



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Ausarbeitung Anwendung 1 WS 11/12

Sven Boris Bornemann
Mobile Türklingel für Smart Homes

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	3
1.1 Smart Homes	3
1.2 Context Awareness	4
2 Analyse	6
2.1 Szenario	6
2.1.1 Peter besucht Sandy	6
2.1.2 Peter kommt nach Hause	6
2.2 Anforderungen aus den Szenarien	7
3 Konzepte	11
3.1 Blackboard Architektur	11
3.2 Serviceorientierte Architektur	11
4 Fazit	14
4.1 Zusammenfassung	14
4.2 Ausblick	14
Literaturverzeichnis	15

1 Einführung

In den heutigen Wohnungsumgebungen sind jetzt schon eine Vielzahl von technischen Objekten enthalten, die über verschiedenste Schnittstellen wie LAN, WLAN oder Bluetooth miteinander kommunizieren können. Viele dieser Objekte werden durch die fortschreitende Miniaturisierung der Technik immer kleiner und verschwinden somit aus der Wahrnehmung des Anwenders. Diese Entwicklung beschrieb Mark Weiser als Erster in seinem Artikel: The Computer for the 21st Century (Weiser (1991)). Durch diese Entwicklung werden die Geräte nicht nur kleiner, sondern sie werden auch mit immer mehr Funktionalitäten ausgestattet. Beispiele hierfür sind die Fernsehgeräte^{1 2} der neusten Generation und Smartphones. Gerade Smartphones können aufgrund ihrer Vielseitigkeit und den daraus resultierenden Möglichkeiten den Komfort in Smart Home Umgebungen erhöhen. Über das Smartphone können beispielsweise andere Geräte wie Fernseher und Stereoanlagen gesteuert werden. Ebenfalls dienen sie zur Informationsbeschaffung, somit kann der Anwender jederzeit aktuelle Informationen aus dem Internet beziehen oder den Status seiner Haushaltsgeräte abfragen. Das Unternehmen RWE³ bietet seinen Kunden beispielsweise die Möglichkeit diverse Geräte wie Heizung und Licht, über ein Smartphone zu steuern.

1.1 Smart Homes

Mit dem Begriff "Smart Home" wird eine intelligente Wohnungsumgebung beschrieben, die dem Bewohner durch den Einsatz von Technik das Leben einfacher und komfortabler gestalten soll. Dafür werden dem Anwender Dienste zur Verfügung gestellt, die ihre Informationen über eine Vielzahl von Sensoren erhalten. Diese Informationen werden gesammelt und analysiert. Anschließend kann auf aktive Geschehnisse mittels der Aktorik eingegangen werden. Dabei soll, laut Weiser (1991), die Technik für den Anwender nicht mehr sichtbar sein. Um dies zu erreichen, müssen intuitive Mensch-Maschinen-Interfaces geschaffen werden. Gegenüber einer normalen Wohnungsumgebung bietet ein Smart Home dem Bewohner eine

¹Samsung Smart TV: <http://samsung.de/de/microsites/smarttv/default.aspx>

²Samsung Remote App: https://market.android.com/details?id=com.samsung.remoteTV&feature=search_result#?t=W251bGwsMSwxLDEslmNvbS5zYW1zdW5nLnJlbW90ZVRWII0.

³RWE Smart Home: <http://www.rwe-smarthome.de/web/cms/de/457156/smarthome/informieren/was-ist-rwe-smarthome/>

Vielzahl von Vorteilen. Die folgenden drei Vorteile identifizierte [Augusto \(2007\)](#) in dem Artikel Ambient Intelligence: The Confluence of Ubiquitous/Pervasive Computing and Artificial Intelligence:

- Höhere Sicherheit
- Komfort
- Reduzierung von Kosten

Zur Zeit entstehen diverse Labore auf der ganzen Welt, die alle Bereiche des intelligenten Wohnens untersuchen. Hierzu gehört auch das Living Place Hamburg, welches sich an der HAW Hamburg befindet. In der $140m^2$ großen Wohnungen können neue Systeme und Interaktionsmöglichkeiten in einer realen Umgebung untersucht werden. Die Abbildung 1.1 zeigt einen Grundriss des Labors.

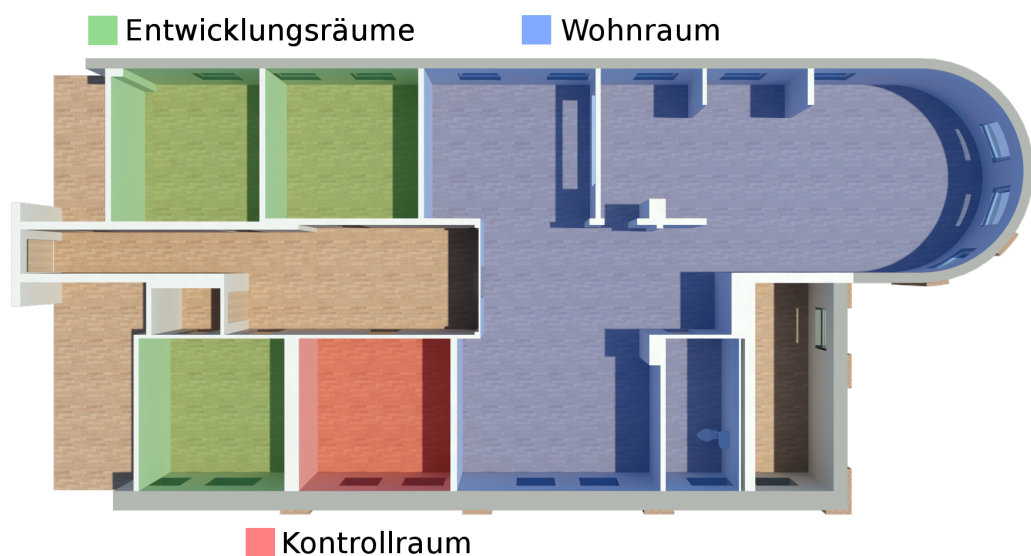


Abbildung 1.1: Grundriss des Living Place Hamburg (Erstellt von Bastian Karstaedt und Kjell Otto)

1.2 Context Awareness

Bei einer Kommunikation zwischen zwei Menschen, wird die Bandbreite der Konversation durch situationsbezogene Informationen angereichert. Diese Informationen, die auch als

Kontext bezeichnet werden können, gehen bei einer Interaktion zwischen Mensch und Computer verloren. Ziel einer Context Aware Application ist es den Kontext zu nutzen und somit eine einfachere Interaktion zu ermöglichen. Des Weiteren sollen es diese Daten einer Anwendung ermöglichen selbständig auf gegebene Situationen reagieren zu können. Um zu verstehen was Kontext ist und ihn effizient nutzen zu können, muss dieser definiert werden. Eine mögliche Definition lautet:

Context is any information that can be used to characterize the situation of an entity. An entity is a person, place, or object that is considered relevant to the interaction between a user and an application, including the user and applications themselves.

*Anind K. Dey and Gregory D. Abowd
Dey und Abowd (1999)*

Welche Informationen für eine Applikation relevant sind, hängt zum einen von der Anwendung, zum anderen von der vorherrschenden Situation ab. Daher müssen so viele Informationen wie möglich gesammelt werden, damit der Kontext möglichst genau bestimmt werden kann. Um die Entwicklung einer Anwendung zu vereinfachen, haben [Dey und Abowd \(1999\)](#) vier Kategorien definiert, in welche die gesammelten Informationen eingeordnet werden können. Hierbei handelt es sich um die primären Kategorien: Ort, Identität, Aktivität und Zeit. Aus diesen können nun sekundäre Kontextinformationen abgeleitet werden. Aus der Identität können beispielsweise weitere Informationen wie Telefonnummer, Adresse, Freunde, etc. bezogen werden.

2 Analyse

2.1 Szenario

Im folgenden werden zwei unterschiedliche Szenarien vorgestellt, um die möglichen Funktionen einer mobilen Türklingel-Applikation aufzuzeigen.

2.1.1 Peter besucht Sandy

Peter ist auf dem Weg zu Sandys Wohnung. Sobald sich Peter vor der Tür von Sandy befindet, wird dies durch das Smartphone von Peter erkannt. Es interagiert daraufhin mit der Wohnung und bietet Peter mögliche Funktionalitäten wie das Klingeln oder das hinterlassen einer Nachricht an. Daraufhin wählt Peter die Option zu klingeln und es wird ein Live Video vom Smartphone auf den Fernseher im Wohnzimmer transferiert, welcher sich in der Nähe von Sandy befindet. Zusätzlich leuchtet ein kleiner Würfel auf und signalisiert somit ebenfalls, dass jemand geklingelt hat. Sandy sieht nun auf dem Fernseher das Peter vor der Tür steht und dreht daraufhin den leuchtenden Würfel im Uhrzeigersinn, wodurch sich die Tür öffnet. Peter tritt in die Wohnung ein und begrüßt Sandy.

2.1.2 Peter kommt nach Hause

Peter kommt vom Einkaufen nach Hause und steht nun vor seiner Haustür. Sein Smartphone erkennt dies und interagiert daraufhin mit der Wohnung. Die Wohnung bemerkt hierbei, dass es sich bei der Person vor der Tür um Peter handeln könnte. Daraufhin wird Peter auf seinem Smartphone begrüßt und gebeten sich zu authentifizieren. Peter hält sein Gesicht vor die eingebaute Kamera seines Smartphones, um sich per Gesichtserkennung zu authentifizieren. Nach der erfolgreichen Gesichtserkennung öffnet sich die Tür seiner Wohnung und das Smartphone zeigt Peter an, dass ihn drei Personen während seiner Abwesenheit besuchen wollten. Zur gleichen Zeit schaltet die Wohnung das Licht ganz nach Peters Vorlieben ein und spielt seine Lieblingsmusik ab. Peter geht in die Küche und packt seinen Einkauf aus.

2.2 Anforderungen aus den Szenarien

Aus den eben beschriebenen Szenarien wird deutlich, dass die mobile Türklingel mit dem Smart Home interagieren muss, wenn eine Person vor der Tür steht. Hierfür können verschiedene Informationen herangezogen werden, um den Komfort und die Funktionsvielfalt des Systems zu erhöhen.

Signifikante Informationen sind hier:

- Wer steht vor der Tür?
- Wie ist der momentane Kontext in der Wohnung?

Mittels der ersten signifikanten Information kann die Wohnung sich auf diese Person einstellen. Das bedeutet sie kann die Lieblingsmusik abspielen und die passende Lichtstimmung aktivieren, falls diese Informationen für eine Person vorhanden sind. Des Weiteren kann die Wohnung der mobilen Türklingel-Applikation die Funktionen mitteilen, welche die Person ausführen darf. Mit Funktionen sind hier Interaktionen wie das Klingeln, Abrufen von Nachrichten oder das Öffnen der Tür gemeint.

Die zweite signifikante Information ist der aktuelle Kontext in der Wohnung. Durch diesen können ebenfalls Interaktionsmöglichkeiten in der mobilen Türklingel-Anwendung eingeschränkt oder erweitert werden. Ein Beispiel hierfür könnte der Kontext "Nacht" sein. In diesem Kontext liegt der Bewohner in seinem Bett und schläft. Da der Bewohner in diesem Kontext nicht gestört werden möchte, bietet die Türklingel einem Besucher nur die Möglichkeit eine Nachricht zu hinterlassen, aber nicht zu klingeln. Diese Interaktionsmöglichkeiten können hier auch von der Person abhängig sein. Steht beispielsweise ein Familienmitglied vor der Tür, darf dieses trotz des Kontextes "Nacht" klingeln.

Für das System sind Informationen wichtig, um auf einen aktuellen Kontext reagieren zu können. Für die Realisierung des Systems ist jedoch nicht nur der Kontext entscheidend. Wie die Abbildung 2.1 verdeutlichen soll, ist das Zusammenwirken verschiedener Themengebiete notwendig.

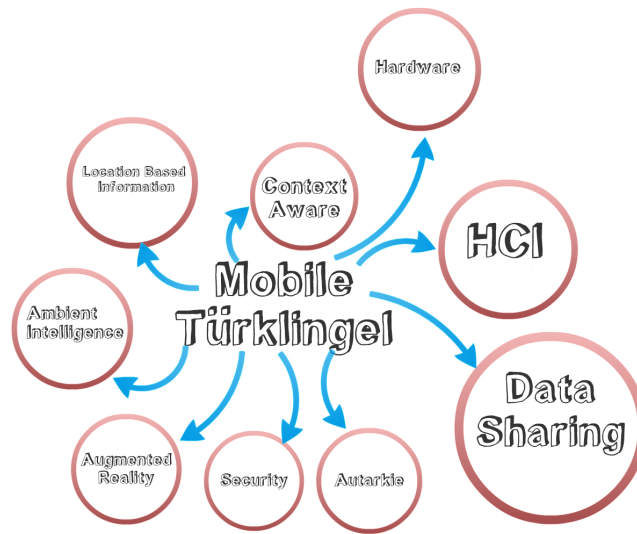
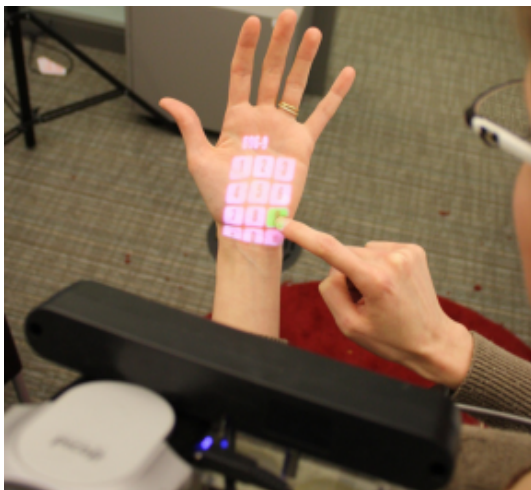


Abbildung 2.1: Verschiedene Teilgebiete des Systems

Zum einen das Teilgebiet der Human Computer Interaction (HCI). Um eine hohe Akzeptanz des Anwenders zu erlangen, muss das System möglichst leicht und intuitiv zu bedienen sein. Dem Bewohner des Smart Homes stehen dabei mehr Interaktionsmöglichkeiten zur Verfügung als dem Besucher, da dieser auf die Interaktion mit seinem Smartphone beschränkt ist. Dem Bewohner stehen je

nach Ausstattung seiner Wohnung mehrere Interaktionsmöglichkeiten zur Verfügung, beispielsweise Sprach- und Gestensteuerung. Ein Beispiel für den Ansatz gestenbasierter Steuerung wird in der Arbeit von [Harrison u. a. \(2011\)](#) präsentiert. Wie in [Abbildung 2.2](#) gezeigt ist, handelt es sich hierbei um ein tragbares Multitouchsystem, welches Interaktionen auf jeder Oberfläche erlaubt. Eine weitere Möglichkeit stellen Tangible User Interfaces (TUI) dar. In diesem Konzept werden Gegenstände aus der realen Welt nicht ersetzt, sondern um virtuellen Funktionen bereichert. Im Gegensatz zur Sprache oder zu Gesten, bieten TUIs ein haptisches Feed-

Abbildung 2.2: Microsoft Omnitouch (Quelle: [Harrison u. a. \(2011\)](#))

back und können somit das menschliche Bedürfnis nach greifbarem Kontakt mit der Umwelt erfüllen (Hornecker (2008)). Ein Beispiel für Tangible User Interfaces wurde im Szenario 2.1.1 beschrieben. Der dort genannte Würfel ist in Abbildung 2.3 dargestellt. Der an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg entwickelte Hamburg Cubical (Gregor (2011)) bietet dem Benutzer intuitive Interaktionsmöglichkeiten. Hierbei wird die Art der Funktion aktiviert, indem der Hamburg Cubical auf eine entsprechende Würfelseite gelegt wird. Die Steuerung der Funktion findet danach über eine Drehbewegung im oder gegen den Uhrzeigersinn statt.

Welche Interaktionsmöglichkeit für den Anwender die geeignetste ist, hängt jedoch von der aktuellen Situation ab. Ein gestenbasiertes Steuerungskonzept ist möglicherweise nicht von Vorteil, wenn der Anwender gerade eine Tätigkeit ausübt, wie beispielsweise Kochen. Eine intuitive Bedienung ist für den Anwender erst dann möglich, wenn alle Interaktionskonzepte zu einer multimodalen Interaktion verschmelzen (Witt (2011)).

Zum anderen stellt die Sicherheit ein enormes Teilgebiet des Systems dar. In einem so



Abbildung 2.3: Hamburg Cubical

sensiblen Bereich, wie der privaten Wohnungsumgebung, muss gewährleistet werden, dass keine fremde Person Zutritt zur Wohnung erhält. Dies kann über eine simple Passwortabfrage oder modernere Methoden wie Sprach-¹ oder Gesichtserkennung realisiert werden.

Des Weiteren müssen neue Anforderungen an die Erstellung und Wartung von Berechtigungen gestellt werden. Mazurek u. a. (2010) weisen darauf hin, dass im häuslichen Umfeld andere Richtlinien für Berechtigungssysteme gelten, als das beispielsweise in Unternehmen der Fall ist. Es müssen Interfaces geschaffen werden, die es technisch unerfahrenen Anwendern ermöglichen Rechte zu definieren und zu warten. Ebenfalls müssen Lösungen für die Benutzung mehrerer mobiler Endgeräte geschaffen werden. Des Weiteren werden

¹Voice Ident: http://www.itenos.de/itenos/itenos-secure-it/biometrische-stimmerkennung-voiceident_247.html

Konzepte für das Ausleihen mobiler Endgeräte benötigt, für den Fall das Bewohner Geräte an Freunde verleihen.

Aus den Szenarien 2.1.1 und 2.1.2 geht ebenfalls hervor, dass sich die Smartphones in das Wohnungsnetzwerk integrieren müssen, um die genannten Funktionalitäten anbieten zu können. Um den Komfort für den Anwender nicht zu verringern, sollte dies möglichst autonom geschehen. Hierfür können diverse Funkstandards wie WLAN, NFC², RFID³ oder Bluetooth genutzt werden. In der Arbeit von [Chen u. a. \(2011\)](#) wurden Kombinationen dieser Technologien nach Initialisierungszeit und Datenrate bewertet.

Das beste Ergebnis erzielte hierbei die Kombination aus NFC und einem Hotspot. Wie mittels dieser beiden Technologien eine autonome Integration mobiler Endgeräte realisiert werden könnte, wird in Abschnitt 3.2 aufgezeigt. Die Kombination anderer Techniken wie NFC und Bluetooth wären ebenfalls denkbar. Allerdings ist bei dieser Kombination die Initialisierungszeit höher als bei der eben vorgestellten. Des Weiteren bietet Bluetooth nicht die erforderliche Bandbreite zur Übertragung der Live Videos, wie es in den Szenarien beschrieben wurde.

²Near Field Communication

³Radio-Frequency Identification

3 Konzepte

3.1 Blackboard Architektur

Die Blackboard Architektur bietet die Möglichkeit unvollständige oder approximierte Lösungen zu erstellen. Dieses Verfahren kommt zum Einsatz, wenn keine deterministischen Lösungsstrategien bekannt sind. Hierzu stellen unterschiedliche Subprogramme, die für eine spezialisierte Aufgabe zuständig sind, ihre Ergebnisse auf einer globalen Struktur bereit. Diese spezialisierten Programme arbeiten unabhängig voneinander, versuchen aber gemeinsam eine Lösung der Problemstellung zu erreichen. Um dies zu ermöglichen, evaluiert eine zentrale Steuerkomponente den Zustand des Systems und koordiniert daraufhin die Subprogramme ([Wells \(1998\)](#)).

In der Arbeit von [Nakajima und Satoh \(2006\)](#) wird als zentrale Komponente ein Personal Home Server (PHS) definiert. Da für jeden Benutzer ein eigener PHS zur Verfügung stehen soll, kann dieser nach den Wünschen und Vorlieben des Anwenders angepasst werden. Weiter führen [Nakajima und Satoh \(2006\)](#) aus, dass erst durch die Personalisierung die Komplexität für den Anwender reduziert werden kann. Diese Personalisierung erfordert die Speicherung personenbezogener Daten, die zum Schutz der Privatsphäre vor anderen versteckt werden müssen.

Damit der PHS dem Benutzer den Status und die Funktionen der Geräte anzeigen kann, durchsucht dieser die Umgebung nach den Geräten und konfiguriert diese. Um den Anwender nicht mit Funktionen und Geräten zu überfordern, wird das Interface automatisch an die Gegebenheiten angepasst. Das bedeutet es werden nur Geräte angezeigt die sich in unmittelbarer Nähe des Anwenders befinden. Des Weiteren werden nur Funktionen dieser Geräte angezeigt, die sich an die Vorlieben des Benutzers anlehnen.

3.2 Serviceorientierte Architektur

In einer serviceorientierten Architekturen (SOA) übernehmen Services die Rolle der Anwendungen ([Starke \(2008\)](#)). Dienste stellen grobgranulare Bausteine von Softwaresystemen dar, die Funktionalitäten und Daten über wohldefinierte Schnittstellen bereitstellen ([Schill und](#)

Springer (2007)). Eine serviceorientierte Architektur besteht laut Dunkel u. a. (2008) aus den Eigenschaften: Kapselung, lose Kopplung, Autonomie, Wiederverwendbarkeit, Komposition und Auffindbarkeit.

Eine mögliche Realisierung einer SOA im Smart Home Bereich beschreiben Bottaro und Gérodolle (2008). Bei diesem Ansatz werden die heterogenen Netzwerkgeräte als eine Instanz beim lokalen Registrierungsdienst abgelegt. Die Clients können diese Instanz abfragen und die Funktion in Anspruch nehmen, die dieses Gerät zur Verfügung stellt. Die systemübergreifende Nutzung der Dienste wird hierbei durch die Abstraktion der Schnittstellen erreicht.

Services

Für die Realisierung der mobilen Türklingel-Applikation muss diese auf Informationen zurückgreifen, die eventuell auch für andere Anwendungen in einem Smart Home relevant sein können. Hierbei kann es sich um Berechtigungen, Lieblingsmusik, Lichteinstellungen oder Termine einer Person handeln. Aus diesem Grund kann die Erstellung von Services eine mögliche Realisierung der mobilen Türklingel-Applikation sein. Diese Dienste werden im nachfolgenden kurz erläutert.

Kontaktdienst

Der Kontaktdienst dient vor allem zur Speicherung personenbezogener Daten. Diese Vielzahl an Daten kann für die verschiedensten Anwendungen einer intelligenten Wohnung von Nutzen sein. Neben Zugangsberechtigungen, die für die Türklingel-Applikation von Interesse sind, können weitere Daten wie Lieblingsmusik, Lichteinstellungen, Adressdaten, Termindaten, etc. hinterlegt werden.

Da hier eine Vielzahl von Daten zusammenkommen, werden diese persistent in einer Datenbank abgelegt. Um es allen Anwendungen in einem Smart Home zu ermöglichen auf diese Daten zuzugreifen, ist es sinnvoll den Kontaktdienst als Webservice zu implementieren. Dies ermöglicht einen systemübergreifenden Zugriff auf die Daten.

Türklingeldienst

Der Türklingeldienst stellt das Kernobjekt der mobilen Türklingel-Applikation dar. Er fungiert als Schnittstelle zwischen allen Services, die in einer intelligenten Wohnung für eine Türklingel relevant sein können.

Sobald ein Smartphone vor der Tür detektiert wird, erhält der Türklingeldienst Daten, anhand derer er das Smartphone identifizieren kann. Mittels dieser Daten werden eventuell vorhandene Informationen und Berechtigungen beim Kontaktdienst erfragt. Zusätzlich initialisiert er ein WLAN, mit dem sich das Smartphone verbinden soll. Daraufhin teilt der Türklingeldienst dem Smartphone alle wichtigen Parameter mit. Hierzu gehören Funktionalitäten die der Person vor der Tür momentan zur Verfügung stehen, sowie die Verbindungsparameter zur Einwahl in das WLAN der Wohnung. Bis zur Einwahl in das WLAN, findet die Kommunikation zwischen Smartphone und Türklingeldienst ausschließlich über NFC statt. In dem Sequenzdiagramm 3.1 wird der eben skizzierte Ablauf einer autonomen Integration eines mobilen Endgerätes in eine Smart Home Umgebung dargestellt.

Wählt der Besucher vor der Tür nun eine der angezeigten Optionen aus, beispielsweise das Klingeln, ist der Dienst für die Entdeckung und die Auswahl von Ressourcen zur audiovisuellen Darstellung verantwortlich. Wie die Reservierung von Ressourcen und die Übertragung von Daten realisiert werden kann, ist in [Bornemann \(2011\)](#) beschrieben. Ebenfalls ist der Türklingeldienst für die Ansteuerung von Hardware, wie beispielsweise elektronischer Türschlösser zuständig.

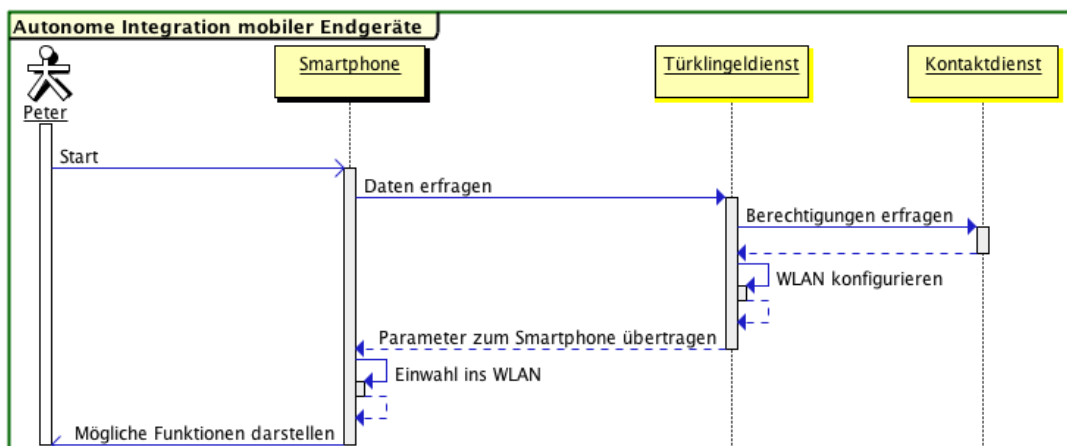


Abbildung 3.1: Ablauf der autonomen Integration eines mobilen Endgerätes

4 Fazit

4.1 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde die Idee einer mobilen Türklingel-Applikation vorgestellt. Dafür wurden in Kapitel 2 zwei Szenarien vorgestellt, welche einen Überblick über mögliche Interaktionen und Funktionalitäten geben sollen. Ausgehend von den Szenarien wurden Anforderungen an das System definiert. Hierunter fallen mögliche Interaktionskonzepte für die Bedienung des Systems, sowie mögliche Konzepte für eine autonome Integration mobiler Endgeräte in Smart Homes.

In Kapitel 3 werden zwei Architekturen für die Realisierung der mobilen Türklingel-Applikation vorgestellt. Zum einen das Konzept einer Blackboard-Architektur, zum anderen das Konzept einer serviceorientierten Architektur. Des Weiteren wurde auf Basis einer serviceorientierten Architektur eine mögliche Aufteilung der Dienste skizziert.

4.2 Ausblick

Bei der Entwicklung einer mobilen Türklingel-Anwendung, sowie der dazugehörigen Architektur und Infrastruktur handelt es sich um neues Themengebiet. Aufgrund des Zusammenspiels verschiedener Themengebiete wie (siehe Abb.: 2.1): Sicherheit, passende Hardware, HCI oder auch Autarkie handelt es sich um einen aufwendigen Entwicklungsprozess.

Aufgrund dessen ist mein Ziel für die nächsten Semester, die Entwicklung einer geeigneten Architektur, sowie der Aufbau einer passenden Infrastruktur. Die Kombination der unterschiedlichen Hardware wie beispielsweise WLAN Access Points, NFC-Lesegeräte und elektronische Schließsysteme und die Aggregation deren Funktionalitäten stellen eine große Herausforderung dar.

Aufgrund der Ausstattung des Living Place Hamburg, mit diversen Sensoren und Aktoren, bietet diese Umgebung alle notwendigen Voraussetzungen für die Realisierung dieser Idee.

Literaturverzeichnis

- [Augusto 2007] AUGUSTO, Juan C.: Ambient Intelligence: the Confluence of Ubiquitous/Pervasive Computing and Artificial Intelligence. (2007). – URL <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.147.553&rep=rep1&type=pdf>. – Letzter Zugriff: 07.07.2011
- [Bornemann 2011] BORNEMANN, Sven B.: *Android-basierte Smart Home Interaktion am Beispiel einer Gegensprechanlage*, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Bachelorarbeit, 2011
- [Bottaro und Gérodolle 2008] BOTTARO, André ; GÉRODOLLE, Anne: Home SOA -: facing protocol heterogeneity in pervasive applications. In: *Proceedings of the 5th international conference on Pervasive services*. New York, NY, USA : ACM, 2008 (ICPS '08), S. 73–80. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/1387269.1387284>. – ISBN 978-1-60558-135-4
- [Chen u. a. 2011] CHEN, Kuang-Ming ; LIOU, Yu-Cheng ; CHEN, Mike: NFC+: NFC-assisted media sharing for mobile devices. In: *Proceedings of the 13th international conference on Ubiquitous computing*. New York, NY, USA : ACM, 2011 (UbiComp '11), S. 575–576. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/2030112.2030220>. – ISBN 978-1-4503-0630-0
- [Dey und Abowd 1999] DEY, Anind K. ; ABOWD, Gregory D.: *Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness*. 1999. – URL <http://sydney.edu.au/engineering/it/~bob/IE/99-22.pdf>. – Letzter Zugriff: 03.02.2012
- [Dunkel u. a. 2008] DUNKEL, Jürgen ; EBERHART, Andreas ; FISCHER, Stefan ; KLEINER, Carsten ; KOSCHEL, Arne: *Systemarchitekturen für Verteilte Anwendungen*. Hanser Fachbuchverlag, 2008. – URL <http://amazon.com/o/ASIN/3446413219/>. – ISBN 9783446413214
- [Gregor 2011] GREGOR, Sebastian: *Seamless Interaction - Entwicklung von Tangible Interaction im Kontext von Smart Homes*, Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Masterarbeit, März 2011

- [Harrison u. a. 2011] HARRISON, Chris ; BENKO, Hrvoje ; WILSON, Andrew D.: OmniTouch: wearable multitouch interaction everywhere. In: *Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology*. New York, NY, USA : ACM, 2011 (UIST '11), S. 441–450. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/2047196.2047255>. – ISBN 978-1-4503-0716-1
- [Hornecker 2008] HORNECKER, Eva: *Die Rückkehr des Sensorischen: Tangible Interfaces und Tangible Interactions*. 2008. – URL <http://www.ehornecker.de/Papers/HDH-Buch.pdf>. – Letzter Zugriff: 20.02.2012
- [Mazurek u. a. 2010] MAZUREK, Michelle L. ; ARSENAULT, J. P. ; BRESEE, Joanna ; GUPTA, Nitin ; ION, Iulia ; JOHNS, Christina ; LEE, Daniel ; LIANG, Yuan ; OLSEN, Jenny ; SALMON, Brandon ; SHAY, Richard ; VANIEA, Kami ; BAUER, Lujo ; CRANOR, Lorrie F. ; GANGER, Gregory R. ; REITER, Michael K.: Access Control for Home Data Sharing: Attitudes, Needs and Practices. In: *Proceedings of the 28th international conference on Human factors in computing systems*. New York, NY, USA : ACM, 2010 (CHI '10), S. 645–654. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/1753326.1753421>. – ISBN 978-1-60558-929-9
- [Nakajima und Satoh 2006] NAKAJIMA, Tatsuo ; SATOH, Ichiro: A software infrastructure for supporting spontaneous and personalized interaction in home computing environments. In: *Personal Ubiquitous Comput.* 10 (2006), September, S. 379–391. – URL <http://dx.doi.org/10.1007/s00779-005-0056-1>. – ISSN 1617-4909
- [Schill und Springer 2007] SCHILL, Alexander ; SPRINGER, Thomas: *Verteilte Systeme: Grundlagen und Basistechnologien (eXamen.press)*. 1. Springer, 3 2007. – URL <http://amazon.com/o/ASIN/3540205683/>. – ISBN 9783540205685
- [Starke 2008] STARKE, Dr. G. ; 3., aktualisierte und erweiterte A. (Hrsg.): *Effektive Software-Architekturen*. Hanser Fachbuchverlag, 2008. – 383 S. – ISBN 9783446412156
- [Weiser 1991] WEISER, Mark: *The Computer for the 21st Century*. 09 1991. – URL <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html>. – Letzter Zugriff: 11.04.2011
- [Wells 1998] WELLS, H. G.: *Pattern-orientierte Software-Architektur*. Addison Wesley Verlag, 3 1998. – URL <http://amazon.com/o/ASIN/3827312825/>. – ISBN 9783827312822
- [Witt 2011] WITT, Kristoffer: *Kontextabhängige multimodale Interaktion mit Schwerpunkt Spracherkennung im Smart-Home Umfeld*, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Masterarbeit, März 2011