



Doctoral Thesis

Scenario-Driven Prototyping for Ubiquitous Computing A Novel Method for the Assessment of Technological Challenges and Societal Implications

Author(s):

Coroama, Vlad Constantin

Publication Date:

2008

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005784686> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 17850

Scenario-Driven Prototyping for Ubiquitous Computing

A Novel Method for the Assessment of Technological Challenges and Societal Implications

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH

for the degree of
Doctor of Sciences

presented by

Vlad-Constantin Coroamă

Diplom-Informatiker, Technical University of Darmstadt
born February 2, 1974
citizen of Romania

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. Friedemann Mattern, examiner
Prof. Dr. Lorenz Hilty, co-examiner
Prof. Dr. Thomas Gross, co-examiner

2008

Abstract

With the recent rapid advances in sensing technologies, storage capacity, wireless communication, and processing power, the decade-old vision of smart environments and smart everyday items is becoming increasingly feasible. Given its vast potential, the vision is slowly moving – under different names such as “ubiquitous computing,” “smart environment,” “ambient intelligence,” or “internet of things” – from small, isolated research prototypes into large national and international research collaborations, public policy hearings, and the consciousness of the public at large. However, while the technologies comprising ubiquitous computing continue to advance steadily, a gap is widening between the visions depicting their possible usages, and the reality of existing projects and prototypes. In contrast to the prototypes that usually focus on individual technological aspects, ubiquitous computing visions assume a holistic paradigm, with smart environments governing most aspects of our everyday lives on a 24/7 basis, leading not only to complex technological challenges, but also to broad, far-reaching, and difficult to anticipate societal consequences. It is thus hardly surprising that, as reports about ubiquitous computing research have entered into the public consciousness, concerns over the potential risks have increased.

Traditional methods of technology assessment, and in particular scenario analysis, however, are often overwhelmed by the technological broadness and the high dynamism of the field, resulting in technologically naive scenarios that overestimate future technical developments or underestimate the interplay between different technologies. Consequently, few relevant societal issues are raised, and hardly any novel technological insights and solutions can be drawn from such exercises. Developers of ubiquitous computing technologies, on the other hand, have traditionally focused mostly on purely technological challenges in their research projects and prototypes, e.g., smart office environments, novel location technologies, or efficient service discovery protocols. The narrow scope of such prototypes typically ignores questions of societal

compatibility and economic feasibility, thus offering no help in understanding the broad societal opportunities and risks of the novel technologies either. Furthermore, since the projects often ignore societal and economic constraints, many of the technological answers they provide could prove to be irrelevant, for such applications might never exist in the future. If ubiquitous computing prototypes were to focus more on recognizing relevant areas – i.e., applications with a solid business model, strong societal acceptance, and few societal risks – they would not only provide the needed help in understanding the societal challenges, but would also approach more relevant technological issues.

The aim of this thesis is to define a novel method for identifying the relevant challenges posed by ubiquitous computing technologies – both technical and societal challenges. The method, “scenario-driven prototyping,” proposes in a four-step process the tight coupling of multidisciplinary scenario analysis with technological prototype development. The hypothesis is that closer coordination of scenario forecasting and prototype development can be combined in an integrated, coordinated process, thus helping to narrow the above-mentioned gap between technological feasibility and societal concern. This tighter integration will allow for relevant prototypes that advance technological progress through more realistic challenges. At the same time, the better grounding of scenarios in technological realities will help alleviate needless fears from misrepresented technical abilities, and focus instead on the probable opportunities and risks posed by ubiquitous computing.

To this respect, the contributions of the thesis are threefold: First, the scenario-driven prototyping method itself. Second, the technological and societal insights gained from an assistive technology project devoted to the blind and visually impaired, which was developed according to the proposed method. Finally, the insights from a project for the individual and behavior-dependent accounting of traffic costs, also developed according to that method. Through the multitude of interdependent technological, societal, and economic insights generated, many of which would presumably not have been possible with formerly existing methods, both projects support our claim that scenario-driven prototyping is a valuable tool to address relevant technological and societal implications of ubiquitous computing.

Zusammenfassung

Mit den raschen Fortschritten der letzten Jahre scheint nun die über 15 Jahre alte Vision smarter Umgebungen und smarter Alltagsgegenstände realistischer denn je. Diese Vision, ursprünglich von Mark Weiser unter dem Namen „Ubiquitous Computing“ geprägt, findet sich nun – unter verschiedenen weiteren Namen, etwa „smarte Umgebung“, „ambient intelligence“ oder „Internet der Dinge“ – in verschiedenen Forschungsprogrammen und gelangt auch immer mehr in das Bewusstsein eines breiten Publikums. Während die Technologien des Ubiquitous Computing kontinuierlich fortschreiten, öffnet sich allerdings mehr und mehr eine Schere zwischen den Visionen, die mögliche Anwendungen des Ubiquitous Computing beschreiben, und der Realität existierender Projekte und Prototypen. Während nämlich die zahlreichen Projekte meist einzelne Einsatzmöglichkeiten mit beschränkter Reichweite hervorheben, wird Ubiquitous Computing in den Visionen als ein ganzheitlich ausgerichtetes Paradigma verstanden. Sollten sich derartige Visionen bewahrheiten, so würden die vom Ubiquitous Computing ermöglichten smarten Umgebungen letztlich die verschiedensten Aspekte unseres Alltagslebens rund um die Uhr bestimmen. Um die damit verbundene Komplexität zu meistern, müssten nicht nur die technologischen Herausforderungen berücksichtigt werden, sondern auch auf die zahlreichen auftauchenden gesellschaftlichen Fragen und Vorbehalte Antworten gegeben werden können.

Das klassische Instrument der Technikfolgenabschätzung – Zunkunftszenarien – scheint jedoch für Ubiquitous Computing in weiten Teilen zu versagen. Verantwortlich dafür ist die hohe Komplexität der Aufgabe, welche in der Breite des Feldes, der Fülle an Lebensbereichen, die von Ubiquitous-Computing-Technologien beeinflusst werden könnten, sowie in der hohen Dynamik technologischer Innovationen in diesem Bereich begründet liegt. Oft beruhen Szenarien nur auf der Analyse wenig relevanter Anwendungsfelder oder auf einem oberflächlichen Verständnis technologischer Möglichkeiten, so dass die von ihnen gelieferten Ergebnisse zum Teil irreführend sind. Die Entwickler von Ubiquitous-

Computing-Technologien, andererseits, könnten an sich die benötigten realistischen Einschätzungen der aktuellen Möglichkeiten sowie der künftigen technologischen Entwicklungsrichtungen liefern. Die meisten Forschungsprojekte und -Prototypen, obwohl zahlreiche technische Herausforderungen angehend, haben jedoch auch nicht wesentlich zur Bewältigung der gesellschaftlichen Herausforderungen beitragen können. Da sie oft von einem engen Horizont charakterisiert sind und typischerweise soziale Verträglichkeit und ökonomischen Nutzen ignorieren, sind sie nicht gut dazu geeignet, die umfassende Frage gesellschaftlicher Chancen und Risiken zu beantworten. Darüber hinaus könnten sich sogar einige der in solchen Projekten gelieferten technischen Beiträge letztlich als irrelevant in der Anwendungspraxis erweisen. Durch die fehlende gesellschaftliche und ökonomische Verankerung der Prototypen werden viele dieser Anwendungen nie existieren, so dass es ebenfalls keiner Lösung für die von ihnen aufgeworfenen Probleme bedarf. Falls jedoch Ubiquitous-Computing-Prototypen mehr auf relevante Bereiche achten würden – Anwendungen mit einem soliden ökonomischen Modell und einem gesellschaftlichem Nutzen – könnten sie nicht nur besser der Untersuchung gesellschaftlicher Herausforderungen dienen, sondern auch die relevanten technischen Aspekte evozieren und untersuchen.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es daher, eine neuartige Methode zu präsentieren, die der Identifizierung relevanter Herausforderungen – technologischer wie auch gesellschaftlicher Art – des Ubiquitous Computing dient. Die Methode der „Szenarien-getriebener Prototypentwicklung“ („scenario-driven prototyping“) verfolgt in einem vierstufigen Prozess die enge Verknüpfung technologischer Prototypentwicklung und interdisziplinärer Szenarioanalyse. Die Hypothese dabei ist, dass durch diese enge Verzahnung von Szenarien- und Prototypentwicklung die oben erwähnte Diskrepanz zwischen technologischer Machbarkeit und gesellschaftlichen Herausforderungen von beiden Seiten her entschärft werden kann. Die Entwicklung von Projekten nach einer eingehenden Szenarioanalyse sollte durch die resultierenden Prototypen sowohl relevantere technische Fragestellungen aufwerfen und so das Gebiet des Ubiquitous Computing vorantreiben, wie auch den Szenarien selbst eine nützliche technische Rückkopplung bieten. Dadurch wird das Risiko minimiert, dass die Analyse möglicher gesellschaftlicher Auswirkungen von Ubiquitous Computing auf einer dünnen, teils unrealistischen technologischen Basis fundiert und so unnötige Bedenken hervorruft. Stattdessen kann die Szenarioanalyse auf die Fülle realistischer Chancen

und Risiken fokussiert werden.

Die vorliegende Arbeit liefert drei wesentliche Beiträge: Erstens, die Methode der Szenarien-getriebenen Prototypentwicklung selbst. Zweitens, die Resultate eines ersten Projekts, das nach der Methode der Szenarien-getriebenen Prototypentwicklung realisiert wurde, die „gesprächige Umgebung“ („Chatty Environment“). Die geschwätzige Umgebung ist ein Projekt zur Unterstützung Blinden und visuell Behinderter im Alltag, welches die erwartete zunehmende Ausbreitung smarterer Gegenstände benutzt, um Sehbehinderten Informationen zu liefern, zu denen sie heute keinen Zugang haben, mit dem Ziel, ihnen dadurch ein unabhängigeres Leben zu ermöglichen. Drittens, die Resultate eines weiteren Projekts, das nach derselben Methode durchgeführt wurde, der „smarte Fahrtenschreiber“ („Smart Tachograph“). Der smarte Fahrtenschreiber ist eine Ubiquitous-Computing-Infrastruktur zur feingranularer und verursachergerechten Abrechnung verschiedenster Arten von Verkehrskosten, die für unterschiedlichste verkehrspolitische Ziele eingesetzt werden kann.

Durch die Fülle der teilweise zusammenhängenden technologischen, gesellschaftlichen und ökonomischen Erkenntnisse, die in den zwei Projekten generiert wurden, von denen einige mit bereits existierenden Methoden vermutlich nicht hätten erzielt werden können, sehen wir uns in der Annahme bestätigt, dass die Methode der Szenarien-getriebenen Prototypentwicklung ein wertvolles Werkzeug darstellt, um die komplexen technologischen Bedingungen und gesellschaftlichen Folgen des Ubiquitous Computing besser zu verstehen.