

Pervasive Computing im Alltag

Realistische Zukunftsanwendungen zur Untersuchung von Chancen und Risiken autonomer, intelligenter Objekte



Vlad Coroama
ETH Zürich, In-
stitut für Pervasive
Computing, Zürich
coroama@inf.ethz.
ch

Nach dem Hype um den «intelligenten» Kühlschrank: Mit welchen Pervasive- Computing-Anwendungen ist in Zukunft zu rechnen? Ein beispielhafter Überblick

Eine Puppe, die ihre Kleidung selbst im Internet bestellt und dafür die Hauskasse plündert, oder ein von Computerviren befallener Medizinschrank, der die falsche Medizin verschreibt, so dass letztlich Computerviren reale Krankheiten auslösen, mögen sich zunächst nach Science-Fiction-Utopien anhören. Wenn man jedoch die Vision des Pervasive (oder: Ubiquitous) Computing zu Ende denkt und die möglichen Anwendungen betrachtet, so sind es genau solche Risiken und Nebenwirkungen, die in Kürze auf uns zukommen könnten – als Folge sinnvoller und hilfreicher Anwendungen, die aufgrund der stetigen Miniaturisierung in der Elektronik demnächst möglich sind.

Die Vision des Pervasive Computing

Der Begriff «Ubiquitous Computing» wurde in den späten 1980er Jahren im kalifornischen Palo Alto Research Center der Firma Xerox von einem Forscherteam um MARK WEISER geprägt¹, der Schwesterbegriff «Pervasive Computing» entstand einige Jahre später aus der Industrie heraus. Beide Begriffe bezeichnen die Vision alles durchdringender Computertechnologie, welche durch die stetige Miniaturisierung von Computerchips und -speicher sowie Fortschritte der Sensortechnik und der drahtlosen Kommunikation ermöglicht wird. Zusammen mit stetig fallenden Preisen lassen es diese Fortschritte zu, dass derartige elektronische Komponenten in immer mehr alltägliche Dinge eingebaut werden können, so dass diese letztlich über die Sensoren «fühlen», mit Hilfe des Chips «denken», vermöge des Speichers «sich erinnern» sowie dank der drahtlosen Kommunikationsmodule «reden» können.

Ein erstes Beispiel

Da auch Lokalisierungs- und Identifikationssysteme (z. B. GPS beziehungsweise RFID) immer zuverlässiger und günstiger werden, werden so viele neue Anwendungen möglich – in allen erdenklichen Bereichen wie Logistik, Medizin, Bergrettung, Katastrophenbekämpfung, Erziehung, Behindertenbetreuung, öffentlicher und privater Verkehr, Versicherungen.

Die meisten Anwendungen sind noch im Ideen- bzw. Prototypenstadium. Einige dieser Prototypen haben ein beträchtliches Echo in der Presse gefunden, so dass es in der Flut an Meldungen über Pervasive Computing schwierig geworden ist, zwischen sinnvollen, zukunftssträchtigen Anwendungen und simplen Spielereien zu unterscheiden.

So hat beispielsweise der «intelligente Kühlschrank», der seinen Inhalt kennt, vor verfallenden Produkten warnt und über das Internet automatisch Cola nachbestellt, wenn sein Vorrat zu Neige geht, einige Wellen geschlagen. Manche sahen darin einen Vorboten der schönen neuen Welt, andere warnten vor der dann möglich werdenden Überwachung des Einzelnen durch die eigenen Haushaltsgeräte, die eventuell, ohne Kenntnis des Besitzers, dessen Essensgewohnheiten in die Welt hinausposaunen könnten. In Wirklichkeit ist der «intelligente Kühlschrank» eine kleine, etwas spielerische Anwendung, die Menschen ein Plus an Bequemlichkeit bringen kann (indem an ablaufende Produkte erinnert wird), die jedoch auch die Limitierungen der Technologie auf klare Weise aufzeigt. Während nämlich für eine Vorführung oder Pressemeldung die automatische Nachbestellung von Waren nett wirkt, gäbe es im richtigen Leben zahlreiche Gründe, wegen derer wir Produkte nicht nachbestellt haben wollten – vielleicht verreisen wir demnächst, fangen eine Diät an oder haben ganz einfach keine Lust mehr auf das entsprechende Produkt.

Ein «intelligenter» Kühlschrank, der dessen ungeachtet ständig Produkte nachbestellt und bei dem sich eventuell diese Funktionalität auch nicht abschalten lässt (ausser dadurch, dass

dessen Internet-Anschluss durchtrennt wird) zeigt, wie schnell derartige Technologie, die eigentlich mehr Bequemlichkeit bringen soll, ärgerlich werden kann. Schon bei einer derart kleinen und unbedeutenden Anwendung (verglichen mit den grossen Visionen des Pervasive Computing) wird damit klar, dass oft stillschweigend vorausgesetzt wird, dass das Objekt die Bedürfnisse seines Nutzers erahnen kann. Dies ist jedoch ein alter unerfüllter Traum der Künstlichen Intelligenz und wird auch unter dem neuen Namen Pervasive Computing nicht leichter erreicht werden können².

Realistischere Anwendungen

Die sozialen Auswirkungen «intelligenter» Kühlschränke zu untersuchen, wäre daher eine ziemliche Verschwendung von Ressourcen, da solche Kühlschränke kaum eine Rolle spielen werden. Andere Anwendungen des Pervasive Computing hingegen, die aufgrund der angesprochenen Fortschritte in der Mikroelektronik demnächst technisch möglich werden, setzen derartige Intelligenz nicht voraus. Einige davon könnten existierende Märkte nachhaltig verändern oder ganz neue Märkte erschliessen, so dass auch starke ökonomische Interessen für deren Realisierung sprechen. Bedeutende soziale Veränderungen wären manchmal zu erwarten.

Im Haushalt

Dass der Kühlschrank das Internet nicht dazu nutzen sollte, um automatisch Produkte zu ordern, heisst nicht, dass ein an das Internet angebundener Kühlschrank, der seinen Inhalt kennt, sinnlos ist. Er könnte nicht nur vor verfallenden Produkten warnen, sondern auch Rezepte parat haben, welche sich mit dem Inhalt des Kühlschranks (und vielleicht mit dem Inhalt des Vorratsraums, mit dem er ebenfalls kommuniziert) realisieren lassen. Auch könnte er beispielsweise mit den Allergien der Hausbewohner programmiert werden. Jedes Mal, wenn neue Produkte eingestellt werden, würde sich der Kühlschrank deren Zutatenliste von der Webseite der Produzenten holen und bei Unverträglichkeiten warnen.

Viele weitere mit Sensoren, Rechenleistung und Kommunikation ausgestattete Haushaltsgeräte sind denkbar – auch solche, die heutzutage nicht elektronisch, ja nicht einmal elektrisch sind. So hat zum Beispiel CHRISTIAN FLÖRKEMEIER an der ETH Zürich einen «smarten» Medizinschrank entwickelt, der weiss, welche Medikamente sich darin befinden und wann welche Medizinpackung entnommen wird³. Des Weiteren ist der Schrank an das Internet angebunden und erhält automatisch vom Computer des Hausarztes

die aktuellen Rezepte. So kann er Patienten an die Einnahme der richtigen Medizin erinnern oder diese warnen, wenn sie nicht verschriebene Medikamente einnehmen wollen. Ebenfalls kann der Schrank durch die Internet-Anbindung sofortige Warnungen bei unvorhergesehenen Ereignissen ausgeben, beispielsweise wenn eine verschriebene Medizin sich als gefährlich herausstellt und vom Markt zurückgezogen wird. Ohne einen der-

Es ist in der Flut an Meldungen über Pervasive Computing schwierig geworden, zwischen sinnvollen, zukunftssträchtigen Anwendungen und simplen Spielereien zu unterscheiden.

artigen smarten Medizinschrank würde der Patient möglicherweise erst beim nächsten Arzt- oder Apothekenbesuch von der Gefährdung erfahren.

Im Gesundheitswesen

Allgemein könnten von den besseren, leichteren und günstigeren Sensoren, Lokalisierungssystemen und drahtlosen Kommunikationsmodulen all jene Patienten profitieren, die auf kontinuierliche Überwachung angewiesen sind. Viele von ihnen müssen sich heutzutage im Krankenhaus aufhalten, obwohl ihr Zustand dies eigentlich nicht erfordert. Nur im Falle einer akuten Krise müssen sie schnell behandelt werden können. Wenn am Körper angebrachte Sensoren den Zustand überwachen sowie im Notfall das Spital oder den Krankenwagen alarmieren, so werden solche Patienten in die Lage versetzt, ein unab-

Kurz & bündig

Um Chancen und Risiken des Pervasive Computing zu beurteilen, müssen hinter der Vision konkrete Anwendungen betrachtet werden. Da jedoch das Gebiet noch am Anfang steht und die meisten Anwendungen im Ideen- oder Prototypenstadium sind, ist es schwierig, zum jetzigen Zeitpunkt diejenigen Ausprägungen zu erkennen, welche die Gesellschaft nachhaltig verändern könnten. Am Beispiel des Internet-Kühlschranks wird aufgezeigt, dass der Einfluss der am meisten in den Medien thematisierten Zu-

kunftsanwendungen häufig überschätzt wird. Andere Projekte, mit mehr Chancen auf Realisierung, welche die Gesellschaft auch stärker beeinflussen könnten, werden eher unbeobachtet von der Öffentlichkeit vorangetrieben. Fernüberwachung von Patienten, Alltagsgegenstände mit «Selbstbewusstsein», ökonomisch autonom agierende Objekte sowie verhaltensabhängige Autoversicherungen und -steuern sind beispielhaft für derartige Projekte aufgeführt. Mögliche soziale Folgen werden kurz angerissen.

hängigeres Leben ausserhalb des Krankenhauses zu führen.

In der Industrie

Doch Sensoren können nicht nur für Menschen nützlich sein. Smarte Alltagsdinge können diese ebenfalls nutzen, um ihren eigenen Zustand zu beobachten. So rüsten etwa Hersteller von Flugzeugturbinen ihre Produkte bereits mit Sensoren aus, die eine lückenlose Überwachung während des gesamten Flugs durchführen und kleinste Störungen autonom melden. Werden Funktionsstörungen entdeckt, wird noch während des Flugs eine automatische Bestellung der entsprechenden Ersatzteile an den Zielflughafen gesendet, wo diese dann sofort nach der Landung zur Verfügung stehen⁴. Das Beratungsunternehmen Accenture hat dafür den Begriff «autono-

Durch die präzisen Überwachungsmöglichkeiten können im Verkehr entstehende Kosten dem Verursacherprinzip entsprechend in Rechnung gestellt werden.

mous purchasing objects» geprägt und auch spielerisch gezeigt, wohin dieses Paradigma führen könnte: Die Forscher haben eine Puppe vorgestellt, die selbsttätig die neuesten «Modetrends» anderer Puppen beobachtet und interessante, in ihrer Garderobe fehlende Kleidungsstücke gleich im Internet nachbestellt⁵. Ein Objekt also, das nicht nur seinen Zustand beobachtet, sondern auch «Wünsche» hat und ihnen entsprechend auf Einkaufstour geht. Nicht viele Eltern werden wohl eine derartige Puppe im Haus haben wollen. Ein Drucker jedoch, der Toner und Papier automatisch nachbestellt, dürfte auf deutlich mehr Gegenliebe stossen, und im Gegensatz zum «intelligenten» Kühlschrank braucht es dafür auch recht wenig «Intelligenz», so dass nicht viel schief laufen kann.

Im öffentlichen und privaten Verkehr

Überhaupt sind immer mehr ökonomisch autonom agierende Objekte zu erwarten. Im öffentlichen und privaten Verkehr ist dies gut zu beobachten. Es können heutzutage mit dem

Mobiltelefon schon Zugbillets bestellt werden, die als MMS im Telefon gespeichert sind. Sie setzen noch eine explizite Handlung des Besitzers voraus. Wieso sollte jedoch in naher Zukunft nicht das Handy selbst im Namen des Besitzers den Vertrag abschliessen, etwa beim Ein- und Ausstieg? Mit RFID-Chips ausgestattete Autos unternehmen bereits stellvertretend für den Fahrer Bezahlvorgänge bei Mautstationen, ohne dass dieser explizit der einzelnen Bezahlung zugestimmt hätte (am Anfang, mit dem Beitritt zum System, wurde die Verantwortung delegiert).

Im Verkehr lassen sich gut auch andere Zukunftstrends beobachten. So können durch die präzisen Überwachungsmöglichkeiten im Verkehr entstehende Kosten, welche bislang pauschal abgerechnet wurden, dem Verursacherprinzip entsprechend in Rechnung gestellt werden. Fahrzeugsteuern berücksichtigen bislang typischerweise nur die Emissionsklasse des Fahrzeugs, nicht dessen tatsächlichen Ausstoss. Ein umweltfreundliches Auto jedoch, das viel fährt, kann eine höhere Umweltbelastung verursachen als eine Dreckschleuder, die nur wenige Kilometer im Jahr gefahren wird. Ebenfalls relevant für die Umweltbelastung sind weitere Parameter wie Aussentemperatur, Ozonwerte oder Uhrzeit und Ort des Fahrens. All diejenigen, die um fünf Uhr nachmittags auf einer vielbefahrenen Autobahn fahren, sind oft Mitverursacher spontaner Staus und könnten dafür zur Kasse gebeten werden. Diese Parameter könnten technisch heute schon erfasst und zur Berechnung einer verhaltensabhängigen Fahrzeugsteuer benutzt werden, wie etwa ein Prototyp der ETH Zürich zeigt⁶. Ein derart verallgemeinertes Road-Pricing-System, das gezielt das Fahren auf bestimmten Strassen zu bestimmten Zeiten und Umweltbedingungen «bestraft», könnte mittelfristig eine der wenigen praktischen Lösungen sein, um chronisch überfüllte Stadtzentren zu entlasten oder um die Umweltbelastung gezielt zu reduzieren.

Im Versicherungswesen

Auch Autoversicherungen könnten deutlich mehr Parameter in Betracht ziehen, als dies heute der Fall ist. Verschiedene Versicherungsgesellschaften haben bereits Prototypen getestet, bei denen die Prämie von der jährlichen Kilometerleistung abhängig ist oder sogar von der Anzahl

Fussnoten

¹ Siehe MARK WEISER, Scientific American 1991.

² Siehe CHRISTOPHER LUEG, Pervasive 2002.

³ Siehe CHRISTIAN FLÖRKEMEIER/MATTHIAS LAMPE/THOMAS SCHOCH 2003.

⁴ Siehe LUDWIG SIEGEL, The Economist 2002.

⁵ Siehe THOMAS MAEDER, 2002.

⁶ Siehe VLAD COROAMA, Pervasive 2006.

⁷ Siehe VLAD COROAMA, Pervasive 2006.

⁸ Siehe z. B. FRIEDEMANN MATTERN 2005.

⁹ Siehe NEIL GERSHENFELD 1999.

«gefährlicher Bremsvorgänge». Die Feingranularität der Risikoberechnung könnte noch weiter erhöht werden: Geschwindigkeit, Längs- und Querbeschleunigung, Niederschläge, Uhrzeit, befahrener Strassentyp, Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug – alle diese Parameter nehmen Einfluss auf die Unfallwahrscheinlichkeit und könnten prinzipiell einbezogen werden⁷.

Ebenfalls anhand des privaten Verkehrs soll ein letzter Trend des Pervasive Computing erläutert werden: die kontinuierlich zunehmende Verflechtung und Zusammenarbeit verschiedener Systeme. Es gibt Bestrebungen verschiedener Hersteller, Fahrzeuge untereinander kommunizieren zu lassen. Und gemeint ist damit nicht der Entertainment-Bereich, etwa Kinder, die in verschiedenen Fahrzeugen miteinander spielen können. Vielmehr könnten sich Fahrzeuge desselben Herstellers über frei gewordene Parkplätze informieren, sich gegenseitig vor Staus warnen oder (idealerweise auch über Herstellergrenzen hinweg) sich gegenseitig vor abrupten Bremsvorgängen elektronisch warnen, so dass das dahinter fahrende Fahrzeug eine Notbremsung einleiten kann, schneller als der Fahrer selbst reagieren könnte.

Mögliche Auswirkungen

Auch wenn manche der aufgeführten Anwendungen nicht genau in der geschilderten Form kommen werden – der generelle Trend des Pervasive Computing scheint klar: Er führt hin zu «selbstbewussten» und kommunizierenden Alltagsgegenständen, welche sich selbst überwachen und Aktionen auslösen können, zu mehr Überwachung bestimmter Gruppen von Menschen (chronisch Kranke, Behinderte), zu immer mehr ökonomisch autonom agierenden Objekten, zu verhaltensabhängigen Versicherungen, Steuern und Gebühren sowie zu einer immer grösseren und undurchsichtigeren Verflechtung mehrerer Objekte oder ganzer Systeme, die dann im Verbund nützliche Dienste erbringen.

Obwohl diese Aufzählung bei weitem nicht vollständig ist, stellt sich schon danach – neben den häufig auftauchenden Fragen hinsichtlich des Schutzes der Privatsphäre⁸ – eine Reihe weiterer Fragen: Bis zu welchem Grad wollen wir, dass sich Solidaritätsgemeinschaften auflösen, wenn das individuelle Risiko des Einzelnen immer besser beurteilt werden kann? Wer ist für die Aktionen von Gegenständen verantwortlich, wenn diese etwa unverhältnismässige Käufe betätigen – der Besitzer, der Hersteller oder der Betreiber des Dienstes? Wer trägt zudem die Verantwortung, wenn im Verbund agierende Objekte nicht den vorhergesehenen Dienst erbringen – wenn beispielsweise ein in einen Unfall verwickeltes

Auto nicht wie vorgesehen vor dem Bremsen des vorausfahrenden Fahrzeugs gewarnt wurde? Welche weiteren Risiken entstehen durch die Delegation von immer mehr Verantwortung an Objekte? Könnten etwa Computerviren, welche Medizinschranke befallen, eines Tages gefährlicher sein als reale Viren?

«Es kommt mir so vor, als sei das rasante Wachstum des WWW nur der Zündfunke einer viel gewaltigeren Explosion gewesen. Sie wird losbrechen, sobald die Dinge das Internet nutzen» (NEIL GERSHENFELD, 1999).

Durch eine zunehmende Versachlichung des Diskurses über Chancen und Risiken des Pervasive Computing erscheinen auch NEIL GERSHENFELD'S Worte von 1999 in einem gänzlich anderen, realistischen Bild: «Es kommt mir so vor, als sei das rasante Wachstum des WWW nur der Zündfunke einer viel gewaltigeren Explosion gewesen. Sie wird losbrechen, sobald die Dinge das Internet nutzen»⁹. ■

Literatur

- COROAMA VLAD, The Smart Tachograph – Individual Accounting of Traffic Costs and its Implications, Proceedings of Pervasive 2006, Dublin, 135–152, 2006.
- FLÖRKEMEIER CHRISTIAN, LAMPE MATTHIAS, THOMAS SCHOCH, The Smart Box Concept for Ubiquitous Computing Environments, Proceedings of sOc'2003 (Smart Objects Conference), Grenoble, 118–121, 2003.
- GERSHENFELD NEIL, When Things Start to Think. Henry Holt and Company, New York, 1999.
- MAEDER THOMAS, What Barbie Wants, Barbie Gets, Wired Magazine, 10(1), Januar 2002.
- MATTERN FRIEDEMANN, Ubiquitous Computing: Eine Einführung mit Anmerkungen zu den sozialen und rechtlichen Folgen, In: Taeger, Wiebe (Eds.): Mobilität, Telematik, Recht, Verlag Dr. Otto Schmidt, 1–34, 2005.
- LUEG CHRISTOPHER, On the Gap between Vision and Feasibility, In: Mattern, Naghshineh (Eds.): Proceedings of Pervasive 2002, Springer-Verlag, 45–57, 2002.
- SIEGEL LUDWIG, How about now? A Survey of the Real-Time Economy, The Economist, 362(8257): 3–18, Januar 2002.
- WEISER MARK, The Computer for the 21st Century, Scientific American, 265(3): 66–75, September 1991.