



Doctoral Thesis

## **Innovative application development for ubiquitous and wearable computing**

**Author(s):**

Michahelles, Florian

**Publication Date:**

2004

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004949678> →

**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 NO. 15866

# Innovative Application Development for Ubiquitous and Wearable Computing

A dissertation submitted to the  
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH

for the degree of  
Doctor of Technical Sciences

presented by

**FLORIAN MICHAHELLES**

Dipl. Informatiker Ludwig-Maximilians-Universität München

born 18<sup>th</sup> of June, 1975  
citizen of  
Germany

accepted on the recommendation of  
Prof. Dr. Bernt Schiele, examiner  
Prof. Dr. Friedemann Mattern, co-examiner

2004

# Abstract

This thesis presents a new method to develop and introduce ubiquitous and wearable computing applications in real-world settings. In particular, this thesis lists and discusses a set of requirements in order to overcome the tension between user-center methods and the introduction of radically new concepts and technology.

Based upon these requirements, a detailed review is presented over established development processes in the fields of software engineering, software design, user-centered design, and participatory design. One major finding is that cooperation with users during the development is necessary. But too close cooperation with users and, more generally, with stakeholders involved may also hinder radically new developments: Stakeholders are trapped into their daily routines, which may sometimes suppress the ability to envision concepts that radically depart from today. Two case studies are presented that followed a technology-driven approach (proactive furniture assembly) and a classical user-centered design approach (for doctors). It is reflected on why these projects failed, what could be learned from the experience, and how these findings inspired the design of the proposed *X'treme Prototyping* approach.

The proposed notion of *X'treme Prototyping* aims at creating serious and, most importantly innovative ubiquitous and wearable computing applications in cooperation with users and stakeholders. A deliberate use of prototypes, referred to as *X'treme Prototypes*, is proposed and evaluated as a valid method to achieve this goal. In addition to that, two approaches, referred to as sensor-opportunities-based and artifact-based approach, are presented that provide technical aid for rapid developments of ubiquitous and wearable computing applications.

Furthermore, two case studies of introducing wearable sensing technology to avalanche rescue and professional downhill skiing are described. Both studies discuss the experiences we gained by applying *X'treme Prototyping* in practice. Both studies show and discuss the feasibility of the presented approach.

# Zusammenfassung

In dieser Dissertation wird eine Methode vorgestellt, die die Einführung von Ubiquitous- und Wearable-Computing Technologien in reale Anwendungsfelder unterstützt. Insbesondere werden dazu eine Reihe von Anforderungen vorgestellt und diskutiert, um die Spannung zwischen Benutzerorientierung (User-Centered) und der Einführung von tiefgreifend neuartigen Konzepten und Technologien zu verringern.

Basierend auf diesen Anforderungen werden bestehende Entwicklungsprozesse aus den Sachgebieten des Software-Engineerings, Software Designs, benutzerorientierten Entwurfs (User-Centered Design) und benutzermiteinbeziehenden Entwurfs (Participatory Design) ausführlich betrachtet. Eine wichtige Erkenntnis für die Entwicklung von Anwendungen ist hierbei, dass eine Kooperation mit Benutzern zwar unabdingbar ist, dass aber eine zu enge Kooperation die Entwicklung von tiefgreifend neuen Konzepten durchaus behindern kann: Benutzer (später allgemeiner als Interessensvertreter (Stakeholder) bezeichnet) sind häufig in ihren täglichen Tagesabläufen verhaftet, so dass die Fähigkeit, tiefgreifende Neuerungen zu erörtern, verloren gehen kann. Dazu werden zwei Fallstudien vorgestellt, die zum einen einem technologiegetriebenen Ansatz folgen (Proactive Furniture Assembly) und zum anderen einem benutzerorientierten Entwurfsansatz (Wearable Assistant) folgen. Insbesondere wird untersucht, warum diese Projekte fehlschlagen, was daraus gelernt werden konnte und wie diese Einsichten in den neu vorgestellten Ansatz des *X'treme Prototyping* eingeflossen sind.

Der neu vorgestellte *X'treme Prototyping* Ansatz befasst sich mit der Erstellung realistischer, und insbesondere neuartiger, Ubiquitous- und Wearable-Computing Anwendungen in Zusammenarbeit mit Benutzern und Interessensvertretern eines bestimmten Anwendungsfeldes. Um diesem Ziel gerecht zu werden, wird ein wohlüberlegter Einsatz von Prototypen, später als *X'treme Prototypes* bezeichnet, vorgeschlagen und als dazu geeignet herausgearbeitet. Zudem werden zur Unterstützung von kurzen Entwicklungszyklen bei der Entwicklung von Ubiquitous- und Wearable-Computing Anwendungen zwei Ansätze – einmal ausgehend von den technischen Fähigkeiten der Sensoren (Sensor-Opportunity-based), einmal ausgehend von der Platzierungsposition der Sensoren (Artifact-based) – vorgestellt und diskutiert.

Darüberhinaus werden zwei weitere Fallstudien beschrieben, die sich mit der Einführung von tragbaren Sensoren (Wearable Sensing) in der Lawinenrettung und im Profisport befassen. Beide Studien beschreiben erste Erfahrungen, die beim erfolgreichen Einsatz des *X'treme Prototyping* Ansatzes in der Praxis gemacht werden konnten, und bewerten die praktische Umsetzbarkeit dieses Ansatzes.