



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
*Hamburg University of Applied Sciences*

**Ausarbeitung zur Veranstaltung  
„Master Seminar“ im  
Masterstudiengang Informatik  
SoSe 2014**

**Karolina Bernat**

**Gestensteuerung in Smart-Home Umgebung**

Karolina Bernat

**Gestensteuerung in Smart-Home Umgebung**

Eingereicht am: 14. September 2014

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1 Einführung</b>	<b>1</b>
<b>2 Zielsetzung</b>	<b>1</b>
<b>3 Motivation</b>	<b>1</b>
3.1 Ubiquitous/Disappearing Computing . . . . .	2
3.2 Natural Interface . . . . .	2
3.3 Imaginary Interface . . . . .	3
<b>4 Gestensteuerung</b>	<b>5</b>
<b>5 Szenario</b>	<b>7</b>
<b>6 Vorgehen und Risiken</b>	<b>9</b>
<b>7 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>10</b>
<b>Literatur</b>	<b>11</b>

## 1 Einführung

Eine moderne und intelligente Wohnumgebung bietet seinem Bewohner vielseitige Unterstützung in alltäglichen Aktivitäten. Die Entwicklung einer Gestensteuerung für Haushaltsgeräte für eine solche Wohnumgebung ist eine der vielen Ideen, die im Rahmen des Projektes Living Place Hamburg der [HAW Hamburg - Department Informatik \(2014\)](#) entwickelt werden soll. Die anstehende Masterarbeit der Autorin wird sich genau mit diesem Thema auseinandersetzen.

Diese Arbeit liefert einen Überblick über die notwendigen und anstehenden Arbeitsschritte. Eine Zielsetzung liefert das Kapitel 2, gefolgt von der Motivation des Vorhabens im Kapitel 3. Die Grundlagen der Gestensteuerung werden im Kapitel 4 präsentiert. Das Szenario, mit Hilfe dessen Experimente und Akzeptanztests durchgeführt werden sollen, wird im Kapitel 5 vorgestellt. Folglich wird das Vorgehen und die damit verbundenen Risiken im Kapitel 6 präsentiert. Ein Schlusswort folgt im Kapitel 7.

## 2 Zielsetzung

Man stelle sich vor, aus einer vorgegebenen Entfernung eine Tür durch eine beliebig ausgewählte Körperbewegung öffnen zu können. Mit Hilfe eines solchen kleinen Experimentes lässt sich feststellen, dass die Vorstellung darüber, wie eine solche Bewegung natürlicherweise verlaufen soll, bei verschiedenen Versuchspersonen unterschiedlich sein kann. Die Tür stellt hier ein Interface dar, das jedoch nur durch die Vorstellungskraft einer jeweiligen Versuchsperson bedient wird. Die Fähigkeit, ein solches nichtexistentes Interface bedienen zu können, stellt eine zentrale Fragestellung der Masterarbeit der Autorin dar und wird im Folgenden ausführlicher behandelt.

## 3 Motivation

Eine Plattform für wissenschaftliche Experimente gewährt das Living Place Hamburg (vgl. [Rahimi und Vogt \(2011\)](#); [HAW Hamburg - Department Informatik \(2014\)](#); [Luck u. a. \(2010\)](#)). Die innovative und intelligente Wohnung, die im Rahmen eines Projektes an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW Hamburg) konzipiert wurde, bietet einen Raum, indem Technik und Wohnraum verschmelzen. Dabei können Untersuchungen in einer realistischen Wohnumgebung durchgeführt werden.

Eine solche Wohnung, ausgestattet mit neuester Technologie, soll den Bewohner auf eine schlaue und natürliche Weise in seinem Alltag unterstützen. Gewöhnliche Haushaltsgerä-

te werden hierfür mit Sensoren ausgestattet. Ein Bett kann in einen intelligenten Wecker verwandelt werden, der sich genau an den Schlafrhythmus des Bewohners anpasst. Die Küchentheke kann Auskunft über die anstehenden Termine in einer Übersicht darstellen und zusätzlich eine günstige Route zum nächsten Treffen berechnen. Auf dem Badezimmerspiegel kann zusätzlich die Wettervorhersage angezeigt werden und eine kleine Erinnerung daran, den Regenschirm beim Verlassen des Hauses mitzunehmen. Die Sensoren werden dabei so integriert, dass sie oft von dem Bewohner kaum wahrgenommen werden können (vgl. z.B. [Rahimi und Vogt \(2011\)](#); [Ellenberg \(2011\)](#); [Ghose \(2014\)](#)).

#### 3.1 Ubiquitous/Disappearing Computing

Die Vorstellung der Technik und der Computer, die allgegenwärtig den Menschen umgeben, gleichzeitig aber nicht als solche wahrgenommen werden, wurde bereits in den früheren 90-er Jahren von M. Weiser präsentiert (vgl. [Weiser \(1991\)](#)). Der Begriff *ubiquitous computing* soll die nahtlose Integration und die Allgegenwärtigkeit von Computern in unserem Alltag bedeuten. Viel mehr also, als nur die Möglichkeit der Mitnahme von persönlichen Computern. Neuartige Maschinen sollen unsere Begleiter sein und diese verlangen neue Wege, mit denen zu interagieren. Weiser bringt die Diskussion sogar noch einen Schritt weiter und spricht über *disappearing computing*, also über das Verschwinden von Computern – dies bezieht sich jedoch nur auf die Wahrnehmung. Ein Badezimmerspiegel, ein Bett oder Küchentheke, gleichzeitig mit Sensoren ausstatten und an ein Netzwerk angeschlossen, haben die Funktion der Computer, werden jedoch als solche nicht mehr wahrgenommen. Die Interaktion mit den Geräten kann nicht, wie vom PC gewohnt, mit Hilfe von Maus und Tastatur stattfinden. Eine *natürliche* Art von Interaktion ist gefragt.

#### 3.2 Natural Interface

Ein Beispiel für ein Interface, das auf eine natürliche Weise bedient wird, ist bei einem Tischfußballroboter zu finden. Der von [Weigel und Nebel \(2002\)](#) entwickelte Roboter KiRo (vgl. [1](#)) ist in der Lage, ein Tischfußballspiel gegen einen Menschen zu bestreiten und zu gewinnen. Dank eines Kamerasystems, das über dem Spielfeld installiert wird, kann die Lage des Balles sowie der acht Stangen stets überwacht werden. Der Roboter kontrolliert die vier Stangen an einer Seite des Tischfußballtisches und kann somit autonom gegen einen Spieler, der die Stangen auf der anderen Seite des Tisches kontrolliert, spielen. Wir haben somit mit einem Computersystem zu tun, das auf eine natürliche Weise – nämlich durch die Bedienung der Stangen an einer Seite des Tisches – bedient wird. Für einen Spieler ist die Interaktion mit

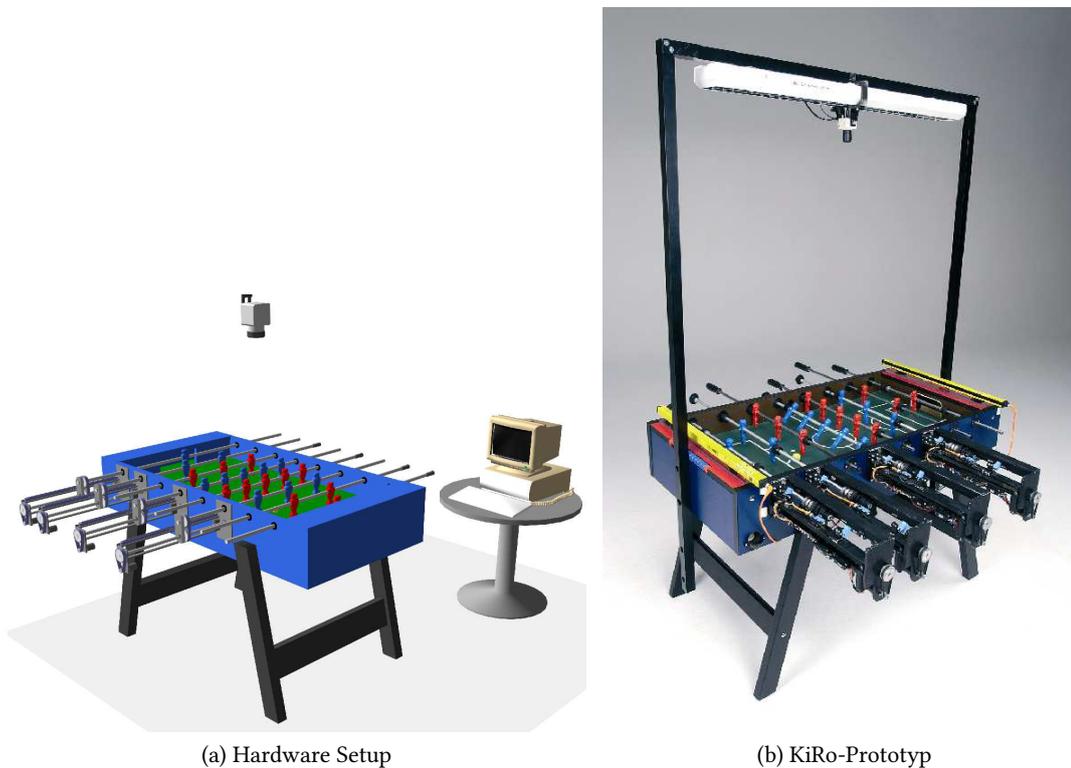


Abbildung 1: Tischfußballroboter KiRo von Weigel (2006)

dem Roboter somit genau identisch mit der Interaktion an einem gewöhnlichen Tischfußballtisch.

### 3.3 Imaginary Interface

Eine weitere Möglichkeit der Interaktion mit einem Computersystem entsteht dadurch, dass das physikalische Interface weggelassen wird. Es bleibt lediglich eine Vorstellung des Benutzers über ein Objekt, mit dem interagiert wird. Ein Beispiel dafür stellt die Arbeit von Baudisch u. a. (2013) dar, die ein imaginäres Basketballspiel entwickelt haben. Zwei Mannschaften können gegeneinander antreten und versuchen einen virtuellen Ball in den gegnerischen Korb zu werfen. Die Abbildung 2 zeigt einen beispielhaften Ablauf des Spiels. Ein Spieler des orangefarbenen Teams passt den Ball in die Richtung eines anderen Spielers in orange. Dieser fängt den Ball und versucht zurückzuspielen, dabei fängt ein Spieler in schwarz den Ball und wirft es erfolgreich in den Korb. Das hier entwickelte System ist in der Lage, die Spieler mittels einer über den Personen installierten Kamera und an den Spielern angebrachten Markierungen,

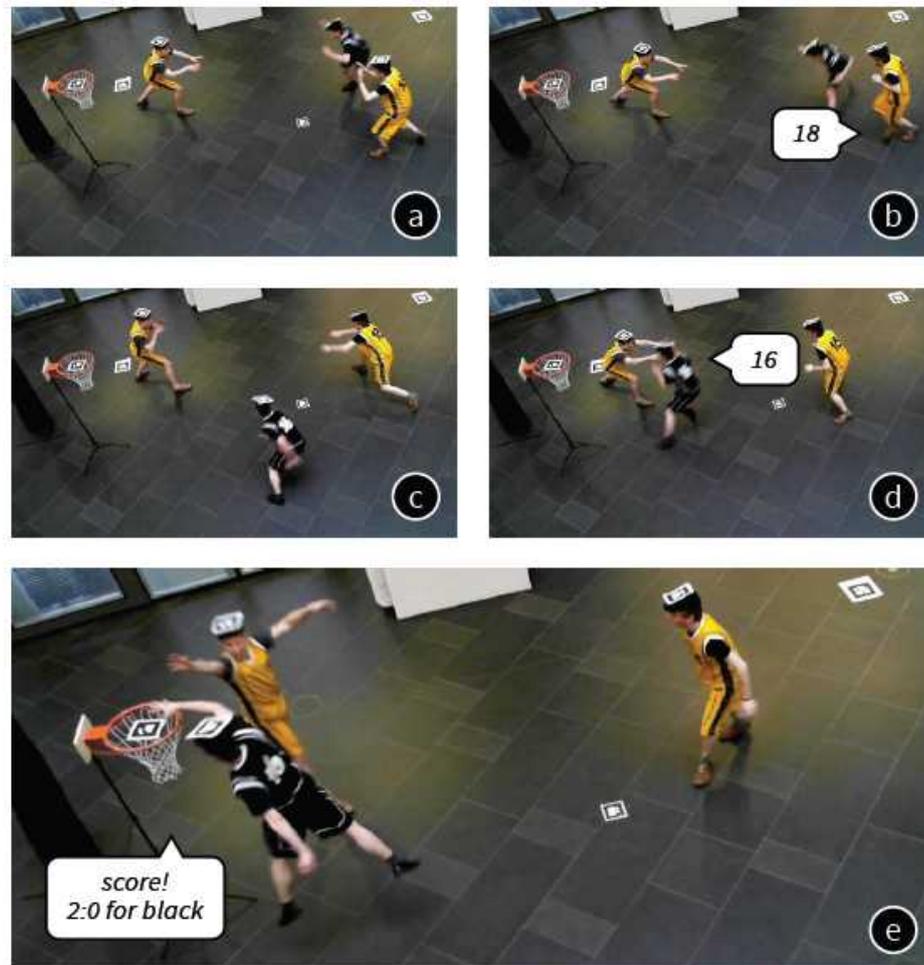


Abbildung 2: Imagineres Basketballspiel nach [Baudisch u. a. \(2013\)](#)

zu verfolgen. Die Bewegungen der Spieler werden überwacht. Die Richtung, in die der Ball geworfen wird, wird anhand der Kopfrichtung eines Spielers abgeleitet. Dabei wird eine Trajektorie des Balles ausgewählt, die ein flüssiges Spiel ermöglicht. Es ist somit möglich, anhand der erworbenen Kenntnisse aus einem realen Basketballspiel, an dem virtuellen Spiel mit der Vernachlässigung des Balles teilzunehmen, ohne dass ein aufwändiges Training erforderlich wäre. Die Fähigkeiten aus dem Alltag ermöglichen es, ein imaginäres Interface – nämlich den fehlenden Ball – wie gewohnt zu nutzen.

## 4 Gestensteuerung

Auf dem Gebiet der Gestenerkennung- und Steuerung gibt es zahlreiche Methoden und Werkzeuge, die über die Jahre erarbeitet und stets verbessert wurden. Einen hervorragenden Überblick über diese liefern z.B. [LaViola \(2013\)](#); [Mitra und Acharya \(2007\)](#). In der genannten Literatur wird explizit auf den Unterschied zwischen „Posen“ und „Gesten“ hingewiesen, denn diese Begriffe oft miteinander verwechselt werden. Hier wird demnach von einer Pose gesprochen, wenn eine statische Körperpostur gemeint ist (vgl. [Abbildung 3](#)). Dynamische Bewegungen



Abbildung 3: Posen nach [Sharma u. a. \(2012\)](#)

des Körpers, denen eine semantische, kontextabhängige Bedeutung zugeordnet werden kann, werden hingegen als Gesten bezeichnet (vgl. [Abbildung 4](#)).

Der Einsatz des menschlichen Körpers als Steuerungselement kann auf unterschiedliche Weisen erfolgen. Die Eingabe kann durch den gesamten Körper oder nur durch ausgewählte Körperteile, z.B. Hände, Finger oder Kopf, stattfinden. Man kann ebenfalls die Mimik als Kontrollelement benutzen. Durch die Aufzeichnung einer Bewegung erhält man noch keine Information über die ausgeführte Geste. Erst durch die Erkundung des Kontextes kann der Bewegung eine Bedeutung hinzugefügt werden. Eine weitere Schwierigkeit in der Deutung einer Bewegung bringt das sog. „Start-Stop-Problem“ oder auch „Midas-Touch-Problem“ mit sich. Es ist nämlich nicht immer eindeutig zu erkennen, wann eine Geste beginnt und wann diese endet. Die Segmentierung der erfassten Daten ist notwendig, bevor mit der Klassifizierung der Geste begonnen werden kann. Sollte der User jedoch die Möglichkeit haben, anzudeuten,

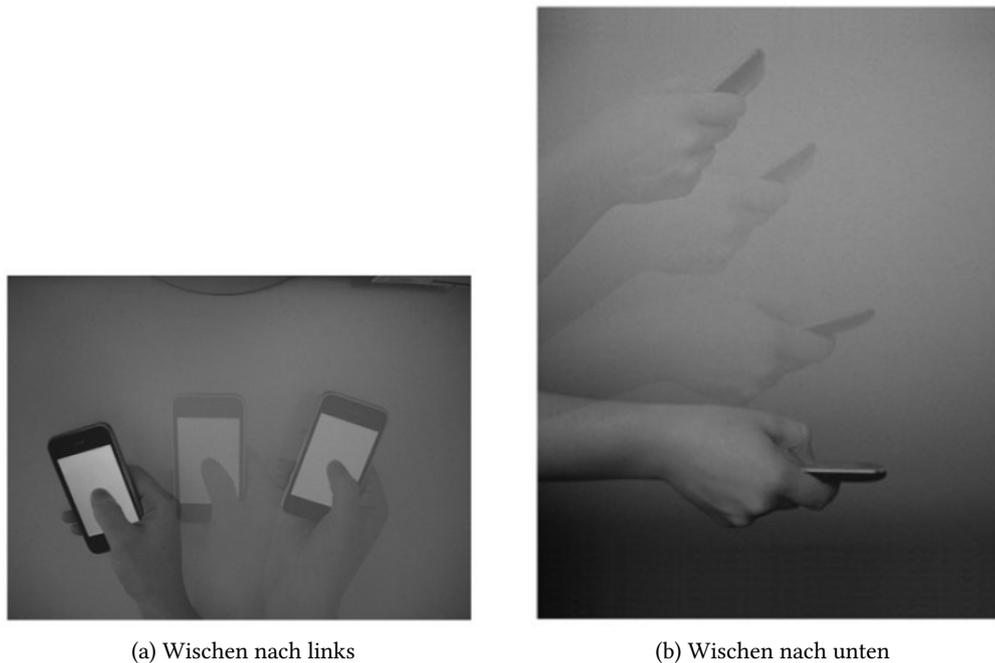


Abbildung 4: Gesten nach Kühnel u. a. (2011)

wann die Geste beginnt (z.B. durch das Betätigen eines Knopfs einer Fernbedienung in seiner Hand), muss keine Segmentierung mehr durchgeführt werden.

Es gibt mehrere Vorgehensmethoden zur Erkennung und Klassifizierung von Gesten. Diese lassen sich generell in zwei Gruppen unterteilen: analytische Verfahren, wie z.B. maschinelles Lernen (Hidden Markov Models, Support Vector Machines, Decision Trees and Forests, etc.) sowie normative Verfahren, wie Heuristiken. In dem weiteren Verlauf der Arbeit der Autorin werden heuristische Herangehensweisen im Vordergrund stehen. Diese wurden beispielsweise bei der Arbeit von Williamson u. a. (2011) erfolgreich eingesetzt. Das dort entwickelte System *RealEdge* für ein interaktives Soldatentraining soll den gesamten Körper zum Einsatz bringen. Die Navigation sowie die Fortbewegung sind durch Gestensteuerung möglich. Erfassung der Bewegung wurde mit Hilfe der Kinect-Kamera von Microsoft realisiert (vgl. Microsoft Corporation (2014)). Es wurde Wert darauf gelegt, dass die Bewegungen realistisch und natürlich sind. Die Erkennung der Gesten (z.B. das Springen, in die Hocke gehen, das Gehen oder Laufen, Drehen) wurde mit Hilfe von Heuristiken realisiert. Bereits einfache Regeln haben es möglich gemacht, die Voraussetzungen für die Differenzierung der Bewegungen zu erfüllen. Beispielsweise wurde das Springen folgendermaßen definiert:

$$J = H_y - \bar{H}_y > C \quad (1)$$

wobei  $H_y$  die aktuell gemessene Kopfposition in der  $Y$ -Richtung ist,  $\bar{H}_y$  für die durchschnittliche Kopfposition der gemessenen Person steht und  $C$  ein Schwellwert ist. Resultierend daraus ist  $J$  ein Booleanwert, der eine Aussage darüber gibt, ob in einem gegebenen Frame ein Sprung aufgetreten ist.

## 5 Szenario

Die von der Autorin zu entwickelnde Software soll einem User, z.B. dem Bewohner einer intelligenten Wohnung wie das Living Place, die Steuerung von diversen Haushaltsgeräten mit Hilfe von Gesten ermöglichen. Mögliche Szenarien in diesem Zusammenhang sind z.B. das Ein-/Ausschalten des Lichts im Raum, das Öffnen/Schließen der Fenster oder die Steuerung der Heizkörper (vgl. Abbildung 5). Die bereits im Living Place vorhandene Infrastruktur und

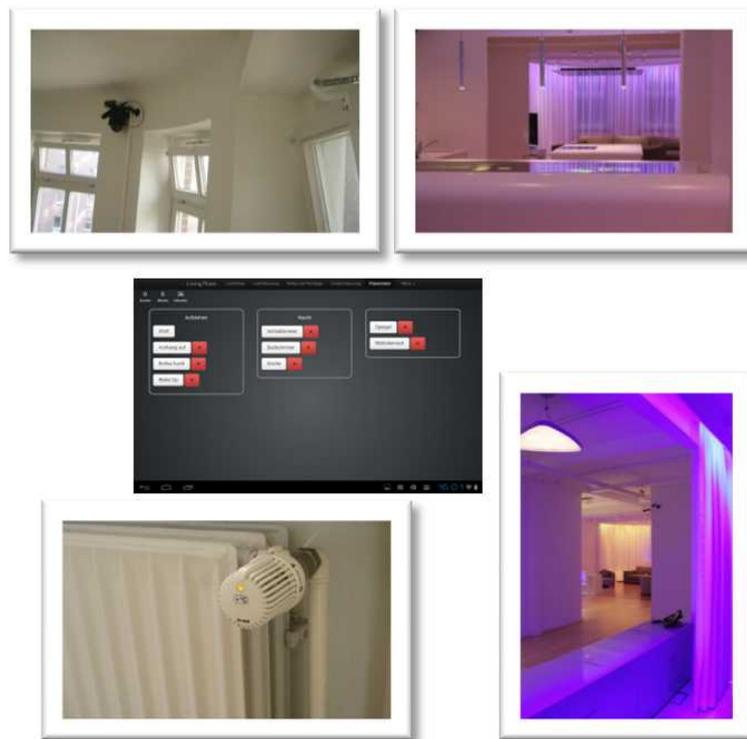


Abbildung 5: Steuerung einiger Geräte im Living Place aus [HAW Hamburg - Department Informatik \(2014\)](#)

Softwaresysteme erlauben es, diverse Geräte mit Hilfe einer webbasierten Anwendung zu manipulieren. Ein gewünschtes Gerät kann hier ausgewählt und die Parameter entsprechend angepasst werden. Die Realisierung basiert auf den Prinzipien einer Blackboard-Architektur. Eine zentrale Komponente (das Blackboard) wird zum Austausch von Informationen genutzt. Dienste können an dem Austausch teilnehmen, indem sie Informationen auf dem Board veröffentlichen, diese ablesen und ggf. bearbeitet erneut auf das Board schreiben oder nur lesend partizipieren. Somit ist ein Überblick über alle erreichbaren Dienste und Komponenten des Systems gegeben und neue Dienste können einfach auf dieser Basis angeboten werden. Ein Überblick über die Architektur liefert die Abbildung 6.

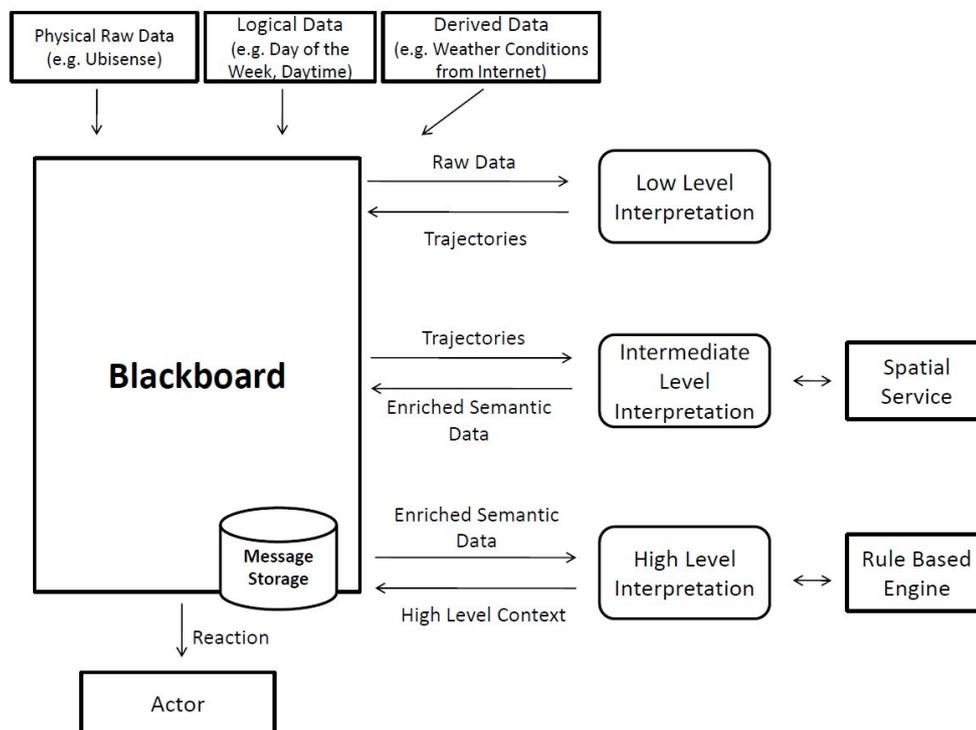


Abbildung 6: Architektur im Living Place nach [Ellenberg u. a. \(2011\)](#)

Die Steuerung der Haushaltsgeräte erfolgt bisher über ein externes Device (PC, Tablet, Smart-Phone, etc.), das als Fernbedienung benutzt wird. Hier wird also z.B. das klassische Betätigen eines Lichtschalters lediglich auf eine andere Stelle verlegt – nämlich z.B. auf ein Tablet-Device. Wir haben also mit einem Wechsel der Interfaces zu tun, aber die Durchführung der Steuerung bleibt gleich (Ein-/Ausschalten eines Knopfs an einer vordefinierten Stelle). Das vorhandene System soll nun um ein Service erweitert werden, das die Steuerung der Geräte durch einfache und intuitive Gesten ermöglicht. Eine interfacefreie Interaktion soll angebo-

ten werden. Zunächst wird die Steuerung einer kleinen Auswahl an Geräten realisiert (z.B. die Licht- oder Fenstersteuerung).

### 6 Vorgehen und Risiken

Um eine benutzerfreundliche Bedienung anbieten zu können, muss zunächst eine Auswahl an geeigneten Gesten definiert werden. In einer Vorstudie und mit Hilfe von Probanden soll ermittelt werden, welche Bewegungen User intuitiv zur Steuerung von Haushaltsgeräten bevorzugen. Ein mögliches Vorgehen an dieser Stelle wäre die Durchführung des als *Zauberer von Oz* bekannten Experimentes. Hier wird zunächst eine Person aufgefordert so zu tun, als ob sie beispielsweise das Licht mit einer frei ausgewählten Geste manipulieren könnte. Im Hintergrund wird dabei die Aktion zeitgleich ausgeführt, sodass der Eindruck entsteht, der Proband hätte die Steuerung tatsächlich in der Hand.

Neben der Aufforderung, sich eigene Gesten zur Steuerung der vorgegebenen Geräte zu überlegen, wird den Probanden ein Repertoire an möglichen Beispielgesten angeboten. Somit kann den Versuchspersonen eine Alternative angeboten werden, falls diese keine intuitive Bewegung parat haben. Der Vorschlag und die eigene Vorstellung können anschließend verglichen werden, um den finalen Urteil aussprechen zu können. Eine entsprechende Infrastruktur zur Durchführung solcher Experimente bietet ebenfalls das Living Place und diese wird hierfür benutzt.

Das Ziel bei der Durchführung der Vorstudie ist die Auswahl geeigneter und natürlicher Gesten. Dabei ist es notwendig, dass eine Gruppierung der Auswahl, die durch die Versuchspersonen getroffen wurde, möglich wird. Es besteht demnach das Risiko, dass jede einzelne Versuchsperson eine völlig andere Bewegung zur Durchführung einer bestimmten Aktion (z.B. Licht anschalten) auswählt. Eine weitere Herausforderung stellen die zur Verfügung stehenden Sensoren zur Datenerfassung dar. Es muss im weiteren Verlauf untersucht werden, wie zuverlässig z.B. die *Kinect for Windows* Kamera in gut beleuchteten Räumen arbeitet oder wie flexibel die Entfernung der Versuchspersonen zum Sensor gestaltet werden kann. Nicht zu vernachlässigen ist die Frage der Akzeptanz des zu entwickelnden Verfahren zur Steuerung von Haushaltsgeräten. Dieser Aspekt wird in der Schlussphase des Projektes untersucht, indem ein Vergleich der entwickelten Lösung mit einer bereits vorhandenen Eingabemethode (z.B. Tablet-Device) direkt gezogen wird.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

Eine intelligente Wohnumgebung soll seinen Bewohner in den Alltagsaktivitäten unterstützen und zugleich zur Verschmelzung von Technik und Wohnraum beitragen. Ein Teilaspekt bei der Planung und Entwicklung eines solchen Wohnraums ist die Steuerung der Haushaltsgeräte auf eine natürliche und benutzerfreundliche Weise. In dieser Arbeit wurde ein Konzept zur Realisierung einer Gestensteuerung von Haushaltsgeräten mit Hilfe der Microsoft Kinect for Windows Kamera vorgestellt. Die Entwicklungen aus den Bereichen Ubiquitous Computing und Ideen der imaginären Interfaces galten dabei als Motivation. Es wurden einige Grundlagen und Beispiele aus dem Bereich der Gestensteuerung gegeben. Ein Szenario zum Einsatz der Gestensteuerung in einem Smart Home, wie das Living Place Hamburg, wurden ebenfalls präsentiert. Das Vorgehen und die damit verbundenen Risiken wurden abschließend diskutiert.

## Literatur

- [Baudisch u. a. 2013] BAUDISCH, Patrick ; POHL, Henning ; REINICKE, Stefanie ; WITTMERS, Emilia ; LÜHNE, Patrick ; KNAUST, Marius ; KÖHLER, Sven ; SCHMIDT, Patrick ; HOLZ, Christian: Imaginary Reality Gaming: Ball Games Without a Ball. In: *Proceedings of the 26th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. New York, NY, USA : ACM, 2013 (UIST '13), S. 405–410. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/2501988.2502012>. – ISBN 978-1-4503-2268-3
- [Ellenberg 2011] ELLENBERG, Jens: *Ontologiebasierte Aktivitätserkennung im Smart Home Kontext*, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Masterarbeit, 2011
- [Ellenberg u. a. 2011] ELLENBERG, Jens ; KARSTAEDT, Bastian ; VOSKUHL, Sören ; VON LUCK, Kai ; WENDHOLT, Birgit: *An Environment for Context-Aware Applications in Smart Homes*. 2011. – URL [http://ipin2011.dsi.uminho.pt/PDFs/Poster/50\\_Poster.pdf](http://ipin2011.dsi.uminho.pt/PDFs/Poster/50_Poster.pdf)
- [Ghose 2014] GHOSE, Sobin: *Konzeption und Evaluation eines interaktiven Badezimmerspiegels*. 2014
- [HAW Hamburg - Department Informatik 2014] HAW HAMBURG - DEPARTMENT INFORMATIK: *Living Place Hamburg*. Homepage. 2014. – URL <http://livingplace.informatik.haw-hamburg.de/blog>. – abgerufen 05/2014
- [Kühnel u. a. 2011] KÜHNEL, Christine ; WESTERMANN, Tilo ; HEMMERT, Fabian ; KRATZ, Sven ; MÜLLER, Alexander ; MÖLLER, Sebastian: *Im home: Defining and evaluating a gesture set for smart-home control*. In: *International Journal of Human-Computer Studies* 69 (2011), Nr. 11, S. 693 – 704. – URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071581911000668>. – ISSN 1071-5819
- [LaViola 2013] LAVIOLA, Joseph J.: *3D Gestural Interaction: The State of the Field*. In: *ISRN Artificial Intelligence* 2013 (2013), S. 18. – URL <http://www.hindawi.com/journals/isrn/2013/514641/>
- [Luck u. a. 2010] LUCK, Prof. Dr. Kai v. ; KLEMKE, Prof. Dr. G. ; GREGOR, Sebastian ; RAHIMI, Mohammad A. ; VOGT, Matthias: *Living Place Hamburg – A place for concepts of IT based modern living* / Hamburg University of Applied Sciences. URL [http://livingplace.informatik.haw-hamburg.de/content/LivingPlaceHamburg\\_en.pdf](http://livingplace.informatik.haw-hamburg.de/content/LivingPlaceHamburg_en.pdf), 2010. – Forschungsbericht

- [Microsoft Corporation 2014] MICROSOFT CORPORATION: *Kinect for Windows Homepage*. Homepage. 2014. – abgerufen Mai 2014
- [Mitra und Acharya 2007] MITRA, S. ; ACHARYA, T.: Gesture Recognition: A Survey. In: *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on* 37 (2007), May, Nr. 3, S. 311–324. – ISSN 1094-6977
- [Rahimi und Vogt 2011] RAHIMI, Mohammad A. ; VOGT, Matthias: *Seamless Interaction - Natürliche Interaktionen in Smart Living Umgebungen*, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Masterarbeit, 2011. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/arbeiten/master/rahimi-vogt.pdf>
- [Sharma u. a. 2012] SHARMA, Naman ; MARINGANTI, Hima B. ; ASAWA, Krishna: Upper Body Pose Recognition and Classifier. In: *Proceedings of the 5th ACM COMPUTE Conference: Intelligent & Scalable System Technologies*. New York, NY, USA : ACM, 2012 (COMPUTE '12), S. 8:1–8:5. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/2459118.2459126>. – ISBN 978-1-4503-1440-4
- [Weigel 2006] WEIGEL, Thilo: *Roboter-Fußball: Perzeption, Deliberation und Aktion autonomer Systeme in dynamischen Umgebungen*, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Dissertation, 2006. – URL <http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/2483/index.html>
- [Weigel und Nebel 2002] WEIGEL, Thilo ; NEBEL, Bernhard: KiRo - An Autonomous Table Soccer Player. In: *RoboCup*, URL <http://www.springerlink.com/index/6QAQH0GMCRDJPUBE.pdf>, 2002, S. 384–392
- [Weiser 1991] WEISER, Mark: The Computer for the 21st Century. In: *Scientific American* 265 (1991), September, Nr. 3, S. 94–104. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/329124.329126>. – ISSN 1559-1662
- [Williamson u. a. 2011] WILLIAMSON, B. ; WINGRAVE, C. ; LAVIOLA, J. ; ROBERTS, T. ; GARRITY, P.: Natural Full Body Interaction for Navigation in Dismounted Soldier Training. In: *Proceedings of the Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (IITSEC) 2011*, URL <http://www.eecs.ucf.edu/isuelab/publications/pubs/itsec2011.pdf>, 12 2011, S. 2103–2110. – <https://www.youtube.com/watch?v=846146PuoIM>