

Jeronimo Sirotheau de Almeida Eichler

**Uma Arquitetura para Inferência de
Atividades de Usuário de
Computação Móvel**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
Programa de Pós-Graduação em Informática

Rio de Janeiro, outubro de 2011

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



Jeronimo Sirotheau de Almeida Eichler

**Uma Arquitetura para Inferência de
Atividades de Usuário de
Computação Móvel**

Dissertação De Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-
Graduação em Informática da PUC-Rio.

Orientadora: Prof^a Karin Koogan Breitman

Rio de Janeiro
Outubro de 2011



Jeronimo Sirotheau de Almeida Eichler

**Uma Arquitetura para Inferência de
Atividades de Usuário de
Computação Móvel**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Informática da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Profª Karin Koogan Breitman

Orientadora
Departamento de Informática — PUC-Rio

Profª Vera Maria Benjamim Werneck

UERJ

Prof. José Viterbo Filho

UFF

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador do Centro Técnico Científico da PUC-Rio

Rio de Janeiro, 24 de outubro de 2011

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Jeronimo Sirotheau de Almeida Eichler

Graduou-se em Bacharelado em Informática pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) em Dezembro de 2008. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Desenvolvimento de Sistemas para Internet e Aplicativos Móveis.

Ficha Catalográfica

Eichler, Jeronimo Sirotheau de Almeida

Uma arquitetura para Inferência de atividades de usuário de computação móvel / Jeronimo Sirotheau de Almeida Eichler ; orientadora: Karin Koogan Breitman. – 2011.

67 f. : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática, 2011.

Inclui bibliografia

1. Informática – Teses. 2. Inferência de atividades. 3. Ambientes inteligentes. 4. Computação ubíqua. 5. Computação móvel. 6. Ambientes sensíveis ao contexto. I. Breitman, Karin Koogan. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

Dedicado aos meus professores.

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer a minha orientadora, Professora Karin Koogan Brietman, pelo seu conhecimento técnico, carinho, paciência e por conseguir sempre me ajudar quando foi preciso.

Gostaria de agradecer também ao Professor Markus Endler com quem aprendi muito e que contribuiu diretamente na definição do tema desta dissertação.

Agradeço aos meus familiares. Sem toda a criação que me deram e o esforço dedicado em toda a minha vida, eu jamais teria chegado aqui. Agradeço ao meu irmão, Bruno, por estar sempre ao meu lado.

À CAPES, pelo financiamento desta pesquisa.

Resumo

Eichler, Jeronimo Sirotheau de Almeida; Breitman, Karin Koogan. **Uma Arquitetura para Inferência de Atividades de Usuário de Computação Móvel**. Rio de Janeiro, 2011. 67p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A computação ubíqua aliada ao avanço tecnológico de sensores definiu um novo cenário no qual a integração de diversos recursos computacionais pode contribuir para que um conjunto de serviços e funcionalidades esteja disponível ao usuário sempre que necessário. Um subconjunto desta área é de sistemas sensíveis às atividades realizadas por seus usuários, isto é, sistemas que utilizam informações sobre o que o usuário está fazendo. Nesses sistemas, mecanismos de inferência são essenciais para reconhecer ações do usuário e permitir que o comportamento do sistema se adapte a estas ações. Entretanto, como esses ambientes são caracterizados por uma elevada troca de informações, o desenvolvimento deste tipo de sistema não é uma tarefa trivial e possui como desafios: privacidade, desempenho, complexidade e ambigüidade das informações coletadas. O objetivo deste trabalho é propor uma arquitetura para sistemas de inferências de atividades do usuário. Para atingir esse objetivo, definimos um conjunto de componentes que representam funções específicas do processo de inferência. Com o objetivo de analisar a viabilidade da arquitetura proposta, desenvolvemos, avaliamos e relatamos um protótipo de sistema baseado na arquitetura.

Palavras-chave

Inferência de Atividades; Ambientes Inteligentes; Computação Ubíqua; Computação Móvel; Ambientes Sensíveis ao Contexto.

Abstract

Eichler, Jeronimo Sirotheau de Almeida; Breitman, Karin Koogan (Advisor). **An Architecture for Inference of Activities of Mobile Computing Users**. Rio de Janeiro, 2011. 67p. MSc. Dissertation - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The ubiquitous computing combined with the advance of sensor technology creates a scenario in which the integration of several computing resources is used to keep a set of services and features available to the user whenever necessary. A particular trend in this area is the activity based systems, i.e., systems that are aware of the activity played by the user. In these systems, inference engine is essential to recognize user's actions and allow the systems to adapt its behavior according to user's actions. Though, the development of this type of systems is not a trivial task as the high rate of information exchanged brings challenges related to privacy, performance and information management. In this work we propose an architecture for activity inference systems. To achieve this goal, we define a set of components that perform important roles in the inference process. Finally, to show the feasibility of this approach, we designed, implemented and evaluated a system based on the proposed architecture.

Keywords

Activity Inference; Smart Spaces; Ubiquitous Computing; Mobile Computing; Context-Aware Computing.

Sumário

1	Introdução	12
1.1.	Motivação	13
1.2.	Contribuições	14
1.3.	Divisão do Trabalho	14
2	Embasamento Teórico	15
2.1.	Natureza do projeto	15
2.2.	Inferência de atividades baseada em sensores	16
2.2.1.	Sensores de localização	17
2.2.2.	Sensores de movimentação	18
2.2.3.	Sensores de identificação	20
2.2.4.	Sensores de vídeo	20
2.3.	Processo de inferência	21
2.4.	Análise dos projetos	22
2.4.1.	Projetos de Prova de Conceito	22
2.4.2.	Ferramentas/Aplicação	23
2.5.	Tabela Comparativa	25
3	Trabalhos Relacionados	27
3.1.	P2P-DR – [04]	27
3.2.	OWL-SF - [33]	27
3.3.	DRAGO - [44]	28
3.4.	Gaia - [39]	29
4	Arquitetura Proposta	30
4.1.	Camada de fatos	31
4.2.	Modelo de atividades	33
4.3.	Regras de Negócio	35
4.4.	Processador	37

5 Ferramenta	39
5.1. Cenário do estudo de caso	39
5.2. Sistema Colossus - Diagrama de Classes	40
5.3. Sistema Colossus - Interface Gráfica	43
5.3.1. Cadastrar Usuário	44
5.3.2. Cadastrar Sala	45
5.3.3. Excluir Sala	46
5.3.4. Conceder acesso a Agenda	46
5.3.5. Consultar atividade	47
5.4. Sistema Colossus - Sensores	48
5.5. Sistema Colossus - Camada de Fatos	48
5.6. Sistema Colossus - Modelo de Atividades	49
5.7. Sistema Colossus – Regras de Negócio	50
5.8. Exemplo de iteração	52
5.9. Lições Aprendidas	57
6 Conclusões	58
6.1. Contribuições	59
6.2. Limitações	60
6.3. Trabalhos Futuros	60
7 Referências Bibliográficas	62

Lista de figuras

Figura 1 - Informação de localização	18
Figura 2 - Informações de localização e deslocamento	19
Figura 3 - Arquitetura	31
Figura 4 - Visão do Processador, Regras de Negócio e Modelo de Atividades	33
Figura 5 - Máquina de estados de fazer café	34
Figura 6 - Exemplo de Ontologia	35
Figura 7 - Processamento sob demanda	37
Figura 8 - Processamento em Ciclos	38
Figura 9 - Sistema Colossus - Visão de Pacotes	41
Figura 10 - Casos de Uso Sistema Colossus	43
Figura 11 - Tela Cadastrar Usuário	44
Figura 12 - Tela Cadastrar Sala	45
Figura 13 - Tela Excluir Sala	46
Figura 14 - Tela Autorizar Acesso	46
Figura 15 - Tela Permissão Contas Google	47
Figura 16 - Tela Consultar Atividades	47
Figura 17 - Modelo de Atividades	49
Figura 18 - Informações coletadas da Google Agenda	52
Figura 19 - Multi-Processamento na Arquitetura	61

Lista de tabelas

Tabela 1 - Projetos Correlatos	15
Tabela 2 - Tipos de Sensores	16
Tabela 3 - Análise de Projetos de Inferência de Atividades	25
Tabela 4 - Tabela de Estados	50
Tabela 5 - Tabela de Estimulo	50
Tabela 6 - Regras de Inferência	51
Tabela 7 - Informações de Contexto Coletadas	53
Tabela 8 - Inferência de Atividades	54
Tabela 9 - Atividades Realizadas	56