



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Ausarbeitung Anwendungen 2 -
SoSe 2009
Matthias Vogt
Interaktion in Intelligenten Umgebungen

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung in das Themengebiet	4
2 Vorstellung vergleichbarer Arbeiten	6
2.1 Intelligenten Umgebungen	6
2.2 Interaktion in Intelligente Umgebungen	8
3 Abgrenzung zu eigenen Arbeitszielen und / oder Methoden	12
4 Zusammenfassung	12
Literatur	14

Kurzzusammenfassung

In Zeiten des Ubiquitous Computing werden neue Konzepte für die Interaktion mit Intelligen-ten Umgebungen nötig. Problemstellungen, wie die der Kontext Erkennung, mögliche Formen der Steuerung aber auch Fragen wie Privatsphäre spielen eine Rolle. In dieser Arbeit wer-den Konzepte und auch schon existierende Techniken vorgestellt, die Interaktion in diesen Umgebungen ermöglichen sollen.

1 Einführung in das Themengebiet

Einfache Bedienung von Computer System oder Technischen System im Allgemeinen gewinnt heute immer mehr an Bedeutung. Dabei wird die Bedienung oftmals in einzelnen Anwendungsbereichen oder Situationen unterteilt betrachtet und ein Regelwerk für die Bedienung aufgestellt. Es wird in Arbeitsumgebungen ein gewisses Maß an Lernaufwand bzw. Einarbeitung als akzeptabel angesehen. In anderen Bereichen wie z.B. Wohnumgebungen ist dies nicht der Fall. Hier werden andere Anforderungen vorausgesetzt. In medizinischen Bereichen ist zum Beispiel Ausfallsicherheit ein essentieller Punkt der erfüllt sein muss. In Wohnumgebungen stehen andere Anforderungen wie Sicherheit oder Unterhaltung im Vordergrund. Somit bringen unterschiedliche Szenarien verschiedene Anforderungen mit sich, welche in dem jeweiligen Kontext betrachtet werden müssen.

Der Bereich der HCI (Human Computer Interaction) beschäftigt sich mit genau diesen Problemstellungen. So wird anhand von Szenarien, wie Arbeiten oder Wohnen, versucht zu ermitteln, wie sich die Bedienung von Computersystemen vereinfachen lässt. Weltweit werden in den Laboren Untersuchungen zu den verschiedensten Themen vorgenommen. Die Vision von Mark Weiser ([Weiser \(1991\)](#)) dient dabei oftmals als Grundlage der verfolgten Ideen. Das von Weiser beschriebene Ubiquitous Computing, also die Allgegenwärtigkeit von Computern, ist heute schon Realität. Ebenfalls verschwinden Computer immer mehr aus unserem direkten Sichtfeld. Der klassische Desktop Computer integriert sich immer weiter in die Umgebung. So bieten neuere Fernseher heute schon Zugang zum Internet, der Tisch im Besprechungsraum bietet die Möglichkeit digital Termine auszutauschen oder die Kaffeemaschine ist in der Lage mitzuteilen, dass eine Reparatur notwendig ist.

Auch an der HAW werden solche Experimente und Installationen im Ambient Labor aufgebaut. Die Idee des Computer Supported Collaborativ Work (kurz CSCW) ist ein solches Szenario, welches unter anderem auch von Terry Winograd ([Winograd \(2003\)](#)) untersucht wurde. Im Rahmen des Ambient Labors sind zahlreiche Bachelor und Masterarbeiten mit dem Ziel entstanden, kooperative Arbeitsumgebung durch Computer zu unterstützen. Anhand von Szenarien einer Einsatzleitzentrale oder eines interaktiven Besprechungsraum werden Konzepte für die Interaktion entwickelt und getestet.

Eine weiteres Szenario ist das iFlat, welches Fragmente des zukünftigen Wohnens untersucht. Seit Mitte 2008 wird an einer Erweiterung dieses Konzeptes gearbeitet. Anfang dieses Jahres wurden die konkreten Planungen für das Living Place Hamburg begonnen. Es wurden ca. 140 m² zur Verfügung gestellt ([Abb. 1](#)), die zu einer komplett bewohnbaren Wohnung umgebaut werden, um Interaktionskonzepte in ihrer Gesamtheit zu entwickeln und im Realexperiment

untersuchen zu können. Weltweit existieren vergleichbare Labore, die sich alle in den verschiedensten Richtungen spezialisiert haben um Teilaspekte zu betrachten. Idee des Living Place ist es unter anderem, die Funktionszuschreibungen von Raum und Zeit (Essen im Esszimmer, Schlafen im Schlafzimmer und Essen um eins) der einzelnen Zimmer aufzulösen und sie stattdessen situationsbedingt zuzuweisen.

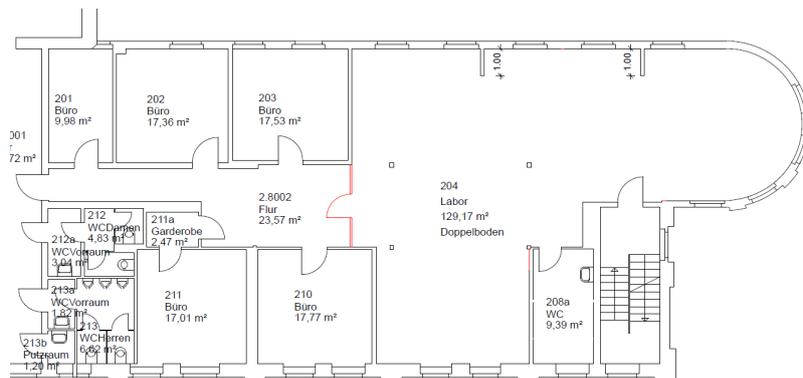


Abbildung 1: Grundriss des Living Place Hamburg

Als einfaches Beispiel lässt sich hier ein Tisch mit integriertem Multitouch Bildschirm anführen. Die Person befindet an dem Tisch und beschäftigt sich mit privaten Dingen, sie befindet sich in einer privaten Situation. Die Person bekommt einen wichtigen Anruf von der Arbeit und der Tisch sich automatisch der Situation anpasst und die passenden Dokumente und den Terminkalender von der Arbeit anzeigt. Dieses einfache Beispiel zeigt auch die mögliche Verzahnung verschiedener hier existierender Labore. So könnte der Bereich des Homeoffice und die Verbindung zwischen Heim und Arbeit noch ein sehr interessanter Teilaspekt sein, der zu untersuchen ist.

Da sich beim CSCW und Smart Homes viele Konzepte ähneln oder sie auf gleichen Theorien beruhen, werden nachfolgend verschiedene Projekte vorgestellt. Diese beschäftigen sich mit dem Konzept CSCW als auch mit dem des sogenannte „Smart Home“, zu dem auch das Living Place gehört.

2 Vorstellung vergleichbarer Arbeiten

Um ein leichteres Verständnis für die hier vorgestellten Arbeiten zu entwickeln, werden kurz grundlegende Konzepte vorgestellt, auf denen ein Großteil dieser Arbeiten basieren.

Ubiquitous Computing, wird beschrieben von Mark Weiser in seiner Veröffentlichung von 1991 ([Weiser \(1991\)](#)), es zeigt die Allgegenwärtigkeit von Computern. Frühere Modelle, wie eine Person hat ein Computer, werden von eine Person hat n Computer abgelöst. Dieses Zeitalter des Ubiquitous Computing hat heute schon angefangen. Uns umgeben heute schon täglich mehre Computer in den verschiedensten Lebenslagen.

Disappearing Computing, ist die Konsequenz aus der Allgegenwärtigkeit von Computern. Es beschreibt das physikalische und mentale Verschwinden von Computern ([Disapear2005a](#) speziell ([Streitz und Nixon \(2005\)](#))). Viele Elemente des täglichen Lebens werden von Computern unterstützt, wobei die Vorstellung eines Computers nicht mehr dem Bild eines Desktop PC entspricht. Sie werden in der Umgebung integriert. Ein Mentaler Aspekt ist das Akzeptieren dieser in die Umgebung integrierten Computer. Es wird nicht mehr darüber nachgedacht, dass der Computer eine Tätigkeit übernimmt bzw. wird er als unterstützende Maßnahme wahrgenommen.

Seamless Interaction, ist die Notwendigkeit von Ubiquitous Computing und Disappearing Computing. Es muss eine Möglichkeit geschaffen werden mit den Computer zu interagieren. Ishii ([Ishii u. a. \(1994\)](#)) beschreibt, dass es eine gleich bleibende Bedienung aller Geräte geben sollte und einen nahtlosen Übergang zwischen einzelnen Geräten existieren soll um einfache Interaktion zu ermöglichen.

2.1 Intelligenten Umgebungen

Intelligente Umgebungen oder Intelligent Enviroments beschreiben mit Computern ausgestattete Umgebungen, welche die Menschen unterstützen sollen. Diese Unterstützung soll möglichst intuitiv und automatisch passieren. Dabei wird von unterschiedlichsten Szenarien ausgegangen. Eines dieser Szenarien ist das des CSCW (Computer Supported Cooperative Work), ein weiteres ist z.B. das Szenario des Smart Home. Diverse Konferenzen wie z.B. die Intelligent Environments ([Environments \(2009\)](#)) oder SIGCHI (ACM Special Interest Group on Computer-Human Interaction) ([SIGCHI \(2009\)](#)) setzen sich mit genau diesen Themen auseinander. Nachfolgend wird ein kurzer Überblick über weltweite Projekte gegeben und anschließend Arbeiten über Interaktion in diesem Umgebungen diskutiert.

CSCW

Ein sehr bekanntes Projekt ist der IRoom (Stanford (2008)) unter der Leitung von Terry Winograd (Winograd (2003)). Dieser beschäftigte sich mit dem Aufbau eines co-located Cooperative Workspace. Neben iROS (Johanson u. a. (2002)), einer Middleware für Umgebungen mit heterogenen Geräten, wurden auch verschiedene Interaktionen mit Tischen¹ oder mit an der Wand hängenden Displays² aufgebaut und evaluiert.



Abbildung 2: IRoom (Stanford (2008))

Ähnliche Überlegungen fanden auch am IPSI³ unter der Leitung von Peter Tandler (Tandler (2004)) statt. Neben den oben beschriebenen Untersuchungen fließen auch viele weitere wie z.B. das Territorialverhalten von Menschen (Scott (2005)) in die eigenen Überlegungen ein.

Smart Home

Weltweit gibt es verschiedene Labore, Projekte und Forschungsgruppen die sich mit dem Thema „Smart Home“ auseinandersetzen. So gibt es reale Aufbauten von kompletten Wohnungen oder sogar Häusern. Teilweise werden Fragmente von Wohnungen aufgebaut um nur Teile davon zu betrachten. Ebenfalls werden viele Technologie-Betrachtungen im Rahmen von Smart Homes durchgeführt.

In den einzelnen Projekten wird von unterschiedlichen Zielgruppen ausgegangen. So wird in

¹Diverse Arbeiten sind unter <http://hci.stanford.edu/research/tables/> zu finden

²<http://hci.stanford.edu/research/postbrainstorm.html>

³Fraunhofer-Institut für Integrierte Publikations- und Informationssysteme

vielen Laboren das Ambient Assisted Living untersucht, bei dem versucht wird, gerade ältere Menschen mit Computern zu unterstützen. Ebenso gibt es Projekte, die Kinder als Zielgruppe haben und dann speziell auf Themen wie Lernen und Spielen eingehen.



Abbildung 3: Phillips HomeLab aus [Research \(2009a\)](#)

Forschungen in diesem Bereich werden nicht nur an Universitäten durchgeführt, wie z.B. das BAALL in Bremen ([BAALL \(2009\)](#)), das DAI in Berlin ([DAI-Labor \(2009\)](#)) oder House_n des MIT ([MIT \(2009\)](#)), sondern auch Firmen bauen komplette Wohnungen auf, um Technologien in Realexperimenten auf den Prüfstand zu stellen. So hat Philips research mehrere Szenarien aufgebaut, anhand derer sie Untersuchungen und Forschung betreiben ([Research \(2009b\)](#)) auch [Abbildung 3](#)). Auch Microsoft arbeitet an einem solchem Labor ([Microsoft \(2009\)](#)).

2.2 Interaktion in Intelligente Umgebungen

Hauptaugenmerk der Vergleiche ist die Interaktion in solchen Intelligenen Umgebungen. So werden verschiedene Arbeiten vorgestellt die sich mit diesem Thema beschäftigen oder Teilaspekte betrachten.

Y. Dahl beschreibt in seinem Paper ([Dahl \(2008\)](#)) interessante Ansätze bezüglich Interaktion in „The Smart Home“. Er unterscheidet zwischen zwei grundlegenden Interaktionsmöglichkeiten. Zum einen beschreibt er die Tokenbasierte Interaktion, welche mittels eines physikalischen

Objektes funktioniert. Möchte man ein Gerät aktivieren, gibt es ein Token, eine physikalische Repräsentation eines Zustandes oder eines Befehls, mit der man Objekte verändern oder steuern kann. Zurückzuführen ist dies auf Tangible Computing (mit dem sich ausführlich [Ishii u. a. \(1994\)](#) beschäftigt). Neben den Token an sich werden Token-Container benötigt. Jedes steuerbare Objekt hat einen solchen Container, in dem Token abgelegt werden können. Legt Person beispielsweise einen Token, der die Eigenschaft Blau beschreibt, in den Container für Licht färbt sich die Umgebung in der entsprechenden Farbe.

Diese Art der Interaktion bietet Vorteile in Hinsicht auf geteilte Ressourcen. Der Ressourcenkonflikt zwischen zwei Personen, wer die Steuerung übernimmt muss nicht der Raum treffen sondern wird auf sozialer Ebene geklärt. Dadurch wird die Bedienung sehr einfach und intuitiv. Reale Objekte können bewegt werden und es entstehen erst Aktionen, wenn ein Token abgelegt wird. Somit entsteht ein Gefühl der Kontrolle über den Raum.

Problematisch könnten verlorene Token sein. Reale Objekte können verloren gehen. Sie fallen runter, werden versehentlich eingesteckt und mitgenommen oder ähnliches. Wenn Person A ein Token mitnimmt hat Person B eventuell nicht mehr die Möglichkeit, etwas zu kontrollieren. Als monolithischer Ansatz könnte dies durchaus kontraproduktiv werden und diverse Probleme mit sich ziehen.

Die zweite Art der Interaktion, die Dahl beschreibt, ist die der „location awareness“. Sie basiert

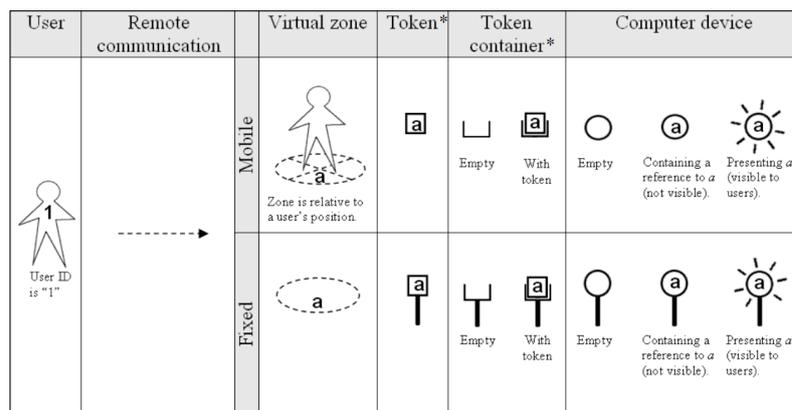


Abbildung 4: Beschreibungselemente für Interaktionsmodelle (aus [Dahl \(2008\)](#))

darauf, dass eine Aktion passiert, wenn jemand sich in die Nähe eines Objektes begibt. Nach vorher definierten Regeln wird dann eine entsprechende Aktion ausgeführt. Es gibt sogenannte virtuelle Zonen, die einen Interaktionsradius beschreiben, in der auf die Anwesenheit von Personen reagiert wird. Ein einfaches Beispiel ist das positionsabhängige Anzeigen des Fernseherbildes. (Abb. 5)

Hier würde bei alleiniger Nutzung dieser Technik Probleme wie das Midas Touch Problem auftreten. Wann möchte man wirklich etwas steuern, und wann steh ich nur zufällig in einer

virtuellen Zone.

Dahl kombiniert ebenfalls beide Ansätze und führt eine Art Modell-Beschreibungs-Notation ein (Abb. 4), mit der sich Interaktionen auf Basis der beiden vorgestellten Konzepte beschreiben lassen.

In Abbildung 5 wird an einem Beispiel verdeutlicht, wie eine solche Interaktion mit dieser Beschreibung aussehen kann. Szenarien können mit diesem Modell erstellt und einfach kommuniziert werden.

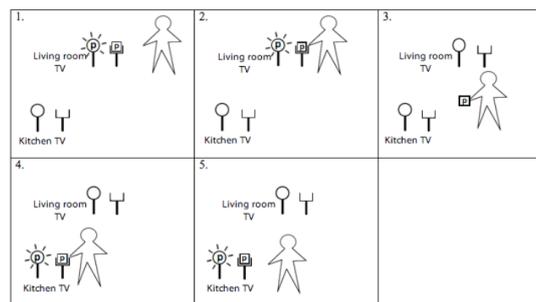


Abbildung 5: Beschreibung einer Interaktion (aus Dahl (2008))

In der Arbeit von Sven Meyer und Andry Rakotonirainy (Meyer und Rakotonirainy (2003)) werden neben verschiedenen, interessanten Szenarien, unter anderem Unterschiede von „Context Aware Homes“ zu Arbeitsumgebungen aufgezeigt. So gibt es in Arbeitsumgebungen im professionellen Kontext klare Strukturen. Anforderungen an so ein System sind zwar auch einfache Bedienbarkeit, allerdings mit dem Ziel die Produktivität zu steigern. Ebenfalls gibt es eine IT Abteilung, die dafür sorgt, dass die Systeme laufen und einsatzbereit sind. Es wird ein klares Ziel verfolgt.

Wohnungen hingegen haben laut Meyer und Rakotonirainy einen anderen Fokus in ihrem Nutzen. Eine Wohnung soll Sicherheit bieten, Spaß machen, entspannend sein und unterhalten. Hinzu kommen weitere Anforderungen wie geringe Kosten, wenig und einfache Administration, es soll die Privatsphäre schützen und das System als solches muss akzeptiert werden. Ein weiterer Punkt der durchaus interessant ist, die „usefulness“ der Wohnung mit der Anmerkung „even if it just wasting time“ (aus Meyer und Rakotonirainy (2003)) soll gegeben sein.

Gerade dieser Punkt unterscheidet sich ganz extrem von Arbeitsumgebungen, die darauf ausgelegt sind, produktivität zu ermöglichen. Ein Zustand, der in der Wohnung nicht erfüllt sein muss aber beachtet werden sollte. Eine Umgebung die eine Person permanent beschäftigt oder niemals ruht könnte mehr anstrengend als entspannend wirken.

Ein weiterer interessanter Aspekt ist die genauere Betrachtung der Privatsphäre. Weniger zwischen den Bewohnern untereinander, was sicherlich auch eine genauere Betrachtung erfordert, sondern mehr ab wann eine Wohnung beängstigend wirkt und ein Unwohlsein aufkommt. Müssen permanent alle Sensoren aktiv sein, um ein gewünschtes Ergebnis zu erzielen? Müssen für einfache Fragen z.B. Videoaufzeichnungen gemacht werden und ggf. gespeichert werden? Sollte das Gefühl der Überwachung oder übermäßigen Beobachtung aufkommen kann dies schnell zur Ablehnung des Gesamtsystems führen. Diese Fragestellung, wann dies erreicht ist, kann nicht allein von der Informatik beantwortet werden, doch sollten die technologischen Mittel dieses Problem zu lösen bei der Konzeption beachtet werden und zur Verfügung stehen. Teilsysteme müssen abschaltbar sein oder es sollten zumindest Einstellungsmöglichkeiten bezüglich der Privatsphäre gegeben werden.

Eine weiteres sehr interessantes Projekt von Jeff Pierce ([Pierce und Nichols \(2008\)](#)) und [De-arma und Pierce \(2008\)](#)) ist die Idee der „Personal Information Enviroments“ (PIE). Die Idee der PIE ist es, eine Möglichkeit zu schaffen, heterogene Geräte miteinander zu verbinden. Der Effekt: „Das ist auf meinem anderen Computer“ soll vermieden werden, weil die Geräte miteinander vernetzt sind und ich nahtlos Informationen zwischen den Geräten verschieben oder auf die Informationen zugreifen kann.

Die Anwendungsfälle, die Pierce beschreibt, liegen zwar überwiegend im Bereich von pro-

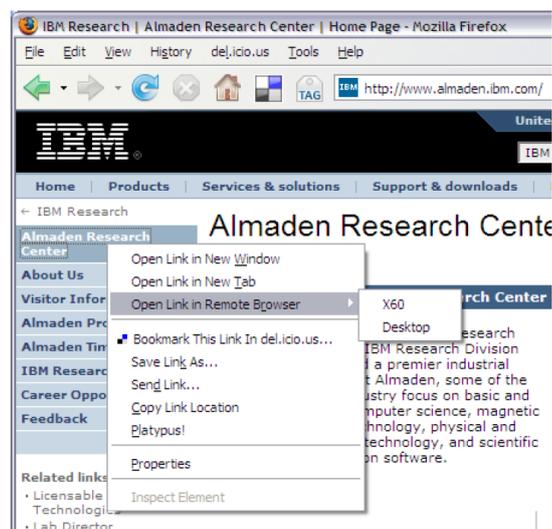


Abbildung 6: Interaktionsmöglichkeiten mit einem PIE aus [Pierce und Nichols \(2008\)](#)

fessionellen Arbeitsumgebungen. Die Konzepte sind aber durchaus auf eine Wohnung übertragbar. Hier ist die Häufigkeit von Datenaustausch wahrscheinlich geringer, die Notwendigkeit bleibt dennoch bestehen. Sei es, die unterwegs gemachte Notiz an die digitale Pinnwand zu

heften, die aktuelle Webseite auf einem Browser auf einem allgemeinen Display anzuzeigen (Abbildung 6) oder die im Urlaub gemachten Bilder auf der Bilderwand anzuzeigen. Ebenfalls kann eine Anforderung sein, von allen Geräten aus in der Wohnumgebung auf die gespeicherten Bookmarks zugreifen zu können. Physikalisch können es aber einzelne Rechner sein (z.B. Die von Weiser beschriebenen Tabs), die Daten austauschen. In einer Wohnung müsste es ebenfalls möglich sein, dass Bewohner auf ihre persönlichen Daten zugreifen können. Auch hierzu können die Konzepte und von Pierce genutzt werden.

3 Abgrenzung zu eigenen Arbeitszielen und / oder Methoden

Die hier gezeigten Ansätze beschreiben Interaktionen oder Konzepte im Umgang mit Ubiquitous Computing. Ein Ziel der kommenden Masterarbeit ist es, Interaktion in diesen Umgebungen zu untersuchen. Hierbei soll die entstehende Wohnung, das Living Place Hamburg sowie die aktuell bestehenden Arbeitsumgebungen dienen. Es sollen Vergleiche durchgeführt werden, wo größere Unterschiede zu finden sind und wie sich Konzepte vereinen lassen. Dabei soll unter anderem auch noch spezieller das Konzept des Home Office in der Wohnung der Zukunft untersucht werden.

Hinzu kommt das grundsätzliche Konzept der Wohnung. Durch die Ausprägung als großräumiges Loft ergeben sich neue Fragestellungen und Problemstellungen bezüglich der Interaktion. Wie kann z.B. Privatsphäre geschaffen werden? Ein mögliches Szenario wäre eine Art gemeinschaftliche Fotobetrachtung. Jeder Teilnehmer hat sein eigenes kleines Tabletartiges Gerät auf dem seine persönliche Photosammlung hat. Durch eine einfache Geste erscheint das Photo auf einem gemeinsamen Display. Um Unterscheiden zu können von wem das Foto kommt, könnten die mobilen Geräte und angezeigten Fotos passend farblich markiert werden und nach dem Konzepten von [Elsholz u. a. \(2008\)](#) eine Zuordnung herzustellen.

Um die Verbindung von verschiedenen Interaktionskonzepten und die Balance zwischen diesen zu finden, soll versucht werden es auf die entsprechenden vordefinierten Szenarien anzupassen. Als Grundlage können zum Teil die oben beschriebenen Anforderungen dienen.

4 Zusammenfassung

Arbeiten wie von Sven Meyer und Andry Rakotonirainy zeigen grundsätzliche Unterschiede zwischen Wohnung und Arbeitsplatz. Gerade die Privatsphäre ist hier ein zentrales Thema das beachtet werden muss. Die Arbeiten von Jeff Pierce bieten einen guten Einblick in die Vernetzung von vielen unterschiedlichen Einzelgeräten und Ansätze die Daten konsistent zu

halten. Die Arbeit von Y. Dahl beschreibt zwei essentielle Konzepte zur Steuerung von Interaktion mittels Context Awareness. Hierzu führt er eine Möglichkeit ein, einfache Modelle von Interaktion zu erstellen, welche eine große Hilfe bei der Diskussion von Szenarien sein können. Neben den hier vorgestellten Arbeiten gibt es viele weitere interessante Ansätze, welche genauer betrachtet werden sollen. Das Wissen über das Verhalten von Nutzern und welche Programme genutzt werden ([Beauvisage \(2009\)](#)) kann auch bei der Gestaltung von Interaktionen hilfreich sein. Auch eine Betrachtung von verschiedenen Distanzen zu einem Display ([Ju u. a. \(2008\)](#)) sollten bei weiteren Überlegung miteinbezogen werden.

Es finden sich sehr viele Arbeiten die sich mit dem Thema der intelligenten Umgebungen auseinandersetzen. Viele neue Technologien und Interaktionsformen werden anhand von verschiedenen Szenarien rund um den Globus untersucht und evaluiert. Interessant wird, wie sich neue Technologien wie z.B. Multitouch auf die Interaktion auswirken werden und inwiefern sich die Ergebnisse dieser Arbeit mit den Ergebnissen der anderen Arbeiten decken. Ebenfalls muss evaluiert werden, welche Mischung an Interaktionsformen in einer Loftartigen Wohnung funktionieren und welche sich als schwierig erweisen. Ein sehr spannender Punkt könnte die Betrachtung eines Zusammenspiels von Wohnung und Arbeitsplatz sein. Das Thema bietet viele Ansätze für weitere Untersuchungen. Gerade die Aufgabe in der Wohnung eine angenehme und effiziente Interaktion mit Computern zu schaffen stellt eine große Herausforderung dar.

Literatur

- [Disappear2005a] STREITZ, Norbert (Hrsg.) ; NIXON, Paddy (Hrsg.): *The disappearing computer*
- [BAALL 2009] BAALL: *Bremen Ambient Assisted Living Lab*. Webseite. 2009. – URL <http://www.baall.net>. – Letzter Aufruf am 15. Juni 2009
- [Beauvisage 2009] BEAUVISAGE, Thomas: Computer usage in daily life. In: *CHI '09: Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems*. New York, NY, USA : ACM, 2009, S. 575–584. – ISBN 978-1-60558-246-7
- [Dahl 2008] DAHL, Y.: Redefining smartness: The smart home as an interactional problem. In: *Intelligent Environments, 2008 IET 4th International Conference on*, July 2008, S. 1–8. – ISSN 0537-9989
- [DAI-Labor 2009] DAI-LABOR: *DAI-Labor Berlin*. Webseite. 2009. – URL <http://www.dai-labor.de/>. – Letzter Aufruf am 15. Juni 2009
- [Dearman und Pierce 2008] DEARMAN, David ; PIERCE, Jeffery S.: It's on my other computer!: computing with multiple devices. In: *CHI '08: Proceeding of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. New York, NY, USA : ACM, 2008, S. 767–776. – ISBN 978-1-60558-011-1
- [Elsholz u. a. 2008] ELSHOLZ, J.-P. ; HERMANN, M. ; MELO, G. de ; WEBER, M.: Personalizable ambient fixture. In: *Intelligent Environments, 2008 IET 4th International Conference on*, July 2008, S. 1–7. – ISSN 0537-9989
- [Environments 2009] ENVIRONMENTS, Intelligent: *International Conference on Intelligent Environments*. Webseite. 2009. – URL <http://intelligentenvironments.org/conferences/ie09>. – Letzter Aufruf am 15. Juni 2009
- [Ishii u. a. 1994] ISHII, Hiroshi ; KOBAYASHI, Minoru ; ARITA, Kazuho: Iterative design of seamless collaboration media. In: *Commun. ACM* 37 (1994), Nr. 8, S. 83–97. – ISSN 0001-0782
- [Johanson u. a. 2002] JOHANSON, Brad ; FOX, Armando ; WINOGRAD, Terry: *The Interactive Workspaces Project: Experiences with Ubiquitous Computing Rooms*. Piscataway, NJ, USA : IEEE Educational Activities Department, 2002. – 67–74 S. ISSN 1536-1268
- [Ju u. a. 2008] JU, Wendy ; LEE, Brian A. ; KLEMMER, Scott R.: Range: exploring implicit interaction through electronic whiteboard design. In: *CSCW '08: Proceedings of the ACM 2008 conference on Computer supported cooperative work*. New York, NY, USA : ACM, 2008, S. 17–26. – ISBN 978-1-60558-007-4

- [Meyer und Rakotonirainy 2003] MEYER, Sven ; RAKOTONIRAINY, Andry: A survey of research on context-aware homes. In: *ACSW Frontiers '03: Proceedings of the Australasian information security workshop conference on ACSW frontiers 2003*. Darlinghurst, Australia, Australia : Australian Computer Society, Inc., 2003, S. 159–168. – ISBN 1-920682-00-7
- [Microsoft 2009] MICROSOFT: *Microsoft Home*. Webseite. 2009. – URL <http://www.microsoft.com/presspass/events/mshome/default.aspx>. – Letzter Aufruf am 15. Juni 2009
- [MIT 2009] MIT: *House n*. Webseite. 2009. – URL http://architecture.mit.edu/house_n/intro.html. – Letzter Aufruf am 15. Juni 2009
- [Pierce und Nichols 2008] PIERCE, Jeffrey S. ; NICHOLS, Jeffrey: An infrastructure for extending applications' user experiences across multiple personal devices. In: *UIST '08: Proceedings of the 21st annual ACM symposium on User interface software and technology*. New York, NY, USA : ACM, 2008, S. 101–110. – ISBN 978-1-59593-975-3
- [Research 2009a] RESEARCH, Phillips: *HomeLab*. Webseite. 2009. – URL http://www.research.philips.com/technologies/projects/homelab/downloads/homelab_365.pdf. – Letzter Aufruf am 15. Juni 2009
- [Research 2009b] RESEARCH, Phillips: *HomeLab*. Webseite. 2009. – URL <http://www.research.philips.com/technologies/projects/homelab/index.html>. – Letzter Aufruf am 15. Juni 2009
- [Scott 2005] SCOTT, Stacey D.: *Territoriality in Collaborative Tabletop Workspaces*, University of Calgary, Dissertation, March 2005
- [SIGCHI 2009] SIGCHI: *ACM Special Interest Group on Computer-Human Interaction*. Webseite. 2009. – URL http://portal.acm.org/browse_dl.cfm?linked=1&part=sig&idx=SP923&coll=ACM&dl=ACM. – Letzter Aufruf am 15. Juni 2009
- [Stanford 2008] STANFORD: *Interactive Workspaces*. Webseite. 2008. – URL <http://hci.stanford.edu/research/index.html>. – Letzter Aufruf am 14. August 2008
- [Streitz und Nixon 2005] STREITZ, Norbert ; NIXON, Paddy: Introduction. In: *Commun. ACM* 48 (2005), Nr. 3, S. 32–35. – ISSN 0001-0782
- [Tandler 2004] TANDLER, Peter: *Synchronous Collaboration in Ubiquitous Computing Environments*, TU Darmstadt, Fachbereich Informatik, Dissertation, 2004. – URL <http://elib.tu-darmstadt.de/diss/000506>
- [Weiser 1991] WEISER, Mark: The Computer for the Twenty-First Century. In: *Scientific American* 265 (1991), S. 94–104

[Winograd 2003] WINOGRAD, Terry: *Stanford Interactive Workspaces Project Overview*. Webseite. 2003. – URL <http://iwork.stanford.edu/>. – Letzter Aufruf am 14. August 2008