



Raphael Ghelman

**Extensão de um Sistema de Integração de
Repositórios de Objetos de Aprendizagem
Visando a Personalização das Consultas
com Enfoque em Acessibilidade**

Dissertação de Mestrado

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

Orientadores: Prof. Rubens Nascimento Melo
Prof. Sean Wolfgang Matsui Siqueira

Rio de Janeiro
Agosto de 2006



Raphael Ghelman

**Extensão de um Sistema de Integração de
Repositórios de Objetos de Aprendizagem
Visando a Personalização das Consultas
com Enfoque em Acessibilidade**

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. Rubens Nascimento Melo

Orientador
PUC-Rio

Prof. Sean Wolfgang Matsui Siqueira

Co-Orientador
UFG

Prof. Antônio Luz Furtado

PUC-Rio

Prof^a. Maria Helena Lima Baptista Braz

IST/UTL-PT

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador(a) Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 29 de agosto de 2006.

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

Raphael Ghelman

Concluiu o segundo grau técnico em Processamento de Dados no Instituto de Tecnologia ORT em 1998. Graduou-se em Engenharia de Computação na PUC-Rio em 2003. Atuou no desenvolvimento de soluções para Web e na área de sistemas para telefonia celular, além de ter sido professor do Instituto de Tecnologia ORT. Foi aprovado no processo de seleção da Microsoft pra trabalhar em Seattle no cargo de *Software Development Engineer in Test (SDET)* com data de início prevista para outubro de 2006.

Ficha Catalográfica

Ghelman, Raphael

Extensão de um sistema de integração de repositórios de objetos de aprendizagem visando a personalização das consultas com enfoque em acessibilidade / Raphael Ghelman ; orientadores: Rubens Nascimento Melo, Sean Wolfgang Matsui Siqueira. – Rio de Janeiro : PUC, Departamento de Informática, 2006.

128 f. : il. ; 30 cm

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

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Teses. 2. Objetos de Aprendizagem. 3. Personalização. 4. Acessibilidade. 5. Perfil do Usuário. 6. Navegação Facetada. 7. Uso de padrões. 8. Serviços Web. 9. e-learning. 10. Integração de Dados. I. Melo, Rubens Nascimento. II. Siqueira, Sean Wolfgang Matsui. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. IV. Título.

CDD:004

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus orientadores, Prof. Rubens Nascimento Melo e Prof. Sean Wolfgang Matsui Siqueira, pela constante fonte de conhecimentos, pela enorme paciência e pela grande ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

A Capes e à PUC-Rio, pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

Aos membros da banca de professores, Prof. Antônio Luz Furtado, Prof^ª. Maria Helena Lima Baptista Braz e Prof. Sérgio Lifschitz, que tão prontamente atenderam aos meus pedidos para participarem da avaliação desta dissertação.

A todos meus amigos, principalmente ao Leonardo, David e Ricardo, por terem me incentivado e apoiado no decorrer deste trabalho.

A toda a minha família, principalmente aos meus pais Jacques e Liane que me incentivaram muito a fazer o curso de mestrado e me proporcionaram o ambiente familiar perfeito para que isso fosse possível.

À Tatiana meu grande amor que sempre me apoiou e incentivou durante o final da minha graduação, durante todo o curso de mestrado e principalmente na minha decisão de trabalhar na Microsoft, mesmo significando que ficaremos afastados por algum tempo.

Finalmente, aos meus gatos, Freud e Florence, por terem passeado pelo meu teclado e deitado na minha cadeira nos momentos de ansiedade em que eu precisava parar um pouco para refletir.

Resumo

Ghelman, Raphael. **Extensão de um Sistema de Integração de Repositórios de Objetos de Aprendizagem Visando a Personalização das Consultas com Enfoque em Acessibilidade**. PUC-Rio, 2006. 128p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Hoje em dia e-learning está se tornando mais importante por possibilitar a disseminação de conhecimento e informação através da internet de uma forma mais rápida e menos dispendiosa. Conseqüentemente, de modo a filtrar o que é mais relevante e/ou de interesse do usuário, arquiteturas e técnicas de personalização vêm sendo abordadas. Dentre as muitas possibilidades de personalização existentes, a que lida com acessibilidade está se tornando essencial, pois garante que uma grande variedade de usuários possa ter acesso à informação conforme suas necessidades e características. Acessibilidade não é apenas garantir que pessoas com alguma deficiência, ou dificuldade, possam ter acesso à informação, apesar de ser importante e eventualmente ser uma exigência legal. Acessibilidade é também garantir que uma larga variedade de usuários e interfaces possam obter acesso à informação, maximizando assim a audiência potencial. Esta dissertação apresenta uma extensão do LORIS, um sistema de integração de repositórios de objetos de aprendizagem, descrevendo as alterações na sua arquitetura para ser capaz de lidar com acessibilidade e reconhecer diferentes versões de um mesmo objeto de aprendizagem, permitindo assim que um usuário execute uma consulta considerando seu perfil e preferências. Foi desenvolvido um protótipo dos serviços descritos na arquitetura utilizando serviços *Web* e navegação facetada, bem como padrões web, de e-learning e de acessibilidade. O uso de serviços *Web* e de padrões visa promover flexibilidade e interoperabilidade, enquanto a navegação facetada, como implementada, permite que o usuário aplique múltiplos filtros aos resultados da consulta sem a necessidade de re-submetê-la.

Palavras-chave

Objetos de Aprendizagem; Personalização; Acessibilidade; Perfil do Usuário; Navegação Facetada; Uso de padrões; Serviços *Web*; *e-learning*; Integração de Dados;

Abstract

Ghelman, Raphael. **Extension of an Integration System of Learning Objects Repositories Aiming at Personalizing Queries with Focus on Accessibility**. PUC-Rio, 2006. 128p. Master Dissertation - Computer Science Department, Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro.

Nowadays e-learning is becoming more important as it makes possible the dissemination of knowledge and information through the internet in a faster and costless way. Consequently, in order to filter what is more relevant and/or of users' interest, architectures and personalization techniques have been raised. Among the many existing possibilities of personalization, the one that deals with accessibility is becoming essential because it guarantees that a wide variety of users may have access to the information according to their preferences and needs. Accessibility is not just about ensuring that disabled people can access information, although this is important and may be a legal requirement. It is also about ensuring that the wide variety of users and devices can all gain access to information, thereby maximizing the potential audience. This dissertation presents an extension of LORIS, an integration system of learning object repositories, describing the changes on its architecture to make it able to deal with accessibility and to recognize different versions of the same learning object, thus allowing a user to execute a query considering his/her preferences and needs. A prototype of the services that are described in the architecture was developed using web services and faceted navigation, as well as e-learning and accessibility standards. The use of web services and standards aims at providing flexibility and interoperability, while the faceted navigation, as implemented, allows the user to apply multiple filters to the query results without the need to resubmit it.

Keywords

Learning Objects; Personalization; Accessibility; User Profile; Faceted Navigation; Use of Standards; Web Services; E-learning; Data Integration;

Sumário

Abreviaturas e Siglas	14
1 Introdução	16
1.1 Descrição do Contexto	16
1.2 Motivação	17
1.2.1 PGL (Partnership in Global Learning)	17
1.3 Oportunidade	18
1.4 Objetivo da Dissertação	19
1.5 Organização da Dissertação	19
2 Definições Conceituais	21
2.1 Padrões de Metadados Utilizados	21
2.1.1 IMS LIP	21
2.1.2 IMS ACCLIP e IMS ACCMD	22
2.1.3 Dublin Core	23
2.1.4 ARIADNE	24
2.1.5 IEEE-LOM	25
2.2 Padrões <i>Web</i>	26
2.2.1 Serviços <i>Web</i>	26
2.2.1.1 SOAP	27
2.2.1.2 WSDL	27
2.2.2 XML	28
2.2.3 XSLT	29
2.2.4 XSD	30
2.3 Classificação Facetada	31
2.3.1 Facetas	31
2.3.2 Navegação Facetada	32
2.4 Tratamento de Versões de Objetos	32
3 A Arquitetura Proposta	34

3.1	Visão geral da arquitetura do LORIS	34
3.2	As Camadas da Arquitetura do LORIS	35
3.2.1	Camada de Aplicação	35
3.2.2	Camada de Mediação	35
3.2.3	Camada de Acesso aos Dados	38
3.3	Visão geral da arquitetura do AccessForAll-LORIS	39
3.4	As Camadas da Arquitetura do AccessForAll-LORIS	39
3.4.1	Camada de Aplicação	40
3.4.2	Camada de Mediação	40
3.4.3	Camada de Acesso aos Dados	43
3.5	Perfil do usuário	44
3.6	Tratamento de Versões de Materiais Educacionais	44
3.6.1	O que são Versões de Materiais Educacionais?	44
3.6.2	Como o AccessForAll-LORIS reconhece Versões de Materiais Educacionais?	45
4	Implementação do Protótipo	49
4.1	Implementação do AccessForAll-LORIS	49
4.2	Mapeamento do Perfil de Usuários	50
4.3	Serviço de Refinamento pelo Perfil	50
4.3.1	Objetivo	50
4.3.2	Entrada e saída	51
4.3.3	Funcionamento detalhado	51
4.3.4	Exemplo de funcionamento	52
4.4	Serviço Gerador de Metadados de Acessibilidade	55
4.4.1	Objetivo	55
4.4.2	Entrada e saída	55
4.4.3	Funcionamento detalhado	56
4.4.4	Exemplo de funcionamento	57
4.5	Serviço Agrupador de Resultados Semelhantes	60
4.5.1	Objetivo	60
4.5.2	Entrada e saída	61
4.5.3	Funcionamento detalhado e exemplo	61
4.6	Serviço Classificador de Resultados Intra-grupos	62

4.6.1	Objetivo	62
4.6.2	Entrada e saída	62
4.6.3	Funcionamento detalhado	63
4.7	Serviço Gerador de Metadados para Navegação Facetada	66
4.7.1	Objetivo	66
4.7.2	Entrada e saída	67
4.7.3	Funcionamento detalhado	67
4.7.4	Exemplo de funcionamento	68
5	Estudo de Caso	73
5.1	Os metadados de exemplo	73
5.2	O agrupamento e a acessibilidade	74
5.3	A navegação facetada	76
6	Comparação com Trabalhos Relacionados	78
6.1	Projeto TILE	78
6.2	Adaptweb: um ambiente para ensino-aprendizagem adaptativo na Web	79
6.3	Projeto ATutor	81
6.4	Sistemas de e-learning	81
6.5	Diferenças	82
7	Conclusão	83
7.1	Descrição dos resultados	83
7.2	Trabalhos Futuros	84
	Referência Bibliográfica	86
	Anexos	91
A.1	XSD do IMS AccessForAll Meta-data	91
A.2	XSL para o refinamento da consulta segundo o perfil do usuário	93
A.3	XSL para a geração dos metadados de acessibilidade	96
A.4	XSL para a geração do XFML	98
A.5	Informações de acessibilidade segundo MIME Type e/ou extensão	103

A.6 XML contendo os códigos de línguas e suas traduções em outras línguas utilizado pelo Mapeamento do Perfil de Usuários	108
---	-----

Lista de Figuras

Figura 2.1: Árvore completa do IEEE-LOM.	26
Figura 2.2: Funcionamento do processo de transformação XSLT.	30
Figura 3.1: Uma Visão Geral da Arquitetura do LORIS [1].	34
Figura 3.2: Diagrama de serviços do LORIS com a Camada de Mediação realçada.	37
Figura 3.3: Uma Visão Geral da Arquitetura do AcessForAll-LORIS.	39
Figura 3.4: Diagrama de serviços do AccessForAll-LORIS com a Camada de Mediação realçada.	41
Figura 4.1: Arquitetura da transformação de formato do perfil do usuário.	50
Figura 5.1 Tela de resposta à consulta exemplificando o agrupamento de resultados, a geração dos metadados de acessibilidade e a navegação facetada.	74
Figura 5.2 Tela de resposta à consulta filtrada pelo atributo <i>educational/intendedEndUserRole</i> igual a <i>Learner</i> .	76
Figura 5.3 Tela de resposta à consulta filtrada pelo atributo <i>general/keyword</i> igual à <i>Math</i> e pelo atributo <i>educational/intendedEndUserRole</i> igual a <i>Learner</i> .	77

Lista de Tabelas

Tabela 2.1: Categorias do IMS LIP	22
Tabela 2.2: Atributos do Dublin Core	24
Tabela 2.3: Categorias do Ariadne	24
Tabela 2.4: Categorias do IEEE LOM	25
Tabela 2.5: Possíveis valores para o campo “tipo” da categoria <i>Relation</i> do IEEE LOM.	33
Tabela 3.1: Categorias do IMS LIP utilizadas pelo sistema.	44
Tabela 3.2: Tabela de pontuação utilizada pelo AccessForAll-LORIS para o reconhecimento de versões de um mesmo material de ensino.	47
Tabela 4.1: Restrições a serem adicionadas na consulta e atributos que as originam.	51
Tabela 4.2: Exemplo de pontuação referente à similaridade de cada par de metadados.	61
Tabela 4.3: Exemplo de pontuação referente à similaridade de cada par de metadados após a ordenação pela pontuação.	62
Tabela 4.4: Ordenação utilizada pelo Serviço Classificador de Resultados Intra-grupos quando o usuário não possui restrições.	63
Tabela 4.5: Ordenação utilizada pelo Serviço Classificador de Resultados Intra-grupos quando o usuário possui restrições visuais.	64
Tabela 4.6: Ordenação utilizada pelo Serviço Classificador de Resultados Intra-grupos quando o usuário possui restrições auditivas.	64
Tabela 4.7: Ordenação utilizada pelo Serviço Classificador de Resultados Intra-grupos quando o usuário possui restrições de leitura.	65
Tabela 4.8: Ordenação utilizada pelo Serviço Classificador de Resultados Intra-grupos quando o usuário possui restrições auditivas e visuais.	65
Tabela 4.9: Ordenação utilizada pelo Serviço Classificador de Resultados Intra-grupos quando o usuário possui restrições visuais e de leitura.	66

Tabela 4.10: Ordenação utilizada pelo Serviço Classificador de Resultados Intra-grupos quando o usuário possui restrições auditivas e de leitura.	66
Tabela 4.11: Facetas pré-definidas pelo Serviço Gerador de Metadados para Navegação Facetada.	68
Tabela 6.1 Principais diferenças entre o Access-ForAll-LORIS e os sistemas similares.	82
Tabela 7.1: Informações de acessibilidade segundo MIME Type e/ou extensão	108

Abreviaturas e Siglas

ACCLIP	<i>Accessibility for LIP</i>
ACCMD	<i>AccessForAll Meta-data</i>
ARIADNE	<i>Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe</i>
BD	Banco de Dados
BDOO	Banco de Dados Orientado a Objetos
BDXML	Banco de Dados XML
DC	<i>Dublin Core</i>
DTD	<i>Document Type Definition</i>
COM	<i>Component Object Model</i>
CMS	<i>Course Management System</i>
EAD	Educação à distância
EBW	Educação baseada na Web.
EJB	<i>Enterprise JavaBeans</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IMS	<i>IMS (Instructional Management Systems) Global Learning Consortium, Inc.</i>
J2EE	<i>Java 2 Enterprise Edition</i>
LOS	<i>Learning Objects - Objetos de Aprendizagem</i>
LOM	<i>Learning Objects Metadata – Padrão de metadados proposto pelo IEEE para descrição de Los</i>
LORIS	<i>Learning Objects Repositories' Integration System – Sistema de Integração de Repositórios de Objetos de Aprendizagem</i>
LIP	<i>Learner Information Package – Pacote de informações do estudante</i>
MIME	<i>Multipurpose Internet Mail Extensions</i>
PGL	<i>Partnership in Global Learning</i>
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SGBDR	Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional
SMTP	<i>Simple Mail Transfer Protocol</i>
SOAP	<i>Simple Object Access Protocol</i>
SOX	<i>Simple Object XML</i>
TI	Tecnologia de Informação
TecBD	Laboratório de Tecnologia em Banco de Dados do Departamento de Informática da PUC-Rio
URI	<i>Uniform Resource Identifier</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
XFML	<i>Exchangeable Faceted Metadata Language</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>
XPath	<i>XML Path Language</i>

XSD	<i>XML Schema Definition</i>
XSL	<i>Extensible Stylesheet Language</i>
XSLT	<i>Extensible Stylesheet Language Transformation</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
Web	<i>World Wide Web</i>
WSDL	<i>Web Services Description Language – Linguagem de descrição para Serviços Web</i>