow Description Language for Augmented Reality Applications, Diploma Thesis, Technische Universität München, Institut für Informatik
- [13] M. Bauer, B. Bruegge, G. Klinker, A. MacWilliams, T. Reicher, S. Reiß, C. Sandor, M. Wagner, Design of a Component-Based Augmented Reality Framework, Proceedings of The Second IEEE and ACM International Symposium on Augmented Reality (ISAR 2001)

3 Kurzfassung

In diesem Abschlussbericht wird das Ergebnis des ARVIKA Beitrags der TU München beschrieben. Es wurden folgende Arbeitspakete bearbeitet:

- InfoService
Caching- und Prefetching Mechanismen zur Unterstützung von mobiler Datenkommunikation.
- Workflow Engine
Abarbeitung von vordefinierten Arbeitsabläufen im ARVIKA System.
- Kraftwerks- und Prozessanlagen
Informationsmanagement in Kraftwerks- und Prozessanlagen: Datensammlung, Aufbereitung und Präsentation.
- AR Architekturstudie
Sammlung und Vergleich von nationalen und internationalen AR Systemen, daraus Ableitung des Standes der ARVIKA Basisarchitektur.

Der Bericht beschreibt die erarbeiteten Ergebnisse, ihren Nutzen, Verwertung und Weiterverwendung durch die Technische Universität München. Dieses erfolgt im Rahmen von Lehre und Forschung. Lehrveranstaltungen, Forschungsprojekte und Veröffentlichungen werden im Bericht ebenso aufgelistet wie weiterführende Industrieprojekte. Daneben geht der Bericht ein auf weitere Themen ein, deren Bearbeitung nach Meinung der Technischen Universität München für evtl. ARVIKA Nachfolgeprojekte sinnvoll wären.