

## **Aufgabenorientierte und situationsgesteuerte Computerunterstützung für mobile Anwendungen in Indoor-Umgebungen**

Gerald Bieber<sup>1</sup>, Marcus Bliesze<sup>2</sup>, Thomas Kirste<sup>3</sup>, Reinhard Oppermann<sup>4</sup>,

<sup>1,3</sup>Fraunhofer Institut für Graphische Datenverarbeitung, Rostock (IGD),

<sup>2</sup>Fraunhofer Institut Integrierte Schaltungen A, Erlangen (IIS)

<sup>4</sup>Fraunhofer-Institute for Applied Information Technology FIT, Sankt Augustin (Bonn)

### **Zusammenfassung**

Die heute verfügbare mobile Computertechnologie und Umgebungssensorik ermöglicht neuartige Anwendungen zur Unterstützung des Benutzers. Neben neuen Interaktionstechnologien spielt die Assistenzfunktionalität eine zunehmende Bedeutung in der Mensch-Maschinen-Schnittstelle. Die Erfassung unterschiedlicher Situationen und das Feststellen der eigenen Position durch ultramobile Endgeräte ermöglicht eine neue Art der Computerunterstützung. Dieser Bericht beschreibt die aktuellen Forschungsarbeiten der Fraunhofer Institute IAO, IGD, IIS, IPSI, IZM und FIT im Rahmen des Fusionsprojektes Situation Awareness in Motion (SAiMotion<sup>1</sup>). Als Schwerpunkte werden neu entwickelten Technologien wie die Indoor-Navigation in DECT-Netzwerken, innovative Environment- und Situationsmodelle sowie die Entwicklung eines persönlichen Taskmanagements betrachtet.

## **1 Einleitung**

Mobile Computer ermöglichen eine permanente Unterstützung von Benutzern. Ausgestattet mit den Leistungen von früheren Desktop-Systemen sind Handheld PC's der neuen Generation leicht und portabel sowie unter vielen Anwendungsbedingungen verwendbar. Die mobile Verwendung eines Rechners eröffnet neuartige Möglichkeiten zur Unterstützung von Anwendern, welche die Orientierung im Raum (Navigationsfunktion), die persönliche Aufgabenbearbeitung (Assistenzfunktion) und die proaktive, situationsbezogene Aufmerksamkeitsunterstützung (Awarenessfunktion) umfassen. Viele Aufgaben eines Benutzers können sinnvoll nur orts- oder situationsbezogen bearbeitet oder gelöst werden. Durch die Betrachtung des Situationsbezuges von Benutzeraufgaben kann die Abarbeitungsreihenfolge individuell erstellt, Tätigkeiten vorgeschlagen und Arbeitstechniken angepasst werden. Durch Einbeziehung von Benutzerprofilen, Umgebungsmerkmalen und weiterer Kontextparameter ist es möglich, dem Benutzer die für ihn aktuell relevanten Aufgaben mit Hintergrundinformationen darzubieten und gegebenenfalls Lösungsvorschläge zu präsentieren. Das Projekt SAiMotion beschäftigt sich mit der Entwicklung eines geeigneten Si-

---

<sup>1</sup> Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben SAiMotion wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01AK900A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

tuations- und Aufgabenmodells, das die Bestimmung des individuellen Informationsbedarfs im mobilen Umfeld auf der Basis von Orts-, Umgebungs-, Benutzer-, Aufgaben- und Aktivitätsmerkmalen erlaubt. Im Vergleich zu bekannten Ansätzen des location-aware-computing, bei denen primär der Aufenthaltsort des Nutzers berücksichtigt wird, hat SAiMotion das Ziel, ein umfassendes Gesamtmodell bereitzustellen. In diesem Projekt werden Sensorsysteme entwickelt, die dem persönlichen digitalen Assistenten eine selbstständige, autonome Situationswahrnehmung erlauben.

Schwerpunkt dieses Beitrags sind die aktuellen Ansätze im Bereich der Positionsbestimmung mit Hilfe einer DECT-basierten Navigationsinfrastruktur sowie der Aufbau des persönlichen Taskmanagement- und Schedulingssystems und des zugehörigen Aufgabenmodells.

## 2 SAiMotion-Systemarchitektur

Die Systemarchitektur von SAiMotion ist durch ein Planungs- und Situation-Awareness-Modul gekennzeichnet. Die Interaktion des Benutzers erfolgt durch einen Widget-basierenden Browser. Durch die Funktionalität der Widgets ist die Möglichkeit gegeben, mit dem Assistenzsystem zu interagieren, Wünsche und Aufgaben zu modellieren und System- und Umgebungsinformationen zu visualisieren.

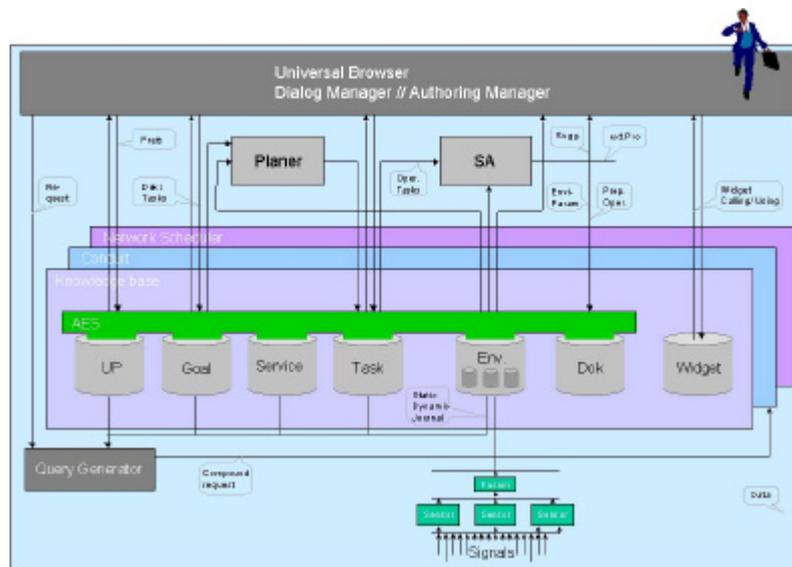


Abbildung 1: SAiMotion Systemarchitektur

Die Sensorinformationen werden über eine Fusionspipeline dem Gesamtsystem zugeführt. Mit Hilfe der Detailinformationen der Situation, beispielsweise dem Benutzerprofil, Ressourcen und Dienstinformationen, Umgebungs- und Ortsinformation etc, werden durch einen Planer Lösungsstrategien für die Ziele des Nutzers generiert. Diese werden durch den Situation Analyzer (SA) entsprechend der aktuell vorliegenden Situation geprüft und dem Benutzer die günstigste, ausführbare Handlung vorgeschlagen.

## **3 Indoor-Navigation**

### **3.1 Lokalisierung in SAiMotion**

Durch die Einführung des Global-Positioning-Systems (GPS) der U.S.A. zur Satellitennavigation entstand eine Vielzahl sogenannter Location-Based-Services (LBS) für den Outdoor-Bereich. Nach deren Vorbild entwickelten sich in der vergangenen Zeit erste Ansätze für LBS in Gebäuden. Bei der Entwicklung entsprechender Navigationstechnologien hierfür wurden in vielen Fällen die Anforderungen an die jeweilige Technologie aus den verfügbaren technischen Möglichkeiten und nicht zureichend aus den Bedürfnissen der Benutzer abgeleitet. Applikationen aus beiden Bereichen erfordern in vielen Fällen außer der absoluten Position die Aufmerksamkeitsrichtung und weiterführende Informationen über die Situation der zu unterstützenden Person(en).

Je genauer und umfassender die Technologien zur Positionsbestimmung werden, desto interessanter ist die Fragestellung nach der Nutzung und Verarbeitung der zur Verfügung stehenden Information. Die Gewinnung von Ortsinformationen durch Sensoren kann dabei wie folgt unterschieden werden :

- absolute Positionsbestimmung (beispielsweise in WGS84 oder Gauss-Krüger Koordinaten)
- rel. Positionsbestimmung (Zellenstandorte, Bakeninformationen, Umgebungsmerkmale etc.)
- Compound Positioning (zusammengesetzte Positionsinformation, z.B. Koppelinformationen, Inertialsensoren, Sensorfusion etc.)

Betrachtet man die Ortssensorik unabhängig von der Anwendungsdomäne, so entspricht der absolute Fehler der Messauflösung des Sensors. Durch die Einbeziehung des Kontextes ist man in der Lage, die Ortssensorik erheblich zu optimieren (O'Hare 2001). Ein erfolgreicher und verbreiteter Lösungsweg ist das digitale „Map Matching“. Durch derartige Verfahren kann ein logischer Vergleich der zur Laufzeit ermittelten Positionen mit den im Vorfeld bereits bekannten Informationen über das Umfeld durchgeführt werden.

Bei einer Erweiterung des Location Model ist man in der Lage, den möglichen Positionsraum beispielsweise durch optische Objekterkennung (Schiele 2001) weiter einzuschränken, um Fehlortung auszuschließen. Bei der Berücksichtigung des Handlungsverlaufes kann die Gesamtgrundmenge der zu erkennenden Objekte auf die Anzahl der real möglichen Objekte reduziert werden. Dabei ist es möglich, die Position beispielsweise nach dem Markovverfahren (Marmasse & Schmandt 2001) zu verfolgen, um dadurch eine optimale Genauigkeit zu erreichen.

Durch die Betrachtung des Kontextes und der Anwendungsdomäne ist es möglich, die Standortinformation hinsichtlich ihrer Relevanz einzugrenzen. In vielen Anwendungsbereichen ist der absolute Standort nicht ausreichend. Vielmehr ist die Kombination der Blickrichtung und der Position entscheidend (Oppermann & Specht 2000).

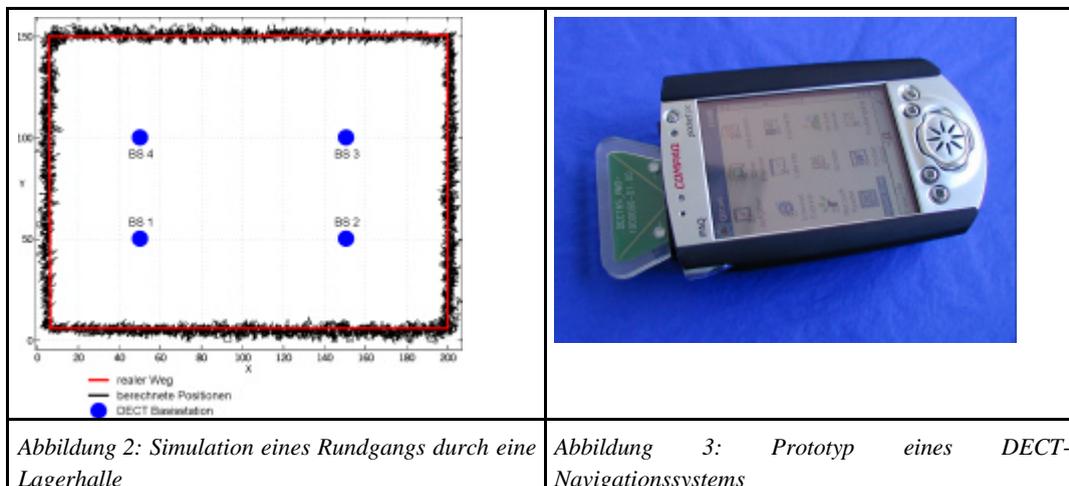
Zur Auswahl von Technologien zur Lokalisierung wurde in SAiMotion ein Anforderungsmodell erstellt, das aus zwei Hauptanforderungen besteht. Zum einen soll eine kontinuierliche Lokalisierung zur Verfügung stehen, mit denen eine Ort-zu-Ort-Navigation ermöglicht wird. Zum anderen soll an interessanten Punkten des Raumes eine Feinnavigation eingesetzt werden, die eine Identifizierung von Objekten auf engstem Raum ermöglicht.

### 3.2 Kontinuierliche Navigation in DECT-Netzwerken

Zur kontinuierlichen Lokalisierung wurde angestrebt, vorhandene und etablierte Infrastrukturen nutzen zu können. Die Forschungsarbeiten des Fraunhofer Instituts Integrierte Schaltungen (IIS-A) im Rahmen des Projektes SAiMotion konzentrieren sich auf die Navigation in drahtlosen Datennetzwerken (WLAN) und DECT-Telefon-Nebenstellen-Anlagen. DECT-Systeme sind weltweit in über 110 Ländern im Einsatz. Fast 100% aller Telefon-Nebenstellen-Anlagen verwenden heutzutage diesen Standard. Durch das in SAiMotion entwickelte DECT-Navigationssystem können diese bestehenden Infrastrukturen kostengünstig zur Lokalisierung genutzt werden. Zur Entwicklung der DECT-Navigation wurden Algorithmen zur Auswertung der Signale eines synchronen DECT-Systems zur Positionierung entwickelt. Die gewonnenen Verfahren sind von den Grundeigenschaften auch auf alternative drahtlose Datennetze (z.B. WLAN) übertragbar. Aus technischer Sicht eignet sich DECT zur Indoor-Positionierung vor allem durch dessen Eigenschaft der Synchronität von Basisstationen. Hierdurch wird es möglich, mehrere Basis-Stationen auszuwerten und eine Positionsrechnung durchzuführen. Ein elementarer Vorteil von DECT liegt im Vergleich zu anderen Kommunikationsstandards darin, dass der Benutzer des Navigationssystems zur DECT-Telefonanlage einen rein passiven Status besitzt. Das heißt, dass es zu Navigationszwecken nicht erforderlich ist, eine Anmeldung an der Telefonanlage durchzuführen. Die Algorithmen der DECT-Navigation basieren auf der Messung von Signalpegeln verschiedener Basisstationen im Empfänger. Aus diesen Messwerten werden durch Verwendung von Kanalmodellen für Signalausbreitung in Gebäuden die Distanzen des Empfängers zu jeder Basis-Station ermittelt. Diese Distanzen werden durch den Einsatz von rekursiven Algorithmen nach dem mathematischen Prinzip der Triangulation in die Position des Benutzers aufgelöst. Erste Messungen mit der entwickelten Soft- und Hardware ergaben eine Positionsgenauigkeit von ca. 5 Metern. Abbildung 2 zeigt einen mehrmals durchlaufenen Rundgang durch eine Lagerhalle. Die Lagerhalle hat eine Fläche von 200x150 Metern wobei 4 Basis-Stationen verwendet wurden. Am IIS in Erlangen wurde ein Demonstrator für Notebooks/PDA's, bestehend aus einer Kombination von Software-Modulen zur Auswertung der DECT-Signale und einer DECT-PC-Card implementiert (Bliesz & Hupp 2002) (siehe Abbildung 3). Die Software wurde in C/C++ implementiert und ist für den Einsatz auf Windows- und WinCE-Systemen konzipiert.

Im weiteren Verlauf von SAiMotion ist vorgesehen, die Stabilität und Genauigkeit der DECT-Navigation durch eine Weiterentwicklung der Algorithmen zu verbessern und eine Integration der Positionierungskomponente in das Gesamtsystem durchzuführen. Darüber hinaus ist die Entwicklung inertialer Sensor-Systeme angedacht, welche eine erhebliche Verbesserung der Positionsgenauigkeit erlauben. Durch die Unabhängigkeit der inertialen Systeme wird eine Erhöhung von Stabilität und Verfügbarkeit erreicht, da im Falle von unzureichenden Signalabdeckungen des DECT-Systems (z. B. Ausfall von Basis-Stationen oder Signalabschattungen) ein redundantes System zur Verfügung steht.

Im Rahmen von SAiMotion wurden bereits initiale Forschungsarbeiten durch das IGD Rostock erzielt, die kalibrierungsfreie Navigation (Bieber & Korten 2001) bei Inertialsensorsystemen ermöglichen können.



Ein Ausbau der DECT-Navigation in ein aktives System zur Kommunikation ist über SAiMotion hinaus ebenfalls geplant. Das Gerät kann dann dessen Position über das Telefonnetzwerk an eine Zentrale durchgeben bzw. zu Telefongesprächen verwendet werden. Dadurch lassen sich z.B. Notfallsysteme realisieren, die im Falle einer besonderen Situation manuell oder automatisch eine Alarmmeldung einschließlich der Positionsinformation übertragen können.

## 4 Persönliches Taskmanagement

Die Möglichkeit der neuen, mobilen Computertechnologie gestattet die Erschließung von bisher weitgehend „rechnerfreien“ Umgebungen. Ultramobile Rechner erlauben so erstmals eine wirkliche *physische und kognitive Integration* von Rechnerunterstützung in das Alltagsgeschäft jenseits des Desktop, so wie sie Mark Weiser in der Vision des „ubiquitous computing“ skizziert (Weiser 1993). Der Rechner kann nun dem Nutzer auch bei der Interaktion mit der Realität assistieren. Bei dem erweiterten Aufgabenspektrum im mobilen Bereich hängt die Handlungsausführung von der jeweiligen Situation ab, in der sich der Benutzer gerade befindet (Kirste & Schumann 1997). So kann der Benutzer einige Handlungen nur orts- bzw. situationsbezogen ausführen, beispielsweise eine Bauabnahme als Bauleiter oder der Besuch eines Messestandes. Assistenzsysteme im Allgemeinen unterstützen den Nutzer durch die Übernahme von Aufgaben, die vom menschlichen Anwender als entweder erheblich aufwändig, lästig, ermüdend oder monoton empfunden werden. Der interessante Anwendungsbereich eines mobilen Assistenzsystems liegt insbesondere in der Unterstützung des Benutzers bei der situationsbezogenen Ausführung seiner Aufgaben.

Die Entwicklung eines situationsgesteuerten Assistenzsystems ist Gegenstand der Forschungsarbeiten in SAiMotion.

### 4.1 Situationsabhängige Benutzerunterstützung

Die Unterstützungsfunktionalität des Assistenzsystemes für die Ausführung der Handlungsziele eines Benutzers hängt sowohl von dem Assistenzsystem an sich, als auch von der Struktur der

Benutzeraufgaben ab. Das Assistenzsystem soll nicht allein als Hintergrundsystem für kritische oder monotone Fälle arbeiten, sondern *aktive kognitive Unterstützung* in allen Bereichen eines Arbeitsablaufes, insbesondere bei räumlich und zeitlich verteilten Aufgaben, bieten und den Benutzer bei der Aufgabebearbeitung begleiten. Die Hauptfunktionalität kann dabei wie folgt beschrieben werden :

- Task-Management: die Entlastung des Nutzers von dem kognitiven Aufwand, die aktuelle Liste an offenen (Teil-) Aufgaben stets parat zu haben.
- Scheduling: die Unterstützung des Nutzers bei der (situationsgesteuerten) Auswahl der aktuell sinnvollsten (Teil-) Aufgabe.
- Kontextwechsel: Unterschiedliche Aufgaben und Anforderungen mit Hintergrundinformationen treten schnell und häufig auf. Das Umschalten zwischen diesen Aufgaben erfordert hohe Konzentration sowie die Kenntnis über die Begleitumstände.
- Unterstützung des Nutzers bei komplexen Aufgabenstrukturen: Eine Hauptaufgabe setzt sich aus vielen kleineren Teilaufgaben sowie sehr kurzen Interaktionsepisoden zusammen. Dabei können diese Episoden Teile von komplexen, zeitlich und räumlich verteilten Aufgaben sein.
- Wissensbasis: Vorhalten einer Wissensbasis, die alle in Zusammenspiel befindlichen Komponenten des Wirkungsfeldes des Assistenzsystems umfasst, dazu gehören Expertenwissen oder komplexe bzw. schlecht zu merkende Informationen (Ausstellerstände auf Messen).
- Monitoring: Funktion der Situationsanalyse und Dokumentation (Journalling, Annotation).
- Dialog: situationsangepasster Dialog, mentale Unterstützung, Unterhaltungseffekt.

Das Assistenzsystem kann folgende Aspekte der Situationsabhängigkeit von Aufgaben berücksichtigen: Systemabhängigkeit, Umgebungsabhängigkeit und Benutzerabhängigkeit. Am Fraunhofer IGD wurde mit SAMoA (Situation-Aware Mobile Assistance) ein Framework für die situationsgesteuerte mobile Assistenz entwickelt, das ein solches Situationsmodell unterstützt. SAMoA-basierte Assistenzsysteme – wie z.B. MONAD (siehe unten) – unterstützen das Scheduling von persönlichen Aufgaben. Um ein situations- und nutzerangemessenes Scheduling zu realisieren, ist ein Scheduling-Algorithmus erforderlich, der in der Lage ist die situationsrelevanten Parameter einer Aufgabe zu berücksichtigen. Hierbei müssen zunächst erst einmal genau diese relevanten Parameter identifiziert werden. Zu diesen Parametern gehören:

- Ortsabhängigkeit (Spatial constraints)
- Zeitabhängigkeit (Temporal constraints)
- Weitere Situationsabhängigkeit (Situation constraint, z.B. Verfügbarkeit von Ressourcen)
- Abhängigkeit von Vorbedingungen (Preconditions)
- Psycho-physische und soziale Bedingungen (mentale, physische, psychische, soziale Parameter)<sup>2</sup>

Ziel eines Assistenzsystems ist dabei nicht das Scheduling im Sinne der Bestimmung eines starren Workflow, sondern eine *flexible Kooperation* des persönlichen Assistenten mit dem Anwender. Der Schedule (schedule = Ablaufplan), den das System bestimmt, hat hier immer die Form einer *Empfehlung*. Diese Empfehlung wird vom System automatisch und kontinuierlich an die tatsächlichen Aktionen des Nutzers angepasst, ein dynamisches rescheduling ist damit integraler Be-

---

<sup>2</sup> Die Bestimmung der genauen Wirkung der Psycho-physischen und sozialen Parameter und die Bereitstellung praktikabler Verfahren für die Erfassung ihrer aktuellen Werte bleibt jedoch zu untersuchen.

standteil des Assistenzkonzeptes. Zentrales Element ist die Situationsanalyse, die erforderliche Kontextinformationen wie die Umgebung des Nutzers, seine Absichten und Konflikte sowie günstige Gelegenheiten im Hinblick auf die Aufgabenabarbeitung (zu erreichende Ziele) diagnostiziert. Fehler, die der Aufgabenbewältigung entgegenwirken, werden angemerkt, bei Konflikten und geeigneten Gelegenheiten werden Lösungsvorschläge generiert und dem Anwender situationsangepasst visualisiert. Im Freizeitbereich sind hier sicherlich nur schwer exakte Anforderungen definierbar, da die Freiheitsgrade eine Verfolgung von Zielen erschweren; bei Systemen in der Arbeitswelt stehen Zielkriterien eher zur Verfügung, wie z. B. Fragen der Sicherheit, Aufgabenerfüllung und Wirtschaftlichkeit. Die Frage der Funktionsteilung zwischen Mensch und Maschine und damit die Delegation von Aufgaben des Menschen an die Maschine nimmt generell einen besonderen Stellenwert in der Anforderungsanalyse ein (Gong & Elkerton 1990).

## **4.2 Scheduling von persönlichen Aufgaben**

Das Assistenzsystem soll den Anwender beim Erreichen seiner aktuellen Ziele unterstützen. Die konkrete Menge von Aktionen, die zum Erreichen eines bestimmten Ziels erforderlich sind, und die Bedingungen an die Ausführungsreihenfolge dieser Aktionen wird als *Strategie* bezeichnet. Das Assistenzsystem verwaltet die aktiven Strategien des Nutzers und empfiehlt dem Nutzer auf Basis der aktuellen Situation welche Aktion(en) aus welcher/n Strategie(en) jeweils am sinnvollsten ist/sind, um die Menge der Ziele am effektivsten zu erreichen. Aktionen können atomar oder zusammengesetzt sein. Für zusammengesetzte Aktionen existieren typischerweise Bedingungen an die Ausführungsreihenfolge der Komponentenaktionen (z.B. sequentielle oder parallele Ausführung). Atomar sind dagegen solche Aktionen, die innerhalb einer einzigen Situation ausgeführt werden können und für die das Scheduling-System konsequenterweise keine Situationsänderungen beobachten kann, um Teilaktionen zu schedulen.

Dieses Task-Management- und Scheduling-Modell wurde am Fraunhofer IGD Rostock bereits in verschiedenen Anwendungsprototypen experimentell eingesetzt. Ein Beispiel ist das MONAD-System (Kirste & Rieck 1998) (**MO**bile **NE**twork **AD**ministration assistant). Dieses System unterstützt Netzwerktechniker bei der simultanen Durchführung komplexer Änderungsaufgaben an räumlich verteilten Netzwerkinfrastrukturen, wie etwa der Rechnerinstallation, bei der neben dem Setup des Rechners selbst auch in unterschiedlichen Verteilerräumen Änderungen erforderlich sind. Für das Scheduling der Strategie wurde ein Produktionssystem eingesetzt, (in diesem Fall OPS5). Einzelaktionen der Strategie wurden als Produktionen (eine spezielle Form von WENN-DANN-Regeln) formuliert. Der Regelselektionsmechanismus des Produktionssystems realisierte dabei das Scheduling-Verfahren. Das Scheduling-System bezog damit nur die aktuelle Situation in die Auswahl der Handlungsempfehlung mit ein (opportunistisches Scheduling). Eine in die Zukunft gerichtete Planung auf Basis einer Effektivitätsbewertung des *gesamten* resultierenden Handlungsablaufs – insbesondere im Hinblick auf die erforderliche Zeit – ist hierdurch nicht gegeben.

Erweitert man das Szenario um die zeitlich verteilten Aufgaben, so lassen sich auch Strukturen unterstützen, wie sie ein Bauleiter durchzuführen hat. Eine typische Aufgabe eines Bauleiters besteht darin, eine Bauabnahme mit verschiedenen auszuführenden Firmen durchzuführen. Die Tätigkeit, den Hauptanschluss im Keller sowie die Brandschottung zum Erdgeschoss oder die Unterverteilung im Nebenraum zu prüfen, beinhaltet ortsgebundene Tätigkeiten. Eine Zeitabhängigkeit liegt vor, wenn die Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) nur zu einem vordefinierten Zeitraum getestet werden kann; personelle Abhängigkeit herrscht, wenn der Bauherr bei

der Prüfung der Außenanlagen anwesend sein möchte. Ressourcenabhängigkeit kann vorliegen, wenn zum Prüfen der Beleuchtungssituation, d.h. der ausreichenden Leuchtdichte im Büroereich, ein entsprechendes Messgerät (Luxmeter) vorliegen muss.

Für dieses Szenario wurde vom Fraunhofer IGD Rostock im Rahmen des BMWi-Leitprojektes MAP, Multimedia Arbeitsplatz der Zukunft, ein Assistenzsystem auf der Java Expert Shell implementiert und die relevanten, persönlichen Aufgaben abgebildet („Task-Sequencer“). Die Umgebungsinformationen, d.h. in welchem Raum sich der Nutzer gerade befindet, wurden durch Infrarot-Baken repräsentiert. Der für dieses Szenario erweiterte Scheduling-Algorithmus berücksichtigt dynamische Änderungen der physischen Umgebung (in der Raumzeit) wie auch den Aufwand zur Aufgabenausführung (durch Kosten quantifiziert). Zusätzlich ist die Verletzung von Constraints mit „Penalties“ – Zusatzkosten – versehen. Dies betrifft insbesondere die Verletzung von Zeitconstraints, also das Überschreiten von Deadlines. Auf Basis dieser Kosten und Constraints versucht der Scheduling Algorithmus diejenigen Ausführungssequenzen zu bestimmen, die minimale Kosten und Penalties verursachen. Die jeweils ersten Aufgaben dieser Ausführungsstrategien werden dann dem Nutzer empfohlen. Der Task-Sequencer versucht Leerlaufzeiten des Benutzers zu vermeiden und die in Zukunft eintreffenden Assistenzaufgaben vorzubereiten (Prefetching etc.).

Eine situationsabhängige Regel, beispielsweise zur Betrachtung von Ortszuständen kann dabei in einer Expert Shell wie folgt modelliert werden :

(defrule caDoPlaceConstraint		(modify ?p
(stage EvaluateCosts)		(actions \$?a (create\$ goto ?l))
?p <- (plan (id ~nil)		(curtime (+ ?t ?traveltime))
(steps ?tid \$?rest)	=>	(cost (+ ?c ?traveltime))
(actions \$?a)		(curplace ?l)))
(curconstraint ?ct)		
(cost ?c&~nil))		

Durch die vollständige Betrachtung der möglichen Handlungen im Task-Sequencer konnte nicht nur die für die aktuelle Situation günstige Handlung vorgeschlagen werden, sondern die im Hinblick auf das *Gesamtziel* günstigste Handlung<sup>3</sup>. Das Konzept bietet zusätzlich durch die Vorausplanung die Möglichkeit des Prefetching oder Sensibilisierung von Umgebungssensoren, was wir in Zukunft betrachten und einsetzen werden. In Hinblick auf die Erweiterung des Scheduling-Modells werden wir uns vor allem auf die Entwicklung domänenspezifischer Ressourcen und Constraintmodelle konzentrieren.

### 4.3 Assistenzfunktionalität in SAiMotion

Im Rahmen von SAiMotion sollen bestehende Konzepte und Technologien erweitert und vertieft werden. Als Anwendungsszenario wird das Umfeld von Messen, Ausstellungen und Tagungen gewählt, um die Facetten der situationsabhängigen Parameter untersuchen zu können. Der einstige, früher ausgedruckte Anreisepfad eines Messebesuchers wird z.B. auf einem Handy in der Form verschmelzen, dass nur die notwendigen und prägnante Einzelinformation in der richtigen

---

<sup>3</sup> Hierbei ist ein interessanter Tradeoff zu betrachten im Hinblick auf die Qualität der Empfehlung (bezüglich der Effektivität für das Gesamtziel) und auf den Aufwand für die *Berechnung* dieser Empfehlung: Linear im Fall von MONAD, schlimmstenfalls exponentiell für den Task-Sequencer.

Situation dargestellt wird. In die Situationsanalyse fließen neben Benutzermerkmalen und Systemressourcen die Umgebungs- und Positionsinformationen entsprechend des beschriebenen DECT-Indoor-Navigationssystems ein. Die Verarbeitung des Situationsbezuges eines persönlichen Assistenten kann mit wenigen Regeln durch die Erweiterung von planungsbasierten Ansätzen, beispielsweise der Technologie von Produktions- und Schedulingssystemen (Bruckner 1995) (OPS5, CLIPS, ASPEN, etc.) erreicht werden. Zur Realisierung werden intuitive Aufgabendefinitionssprachen benötigt, die aber dennoch die Modellierung beliebiger Aufgabenstrukturen und inkrementelle Modifikationen der Strategie ermöglichen.

## **5 Zusammenfassung und Ausblick**

Im Rahmen des Forschungsprojektes SAiMotion wird eine Technologie zur situationsbezogenen Unterstützung des mobilen Benutzers entwickelt. Im Rahmen dieses Beitrags haben wir uns dabei auf zwei wichtige Ansätze konzentriert:

- Die modernen Ortungstechnologien im Indoor-Bereich ermöglichen eine präzise Navigation und Identifizierung von Umgebungsinformationen. Die im Rahmen von SAiMotion entwickelte DECT basierende Positionstechnologie setzt auf bereits bestehender und verbreiteter Infrastruktural auf und ermöglicht bereits jetzt zahlreiche Anwendungen im privaten sowie im medizinischen Umfeld (Krankenhäuser), in Lager- oder Messehallen sowie in Einkaufszentren oder Flughäfen. Ortsinformationen geben wichtigen Aufschluss über die Situation, in der sich der Benutzer befindet und ermöglichen eine persönliche Assistenz.
- Für die situations- und aufgabengesteuerte, persönliche Unterstützung des Nutzers bei der Ausführung seiner Tätigkeiten wird in SAiMotion ein Task-Management- und Scheduling-System entwickelt. Die bisherigen Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass auf Basis von strukturierten Aufgabenmodellen, die insbesondere Situationsconstraints und Ausführungskosten berücksichtigen, tatsächlich eine recht präzise Assistenz des Nutzers bei der Durchführung strukturierter, räumlich und zeitlich verteilter Aufgaben erreicht werden kann. Herausforderungen und Gegenstand weiterer Arbeiten sind vor allem die Fragen nach einem geeigneten Kosten- und Constraintmodell, das die Realität der Ausführung von Aktionen durch den menschlichen Nutzer in der physischen Umwelt widerspiegelt, sowie die Frage nach einem Aufgabenmodell, das eine leichte, inkrementelle Modifikation von Aufgabenstrukturen durch den Nutzer erlaubt. Weiterhin sind Mechanismen bereitzustellen, die dem Assistenzsystem erlauben, Fehlhandlungen des Nutzers zu erkennen und darauf geeignet zu reagieren. Hierzu gehören auch die Funktionen für das Monitoring und das Journaling bzw. die Dokumentation der Benutzeraktionen.

Der persönliche, digitale Assistent (PDA) begleitet den Benutzer in Sonderbereichen des beruflichen Alltages bereits heute. Der Einzug des persönlichen Taskmanagements in unseren persönlichen Alltag wird wahrscheinlich sehr unaufdringlich aber umfassend erfolgen. Der Benutzer wird in Zukunft vielleicht sogar unzertrennlich von seiner elektronischen, mit Situationssensorik ausgestatteter Begleitung sein, ähnlich wie es bereits heute im Bereich der Mobiltelefone der Fall ist.

## 6 Literaturverweise

- O'Hare, G. (2001): Personalized and contextualized content delivery for mobile users. In: C. Stephanidis (ed.) *Universal Access in HCI: Towards and Information Society for All*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 845-849.
- Schiele, B. (2001): Sensory Augmented Computing and its Potential for Human-Computer Interaction. To appear in: *HCI International 2001*, New Orleans, USA.
- Marmasse N., Schmandt, C. (2001): Location Modeling –position paper, workshop proceedings *Location Modeling for Ubiquitous Computing, UbiComp'2001*, Atlanta, U.S.A.
- Oppermann, R. and Specht, M. (2000): "A Context-Sensitive Nomadic Exhibition Guide," in *Handheld and Ubiquitous Computing (Proc. 2nd Int'l Symp., Bristol, UK, Sep. 2000)*, P. Thomas and H. W. Gellersen (eds.), Springer Verlag, Berlin, p. 127-142.
- Bliesz M, Hupp J. (2002): Indoor-Navigation in DECT-Netzwerken, *Design & Elektronik* 02/2002.
- Bieber G., Korten M. (2001): User tracking by sensorfusion for situation aware systems, proceedings *ACRS2001*, ISBN 981-04-5032-x, Singapore.
- Weiser M. (1993): Some Computer Science Problems in Ubiquitous Computing. *Communication of the ACM* 36, 12, 75-85.
- Kirste, T., Schumann, H. (1997): Die Herausforderungen des Mobile Computing: Die Anwenderperspektive. *Proc. AAA'97*, Darmstadt, Germany.
- Gong, R. & Elkerton, J. (1990): Designing minimal documentation using the GOMS model: A usability evaluation of an engineering approach. *CHI 90 Proceedings*,: Association for Computing Machinery, New York.
- Kirste, T., Rieck, A. (1998): A mobile network administration system: Conception and realization. *Proc. AKIDA'98*, Aachen, Germany.
- Bruckner, P. (1995): *Scheduling Algorithms*, Springer, ISBN 3-540-60087-6.

## Kontaktinformationen

Gerald Bieber  
Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung  
Mobile Multimedia-Technologien  
Joachim-Jungius-Str. 11  
18059 Rostock  
Email: gerald.bieber@rostock.igd.fhg.de