



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Companions und Emotionaler
Dialog
Oliver Steenbuck
Seminar

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Motivation	3
1.2	Gliederung	3
2	Hauptteil	4
2.1	Companion Technologie	4
2.2	Emotionaler Dialog / Affective Computing	5
2.2.1	Sensoren	6
2.2.2	Hypothesen	6
2.2.3	Modell	7
2.2.4	Gestalt	8
2.2.5	Ethische Fragen	9
2.2.6	Zusammenfassung	10
2.3	Aktuelle Arbeiten	11
2.3.1	Becker-Asano	11
2.3.2	Emotionaler Dialog	12
2.3.3	Sonderforschungsbereich 62	12
2.3.4	HAW Hamburg	12
3	Ausblick	14
3.1	Living Place	14
3.2	Nächste Schritte	15
	Literaturverzeichnis	16

1 Einleitung

1.1 Motivation

Diese Arbeit befasst sich mit der Vision des Living Place Hamburg (LP/LPHH) (ein Smartthome an der HAW Hamburg) als Companionsystem.

„By Companions we mean conversationalists or confidants —not robots— but rather computer software agents whose function will be to get to know their owners, who may well be elderly or lonely, and focusing not only on assistance via the internet (contacts, travel, doctors etc.) that many still find hard to use, but also on providing company and Companionship, by offering aspects of personalization.“

([Wilks, 2010a](#))

Um diese Ziele zu erreichen, muss ein komplexes technologisches System wie der Living Place die Herausforderung meistern, den Anwender zu verstehen und mit diesem zu interagieren sowie gleichzeitig seine eigene Komplexität zu verbergen, um eine Abwehrreaktion des Bewohners gegenüber der Technik zu vermeiden (vgl. [Picard, 1995](#)).

1.2 Gliederung

Ein System, das den oben beschriebenen Anforderungen entspricht, ist ein Companion für seinen Anwender. Das Companionparadigma wird in Kapitel 2.1 aus der Literatur aufgearbeitet. Technische Aspekte des Emotionalen Dialoges (Affective Computing) zwischen Companion und Anwender werden in Kapitel 2.2 diskutiert, hier wird auch kurz auf ethische Fragen eingegangen. Darauf folgend wird in Kapitel 2.3 ein Überblick über Emotionalen Dialog (Affective Computing) in der Wissenschaft und Arbeitsgruppen an der HAW Hamburg gegeben, die sich mit dem Thema beschäftigen. Abschließend wird in Kapitel 3 ein Ausblick mit Fokus auf den Living Place Hamburg gegeben.

2 Hauptteil

2.1 Companion Technologie

In diesem Kapitel wird der Begriff des Companions aus der Literatur aufgearbeitet und erläutert.

„By Companions we mean conversationalists or confidants —not robots— but rather computer software agents whose function will be to get to know their owners, who may well be elderly or lonely, and focusing not only on assistance via the internet (contacts, travel, doctors etc.) that many still find hard to use, but also on providing company and Companionship, by offering aspects of personalization.“

([Wilks, 2010a](#))

„[...]die technischen Systeme der Zukunft in diesem Sinne Companion-Systeme sind – kognitive technische Systeme, die ihre Funktionalität konsequent und vollständig auf den individuellen Nutzer ausrichten, indem sie sich an seinen Fähigkeiten, Vorlieben, Anforderungen und aktuellen Bedürfnissen orientieren, sich auf seine Situation und emotionale Befindlichkeit einstellen, stets verfügbar, kooperativ und vertrauenswürdig sind und ihrem jeweiligen Nutzer als kompetente, partnerschaftliche Dienstleister gegenüber treten.“

([Sonderforschungsbereich Transregio 62](#))

Die Essenz beider Companiondefinitionen ist, ein System zu entwickeln, das dem Nutzer als emotionaler Partner gegenübertritt, so dass dieser auf den Companion Gefühle projizieren kann. Ein solcher Companion soll aber nicht nur ein emotionaler Partner, sondern auch eine Hilfe im Umgang mit Technologie und Gesellschaft sein. Insofern ist er die aktive Komponente zum eher passiven Konzept des exocortex (vgl. [Licklider, 1960](#)). Bei wachsender Komplexität technischer Funktionalität soll ein Companion diese in der Interaktion mit dem Nutzer weitestgehend verbergen und so eine Teilhabe nicht technisch affiner Gesellschaftsschichten am technologischen Fortschritt ermöglichen (vgl. [Wilks, 2010b](#)), (vgl. [Sonderforschungsbereich Transregio 62](#)).

Um diese Funktionen der emotionalen und technischen Unterstützung wahrnehmen zu können, muss der Companion ein emotionales Modell seines Nutzers besitzen, das er mit seiner Wahrnehmung verbindet, um die Intention (funktional) und Stimmung (emotional) des Anwenders zu erkennen und diesen entsprechend zu handeln.

Die Handlungen des Companions können hier also auf einer Achse von rein emotional, z. B. *emotionale Gespräche*, bis rein funktional, z. B. *Buche eine Zugverbindung von a nach b*, mit allen hierdurch möglichen Mischformen eingeordnet werden. Eine solche Mischform wäre z. B. die Bitte des Anwenders an seinen Companion, einen Besuch bei einem Verwandten zu organisieren. Neben den funktionalen Aspekten der Reiseorganisation muss der Companion erkennen, welches emotionale Ziel der Besuch verfolgt und möglicherweise in Abstimmung mit dem Companion des Verwandten einen geeigneten Termin finden.

2.2 Emotionaler Dialog / Affective Computing

Der emotionale Dialog beinhaltet das Wahrnehmen der Welt über Sensoren, das Bilden von Hypothesen aus diesen Daten, das Zusammenfassen der Hypothesen zu einem kohärenten Modell der Umgebung, in der sich der Dialog abspielt, und schließlich das Beeinflussen der Umgebung über die Gestalt (siehe auch Abbildung 2.1). Im Folgenden wird erläuternd auf die einzelnen Teile des Emotionalen Dialogs eingegangen.

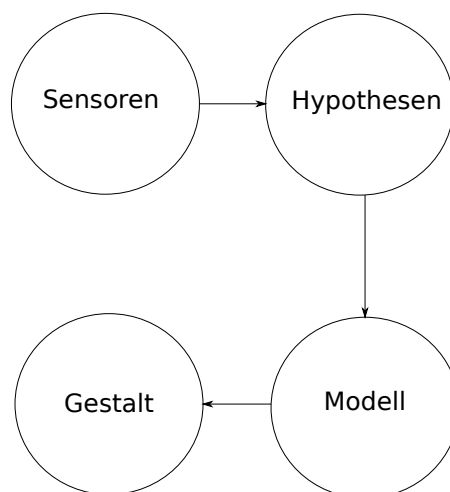


Abbildung 2.1: Emotionaler Dialog, Übersicht

Dieses Modell des Emotionalen Dialogs definiert nicht, wie viele Akteure modelliert werden.

Um das Beispiel des LPHH aufzugreifen, könnte die Wohnung nur die Emotionen des Bewohners modellieren, um diesen besser zu verstehen.

Ein anderer Ansatz wäre es, sowohl für Bewohner als auch Wohnung Emotionen zu modellieren. Die Wohnung könnte z. B. im Winter auf geöffnete Fenster und eine laufende Heizung mit Verärgerung oder Irritation reagieren. In 2.2.5 werden ethische Fragen des selbstständig agierenden Companions aufgegriffen, wie sie in (vgl. [Bryson, 2010](#)), (vgl. [O'Hara, 2010](#)), (vgl. [Stross, 2005](#)) gezeigt und durch eigene Pläne und Emotionen impliziert werden.

2.2.1 Sensoren

In der ersten Phase des Emotionalen Dialogs werden durch Sensoren einzelne Datenpunkte (Rohdaten) aufgenommen und gespeichert.

Durch Kameras können z. B. Gesten und Gesichter zur späteren Verarbeitung aufgezeichnet oder sofort an einen Merkmalsextraktor weitergeleitet werden. Für die Emotionserkennung in Gesichtern wird an der HAW bereits die Shore (Sophisticated High-speed Object Recognition Engine) Bibliothek genutzt (vgl. [Müller, 2011a](#)), (vgl. [Fraunhofer Institute for Integrated Circuits](#)), (vgl. [Küblbeck und Ernst, 2006](#)).

Mikrophone können in kontrollierten Umgebungen Sprache mit ausreichender Qualität aufzeichnen, um nach einer Spracherkennung aus dem Inhalt der Kommunikation auf Emotionen zu schließen oder aus anderen Eigenschaften des gesprochenen Wortes Emotionen abzuleiten (z. B. Tohnhöhe, Sprachgeschwindigkeit, Sprechakte) (vgl. [Huang u. a., 2009](#)). Aus dem Dialogfluss zwischen zwei Personen können weitere Anhaltspunkte auf den emotionalen Zustand der Sprechenden gewonnen werden (vgl. [Chen u. a., 2006](#)).

Durch am Körper getragene Sensoren können sowohl biologische Parameter (Blutdruck, Kardiogramme etc.) als auch Lagedaten zum Anwender (relative/absolute Position) erfasst werden.

Ein offenes Problem ist, an welcher Stelle multimodale Sensordaten verbunden werden. Bei widersprüchlichen Messungen können z. B. alle Messpunkte an den nächsten Verarbeitungsschritt weitergegeben werden oder die Sensoren können schon versuchen, falsche Daten zu erkennen und zu verwerfen (vgl. [Fred u. a., 2010](#)).

2.2.2 Hypothesen

In einigen Fällen können die von Sensoren gelieferten Rohdaten direkt in einem Modell verwendet werden. Häufiger ist es allerdings, dass die Rohdaten aufbereitet und verknüpft werden, um z. B. Defizite der Sensorik auszugleichen (vgl. [Voskuhl, 2012](#))

Es findet also eine Aufbereitung der Rohdaten statt, Abbildung 2.2 zeigt den dreistufigen Prozess, in dem aus den rohen Sensordaten (hier Ubisense zur Lokationsbestimmung) des LP durch das Verbinden einzelner Datenpunkte Trajektorien erstellt werden, die eine Hypothese darüber bilden, wo sich der Anwender befindet bzw. über welche Positionen er sich durch die Wohnung bewegt hat. Die so entstandenen Trajektorien werden mit Daten über die funktionalen Räume im Living Place angereichert, die so entstandenen Rich Semantic Data werden über eine Regelmaschine in einen High Level Context umgewandelt (vgl. Voskuhl, 2012), (vgl. Karstaed, 2012), (vgl. Ellenberg, 2012).

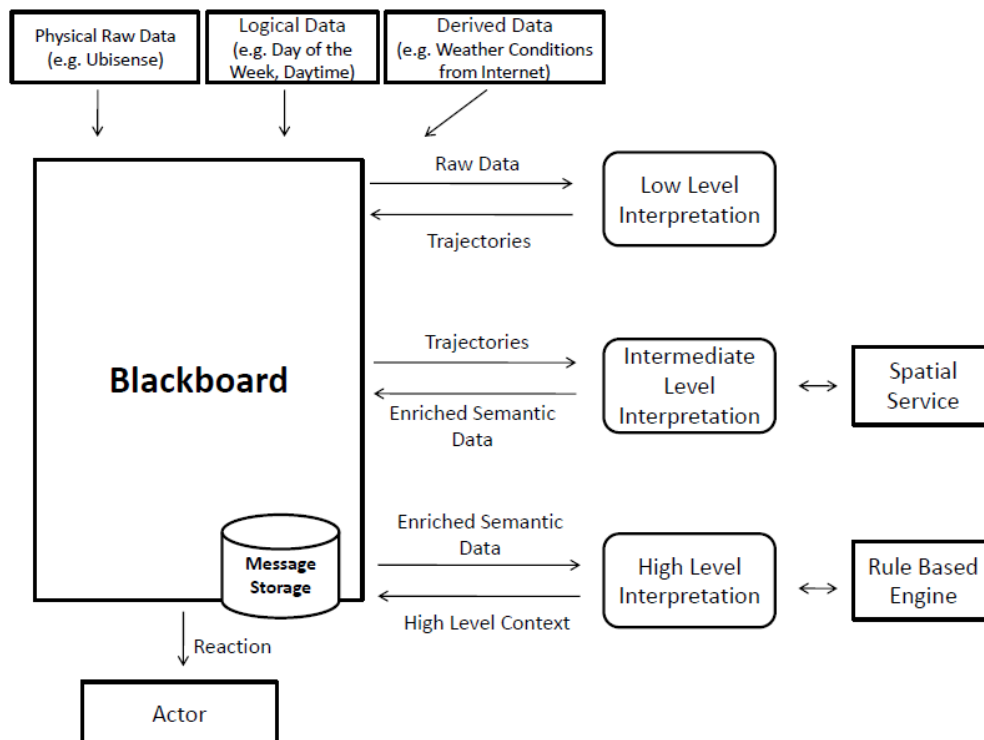


Abbildung 2.2: Hypothesenbildung im Living Place (vgl. Ellenberg, 2012)

Auf architektonisch ähnliche Weise können aus z. B. biometrischen Datenpunkten Hypothesen über den Anwender gewonnen werden (steigender Blutdruck = Erregung). Diese Hypothesen werden dann zu Datenpunkten für das emotionale Modell des Anwenders.

2.2.3 Modell

Als vorletzter Schritt des Emotionalen Dialogs müssen die Hypothesen in ein Modell überführt werden, das den betrachteten emotionalen Zustand wiedergibt. In Becker-Asano

(2008) wird ein umfassender Überblick über Emotionsstrukturmodelle und Implementierungen von Emotionsmodellen gegeben.

Abbildung 2.3 zeigt beispielhaft das aus [Becker-Asano \(2008\)](#) entnommene dreidimensionale, an die Darstellung von Farbräumen angelehnte Emotionsstrukturmodell nach Plutchik. Hier wird mit 8 Basisemotionen gearbeitet, die jeweils gegenüberliegenden Emotionen sind gegensätzlich und von unten nach oben steigt die Intensität. Verschiedene, in diesem Raum dargestellte Emotionen können dann ähnlich wie Farben gemischt werden, um festzustellen, zu welchem Endausdruck die Mischung verschiedener Emotionen führt (vgl. [Becker-Asano, 2008](#)).

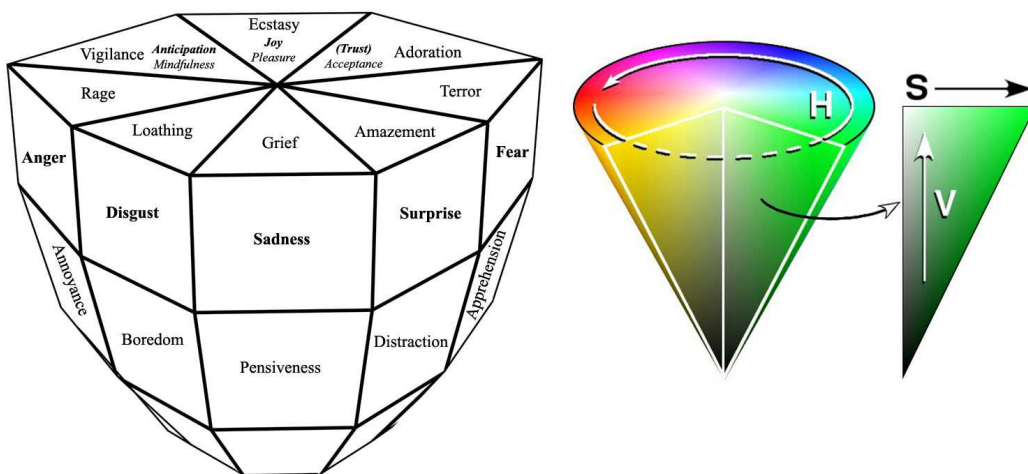


Abbildung 2.3: Plutchik's dreidimensionale Emotionsstruktur [Becker-Asano \(2008\)](#)

Unabhängig von der im speziellen Fall verwendeten Emotionsmodellierung stellt die Integration der verschiedenen, aus multimodalem Input entstandenen Hypothesen in ein Modell eine zusätzliche Komplexität dar (vgl. [Fred u. a., 2010](#)), (vgl. [Lingenfelser u. a., 2010](#)), (vgl. [Wagner u. a., 2011](#)).

2.2.4 Gestalt

„A structure, configuration, or pattern of physical, biological, or psychological phenomena so integrated as to constitute a functional unit with properties not derivable by summation of its parts.“

([Merriam-Webster](#))

Gestalt im Emotionalen Dialog sind also die nicht trivialen Handlungen, die der Companion als Reaktion auf sein Modell des Benutzers und der Welt vornimmt, um diese zu verändern. Da abhängig von der physikalischen Form des Companion diesem hier verschiedene Optionen zur Verfügung stehen, werden an dieser Stelle einige mögliche Formen aus der Literatur und Kultur genannt.

Bei dieser Nennung findet eine Orientierung daran statt, welcher physikalische Teil des Companions vom Menschen wahrscheinlich anthropomorphisiert wird. Wir können hier eine Skala von der Repräsentation HALs in '2001: A Space Odyssey' über die klassischen Androiden (Dick, 1968), nicht humanoide Gestalten (vgl. Stross, 2005) bis zu verteilten Schwärmen aufspannen (vgl. Winfield, 2010).

Da ein starkes Abweichen zwischen der vom Menschen als Companion wahrgenommenen Form und der in sie hineingedachten Fähigkeiten von denen, die der Companion real, zeigt zu einem Akzeptanzverlust und Abwehrhaltungen gegenüber dem vom Anwender wieder als komplex und unverständlich wahrgenommenen Companion führen kann, ist dieses zu vermeiden (vgl. Sonderforschungsbereich Transregio 62), (vgl. Stross, 2005).

Konkrete Formen, die eine Gestalt annehmen kann, wären zum Beispiel:

- Physikalischer Kontakt
- Sprache
- Licht
- Farben
- Musik

Dies sind alles Möglichkeiten, die einem menschlichen Partner auch zur Verfügung stehen, die aber von einem Companion integrierter und zielgerichteter genutzt werden können, da er direkt die technologischen Elemente der Umgebung kontrollieren kann.

2.2.5 Ethische Fragen

Wenn ein Companion nicht nur versucht, die Bedürfnisse seines Nutzers zu verstehen und zu bedienen, sondern selber Bedürfnisse und Intentionen entwickelt, die möglicherweise orthogonal zu denen des Nutzers sind, können Konflikte entstehen. Neben den rechtlichen Fragen, insb. der Haftung für das Verhalten von selbstständig agierenden Agenten (vgl. Bryson, 2010) treten hier auch ethische Fragen auf. So werden, ausgehend von der Annahme, dass fehlerfreie Vorhersagen über menschliche Emotionen und Intentionen nicht möglich sind, immer Schwellwerte festzulegen sein, ab denen ein Companion eine Handlung vornimmt.

Um ein anschauliches Beispiel aus (Wilks, 2010c) aufzugreifen:

Angenommen, ein Companionsystem besitzt Wissen über die Herzerkrankung seines Nutzers und hat von diesem die Anweisung, diese Information nicht weiterzugeben.

- Ist es korrekt, diese Information einem Arzt zu geben?
- Ist es korrekt, diese Information einem Verwandten zu geben?
- Ist es korrekt, diese Information einem Fremden zu geben?
- Wie ändert sich die Entscheidung, wenn der Anwender sich in Gefahr befindet?

Im Moment werden Entscheidungen dieser Art in der Regel nicht von autonomen Computersystemen getroffen, sondern von Menschen. Ideal wäre es, würde der Companion ein Modell seines Anwenders besitzen, das es ihm ermöglicht, Fragen wie die obenstehenden korrekt (im Sinne seines Nutzers) zu beantworten. In Ermangelung eines solchen Modells und/oder der möglichen Fehlerbehaftung von Modellannahmen muss ein gesellschaftlicher Dialog darüber stattfinden, was akzeptable Lösungen sind (vgl. Wilks, 2010c), (vgl. Bryson, 2010), (vgl. Boden, 2010).

2.2.6 Zusammenfassung

Jede einzelne Komponente des Emotionalen Dialogs stellt die Forschung (noch) vor wesentliche Probleme. Die Motivation, diese zu lösen, liegt darin, dass im Ergebnis die mit dem Companiongedanken formulierten Interaktionsziele mit realisiert werden können und die Interaktion im Mensch-Computer-Interface hierdurch einer notwendigen Komplexitätsreduktion unterzogen werden kann (vgl. Sharp u. a., 2007), (vgl. Sonderforschungsbereich Transregio 62).

In (Becker-Asano, 2008) wurde gezeigt, dass Anwender deutlich positiver auf einen virtuellen Agenten reagieren, umso mehr dieser menschliche Emotionen zeigt bzw. dem Anwender ermöglicht, ihn zu anthropomorphisieren. Außerdem wurde hier auch gezeigt, dass es zu einer Gefühlsansteckung vom virtuellen Agent auf sein menschliches Gegenüber gekommen ist.

In der Kombination können diese drei Effekte (Komplexitätsreduktion, positivere Bewertung und Gefühlsansteckung) dazu genutzt werden, komplexe Systeme nutzbar zu halten und die zwangsläufig auftretenden Fehler in ihrer Wirkung auf den Nutzer zu beschränken.

Werden alle oben genannten Komponenten integriert, ergibt sich die Architektur eines Companions. Beispielhaft ist in Abbildung 2.4 die Architektur des SmartKom Projektes dargestellt.

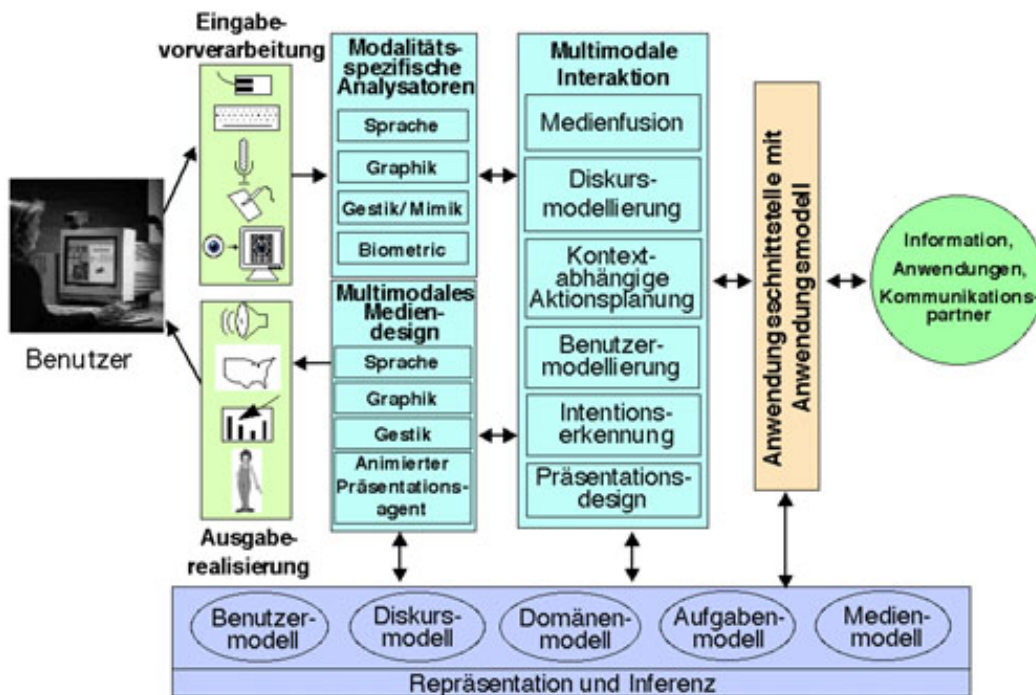


Abbildung 2.4: SmartKom Architektur (SmartKom Projekt)

2.3 Aktuelle Arbeiten

Hier werden einige der momentan in der Forschung aktiven Arbeitsgruppen und Personen genannt. Zuerst externe, danach Arbeitsgruppen und Studierende an der HAW.

2.3.1 Becker-Asano

Christian Becker-Asano beschreibt in seiner in den vorherigen Kapiteln bereits erwähnten Dissertation Emotionsmodelle und wie diese umgesetzt werden können. Konkret arbeitet er am Beispiel des virtuellen Avatars MAX (humanoid), um die WASABI-Architektur zu erstellen, mit der sowohl primäre als auch sekundäre Emotionen dargestellt werden können (vgl. [Becker-Asano, 2008](#)).

2.3.2 Emotionaler Dialog

Am Massachusetts Institute of Technology (MIT) Media Laboratory beschäftigt sich die Arbeitsgruppe von Rosalind Picard, die den Begriff des Affective Computing 1995 in einem Techreport geprägt hat (vgl. [Picard, 1995](#)) auch weiterhin mit diesem Thema. Es gibt hier einen großen Bereich, der sich mit der Erkennung von Emotionen beschäftigt. Neben der Unterstützung von Menschen mit Autismus, die aufgrund ihrer Erkrankung Probleme haben, Emotionen zu erkennen und einzusetzen. In der Arbeitsgruppe wird auch an der Verarbeitung von multimodalen Eingangskanälen geforscht, da neuere Forschungsergebnisse bestätigen, dass Kamerabilder alleine nicht zur zuverlässigen Emotionserkennung ausreichen (vgl. [Hoque und Picard, 2011](#)).

2.3.3 Sonderforschungsbereich 62

In Deutschland beschäftigt sich der Sonderforschungsbereich Transregio 62¹ überregional mit dem Thema Companionsysteme. Neben Informatikern sind hier Ingenieure, Mediziner, Neurobiologen und Psychologen mit der Forschung an Bausteinen der Companionentechnologie befasst. In den 13 Teilprojekten des SFBs wird so zu den Themen Planung und Entscheidung, Interaktion und Verfügbarkeit, Situation und Emotion sowie Datenmanagement und Systemintegration gearbeitet.

2.3.4 HAW Hamburg

An der HAW befassen sich verschiedene Projekte und Studierende mit Themen, die sich der Companionentechnologie zuordnen lassen.

2.3.4.1 Interactive Design Lab

Im Interactive Design Lab² arbeiten Larissa Müller und Svenja Keune daran, einen Dialog zwischen Mensch und Objekt herzustellen, der auf der Erkennung, Interpretation und Darstellung von Emotionen basiert. Hierzu werden Affective Computing und Emotional Design verbunden (vgl. [Müller und Keune](#)), (vgl. [Keune, 2011](#)), (vgl. [Müller, 2011b](#)). Der Fokus liegt hier auf dem Zusammenspiel zwischen einzelnen Objekten und ihren Betrachtern. Unter anderem wird die Shore Bibliothek (vgl. [Fraunhofer Institute for Integrated Circuits](#)) eingesetzt,

¹<http://www.sfb-trr-62.de/>

²<http://www.interactivedesignlab.de/>

um Emotionen zu erkennen. Zukünftige Forschungsvorhaben im des Interactive Design Lab konzentrieren sich mehr in Richtung Emotionsmodellierung.

2.3.4.2 Edo Kriegsmann

Ebenso mit Emotionserkennung beschäftigt sich Edo Kriegsmann in seinen Projekt- und Seminararbeiten. Hier werden wie in (vgl. [Müller, 2011b](#)), (vgl. [Müller, 2011a](#)) Kameras eingesetzt, um in Gesichtern Emotionen zu erkennen. Zusätzlich wird in (vgl. [Kriegsmann, 2011b](#)) der Ansatz verfolgt, die Emotionserkennung durch Nutzung des Kinect Systems von Microsoft um Gestenerkennung zu erweitern (vgl. [Kriegsmann, 2011a](#)).

2.3.4.3 Arne Bernin

Arne Bernin beschäftigte sich schon in seiner Masterarbeit mit dem Einsatz von 3-D-Kameras im LPHH, um Gesten zu erkennen (vgl. [Bernin, 2011](#)). In diesem Gebiet forscht er im Moment als Promotionsstudent an der HAW Hamburg weiter am Einsatz von Kinect sowie Time of Light Systemen zur Gestenerkennung.

3 Ausblick

Mit Blick auf den Living Place Hamburg als intelligente Wohnumgebung soll hier ein Ausblick darauf gegeben werden, wie sich die Konzepte der Companiontechnologie und des Emotionalen Dialoges anwenden lassen sowie darauf, was die nächsten Schritte sein könnten.

3.1 Living Place

Wenn wir den Living Place als emotionalen Akteur im Sinne des Companionkonzeptes verstehen, so muss er in einem Emotionalen Dialog auf seine(n) Bewohner reagieren. Hier werden nun die 4 Teile des Emotionalen Dialoges (Sensoren/Modell/Hypothesen/Gestalt) noch einmal mit Blick auf die konkrete Umgebung im Living Place betrachtet.

Der LPHH verfügt über diverse Kameras (vgl. [Bernin, 2011](#)), mit denen sich eine beinahe komplette Abdeckung der Wohnung erreichen lässt. Außerdem ist ein Ubisense Sensornetz vorhanden, über das mit Tags versehene Gegenstände/Personen im Raum geortet werden können (vgl. [Voskuhl, 2012](#)). Erweiterungen der Sensorik um ein Kinect System zur Gestenerkennung sind geplant.

Wie im Beispiel in 2.2.2 gezeigt, sind im Living Place schon einzelne Syntheseverfahren etabliert, um aus aggregierten Datenpunkten neues Wissen zu generieren. Im Beispiel aus Uhrzeit und mehreren Positionsdaten einen Kontext (vgl. [Voskuhl, 2012](#)), (vgl. [Karstaed, 2012](#)), (vgl. [Ellenberg, 2012](#)).

Emotionale Modelle des Anwenders werden im Living Place in einzelnen Projekten (siehe auch 2.3.4) verwendet. Es gibt noch keine übergeordnete Architektur für Emotionen im LPHH. Das in 2.2 gezeigte Blackboard-System kann hier bestenfalls die technischen Funktionalitäten abdecken.

Eine Rückwirkung auf den Benutzer findet im Living Place im Moment außerhalb von Kunstinstallationen zu Vorführungszwecken nicht automatisiert und auch dort nicht integriert in ein Companionkonzept statt.

3.2 Nächste Schritte

Hier soll kurz betrachtet werden, welche groben Schritte notwendig sind, um den Living Place zu einem emotionalem Akteur (Companion) zu machen.

Das Vorhandensein von Sensoren und Hypotheseeinrichtungen spricht in den Augen des Autors dafür, als nächsten Schritt ein emotionales Modell im Living Place einzurichten, um die Entwicklung auf ein gemeinsames Ziel für alle Beteiligten zu ermöglichen (in diese Richtung wird im Interactive Design Lab bereits gearbeitet). Aufbauend auf diesem Modell kann dann die Entwicklung der Gestalt (im Moment Licht und Farbe) integriert und experimentell verifiziert werden.

Weiterhin offen ist die Frage, ob der LPHH zusätzlich zum emotionalen Modell des Bewohners, nach dessen Maßgabe er Entscheidungen trifft, selber auch ein emotionales Modell besitzt, um Emotionen zu simulieren. Der zweite Ansatz verspricht für die erhöhte Komplexität eine bessere Akzeptanz beim Anwender (vgl. [Becker-Asano, 2008](#)).

Literaturverzeichnis

- [Becker-Asano 2008] BECKER-ASANO, Christian: *Affect Simulation for Agents with Believable Interactivity*, Universität Bielefeld, Dissertation, 03 2008
- [Bernin 2011] BERNIN, Arne: *Einsatz von 3D-Kameras zur Interpretation von räumlichen Gesten im Smart Home Kontext*, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Master Thesis, 2011
- [Boden 2010] BODEN, Margaret A.: Conversationalists and Confidants. In: WILKS, Yorick (Hrsg.): *Close Engagements with Artificial Companions: Key Social, Psychological, Ethical and Design Issues*. John Benjamins Publishing Company, 2010, S. 103–107
- [Bryson 2010] BRYSON, Joanna J.: Robots Should Be Slaves. In: WILKS, Yorick (Hrsg.): *Close Engagements with Artificial Companions: Key Social, Psychological, Ethical and Design Issues*. John Benjamins Publishing Company, 2010, S. 107–127
- [Chen u. a. 2006] CHEN, Chun ; YOU, Mingyu ; SONG, Mingli ; BU, Jiajun ; LIU, Jia: An enhanced speech emotion recognition system based on discourse information. In: *Proceedings of the 6th international conference on Computational Science - Volume Part I*. Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2006 (ICCS'06), S. 449–456. – URL http://dx.doi.org/10.1007/11758501_62. – ISBN 3-540-34379-2, 978-3-540-34379-0
- [Dick 1968] DICK, Philip K.: *Do Androids Dream of Electric Sheep?* Doubleday, 1968. – ISBN 0-345-40447-5
- [Ellenberg 2012] ELLENBERG, Jens: *Ontology-based Activity Recognition in Smart Home Context*, University of Applied Science Hamburg, Master Thesis, 01 2012
- [Fraunhofer Institute for Integrated Circuits] FRAUNHOFER INSTITUTE FOR INTEGRATED CIRCUITS: *Shore*. – URL <http://www.iis.fraunhofer.de/bf/bsy/produkte/shore/index.jsp>. – Zugriffsdatum: 15.02.2011 15:30. – Shore Homepage

- [Fred u. a. 2010] FRED, Ana L. N. (Hrsg.) ; FILIPE, Joaquim (Hrsg.) ; GAMBOA, Hugo (Hrsg.): *BIOSIGNALS 2010 - Proceedings of the Third International Conference on Bio-inspired Systems and Signal Processing, Valencia, Spain, January 20-23, 2010*. INSTICC Press, 2010. – ISBN 978-989-674-018-4
- [Hoque und Picard 2011] HOQUE, Mohammed E. ; PICARD, Rosalind W.: Acted vs. natural frustration and delight: Many people smile in natural frustration. In: *FG, IEEE*, 2011, S. 354–359
- [Huang u. a. 2009] HUANG, Yongming ; ZHANG, Guobao ; XU, Xiaoli: Speech emotion recognition research based on wavelet neural network for robot pet. In: *Proceedings of the Intelligent computing 5th international conference on Emerging intelligent computing technology and applications*. Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2009 (ICIC'09), S. 993–1000. – URL <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1788154.1788284>. – ISBN 3-642-04019-5, 978-3-642-04019-1
- [Karstaed 2012] KARSTAED, Bastian: *Kontextinterpretation in Smart Homes auf Basis 3D semantischer Gebäudemodelle*, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Master Thesis, 03 2012
- [Keune 2011] KEUNE, Svenja: Emotionale Objekte in interaktiven Installationen. Ein Zusammenspiel von Design und Informatik / Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg. 2011. – Forschungsbericht
- [Kriegsmann 2011a] KRIEGSMANN, Edo: AW2-Ausarbeitung / Hamburg University of Applied Sciences. 2011. – Forschungsbericht
- [Kriegsmann 2011b] KRIEGSMANN, Edo: Masterprojekt 1: Projektbericht / Hamburg University of Applied Sciences. 2011. – Forschungsbericht
- [Küblbeck und Ernst 2006] KÜBLBECK, Christian ; ERNST, Andreas: Face detection and tracking in video sequences using the modifiedcensus transformation. In: *Image Vision Comput.* 24 (2006), June, S. 564–572. – URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.imavis.2005.08.005>. – ISSN 0262-8856
- [Licklider 1960] LICKLIDER, J. C. R.: Man-Computer Symbiosis. In: *IRE Transactions on Human Factors in Electronics* Bd. HFE-1, 1960, S. 4–11
- [Lingenfelter u. a. 2010] LINGENFELSER, Florian ; WAGNER, Johannes ; VOGT, Thuriid ; KIM, Jonghwa ; ANDRÉ, Elisabeth: Age and gender classification from speech using decision level fusion and ensemble based techniques. In: *INTERSPEECH'10*, 2010, S. 2798–2801

- [Merriam-Webster] MERRIAM-WEBSTER: *Definition Gestalt*. – URL <http://www.merriam-webster.com/dictionary/gestalt>. – Zugriffsdatum: 05.01.2012. – Gestalt
- [Müller 2011a] MÜLLER, Larissa: Ausarbeitung Projekt 1: Context Awareness - Affective Computing / Hamburg University of Applied Sciences. 2011. – Forschungsbericht
- [Müller 2011b] MÜLLER, Larissa: Context Awareness - Affective Computing / Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg. 2011. – Forschungsbericht
- [Müller und Keune] MÜLLER, Larissa ; KEUNE, Svenja: *Emotional Design Lab*. – URL <http://www.interactivedesignlab.de/>. – Zugriffsdatum: 27.02.2012. – emotionalDesignLab
- [O'Hara 2010] O'HARA, Kieron: Arius in cyberspace: Digital Companions and the limits of the person. In: WILKS, Yorick (Hrsg.): *Close Engagements with Artificial Companions: Key Social, Psychological, Ethical and Design Issues*. John Benjamins Publishing Company, 2010, S. 68–102
- [Picard 1995] PICARD, Rosalind W.: *Affective Computing* / MIT Media Laboratory. 1995. – Forschungsbericht
- [Sharp u. a. 2007] SHARP, Helen ; ROGERS, Yvonne ; PREECE, Jenny: *Beyond Human Computer Interaction*. John Wileys & Sons, 2007. – ISBN 0470018666
- [SmartKom Projekt] SMARTKOM PROJEKT: *SmartKom Architektur*. – URL <http://www.smartkom.org/image/Architektur.jpg>. – Zugriffsdatum: 28.02.2012. – SmartKom Architektur
- [Sonderforschungsbereich Transregio 62] SONDERFORSCHUNGSBEREICH TRANSREGIO 62: *Sonderforschungsbereich Transregio 62, Vision*. – URL http://www.uni-ulm.de/fileadmin/website_uni_ulm/iui.sfbtrr62/Presseinformationen/SFB-Uebersicht.pdf. – Zugriffsdatum: 10.11.2011. – Vision sfb 62
- [Stross 2005] STROSS, Charles: *Accelerando*. Orbit, 2005. – ISBN 0-441-01284-1
- [Voskuhl 2012] VOSKUHL, Sören: *Modellunabhängige Kontextinterpretation in einer Smart Home Umgebung*, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Master Thesis, 2012
- [Wagner u. a. 2011] WAGNER, Johannes ; LINGENFELSER, Florian ; BEE, Nikolaus ; ANDRÉ, Elisabeth: Social Signal Interpretation (SSI). In: *KI - Künstliche Intelligenz* 25 (2011), S. 251–256. – URL <http://dx.doi.org/10.1007/s13218-011-0115-x>. – 10.1007/s13218-011-0115-x. – ISSN 0933-1875

- [Wilks 2010a] WILKS, Yorick: Foreword. In: WILKS, Yorick (Hrsg.): *Close Engagements with Artificial Companions: Key Social, Psychological, Ethical and Design Issues*. John Benjamins Publishing Company, 2010, S. 4
- [Wilks 2010b] WILKS, Yorick: Introducing Artificial Companions. In: WILKS, Yorick (Hrsg.): *Close Engagements with Artificial Companions: Key Social, Psychological, Ethical and Design Issues*. John Benjamins Publishing Company, 2010, S. 35–51
- [Wilks 2010c] WILKS, Yorick: On being a Victorian Companion. In: WILKS, Yorick (Hrsg.): *Close Engagements with Artificial Companions: Key Social, Psychological, Ethical and Design Issues*. John Benjamins Publishing Company, 2010, S. 68–102
- [Winfield 2010] WINFIELD, Alan FT.: You Really need to know what your Bot(s) are Thinking about You. In: WILKS, Yorick (Hrsg.): *Close Engagements with Artificial Companions: Key Social, Psychological, Ethical and Design Issues*. John Benjamins Publishing Company, 2010, S. 310–320