Vagner José do Sacramento Rodrigues

Gerência de Privacidade para Aplicações Sensíveis ao Contexto em Redes Móveis

TESE DE DOUTORADO

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
Programa de Pós–graduação em Informática

Rio de Janeiro
Setembro de 2006

Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro

Vagner José do Sacramento Rodrigues

Gerência de Privacidade para Aplicações Sensíveis ao Contexto em Redes Móveis

Tese de Doutorado

Tese apresentada ao Programa de Pós–graduação em Informática do Departamento de Informática da PUC–Rio como requisito parcial para obtenção Do título de Doutor em Informática

Orientador : Prof. Markus Endler
Co–Orientador: Prof. Clarisse Sieckenius de Souza

Rio de Janeiro
Setembro de 2006

Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro

Vagner José do Sacramento Rodrigues

Gerência de Privacidade para Aplicações Sensíveis ao Contexto em Redes Móveis

Tese apresentada ao Programa de Pós–graduação em Informática do Departamento de Informática do Centro Técnico Científico da PUC–Rio como requisito parcial para obtenção Do título de Doutor em Informática. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Markus Endler
Orientador
Departamento de Informática — PUC–Rio

Prof. Clarisse Sieckenius de Souza
Co–Orientador
Departamento de Informática — PUC–Rio

Prof. Virgílio Augusto Fernandes de Almeida
Departamento de Ciência da Computação - UFMG

Prof. Carlos André Guimarães Ferraz
Centro de Informática - UFPE

Prof. Noemi de La Rocque Rodriguez
Departamento de Informática - PUC-Rio

Prof. Hugo Fuks
Departamento de Informática - PUC-Rio

Prof. José Eugênio Leal
Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico — PUC–Rio

Rio de Janeiro, 15 de Setembro de 2006

Vagner José do Sacramento Rodrigues

Possui graduação em Sistemas de Informação pelo Centro Universitário Luterano de Palmas/Ulbra (2000), mestrado em Sistemas e Computação pela UFRN (2002) e doutorado em Informática pela PUC-Rio (2006). Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal de Goiás. Prestou várias consultorias na área de administração de redes e segurança e trabalhou em vários projetos em pesquisa e desenvolvimento de aplicações distribuídas. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Computação Móvel, Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, atuando principalmente nos seguintes temas: Percepção de contexto, middleware de provisão de contexto, segurança e privacidade.

Ficha Catalográfica

Sacramento Rodrigues, Vagner

Gerência de Privacidade para Aplicações Sensíveis ao Contexto em Redes Móveis / Vagner José do Sacramento Rodrigues; orientador: Markus Endler; co–orientador: Clarisse Sieckenius de Souza. — Rio de Janeiro : PUC–Rio, Departamento de Informática, 2006.

v., 135 f: il. ; 29,7 cm

1. Tese (doutorado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática.

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Tese. 2. Privacidade. 3. Computação sensível ao contexto. 4. Aplicações LBS. 5. Middleware de provisão de contexto. 6. Colaboração. I. Endler, Markus. II. Souza, Clarisse Sieckenius de. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. IV. Título.

CDD: 004

Este trabalho é dedicado:
À Minéia, amor da minha vida.
A toda a minha família, em especial aos meus pais, Nicanor José do Sacramento e Catarina Rodrigues Teles do Sacramento, e a minha irmã Vânia Rodrigues do Sacramento.

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus por tudo que conquistei tanto na vida profissional quanto pessoal.

Ao meu orientador, Professor Markus Endler, pela paciência, apoio e ensinamentos durante a realização deste trabalho.

À minha co-orientadora, Professora Clarisse Sieckenius de Souza, pelos ensinamentos e saudosas discussões, essenciais para a concretização desta tese.

A toda a minha família pelo amor e apoio incondicional. Presto aqui um agradecimento especial à minha amada esposa, Minéia, pela paciência, companheirismo e amor concedido durante essa longa jornada. Agradeço também à minha nova família João Evangelista Ribeiro (in memoriam), Maria Aparecida, Marcelo e Carlos Radamés.

Aos amigos do laboratório LAC, em particular, agradeço ao Ricardo e à Silvana pelos valiosos comentários a respeito deste trabalho. Agradeço também à Hana, Gustavo, Viterbo, Luciana, Fernando e Antônio pela contribuição direta ou indireta para a concretização desta tese. Enfim, agradeço a todos que trabalham ou trabalharam no laboratório LAC pelo companheirismo e amizade.

Aos membros da banca pelos preciosos comentários e revisões.

Agradeço a todos os professores e funcionários do Departamento de Informática da PUC-Rio pelo excelente exemplo profissional e ajuda na realização desta tese.

Ao CNPq, à Capes e à PUC–Rio, pelos auxílios financeiro concedidos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

Resumo

Sacramento Rodrigues, Vagner; Endler, Markus; Souza, Clarisse Sieckenius de. **Gerência de Privacidade para Aplicações Sensíveis ao Contexto em Redes Móveis**. Rio de Janeiro, 2006. 135p. Tese de Doutorado — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A difusão das redes sem fio IEEE 802.11 e o avanço das técnicas de posicionamento *baseadas na força de sinal de rádio freqüência (RF)* (e.g., sensores, algoritmos de triangulação, etc.) têm motivado o desenvolvimento de aplicações e serviços sensíveis ao contexto e à localização (*Location Based Services*). Essas aplicações oferecem vários benefícios para os usuários finais, por exemplo, adaptação às limitações dos dispositivos e da rede sem fio, acesso às informações de localização, ou a capacidade de enviar notificações baseadas na localização ou na proximidade entre os usuários (e.g., Geocaching). Entretanto, há dois desafios principais relacionados ao desenvolvimento e uso de aplicações sensíveis ao contexto: a complexidade em desenvolver os serviços de provisão de contexto e a necessidade de manter a privacidade da informação de contexto (e.g., localização) do usuário. Para auxiliar o desenvolvimento de aplicações sensíveis ao contexto, projetamos e implementamos alguns serviços que constituem o núcleo de uma arquitetura de provisão de contexto, chamada MoCA (**M**obile **C**ollaboration **A**rchitecture). Esses serviços implementam a coleta, o processamento e a difusão da informação de contexto através de interfaces de comunicação síncronas e baseadas em eventos. A MoCA serviu de base para o desenvolvimento da nossa pesquisa sobre privacidade na qual projetamos um serviço que auxilia o usuário no controle de privacidade das suas informações de contexto, em especial, da sua informação de localização. Como parte do nosso trabalho, definimos um modelo conceitual que serviu de base para o desenvolvimento do serviço de privacidade proposto (a ser utilizado por uma comunidade de usuários) e discutimos alguns requisitos que devem ser levados em conta no projeto de um serviço deste gênero. A maioria destes requisitos delinearam o projeto e implementação do **C**ontext **P**rivacy **S**ervice (CoPS). Este serviço foi integrado aos serviços de provisão de contexto da arquitetura MoCA.

Palavras–chave

Privacidade. Computação sensível ao contexto. Aplicações LBS. Middleware de provisão de contexto. Colaboração.

Abstract

Sacramento Rodrigues, Vagner; Endler, Markus; Souza, Clarisse Sieckenius de. **Privacy to context-aware applications in mobile networks**. Rio de Janeiro, 2006. 135p. PhD Thesis — Departament of Mathematics, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The widespread dissemination of IEEE 802.11 networks and the enhancement of positioning techniques *based on RF signal strength* (e.g., sensors, positioning triangulation algorithms, etc) have fostered the development of location-based and context-aware services and applications. These applications offer several benefits to the end-users, e.g. adaptation to the device and wireless network limitations, access to location-specific information, or the ability to send location-specific notifications to other users (e.g., Geocaching). However, there are two main challenges concerning the development and use of context-aware applications: the complexity in developing context provisioning services and the need to guarantee the privacy of the users' context information (e.g., their location). In order to support the development of context-aware applications, we have designed and implemented some services that constitute the core of a context provisioning architecture called MoCA (**M**obile **C**ollaboration **A**rchitecture). These services implement the gathering, processing and diffusion of context information through synchronous and event-based communication interfaces. MoCA architecture has been used as a basis to the development of our research about privacy in which we have designed a service that aids the end-user in defining the privacy level for his/her contextual information, and in particular for his/her location information. As part of our work, we define the conceptual model underlying our privacy control service (targeted at a community of users) and discuss the most important requirements that should be considered in the design of such a service. Most of these requirements have guided the design and implementation of the **C**ontext **P**rivacy **S**ervice (CoPS). This service has been integrated to the context provisioning services of the MoCA middleware.

Keywords

Privacy. Context-aware computing. LBS Applications. Context provisioning middleware. Collaboration.

Sumário

Lista de figuras

Lista de tabelas

"Eu não tenho ídolos, tenho admiração por trabalho, dedicação e competência."

Ayrton Senna, *1960-1994.*