



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

## **Ausarbeitung Anwendungen 2**

Malte Kantak

Erreichbarkeit in Smart-Homes – *Related Work*

31. August 2012

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>2</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>3</b>
1.1 Gliederung der Arbeit . . . . .	3
<b>2 Verwandte Arbeiten</b>	<b>4</b>
2.1 Interruption in Interaction Design . . . . .	4
2.2 Best Timing for Interruption . . . . .	7
2.3 Interruptibility using Sensors . . . . .	9
<b>3 Zusammenfassung</b>	<b>13</b>
3.1 Ausblick . . . . .	13
<b>Literatur</b>	<b>14</b>

## Abbildungsverzeichnis

1 Interruption Taxonomie von Gievska und Sibert [ <a href="#">GS05</a> ] . . . . .	8
1.1 Taxonomie . . . . .	8
1.2 Abhängigkeiten . . . . .	8

# 1 Einleitung

Im Rahmen der Arbeit [Kan12a] wurde die Idee eines Erreichbarkeitsagenten für intelligente Wohnungen vorgestellt. Ziel dieser Anwendung soll es sein, aus diversen Sensorinformationen Rückschlüsse auf den Grad der aktuellen Erreichbarkeit eines Bewohners ziehen zu können, um so seine Effektivität bei der Verfolgung seiner aktuellen Aktivität zu steigern und gleichzeitig sein Wohlbefinden im privaten Umfeld zu verbessern. Zur Bestimmung dieses Erreichbarkeitsgrads soll die Beziehung zwischen der kontaktsuchenden Person und dem Kontext der aktuellen Aktivität des Bewohners berücksichtigt werden. Diese Erreichbarkeitsinformationen sollen dann anderen Systemen, wie zum Beispiel einer Telekommunikationsanlage oder einer mobilen Türklingel [Bor12] zugänglich gemacht werden, von welchen die Informationen verwendet werden können um das Leben des Bewohners zu erleichtern. Die Anwendung soll im Kontext des Living Place Hamburg<sup>1</sup> entwickelt werden, sodass sich der Agent in die vorhandene Infrastruktur eingliedert und in dieser Umgebung evaluiert werden kann [Kan12b].

## 1.1 Gliederung der Arbeit

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich in erster Linie damit, verschiedene verwandte Arbeiten zu analysieren, um das Risiko zu vermindern, bereits gelöste Probleme erneut aufwendig lösen zu müssen. So können unter Umständen Teilideen und gewonnene Erfahrungen anderer Projekte für den Erreichbarkeitsagenten verwendet werden. Es sollen also vorhandene Erkenntnisse genutzt werden um sich auf das Kernproblem, die Ermittlung des Erreichbarkeitszustands abhängig von der kontaktsuchenden Person und dem aktuellen Kontext des Benutzers, konzentrieren zu können.

Zu diesem Zweck werden im Folgenden in Abschnitt 2 drei Projekte vorgestellt, welche thematisch mit der Handhabung von Unterbrechungen und der Ermittlung des aktuellen Erreichbarkeitszustands einer Person im Zusammenhang stehen. Nach der Analyse des jeweiligen Projektes werden diese in Bezug auf den Erreichbarkeitsagenten [Kan12a][Kan12b] bewertet und mögliche, verwendbare Aspekte aufgezeigt.

Im Anschluss an die Analyse der verwandten Arbeiten werden eine kurze Zusammenfassung (Abschnitt 3) und ein Ausblick (Abschnitt 3.1) gegeben.

---

<sup>1</sup>ein Smart-Home der Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg [LKG<sup>+</sup>10] – <http://www.livingplace.org> – Zuletzt besucht: 28.08.2012

## 2 Verwandte Arbeiten

In diesem Abschnitt werden drei verwandte Arbeiten vorgestellt und analysiert. Es werden Zusammenhänge und Unterschiede zu der Idee eines Erreichbarkeitsagenten aufgezeigt und wiederverwendbare Aspekte hervorgehoben.

### 2.1 Interruption in Interaction Design

Daniel McFarlane (Lockheed Martin Advanced Technology Laboratories) und Kara Latorella (NASA Langley Research Center) befassten sich in ihrer Arbeit

*The Scope and Importance of Human-Computer Interaction Design* [ML02]

mit der Fragestellung, welche Aspekte in der Entwicklung von Mensch-Maschinen Anwendungen berücksichtigt werden sollten um Fehler durch Stresssituation des Benutzers, erzeugt durch vom System generierte Unterbrechungen, zu vermeiden. Um zunächst die Relevanz der Fragestellung nachzuweisen und mögliche Ansatzpunkte zu ermitteln wurden in der Arbeit drei existierende Systeme analysiert.

#### **Complex Flight Deck**

Es wurden zunächst Versuche mit Linienpiloten in einem herkömmlichen Boing-747 Flugsimulator durchgeführt. Diese Flugsimulatoren werden sowohl für Ausbildungs- als auch Trainingszwecke eingesetzt und ermöglichen die Simulation eines Linienfluges vom Start über die Flugphase bis hin zur Landung. Ziel der Untersuchung war es, den Einfluss von unerwarteten Unterbrechungen auf die Fehlerrate des Piloten herauszustellen. Eine Hälfte der Piloten wurde während der Flugsimulation unvorhergesehen durch Funksprüche der Flugüberwachung oder ähnlichen Störungen unterbrochen, die andere Hälfte nicht. Es zeigte sich, dass die Fehlerrate bei den durch Unterbrechungen gestörten Piloten um 53% höher lag, was zeigt dass Störungen ein sehr hohes Gefahrenpotential darstellen, wenn diese nicht kontrolliert und adäquat weitergegeben werden.

#### **Aegis Weapon System**

Danach wurde das Aegis Weapon System untersucht. Es handelt sich hierbei um ein auf US Amerikanischen Kriegsschiffen eingesetztes Waffensystem, welches diverse Sensorinformationen aller Schiffe innerhalb eines Flottenverbands und zusätzlich Satelliteninformationen auswerten und aus den Daten Gefahrenpotentiale erkennen und Empfehlungen zum Vorgehen generieren kann. Hierbei kann das System in Gefahrensituationen auch autonom reagieren und Abfangraketen in unter 15 Sekunden nach Ortung des Zielobjekts starten, was deutlich schneller ist, als ein Mensch im Normalfall reagieren könnte.

Neben diesen autonomen Fähigkeiten unterstützt das System auch die jeweiligen Schiffe im Flottenverband bei der Bewegungskoordination und der Vorgangsentscheidung. Dazu gibt das System Informationen und Verfahrensempfehlungen an einen Bediener auf dem jeweiligen Schiff in Form einer Textausgabe an einem Terminal weiter. Ein geschulter Bediener benötigt zum Bearbeiten einer Informationsmeldung ca. 5-10 und für eine Verfahrensempfehlung 30-60 Sekunden. Die Bearbeitung dieser Nachrichten war zum Zeitpunkt der Einführung des System noch vollkommen ausreichend. Allerdings ist das System im Laufe der Jahre durch modulare Erweiterungen stetig gewachsen, wodurch unweigerlich die Anzahl der Meldungen, welche an den Bediener weitergegeben werden enorm zugenommen hat. Inzwischen kommt im Schnitt alle 11,5 Sekunden eine Nachricht an. Von diesen Nachrichten sind ca. 90% informativer Natur. Der Bediener befindet sich unweigerlich in einer starken Stresssituation, da auch neue Nachrichten ankommen, während er noch am Bearbeiten einer alten Verfahrensanweisung ist. Vor dem Hintergrund der ersten Untersuchung (Complex Flight Deck) ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass dem Bediener Fehler unterlaufen werden, welche durch ein strukturiertes und kontextsensitives Weiterreichen der Nachrichten vermieden werden könnten.

### **Interaction Situation Assessment and Rollup Tool**

Als drittes Projekt wurde das Interaction Situation Assessment and Rollup Tool (ISART) untersucht, ein Forschungsprojekt des Navy Center for Applied Research in Artificial Intelligence. ISART ist eine Anwendung welche intelligent die Entscheidungsfindung unterstützen soll. In der ersten Stufe unterstützte das System die Entwicklung und Umsetzung eines Luftverteidigungssystem auf einem Flugzeugträger. In weiteren Ausbaustufen kamen dann sukzessive weitere intelligente Analysefunktionen hinzu, wie zum Beispiel die Erkennung von typischen Angriffsmustern. Mit jeder weiteren Funktion stieg allerdings auch die Anzahl der Unterbrechungen, ähnlich wie dies zuvor schon beim Aegis Weapon System zu beobachten war.

### **Taxonomie der menschlichen Unterbrechung**

In den Analysen der drei Systeme wurde deutlich, dass gerade in Berufen welche mit einem hohen Gefahrenpotential bei Fehlern einher gehen, die Belastung durch unkontrollierte Unterbrechungen das Fehlerrisiko unnötig steigert. Es ist notwendig und in einigen Fällen lebenswichtig, dass die Entwickler von solchen Anwendungen sich Gedanken über die Art und Weise machen, wie Ihr System mit Unterbrechungen umgeht. In den letzten beiden untersuchten Systemen wird darüber hinaus deutlich, dass durch kontinuierliche Weiterentwicklung eines Systems die Anzahl der Unterbrechungen zunimmt. Dies ist gerade dann ein Problem, wenn in der ersten Version des System, aufgrund der geringen Anzahl, nicht auf die Behandlung solcher Unterbrechungen geachtet worden ist.

Um solchen Problemen vorzubeugen und die Unterbrechungen so schonend wie möglich an

den Bediener weiterzugeben, liefern die Autoren eine Taxonomie<sup>2</sup> zu menschlichen Unterbrechungen, welche bei der Entwicklung von Anwendungen beachtet werden sollte. Diese gliedert sich in acht Punkte. (a) *Quelle der Unterbrechung*: Es ist wichtig zu wissen, wo die Unterbrechung her kommt. Kommt sie von einem System, oder einer bestimmten Person? Diese Frage ist auch im Kontext des Erreichbarkeitsagenten relevant, da die Quelle der Unterbrechung in Zusammenhang mit dem aktuellen Kontext des Bewohners gesetzt werden soll. (b) *Persönliche Eigenschaften*: Wie gut kann der Benutzer mit Multitasking umgehen? Wie gut kann er nach einer kontextfremden Unterbrechung wieder seine alte Aktivität aufnehmen? Um diese personenspezifischen Eigenschaften zu berücksichtigen wird ein lernendes System benötigt. (c) *Koordinationstechnik*: Welche Koordinationstechnik wird verwendet oder sollte verwendet werden? (d) *Art der Unterbrechung*: Handelt es sich z. B. um einen Hinweis oder eine Anweisung. (e) *Anzeigemethode*: In welcher Form wird die Unterbrechung präsentiert? Denkbar sind verschiedene Möglichkeiten wie z. B. textuell, grafisch oder auditiv. (f) *Übertragungskanal*: Wird die Unterbrechung auf dem aktuell verwendeten Medium präsentiert, oder muss der Benutzer sich auf ein anderes Medium umorientieren? (g) *Änderung der Aktivität*: Muss der Benutzer seine Aktivität verändern um auf die Unterbrechung zu reagieren? (h) *Effekt der Unterbrechung*: Es sollten auch die Effekte berücksichtigt werden, welche durch eine Unterbrechung in der gegenwärtigen Situation hervorgerufen werden können. Es könnte z. B. die Performance leiden oder das Fehlerrisiko steigen.

Entwickler sollten bei der Konzeption ihrer Systeme die acht Punkte der Taxonomie bezüglich der verursachten Unterbrechungen berücksichtigen. So sollte z. B. genau abgewogen werden, in welcher Situation bestimmte Informationen oder Hinweise, in welcher Form an den Benutzer weitergegeben werden um zu verhindern, dass dieser durch die Unterbrechung Stress ausgesetzt wird welcher zu Fehlern führen könnte. Dazu muss das System den aktuellen Kontext der Person berücksichtigen um Unterbrechungen adäquat zu organisieren.

### **Methoden zur Koordination von Unterbrechungen**

Neben der Taxonomie definieren Latorella und McFarlane vier mögliche Methoden um Unterbrechungen zu koordinieren. (a) *Immediate*: Die Unterbrechung wird sofort an den Benutzer weitergegeben, sodass er augenblicklich seine aktuelle Beschäftigung unterbrechen muss. (b) *Negotiated*: Das System meldet den Wunsch einer Unterbrechung an, der Benutzer kann entscheiden, wann er auf diese Unterbrechung reagiert. (c) *Mediated*: Das System sendet seine Anfrage an einen Mediator. Dieser kennt den Kontext des Benutzers und entscheidet für ihn, wann das System den Benutzer unterbrechen darf. (d) *Scheduled*: Das System unterbricht den Benutzer an bestimmten, definierten Zeitpunkten.

Jede dieser Koordinationsmöglichkeiten bietet Vor- und Nachteile. Nach dieser Definition würde der Erreichbarkeitsagent unter die Kategorie *mediated* fallen. Der Erreichbarkeitsagent befindet sich dann in der Rolle des Mediators in leicht abgeschwächter Form. Sinnbild-

---

<sup>2</sup>Modell um Objekte eines bestimmten Bereichs anhand von Merkmalen zu klassifizieren

lich spricht dieser Empfehlungen aus, welche Personengruppe aktuell Unterbrechen könnte. Die entsprechenden Kommunikationsanwendungen entscheiden dann, ob sie die Unterbrechung tatsächlich weiter geben. Man könnte somit von einem beratenden Mediator sprechen.

### **Bewertung**

Die beschriebene Arbeit bietet interessante Ansatzpunkte hinsichtlich des Verständnisses und der Vermeidung von Fehlern durch Unterbrechungen. Ziel des Erreichbarkeitsagenten sollte es sein, zu ermitteln, ob sich die Person aktuell in einem unterbrechbaren Zustand befindet, unter der Berücksichtigung der jeweiligen Kontexte. Dazu ist es von essentieller Bedeutung zu verstehen, unter welchen Bedingungen eine Unterbrechung störend auf den Bewohner wirkt und wann nicht. Dabei können die von Latorella und McFarlane definierte Taxonomie und ihre Methoden zur Koordination von Unterbrechungen helfen. Es ist darüber hinaus positiv zu bewerten, dass diese auf Basis der Analyse existierender Systeme erstellt wurden und die Notwendigkeit der aktiven Behandlung von Unterbrechungen an ihnen gezeigt werden konnte. Allerdings sind sowohl Taxonomie als auch Koordinationsmethoden im Rahmen dieser Arbeit nicht praktisch umgesetzt und deren Effektivität nicht belegt worden.

## **2.2 Best Timing for Interruption**

In ihrer Arbeit:

*Using Task Context Variables for Selecting the Best Timing for Interrupting Users*  
[GS05]

haben sich Sonja Gievaska und John Sibert (The George Washington University) mit einer ähnlichen Fragestellung wie Latorella und McFarlane (Abschnitt 2.1) befasst. Auch in dieser Arbeit geht es den Autoren darum, die Interaktion zwischen Mensch und Maschine dahingehend zu verbessern, dass Unterbrechungen genau dann an den Benutzer weitergegeben werden, wenn es für den Benutzer am günstigsten ist. Ziel der Arbeit war es ein Framework zu entwickeln, mit welchem es Entwicklern von Softwaresystemen erleichtert wird, diesen Zeitpunkt zu bestimmen.

### **Unterbrechungs-Taxonomie**

Gievaska und Sibert definierten als Basis ihres Frameworks zuerst eine dreidimensionale Taxonomie zur Einordnung von Unterbrechungen. Diese Taxonomie ist in Abbildung 1.1 dargestellt. Die drei verwendeten Dimensionen repräsentieren (a) *Environment Context*: Eigenschaften, welche mit der Umwelt bzw. Umgebung des Benutzers in Zusammenhang stehen, wie zum Beispiel räumlich/physikalische oder soziale Einschränkungen. (b) *User Context*: Eigenschaften, welche mit dem aktuellen Kontext des Benutzers zu tun haben, wie etwa

persönliche Vorlieben oder aktuelle Belastung. Und (c) *Task Context*: Eigenschaften, welche mit der aktuellen oder der unterbrechenden Aufgabe zusammen hängen, was zum Beispiel die Wichtigkeit der jeweiligen Aufgabe, aber auch die Ähnlichkeit zwischen den Beiden sein kann.

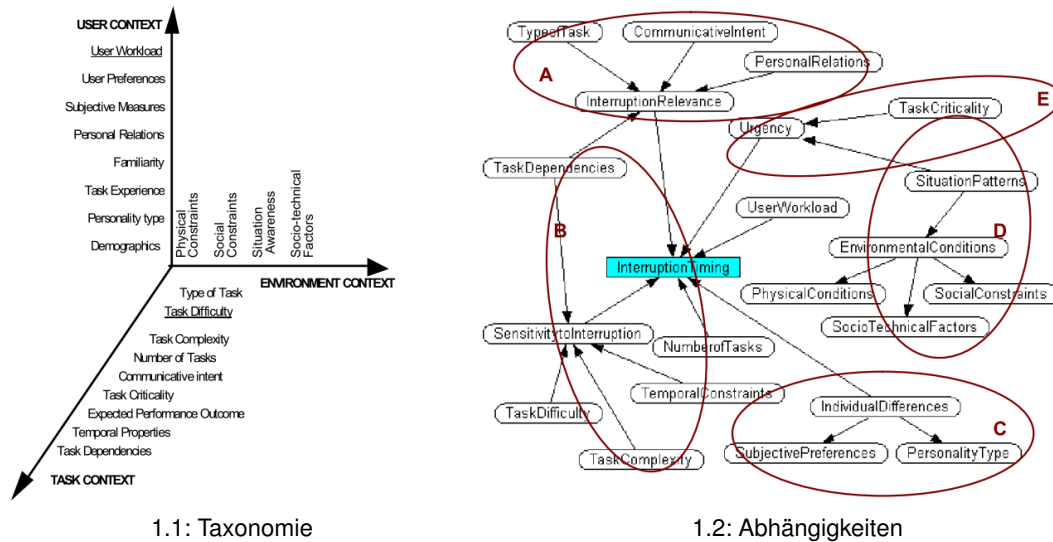


Abbildung 1: Interruption Taxonomie von Gievska und Sibert [GS05]

Auf der Basis dieser Taxonomie haben Gievska und Sibert ein bayessches Netz<sup>3</sup> entwickelt um die kausalen Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Faktoren der Taxonomie abzubilden. Diese Zusammenhänge sind in Abbildung 1.2 dargestellt. Gievska und Siebert beschreiben, dass der beste Zeitpunkt einen Benutzer zu unterbrechen von den in der Abbildung erkennbaren fünf hypothetischen Variablen abhängt. (A) *Interruption Relevance*: Beschreibt inwiefern die unterbrechende Aufgabe zur Bearbeitung der aktuellen Aufgabe relevant ist. (B) *Sensitivity to Interruption*: Wie stark ist der Benutzer gerade mit seiner aktuellen Aufgabe beschäftigt? Die Variable beschreibt also die aktuelle Unterbrechbarkeit. (C) *Individual Differences*: Beschreibt die persönlichen Eigenschaften und Vorlieben des Benutzers. (D) *Environmental Conditions*: Die räumlichen Bedingungen. Beschreibt die aktuelle Möglichkeit die Unterbrechung mitzuteilen. Und (E) *Urgency of interruption*: Beschreibt wie dringend die unterbrechende Aufgabe relativ zur aktuellen Aufgabe ist. Jede dieser Variablen berechnet sich aus verschiedenen Eigenschaften (Abb. 1.2), wobei nicht jede dieser Eigenschaften direkt messbar ist. Einige der Eigenschaften müssen aufwändig (teilweise wieder durch bayessche Netze) aus weiteren, direkt messbaren Werten bestimmt werden.

### Evaluation der Taxonomie

Gievska und Siebert beschreiben in ihrer Arbeit, dass sich bei der praktischen Evaluation

<sup>3</sup>Gerichteter azyklischer Graph, mit Zufallsvariablen als Knoten und Abhängigkeiten als Kanten



die Umsetzung der Taxonomie als bayessches Netz sehr komplex gestaltete, da die Bestimmung der einzelnen Variablen sehr aufwendig sein kann. Sie beschränkten sich deshalb bei der Umsetzung auf Variablen der *Task Kontext* Dimension. In Abbildung 1.2 sind zwar die Abhängigkeiten der einzelnen Variablen beschrieben, die genauen Zufallswerte hängen allerdings von der jeweiligen Problemstellung ab. Verwendet wurden hierzu Daten, welche durch Versuche mit Testpersonen gewonnen wurden, in welchen diese jeweils eine primäre Aufgabe ausführten (strategische Organisation von Ressourcen in einer Angriffssimulation) und dabei in unregelmäßigen Abständen von einer sekundären Aufgabe unterbrochen wurden (Markierung von freundlichen und feindlichen Objekten auf einem Flugzeugradar). Die hierbei ermittelten Daten wurden verwendet um die Zufallsvariablen des Netzes zu ermitteln.

### **Bewertung**

Gievaska und Siebert liefern in ihrer Arbeit eine umfangreiche Taxonomie zur Einordnung von Unterbrechungen und darüber hinaus eine Übersicht der Abhängigkeiten der Eigenschaften der Taxonomie untereinander. Bei der Bestimmung des Unterbrechungszeitpunktes wird die Ähnlichkeit zwischen der aktuellen und der unterbrechenden Aufgabe berücksichtigt, so wie es auch für den Erreichbarkeitsagenten notwendig ist. Für die Umsetzung des beschriebenen Verfahrens sind sehr viele Sensoren erforderlich, was mit einem hohen Kosten- und Implementierungsaufwand verbunden ist. Die tatsächlichen Untersuchungen wurden leider nur auf Basis einer Dimension der Taxonomie durchgeführt.

## **2.3 Interruptibility using Sensors**

Fogarty et al. (Carnegie Mellon University) befassen sich, im Gegensatz zu den ersten beiden Arbeiten (vgl. Abschnitte 2.1 und 2.2), in ihrer Untersuchung:

*Predicting Human Interruptibility with Sensors [FHA<sup>+</sup> 05]*

nicht primär mit vom System generierten Unterbrechungen, sondern hauptsächlich mit der Verbesserung des Arbeitsablaufs von Arbeitnehmern im Büro. Grundsätzlich wird in der Arbeit davon ausgegangen, dass Menschen ziemlich einfach erkennen können, ob man eine Person gerade unterbrechen sollte oder nicht, wenn sie die störende Person vor sich haben. Um dies festzustellen, werden oft nur wenige Sekunden benötigt. Um diese Fähigkeit auf einen Computer zu übertragen wenden Fogarty et al. eine andere Methode an als die beiden schon erörterten Arbeiten.

### **Versuchsaufbau und Datenerhebung**

Es werden zunächst diverse Daten aufgezeichnet und erst im Anschluss an diese Aufzeichnung versucht, die relevanten Eigenschaften zur Erkennung des aktuellen Zustands der zu störenden Person zu extrahieren. Zu diesem Zweck wurde jeweils eine Kamera und ein

Mikrofon in den Büros von vier ausgewählten wissenschaftlichen Mitarbeiter der Carnegie Mellon University installiert, welche deren Tagesablauf überwachen sollten. Diese Kameras wurden so ausgerichtet, dass sie sowohl den Mitarbeiter, sein Telefon und seine Tastatur, sowie die Tür erfassen konnten. In dieser Konfiguration wurden insgesamt 602 Stunden Audio- und Videomaterial aufgezeichnet. Im Nachgang wurden nun Szenen heraus gesucht, in welchen ein Mitarbeiter von einer anderen Person unterbrochen wurde. Diese Szenen wurden im ersten Schritt dem entsprechenden Mitarbeiter vorgespielt, welcher dann seine aktuelle „Unterbrechbarkeit“ auf einer Skala von 1 bis 5 bewerten sollte (mit 1 „*sehr gut unterbrechbar*“ bis 5 „*sehr schlecht unterbrechbar*“). In einem zweiten Schritt wurde nun ermittelt, wie gut andere Menschen diesen Grad der Unterbrechbarkeit erkennen können. Dazu wurden 40 Testpersonen die ermittelten Szenen mit einer definierten Vorlaufzeit von jeweils 30 bzw. 60 Sekunden vorgespielt. Die Testperson sollte nun ebenfalls die Unterbrechbarkeit des Mitarbeiters auf der Skala von 1 bis 5 einschätzen. Es zeigte sich, dass diese Skala unglücklich gewählt war, da sie den Ergebnisraum zu fein auftrennte. Die Trefferquote der Testpersonen lag nur bei 30,7%<sup>4</sup> in Bezug auf diese Skala. Um die Skala zu vereinfachen, fassten die Autoren die ersten vier Einträge zusammen. Zum Einen weil es Ihnen primär darum ging zu erkennen ob jemand gerade unterbrechbar ist oder nicht und zum Anderen da Menschen sehr wohl erkennen können ob man jemanden gerade überhaupt nicht stören sollte, nicht aber in welcher feinen Abstufung sich die Unterbrechbarkeit des Anderen befindet, da dieses Empfinden im großen Maß durch persönliche Erfahrungen und Vorlieben geprägt wird. Nachdem der Ergebnisraum auf die Kategorien „*sehr schlecht unterbrechbar*“ und „*besser unterbrechbar*“ reduziert wurde lag die Trefferquote der Testpersonen bei 76,9%<sup>5</sup>, was die These stützt, dass Menschen in der Lage sind zu erkennen, ob man eine andere Person gerade stören sollte oder nicht.

### **Klassifikation**

Um nun diese Fähigkeit auf ein Computersystem zu übertragen kamen lernende Systeme zum Einsatz. Diese wurden mit einem Teil der Szenen trainiert. Die Trefferquote wurde dann jeweils mit anderen Szenen ermittelt, welche nicht Teil der Trainingsdaten waren. Um zu evaluieren, welches System sich für diese Aufgabe am besten eignet, wurden vier verschiedene lernende Systeme<sup>6</sup> zur Anwendung gebracht und deren Resultate im Nachhinein verglichen. Von diesen vier Systemen wurden im weiteren Verlauf von den Autoren nur noch Entscheidungsbäume und Naïve Bayes beschrieben, da diese beiden Systeme die besten Resultate erzielten. Bei lernenden Systemen ist es von essentieller Bedeutung, die richtigen Merkmale (features) zur Bewertung einer Situation im Vorwege auszuwählen. Dies beinhaltet zwei Teilprobleme, zum Einen die Extraktion der Merkmale aus den vorhandenen Daten und zum Anderen die Auswahl der relevanten Merkmale relativ zur Problemstellung.

---

<sup>4</sup>Nicht signifikant besser als 29,4% welche bei immer „*sehr schlecht unterbrechbar*“ erreicht werden würden

<sup>5</sup>Signifikant besser als 70,6% welche bei immer „*besser unterbrechbar*“ erreicht werden würden

<sup>6</sup>Entscheidungsbäume, Naïve Bayes, Support Vector Maschinen und ADA Boost mit Decision Stumps

### **Wizard of Oz**

Nach der Phase der Datenerhebung lagen die Beobachtungen in Form von 602 Stunden Audio- und Videoaufzeichnungen vor. Um nun weder aufwendige Bild- und Tonanalysen noch erneute Aufzeichnungen mit diversen tatsächlich vorhandenen Sensoren durchführen zu müssen, brachten die Autoren ein *Wizard of Oz* Verfahren zur Anwendung. Bei diesem Verfahren werden Sensoren manuell simuliert und relativ zu dem Videomaterial aufgezeichnet. Zu diesem Zweck entwickelten die Autoren eine Anwendung, mit welcher es einem Anwender möglich war parallel zu der laufenden Szene diverse Informationen (wie z. B. das Öffnen einer Tür oder das Klingeln des Telefons) zu dem Video zu annotieren. Dieses Vorgehen ist sehr kostensparend, da keine teuren Sensoren installiert werden müssen und ist vor allem dann sinnvoll, wenn zum Zeitpunkt der Aufzeichnung noch nicht abschließend klar ist, welche Sensoren tatsächlich benötigt werden.

### **Auswahl der relevanten Merkmale**

Nachdem nun mit dem *Wizard of Oz* Verfahren diverse Merkmale simuliert als Sensorinput vorlagen widmeten sich die Autoren der Auswahl der relevanten Merkmale. Dazu wendeten sie zunächst eine *Information Gain Metric*<sup>7</sup> an, welche die Merkmale nach ihrer Häufigkeit in Verbindung mit dem zu untersuchenden Event sortiert. Tritt ein bestimmtes Merkmal immer dann auf, wenn das Event eintritt, so wird es auch sehr hoch bewertet, da die Wahrscheinlichkeit groß ist, dass diese Merkmal auch in Zukunft wieder in Verbindung mit dem Event auftreten wird. Dieses Verfahren trifft die Aussage allerdings nur auf Basis der Häufigkeit des Auftretens und kann keine Aussagen darüber treffen, wie gut das Merkmal für die Bestimmung tatsächlich verwendet werden kann. Für das weitere Vorgehen verwendeten die Autoren die 30 besten Merkmale, nach Anwendung des Verfahrens. Um nun dem Problem des *Overfittings*<sup>8</sup> vorzubeugen, setzten die Autoren das *Correlation-based Feature Selection*<sup>9</sup> Verfahren ein, welches eine möglichst aussagefähige und kleine Menge von Merkmalen sucht. Mit der hieraus resultierenden Menge von Merkmalen wurden nun die Klassifikatoren trainiert. Die anschließende Beurteilung der Unterbrechbarkeit des Mitarbeiters zeigte eine ähnliche Trefferquote wie die der Testpersonen (*Naïve Bayes*: 77,8%, *Decision Tree*: 76,6%). Bei diesem Verfahren der Merkmalsselektion handelt es sich um ein heuristisches Verfahren, wodurch nicht zwingend die optimalen Merkmale ermittelt werden. Um die Klassifikation zu verbessern, verwendeten die Autoren das *Wrapper-based Feature Selection*<sup>10</sup> Verfahren, welches eine noch aussagekräftigere Kombination von Merkmalen ermitteln sollte. Bei diesem Verfahren wird der entsprechende Klassifikator im ersten Schritt mit jeweils einem Merkmal trainiert. Im zweiten Schritt wird dann das Merkmal, welches im ersten Schritt zu den besten Resultaten geführt hatte mit jeweils einem der anderen Merkmalen kombiniert

<sup>7</sup>Verfahren zur Merkmalsreduktion [Mit97]

<sup>8</sup>irrelevante Unterschiede einzelner Merkmale in einer zu großen Merkmalsmenge führen dazu, dass die beiden Fälle nicht zu dem selben Resultat führen

<sup>9</sup>Verfahren zur Merkmalsselektion auf Basis von Korrelationen der Merkmale untereinander [Hal99]

<sup>10</sup>Ein auf Iterationen basierendes, empirisches Verfahren zur Merkmalsselektion [KJ97]

und das Training wiederholt. Auch hieraus wird nun wieder die beste Kombination ausgewählt und so weiter, bis die Verbesserung zwischen zwei Schritten kleiner als ein definierter Schwellenwert ist. In der beschriebenen Arbeit konnte so der Merkmalsraum auf 10 Dimensionen reduziert werden, mit welchen signifikant bessere Resultate erzielt werden konnten (*Naïve Bayes*: 81,3%, *Entscheidungsbaum*: 82,4%), als die der Testpersonen.

### **Bewertung**

Es konnte in dieser Arbeit gezeigt werden, dass es möglich ist bei der automatischen Erkennung der Unterbrechbarkeit einer Person ähnliche bzw. bessere Resultate zu erzielen als menschliche Testpersonen. Es wurden hilfreiche Verfahren zur Auswahl von Merkmalen und deren Reduktion auf ein akzeptables Maß vorgestellt, welche durch das eingesetzte Wizard of Oz Verfahren sehr günstig zu realisieren sind. Solche Verfahren können für die Entwicklung des Erreichbarkeitsagenten adaptiert werden, um hier die relevanten Merkmale für die Bestimmung der Erreichbarkeit zu detektieren. Die Resultate der vorgestellten Klassifikatoren können bei der Auswahl des lernenden Systems helfen. Die Autoren befassen sich in ihrer Arbeit allerdings nur mit dem „Office-Kontext“ und berücksichtigen nicht den Kontext der störenden Person.

## 3 Zusammenfassung

Das erste vorgestellte Projekt [ML02] (Abschnitt 2.1) zeigt am Beispiel von realen Systemen und Projekten die Notwendigkeit zur Berücksichtigung verschiedener kontextabhängiger Faktoren bei der Weitergabe von störenden bzw. unterbrechenden Nachrichten im Umfeld der HCI<sup>11</sup>. Es wird hervorgehoben, dass Unterbrechungen in unpassenden Momenten zu einem höheren Fehlerrisiko führen. Aus diesen Untersuchungen resultierend werden relevante Eigenschaften definiert und Verfahren zur Koordination von Störungen vorgestellt. Das zweite Projekt [GS05] (Abschnitt 2.2) geht noch einen Schritt weiter, über einfache Unterbrechungen durch Informationsmeldungen oder Verfahrensanweisungen hinaus, zu Unterbrechungen der aktuellen Aufgabe durch andere Aufgaben, unter Berücksichtigung des Zusammenhangs beider. Die Überlegungen werden im Rahmen einer Evaluierung exemplarisch implementiert und zur Anwendung gebracht. Es wird darauf hingewiesen, dass hier die Zusammenhänge sehr komplex sind und sehr viele Sensoren benötigt werden, wodurch sich die Autoren im Rahmen dieser Arbeit auf eine Teilimplementierung beschränken. Das dritte Projekt [FHA<sup>+</sup>05] (Abschnitt 2.3) beschäftigt sich mit der Unterbrechbarkeit von Mitarbeitern im Rahmen des Office-Kontextes und zeigt hier eine alternative Vorgehensweise zur konkreten Ermittlung der relevanten Merkmale auf. Es werden diverse Merkmale unter Verwendung des Wizard of Oz Verfahrens simuliert, sodass keine teure Installation von unter Umständen überflüssigen Sensoren in der untersuchten Umgebung notwendig ist. Die Resultate des Projektes zeigen, dass es durchaus Möglich ist den Zustand der Unterbrechbarkeit eines Mitarbeiters automatisch genauso gut oder besser als ein Mensch zu erkennen.

### 3.1 Ausblick

Viele Ansatzpunkte der vorgestellten Arbeiten können sehr gut im Zusammenhang mit der Umsetzung des Erreichbarkeitsagenten wiederverwendet werden. Die Erkenntnisse bezüglich des Zusammenhangs der aktuellen Aufgabe und der unterbrechenden Aufgabe aus dem zweiten Projekt sollen beim weiteren Vorgehen berücksichtigt werden. Darüber hinaus sollen zur Bestimmung der relevanten Merkmale sowohl das Wizard of Oz Verfahren als auch die beiden Verfahren zur Reduktion des Merkmalsraums (*Correlation-based Feature Selection*, *Wrapper-based Feature Selection*) des dritten Projekts zur Anwendung gebracht werden. Um ein möglichst effizientes lernendes Verfahren einsetzen zu können sollen im weiteren Verlauf der Entwicklung die drei Verfahren Entscheidungs bäume, Bayes/Naïve Bayes und Support Vector Maschinen verwendet und deren Resultate verglichen werden.

---

<sup>11</sup>Human-Computer Interaction (dt: Mensch-Maschine Interaktion)

## Literatur

- [Bor12] BORNEMANN, Sven B.: *Mobile Türklingel für Smart Homes*. Hamburg, Germany, HAW Hamburg, AW1 Ausarbeitung, 2012. – <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master11-12-aw1/bornemann/bericht.pdf> – Zugriff: August, 2012
- [FHA<sup>+</sup>05] FOGARTY, James ; HUDSON, Scott E. ; ATKESON, Christopher G. ; AVRAHAMI, Daniel ; FORLIZZI, Jodi ; KIESLER, Sara ; LEE, Johnny C. ; YANG, Jie: Predicting human interruptibility with sensors. In: *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)* 12 (2005), March, Nr. 1, S. 119–146. – ISSN 1073–0516. – <http://www.interruptions.net/literature/Fogarty-TOCHI05.pdf> – Zugriff: August, 2012
- [GS05] GIEVSKA, Sonja ; SIBERT, John: Using task context variables for selecting the best timing for interrupting users. In: *Proceedings of the 2005 joint conference on Smart objects and ambient intelligence: innovative context-aware services: usages and technologies*. Grenoble, France : ACM Press, Oct. 12–14 2005 (sOc-EUSAI '05). – ISBN 1–59593–304–2, S. 171–176. – <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.73.7234&rep=rep1&type=pdf> – Zugriff: August, 2012
- [Hal99] HALL, Mark A.: *Correlation-based Feature Selection for Machine Learning*. Hamilton, NewZealand, The University of Waikato, Doktorarbeit, April 1999. – <http://www.cs.waikato.ac.nz/~ml/publications/1999/99MH-Thesis.pdf> – Zugriff: August, 2012
- [Kan12a] KANTAK, Malte: *Erreichbarkeit in Smart-Homes*. Hamburg, Germany, HAW Hamburg, Ausarbeitung Anwendungen 1, 2012. – <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master11-12-aw1/kantak/bericht.pdf> – Zugriff: August, 2012
- [Kan12b] KANTAK, Malte: *Vorarbeit für einen Erreichbarkeitsagenten*. Hamburg, Germany, HAW Hamburg, Projektbericht Masterprojekt 1, 2012
- [KJ97] KOHAVI, Ron ; JOHN, George H.: Wrappers for featuresubsetselection. In: *Artificial Intelligence* 97 (1997), December, Nr. 1, S. 273–324. – [https://intranet.cs.aau.dk/fileadmin/user\\_upload/Education/Courses/2010/DWML/papers/kohavi-john-wrappers.pdf](https://intranet.cs.aau.dk/fileadmin/user_upload/Education/Courses/2010/DWML/papers/kohavi-john-wrappers.pdf) – Zugriff: August, 2012

- 
- [LKG<sup>+</sup>10] LUCK, P. D. K. ; KLEMKE, P. D. G. ; GREGOR, S. ; RAHIMI, Mohammad A. ; VOGT, Matthias: Living Place Hamburg - A place for concepts of IT based modern living / HAW Hamburg. Hamburg, Germany, Mai 2010. – Forschungsbericht. – [http://livingplace.informatik.haw-hamburg.de/content/LivingPlaceHamburg\\_en.pdf](http://livingplace.informatik.haw-hamburg.de/content/LivingPlaceHamburg_en.pdf) – Zugriff: August, 2012
- [Mit97] MITCHELL, Tom M.: *Machine Learning*. McGraw-Hill, 1997
- [ML02] MCFARLANE, Daniel C. ; LATORELLA, Kara A.: The scope and importance of human interruption in human-computer interaction design. In: *Human-Computer Interaction* 17 (2002), March, Nr. 1, S. 1–61. – ISSN 0737–0024. – [http://www.unm.edu/cognitive\\_systems/presentations/mcfarlane-hci1701-1-2002%20support%20paper1.pdf](http://www.unm.edu/cognitive_systems/presentations/mcfarlane-hci1701-1-2002%20support%20paper1.pdf) – Zugriff: August, 2012