

Universität
Koblenz-Landau
Abteilung Koblenz
Fachbereich 4 - Informatik

Seminar: Semantic Grid

WS 2004/05

Semantische Technologien und Pervasive Computing

Betreuung:

Prof. Dr. Steffen Staab
Dipl.-Inform. Bernhard Tausch

Richard Wunsch
riwu@uni-koblenz.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Definition von Pervasive Computing	3
3	Hypothetische Beispielanwendung: Museum	4
4	Schlüsseltechnologien und Herausforderungen	5
5	Das Dreieck Semantic – Grid – Pervasive	7
6	Reale Anwendungen	9
6.1	Smart Chemistry Laboratory.	9
6.2	Ein Portal für medizinische Interaktion mit einem Ubiquitous Computing System	9
6.3	Access Grid	10
6.4	Entwicklung des Smart Phone	10
7	Abschließendes	10
8	Quellen	11

1 Einleitung

Die breite Akzeptanz des World Wide Web und seine ständig wachsenden Kapazitäten haben zu neuen Visionen geführt.

Die Idee des Grid stellt ein weltweites Rechen- und Datennetz mit u.a. immensen Rechen- und Speicherressourcen in Aussicht.

Das Semantic Web soll das statische, syntaxbasierte Web mit maschinenlesbaren, bedeutungstragenden Metadaten und Technologien erweitern.

Man hat mittlerweile erkannt, dass man keine der neuen Web-Technologien isoliert betrachten sollte und Grid und Semantic Web durch gemeinsame Standards voneinander profitieren.

Daraus resultieren neue Ansätze wie das Semantic Grid, sozusagen ein Service-orientiertes, mit Metadaten angereichertes Grid, sowie das Pervasive Computing (auch: Ubiquitous Computing) und die Ambient Intelligence-Vision.

Ziel dieser Arbeit soll es sein, den Begriff Pervasive Computing in den Kontext der neuen Web-Technologien einzuordnen und die damit verbundenen technischen Herausforderungen aufzuzeigen und bereits existierende Standards und Lösungen zu nennen. Desweiteren werden Beispiele aktueller Entwicklungen vorgestellt.

2 Definition von Pervasive Computing

Damit werden neuartige Formen der Mensch-Maschine Interaktion bezeichnet, in der vernetzte physikalische Geräte Dienstleistungen bereitstellen.

Zu solchen Geräten zählen displays und Kameras, Lautsprecher bzw. Mikrofone, Temperatur- und Berührungssensoren etc., die in unserer Arbeits- und Alltagsumgebung, ja sogar in unserer Kleidung untergebracht sein können. Wichtig dabei ist, dass die Geräte dabei calm sind, d.h. sich unauffällig in unsere Umgebung integrieren, nicht mehr bewußt wahrgenommen werden und ihre Arbeit verrichten, d.h. über schnurlose Verbindungen kommunizieren. Dazu gehört auch, dass sich diese Geräte selbständig konfigurieren und automatisch gegenseitig finden können.

Diese Entwicklungen sah als Erster Marc Weiser (Xerox)1991 voraus und schuf den Begriff des Ubiquitous Computing. (<http://nano.xerox.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html>)
Synonym dazu wird der Begriff Pervasive (durchdringend, allgegenwärtig) Computing verwendet, der vor allem von IBM geprägt wurde.

Um die prinzipiell selben Technologien geht es beim Ambient Intelligence-Konzept, welches von der EU (ISTAG – Kommission) ins Leben gerufen wurde und finanziell unterstützt wird. Motivation war, die europäische Wirtschaft wettbewerbsfähig zu halten durch die Einführung

neuer Technologien rund um Pervasive Computing. Die Unterschiede sind weniger technischer als vielmehr politischer und strategischer Natur.

Ubiquitous Computing gilt als amerikanisches Konzept, das die vorhandenen IT-Basistechnologien und deren Weiterentwicklung konkret in den Vordergrund stellt (computing), Ambient Intelligence ist noch etwas allgemeiner gefasst und ist im Kern die intelligente Interaktion zwischen Benutzern und ihrer Umgebung. Z.B. Philips zeigt großes Engagement in diesem Bereich.

Die möglichen Anwendungen des Pervasive Computing sind extrem vielfältig und unterschiedlich komplex. Im Prinzip kann man Mobiltelefonie und SMS schon als realisierte Ubiquitous Computing Anwendungen sehen, da hier zwei grundlegenden Merkmale zutreffen:

- wireless, d.h. es besteht ein schnurloses Netzwerk
- pervasiveness, d.h. die Technologie ist in gewisser Weise eingebettet in unsere Umwelt und Alltagsgegenstände.

Insbesondere die breite Anwenderschaft des Mobiltelefones macht es zu einer interessanten weil lukrativen Plattform für Neu- und Weiterentwicklungen auf dem Gebiet. Fast immer geht die Entwicklung am rasantesten bei sogenannten Killer Applications, d.h. bei solchen Anwendungen, die sich am besten im großen Stil vermarkten lassen. Es werden also neuartige Geräte mit verschiedensten Funktionalitäten und unterschiedlicher Komplexität produziert werden. Da eine Vielzahl der momentanen Projekte und Ideen staatlich gefördert wird, werden sich mit Sicherheit neben den lukrativen auch solche Ansätze durchsetzen, die erst auf längere Sicht rentabel werden und z.B. gemeinnützige Zwecke erfüllen.

Die mögliche Anwendungsgebiete sind vielfältig und umfassen nahezu alle Lebensbereiche: Arbeit, Freizeit, Verkehr, Medizin, Forschung, E-Business, Erziehung, Gaming, Sport, nicht zu vergessen das Militär, das sich schon immer innovative Technologien zunutze machte, etc.

3 Hypothetische Beispielanwendung: Museum

Um sich eine konkretere Vorstellung zu bilden, zeigt das folgende Beispiel anhand eines hypothetischen Museumsbesuches die Möglichkeiten aber auch die Anforderungen von Pervasive Computing Systemen auf. Wir nehmen dazu an, dass unsere Umwelt, in dem Fall das Museum sowie unser Auto mit funktionierender Ubiquitous Computing Technologie, und wir mit einem mobilen netzwerkfähigen handheld PC ausgestattet sind.

Wir befinden uns auf dem Weg ins Museum und reisen mit dem PKW an. Durch unsere Mitgliedschaft im Kunstverein bekommen wir reduzierte Parkplätze. Unser Navigationssystem bekommt vom Parkhaus die Koordinaten von noch freien Plätzen übermittelt. Da die Wettervorhersage Regen meldet, sucht uns das System einen überdachten Stellplatz. Wir steigen aus dem PKW und nehmen unseren mobilen handheld mit, welches zunächst die Position des Autos speichert und uns dann den Weg zum nächsten Museumseingang aufweist.

Beim Eintritt ins Museum übermittelt unser handheld automatisch unsere Mitgliedsdaten und organisiert die Bezahlung.. Durch den Check der Temperatursensoren des Museums meldet unser handheld, es sei warm genug, die Jacken abzugeben und zeigt uns den Weg zur Garderobe auf, gerade weil es weiss, wie ungerne wir bei solchen Gelegenheiten unsere Jacke tragen.

Unser handheld zeigt an, dass die Hauptgalerie gerade recht voll ist und empfiehlt uns eine interessange Sonderausstellung, der Weg dorthin wird uns aufgezeigt.

Beim Annähern an Kunstwerke werden uns auf dem handheld weiterführende Informationen angeboten, die teilweise auch über ein Bluetooth headset angehört werden können.

Beim Verlassen der Ausstellung nähern wir uns dem Souvenirladen, und da blinkt unser handheld auf und erinnert uns an den Geburtstag von Mutti. Es weiss wie gerne sie Briefe schreibt, und dass sie eine Vorliebe für impressionistische Kunst hat, also empfiehlt es uns den Kauf des angebotenen Monet-Briefpapiers. Wir willigen ein, die Bezahlung wird organisiert und die Lieferung wird so organisiert, dass das Paket am Geburtstag bei Mutti ankommt.

Dieses Beispiel ist natürlich in der Form noch nicht möglich, und Anwendungen, die heute schon realisierbar bzw. bereits in Planung sind wirken weniger komplex und unspektakulär. Man muss sich auch bewusst machen, dass zunächst analysiert werden muss, ob eine bestimmte Anwendungen überhaupt Sinn macht. Vielleicht macht einen Museumsbesuch ja gerade die Tatsache aus, dass man fern von Alltag und jeglichen Medien ist. Dabei könnte die vollständige Technisierung des Museums störend wirken. Natürlich – wenn die Integration der Komponenten wirklich calm ist, könnte man einfach den handheld im Auto lassen und würde von der ganzen Technik nichts mitbekommen. Übrig bleibt dann immer noch die Frage, ob eine Anwendung Sinn macht und ob sie menschengerecht ist.

Daher wird nicht nur in technischer Richtung geforscht, bei vielen Projekten wie z.B. Equator (<http://www.equator.ac.uk/>) sind interdisziplinäre Forscherteams aus den Bereichen Informatik, Psychologie, den Sozialwissenschaften, Design und Kunst, etc. am Werk.

4 Schlüsseltechnologien und Herausforderungen

Die wesentlichen Anforderungen an Ubiquitous Computing Systeme lassen sich unter einigen Schlagwörtern zusammenfassen.

- User Interface Design: Zugang zu Funktionalitäten benötigt komfortable Anwenderorientierte Benutzeroberflächen und Ein- Ausgabegeräte.
Beispiele: touch screen, voice input, speech output, etc.
- Context Awareness: Man braucht Methoden, um Objekte und ihre Umwelt mit Messvorrichtungen für Räumliche Position, Zeit, Umgebungsbedingungen, menschliche Aktivitäten und sozialen Kontext auszustatten.
Beispiele: GPS, Ultraschall-Pinger, sonstige Sensordaten, sonstiges Kontextwissen

- Requirements/Preferences: Um das System möglichst gut dem Benutzer anzupassen, müssen gewisse persönliche Wünsche und Besonderheiten bekannt sein.
Beispiel: Wir tragen ungerne die Jacken im Museum.
- Machine Learning: Um im Laufe der Zeit die Rechenzeit zu optimieren und sich besser an den Benutzer anzupassen sollten die Systeme lernfähig sein
- Heterogenity und Interoperability: viele verschiedene Ressourcen müssen eingebunden werden und untereinander kommunizieren können
Das wird unterstützt durch OGSA, realisiert im GT3.
- Scalability: eine Vielzahl gleichzeitiger Berechnungen und die Dynamik der beteiligten Geräte, Services und User muss automatisch verwaltet werden.
- Adaptability und Fault Tolerance: Wechsel, Fehler und Neueinführung von Komponenten muss bewältigt werden, und zwar während der Laufzeit, ein Rebooten des Systems darf nicht erforderlich sein.
- Ressource Management und Service Composition: je komplexer die Anwendung, desto wichtiger werden die Organisation von Lebenszyklus, Interaktion, Überwachung und dynamische Zusammenstellung einzelner Services.
Dazu benötigte Schnittstellen können mit OGSF definiert werden. Voraussetzung für zusammengesetzte Services ist zunächst eine funktionierende:
- Service Discovery: Ressourcen müssen effektiv und effizient auffindbar sein.
Grundlegende Netzwerktechnologien dafür sind Jini von Sun, UPnP von Microsoft und W3C CC/PP.
Um aussagekräftige Service-Beschreibungen zu bekommen wird man wahrscheinlich die Semantic Web-Konzepte DAML und URIs in diese Richtung zu erweitern versuchen.
- Security: Ressourcenschonende und skalierbare Sicherheitskonzepte sind notwendig, um Zugangsbeschränkungen, Authentifikation und Privatsphäre zu gewährleisten.
Dafür kommt keine zentralisierte Sicherheitsstruktur in Frage.
Realisierbar wäre dies mit Semantic Web basierten Software Agenten.
- Communication: Da die verschiedensten Medien und Datenformate im Austausch stehen, werden neue höhere Protokollschichten benötigt.
- Features not typically found in wireless networks: synchrone und asynchrone Kommunikation, sowie Netzwerktechnologien, die den speziellen Anforderungen der beteiligten Geräte entsprechen müssen implementiert werden.
- Audit Trails: Es muss möglich sein, nachzuvollziehen, welche Prozesse zu einem Zeitpunkt an einer Anwendung beteiligt sind, und darin einzugreifen, um Inkorrektheiten zu beheben, Statusabfragen zu tätigen oder das System zu warten.
- Payment: viele der Angebote werden kostenpflichtig sein, sodass einfache Zahlungsmethoden erwünscht sind.
Auch dies könnte von automatisierten Services oder Software Agenten übernommen werden.

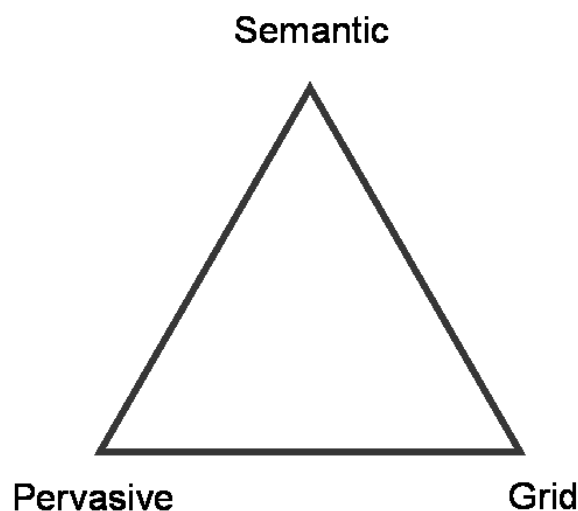
Viele der genannten Anforderungen bestehen bei Ubiquitous Computing- sowie Grid- und Semantic Web-Systemen, einige Anforderungen sind bereits mit Semantic Web-Technologien lösbar, d.h. hier wird deutlich, dass alle Technologien durch gemeinsame Anstrengungen und Standards profitieren können.

5 Das Dreieck Semantic – Grid – Pervasive

Die Herausforderung liegt also darin, gewisse Standards zu schaffen, und eine Anbindung von Pervasive Computing Mechanismen an das Grid herzustellen. Da das Grid überall vorhanden sein soll und quasi unbeschränkte Rechen- und Speicherleistung bietet, und als Semantic Grid die Organisation verschiedenster Services übernehmen kann wäre es die ideale Plattform für Pervasive Computing Anwendungen.

Daher sehen viele auch die Notwendigkeit, die Forschungsgebiete Grid bzw. Semantic Grid, Semantic Web und Pervasive Computing als ein grosses Ganzes zu betrachten und anzugehen.

Um die Zusammenhänge zwischen jeweils zwei Paradigmen zu verdeutlichen, kann man jeweils eine Kante des Dreiecks Semantic – Grid – Pervasive betrachten:



Grid und Pervasive

Hier sind die Grenzen z.T. fließend, da einige Grid-Anwendungen ihre Daten anhand von Sensoren gewinnen, sodass das Pervasive Computing, genauer die physikalischen Geräte ein Teil des Grids werden.

Hinzu kommt, dass die zentralen Elemente in einem Pervasive Computing Szenario services und devices sind, also bestimmte Dienstleistungen und physikalische Geräte, die man abstrahieren und allgemein als Ressourcen bezeichnen kann. Nun muss man, analog zum Grid die Kommunikation zwischen Ressourcen ermöglichen, was beim Grid analog gilt. Somit ergeben sich auch ähnliche Herausforderungen in beiden Konzepten: Service Description, -Discovery und -Composition, Mobility of Resources, Autonomic Behaviour und Security, Authentication und Trust, Interoperability und Peer-to-Peer sind Schlagworte die im nächsten Kapitel genauer erläutert werden. Von der Seite der Pervasive Computing Anwendungen wäre ein Zugriff auf die Rechenressourcen des Grid wünschenswert, da in Zukunft immer größere Szenarien mit entsprechend hohem Rechenaufwand möglich sind.

Semantic und Grid

Bei der Entwicklung des Grid geht es zunehmend um den Einsatz von Metadaten, um autonome, dynamische Systeme zu erzeugen. Vorhandene Semantic Web-Technologien bieten Mechanismen und tools dafür: RDF, OWL, die vom GGF vorangetrieben werden. Semantic Web Services, OGSA, die dem Service-orientierten Ansatz nachgehen.

Semantic und Pervasive

Kombiniert man die beiden Aspekte, gelangt man zum Agenten-basierten Computing, Self-Organisation von Komponenten, zur Vision des Autonomic Computing.

Eine weitere Gemeinsamkeit ist, dass Errungenschaften im Bereich der Semantic Web Services auf Grid- sowie auf Pervasive Computing Szenarien angewandt werden, da sich semantische Interoperabilität auf Inhalte genauso anwenden lässt wie auf Services. Auch hier kann man abstrahieren und alles als Ressourcen kennzeichnen.

Es gibt auch Zusammenhänge, in denen das Semantic Web entsprechende Pervasive Computing Kapazitäten benötigt, um den Anwender von der Gewinnung von Metadaten zu entlasten.

Zusammenfassung: Semantic – Grid – Pervasive

Um die Entwicklung der einzelnen Technologien voranzubringen macht es also Sinn diese nicht getrennt von den anderen zu betrachten.

Nur so kann man eine gemeinsame Infrastruktur schaffen, der sich alle bedienen können.

Wenn bei jeder spezifischen Weiterentwicklung auf gewisse Standards geachtet wird, können Alle voneinander profitieren.

6 Reale Anwendungen

6.1 Smart Chemistry Laboratory

Hier geht es um den Ansatz, im Chemielabor Pervasive Computing zu benutzen um Messwerte, also Metadaten, direkt bei der Entstehung zu erfassen.

Da die Daten direkt an der Quelle aufgenommen werden, spricht man vom Annotation at Source-Prinzip, eine enorme Erleichterung für den Laboranten, der viel weniger Aufzeichnungen machen muss.

Die Daten werden gespeichert und jede weitere Operation geschieht dann auf den Daten, sodass jeder Prozess zur Quelle zurückverfolgt werden kann

Beispiele: World Wide Molecular Matrix: <http://wwmm.ch.cam.ac.uk/>
 Smart Tea: <http://www.smarttea.org>

6.2 Ein Portal für medizinische Interaktion mit einem Ubiquitous Computing System

Don Cruickshank und David De Roure beschreiben in ihrem Artikel (Quellen) wie sie ein MUD-basiertes (multiple user dungeon) Portal entwickelt haben, mit dem man auf live-Patientendaten zugreifen kann. Dazu werden Patienten mit spezieller Kleidung (medical jacket) ausgestattet, in der medizinische, netzwerkfähige Sensoren stecken.

Das Portal stellt eine Art digitale Schnittstelle des Mediziners zur physikalischen Welt des Patienten her, der Arzt kann den Zustand des Patienten über das jacket abfragen und dank integrierter Ortungstechnologie den Kontext des Patienten erfahren. Kontextinformation wie Lokalisation ist in diesem Zusammenhang sehr wichtig, da z.B. ein überhöhter Puls bei einem fettleibigen Menschen nicht unbedingt eine Notsituation darstellen muss – es kann auch sein, dass er gerade eine Treppe hochsteigt.

Bei einem kritischen Zustand, der von einem Geräte gemessen wird, ist vorgesehen, dass automatisch ein Alarm ausgelöst und Ärzte alarmiert werden.

Das MUD basiert auf der von Mudos (<http://www.mudos.org>) gelieferten Software, und die Geräte werden über einen Grid Service Proxy miteinander verbunden, GT3 kommt zum Einsatz.

Das Portal ist noch nicht komplett testbar, da bestimmte Voraussetzungen noch nicht gegeben sind. Z.B. stellt die Lokalisation der Patienten ein Problem dar. GPS ist zu ungenau und funktioniert nicht richtig in Gebäuden. Ultraschall pinger haben zwar eine gute Auflösung, jedoch nur einen begrenzten Radius. Möglich wäre evtl. der Gebrauch von RFID oder smartcards.

6.3 Access Grid

Das Access Grid liefert ein System, das Videokonferenzen und generell Kommunikation zwischen räumlich getrennten Gruppen ermöglicht.

Dazu wird auch hier ein MUD bereitgestellt, über das sich die Teilnehmer einloggen können. Verbindungen basieren auf dem peer-to-peer Paradigma, wozu hier das Modell der Virtual Venues geschaffen wurde, die die Verbindung zu einem virtuellen Treffpunkt darstellen. Auch hier gilt das annotation at source-Prinzip, d.h. entstehende Daten (Videos, sound, Text, etc.) können direkt bei der Entstehung aufgezeichnet und weiterverwendet werden.

Entwickelt wurde Access Grid vom Argonne National Laboratory (<http://www-unix.mcs.anl.gov/fl/>).

Eine dort häufig genutzte Anwendung ist distributed powerpoint (<http://www.accessgrid.org/agdp/guide/dppt/1.0.9/html/>)

6.4 Entwicklung des Smart Phone

Ein Smart Phone ist im Prinzip ein Mobiltelefon mit weiteren intelligenten oder multimedialen Funktionen. Die Weiterentwicklung zum Camera Phone ist solch eine Entwicklung (<http://www.eurotechnology.com/store/camera-phone/index.html>).

Viele große Firmen und Institutionen wie Nokia und IEEE sind mit intensiven Forschungen auf der Suche nach neuen Killer-Applikationen.

7 Abschliessendes

Es gibt heute zahlreiche interessante Projekte, in denen Pervasive Computing oder Ambient Intelligence zur Anwendung kommen. Etwa in der Verbindung mit Augmented und Virtual Reality kann man sich Anwendungen in vielen Bereichen vorstellen, im industriellen Sektor z.B. die Möglichkeit einer Fernwartung –produktion oder –reparatur oder in der Medizin sogar ein Fernoperation oder Ferndiagnose.

Bis man soweit ist, muss man Schritt für Schritt voranschreiten und, wie aufgezeigt wurde, allgemeingültige Standards für alle Bereiche schaffen, da nur so die wirklich grossen Visionen Realität werden können.

8 Quellen

Links aus dem Text

<http://nano.xerox.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html>

<http://www.equator.ac.uk/>

<http://wwmm.ch.cam.ac.uk/>

<http://www.smarttea.org>

<http://www.mudos.org>

<http://www-unix.mcs.anl.gov/fl/>

<http://www.accessgrid.org/agdp/guide/dpvt/1.0.9/html/>

<http://www.eurotechnology.com/store/camera-phone/index.html>

Weitere links

- <http://www.scidac.org/>
- <http://www.ambientintelligence.org/>
- http://www.gi-ev.de/informatik/presse/presse_040922.shtml
- <http://www.api.reading.ac.uk/>

Literatur

- O. Lassila, M. Adler. *Semantic Gadgets: Ubiquitous Computing Meets the Semantic Web*, In: D. Fensel et al (eds.). *Spinning the Semantic Web*. pp.363-376. MIT Press. 2003
- D. De Roure. *Semantic Grid and Pervasive Computing*. The First GGF Semantic Grid Workshop. Chicago, IL, USA, 2003.
- O. Storz, P. V. Boddupalli, N. Davies, A. Friday, M. Wu. *Leveraging the Grid to Provide a Global Platform for Ubiquitous Computing Research*. Lancaster University Technical Report CSEG/2/03, April 2003.
- D. Cruickshank, D. De Roure. *A Portal for Interacting with Context-Aware Ubiquitous Systems*. In: *Proceedings of First International Workshop on Advanced Context Modelling, Reasoning And Management*. Nottingham, UK, 2004.