

Kontextadaptivität in kooperativen ubiquitären Umgebungen: Herausforderungen und Ansätze

Tom Gross

Fakultät Medien, Bauhaus-Universität Weimar, Deutschland

(tom.gross(at)medien.uni-weimar.de)

Zusammenfassung. Kooperative ubiquitäre Umgebungen zielen darauf ab, sich geschmeidig an die im Raum anwesenden Benutzerinnen und Benutzer und deren Interaktionen mit der Umgebung sowie sozialer Interaktion miteinander anzupassen. Diese Kontextadaptivität bietet großen Nutzen, zieht aber auch neue Herausforderungen an Konzepte und Technologien nach sich. Der vorliegende Artikel charakterisiert verschiedene historische Fokusse und Ansätze und leiten daraus Herausforderungen ab. Darüber hinaus werden einige eigene Ansätze zu deren Begegnung vorgestellt.

1 Einleitung

Kooperative ubiquitäre Umgebungen sollen Einzelbenutzern und Teams flexible Unterstützung für die Kommunikation und Zusammenarbeit im gleichen Raum und über Distanz in verschiedenen Räumen geben. Dabei ist die Kontextadaptivität im Sinne der Erfassens, Verstehens und Reagierens auf die aktuelle Situation der Benutzerinnen und Benutzer ein zentrales Anliegen.

Adäquate Kontextadaptivität zieht eine Reihe von Herausforderungen mit sich, zu deren besserem Verständnis und Bewältigung eine chronologische Betrachtung verschiedener Fokusse auf interaktive Systeme hilfreich erscheint. Grudin hat bereits vor zwanzig Jahren seine Beobachtung der Evolution der Fokusse auf die Benutzungsoberflächenforschung zwischen den 1950er und 1990er Jahren veröffentlicht und damit einen Beitrag zur Kontinuität in diesem Wissenschaftsgebiet geliefert. Er identifizierte verschiedene Fokusse der Benutzungsoberflächenentwicklung: den Fokus auf die Hardware in den 1950er Jahren, geprägt durch Ingenieure und Programmierer; auf die Software in den 1960er und 1970er Jahren durch Programmierer; auf *Terminals* von den 1970er bis zu den 1990er Jahren, welche von Endbenutzern verwendet wurden; auf den *Dialog* seit den

1980er Jahren, ebenfalls durch Endbenutzer; und schließlich auf *Arbeitssituationen* seit den 1990er Jahren [Grudin 1990]. Grudin schreibt: ‘as the focus shifts...the principal focus of activity in computer development has moved gradually from hardware to software and is now shifting toward the user interface’ und ‘this in turn has led to new approaches to design and evaluation. And so it shall continue. We can extrapolate that new approaches, responding to the user interface’s move into the workplace, will require new skills, supplementing current approaches. They may not graft easily—or at all—onto existing development’ [Grudin 1990, p. 261].

Im vorliegenden Artikel werden verschiedene historische Fokusse und Ansätze von interaktiven Systemen für Einzelbenutzer, kooperativen Systemen für Teams, ubiquitären Umgebungen für Einzelbenutzer charakterisiert und schließlich kooperativen ubiquitären Umgebungen für Teams und leiten daraus Herausforderungen ab. Darauf aufbauend werden einige eigene Ansätze zu deren Begegnung vorgestellt. Das letzte Kapitel bietet eine Zusammenfassung sowie einen Ausblick.

2 Historische Fokusse bei interaktiven Systemen

Die von Grudin beschriebene Evolution stellt nur einen Anfang dar. Insbesondere ist die Entwicklung bei der Unterstützung von Teams im Bereich der Rechnergestützten Gruppenarbeit (Computer-Supported Cooperative Work, CSCW) für kooperative Desktop-Anwendungen sowie Web 2.0-Anwendungen (Social Software) weitergegangen [Gross & Fetter 2009]. Ein wesentlicher nachfolgender Schritt war die Emergenz von Ubiquitous Computing (UbiComp), welches laut Mark Weiser, der den Begriff geprägt hat, dadurch gekennzeichnet ist, dass Computertechnologie für die Benutzerinnen und Benutzer in der physischen Umgebung verfügbar wird, ohne dabei unnötige Aufmerksamkeit zu erfordern [Weiser 1993]. Der vor allem in der Europäischen Union verwendete Begriff der Ambient Intelligence basiert auf Ubiquitous Computing und betont die kontextspezifische Anpassung: ‘simple and effortless interactions, attuned to all our senses, adaptive to users and context-sensitive, and autonomous’ [Weber *et al.* 2005, p. 1]. Dabei wird immer mehr auch explizit die Unterstützung von sozialer Interaktion in ubiquitären Räumen gefordert [Markopoulos *et al.* 2005].

Entsprechend lassen sich aus heutiger Sicht fünf Fokusse in dieser Evolution identifizieren. Diese werden nachfolgend charakterisiert, wobei primär auf die Kontextadaptivität und deren Bedeutung und Nutzen für Endbenutzer, eingegangen wird [Preece *et al.* 2007]. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Fokusse nicht strikt getrennt sind und in der Praxis sich durchaus überlappen und auch gemeinsam vorkommen können.

2.1 Traditionelle Interaktive WIMP-basierte Einzelbenutzersysteme

Traditionelle interaktive Einzelbenutzersysteme fußen oft auf dem WIMP-Paradigma und basieren entsprechend auf Fenstern (Windows), Ikonen (Icons), Menüs (Menus) und Zeigegeräten wie Mäuse (Pointing Devices). Bereits in den 1960er Jahren hat Ivan Sutherland mit SketchPad das erste interaktive Graphikprogramm vorgestellt [Sutherland 2003]. Mit diesen Systemen können die Benutzerinnen und Benutzer mittels Tastatur und Maus digitale Objekte direkt manipulieren und erhalten die Ergebnisse interaktiv und

inkrementell in der graphischen Benutzungsoberfläche auf ihrem Computerbildschirm [Shneiderman 1983].

Während diese Systeme seit den 1970er Jahren Verbreitung in der Praxis und in wissenschaftlichen Diskursen fanden, wurden erst seit den 1990er Jahren verstärkt Konzepte und Systeme zu ihrer Adaptivität entwickelt. Zwei grundlegende Ansätze werden hier verfolgt: *Adaptabilität* erlaubt es den Benutzerinnen und Benutzer die Systeme explizit nach ihren Bedürfnissen anzupassen und zu konfigurieren; *Adaptivität* beobachtet und analysiert die Interaktion der Benutzerinnen und Benutzer mit dem System implizit und passt entsprechend das System automatisch an [Oppermann 1994].

2.2 Kooperative Systeme

Kooperative Systeme für die Rechnergestützte Gruppenarbeit erweitern traditionelle Systeme um die Unterstützung von Teamarbeit vor Ort und über Distanz. In der Regel wird hier traditionell von Groupware gesprochen, worunter das folgende verstanden wird: ‘computer-based systems that support groups of people engaged in a common task (or goal) and that provide an interface to a shared environment’ [Ellis *et al.* 1991, p. 39].

Kooperative Systeme wurden verstärkt seit den 1980er Jahren entwickelt und bieten zur Adaptabilität das Konzept der Artikulationsarbeit (Articulation Work) und zur Adaptivität das Konzept der systemgesteuerten Anpassung. *Artikulationsarbeit* in kooperativen Systemen bedeutet, dass zur effizienten Teamarbeit die Möglichkeit geboten wird, sich über den Teamprozess zu verständigen und das System dann der festgelegten gemeinsamen Herangehensweise anzupassen. Die Herangehensweise kann dabei die Aufgabenverteilung im Team, die Unterstützung bei der Aufgabenbearbeitung sowie das Zusammenführen der entsprechenden Resultate beinhalten. Adaptive kooperative Systeme sollten die Benutzerinnen und Benutzer entsprechend bei der Verständigung und der daraus resultierenden Anpassung unterstützen [Bannon & Schmidt 1989]. Die *systemgesteuerte Anpassung* geht davon aus, dass das System Daten über die Teammitglieder sowie deren Interaktion mit dem System erfasst und automatisch Anpassungsvorschläge bietet oder Anpassungen vornimmt. Beispielsweise haben halbstrukturierte Nachrichtensysteme schon sehr früh Sitzungseinladungsnachrichten analysiert und automatische Besprechungszimmerreservierungen vorgenommen [Malone *et al.* 1986].

2.3 Ubiquitäre Umgebungen

Ubiquitous Computing ist nach Mark Weiser, dem prominenten Erfinder des Begriffes, die Weiterentwicklung der Computerverwendung durch den Einsatz von vielen Computern in der physischen Umgebung der Benutzerinnen und Benutzer. Er schreibt Ubiquitous Computing ‘enhances computer use by making many computers available throughout the physical environment, while making them effectively invisible to the user’ [Weiser 1993, p. 75]. Ubiquitäre Umgebungen bieten viele Geräte in unterschiedlichen Größen. Adaptivität an die Teambedürfnisse war zunächst nicht vorgesehen [Weiser *et al.* 1999]. Wesentliches Augenmerk wird in ubiquitären Umgebungen viel mehr auf die Interaktion der Benutzerinnen und Benutzer mit der Umgebung gelenkt. Drei Interaktionsarten stehen dabei im Vordergrund: natürliche Interaktion via Sprache und Gesten und über Tastatur und Maus hinaus, Reaktionsfähigkeit auf die Situation, sowie automatische Erfassung und

Zugriff auf Daten [Abowd & Mynatt 2000]. Nur einzelne Autoren behandelten die sozialen Aspekte von ubiquitären Umgebungen [Lyytinen & Yoo 2002].

Die Adaptivität von ubiquitären Umgebungen betrifft primär die dargebotenen Inhalte und Benutzungsoberflächen und die Adaptabilität ist nicht prominent vertreten. Es wird die *Situation* der Benutzerinnen und Benutzer erfasst und entsprechende Informationen und Funktionalität angeboten. Dabei wurde der Kontext oft—unter dem Schlagwort Location-Based Services—reduziert auf den aktuellen Aufenthaltsort der Benutzerinnen und Benutzer. Beispielsweise konnten frühe mobile Systeme den nächstgelegenen Drucker ausfindig machen [Schilit *et al.* 1994]. Darüber hinaus bedeutete Adaptivität in diesem Zusammenhang auch die Anpassung der Anwendung an die Hardware, auf der sie läuft.

2.4 Ambient Intelligence

Ambient Intelligence basiert oft auf Ubiquitous Computing-Technologie. Sie ermöglicht die einfache und mühelose Interaktion durch Multimodalität und bietet Kontextadaptivität — sie soll sich der Präsenz von Personen und Objekten anpassen, Benutzerinnen und Benutzern adäquate Unterstützung bieten und dabei Sicherheit und Privatsphäre aufrechterhalten. Multimodalität bietet flexible Interaktion über verschiedene menschliche Wahrnehmungskanäle (z.B.: visuell, auditiv, taktil). Ambient Intelligence unterstützt auch soziale Kontakte zwischen Benutzerinnen und Benutzern [Weber *et al.* 2005]. Es gibt also bereits eine Berücksichtigung der sozialen Interaktion in der Umgebung, allerdings geht der Ansatz oft von Einzelbenutzern aus und berücksichtigt ergänzend soziale Situationen.

Ambient Intelligence beinhaltet in der Regel *autonome Kontextadaptivität*, welche auf der Erfassung der Situation der Umgebung, dem Abgleich mit semantischen Modellen der Umgebung, sowie der folgenden Anpassung der Umgebung basiert. Die benutzerorientierte Perspektive ist hierbei von großer Bedeutung — im Gegensatz zu ubiquitären Umgebungen, wo oft die präzise Informationsverarbeitung und das automatische Schließen basierend etwa auf Machine Learning-Verfahren im Vordergrund stehen.

2.5 Kooperative ubiquitäre Umgebungen

Kooperative Ambient Intelligence, oder kooperative ubiquitäre Umgebungen, basieren auf Ambient Intelligence und möchten ebenfalls in beruflichen wie in privaten Zusammenhängen die Benutzerinnen und Benutzer durch die Analyse und Anpassung der jeweiligen Situation unterstützen. Sie stellen dabei die soziale Interaktion ins Zentrum der Betrachtung und unterstützen primär diese [Markopoulos *et al.* 2005]. Dies fußt auf einer grundlegenden konzeptionellen Verschiebung der Schwerpunkte, ähnlich wie in der traditionellen Rechnergestützten Gruppenarbeit, für welche Marca und Bock [1992, p. 60] festhielten, ‘groupware is a conceptual shift; a shift in our understanding. The traditional computing paradigm sees the computer as a tool for manipulating and exchanging data. The groupware paradigm, on the other hand, views the computer as a shared space in which people collaborate; a clear shift in the relationship between people and information’. Im Bereich der kooperativen Ambient Intelligence ist eine solche grundlegende konzeptionelle Verschiebung im Entstehen.

Die kooperative Ambient Intelligence ist aus der Perspektive der sozialen Situation höchst *adaptiv* und passt sich an die Gegebenheiten, in denen Teams entstehen, sich

entwickeln und sich nach Beendigung der Aufgabe wieder auflösen, an. Dabei können Teams sich in einer gemeinsamen physischen Umgebung befinden und sequentiell oder parallel zusammenarbeiten, sie können aber auch räumlich getrennt sein und getrennt oder gemeinsam mehrere physische Umgebungen benutzen. Dies erfordert — neben der Erfassung und Verarbeitung von Daten über die beteiligten Einzelpersonen — auch die Erfassung und das Schließen über den Zustand und die Veränderungen der Teams und der sozialen Interaktionen innerhalb selbiger.

Tabelle I zeigt einen zusammenfassenden Überblick unter besonderer Berücksichtigung der allgemeinen Konzepte sowie der Kontextadaptivität.

Tabelle I. Überblick über die Fokusse bei interaktiven Systemen. Siehe auch: [Gross 2008].

	Einzelbenutzersysteme	Kooperative Systeme	Ubiquitäre Umgebungen	Ambient Intelligence	Kooperative ubiquitäre Umgebungen
Zeit	1970er	1980er	1990er	1990er	2000er
Kernkonzepte	Graphische Benutzungsoberflächen; Fenster, Ikonen, Menüs, Zeigegeräte	Graphische Benutzungsoberflächen; rechnergestützte Gruppenarbeit, Telepointer	Eingebettete und mobile Technologie; natürliche Interaktion; Reaktionen auf Situationen; automatische Datenerfassung	Multimodalität; Adaptivität an Einzelpersonen	Adaptivität an Gruppen und Teams
Kontextadaptivität	Adaptabilität durch Anpassungen der Benutzer; Adaptivität der Benutzeroberfläche	Adaptabilität durch Artikulation; Adaptivität der Ressourcenallokation	Adaptivität der Information und Funktionalität	Hohe Adaptivität an die Präsenz und Aktivitäten (i.d.R. der Einzelbenutzer)	Hohe Adaptivität an die Präsenz und Aktivitäten von lokalen und entfernten Gruppen und Teams und deren Bedürfnisse für lokale Kooperation und entfernte Mehrgruppeninteraktion

3 Anforderungen an kooperative ubiquitäre Umgebungen

Kooperative ubiquitäre Umgebungen haben das Ziel einer hohen Kontextadaptivität an die Präsenz und Aktivitäten von lokalen und entfernten Gruppen und Teams und deren Bedürfnisse für lokale Kooperation und entfernte Mehrgruppeninteraktion. Sie sollen die Stärken bisheriger Fokusse kombinieren und Synergien nutzen. Das Hauptaugenmerk wird nachfolgend auf drei Anforderungsböcke gerichtet:

- *Berücksichtigung von Anforderungen der Benutzer und Kooperation*: bereits aus der Zeit der Einzelbenutzersysteme ist das Prinzip der frühen und konsequenten Berücksichtigung der Benutzerinnen und Benutzer und ihrer Aufgaben bei der Gestaltung interaktiver Systeme bekannt. Bei Gould und Lewis bereits wird das als Prinzip des ‚early focus on users and tasks‘ beschrieben [Gould & Lewis 1985, p. 300]. Entsprechend ist immer ein Verständnis für die Benutzer und deren Interaktion mit und durch das System erforderlich.
- *Kooperative ubiquitäre Basistechnologie*: zur Entwicklung von kooperativen ubiquitären Umgebungen stehen im Gegensatz zu graphischen Benutzungsoberflächen nach wie vor nicht die gleichen komfortablen Entwicklungsumgebungen und Werkzeugkästen zur Verfügung [Dey & Newberger 2009]. Die Umsetzung von Konzepten, welche zur praktischen Erprobung mit Endbenutzern unbedingt erforderlich ist, ist daher aufwändig und umständlich. Zur Erleichterung und Vereinfachung der iterativen Entwicklung und Verbesserung von kooperativen ubiquitären Umgebungen werden adäquate Basistechnologien benötigt.
- *Kontextmodellierung*: die Modellierung von Kontexten in ubiquitären Umgebungen und noch mehr in kooperativen ubiquitären Umgebungen stellt eine Herausforderung dar. Gründe dafür sind: die Benutzeraktivitäten haben selten einen klaren Anfang und ein klares Ende, Unterbrechungen sind zu erwarten und mehrere Aktivitäten treten gleichzeitig auf [Abowd & Mynatt 2000]. Kooperative ubiquitäre Umgebungen sollen in ihren Kontextmodellen darüber hinaus die sozialen Aspekte sowie die Privatsphäre und das Vertrauen berücksichtigen [Tscheligi 2005].

4 Eigene Ansätze

Den genannten Anforderungen kann auf vielfältige Art und Weise begegnet werden. Aus Platzgründen ist hier kein umfassender Überblick möglich — daher werden an dieser Stelle exemplarisch eigene Arbeiten für jeden der drei Anforderungsblöcke vorgestellt. Zunächst werden Arbeiten zur Erkennung der Benutzer- und Kooperationsanforderungen aus dem Bereich der Empirie und des Machine Learning skizziert. Darauf aufbauend werden mit PRIMI und Sens-ation zwei Basistechnologien eingeführt. Schließlich wird der Themenkomplex Kontextmodellierung behandelt.

4.1 Erkennung von Benutzer- und Kooperationsanforderungen

Die präzise Erkennung der jeweiligen Situation der Benutzerinnen und Benutzer sowie derer Kooperationsanforderungen ist die Grundlage für jede Kontextadaptivität. Grundsätzlich kann für die Situationserkennung methodisch die empirische Sozialforschung oder das Schließen zur Anwendung kommen. Die nachfolgenden Beispiele sollen beide Herangehensweisen exemplarisch erläutern.

In einer Langzeit-Studie zur *empirischen Untersuchung* des Kommunikationsverhaltens der Endbenutzer wurde der Einsatz von Skype in verteilten Teams in einem Forschungsinstitut beobachtet und anschließend makro- sowie mikrosoziologisch ausgewertet. Es wurden leitfadengestützte Interviews durchgeführt und Dokumente (wie beispielsweise Besprechungsprotokolle) ausgewertet. Aufgrund der

projektorientierten Arbeitsweise und Mobilität spielte Online-Präsenz und –Kommunikation eine große Rolle und entsprechend konnte die Studie diesbezüglich interessante Erkenntnisse hervorbringen. Die in mehreren Stichproben vorgefundenen Resultate wurden zu Entwurfsmustern für die Interaktion (Interaction Design Patterns) [Martin & Sommerville 2004] verschmolzen und dienen als Anleitung zur Begegnung von Anforderungen der Benutzern und der Kooperation. Beispielsweise entstanden Entwurfsmuster für die Selbstdarstellung und die Verwaltung von Online-Kontakten, aber auch für die häufige und bei der Skype-Nutzung typische Initiierung von Online-Konversationen. Weitere Informationen dazu finden sich in [Joisten & Gross 2008; Joisten & Gross 2010].

Die *automatische Erkennung* von Benutzer- und Kooperationsanforderungen wurde exemplarisch in CoDaMine für die Inhalte von Online-Konversationen im Instant Messaging umgesetzt [Gross *et al.* 2010b]. Das Hauptanliegen von CoDaMine war die Erkennung von Inhalten von Online-Konversationen mit dem Ziel der automatischen Anpassung der Selbstdarstellung und Kontaktverwaltung. Dazu wird das Auftreten von sprachlichen Merkmalen in Online-Konversationen gemessen und als Merkmal für die Charakterisierung der Verbindung zweier Kontakte aufgefasst. Der Ansatz stützt sich auf Erkenntnisse der Soziolinguistik – insbesondere auf Speech Communities und Register [Gross *et al.* 2010b]. *Speech Communities* sind Gruppen variabler Größe, die durch gemeinsame sprachliche Merkmale charakterisiert sind. *Register* beschreiben Sprachgruppen, die auf in der Regel gemeinsamen Aktivitäten basieren. In einer Trainingsphase schreiben die Benutzerinnen und Benutzer Online-Nachrichten und müssen diese explizit einem sozialen Kontext zuordnen. Die Inhalte der Nachrichten werden dabei entsprechend ihrer sprachlichen Merkmale analysiert und klassifiziert. Nach der Trainingsphase ist CoDaMine in der Lage, aufgrund der antrainierten Klassifikation und der jeweiligen sprachlichen Merkmale der vorliegenden Nachricht, diese automatisch zu klassifizieren und den Benutzerinnen und Benutzern entsprechend Vorschläge für die Einordnung von Nachrichten zu machen, oder Nachrichten automatisch einzuordnen. CoDaMine bedient sich des Werkzeugkastens für maschinelles Lernen Weka [Witten & Frank 2006]. Weitere technische Details zu CoDaMine finden sich in [Gross & Fetter 2008].

4.2 Kooperative und ubiquitäre Basistechnologien

Kooperative und ubiquitäre Basistechnologien sollen die iterative Entwicklung und Verbesserung von kooperativen ubiquitären Umgebungen erleichtern und beschleunigen, in dem sie Entwicklern eine grundlegende Plattform und Werkzeugkästen für die Softwareentwicklung bieten. Hier werden exemplarisch die kooperative Plattform PRIMI und die ubiquitäre Plattform Sens-ation vorgestellt.

Die *PRIMI* Plattform (Platform for Research in Instant Messaging) unterstützt die Entwickler von kooperativen Anwendungen, insbesondere von Instant Messaging-Anwendungen, unter besonderer Berücksichtigung der adäquaten Verfügbarkeit zur Unterbrechungsreduktion.

PRIMI [Gross & Oemig 2005] und die darauf basierende *PRIMIFaces* Plattform [Gross & Oemig 2006] basieren auf der zentralen Erkenntnis aus früheren Untersuchungen, dass es online zwischen Kontakten inhaltlich und emotional sehr vielschichtige Beziehungen und Konversationen geben kann [Gross & Prinz 2004], und

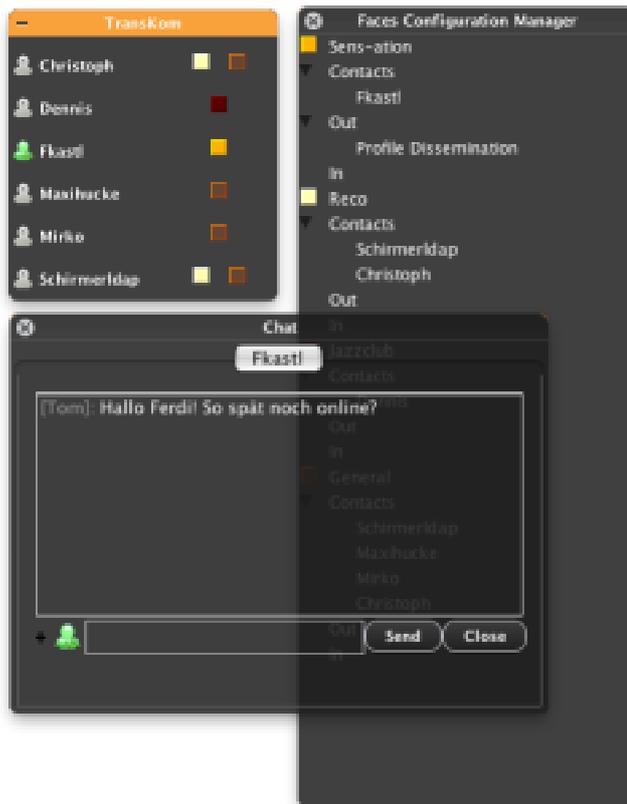


Abbildung 1. Auf PRIMI basierender TransKom-Client.

betrifft sowohl die explizite Kommunikation (d.h. Instant Text Messaging), als auch die implizite Kommunikation (d.h. die durch Sensoren erfassten Informationen wie Online-Status, Aufenthaltsort usw., welche anderen Benutzerinnen und Benutzern weitergeleitet werden können).

PRIMI diene bereits als Grundlage für verschiedene Instant Messaging-Anwendungen: Abbildung 1 zeigt ein Bildschirmphoto des auf PRIMI basierenden TransKom-Clients; die ebenfalls auf PRIMI basierende PILS Instant Messaging-Anwendung (Presence In Learning Spaces) wurde im Rahmen eine EU-Projektes für Online-Kommunikation im e-Learning einer Benutzerstudie unterzogen und positiv bewertet [Gross *et al.* 2008].

PRIMI und PRIMIFaces bieten eine modulare Client-Server-Architektur und bedienen sich zur offenen Kommunikation Standardbasistechnologien wie beispielsweise XMPP. Weitere technische Details finden sich in [Gross & Oemig 2006].

Sens-ation ist eine Plattform, welche Entwickler von sensor-basierten Infrastrukturen unterstützt [Beckmann *et al.* 2007]. Sie bietet vielfältige Schnittstellen für die Kommunikation mit Sensoren, welche Daten aus der Benutzerumgebung erfassen, sowie mit Aktuatoren, welche in der Benutzerumgebung aktiv Anpassungen vornehmen. Die Schnittstellen verknüpfen Sensoren und Aktuatoren aus der analogen Umgebung sowie aus der digitalen Umgebung der Benutzer — somit kann eine nahtlose Interaktion im realen Raum und mit bisherigen Computern geboten werden. *Sens-ation* bietet des weiteren interne Schnittstellen zu Inference Engines an, welche in *Sens-ation* eingebaut werden können und die Verarbeitung der erfassten Daten und das Schließen aus selbigen ermöglicht. Ein Publish/Subscribe-Mechanismus bietet adäquate Benachrichtigungen

dass effizienten sozialen Interaktion diese entsprechend unterstützen soll. Es wurde dazu das Konzept von *Faces* entwickelt, welches auf den Erkenntnissen des Soziologen Erwin Goffman basiert. Goffman hat die soziale Interaktion in realweltlichen Situationen erhoben und festgestellt, dass die Akteure je nach Situation — d.h. abhängig von Anlässen und anwesenden Personen — unterschiedlich auftraten [Goffman 1959]. Unsere Plattformen erlauben es den Benutzerinnen und Benutzern, durch *Faces* verschiedene Online-Auftritte gegenüber Online-Kontakten und in Online-Konversationen zu verwalten. Dazu können sie festlegen, welche Informationen wie kommuniziert werden. Dies

basierend auf den Resultaten des Schließens. Der Mechanismus erlaubt die flexible Festlegung des Zeitpunktes und der Frequenz der Benachrichtigungen sowie deren Initiative im Sinne von Push und Pull.

Die Plattform bietet die komfortable Behandlung von Ereignissen durch ein standardisiertes Ereignisdatenmodell und persistente Speicherung der Ereignisdaten. Ereignisse bestehen aus Pflichtfeldern wie beispielsweise einer SensorID, einem SensorType und einem SensorValue, sowie aus Optionalfeldern wie Erfassungshäufigkeit (Sampling), Entstehungshäufigkeit (Frequency), sowie Granularität der Daten (Granularity) und darüber hinaus beliebig benennbaren Freifeldern.

Die Sens-ation-Plattform ist eine modulare ereignisbasierte Client-Server-Architektur bestehend aus Subsystemen und Komponenten. Abbildung 2 zeigt einen SensBution-Peer von Sens-ation [Gross *et al.* 2007]. Eine technische Evaluation zeigt gute Performanz [Gross *et al.* 2010a]. Weitere, insbesondere technische, Details finden sich in [Gross *et al.* 2006; Gross *et al.* 2007].

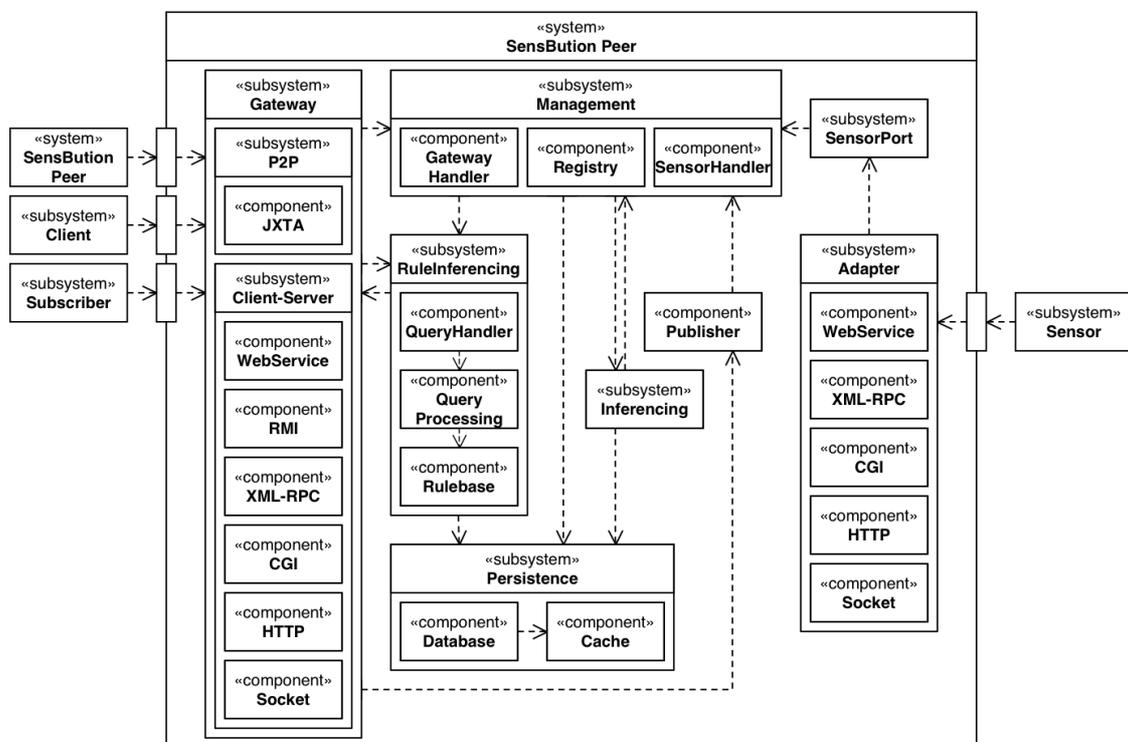


Abbildung 2. Softwarekomponentendiagramm des SensBution-Peers von Sens-ation [Gross *et al.* 2007].

4.3 Kontextmodellierung

In der Kontextmodellierung versucht man mögliche auftretende Ausprägungen von Benutzersituationen in Kontextmodellen abzubilden, um die aktuelle Situation der Benutzerinnen und Benutzer beurteilen und Anpassungen vornehmen zu können. Ein Kontextmodell 'beschreibt, welche Informationen über welche Realweltobjekte für bestimmte Anwendungsdomänen relevant sind und welche Zusammenhänge zwischen diesen bestehen' [Schill & Springer 2007, p. 310]. Zur Repräsentation von Kontextmodellen dienen technisch gesehen profilbasierte Ansätze (basierend auf

einfachen Attribut-Wert-Paaren, oder als Subjekt-Prädikat-Objekt-Tripel mittels RDF), objektorientierte Modelle (basierend auf Kontextobjekten mit Attributen und Methoden, welche optional in UML abgebildet werden können) oder Ontologien (basierend auf Konzepten und deren Beziehungen zueinander) [Schill & Springer 2007]. Aus software-technischer Sicht stellen service-orientierte Architekturen, wie beispielsweise von Veiel et al. in diesem Themenheft vorgestellt, eine solide Basis dar.

Aus Benutzerperspektive sind neben technischen Modellierungsfragen prinzipielle Überlegungen zur Modellierung von Kontexten per se wesentlich. Die fundamentale Unterscheidung zwischen empirischer Sozialforschung und automatischem Schließen bei der Situationserkennung wurde in diesem Artikel bereits benannt. Sie ist nicht auf die Situationserkennung beschränkt, sondern spielt bei vielen Überlegungen zur Konzeption von Kontext und Kontextadaptivität eine fundamentale Rolle — bei der Kontextmodellierung, bei Kontexterkennung, aber auch bei der darauf aufbauenden Anpassung. Paradigmatisch betrachtet kann man festhalten, dass es bei der Betrachtung des Konzeptes *Kontext* eine phänomenologische und eine positivistische Perspektive gibt. Bei der phänomenologischen Perspektive werden qualitativen Merkmale der Situation und ihre subjektive Betrachtung hervorgehoben; wohingegen bei der positivistischen von beobachtbaren und oft quantitativen Merkmalen und deren formaler Modellierbarkeit ausgegangen wird [Dourish 2004]. Während die erste Perspektive im Bereich des CSCW vorherrscht, ist die zweite Perspektive im Bereich des UbiComp verbreitet [Chalmers 2004]. Ein integrativer Ansatz wird beispielsweise in CONTici verfolgt [CONTici 2010].

5 Zusammenfassung

Im vorliegenden Artikel wurden die Vorteile für Kontextadaptivität in kooperativen ubiquitären Umgebungen motiviert. Zum besseren Verständnis der Herausforderungen und Ansätze wurden historische Fokusse auf interaktive Systeme charakterisiert und auf deren Kernkonzepte sowie Kontextadaptivität eingegangen. Daraus wurden Anforderungen für kooperative ubiquitäre Umgebungen abgeleitet. Schließlich wurden einzelne Beispiele für Beiträge zur Adressierung dieser Anforderungen skizziert.

Die vorgestellten Beispiele unterliegen einer permanenten Weiterentwicklung. Insbesondere ist bei der Erkennung der Benutzer- und Kommunikationsanforderungen auch zu bedenken, dass es sich in den bisherigen Arbeiten primär um Lösungen zu einem besseren Verständnis der Anforderungen an Online-Kommunikation und deren adäquate Unterstützung handelt. Darüber hinaus ist es erforderlich, auch die Interaktion im Raum besser zu verstehen und zu unterstützen. Kooperative Media Spaces, welche nicht nur wie traditionelle Media Spaces permanente Audio-Video-Verbindungen bieten, sondern die Kommunikationsanbindung und wechselseitige Information durch Kontextadaptivität den jeweiligen Bedürfnissen der Benutzerinnen und Benutzer in den verbundenen Räumen anpassen, zielen in diese Richtung [Gross & Beckmann 2009].

Für die Akzeptanz bei Benutzern ist es auch in Zukunft essentiell, nicht nach rein technischen Lösungen zu suchen. Erickson bringt die Herausforderungen der Kontextkonzeption durch die Dichotomie zwischen der technisch-positivistischen und phänomenologischen Perspektive, plakativ auf den Punkt: ‘the root of the problem is that the context-awareness exhibited by people is of a radically different order than that of computational systems’ [Erickson 2002, p. 102]. Um dieser zu begegnen, sollte immer

von Benutzerinnen und Benutzern und ihren Aufgaben ausgegangen werden, aber *gleichzeitig* auch die Stärken vorhandener formaler Ansätze genutzt werden — beispielsweise für die Kontextmodellierung, aber auch für die Benutzermodellierung und die Aufgabenmodellierung [Gross & Prinz 2004; Gross *et al.* 2005].

Danksagung

Dank an alle Mitglieder und Partner des Cooperative Media Labs in Weimar, sowie an die anonymen Gutachter für wertvolle Kommentare.

Literaturverzeichnis

- Abowd, G.D. und Mynatt, E. Charting Past, Present, and Future Research in Ubiquitous Computing. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* 7, 1 (Sept. 2000). pp. 29-58.
- Bannon, L.J. und Schmidt, K. CSCW: Four Characters in Search of a Context. In *Proceedings of the First European Conference on Computer-Supported Cooperative Work - ECSCW'89* (13.-15. Sept., Gatwick, UK). Elsevier, Dordrecht, NL, 1989. pp. 358-372.
- Beckmann, C., Schirmer, M., Paul-Stüve, T. und Gross, T. Sens-ation: Eine Plattform zur Entwicklung ubiquitaerer Umgebungen. In *Mensch & Computer - 7. Fachübergreifende Konferenz für interaktive und kooperative Medien - M&C 2007* (2.-5. Sept., Weimar). Oldenbourg, München, 2007. pp. 273-276.
- Chalmers, M. A Historical View of Context. *Computer Supported Cooperative Work: The Journal of Collaborative Computing* 13, 3-4 (Aug. 2004). pp. 223-247.
- CONTici. CONTici - DFG-Forschungsverbund. <http://www.uni-siegen.de/fb5/contici/>, 2010. (Letzter Zugriff 21/10/2010).
- Dey, A.K. und Newberger, A. Support for Context-Aware Intelligibility and Control. In *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI 2009* (4.-9. Apr., Boston, MA). ACM, N.Y., 2009. pp. 859-868.
- Dourish, P. What We Talk About When We Talk About Context. *Personal and Ubiquitous Computing* 8, 1 (Feb. 2004). pp. 19-30.
- Ellis, C.A., Gibbs, S.J. und Rein, G.L. Groupware: Some Issues and Experiences. *Communications of the ACM* 34, 1 (Jan. 1991). pp. 38-58.
- Erickson, T. Some Problems with the Notion of Context-Aware Computing: Ask not for Whom the Cell Phone Tolls. *Communications of the ACM* 45, 2 (Feb. 2002). pp. 102-104.
- Goffman, E. *The Presentation of Self in Everyday Life*. Doubleday Anchor Books, N.Y., 1959.
- Gould, J.D. und Lewis, C. Designing for Usability: Key Principles and What Designers Think. *Communications of the ACM* 28, 3 (Mär. 1985). pp. 300-311.
- Gross, T. Cooperative Ambient Intelligence: Towards Autonomous and Adaptive Cooperative Ubiquitous Environments. *International Journal of Autonomous and Adaptive Communications Systems (IJAACS)* 1, 2 (2008). pp. 270-278.
- Gross, T. und Beckmann, C. CoLocScribe: Selektive Informationsfreigabe in einem Media Space. In *Mensch & Computer - 9. Fachübergreifende Konferenz für interaktive und kooperative Medien - M&C 2009* (6.-9. Sept., Berlin). Oldenbourg, München, 2009. pp. 463-466.
- Gross, T., Beckmann, C. und Schirmer, M. The PPPSpace: Innovative Concepts for Permanent Capturing, Persistent Storing, and Parallel Processing and Distributing Events. In *Proceedings of the Eighteenth Euromicro Conference on Parallel, Distributed, and Network-Based Processing - PDP 2010* (17.-19. Feb., Pisa, Italien). IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, 2010a. pp. 359-366.

- Gross, T., Egla, T. und Marquardt, N. Sens-ation: A Service-Oriented Platform for Developing Sensor-Based Infrastructures. *International Journal of Internet Protocol Technology (IJIPT)* 1, 3 (2006). pp. 159-167.
- Gross, T. und Fetter, M. CoDaMine: Communication Data Mining for Feedback and Control in Ubiquitous Environments. In *Proceedings of the Sixteenth Euromicro Conference on Parallel, Distributed, and Network-Based Processing - PDP 2008* (13.-15. Feb., Toulouse, Frankreich). IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, 2008. pp. 539-546.
- Gross, T. und Fetter, M. Computer-Supported Cooperative Work. In Stefanidis, C., (Hrsg.) *The Universal Access Handbook*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 2009. pp. 43:1-22.
- Gross, T., Fetter, M. und Seifert, J. CoDaMine: Effiziente soziale Interaktion durch die Analyse der Online-Kommunikation im Instant Text Messaging. In *Usability Day – Eintauchen in Medienwelten – uDay VIII 2010* (May 21, Dornbirn, Österreich). Pabst Science Publishers, Lengerich, 2010b. pp. 106-112.
- Gross, T., Ghali, F. und Cristea, A.I. Communication and Collaboration Towards Problem Solving: Evaluation of PILS. In *Workshop on Individual and Group Adaptation in Collaborative Learning Environments - IGACLE; at the Third European Conference on Technology-Enhanced Learning - ECTEL 2008* (17. Sept., Maastricht, NL). *CEUR Workshop Proceedings*, Aachen, Germany, 2008.
- Gross, T. und Oemig, C. PRIMI: An Open Platform for the Rapid and Easy Development of Instant Messaging Infrastructures. In *Proceedings of the 31st EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications - SEAA 2005* (30. Aug.-3. Sept, Porto, Portugal). IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, 2005. pp. 460-467.
- Gross, T. und Oemig, C. From PRIMI to PRIMIFaces: Technical Concepts for Selective Information Disclosure. In *Proceedings of the 32nd EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications - SEAA 2006* (29. Aug.-1. Sept., Cavtat, Dubrovnik, Kroatien). IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, 2006. pp. 480-487.
- Gross, T., Paul-Stüve, T. und Palakarska, T. SensBution: A Rule-Based Peer-to-Peer Approach for Sensor-Based Infrastructures. In *Proceedings of the 33rd EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications - SEAA 2007* (27.-31. Aug., Lübeck). IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, 2007. pp. 333-340.
- Gross, T. und Prinz, W. Modelling Shared Contexts in Cooperative Environments: Concept, Implementation, and Evaluation. *Computer Supported Cooperative Work: The Journal of Collaborative Computing* 13, 3-4 (Aug. 2004). pp. 283-303.
- Gross, T., Stary, C. und Totter, A. User-Centered Awareness in Computer-Supported Cooperative Work-Systems: Structured Embedding of Findings from Social Sciences. *International Journal of Human-Computer Interaction* 18, 3 (June 2005). pp. 323-360.
- Grudin, J. The Computer Reaches Out: The Historical Continuity of Interface Design. In *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI'90* (1.-5. Apr., Seattle, WA). ACM, N.Y., 1990. pp. 261-268.
- Joisten, M. und Gross, T. Untersuchung und Design Patterns zur Darstellung sozialer Netzwerke in CMC-Systemen. In *Mensch & Computer - 8. Fachübergreifende Konferenz für interaktive und kooperative Medien - M&C 2008* (Sept. 7-10, Lübeck). Oldenbourg, München, 2008. pp. 297-306.
- Joisten, M. und Gross, T. Soziale Interaktion über Real-Time Collaboration-Systeme - Empirische Befunde und Entwurfsmuster. *i-com - Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien* 2 (2010). pp. 2-15.
- Lyytinen, K. und Yoo, Y. Issues and Challenges in Ubiquitous Computing. *Communications of the ACM* 45, 12 (Dec. 2002). pp. 63-65.
- Malone, T.W., Grant, K.R. und Turbak, F.A. The Information Lens: An Intelligent System for Information Sharing in Organisations. In *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI'86* (13.-17. Apr., Boston, MA). ACM, N.Y., 1986. pp. 1-8.
- Marca, D. und Bock, G., eds. *Groupware: Software for Computer-Supported Cooperative Work*. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, 1992.

- Markopoulos, P., de Ruyter, B., Privender, S. und van Breemen, A. Case Study: Bringing Social Intelligence into Home Dialogue Systems. *ACM interactions* (Juli/Aug. 2005). pp. 37-45.
- Martin, D. und Sommerville, I. Patterns of Cooperative Interaction: Linking Ethnomethodology and Design. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* 11, 1 (Mär. 2004). pp. 59-89.
- Oppermann, R., ed. Adaptive User Support: Ergonomic Design of Manually and Automatically Adaptable Software. In Gasser, L., ed. *Computers, Cognition and Work Series*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1994.
- Preece, J., Rogers, Y. und Sharp, H. *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. Wiley, N.Y., 2007.
- Schilit, B.N., Adams, N.I. und Want, R. Context-Aware Computing Applications. In *Proceedings of the Workshop on Mobile Computing Systems and Applications* (IEEE Computer Society, Santa Cruz, CA, 1994. pp. 85-90.
- Schill, A. und Springer, T. *Verteilte Systeme*. Springer-Verlag, Heidelberg, 2007.
- Shneiderman, B. Direct Manipulation: A Step Beyond Programming Languages. *IEEE Computer* 16, 8 (1983). pp. 57-69.
- Sutherland, I.E. Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communication System. <http://design.osu.edu/carlson/history/PDFs/UCAM-CL-TR-574.pdf>, 2003. (Letzter Zugriff 15/10/2009).
- Tscheligi, M. Ambient Intelligence: The Next Generation of User Centredness. *ACM interactions* (Juli/Aug. 2005). pp. 20-21.
- Weber, W., Rabaey, J.M. und Aarts, E., eds. *Ambient Intelligence*. Springer-Verlag, N.Y., 2005.
- Weiser, M. Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing. *Communications of the ACM* 36, 7 (July 1993). pp. 75-84.
- Weiser, M., Gold, R. und Brown, J.S. The Origins of Ubiquitous Computing Research at PARC in the Late 1980s. *IBM System Journal - Special Issue on Pervasive Computing* 38, 4 (1999). pp. 693-696.
- Witten, I.H. und Frank, E. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, 2006.