



Doctoral Thesis

Jadabs

An adaptive pervasive middleware architecture

Author(s):

Frei, Andreas Ralph

Publication Date:

2005

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005064317> →

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. 16273

Jadabs – An Adaptive Pervasive Middleware Architecture

A dissertation submitted to the

SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH

for the degree of

Doctor of Technical Sciences

presented by

ANDREAS RALPH FREI

Dipl. Informatik-Ingenieur ETH

born October 9th, 1976

citizen of

Widnau/SG, Switzerland

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. G. Alonso, examiner

Prof. Dr. K. Aberer, co-examiner

2005

Abstract

A big challenge in mobile computing is its versatility. Mobile computing is affected by resource constraint devices, unreliable connections, application diversity with different protocols and diverse standards. The result is an inherent heterogeneous infrastructure. Due to the user's mobility the environment for mobile devices is continuously changing. User's mobile devices have to adapt over and over again to the changing environment.

Run-time adaptation was proposed as a mechanism to cope with changing requirements [128]. This idea has been adopted to adapt applications on mobile devices, and allows to adapt applications to the current requirements in a heterogeneous mobile environment. In this thesis, an architecture is proposed which allows to transparently adapt and extend application components with new requirements. The architecture is a lightweight middleware which can be run on small devices like mobile phones, handhelds, gateways or desktop machines. The proposed middleware platform – *Jadabs* – thereby uses a service-oriented architecture (SOA).

The *Jadabs* model describes applications by annotating components and services which run on the service-oriented architecture with metadata. The model describes also the platform of the mobile device and the properties of the used SOA. By using this metadata, new dependencies can be evaluated at run-time to adapt the application with the extensions provided or required by the environment. Due to the variety of available mobile devices, a dual approach for the SOA and adaptation mechanism was followed by choosing a *segmented-adaptive* and a *monolithic-dynamic* approach. Depending on the system different implementations were done. The *segmented-adaptive* approach uses a combination of SOA and dynamic aspect-oriented programming. It is mainly used for mobile devices in the range of handhelds and higher. The *monolithic-dynamic* approach uses the SOA concept for self-contained monolithic containers. The flexibility of adaptation in this approach is achieved through the loading and unloading of monolithic containers. For communication between devices a peer-to-peer infrastructure is used. This enables a communication in decentralized as well as centralized environments. The implementation can be used on small devices like mobile phones up to normal machines and integrates different network technologies like Bluetooth, WiFi, LAN, and so on.

The *Jadabs* benchmarks look promising and its applicability was shown in different mobile scenarios. Examples range from (i) extending applications with an event system, (ii) autonomous cooperating robots, (iii) an adaptive messenger scenario, and (iv) integration of Web services for mobile phones.

Zusammenfassung

Eine grosse Herausforderung im *mobile computing* ist dessen Vielseitigkeit. *Mobile computing* ist geprägt von Ressourcen-Knappheit, unzuverlässigen Netzwerk-Verbindungen, Applikationsvielfalt mit unterschiedlichen Protokollen und verschiedenen Standards. Die Folge ist eine inhärent heterogene Infrastruktur. Im weiteren verändert sich durch die Mobilität der Anwender fortlaufend die Umgebung der mobilen Geräte. Die mobilen Geräte müssen sich immer wieder auf die veränderte Umgebung einstellen und die laufenden Applikationen müssen angepasst werden.

Die Anpassungsfähigkeit eingesetzter Software wurde bereits als mögliche Lösung für die sich ändernden Anforderungen während der Laufzeit vorgeschlagen [128]. Diese Idee wurde übernommen, um die Applikationen auf den mobilen Geräten auf die jeweiligen Bedürfnisse in der heterogenen mobilen Umgebung anzupassen. In dieser Doktorarbeit wird eine Architektur vorgeschlagen, die es erlaubt, Applikationen auf die neuen Anforderungen einzustellen und dabei transparent einzelne Komponenten der Applikationen zu erweitern. Die Architektur basiert dabei auf einer leichtgewichtigen Middleware, die auf Klein-geräten wie Handys läuft, aber auch auf PDAs, Gateways und normalen PCs eingesetzt werden kann. Die vorgeschlagene Middleware Plattform – *Jadabs* – baut dabei auf einer Service-Orientierten Architektur (SOA) auf.

Das *Jadabs* Modell beschreibt die Applikation, indem die einzelnen Komponenten oder Services, die auf der Service-Orientierten Architektur laufen, beschrieben werden. Das Modell beschreibt neben den Services die Plattform des mobilen Gerätes und die Eigenschaften der SOA. Anhand dieser Metadaten können neue Erweiterungen zur Laufzeit evaluiert werden. Die Applikationen werden durch die Erweiterungen, welche von der Umgebung abhängig sind, angepasst. Auf Grund der Vielfalt von mobilen Geräten wird für die SOA und die Adaption ein dualer Ansatz verfolgt. Es werden *segmented-adaptive* und *monolithic-dynamic* als Ansätze verwendet, die je nach System verschiedene Implementationen haben. Der *segmented-adaptive* Ansatz verwendet dabei eine Kombination der SOA und von dynamischem Aspekt-Orientiertem Programmieren und kann hauptsächlich für mobile Geräte im Bereich von PDAs und leistungsfähigeren Geräten verwendet werden. Der *monolithic-dynamic* Ansatz verwendet das SOA Konzept für monolithische, eigenständige Container und erreicht die Flexibilität der Adaption durch dynamisches Laden und Entladen solcher monolithischer Container. Als Kommunikation zwischen den Geräten wird eine Peer-to-Peer Infrastruktur eingesetzt. Dies ermöglicht eine Kommunikation in dezentralen wie auch in zentralen Umgebungen und ist deshalb Infrastruktur unabhängig. Dessen Implementation

integriert verschiedene Netzwerk-Technologien wie z.B. Bluetooth, WiFi und LAN.

Die Jadabs-Messungen sehen trotz Adaption auf Kleinstgeräten vielversprechend aus. Im Weiteren wurde die Tauglichkeit von Jadabs in verschiedenen mobilen Szenarien unter Beweis gestellt. Folgende Beispiele wurden dabei implementiert: (i) Erweiterung einer Applikation mit einem Event System, (ii) autonom kooperierende Roboter, (iii) ein adaptives Messenger Beispiel und (iv) dynamische Integration von Web Services für Handys.