

Context-Awareness

Andreas Bossard, Matthias Hert
Institut für Informatik, Universität Zürich, Schweiz

3. Juni 2006

Zusammenfassung

Dieses Paper gibt einen Überblick über Context-Awareness. Zuerst werden verschiedene Definitionsmöglichkeiten betrachtet, danach wird auf praktische Anwendungen eingegangen. Bei den praktischen Anwendungen werden vor allem mobile Geräte als Beispiele genommen, da bei diesen mehr Kontext-Informationen vorliegen, als bei ortsgebundenen Geräten. Es soll ein Überblick über die Möglichkeiten und Herausforderungen bei der Gestaltung von Context-Aware Devices gegeben werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	4
2	Definitionen	5
2.1	Definitionen durch Beispiele	5
2.2	Definition durch Synonyme	6
2.3	Allgemeinere Definition	7
2.4	Context-Awareness	7
2.4.1	Kontext erkennen/erfassen	7
2.4.2	Kontext verwenden	8
3	Kontext-Kategorien	9
3.1	Benutzer	10
3.2	Tätigkeit	10
3.3	Soziales Umfeld	10
3.4	Ort	10
3.4.1	objektiv	11
3.4.2	subjektiv	11
3.5	Technische Infrastruktur	11
3.6	Verhältnisse	11
4	Kontextbezogene Nachrichten	12
4.1	Tätigkeit	12
4.2	Soziales Umfeld	12
4.3	Ort	12
4.4	Weniger geeignete Kategorien	13
5	Grundsätze für die Gestaltung	13
5.1	Informationen und Dienstleistungen auf Kontext beschränken	13
5.2	Alle Kontext-Kategorien abdecken	14
5.3	Manuelle Bestimmung von Kontexten	14
5.4	Manuelle Bestimmung mit möglichst wenig Aufwand	14
5.5	Kontext als Information	14
6	Anwendungsbeispiel: Campus Aware	15
6.1	Umsetzung	15
6.2	Evaluation	16
7	Anwendungsbeispiel: SenSay	18
7.1	Kontexterfassung	19
7.2	Beurteilung	20

8 Herausforderungen	20
8.1 Trade-off zwischen Filterung und Freiheit	21
8.2 Korrektheit der Kontextbestimmung	21
8.3 Informations-Überflutung	22
9 Fazit	23
10 Ausblick	23
A Autoren	25

1 Einführung

Die Kommunikation mit Computern ist bisher sehr eingeschränkt. Haupteingabegeräte sind Tastatur und Maus, in manchen speziellen Anwendungsbereichen kommen zwar noch weitere Geräte hinzu, im Allgemeinen bleiben die Kommunikationsmöglichkeiten aber hinter derer zwischen menschlichen Kommunikationspartnern weit zurück. Vor allem Personen, welche sonst nichts mit Computern zu tun haben, empfinden diese Art der Interaktion als unnatürlich. Der Mensch hingegen kann bei der Kommunikation mit seinesgleichen auf eine Reihe von Eigenschaften zugreifen. Er besitzt eine reichhaltige und ausdrucksstarke Sprache. Auf beiden Seiten der Kommunikation ist ein implizites Wissen über das Funktionieren der Welt sowie über Alltagssituationen gegeben. Ebenfalls ist solch ein implizites Wissen über die gerade aktuelle Situation vorhanden. Dieses Wissen kann nun von allen Beteiligten zum Zwecke der Kommunikation genutzt werden. Man spricht in diesem Zusammenhang auch davon, dass ein Kontext besteht und die Kommunizierenden diesen wahrnehmen und verwenden können. [Dey & Abowd 1999]

Im Gebiet der Context-Awareness wird nun versucht diesen Kontext auch im Umgang mit Computern zu erfassen und zu verwenden. Dadurch soll erreicht werden, dass die Interaktion mit Computern für alle Benutzer erleichtert wird. Dadurch würde sich der Nutzen von bestehenden Computersystemen erhöhen und es würden sich neue Anwendungsgebiete eröffnen, an die bisher wegen der eingeschränkten Interaktionsmöglichkeiten nicht zu denken gewagt wurde.

In dieser Arbeit wird zuerst auf einige grundlegende Definitionen eingegangen und dann mögliche Anwendungen zu zeigen.

2 Definitionen

Die Forschung im Bereich Context-Awareness ist noch ein recht junges Gebiet. Aus diesem Grund hat sich noch keine klare und allgemein verwendete Definition des Begriffes „Kontext“ herausgebildet. In diesem Abschnitt werden nun zuerst zwei Arten von Definitionen vorgestellt, die zwar mehrfach von verschiedenen Forschern benutzt wurden, die aber, wie wir zeigen werden, einige schwerwiegende Probleme mit sich bringen. Danach werden wir eine Definition vorstellen die versucht, die Probleme der bisherigen Definitionen zu lösen.

2.1 Definitionen durch Beispiele

Bei dieser Art der Definition handelt es sich um eine Aufzählung von Informationsstücken, welche man zum Kontext gehörend zählt. Beispielsweise hat Schilit und Theimer [Schilit & Theimer 1994] folgende Aufzählung benutzt: *Ort, Personen und Objekte in der Nähe, sowie deren Veränderung*. Es existieren eine Menge solcher Definitionen. Alle sind sich recht ähnlich, einige führen noch die Zeit oder den Status des Benutzers mit ein. Die hier beispielhaft genannte Definition ist noch ziemlich allgemein gehalten. Es gibt aber auch solche die mit langen Listen von Informationsarten sehr präzise definieren, was sie meinen. Es fällt auf, dass die meisten Definitionen Ort und Zeit als wichtig empfinden und oft sogar an erster Stelle erwähnen. Das spiegelt sich auch in den experimentellen Anwendungen wieder. Da sowohl die Zeit wie auch der Ort (jedenfalls ausserhalb von Gebäuden mittels GPS) einfach bestimmbar sind, fanden diese beiden Informationen oft Verwendung in den Applikationen. Das ist auch gerade eines der Probleme, die solch eine Definition hervorruft. Die Definitionen werden je präziser sie sein sollen, immer länger. Eine kurze und allgemeine Definition sagt dann allerdings nicht

sehr viel aus und bleibt meist abstrakt. Es stellt sich dann auch die Frage ob alle aufgezählten Beispiele für alle Anwendungen relevant sind. Wenn wir uns beispielsweise eine kontext-sensitive Tabellenkalkulation zur Auflistung von Gewichten vorstellen, so sind die Personen in der Nähe kaum relevant, während der Ort, um zum Beispiel die Masseinheit automatisch anzupassen, relevant ist. Ein weiterer Kritikpunkt ist die Frage, was mit eigentlich relevanter Information gemacht werden soll, die nicht in der Definition vorkommt? Wir sehen also, dass auf diese Weise eine allgemeine Definition nicht zu erreichen ist.

2.2 Definition durch Synonyme

Andere Forscher haben Kontext einfach durch die Nennung eines Synonymes definiert. Bei Franklin und Flachsbart [Franklin & Flachsbart 1998] wurde so das Wort *Situation* anstelle von Kontext verwendet. Dies löst aber das eigentliche Problem der Definition nicht, sondern verschiebt es nur. Denn nun muss definiert werden, was mit Situation oder einem anderen Synonym gemeint ist. Eine solche Definition macht nur in Anwendungen Sinn, wo es ein Synonym gibt, welches den Sachverhalt genauer beschreibt als das Wort Kontext. Ansonsten hat man durch die Definition nichts gewonnen und der Begriff bleibt sehr „schwammig“. Um eine allgemein verwendbare Definition zu finden stellt sich deshalb dieser Ansatz ebenfalls als unbrauchbar heraus. Denn selbst, wenn man ein präziseres Wort für eine Anwendung findet, so muss man dennoch für jede neue Anwendung ein neues passendes Synonym finden.

2.3 Allgemeinere Definition

Da die bisherigen Definitionsversuche unbefriedigend waren, haben Dey und Abowd [Dey & Abowd 1999] versucht eine allgemeinere Definition zu finden. Sie haben Kontext folgendermassen definiert: „*Context is any information that can be used to characterize the situation of an entity. An entity is a person, or object that is considered relevant to the interaction between a user and an application, including the user and application themselves.*“ Obwohl sich einige Aspekte der früheren Definitionen auch in dieser wieder finden, so ist sie doch viel allgemeiner und flexibler gehalten. Der wichtigste Unterschied besteht darin, dass die Relevanz der Entitäten betrachtet wird. Das bedeutet, selbst wenn zum Beispiel der Ort gegeben ist, er nur dann zum Kontext gezählt wird, falls er für die Anwendung relevante Informationen bietet. So sind zwar die Entitäten nicht für jede Anwendung identisch, die Definition an sich muss aber nicht angepasst werden. Ebenso ist die Art der Entitäten keine abgeschlossene Liste, so dass sie an gegebene Problemstellungen angepasst und für neue erweitert werden kann, wiederum ohne Veränderung der eigentlichen Definition. Somit bietet diese Definition momentan eine solide Grundlage zur Verwendung in eigenen Anwendungen.

2.4 Context-Awareness

Context-Awareness lässt sich nun gemäss [Dey & Abowd 1999] in 2 Stufen unterteilen:

2.4.1 Kontext erkennen/erfassen

In einem ersten Schritt müssen die gegebenen Kontextinformationen von der Anwendung erkannt und erfasst werden. Dies kann entweder automatisch durch ein Netz von Sensoren oder durch manuelle Benutzereingaben erfol-

gen. Obwohl die Erkennung durch Sensoren für den Benutzer bequemer ist, da er keinen Aufwand betreiben muss, hat sie aber auch Nachteile, welche Beachtung finden sollten. Der Schutz der Privatsphäre ist ein wichtiges Thema in diesem Bereich. Nicht nur ist nicht immer klar wer welche Informationen erfasst und was er damit anstellt, sondern ist mit zunehmender Ubiquität der Sensoren nicht mehr ohne weiteres ersichtlich wo und wann Informationen erfasst werden. Eine klare Regulierung seitens der Behörden wäre eine Möglichkeit um diesem Problem entgegenzutreten.

Bei der Erkennung durch Benutzereingaben hat der Benutzer zwar eine grössere Kontrolle über die Verbreitung seiner Daten, allerdings wirkt sich die manuelle Eingabe negativ auf die Benutzung aus. Man müsste dem Benutzer schon gewisse Anreize bieten, damit er die Eingaben tätigen würde. Trotz Anreizen könnte allerdings die Menge und Qualität der eingegeben Daten leiden, was den Nutzen des ganzen Systems senken würde.

2.4.2 Kontext verwenden

Das Ziel des Context-Awareness ist es, durch den gegebenen Kontext das Verhalten einer Applikation an ihn anzupassen. Ist der Kontext also einmal auf eine der oben beschriebenen Weisen erfasst, so kann er ausgewertet und für die Anpassung der Anwendung benutzt werden. Das muss allerdings nicht heissen, dass der Kontext immer angewendet wird. Es besteht auch die Möglichkeit ihn nur zum Zwecke des Logging nur zu speichern oder für eine Anzeige aufzubereiten. Beispielsweise könnte man sich ein System für Notfall-Ärzte vorstellen, bei dem jeder Arzt in seinem Pager ein Sender hat, der er ermöglicht seinen Standort im Krankenhaus zu bestimmen. Im Notfall würden dann diejenigen Ärzte, welche dem Ort des Notfalls am nächsten sind alarmiert. Obwohl hier der Kontext durch den Sender laufend erfasst wird,

verwendet das System diese Information nur in speziellen Fällen.

3 Kontext-Kategorien

Kontexte lassen sich in verschiedene Kategorien unterteilen. Die folgende Unterteilung lehnt sich an Schmidt et al. [Schmidt 1999] an. Die Zeit wird von uns jedoch nicht als eigenständige Entität gesehen, die alle anderen Kontexte durchfließt, sondern wird den Verhältnissen zugerechnet. Wir unterscheiden somit folgende Kontext-Kategorien

- Menschliche Faktoren
 - Benutzer
 - Tätigkeit
 - Soziales Umfeld

- Physikalische Umgebung
 - Ort
 - Technische Infrastruktur
 - Verhältnisse

Diese Kategorien unterscheiden sich insbesondere darin, wie einfach oder schwer sie zu erkennen sind für ein Context-Aware-Device. Menschliche Faktoren sind relativ schwierig automatisch zu bestimmen. Die physikalische Umgebung ist jedoch relativ einfach automatisch zu erfassen. Die folgenden Beispiele und Unterscheidungen der Bestimmbarkeit sind ähnlich zu denjenigen aus Kolari et al. [Kolari 2004, S. 20/21].

3.1 Benutzer

Beispiele für den Benutzerkontext sind Stimmungen, Gewohnheiten oder Tagesabläufe. Insbesondere die momentane Stimmung des Benutzers ist sehr schwer automatisch zu erfassen.

3.2 Tätigkeit

Die wichtigste Unterscheidung hierbei ist diejenige zwischen Arbeit und Freizeit. Diese automatische Unterscheidung von Arbeit und Freizeit kann je nach Arbeit eine grosse Herausforderung sein, da diese nicht von Zeit oder Ort abhängig sein muss.

3.3 Soziales Umfeld

Hier wird analysiert, welche Personen in der Nähe sind, um so herauszufinden, in welcher Situation sich der Benutzer befindet. Zum Beispiel während der Arbeit sind nur Arbeitskollegen in der Nähe. Aber Arbeitskollegen können natürlich auch Freunde sein, welche man in der Freizeit trifft. Somit ist die Unterscheidung nicht immer ganz eindeutig.

Das soziale Umfeld kann auch helfen den Tätigkeits-Kontext herauszufinden. Als Beispiel nehme man die Situation an einer Party, wo alle Freunde um einen herum manuell als Profil auf ihrem Gerät „Party machen“ gewählt haben. Das eigene Gerät erkennt das, und kann somit vermuten dass der Benutzer auch am „Party machen“ ist.

3.4 Ort

Wir unterscheiden hier zwischen objektiven und subjektiven Orten. (Abgeleitet aus [Kolari 2004, S. 20])

3.4.1 objektiv

Ein Ort, welcher für alle Leute die gleiche Bedeutung hat. Zum Beispiel der „dritte Stock des Kaufhauses“. Solche Orte sind relativ einfach erfassbar. Jedoch umso genauer die Ortsbestimmung sein muss, umso schwieriger wird die Bestimmung mit den heutigen Mitteln.

3.4.2 subjektiv

Orte, welche für den Benutzer eine spezielle Bedeutung haben. Zum Beispiel „Mein Zuhause“. Diese können vom Gerät nicht automatisch erkannt werden, und müssen somit vom Benutzer definiert werden (wenn vielleicht auch nur einmalig).

3.5 Technische Infrastruktur

Es wird analysiert, welche anderen technischen Geräte in der Nähe sind. Einerseits um Rückschlüsse auf die Situation zu ziehen, andererseits um zu wissen was für Ressourcen in der Nähe zur Verfügung stehen. Zum Beispiel: Im Geschäft ist der Geschäftsdrucker in der Nähe. Das Gerät kann nun mit ziemlich grosser Sicherheit sagen, dass man sich im Geschäft befindet. Zudem kann es den Drucker als Ressource benutzen um etwas auszudrucken. Falls die entsprechenden Geräte eine Schnittstelle für Wireless-Kommunikation zur Verfügung stellen, ist es einfach diese Geräte zu finden.

3.6 Verhältnisse

Die Verhältnisse sind am einfachsten automatisch zu erkennen. Beispiele hierfür sind Zeit, Licht, Geräusche oder Temperatur. Mit entsprechenden Sensoren lassen sich diese schnell bestimmen.

4 Kontextbezogene Nachrichten

Context-Awareness erlaubt es, Nachrichten (z.B. SMS) genau dann an einen Empfänger auszuliefern, wenn er sich in einem bestimmten Kontext befindet. Im folgenden beschreiben wir nun einige Kontextkategorien, wo dies Sinn macht. Anregungen zu den Beispielen ergaben sich aus Kolari et al. [Kolari 2004].

4.1 Tätigkeit

Man möchte am Wochenende einem Arbeitskollegen eine arbeitsbezogene Nachricht senden. Context-Awareness macht es möglich, dass die Nachricht ausgeliefert wird, wenn er am Montag wieder bei der Arbeit ist.

Vorteile:

- Keine Störung in der Freizeit
- Der Empfänger kann die mit der Nachricht verbundene Arbeit gleich ausführen, und vergisst sie somit eher weniger.

4.2 Soziales Umfeld

Beim letzten Treffen mit deinen Kollegen habt ihr abgemacht, dass ihr euch wieder trefft, wenn alle auf dem Campus sind.

Sobald nun alle wieder auf dem Campus sind, erhält jeder eine Nachricht, worin er gefragt wird, ob er heute Zeit hat gemeinsam Mittag zu essen.

4.3 Ort

Man sitzt in einem Kino und kann während, oder nach dem Film eine Film-Kritik schreiben, und die wird diesem Ort zugeordnet und abgespeichert. Das wäre dann ähnlich einem Onlineforum. So könnte man sich auch nachher zu

einem Drink in einer nahen Bar verabreden.

Natürlich wäre es auch möglich anstatt Text, Multimedia wie Bilder, Filme oder Musik einem Ort zuzuordnen. Das wäre dann eine Art digitales Graffiti.

4.4 Weniger geeignete Kategorien

Eine weitere Möglichkeit wäre bezogen auf die Stimmung oder die Umgebungsverhältnisse des Benutzers eine Nachricht auszuliefern. In der direkten Kommunikation zwischen Freunden macht dies nicht viel Sinn wie sich in Feldexperimenten gezeigt hat. [Kolari 2004, S. 65] Bei Freunden wählt man eher den direkten Versand der Nachricht, da nicht-direkte Nachrichten meistens nur sinnlose und nicht-dringende Nachrichten sind. Zum Beispiel, wenn jemand in der Stimmung „Faulenzen“ ist, und er eine Nachricht vom Kollegen erhält „Aha, du hast noch Zeit zum Ausspannen...“, welche dieser vor einer Woche schon abgesendet hat. Sinnvoller wäre hier einfach die Stimmung als Kontext-Information anzuzeigen, damit Kollegen direkt eine Nachricht senden können, wenn sie sehen, dass ein Kollege sich im Zustand „Faulenzen“ befindet, zum Beispiel um sich zu verabreden. Siehe Kapitel 5.5.

5 Grundsätze für die Gestaltung

Es folgen nun einige Grundsätze, welche bei der Gestaltung von Context-Aware-Devices beachtet werden sollten. Diese sind aus [Kolari 2004] entnommen.

5.1 Informationen und Dienstleistungen auf Kontext beschränken

Es sollen nur Informationen und Dienstleistungen angezeigt werden, welche für den Benutzer in der momentanen Situation von Bedeutung sind. Zum

Beispiel: Jemand möchte chinesisches Essen. Auf seinem Gerät sollten nun nur chinesische Restaurants angezeigt werden, welche innerhalb von 5 Minuten zu Fuß oder mit den öffentlichen Verkehrsmitteln erreichbar sind. Alle anderen Restaurants sollen nicht auf der Empfehlungsliste erscheinen.

Ein weiteres Beispiel: Wenn jemand in einer Sitzung ist, möchte er nur dringende Anrufe erhalten. Unwichtige Anrufe sind für ihn in diesem Moment eine unbedeutende Dienstleistung.

5.2 Alle Kontext-Kategorien abdecken

Das Gerät sollte alle in Kapitel 3 genannten Kontext-Kategorien abdecken, um die Benutzer-Situation möglichst genau erkennen zu können.

5.3 Manuelle Bestimmung von Kontexten

Automatische Bestimmung von Kontext ist komfortabel und vom Benutzer auch bevorzugt, jedoch ist sie nicht immer möglich und kann fehlerhaft sein. Deshalb muss es auch immer möglich sein den Kontext manuell zu bestimmen.

5.4 Manuelle Bestimmung mit möglichst wenig Aufwand

Die manuelle Aktivierung sollte mit möglichst wenig zusätzlichem Aufwand erfolgen. Zum Beispiel kann nur schon durch eine Notiz im Kalender der Kontext manuell bestimmt werden für dieses Meeting.

5.5 Kontext als Information

Benutzer sollten auf jeden Fall die Möglichkeit haben zu erfahren, in welcher Situation sich andere Nutzer befinden. Zum Beispiel wird im Adressbuch des Mobiltelefons gleich auch noch der Kontext der Person angezeigt.

Dabei muss der Benutzer jedoch wählen können, welcher Benutzergruppe welche Informationen zugänglich sein sollen. Zum Beispiel sollte, wenn jemand im Kino für Freunde als Nachricht erscheinen „Ich bin im Kino, schick mir eine SMS“. Für Arbeitskollegen sollten nur weniger Informationen zugänglich sein: „Ich bin nicht erreichbar“.

6 Anwendungsbeispiel: Campus Aware

In [Burrell 2002] wird eine mögliche Anwendung von Context-Awareness vorgestellt. Es handelt sich, bei dem Campus Aware genannten System, um einen elektronischen Campus-Führer für die Cornell University. Die Hauptidee dabei war, den möglichen zukünftigen Studenten einen weitergehenden Eindruck über die Universität zu vermitteln, als dies durch das frühere System der menschlichen Führer möglich war. Bisher hatten ältere Studenten die Interessierten in Gruppen über den Campus geführt und bei Bedarf einzelne Fragen beantwortet. Der Grossteil der Studierenden an der Universität interagierten aber kaum mit den möglichen Neukommilitonen. Somit blieb auch ihr Wissen und Erfahrungen über die Abläufe und das Studium an der Cornell für sie verschlossen.

6.1 Umsetzung

Die zukünftigen Studenten wurden mit PDAs mit GPS-Empfängern ausgestattet und konnten damit frei auf dem Campus-Gelände umherwandern. Wann immer sie an einen Ort mit schon gespeicherter Information kamen, wurde diese auf dem PDA angezeigt. Sie konnten aber auch jederzeit eigene Informationen zu einem bestimmten Ort eingeben. Diese wurden dann dem System hinzugefügt und konnten somit von den nächsten Personen empfangen werden. Die PDAs dienten nicht als Navigationssystem im üblichen

Sinne, das heisst sie hatten keine Karte, welche den Weg zeigt. Sie dienten lediglich als Empfangs- und Eingabegerät für die Nachrichten. Die Idee war eigentlich, dass die Benutzer den PDA wie einen Beeper verwenden. Sie wurde also beim Eintreffen einer Nachricht durch ein Audiosignal informiert und mussten so nicht andauernd auf das Gerät schauen. Wie wir in Kapitel 6.2 noch sehen werden, hat diese Idee so aber nicht immer funktioniert. Da die Eingabe von Texten auf einem PDA eher mühsam ist, hatten sich die Forscher noch eine andere Möglichkeit der Eingabe ausgedacht. Die Benutzer konnten ihre aktuelle Position auch einfach mit „gut“ oder „schlecht“ bewerten. Als weitere Eingabemöglichkeit wurde ein Web-Interface eingerichtet, durch welches vor allem die erfahreneren Studenten von ihrem PC zu Hause aus Orte mit Nachrichten beschreiben konnten.

6.2 Evaluation

Der Cornell-Campus erwies sich als ideales Testfeld für so einen Versuch. Er ist einerseits ziemlich gross, aber andererseits auch abgeschlossen. Die Testpersonen fühlten sich allerdings teilweise etwas „verloren“, da das Campus-Aware-System sie nicht dabei unterstützte zu entscheiden wo sie als nächstes hingehen sollten und wo sie sich gerade aufhielten. Somit hatten sie zwar Informationen zu ihrem aktuellen Standort, aber sie wussten nicht wo weitere interessante Orte zu finden sind. Als Lösung für dieses Problem liess sich eine Karte in das System integrieren, welches die aktuelle Position und interessanten Orte anzeigen würde. Dabei könnte man verschiedene Karten integrieren. Einerseits wäre eine Karte mit den Bewertungen der Orte denkbar. Daraus könnte man ablesen welche Orte beliebt sind und welche nicht. Dies ist in Abbildung 1 gezeigt. Darin bezeichnen die grünen Punkte positiv bewertete Orte und die roten Punkte negativ bewertete Orte. Da es sich um

die aggregierten Daten aller Benutzer handelt, könnte man die Anzahl der Bewertungen pro Ort auch noch mit verschiedenen Grün- beziehungsweise Rottönen kennzeichnen. Andererseits liesse sich auch alle Orte anzeigen an denen Nachrichten hinterlegt wurden. Allerdings müsste man da noch ein Filtersystem einbauen, da es sonst wie in Kapitel 8.3 beschrieben zu einer Informations-Überflutung kommen könnte.



Abbildung 1: Social Map

Ein weiterer Punkt ist die Ablenkung die durch ein solches System entsteht. Obwohl Campus-Aware, wie in Kapitel 6.1 erwähnt, mit einem Mechanismus gegen Ablenkung entwickelt wurde, haben viele Benutzer berichtet sie hätten oft auf den Bildschirm gestarrt und gewartet bis eine Nachricht ankomme und somit einiges von der Umgebung verpasst. In diesem Zusammenhang stellte sich die Frage, ob man besser den Benutzer entscheiden lassen sollte ob er zu einem Ort Nachrichten erhalten will, anstatt alle Nachrichten immer zuzustellen sobald er in die Nähe dieses Ortes kommt.

In Kapitel 3 wurden verschiedene Kontext-Kategorien vorgestellt. Wenn wir jetzt Campus Aware unter diesem Gesichtspunkt betrachten, stellen wir fest, dass nur eine einzige Kategorie benutzt wurde. Dies ist der Ort, andere, zum Teil sicher auch relevante, Kategorien wurden weggelassen. Das wurde aber bewusst so gemacht, um das System für den Anfang einfach zu halten. Dennoch ist beachtlich, was sich alleine aus der Nutzung einer einzigen Kontext-Kategorien erreichen liess. Wenn man jetzt bedenkt, wie der Nutzen durch die Verwendung weiterer Kategorien gesteigert werden könnte, ergeben sich interessante Möglichkeiten. Da die ersten Versuche mit Campus Aware so erfolgreich waren, werden sicherlich weitere Feldversuche mit einem erweiterten System folgen.

Im Allgemeinen hat sich aber gezeigt, dass die hinterlegten Informationen umfangreicher und vielfältiger waren, als dies durch eine von der Universität erstellten Tour möglich gewesen wäre. Die bisherigen Studenten hatte, wie erwartet, nicht nur Fakten, sondern auch Insider-Informationen und Erlebnisse beschrieben. Somit sind zwar eine Probleme und Verbesserungsmöglichkeiten aufgetaucht, aber das eigentliche Ziel einer informativeren Campus-Tour kann als durchaus erreicht betrachtet werden.

7 Anwendungsbeispiel: SenSay

SenSay ist ein Context-Aware Mobiltelefon [Siewiorek 2003]. Aufgrund der erfassten Situation wird entschieden, wie hoch die Lautstärke des Ruftons sein soll und ob die Vibration eingeschaltet werden soll. Ausserdem hat es die Möglichkeit automatisch eine SMS an den Anrufer zurückzusenden, und den Benutzer über verpasste Anrufe zur gegebenen Zeit zu informieren.

7.1 Kontexterfassung

Für die Kontexterfassung benutzt es folgende Daten:

- physikalische Sensordaten
 - Beschleunigungsmesser
 - Sprech-Mikrofon (am Hals)
 - Umgebungs-Mikrofon (auf der Brust)
 - Lichtsensor
- Die Liste der vergangenen Anrufe
- Kalender-Daten
- Adressbuch

Daneben gibt es vier verschiedene Benutzerzustände:

- Nicht stören: Benutzer ist in einer geplanten Besprechung, oder spricht mit jemandem. (Ruftonlautstärke auf lautlos, falls das Telefon in der Tasche ist, Vibration ein, ansonsten Vibration aus.)
- Hohe Aktivität: Der Benutzer ist am Laufen, oder an einem Konzert, in einer Bar oder in einer Disco. (Ruftonlautstärke auf höchster Lautstärke, Vibration ein)
- Unbeschäftigt: Als Beispiele: Benutzer wartet auf den Bus, oder ist alleine am Essen (SenSay erinnert den Benutzer in diesem über verpasste Anrufe)
- Normal: die normalen Benutzereinstellungen. (Falls keine der anderen Zustände zutrifft)

7.2 Beurteilung

SenSay deckt also nur 2 Kontext-Kategorien ab:

- Tätigkeit
- physikalische Verhältnisse

Trotzdem konnten in Experimenten verschiedene Zustände unterschieden werden, um auf die Benutzer-Situation zu schliessen:

- Gehen, Sitzen, Rennen (Beschleunigungsmesser)
- hohe Umgebungslautstärke, leise Umgebung, Unterhaltung mit anderer Person (Mikrofone)
- in der Tasche, in der Hand, auf dem Tisch (Lichtsensoren)

Leider wurden anscheinend keine Feldexperimente mit SenSay gemacht, wo die Zuverlässigkeit der Kontextbestimmung überprüft wurde. Dies kann daran liegen, dass SenSay nicht genug ins Mobiltelefon integriert wurde. Das heisst die Beschleunigungsmesser mussten am Arm getragen werden, und die Berechnungen wurden in einem Rechner gemacht, welcher im Rucksack mitgetragen werden musste. Dies erschwert natürlich Experimente unter Realbedingungen.

Weiterführende Informationen zu SenSay:

Vorführungsvideo: http://neemanet.com/images/trips/misc2k3/sensay_subtitles.wmv

Akademisches Poster, Paper etc: http://neemanet.com/projects_sensay.html

8 Herausforderungen

Im Gebiet der Context-Awareness gibt es einige Herausforderung die zu meistern sind.

8.1 Trade-off zwischen Filterung und Freiheit

Die nötige Beschränkung der Informationen und Dienstleistungen wurde im Kapitel 5 angesprochen. Manchmal ist es jedoch nützlich für den Benutzer Informationen oder Dienstleistungen zu erhalten, welche nicht in den momentanen Kontext passen. [Cheverst 2001] Beispielsweise will ich Informationen über eine Sehenswürdigkeit erhalten, welche zwar in Sichtweite ist, aber nicht in der näheren Umgebung. Das System würde diese Information also nicht anzeigen.

8.2 Korrektheit der Kontextbestimmung

Dies ist wahrscheinlich das Wichtigste der zu lösenden Probleme. Der Benutzer muss sich darauf verlassen können, dass mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit sein Kontext richtig erkannt wird, ansonsten wird er nur noch manuell seine Situation definieren.

Die Kontextbestimmung ist vor allem schwierig, weil sich Kontexte überlagern können.

Eine kritische Betrachtung zu dem Thema findet sich im Paper von Erickson. Seiner Meinung nach, werden Context-Aware-Devices nicht in der Lage sein Kontexte genug zuverlässig zu bestimmen. Deshalb schlägt er vor anstatt den anderen Benutzern die Kontexte anzuzeigen, nur die Sensor-Daten vorzulegen und damit sie nachher selber den Kontext des Benutzers bestimmen können. Beispielsweise könnte ein Telefonbeantworter sagen, dass der Angerufene in der letzten Stunde bewegungslos im Zimmer gesessen ist und ruhige Musik gehört hat. Nun liegt es am Anrufer zu bestimmen in welchem Kontext derjenige sich befindet, und ob er ihn stören möchte. [Erickson 2002]

Bei dieser Variante der Kontextbestimmung durch den Menschen ergibt sich aber das Problem des Datenschutzes. Einerseits muss man möglichst

viele Informationen nach aussen preisgeben, damit der Kontext zuverlässig bestimmt werden kann, andererseits möchte man aber nicht jeder Person gleich viele Informationen preisgeben. Wenn hingegen die automatische Bestimmung durch das Gerät funktioniert kann man genau festlegen, wer welche Informationen erhält.

8.3 Informations-Überflutung

Wie in Kapitel 4.3 besprochen, gibt es die Möglichkeit Nachrichten bezogen auf den Ort zu hinterlassen. Dabei stellt sich aber die Frage, wie man den Benutzer vor der Informationsüberflutung bewahrt. Wie erkennt man welche Nachricht für den Benutzer am meisten Information hat?

Dieses Thema wird von Burrell et al. aufgegriffen [Burrell 2002]. Es geht dabei um den in 6 erwähnten Tour-Guide „Campus Aware“. Es kam die Frage auf ob man nur Nachrichten anzeigen soll von Benutzern mit ähnlichen Benutzerprofilen (bezüglich Alter, Nationalität etc.). Jedoch weiss man ja nicht, ob der Benutzer gerade gerne eine Meinung lesen möchte von jemandem, welcher einen anderen persönlichen Hintergrund hat.

Schlussendlich wird vorgeschlagen in einer späteren Version von „Campus Aware“ eine Bewertungsmöglichkeit für Beiträge zu implementieren. Unserer Meinung nach ist dies sicher sinnvoll, bedingt jedoch, dass die Benutzer auch wirklich Beiträge bewerten. Die Bewertungsfunktion müsste somit sehr intuitiv gestaltet werden, so dass dem Benutzer möglichst wenig Aufwand entsteht. Anschliessend könnte man die Bewertungen mit den Kontexten der jeweiligen User koppeln (und nicht nur mit den Benutzerprofilen, wie im Paper vorgeschlagen) Somit könnte man nur Bewertungen von Benutzern in betracht ziehen, welche einen ähnlichen Kontext haben wie man selber. Hier wären wir aber wieder bei dem Problem angelangt, den Kontext möglichst

genau zu bestimmen.

9 Fazit

Wir haben nun gesehen, dass Context-Awareness das Potential hat, die Interaktion mit Computern zu vereinfachen. Dadurch ist es möglich dem Umfang der Interaktion zu erhöhen. Durch die Möglichkeit eines vermehrten Einsatzes von Computertechnologie ergeben sich aber auch ganz neue Anwendungsmöglichkeiten, welche unser Leben vereinfachen und bereichern könnten. Da wir noch am Anfang dieser Entwicklung stehen, sind die Möglichkeiten bei weitem noch nicht ausgeschöpft!

10 Ausblick

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, wie wir den Nutzen aus bereits bestehenden Anwendungen und Ideen steigern können.

Zum einen ist an eine erhöhte Menge an Kontext zur Verarbeiten zu denken. Dies wird durch die stetige Entwicklung von Sensoren und Geräten auf Benutzerseite deutlich. Während Sensoren immer kleiner und preiswerter in der Herstellung werden, sind Endgeräte wie PDAs und programmierbare Mobiltelefone immer weiter verbreitet und leistungsfähiger. Somit können mehr Sensoren platziert werden, um zum Beispiel die Präzision bei der Positionsbestimmung zu erhöhen, aber auch andere Arten von Sensoren. So hatte man bei den bisher häufig verwendeten IR-Sendern auf Benutzerseite das Problem, dass diese Batterien brauchen die entweder regelmässig aufgeladen oder ausgetauscht werden mussten. Mit neuen Technologien wie RFID kann man solche Probleme einfach lösen.

Eine weitere Möglichkeit den Nutzen solcher Anwendungen zu steigern,

stellt die Erfassung von mehr Kontext-Kategorien dar. Bisher stützte man sich oft nur auf die relativ einfach erfassbaren Kategorien Ort und Zeit.

Bisher waren die benötigten Geräte häufig schlecht integriert, so dass an eine Benutzung ausserhalb von Forschungslaboren nicht zu denken war. Durch eine bessere Integration in Handys, PDAs oder auch intelligente Kleidung können mehr Benutzer angesprochen werden, was wiederum den Nutzen aller erhöht.

Als letztes bleibt noch zu erwähnen, dass durch die Bereitstellung neuer Technologien auch immer Ideen für ganz neue Anwendungen entstehen, an die vorher noch niemand gedacht hat. Wie sich in der Vergangenheit gezeigt hat, reicht manchmal eine einzige solche „Killer-Applikation“ aus um die ganze Technologie zum Erfolg zu bringen.

A Autoren

Andreas Bossard: Kapitel 3, 4, 5, 7, 8

Matthias Hert: Kapitel 1, 2, 6, 9, 10

Literatur

- [Dey & Abowd 1999] Anind K. Dey and Gregory D. Abowd (1999):
Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness,
Georgia Institute of Technology,
<ftp://ftp.cc.gatech.edu/pub/gvu/tr/1999/99-22.pdf>
- [Schilit & Theimer 1994] Bill Schilit and Marvin Theimer (1994):
Disseminating Active Map Information to Mobile Hosts, Columbia
University and Xerox PARC,
<http://seattleweb.intel-research.net/people/schilit/ams.pdf>
- [Franklin & Flachsbart 1998] David Franklin and Joshua Flachsbart
(1998): All Gadget and No Representation Makes Jack a Dull
Environment, University of Chicago,
[http://www.infolab.northwestern.edu/infolab/downloads/papers/
paper10072.pdf](http://www.infolab.northwestern.edu/infolab/downloads/papers/paper10072.pdf)
- [Schmidt 1999] A. Schmidt et al. (1999): There is more to context than
location, University of Karlsruhe, [http://www.teco.uni-
karlsruhe.de/~albrecht/publication/draft_docs/context-is-more-than-
location.pdf](http://www.teco.uni-karlsruhe.de/~albrecht/publication/draft_docs/context-is-more-than-location.pdf)
- [Kolari 2004] J. Kolari et al. (2004): Context-Aware Services for Mobile
Users, VTT Publications,
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2004/P539.pdf>
- [Cheverst 2001] K. Cheverst et al. (2001): Using Context as a Crystal Ball:
Rewards and Pitfalls, Lancaster University,
<http://www.comp.lancs.ac.uk/~km/papers/crystal.pdf>
- [Erickson 2002] T. Erickson (2002): Some problems with the notion of
context-aware computing, ACM Press,
<http://doi.acm.org/10.1145/503124.503154>
- [Burrell 2002] J. Burrell et al. (2002): Context-Aware Computing: A Test
Case, Lecture Notes in Computer Science Volume 2498,

http://www.cs.chalmers.se/idc/ituniv/kurser/04/projektkurs/artiklar/ContextAware_Burrell.pdf

[Siewiorek 2003] D. Siewiorek et al. (2003): SenSay: A Context-Aware Mobile Phone, Carnegie Mellon University,
http://neemanet.com/images/trips/misc2k3/sensay_iswc.pdf