

Kontextsensitivität

*Fachseminar Ubiquitous Computing
ETH Zürich*

Felix Röthenbacher
Betreuender Assistent: Harald Vogt

23. Mai 2000

Zusammenfassung

Kontext-Information ist ein zentraler Teil von ubiquitären Systemen, wobei in vielen Anwendungen Ortsinformation eine zentrale Rolle einnimmt. Die physikalische Ebene soll durch ein Framework gekapselt werden, das den Anwendungsprogrammierer entlastet und auch sicherheitstechnischen Aspekten Rechnung trägt.

1 Einleitung

Mit dem vermehrten Einsatz von elektronischen Geräten, die über einen eigenen Prozessor mit entsprechender Rechenleistung verfügen, werden neue Anwendungsgebiete erschlossen. Insbesondere mobile Geräte erlauben einen ständigen Zugang zu Informationssystemen. Dabei bestimmt die Anwendungsumgebung, welche Informationen verfügbar und zugänglich sind und in welchem Kontext diese zu betrachten sind. Durch den Einbezug der Umgebung wird dem Benutzer eine erweiterte Funktionalität angeboten. Mittels Kontextinformation kann sich das Gerät oder die Applikation der Umgebung und dem Benutzer anpassen.

2 Kontext

Man unterscheidet zwischen sprachlichem und aussersprachlichem Kontext. Aussersprachlicher Kontext, und auf den beziehen wir uns hier, definiert eine Situation durch die äusseren Umstände.

Synonyme für Kontext sind [5]: Umstand, Situation, Phase, Position, Haltung, Einstellung, Ort; Begriff; Basis, Standpunkt, Status, Anlass, Umgebung, Umwelt, Lokalität, Abhängigkeit, Zusammenhang.

Kontext im hier verwendeten Sinne lässt sich in drei Teilaspekte unterteilen. Die *natürliche Umgebung*, die durch physikalische Grössen wie Lichtstärke, Geräuschpegel, Temperatur, Druckverhältnis usw. gegeben ist. Die *technische Umgebung* mit Parametern wie Zugang zu Kommunikationsnetzen, Kommunikationskosten, Bandbreite, verfügbare Geräte, Rechenleistung, etc. Und schlussendlich die *soziale Umgebung*. Aspekte hier sind welche Person mit welcher dritten Person auf welche Art interagiert, persönliche Fähigkeiten, Status in einer Hierarchie, körperliche Befindlichkeit, emotionaler Zustand, usf.

Um Kontextinformation zu erhalten werden technische Einrichtungen benutzt. Mittels Biosensoren lässt sich die körperliche und emotionale Verfassung bestimmen. Durch Geräte wie Mikrophon und Kamera wird die Umgebung audiovisuell erfasst, und durch Bild- und Spracherkennung verarbeitet. In Gebäuden wird vor allem durch persönlich getragene elektronische Etiketten (*egl. tags*) wie *Active Badges* [7] oder *Active Bats* [2] Orts- und Richtungsinformation ermittelt. Eine andere Möglichkeit stellen intelligente Fussböden (*Smart Floor*) dar. Ausserhalb von Gebäuden kann durch das Satellitennavigationssystem *Global Positioning System (GPS)* [1] die Lokalität bestimmt werden. Ein System, das sowohl innerhalb als auch ausserhalb von Gebäuden funktioniert, ist das Mobilfunknetz. Mittels Triangulation oder Berechnungen anhand von Signallaufzeiten kann die Position des Benutzers festgestellt werden.

Für Kontextanwendungen prädestinierte Geräte sind das Mobiltelefon, Personal Digital Assistants (PDAs) und zukünftig auch mit Rechenleistung ausgestattete Kleider (*Wearables*).

3 Anwendungen [6]

Es gibt eine Reihe von Anwendungen, die durch Kontextinformation unterstützt werden.

Ubiquitous Message Delivery Eine Nachricht wird zu einem dem Empfänger naheliegenden Terminal gesendet und abhängig von Inhalt und entsprechenden Benutzervorgaben zur Anzeige gebracht. Das System verwendet dabei Information über den Aufenthaltsort des Empfängers, wobei dies für den Sender transparent bleibt.

Scoreboard Auf unbenutzten Anzeigeegeräten werden für anwesende Personen relevante Informationen dargestellt.

Find Erlaubt das Auffinden naheliegender Ressourcen oder Personen, die spezifizierten Anforderungen entsprechen.

Note Distribution Verteilen von Notizen und Unterlagen in einer Besprechung an die Teilnehmer.

Activity-based Information Retrieval (AIR) Ein elektronisches Logbuch mit Orts-, Personen-, und Nachrichteneinträgen über einen gewissen Zeitraum. Diese Informationen bilden einen *historischen Kontext*.

Locations Liste des Aufenthaltsortes bestimmter Personen, oder von Personen an einem bestimmten Ort.

Visitor Guidance Personenleitsystem in unbekannter Umgebung.

Responsive Environment In intelligenten Gebäuden kann durch Kenntnis der An-, oder Abwesenheit von Personen die Raumumgebung optimal geregelt werden.

4 Lokalität

Einen zentralen Bestandteil von Kontext bildet die Kenntnis des Ortes. Es existieren mehrere technische Lösungen, um zu Ortsinformation zu gelangen. Hier sollen vier Systeme vertieft betrachtet und ihre Einsatzgebiete erläutert werden.

4.1 Active Badge Location System [7]

Das *Active Badge Location System* ist tag-basiert. Mittels eines pulslängen-modulierten Infrarot-Signals tauscht sich der Badge mit einem Empfangssensor des Sensornetzes aus, das diese Informationen an einen Zentralrechner (*Master*) weiterleitet. Die Reichweite eines Badges beträgt sechs Meter, wobei dank Reflexionen nicht unbedingt Sichtkontakt zum Empfänger bestehen muss.

4.2 Active Bat Location System [2]

Das *Active Bat Location System* ähnelt dem vorigen Active-Badge-System. Anstatt Infrarot wird hier allerdings Ultraschall als Kommunikationsmedium eingesetzt. Die Bats werden zentral von einem Rechner abgefragt (*Polling*), worauf die Sensoren des Sensornetzes die Signallaufzeit bis zu ihrer jeweiligen Position messen. Daraus kann nicht nur die Position des Bats berechnet werden, sondern anhand von "Schatten" auch die Orientierung des Trägers, sofern bekannt ist, wo sich das Bat am Objekt befindet. Eine weitere Möglichkeit, Richtungsinformationen zu bekommen, besteht im Anbringen von zwei Bats an wohldefinierten Stellen am Objekt. Durch die relative Position der zwei Bats zueinander lässt sich die Richtung des Objekts berechnen. Hier sind im Gegensatz zum Active-Badge-System Reflexionen unerwünscht, denn sie führen zu Ungenauigkeiten.

4.3 Global Positioning System (GPS) [1]

Das *Global Positioning System (GPS)* ist ein auf Satelliten basierendes System, betrieben vom U.S.-Verteidigungsministerium (DoD). 24 Satelliten kreisen auf Orbitalbahnen um die Erde und senden ein kodierte Funksignal zur Erde, woraus der Empfänger seine Position in drei Dimensionen, seine Geschwindigkeit und die Zeit berechnen kann. Dazu werden vier Satelliten benötigt. Um Abweichungen durch die Atmosphäre und aus militärischen Gründen hinzugefügtem Rauschen zu korrigieren, wird das *Differential GPS* eingesetzt. Eine Referenzstation errechnet einen Korrekturwert, der als Radiosignal verbreitet wird. Der Positionsfehler von GPS beträgt je nach Empfänger 100m bis einige Millimeter.

4.4 Mobilfunknetz

Das Mobilfunknetz ist in Zellen unterteilt. Die Position des Benutzer kann durch Peilung mittels mehrerer Antennen berechnet werden. Weitere Möglichkeiten zur Ortsbestimmung von Mobiltelefonen bieten *Smart Antennas*.

5 Architektur [3][4]

In der Architektur von kontextsensitiven System gibt es eine physikalische und eine logische Ebene, wobei die logische Ebene von der darunterliegenden physikalisch-technischen Ebene abstrahieren soll. Zur physikalisch-technischen Ebene zählen Geräte, die zur Erfassung des Kontextes erforderlich sind, d. h. Tags, Sensornetze, drahtlose Kommunikation; allgemein die Infrastruktur, die zur Bildung eines Kontextes notwendig ist. Darin enthalten sind bereits auch etwaige Mustererkennung

und weitere Datenverarbeitungsschritte. In der logischen Ebene werden diese Kontextinformationen miteinander verknüpft, um dem Benutzer gewünschte Dienstleistungen anbieten zu können.

6 Sicherheitsaspekte [6]

Ubiquitous Computing dringt stark in die Privatsphäre der Benutzer ein. Um hier Missbrauch vorzubeugen, braucht es Mechanismen wie bestimmte Informationen vor unberechtigtem oder unerwünschten Zugriff geschützt werden können. Um diesen Ansprüchen an die Einhaltung der Privatsphäre gerecht zu werden, fordert man folgendes:

1. Ortsinformation bleibt inhärent geheim.
2. Der Benutzer hat volle Kontrolle über die Veröffentlichung seiner Identität, des momentanen und früherer Aufenthaltsorte.
3. Anfrager können anonym bleiben. In diesem Fall kann der Benutzer die Anfrage zurückweisen.
4. Anstatt der individuellen Identität kann eine Gruppenzugehörigkeit publiziert werden.
5. Es kann die Präsenz eines Benutzer festgestellt werden ohne seine Identität zu erfahren.

Der Informationsaustausch zwischen zwei Benutzern soll so von statten gehen, dass die Identität des Anfragers dem angefragten Benutzer erst bei Beantwortung der Anfrage bekanntgegeben wird. Hier gibt es zwei Ansätze: einerseits kann ein *Location Service* die Anfrage beantworten, andererseits ein *User Agent*, wobei zur Einhaltung der Vorgaben ein *Escrow Service* benutzt wird. Der Escrow Service dient als Vermittler zwischen den beiden Benutzern.

Die totale Kontrolle des Benutzer über seine publizierten Informationen (*Moded Operation*) hat Konsequenzen für die angebotenen Dienste. Ein Benutzer muss seine Präsenz nicht mehr preisgeben, d. h., ein Location Service kann nicht mehr davon ausgehen, dass er alle Benutzer erfasst. Dies bedeutet nun z. B. für das Activity-based Information Retrieval, dass es lückenhaft sein kann. Ein Benutzer muss sich dessen bewusst sein.

Der Situation entsprechend existieren unterschiedliche Sicherheitsmodelle (*Security Model*). Ausgehend von einer sicheren, vertrauenswürdigen Umgebung werden verschiedene Annahmen gelockert. Die Identität des Benutzers oder von Anwendungen kann falsch sein. Ein Benutzer oder eine Anwendung kann versuchen, sich als jemand anderer auszugeben. Die Ortsinformation vom Location Service einerseits, vom User Agent andererseits kann falsch sein. Der Datenverkehr könnte abgehört werden (*Traffic Analysis*). Aus Quell- und Zieladresse kann auf die Position oder Identität des Senders oder Empfängers geschlossen werden. Durch *Denials of Service (DoS)* kann ein Angreifer das System zum Erliegen bringen.

Kann dem Location Service nicht vertraut werden, so muss die auf dem Location Service basierende Architektur fallengelassen werden und als einzig praktikable Lösung verbleibt der User-Agent-Ansatz. Hierzu wird ein *Escrow Service* benötigt. Der Preisgabe von Informationen durch Quell- und Zieladresse kann durch einen *Laundering Service* begegnet werden, der als Vermittler fungiert. Beides, Escrow

Service und Laundering Service, kann durch vertrauenswürdige Dritte angeboten werden.

Um Traffic-Analysis vorzubeugen, kann man in regelmässigen Abständen (unter Umständen leere) Pakete an verschiedene Destinationen schicken. Dies erzeugt allerdings einen zu grossen Overhead, der nicht praktikabel ist.

Die Probleme, die verbleiben, sind: authentifizierte Ortsinformation (da der Benutzer sich von Tag trennen kann), und, aus praktischen Gründen, Traffic-Analysis.

Literatur

- [1] Peter H. Dana. Global positioning system overview, 1999.
<http://www.utexas.edu/depts/grg/gcraft/notes/gps/gps.html>.
- [2] Andy Harter, Andy Hopper, Pete Steggle, Andy Ward, and Paul Webster. The anatomy of a context-aware application. In *Proceedings of the Fifth Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom-99)*, pages 59–68, N.Y., August 15–20 1999. ACM Press.
- [3] Fritz Hohl, Uwe Kubach, Alexander Leonhardi, Kurt Rothermel, and Markus Schwehm. Nexus - an open global infrastructure for spatial-aware applications. Technical Report TR-1999-02, Universität Stuttgart, Fakultät Informatik, Germany, January 25, 1999.
- [4] Daniel Salber, Anind K. Day, and Gregory D. Abowd. The context toolkit: Aiding the development of context-enabled applications. In *Proceedings of ACM CHI 99 Conference on Human Factors in Computing Systems*, volume 1 of *Tools for Building Interfaces and Applications*, pages 434–441, 1999.
- [5] A. Schmidt, A. Aidoo K. A. Takaluoma, U. Tuomela, K. Van Laerhoven, and W. Van de Velde. Advanced interaction in context. In *Lecture notes in computer science*, volume 1707, pages 89–101. Springer, 1999.
- [6] M. Spreitzer and M. Theimer. Architectural considerations for scalable, secure, mobile computing with location information. In *Proceedings of the 14th International Conference on Distributed Computing Systems*, pages 29–39, Los Alamitos, CA, USA, June 1994. IEEE Computer Society Press.
- [7] Roy Want, Andy Hopper, Veronica Falcao, and Jon Gibbons. The active badge location system. Technical Report 92.1, Olivetti Research Ltd, ORL, 24a Trumpington Street, Cambridge CB2 1QA, 1992.
<ftp://ftp.cam-ork.co.uk/pub/docs/ORL/tr.92.1.ps.Z>.