



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Ausarbeitung Anwendungen 1

Nico Zimmermann
Intelligent Kitchen

Nico Zimmermann
Intelligent Kitchen

Studiengang Master Informatik
am Department Informatik
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Abgegeben am 28. Februar 2010

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Motivation	4
1.2	Gliederung	4
2	Grundlagen	5
2.1	Ambient Intelligence	5
2.2	Context-Awareness	6
2.3	Multiagentensysteme	7
3	Related Work	8
3.1	House_n	8
3.2	Ambient Kitchen	10
3.3	Nutrition-Aware Cooking	11
3.4	Living Place Hamburg	11
4	Zusammenfassung und Ausblick	13
	Literaturverzeichnis	14

1 Einleitung

1.1 Motivation

Mark Weiser prägte in seinem Artikel „The Computer for the 21st Century“ [26] den Begriff des *ubiquitous computing* mit folgendem Satz:

„Specialized elements of hardware and software, connected by wires, radio waves and infrared, will be so ubiquitous that no one will notice their presence.“

Nach seiner Vision sollen in Zukunft „intelligente Gegenstände“ den Platz von Personal Computern einnehmen und Menschen in einer unauffälligen Art und Weise im Alltag unterstützen. Im Kern geht es um eine unsichtbare Integration von Technologie in einer Rechner-allgegenwärtigen Umgebung.

Das Gebiet der *Ambient Intelligence* ist thematisch eng mit dieser Vorstellung verwandt. Die Motivation sich mit diesem Thema zu beschäftigen erfolgt aus dem Ziel Menschen im alltäglichen Leben durch intelligente Wohnumgebungen zu unterstützen und somit die Lebensqualität zu verbessern. Es existieren bereits viele Forschungsarbeiten in diesem Bereich. In dieser Arbeit werden ausgewählte Projekte mit besonderem Fokus auf die Konzepte der Küchenumgebungen vorgestellt.

1.2 Gliederung

In Kapitel 2 wird der Begriff der *Ambient Intelligence* kurz erläutert und eine Einführung in die Arbeitsfelder dieser Disziplin gegeben. Anschließend wird in Kapitel 3 anhand von aktuellen Forschungsarbeiten dargestellt, was die Vorstellung von einer *Intelligent Kitchen* unter diesem Paradigma bedeutet und wie solche Konzepte konkret umgesetzt werden können. Abschliessend werden die gesammelten Erkenntnisse zusammengefasst und ein Ausblick auf zukünftige Arbeiten im Rahmen des *Living Place Hamburg* gegeben.

2 Grundlagen

2.1 Ambient Intelligence

Der Begriff der *Ambient Intelligence (Aml)* wurde von der europäischen Information Society [20] geprägt. Die Idee dahinter ist die Kooperation und Interaktion intelligenter Geräte und die Nutzung der in der Umgebung - dem Ambiente - verborgenen Intelligenz. Einfach bedienbare Benutzerschnittstellen werden hierfür in alle Arten von Objekten integriert und dadurch eine intelligente Umgebung geschaffen, die Individuen erkennen und auf diese in einer nahtlosen, unaufdringlichen und unsichtbaren Art reagieren kann. Interaktionen in einer solchen Umgebung sind generell dadurch gekennzeichnet, dass die physikalische Realität mit einer zusätzlichen, virtuellen Schicht überlagert ist. Natürliche Bewegungen in der realen Welt verursachen Veränderungen von Daten in der virtuellen Schicht, die dazu benutzt werden können wiederum Einfluss auf die reale Umgebung zu nehmen.

Encarnacao u.a. [5] beschreiben die Anforderungen, die die Ambient Intelligence an die Informatik stellt mit Hilfe von fünf Eigenschaften, deren Anfangsbuchstaben zusammengesetzt das Wort *SCALE* bilden:

Scalability Durch die Vernetzung einer Vielzahl von Objekten wie beispielsweise Sensoren werden hohe Anforderungen an die Skalierbarkeit gestellt. Hierfür werden Ansätze benötigt, die weitgehend ohne zentrale Komponenten auskommen und ein autonomes Verhalten ermöglichen. Begriffe wie Selbstheilung und Selbstkonfiguration gehören ebenfalls in diesen Kontext.

Connectivity Hierbei geht es vor allem um die physische Vernetzung beteiligter Komponenten. Unter Beachtung von besonderen Restriktionen wie etwa dem Stromverbrauch kommen hier speziell optimierte Technologien wie beispielsweise ZigBee [29] zum Einsatz. Auf einer höheren Abstraktionsebene betrachtet geht es hier jedoch auch um die Kooperation von Komponenten. Hierzu gehören unter anderem die in Abschnitt 2.3 vorgestellten *Multiagentensysteme*.

Adaptivity Interaktionen zwischen Menschen und Komponenten intelligenter Umgebungen sollen möglichst optimal angepasst und intuitiv für den Anwender sein. Dafür müssen Anwendungen den jeweiligen Kontext in dem sie ablaufen erkennen und sich diesem

anpassen können. Man spricht hierbei von *Context-Awareness*, die in Abschnitt 2.2 näher erläutert wird.

Liability Die Sicherheit spielt eine wichtige Rolle, wenn Geräte für Menschen agieren. Aus diesem Grund muss sichergestellt werden, dass festgelegte Sicherheitsaspekte nicht verletzt werden.

EaseOfUse Eine der Kernanforderungen an die Ambient Intelligence ist die Integration in einer nahtlosen, unaufdringlichen und unsichtbaren Art. Ein wichtiger Bestandteil dabei ist die sogenannte *Seamless Interaction*, eine Interaktion ohne offensichtlich erkennbare Kommunikation, die eine intuitive Bedienbarkeit und damit hohe Akzeptanz zum Ziel hat. Ein Beispiel hierfür ist der an der HAW Hamburg entwickelte *multitouch tabletop* [17].

2.2 Context-Awareness

Für das Verständnis von Context-Awareness muss zunächst der Begriff des *Kontext* geklärt werden. Nach einer Definition von Abowd u.a. [1] ist Kontext jede Information, die benutzt werden kann, um die Situation einer Entität zu charakterisieren. Eine Entität stellt dabei eine Person, Ort oder ein Objekt dar, das relevant für die Interaktion zwischen einem Benutzer und einer Applikation ist - einschließlich dem Benutzer und der Applikation selbst. Ferner unterteilen sie Kontext in vier Kategorien: *Ort* (location), *Identität* (identity), *Aktivität* (activity) und *Zeit* (time). Mit Hilfe des Ortes wird spezifiziert wo sich ein Benutzer aktuell befindet und welche anderen Personen oder Objekte in seiner Nähe sind. Darüber hinaus können in dieser Kategorie auch weitere Informationen wie die Beleuchtungssituation oder das Geräuschlevel enthalten sein. Unter der Identität können Kontaktinformationen, wie beispielsweise die Email-Adresse einer Person verstanden werden. Eine Aktivität ist die Tätigkeit, die ein Benutzer oder das System selbst gerade ausführt. Die Zeit bestimmt den aktuellen Zeitpunkt, also beispielsweise die Uhrzeit.

Der Begriff des *Context-Aware Computing* wurde von Schilit u.a. [18] 1994 erstmals diskutiert und bezeichnet die Fähigkeit von Systemen Umgebungen analysieren und auf Veränderungen dieser reagieren zu können. Das Ziel ist nach Abowd u.a. [1] eine Verbesserung der Interaktion zwischen Menschen und Computern. Um dieses Ziel erreichen zu können müssen Daten automatisch vom System erhoben und analysiert werden, um relevante Informationen filtern und eine angemessene Reaktion herausfinden zu können. Häufig werden benötigte Informationen mit Hilfe von Sensoren und Verfahren wie beispielsweise RFID bereitgestellt. Mit den gesammelten Informationen werden dann Faktoren wie der Ort, die Zeit oder verfügbare Objekte bestimmt, die Einfluss auf den Kontext haben und somit den Ablauf von Applikationen beeinflussen.

2.3 Multiagentensysteme

Für ein Verständnis von Multiagentensystemen muss zunächst der Begriff des *Agenten* bzw. *Software-Agenten* geklärt werden. In der Literatur existiert eine Vielzahl von Definition für Agenten (vgl. [8]). Eine davon stammt von Michael Wooldridge und charakterisiert Agenten mit folgenden Eigenschaften [28]:

- autonom - arbeiten ohne Benutzereingriffe
- proaktiv - führen Aktionen auf Grund eigener Initiative aus
- reaktiv - reagieren auf Umgebungsänderungen
- sozial - kommunizieren mit anderen Agenten
- lern- / anpassungsfähig - lernen auf Grund eigener Beobachtungen

Systeme in denen mehrere kooperierende Agenten vorhanden sind, die kollektiv Probleme lösen, werden als Multiagentensysteme bezeichnet. Diese fallen in den Bereich der Verteilten Künstlichen Intelligenz und beschäftigen sich damit, wie verteilte intelligente Systeme als Einheit koordiniert Probleme lösen können.

Grundlage hierfür ist ein Kommunikationssystem mit dessen Hilfe ein Austausch zwischen beteiligten Agenten erfolgen kann. Die *Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA)* [7] ist eine IEEE Computer Society Standards Organization, die sich mit der Entwicklung von Standards für Agentenkommunikation beschäftigt. Die *Agent Communication Language (ACL)* [6] wurde von der FIPA als Standard für die Kommunikation zwischen Agenten definiert. Eine Alternative zu ACL stellt die *Knowledge Query and Manipulation Language (KQML)* [14] dar. Beide Kommunikationsformen basieren auf der Sprechakttheorie, die in den 1960er Jahren von Austin [2] und Searle [19] entwickelt und später unter anderem von Winograd und Flores [27] erweitert wurde.

Eine FIPA ACL Nachricht enthält eine Menge von Parametern, dessen Anzahl von der Situation der Agentenkommunikation abhängt. Der einzige Parameter, der für alle ACL Nachrichten obligatorisch ist, ist das sogenannte *Performative*. Dieser Parameter definiert den Typ des Sprechaktes. Der FIPA Standard definiert insgesamt 20 solcher Performatives wie beispielsweise *inform*, *request* und *refuse*.¹ Der Inhalt von ACL Nachrichten wird mit Hilfe einer formalen Sprache ausgedrückt. Über die Parameter *language* und *ontology* kann eine syntaktische sowie semantische Beschreibung des Inhaltes erfolgen.

Eine weit verbreitete Implementierung des FIPA ACL Standards ist das *Java Agent DEvelopment Framework (JADE)* [11], das große Boardmember wie die Telecom Italia und Motorola besitzt. Für JADE existieren Portierungen für verschiedene Java Profiles (Java ME, Java EE).

¹ siehe [6] für eine vollständige Auflistung

3 Related Work

Es existieren eine ganze Reihe von Einrichtungen, die sich mit intelligenten Wohnumgebungen beschäftigen. Diese werden sowohl von Forschungsinstituten und Universitäten, als auch von Unternehmen betrieben und werden häufig als *Living Labs* bezeichnet. In prototypischen Wohnumgebungen sollen hier Erfahrungen für zukünftige Entwicklungen gesammelt werden. Beispiele aus dem Bereich von Unternehmen und Forschungsinstituten sind das *Home Lab* von Philips [16], das T-Com Haus [22], sowie das *InHaus* der Fraunhofer Gesellschaft [9]. Im folgenden werden vier ausgewählte Projekte aus dem universitären Umfeld vorgestellt, wobei hier insbesondere auf die Küchenkonzepte eingegangen wird.

3.1 House_n

Unter dem Projektnamen *House_n* [21] wurde am Massachusetts Institute of Technology bis zum Jahre 2005 im Bereich intelligenter Wohnumgebungen entwickelt und geforscht. Ein Resultat ist *CounterActive* [12]. Dabei handelt es sich um ein interaktives Kochbuch, das mit Hilfe von Beamern auf einen Küchentresen projiziert wird. Ein Benutzer kann durch Berührungen der Oberfläche des Tresens durch das Kochbuch „blättern“ und sich weitere Informationen, wie Fotos und Videos, anzeigen lassen. Die Berührungen der Oberfläche werden durch darunter liegende kapazitive Sensoren wahrgenommen. Dieser Ansatz wurde bei *Virtual Recipe* [3] von Bonani u.a. unter Einsatz von Bildverarbeitung und neuen Projektionsflächen weiterentwickelt. Eine Projektionsfläche hierbei ist der Bereich der Dunstabzugshaube, auf dem eine schrittweise Kochanweisung projiziert wird. Virtuelle Buttons, dessen Betätigung durch Bilderkennungsalgorithmen interpretiert werden, dienen hierbei der Interaktion mit der Anwendung. Dadurch müssen Benutzer mit nassen oder etwa klebrigen Händen keine Oberflächen mehr anfassen, um mit der Anwendung interagieren zu können.

Mit *Augmented Cabinetry* [3] wurde das mitunter zeitaufwendige Problem des Auffindens von Gegenständen in der Küche behandelt. Hierbei dienen LEDs, die in Griffen von Küchenschränken und Schubladen integriert sind sowie projizierte Richtungspfeile der Anzeige des Ortes eines gesuchten Gegenstandes. Mit Hilfe von RFID und kapazitiven Sensoren werden dabei die Positionen von Gegenständen überwacht. In Kombination mit der *Virtual Recipe*



Abbildung 3.1: Virtual Recipe [3]

Anwendung kann so eine Unterstützung beim Auffinden benötigter Utensilien geleistet werden.

Eine weitere Entwicklung ist *HeatSink* [3]. In der Regel kann die aktuelle Temperatur eines Wasserstrahls nur durch eine Berührung festgestellt werden. *Heat Sink* ermöglicht durch eine farbige Beleuchtung des Wasserstrahls ein Bewußtsein für die Wassertemperatur zu entwickeln. Kaltes Wasser wird dabei durch eine blaue und warmes Wasser durch eine rote Beleuchtung kenntlich gemacht. Die Intensität der Beleuchtung gibt darüber hinaus einen Hinweis auf die Abweichung der aktuellen Temperatur von bestimmten Schwellwerten.

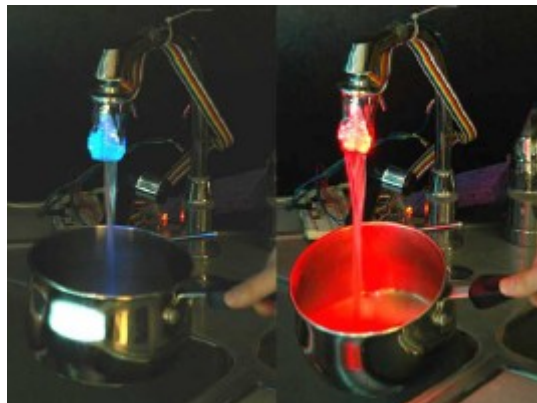


Abbildung 3.2: Heat Sink [3]

3.2 Ambient Kitchen

Die *Ambient Kitchen* [15] wurde an der University of Newcastle aus der Idee heraus entwickelt, an Demenz erkrankten Menschen bei der Zubereitung vermeintlich einfacher Gerichte und Getränke durch eine schrittweise Führung zu unterstützen. Der Schwerpunkt liegt hierbei in der Erkennung der richtigen Situation (Kontext), um eine entsprechende Unterstützung leisten zu können. Durch kapazitive Sensoren im Boden, RFID-Readern in der Arbeitsplatte sowie Kameras werden Daten für die Erkennung des aktuellen Kontexts gesammelt. Instruktionen und Informationen werden mit Hilfe von Beamern an die Wand vor der Arbeitsplatte projiziert.

Mit dem *Recipe Commander* [13] wurde eine Software entwickelt, die Zutaten, welche auf die Arbeitsplatte gelegt werden, erkennt und Rezepte vorschlägt, die einen Großteil dieser Zutaten enthalten. Dabei ist der Tresen in drei Segmente unterteilt, die jeweils mit einem RFID-Reader ausgestattet sind. Vor jedem dieser drei Segmente wird über Beamer ein Rezeptvorschlag angezeigt. Der *Recipe Commander* wird durch das Auflegen eines speziell getaggtten Schneidebretts auf die Arbeitsplatte gestartet. Wenn der Benutzer nach einer gewissen Zeit keine weiteren Zutaten hinzufügt, wird eine detaillierte Beschreibung des ausgewählten Rezeptes angezeigt. Die Festlegung erfolgt hierbei durch die Position des Schneidebretts auf der Arbeitsplatte und kann durch ein Verschieben auf ein anderes Segment beeinflusst werden.



Abbildung 3.3: Recipe Commander [13]

3.3 Nutrition-Aware Cooking

An der National Taiwan University wurde eine Anwendung entwickelt, dessen Ziel die Förderung von gesundem Essen ist [4].

Das Küchenkonzept besteht dabei aus drei Elementen: *SmartStove*, *SmartCabinet* und *SmartCounter*. Der *SmartCounter* stellt die Arbeitsplatte dar und dient der Hauptaktivitäten in der Küche. Der *SmartStove* ist ein Herd, der mit zwei Herdplatten ausgestattet ist. Bei dem *SmartCabinet* handelt es sich um einen Schrank, der der Aufbewahrung von Behältern dient. Alle drei Elemente sind mit Gewichtssensoren ausgestattet. Die Erkennung von Zutaten erfolgt derzeit nicht automatisch, sondern muss vom Benutzer per Eingabe bestätigt werden. Dazu wird bei der Erkennung einer Gewichtszunahme auf dem *SmartCounter* mit Hilfe einer Kamera ein Bild der Zutat gemacht und dem Benutzer auf einem Bildschirm angezeigt. Dieser muss den Namen der Zutat eingeben und bestätigen. Andere Verfahren, wie ein Sprach-Dialog-System, RFID-Tags sowie Bilderkennung befanden sich zum Zeitpunkt der Veröffentlichung von [4] im Test.

Jede Zutat wird in einem eigenen Behälter aufbewahrt, dessen Gewicht über die Gewichtssensoren überwacht wird. Bei einer Reduktion des Gewichts im Behälter für Bacon und einer Erhöhung des Gewichts auf dem *SmartCounter* kann das System beispielsweise folgern, dass der Benutzer Bacon verarbeiten oder essen möchte und die entsprechenden Nährwertinformationen für die gewählte Menge anzeigen.

3.4 Living Place Hamburg

Der *Living Place Hamburg* ist ein aktuelles Projekt der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg im Bereich intelligenter Wohnumgebungen. In diesem Rahmen bzw. vorheriger Projekte wurde unter anderem das *smart:shelf* [25] entwickelt. Hierbei handelt es sich um ein Regal, das mit Hilfe von RFID-Readern enthaltene, getaggte Gegenstände erkennen kann.

Im Rahmen der Masterarbeit von Jaroslaw Urich [24] wurde der sogenannte *Cooking Agent* - ein Menüplaner - als Teil einer multiagentenbasierten Architektur entwickelt. Ziel dieser Anwendung ist die Planung eines Menüs unter Berücksichtigung von Restriktionen, wie etwa vorhandenen Zutaten, Vorlieben oder verfügbarer Zubereitungszeiten. Die Erkennung vorhandener Zutaten erfolgt hierbei über das *smart:shelf*. Für die Realisierung der Software-Architektur wurde ein Multiagentensystem entwickelt. Die Agenten des Systems kommunizieren jedoch nicht wie in Abschnitt 2.3 beschrieben über die von der FIPA standardisierten ACL, sondern verwenden einen gemeinsamen Event Manager. Dadurch findet keine direkte Kommunikation zwischen Agenten statt. Agenten können sich für bestimmte Events beim Event Manager registrieren und bekommen entsprechende Events von diesem

beim Auftreten dieser zugestellt. Wenn ein Agent ein Event auslöst gibt dieser nur den zugehörigen Eventtypen und nicht die Empfänger an. Der Event Manager sorgt für die Verteilung, die für den Auslöser transparent ist. Durch den Event Manager wird eine lose Kopplung von Agenten erreicht, da diese zur Kommunikation keine Kenntnis über die Existenz anderer Agenten besitzen müssen. Diese Eigenschaft führt zu einer einfachen Erweiterbarkeit des Systems.

Für die Umsetzung des Cooking Agent wurden folgende Agenten konzipiert:

- RecipeManager - zuständig für die Verwaltung und Suche von Rezepten
- Calendar - zuständig für die Terminplanung
- UserProfile - zuständig für die Verwaltung von Benutzerprofilen (allgemeine Personendate sowie Vorlieben)
- AvailableProductDeterminer - zuständig für die Ermittlung vorhandener Produkte
- GUI - zuständig für die graphische Benutzerschnittstelle und die Interaktion des Benutzers mit dem System
- CookingAgent - zuständig für die Auswahl der Vorschläge von Rezepten

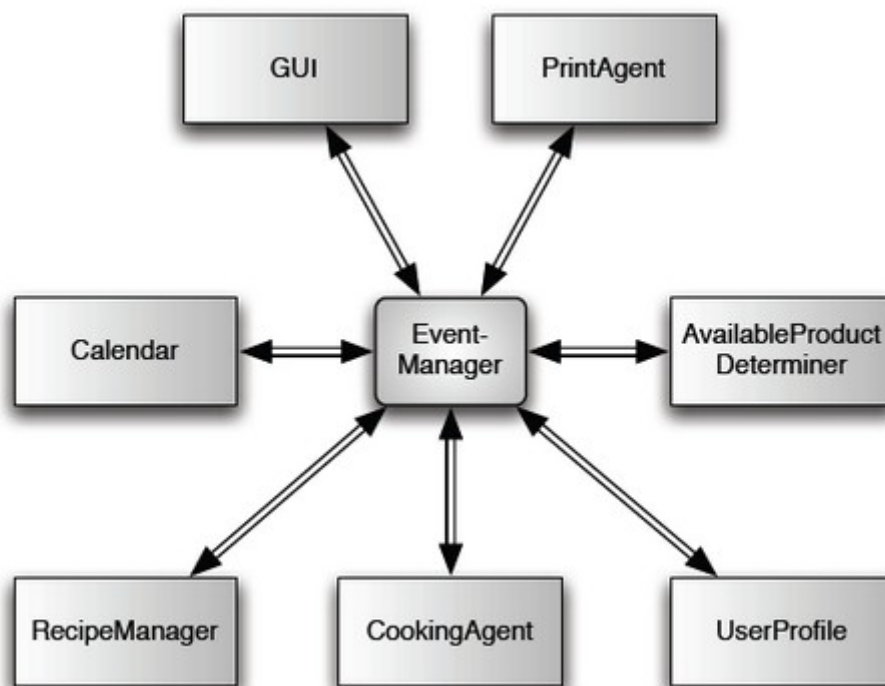


Abbildung 3.4: Konzeptionelle Sicht der Architektur des Cooking Agents [24]

4 Zusammenfassung und Ausblick

Mit der stetig voranschreitenden Verbreitung von Technologie im Alltag wächst auch der Wunsch nach Unterstützung im Bereich von Küchenumgebungen. In dieser Arbeit wurden eine Reihe von Projekten vorgestellt, die zeigen wie eine solche Unterstützung aussehen kann und was solche Systeme im Stande sind zu leisten. Die größten Schwierigkeiten für einen Entwickler liegen hierbei in der Erkennung des richtigen Kontextes und der Entwicklung von Interaktionsmöglichkeiten, die der Idee der Seamless Interaction entsprechen. Nur so kann erreicht werden, dass eine Anwendung Benutzer im Alltag auch tatsächlich unterstützt und den Alltag somit verbessert. Ein tiefes Verständnis der vorgestellten Eigenschaften von Ambient Intelligence (vgl. 2.1) sowie Context-Awareness (vgl. 2.2) sind daher die Grundvoraussetzung für die Entwicklung einer *Intelligent Kitchen*.

Darüber hinaus stellt eine solche Umgebung besondere Anforderungen an die Software-Architektur. Die Architektur, die im Rahmen der in Abschnitt 3.4 kurz vorgestellten Masterarbeit entstanden ist, bietet sich auf Grund ihrer positiven Eigenschaften im Sinne der Erweiterbarkeit, sowie Wiederverwendbarkeit von Agenten für zukünftige Entwicklungen an. Auch der Cooking Agent und das smart:shelf bilden eine gute Grundlage für weitergehende Entwicklungen.

Im Rahmen des *Living Place Hamburg* besteht die Möglichkeit die gezeigten Konzepte in einer realen Küchenumgebung umzusetzen und in alltäglichen Situationen von Testpersonen erfahren zu lassen. Die untersuchten Projekte zeigten allesamt interessante Ansätze, die es gilt in zukünftigen Arbeiten weiter zu untersuchen und unter Berücksichtigung neuer Konzepte und Ideen weiter zu entwickeln. Beispielsweise besitzen sowohl der in Abschnitt 3.2 vorgestellte Recipe Manager, als auch das in Abschnitt 3.1 vorgestellte Virtual Recipe ein interessantes Konzept für die Unterstützung von Benutzern beim alltäglichen Prozess des Kochens. Ebenso stellt das in Abschnitt 3.3 vorgestellte Konzept für eine Nährwert-bewußte Ernährung insbesondere im Hinblick auf die Unterstützung von Menschen mit Krankheiten wie etwa Diabetes eine Möglichkeit dar, die Lebensqualität dieser zu verbessern, indem Aktivitäten wie die Berechnung der erlaubten Proteinheiten vom System übernommen werden. Diese und weitere Ansätze gilt es in zukünftigen Arbeiten zu untersuchen. Auf der Projektseite des Living Place Hamburg [10] werden die jeweils aktuellen Entwicklungen in diesem Bereich zukünftig verfügbar sein.

Literaturverzeichnis

- [1] ABOWD, Gregory D. ; DEY, Anind K. ; BROWN, Peter J. ; DAVIES, Nigel ; SMITH, Mark ; STEGGLES, Pete: Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness. In: *HUC '99: Proceedings of the 1st international symposium on Handheld and Ubiquitous Computing*. London, UK : Springer-Verlag, 1999, S. 304–307. – ISBN 3-540-66550-1
- [2] AUSTIN, John L.: *How to Do Things with Words*. Cambridge, 1962. – ISBN 3-15-009396-1
- [3] BONANNI, Leonardo ; LEE, Chia-Hsun: The Kitchen as a Graphical User Interface. In: *SIGGRAPH '04: ACM SIGGRAPH 2004 Art gallery*. New York, NY, USA : ACM, 2004, S. 109–111. – ISBN 1-58113-896-2
- [4] CHI, Pei-yu ; CHEN, Jen-hao ; CHU, Hao-hua ; CHEN, Bing-Yu: Enabling nutrition-aware cooking in a smart kitchen. In: *CHI '07: CHI '07 extended abstracts on Human factors in computing systems*. New York, NY, USA : ACM, 2007, S. 2333–2338. – ISBN 978-1-59593-642-4
- [5] ENCARNACAO, Jose ; MÜHLHÄUSER, Max ; WICHERT, Reiner: Ambient Intelligence - Forschung und Anwendung. In: *thema Forschung* (2007), Nr. 1, S. 4–8. – ISSN 1434-7768
- [6] FIPA: *FIPA Agent Communication Language Specifications*. – URL <http://www.fipa.org/repository/aclspecs.html>. – abgerufen am: 22.02.2010
- [7] FIPA: *Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA)*. – URL <http://www.fipa.org/>. – abgerufen am: 22.02.2010
- [8] FRANKLIN, Stan ; GRAESSER, Art: *Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents*. – URL <http://www.msci.memphis.edu/~franklin/AgentProg.html>. – abgerufen am: 22.02.1010
- [9] FRAUNHOFER: *Fraunhofer inHaus-Zentrum: Intelligente Raum- und Gebäudesysteme*. – URL http://www.inhaus-zentrum.de/site_de/. – abgerufen am: 22.02.2010

- [10] HAW: *Living Place Hamburg*. – URL <http://www.livingplace.org>. – abgerufen am: 22.02.2010
- [11] JADE: *JADE - Java Agent DEvelopment Framework*. – URL <http://jade.tilab.com/>. – abgerufen am: 22.02.2010
- [12] JU, Wendy ; HURWITZ, Rebecca ; JUDD, Tilke ; LEE, Bonny: CounterActive: an interactive cookbook for the kitchen counter. In: *CHI '01: CHI '01 extended abstracts on Human factors in computing systems*. New York, NY, USA : ACM, 2001, S. 269–270. – ISBN 1-58113-340-5
- [13] LAB, Culture: *Ambient Kitchen*. – URL <http://culturelab.ncl.ac.uk/ambientkitchen/software>. – abgerufen am: 22.02.2010
- [14] LABROU, Yannis ; FININ, Tim: *KQML*. – URL <http://www.csee.umbc.edu/research/kqml/>. – abgerufen am: 22.02.2010
- [15] OLIVIER, Patrick ; XU, Guangyou ; MONK, Andrew ; HOEY, Jesse: Ambient kitchen: designing situated services using a high fidelity prototyping environment. In: *PETRA '09: Proceedings of the 2nd International Conference on PErvsive Technologies Related to Assistive Environments*. New York, NY, USA : ACM, 2009, S. 1–7. – ISBN 978-1-60558-409-6
- [16] PHILIPS: *Ambient Intelligence*. – URL <http://www.research.philips.com/technologies/projects/ami/background.html>. – abgerufen am: 22.02.2010
- [17] ROSSBERGER, Philipp ; LUCK, Kai von: *Seamless interaction in interactive rooms - some preliminary remarks*. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/arbeiten/papers/WUD2008.pdf>. – Presented at the World Usability Day 2008, Hamburg
- [18] SCHILIT, B. ; ADAMS, N. ; WANT, R.: Context-aware computing applications, Dec 1994, S. 85–90
- [19] SEARLE, John R.: *Speech Acts*. Cambridge, 1969. – ISBN 3-518-28058-9
- [20] SOCIETY, Europe's I.: *Ambient Intelligence*. – URL http://ec.europa.eu/information_society/tl/policy/ambienti/index_en.htm. – abgerufen am: 22.02.2010
- [21] TECHNOLOGY, Massachusetts I. of: *House_n*. – URL http://architecture.mit.edu/house_n/projects.html. – abgerufen am: 22.02.2010
- [22] TELEKOM, Deutsche: *T-Com Haus*. – URL <http://t-com-haus.idmedia.com>. – abgerufen am: 22.02.2010

- [23] TERRENGHI, Lucia ; HILLIGES, Otmar ; BUTZ, Andreas: Kitchen stories: sharing recipes with the Living Cookbook. In: *Personal Ubiquitous Comput.* 11 (2007), Nr. 5, S. 409–414. – ISSN 1617-4909
- [24] URICH, Jaroslaw: *Ein Menüplaner als Teil einer multiagentenbasierten Steuerung intelligenter Wohnumgebung.* – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/papers/urich.pdf>. – abgerufen am: 22.02.2010
- [25] URICH, Jaroslaw: *smart:shelf.* – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master07-08-proj/urich/report.pdf>. – abgerufen am: 22.02.2010
- [26] WEISER, Mark: The computer for the 21st century. In: *SIGMOBILE Mob. Comput. Commun. Rev.* 3 (1999), Nr. 3, S. 3–11. – ISSN 1559-1662
- [27] WINOGRAD, Terry ; FLORES, Fernando: *Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design.* Boston, MA, USA : Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1987. – ISBN 0201112973
- [28] WOOLDRIDGE, Michael: *MultiAgent Systems.* Wiley, 2002. – ISBN 0-471-49691-X
- [29] ZIGBEE-ALLIANCE: *ZigBee.* – URL <http://www.zigbee.org/>. – abgerufen am: 22.02.2010