



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Ausarbeitung - Anwendungen 2 - SS 12

Nicolas Bänisch

Ambient Telephony

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Ambient Telephony	1
1.2 Problemstellungen	2
1.3 Zielsetzung	2
2 Related Work	4
2.1 Konferenzen	4
2.2 Forschungsgebiete	5
2.3 Verwandte Arbeiten	5
2.3.1 Audiovisuelle Kommunikation in Smart Home Umgebungen am Beispiel eines Raumklangtelefons	5
2.3.2 Ambient Human-to-Human Communication	7
2.3.3 Ambient Telephony: Designing a Communication System for Enhancing Social Presence in Home Mediated Communication	8
2.3.4 A multi-microphone approach to speech processing in a smart-room environment	10
3 Zusammenfassung und Ausblick	11
Literaturverzeichnis	12

1 Einleitung

Die telefonische Kommunikation im häuslichen Umfeld blieb in den letzten Jahrzehnten sehr ähnlich. Zwar wurde das sogenannte Kabeltelefon durch ein Schnurloses ersetzt, allerdings ist auch dadurch die Mehrheit immer noch auf ein störendes Telefongerät angewiesen, welches während des Telefonierens ständig am Ohr gehalten werden muss. Hinzu kommt, dass der Kommunikationspartner nur auf einem Ohr zu hören ist. Auch die allgemeine Qualität der Sprachübertragung, hat sich nicht verbessert. Das menschliche Gehör kann Schallereignisse im Frequenzbereich von 16 Hertz bis 20.000 Hertz wahrnehmen und hat einen Hauptsprachbereich zwischen 250 und 6.000 Hertz. Herkömmliche Telefone übermitteln aber nur einen Frequenzbereich von 300 bis 3400 Hertz [7]. Durch diese Missstände kann und wird eine soziale Präsenz nur wenig vermittelt. Dabei ist genau diese moderne Kommunikation einer der wichtigsten Bestandteile unseres Alltags, privat wie auch beruflich. Wie eine Verbesserung und Vereinfachung der Kommunikation, mit Hilfe der modernen Techniken geschaffen werden kann, ist der Hauptbestandteil der Arbeit.

Um einen Überblick zu erlangen, wie der Stand der Technik und Forschung ist, werden in dieser Ausarbeitung verschiedene Arbeiten vorgestellt und bewertet. Dabei steht die soziale Präsenz und das angenehme Telefonieren im Vordergrund. Umgesetzt wird dieses meist durch die Verwendung von verteilten Lautsprechersystemen (Umgebungs-Telefon). Berichtet wird über vier Arbeiten, die sich verschiedene Schwerpunkte gesetzt haben. Durch das Studieren dieser verschiedenen Aspekte zur Verbesserung der heimischen Kommunikation, werden Erfahrungen gesammelt um ein eigenes System zu verwirklichen.

1.1 Ambient Telephony

Ambient Telephony ist die Integration eines Teflon Systems in die räumliche Umgebung. Dabei spielt es keine Rolle, wie diese Integration umgesetzt wird. Vorstellbar ist ein Telefonsystem, basierend auf einem Array aus Lautsprechern und Mikrofonen. Diese sind dann geschickt im Raum verteilt und ermöglichen so das freie Sprechen (Hands-Free), freie Bewegung während eines Telefonates und sogar die zeitgleiche Ausübung anderer Tätigkeiten (Multitasking).

1.2 Problemstellungen

Was sich unter 1.1 erst einmal einfach anhört, birgt einige Probleme, diese gilt es zu lokalisieren und bewerten:

Um dem Nutzer auch ein raumübergreifendes Telefonieren zu ermöglichen, sollte ein Wechsel der Lautsprecher und Mikrofone stattfinden. Somit befinden sich nur die Audiogeräte in Betrieb, die bei der aktuellen Position des Nutzers benötigt werden. Zur Umsetzung wird eine Lokalisierung der aktiven Person benötigt, welche zum Beispiel mit visuellen aber auch akustischen Verfahren bestimmt werden kann.

Die angesprochene Personendetektion wird erschwert, wenn sich mehrere Personen in einem Raum/Wohnung befinden. Erschwerend kommt hinzu, wenn sich mehrerer Personen im Raum befinden. Durch die Raum Beschallung durch mehrere Quellen, kommt es zu dem sogenannten *Cocktailparty-Effekt*. Im Gegensatz zum menschliche Gehör, welches in der Lage ist die Schallanteile einer bestimmten Schalquelle aus dem Gemisch des Störschalls zu extrahieren, ist dieses für eine Maschine eine bis heute fast unmögliche Aufgabe. Hinzu kommen noch weitere Störquellen, die durch Entertainment Systeme, Stadtlärm usw. entstehen und das störungsfreie Aufnehmen der Sprachquelle verhindern.

Ein weiteres Problem bei der Audiosprachaufnahme, ist das Echo des Konversationspartners, welches durch die Lautsprecher wieder ins Mikrofon gelangt. Diese Störquellen müssen von dem System extrahiert werden, um das Echo zu vermeiden. Hierzu stehen viele sogenannte *echo cancellation* Verfahren zur Verfügung.

Ein ganz anders Problem ist die Interaktion mit dem System. Da sich das System im optimalfall komplett in den Raum integriert hat, stellt sich die Frage wie es zu bedienen ist. Als mögliche Ideen stehen hier die Sprachsteuerung oder die Verteilung von Bedienelementen in den Wohnräumen, zur Auswahl.

1.3 Zielsetzung

Ziel der Arbeit ist es, mit Hilfe moderner Techniken, ein Kommunikationssystem in einem Wohnraum, in diesem Fall den Living Place Hamburg, zu realisieren. Es soll dem Nutzer an jedem Ort der Wohnung freies Sprechen ermöglichen. Alle damit verbundenen Teilgebiete wie zum Beispiel die notwendige Personen Erkennung gehören zum Umfang der Arbeit. Da in diesem Fall das Gesamtsystem im Mittelpunkt steht, werden Bereiche, wie die Audioqualität, Rausch- und Ecounterdrückung zwar bearbeitet, jedoch wird keine exzellente Sprachqualität angestrebt. Des Weiteren soll versucht werden, mit Hilfe der Vielzahl der vorhandenen Geräte der Smart Home Umgebung, Daten auszuwerten, um so dem Telefonsystem eine gewisse "Intelligenz" verleihen. Diese kann dann genutzt werden um in gewissen Situationen zum Beispiel bei einem eingehende Anrufe des Chefs und der Freundin unterschiedlich zu reagieren. Ein weiterer Punkt ist die Erweiterbarkeit. Es soll die Möglichkeit geschaffen werden, auch nachträglich

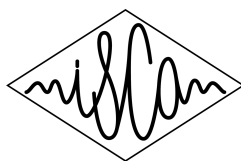
Geräte zur Audio auf-und Wiedergabe einzusetzen und auszutauschen, mit einem möglichst geringem Aufwand.

2 Related Work

In diesem Abschnitt werden, die für das vorgestellte Thema, relevanten Arbeiten vorgestellt. Auch wenn diese Arbeiten im Allgemeinen dasselbe Ziel verfolgen, unterscheiden sie sich dennoch im großem Umfang von einander und decken so den gesamten Bereich, der unter Zielsetzung definierten Ziele, ab. Des Weiteren wird vorher kurz ein Überblick geschaffen, in welche Konferenzen themenspezifische Arbeiten zu finden sind und in welchen Themengebieten derzeit in diesem Bereich geforscht wird.

2.1 Konferenzen

Nachfolgend werden die drei wichtigsten Konferenzen aufgeführt, in denen Arbeiten über das Thema *Ambient Telephony* und relevante Teilgebieten zu finden sind.



(a)



(b)



(c)

INTERSPEECH (a) Die Konferenz von der ISCA (International Speech Communication Association) ist die weltweit größte und umfassendste technische Konferenz über Sprach- und Sprachverarbeitung mit über 1000 Teilnehmern und findet jährlich in namenhaften Städten statt. Sie beinhaltet unter anderem Papers auf allen wissenschaftlichen und technologischen Aspekten der Sprache und diverse Workshops [6].

ICASSP (b) Die IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing ist die weltweit größte und umfassendste technische Konferenz die sich über Signalverarbeitung und ihre Anwendungen konzentriert. Die Konferenz beinhaltet Tutorials, Ausstellungen und über 50 Vortrags-Sessions, unter anderem auch im Bereich Audio, Multimedia und Video [4].

SIGDOC (c) Die Special Interest Group on Design of Communication ist auch eine jährlich stattfindende Konferenz, die sich unter anderem auch mit den Gebieten der Audiokom-

munikation, Spracherkennung und Sprachaufnahme beschäftigt. Alle Paper werden bei ACM (Association for Computing Machinery) publiziert [1].

2.2 Forschungsgebiete

Die Forschungen und Entwicklungen, im Bereich *Ambient Telephony*, befassen sich mit verschiedenen Schwerpunkten. Bei diesen handelt es sich in vielen Fällen um Probleme die auch in vielen andern Entwicklungen auftreten. Somit können die Erfahrungen auch für die *Ambient Telephony* genutzt werden. Ein Beispiel hierfür ist die Rausch- und Echounterdrückung, welche schon weit vor dem *Ambient Telefonie* Gedanken behandelt wurde und doch immer noch ein großes Gebiet für Forschung bietet. Weitere Ansätze finden sich bei der *Hands-free telephony*, die Besonders im Bereich von Konferenztelefonen anklang gefunden hat. Auch die Sprach-, Konversations- und Personenerkennung sind nicht nur Forschungsgebiete im Bereich der *Ambient Telephonie*. Durch diese vielen Teilgebiete, in denen viel getan wird, kann trotz der geringen Forschung im Bereich der *Ambient Telephony*, viel Erfahrung gesammelt werden.

2.3 Verwandte Arbeiten

In diesem Abschnitt werden vier relevante Arbeiten vorgestellt, die sich in ihrer Umsetzung stark voneinander unterscheiden und somit die kompletten Punkte, die unter Zielsetzung und Forschungsgebiete erwähnt wurden, abdecken können. Bei Vorstellung wird versucht das Gesamtbild der Arbeit zu präsentieren, allerdings liegt der Fokus auf den Teilen der Arbeit, die für meine relevant sind.

2.3.1 Audiovisuelle Kommunikation in Smart Home Umgebungen am Beispiel eines Raumklangtelefons

Bei dieser Arbeit handelt es sich um eine Bachelor Arbeit von Rösch [5], die im Umfeld des Living Place Hamburg an der HAW Hamburg entstanden ist. Beschäftigt wurde sich in dieser Arbeit mit der Untersuchung eines Kommunikationssystems im Umfeld einer intelligenten Wohnung. Dabei lag der Fokus auf dem privaten Gebrauch in *Smart Home* Umgebungen. Wertvoll ist diese Arbeit, da sie einen sehr guten Einblick in die Thematik *Ambient Telephony* gibt, welche mit Hilfe von Szenarien für ein Raumklangtelefon den Sinn und Zweck gut veranschaulicht. Ziel der Arbeit war es, wie schon erwähnt, zu untersuchen ob ein solches Telefonsystem umsetzbar ist. Dabei sollte an allen Orten einer Wohnung (Küchen, Wohnzimmer. . .) telefoniert werden können. Als Anforderung an dieses System wurde eine einfache Kommunikation angestrebt. Des Weiteren sollte das Gespräch dem Anwender folgen und bei einem Raumwechsel die erforderlichen Geräte auswählen und alte deaktivieren. Außerdem sollte nicht nur die

Audio-Übertragung ermöglicht werden, sondern auch die eines Videobildes, wenn sich in einem Raum die dafür nötigen Geräte befinden und der Nutzer dieses wünscht.

Das Konzept beruht auf einer Service-orientierte Architektur die verteilte Dienste zur Laufzeit finden und nutzen. Solange die Erweiterungen die Anforderungen erfüllen, lässt sich damit das System einfach erweitern ohne es abzuändern Außerdem können die Erweiterten Komponenten von mehreren Diensten genutzt werden. Ein weiterer Vorteil besteht in der Unabhängigkeit von Betriebssystemen.

Bei der Umsetzung wurden nur die vorhandenen Geräte, die sich im Livingplace Hamburg zu der Zeit befanden, genutzt. Dazu zählt das Indoor Position System Ubisense Real-time Location System. Dieses System arbeitet mit Ultrabreitband-Signalen (UWB), die von mehreren, fest installierten Sensoren empfangen werden. Basierend auf der Entfernung zu den Sensoren, wird so der genaue Standort im dreidimensionalen Raum berechnet[5]. Des Weiteren wurden für den einfachen Aufbau zur Demonstration der Machbarkeit, zwei Notebooks benutzt, die jeweils die Schnittstellen zu einem Fernseher herstellten. Dieses war nötig, da die meisten Endgeräte, in diesem Fall die TV-Geräte, noch nicht den gewünschten Support bereitstellen. Über diese Notebooks konnte eine Telefonverbindung, mit einem externem Teilnehmer hergestellt werden. Beim Wechsel des Raumes wurde die Verbindung jeweils immer auf das Notebook geleitet, in dem sich die Person gerade befand. Der Aufbau ist in Abbildung 2.1 dargestellt.

Da der Livingplace zu dem Zeitpunkt der Umsetzung noch nicht die nötigen Voraussetzungen erfüllt hat, konnte zwar gezeigt werden, dass ein Service-orientiertes System umgesetzt werden kann, es aber bis auf den eben beschriebenen Testaufbau 2.1 nie realisiert wurde.

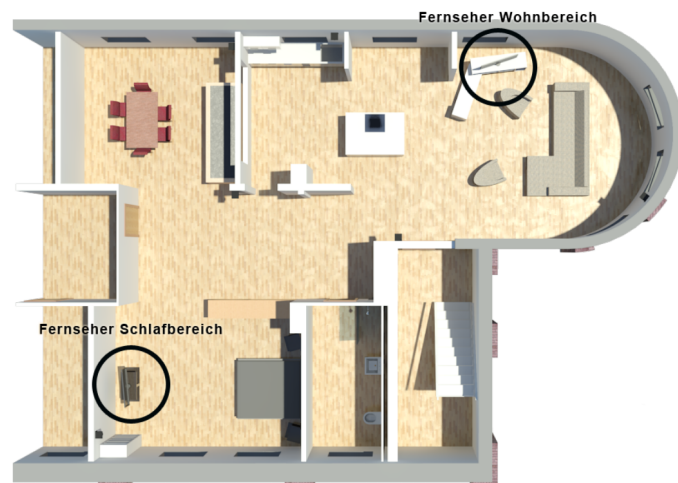


Abbildung 2.1: Die Test-Fernseher im Living Place die zur Machbarkeitsstudie benutzt wurden

2.3.2 Ambient Human-to-Human Communication

Diese Arbeit [3] wurde von Aki Härmä verfasst, ist im *Communication Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments*, vom Springer Verlag, erschienen und wurde bei der EUROSPEECH 2009 (INTER-SPEECH in Europa) vorgestellt. Es wird ein komplettes System, mit Blick in die Zukunft, beschrieben.

Zur Einleitung wird das Gesprächsverhalten der heutigen Kommunikation analysiert, um einen Überblick zu erlangen und die Umsetzung der Bedürfnisse der Nutzern anzupassen. Teile dieser Analyse sind unter anderem die Sprachdistanz (Intim, Persönlich, Sozial, Public, . . .) und Länge eines Gespräches. Hierbei kam er auch zu dem Ergebnis das die Kommunikation über Medien ständig in der Länge und Anzahl steigt, was ein komfortableres Telefonieren unterstreicht.

Als Modell für eine mögliche Umsetzung werden sogenannte Phonelets (siehe Abbildung 2.2) im Raum verteilt. Diese sollen so den Grundgedanken der *Ambient Telephony* verwirklichen.

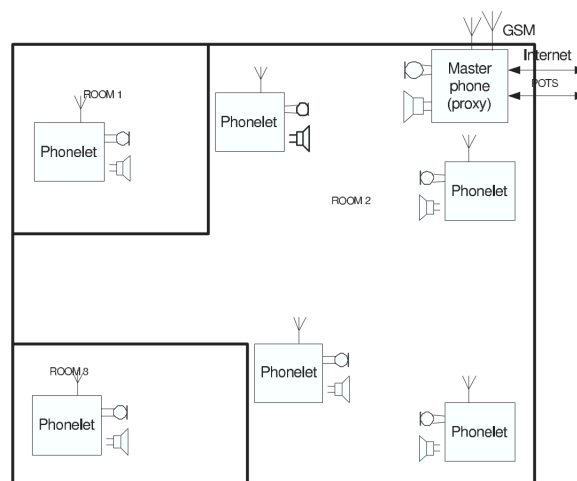


Abbildung 2.2: Verteiltes ambient Telephone System mithilfe von Phonelets

Alle Phonelets besitzen ein Lautsprechersystem sowie Mikrofone und sind miteinander vernetzt. Ein Master Phonelet bietet die Schnittstellen zur Außenwelt, verwaltet und berechnet alle ankommenden Daten und steuert die einzelnen Phonelets. Die Kommunikation zwischen den Phonelets basiert auf dem Ethernet Protokoll.

Einer von vielen Schwerpunkten dieser Arbeit ist die Echounterdrückung. Es werden verschiedene Algorithmen vorgestellt, beginnend bei einem einfachem *half-duplex*, bei dem sich Hören und Sprechen abwechseln, bis hin zu komplexeren Echo Unterdrückungen mit mehreren Kanälen. Drei Beispiele (siehe Abbildung 2.3(b)) hierfür, ist zum einem das in Abbildung 2.3(a) dargestellte System. Dieses kommt zum Einsatz, wenn es sich um Stereo oder Mehrkanalige Audiowiedergabe handelt. Da es sich bei einem *Ambient Telephone Systems* in der Regel um

monophone Signale handelt, ist hier ein System wie in Abbildung 2.3(b) meist ausreichend. Ein noch vereinfachtes System ist in 2.3(c) abgebildet. Hier wird nur noch ein "echo canceler" verwendet. Alle Systeme versprechen gute Erfolge, jedoch ist nicht jedes für jede Situation geeignet. In der vorgestellten Arbeit handelt es sich um verteilte Phonlets, die bei dem System 2.3(a) alle ausgehenden Signale aller anderen Phonlets kennen müssten, was zu einem großem "overhead" führen würde und sich so bei dieser Arbeit das System 2.3(c) favorisiert hat.

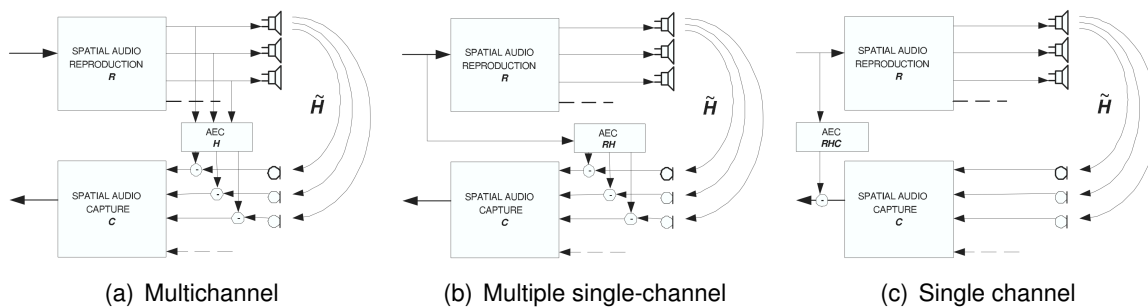


Abbildung 2.3: Drei "echo cancelation" Systeme

Ein weiteres Gebiet mit der sich die Arbeit beschäftigt, ist die richtige Ansteuerung und Wechsel der Lautsprecher. Dieses wird benötigt, wenn der Sound dem Nutzer folgen soll. Dabei geht es hier nicht nur um den Wechsel, sondern die Akustik soll möglichst unbemerkt für den Nutzer von Lautsprecher zu Lautsprecher wandern und dabei dem Nutzer zu jeder Zeit an jedem Ort die gleiche Qualität bieten und die Distanz, zum Teilnehmer an den anderen Ender der Leitung, vermitteln. Algorithmen zur Lösung werden hier allerdings nicht vorgestellt.

Um die eben vorgestellten Szenarien zu verwirklichen, ist es notwendig zu wissen, wo sich die Person befindet. Zur Detektion werden hier drei wesentliche Techniken genannt. Dabei handelt es sich um die Triangulation, Näherungsschalter und Visuelle Analyse. Als letzter Punkt wird der Wunsch nach einer Auto-Kalibrierung beschrieben. Dabei sollen sich die verwendeten Geräte, in diesem Fall die Phonelets, selbst kalibrieren. Der Sinn dahinter ist, dass jede Änderung in einer Wohnung die Akustik verändert (Neue Möbel, Boden, . . .), welche durch die Autokalibrierung vom System selbst korrigiert werden kann, ohne in das Gesamtsystem einzugreifen. Zum Schluss wird noch ein Blick in die Zukunft gegeben, was die fortschreitende Nano Technologie möglich machen könnte. Besonders die Vision Mikrofone und Lautsprecher in die Wand einzuarbeiten verspricht eine Menge an Verbesserungen für die *Ambient telephony*.

2.3.3 Ambient Telephony: Designing a Communication System for Enhancing Social Presence in Home Mediated Communication

Diese Arbeit ist in den Niederlanden an der Industrial Design Faculty in Zusammenarbeit mit Philips Research entstanden. Was diese Arbeit von den anderen unterscheidet, ist das zuvor

mehrere Studien erstellt wurden, um so einen Einblick zu erlangen, an welchen Stellen man ansetzen muss, um ein *ambient telephone* System möglichst nach den Wünschen der Benutzer zu gestalten.

Die erste Studie wurde mit Hilfe von 10 Testpersonen zwischen 25-40 Jahre durchgeführt. Dabei wurden zwei Telefonsysteme bewertet, zum einen ein handelsübliches Schnurloses Telefon und zum anderen ein *ambient phone* (Ohne Licht). Als Ergebnis ließ sich festhalten, dass das *ambient telephone* besser abgeschnitten hat. Ein weiteres Ergebnis der Studie hat ergeben, dass sich einige Personen komisch vorkamen frei in den Raum zu reden, ohne, wie man es gewohnt ist, in ein Telefon zu sprechen. Des Weiteren wurde die nicht konstante und teilweise schlechte Sprachqualität bemängelt. Anhand dieser Studie wurde nun versucht ein neues Design zu entwickeln, um die Missstände aus der Studie zu verbessern.

Mit den neuen Anforderungen wurden fünf Konzepten entwickelt. Diese sind in den Abbildungen 2.4 dargestellt. Hierbei handelt es sich, um sich deutlich voneinander unterscheidenden Modellen. Das *UFO* (2.4(a)) ähnelt mit seiner zentralen Basisstation und den verteilten Geräten, dem Konzept der Arbeit, die unter 2.3.2 vorgestellt wurde. Der *Marball* hingegen besteht nur aus dem in Abbildung 2.4(b) dargestellten Ball, der mit Hilfe verschiedener Farben unterschiedliche Status visuell darstellen kann. Mit dem *Photo Frame* wurde versuche das System dem Raum anzupassen. Durch seine Bilderrahmen Optik, wirkt es zunächst wie ein gewöhnlicher Bilderrahmen, jedoch steckt deutlich mehr dahinter. So ist nicht nur das freie Sprechen, sondern die Video Telefonie möglich. Des Weiteren handelt es sich auch hierbei um ein dezentrales Gerät. Ein Gerät mit wieder einem anderen Schwerpunkt ist die *Sunflower* (2.4(d)). Durch den Schwenkbaren Kopf, kann das Gerät den Sprechenden folgen und soll so die Audioqualität verbessern. Das letzte Konzept ist das *INVISIBLE* (2.4(e)), das wie der Name schon sagt, versucht unsichtbar zu sein. Das hat den Vorteil, dass bei der Verteilung der Geräte in der Wohnung die Wohnatmosphäre nicht verloren geht. Erst wenn dieses Gerät aktiv wird, fängt es Kontaktspezifisch in verschiedenen Farben an zu leuchten und verhält sich damit ähnlich wie der zuvor vorgestellte *Marball*.

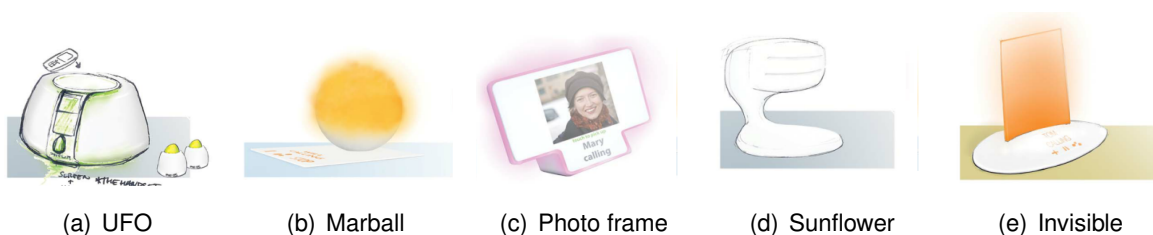


Abbildung 2.4: Fünf Konzepte für ein *ambient phone*

Unter den fünf vorgestellten Konzepten wurde das *Invisible* ausgewählt und unter dem neuem Namen *ambiPhone* entwickelt. Um den Gewinn durch die Erkenntnisse aus der ersten Studie zu bestätigen, wurde jetzt dieselbe Studie zwischen dem *ambient phone* aus der ersten mit

dem neuem entwickeltem *ambiPhone* durchgeführt. Als Ergebnis ließ sich feststellen, dass das neu Entwickelte System, besonders durch die Licht Interaktion besser bewertet wurde, da die Nutzer nun ein Feedback vom Gerät bekamen.

2.3.4 A multi-microphone approach to speech processing in a smart-room environment

Die letzte hier vorgestellte Arbeit von Garetta behandelt Mikrofon Arrays zur Aufnahme von Gesprächen in Smart Home Umgebungen. Entstanden ist die Arbeit in Barcelona in dem Testlabor der UPC(Universitat Politècnica de Catalunya) (siehe Abbildung 2.5). Wie schon angesprochen, beschäftigt sich die Arbeit hauptsächlich mit Mikrofon Arrays. Dabei wurde am Anfang analysiert, wo und wie Probleme bei der Sprachaufnahme entstehen. Anschließend wurde der Stand der Technik zur Mikrofon-Array-Verarbeitung für Sprachverbesserung und Erkennung vorgestellt. Erwähnt werden hier hauptsächlich Richtmikrofone, die sowohl in eine feste Richtung zeigen, als auch adaptive, die der Audioquelle folgen, um die Sprachqualität zu verbessern. Anschließend befasst sich ein großer Teil mit automatischer der Spracherkennung. Da dieser Bereich für meine Arbeit nicht relevant ist, wird dieser hier nicht weiter erwähnt.

Interessant ist erst wieder das Kapitel über Audioquellen Verfolgung und Bestimmung der Kopfausrichtung. Dazu gibt es zwei Techniken, die für die Berechnung genutzt werden können: Zum einen *Direction of Arrival (DOA)* und zum anderen *Time Difference of Arrival (TDOA)* die zwischen Paaren von Mikrofonen gemessen wird. Im Allgemeinen sind die DOA nicht so populär, da sie im Gegensatz zu den TDOA deutlich komplexer sind. Mithilfe dieser Techniken und der dadurch erhaltenden Messwerte, ist man nun in der Lage die Audioquelle zu Lokalisieren und sogar die Kopfausrichtung zu bestimmen. Wie in Abbildung 2.5 zu erkennen ist, wird dazu eine Menge an Hardware benötigt. Dazu kommen noch Probleme, wenn sich mehrere Audioquellen in dem Raum befinden.

Am Schluss wird auch hier noch ein Blick in die Zukunft geworfen und es wurde festgestellt, dass es trotz der Erfolge im Testlabor noch ein weiter Weg zum Ziel ist.

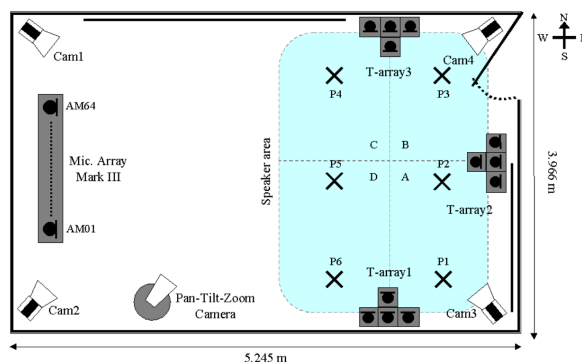


Abbildung 2.5: Testlabor des UPC smart-romm

3 Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Arbeit wurden vier Arbeiten, im Bereich der *ambient telephony* beschrieben, die sich in unterschiedlichster Weise mit dem Thema befassen haben.

Der Ansatz der service-orientierten Architektur wurde in Kapitel 2.3.1 vorgestellt. Damit diese Architektur funktioniert, benötigt es viele kompatible Geräte die mindestens in der Lage sind Audiosignale abzuspielen und aufzunehmen. Das Konzept aus Abschnitt 2.3.2 hingegen, besteht auch aus einem dezentralem Ansatz, jedoch werden hier für das System entwickelte Phonelets zur Audio Aufnahme und Wiedergabe genutzt. Des Weiteren wurden hier viele Algorithmen zu bekannten Problemen wie der Echo- und Rauschunterdrückung beschrieben und sich ausführlicher mit der Lokalisierung von Personen befassen. Die Arbeit aus 2.3.3 beschäftigte sich viel mehr damit, wie man ein solches System benutzerfreundlich machen kann. Dazu wurden mehrere Studien durchgeführt, die bei der Entwicklung mehrerer Konzepte Einfluss genommen haben. Auch hier setzte sich ein am Ende ein dezentrales System durch, das sich nur von seiner Interaktion durch verschiedene Farben von dem Modell aus 2.3.2 unterscheidet. Bei der letzten Arbeit, ging es nicht konkret um die *ambient telephony*, allerdings beschäftigte sie sich mit Teilen der Kernprobleme. Es wurde detailliert auf die Audio-Sprachaufnahme eingegangen. Außerdem wurde ein Verfahren zur Audioquellen Lokalisierung und Kopfausrichtung mit Hilfe von Richtmikrofonen beschrieben, wodurch man auf andere Lokalisierungsverfahren, zum Beispiel durch Kameras, verzichten könnte.

Für die in dieser Arbeit beschriebene Problemstellung und Zielsetzungen, hat sich herausgestellt, dass keine der vorgestellten Lösungen übernommen werden kann. Aus diesem Grund wird in weiterführenden Arbeiten eine Kombination aus Konzepten und Modellen genutzt, um eine optimale Umsetzung für den Living Place Hamburg zu erstellen.

Literaturverzeichnis

- [1] ACM: *SIGDOC / SIGDOC Blog*, 2012. – URL <http://sigdoc.acm.org/>
- [2] GARETA, Alberto A.: *A multi-microphone approach to speech processing in a smart-room environment*, Universitat Politècnica de Catalunya, PhD Thesis, February 2007
- [3] HARMA, A: Ambient human-to-human communication. In: NAKASHIMA, Hideyuki (Hrsg.) ; AGHAJAN, Hamid (Hrsg.) ; AUGUSTO, Juan C. (Hrsg.): *Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments*. Springer, 2009, S. 795–823
- [4] IEEE: *ICASSP 2012 | 2012 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing | March 25-30, 2012 | Kyoto, Japan, 2012*. – URL <http://www.icassp2012.com/>
- [5] RÖSCH, Sebastian: *Audiovisuelle Kommunikation in Smart Home Umgebungen am Beispiel eines Raumklangtelefons*, HAW Hamburg, Diplomarbeit, 2011
- [6] SOLUTIONS, Conference: *InterSpeech 2012 - Portland Oregon, 2012*. – URL <http://interspeech2012.org/>
- [7] T, Lilienthal ; M, Zapp: *Barrierefreie Telekommunikationstechnik bereitstellen*, 2012. – URL <http://www.hoerkomm.de/barrierefreie-telekommunikationstechnik.html>