

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA  
DO RIO DE JANEIRO



**Rodrigo Prestes Machado**

**Um Serviço de Matchmaking de Interesses  
Dependentes de Localização**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Informática  
da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em  
Informática.

Orientador: Carlos José Pereira de Lucena

Co-Orientador: Markus Endler

Rio de Janeiro, Maio de 2005



**Rodrigo Prestes Machado**

## **Um Serviço de Matchmaking de Interesses Dependentes de Localização**

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.

**Prof. Carlos José Pereira de Lucena**  
Orientador  
Departamento de Informática - PUC-Rio

**Prof. Markus Endler**  
Co-Orientador  
Departamento de Informática - PUC-Rio

**Prof. Simone Diniz Junqueira Barbosa**  
Departamento de Informática - PUC-Rio

**Prof. Renato Fontoura de Gusmão Cerqueira**  
Departamento de Informática - PUC-Rio

**Prof. José Eugenio Leal**  
Coordenador Setorial do Centro  
Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 19 de maio de 2005

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

### Rodrigo Prestes Machado

Rodrigo Prestes Machado concluiu a graduação em Ciência da Computação pela Universidade Católica de Pelotas tendo participado de diversas pesquisas de iniciação científica. Em março de 2003 ingressou no programa de Mestrado em Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, concluindo os requisitos necessários no início de 2005. Durante este período atuou em alguns projetos de pesquisa dentro do Departamento de Informática envolvendo a academia e a indústria.

#### Ficha Catalográfica

Machado, Rodrigo Prestes

Um serviço de matchmaking de interesses dependentes de localização / Rodrigo Prestes Machado ; orientador: Carlos José Pereira de Lucena ; co-orientador: Markus Endler. – Rio de Janeiro : PUC-Rio, Departamento de Informática, 2005.

93 f. : il. ; 30 cm

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

Inclui referências bibliográficas

1. Informática – Teses. 2. Matchmaking. 3. Ontologias. 4. Colaboração espontânea. 5. Serviço baseado em localização. I. Lucena, Carlos José Pereira de. II. Endler, Markus III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

*Para Ari Brasil Ferreira Machado e Maria da Graça Prestes Machado, meus pais.*

## Agradecimentos

Quero agradecer aos meus pais e familiares pela compreensão e apoio durante todo este tempo em que estive longe de casa.

Agradeço à Caroline, minha namorada, pela paciência, dedicação e auxílio nos momentos difíceis.

Gustavo de Carvalho, o Guga, pelo incentivo no momento de minha chegada ao Rio.

Aos professores Markus Endler e Carlos José Pereira de Lucena, meus orientadores, pela oportunidade, dedicação e paciência durante este período em que convivemos na PUC-Rio.

Ao pessoal da Milestone: Daniel, Leme, Chicão, Cristina e Cristiano pela oportunidade de trabalho em projetos e pelas diversas lições aprendidas.

Ao pessoal do LAC (Laboratório de Colaboração Avançada): Fernando, Vagner, Antônio, Hana, Ricardo e Kleder pela convivência e pelas ferramentas que possibilitaram o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos que fiz no Rio de Janeiro: Rodrigo Paes (Alagoano), Cláudio (Baiano), Alessandro Garcia (Veio), Uirá (Japa), Anarosa, Máira Greco, Luciana Lima e Ângela.

Finalmente quero agradecer a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de mestrado que me foi concedida.

## Resumo

Machado, Rodrigo Prestes. **Um Serviço de Matchmaking de Interesses Dependentes de Localização**, Rio de Janeiro, 2005. 93p. MSc. Dissertation - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho apresenta um serviço de *matchmaking* (MMS) cujo objetivo é facilitar encontros entre pessoas que estejam geograficamente próximas e que tenham interesses similares. Para que pessoas se encontrem e eventualmente colaborem, o MMS analisa perfis de usuários portadores de dispositivos móveis, que estejam co-localizados e indica quais usuários possuem um maior grau de similaridade entre os seus perfis.

Os perfis são descritos como ontologias no formato OWL (*Web Ontology Language*), onde assuntos de interesse podem ser relacionados a regiões simbólicas. As informações sobre localizações são obtidas por meio da interação do MMS com o serviço de inferência de localização (*Location Inference Service - LIS*), que faz parte da arquitetura MoCA (*Mobile Collaboration Architecture*).

O serviço MMS tem uma arquitetura cliente/ Servidor. O servidor MMS provê o serviço de *matchmaking* em dois modos: o síncrono e o assíncrono. O primeiro modo permite que usuários façam consultas para encontrar pessoas com interesses similares na localização em que se encontram. O segundo modo permite que usuários sejam notificados sempre que apareça algum outro usuário na sua vizinhança que tenha interesses similares aos dele. O cliente MMS provê acesso ao serviço e permite a edição dos perfis de interesse específicos para cada localização.

## Palavras-chave

Matchmaking, Ontologias, Colaboração Espontânea, Serviço Baseado em Localização.

## Abstract

Machado, Rodrigo Prestes. **Um Serviço de Matchmaking de Interesses Dependentes de Localização**, Rio de Janeiro, 2005. 93p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This work presents a matchmaking service (MMS) to enable meetings among co-localized people sharing similar interests. To make possible meetings and collaborations, the MMS analyses profiles of co-localized users using mobile devices, and indicates which users have a high degree of similarity among their profiles.

The profiles are described using ontologies in OWL format (*web ontology language*), where the subjects of interest may be related with symbolic regions. The information about localization is obtained through interactions of MMS with a location service (*Location Inference Service* - LIS) present in MoCA architecture (*Mobile Collaboration Architecture*).

The MMS service is built in a client/ Server architecture. The MMS provides the matchmaking service in two modes: synchronous and asynchronous. The synchronous mode allows users to request MMS to find people with similar interest in the same location. The asynchronous mode allows users to subscribe to the MMS service to receive automatic notifications when the MMS finds people in the neighborhood with similar interests. The MMS client provides access to the service and allows edition of users' profiles of interest for each localization.

## Keywords

Matchmaking, Ontologies, Spontaneous Collaboration, and Location-Based Services.

# Sumário

1 Introdução	14
1.1. Motivação	14
1.2. Definição do Problema	16
1.3. Detalhamento do Problema	17
1.4. Objetivos do Trabalho	19
1.5. Trabalhos Relacionados	20
1.5.1. The Thinking Tag	20
1.5.2. Hummingbird	20
1.5.3. Proxy Lady	21
1.5.4. Proem	21
1.5.5. Serendipity	22
1.5.6. ActiveMatch	23
1.5.7. Considerações Sobre os Trabalhos Relacionados	23
1.6. Organização dos Capítulos	26
2 Ontologias	28
2.1. O que é uma ontologia?	28
2.2. A Ontologia de Perfis de Usuários	29
2.2.1. Ontologias no Contexto do MMS	33
2.2.2. Processo de Desenvolvimento da Ontologia	34
2.2.3. Linguagem para Representação de Ontologias	35
2.3. Cenários de Aplicações da Ontologia de Perfis de Usuários	37
2.3.1. Interação entre Ambientes e Pessoas	38
2.3.2. Interação entre Pessoas	38
3 Implementação	41
3.1. A Camada de Dados do MMS	41
3.2. O Serviço de Localização Utilizado pelo MMS	45
3.3. Os Modos de Funcionamento do MMS	46
3.3.1. Funcionamento Síncrono	46
3.3.2. Funcionamento Assíncrono	48



3.4. Notificações	51
3.5. Processamento de Pós-Matching	52
3.6. O Matching no MMS	53
3.7. Arquitetura do Serviço	58
3.7.1. Acesso Web	59
3.7.2. Acesso por Meio de Serviço Web	61
3.7.3. Acesso por Meio do Serviço de Eventos MoCA	62
3.8. Cliente MMS	62
4 Testes com o Serviço de Matchmaking	66
4.1. Ferramenta para Simulação	66
4.2. Análise dos Resultados de Matching	68
4.2.1. Resultados	70
4.3. Análise do Tempo de Resposta	72
4.3.1. Resultados	73
4.4. Análise de Escalabilidade	74
4.4.1. Resultados	75
5 Conclusões, Contribuições e Trabalhos Futuros.	79
5.1. Conclusões	79
5.2. Contribuições	80
5.3. Trabalhos Futuros	81
6 Referências Bibliográficas	83
Apêndice A - Classes e Restrições da ontologia	88
Apêndice 2 - Guia de Instalação e utilização do MMS	93

## Lista de figuras

Figura 1 - Interações básicas do serviço matchmaking - MMS	18
Figura 2 - Conceitos relacionados com o <i>matching</i> no MMS	31
Figura 3 – Outros conceitos da ontologia proposta	31
Figura 4 – Utilização de ontologias no MMS	34
Figura 5 - Utilizando o Protégé com o plugin ezOWL	37
Figura 6 – Integração entre o MMS e LIS no modo síncrono	47
Figura 7 – Integração do MMS e LIS no modo assíncrono	49
Figura 8 – A expressão Pearson R	54
Figura 9 – Exemplo de Região simbólica x localização geográfica	57
Figura 10 – Arquitetura do MMS	58
Figura 11 – Interface de administração do MMS	60
Figura 12 – Interface do cliente MMS	64
Figura 13 - Processo de simulação	67

## Lista de tabelas

Tabela 1 – Resumo das comparações entre as características dos trabalhos	25
Tabela 2 - Interesses de usuários	54
Tabela 3 – Distribuição de valores de interesses levando-se em conta a localização	55
Tabela 4 – Valores considerados no cálculo do <i>Pearson R</i> entre 1 e 2 na região Y	55
Tabela 5 – Distribuição dos valores de teste	69
Tabela 6 – Resultados obtidos para o usuário 1	70
Tabela 7 - Resultados obtidos para o usuário 2	71
Tabela 8 – Resultados obtidos para o usuário 11	72
Tabela 9 – Resultados do tempo de Resposta	73

## Lista de quadros

Quadro 1 - Exemplo de regra de transitividade escrita para o MMS	43
Quadro 2 - Exemplo de regra de inferência	44
Quadro 3 - Exemplo de padrão de sinal de Rádio Freqüência disponível pelo simulador do monitor	67
Quadro 4 - Exemplo de propriedades do simulador do monitor	68
Quadro 5 - Média dos tempos de resposta com relação ao número de usuários em B	76
Quadro 6 - Média dos usuários encontrados em B	76