

Um Mecanismo para Descoberta de Recursos com Suporte Semântico na Computação Ubíqua



Renato Marques Dilli

Orientador: Prof. Dr. Adenauer Corrêa Yamin

Universidade Católica de Pelotas
Programa de Pós-graduação em Informática

Dissertação de Mestrado I

Março de 2010

Roteiro

1 Introdução

2 Principais Conceitos

Computação Ubíqua
Descoberta de Recursos
Organização Semântica

3 Escopo de Pesquisa

Middleware EXEHDA: Aspectos Arquiteturais e Funcionais
Descoberta de Recursos
Processamento Semântico

4 Trabalhos Relacionados

5 Modelo Proposto: EXEHDA-SD

6 Considerações Finais

Introdução (1/3)

Motivações

- O grande número de recursos que devem ser gerenciados em um ambiente ubíquo é fortemente heterogêneo e dinâmico;
- A abundância de recursos permite aos usuários aproveitar o poder computacional, armazenamento, ferramentas e aplicações que não estão disponíveis em seus dispositivos locais;
- Estudos atuais têm apontado o uso de tecnologias de processamento semântico no aprimoramento dos componentes do ambiente ubíquo, entre eles a consciência e adaptação de contexto e a descoberta de recursos;
- Ontologias estão sendo utilizadas para prover um entendimento semântico entre duas ou mais partes, expandindo a compreensão de termos subentendidos, através das relações entre as palavras;
- Os modelos atuais propostos para descoberta de recursos no *middleware* EXEHDA não utilizam descrição semântica no processo de localização de recursos.

Introdução (2/3)

Objetivo Geral

Conceber um mecanismo de descoberta de recursos com suporte a processamento semântico, potencializando a localização de recursos dispersos entre as células do ambiente ubíquo.

Introdução (3/3)

Objetivos Específicos

- Estudar fundamentos teóricos sobre computação ubíqua;
- Estudar fundamentos teóricos sobre descoberta de recursos, identificando tecnologias relacionadas;
- Revisar os principais trabalhos sobre descoberta de recursos, sistematizando os diferentes aspectos arquiteturais e funcionais;
- Estudar o projeto EXEHDA, revisando seus fundamentos e a concepção dos diversos módulos de sua arquitetura, para a integração ao EXEHDA-SD;
- Definir as tecnologias para processamento semântico que farão parte da arquitetura do EXEHDA-SD;
- Definir as linhas gerais a serem perseguidas na modelagem do mecanismo de descoberta de recursos a ser proposto.

Principais Conceitos

Computação Ubíqua

Premissa Central

Permitir ao usuário o acesso ao seu ambiente computacional a partir de qualquer lugar, todo o tempo, a partir de qualquer dispositivo.

Aspectos Gerais

- Contempla mobilidade (física e lógica);
- Promove atividades colaborativas (entre usuários e entre aplicações);
- A computação é largamente distribuída;
- Elevada heterogeneidade (hardware e software básico);
- Automatização de aspectos no gerenciamento da infraestrutura computacional.

Descoberta de Recursos (1/2)

Conceitos Gerais

- Atualmente não existe um padrão na terminologia utilizada pelos mecanismos de descoberta para referenciar os recursos. Dispositivos e serviços são recursos equivalentes;
- A localização e interação com serviços em um ambiente ubíquo é de responsabilidade do serviço de descoberta;
- Principais objetivos: descoberta e transparência;
- Na computação ubíqua o mecanismo de descoberta deve atender aos seguintes requisitos:
 - utilização de informações do contexto de execução;
 - utilização de estratégias para manutenção automática de consistência;
 - expressividade na descrição de recursos e critérios de pesquisa;
 - possibilidade de interoperabilidade com outras estratégias de descoberta;
 - suporte à descoberta de recursos em larga escala e utilização de preferências por usuário.

Descoberta de Recursos (2/2)

Gerenciamento da Informação

- O método de consulta utilizado em um protocolo de descoberta de recursos pode ser entendido como um processo de busca atrelado a um casamento (*matching*) entre as requisições de descoberta (demandas) e as descrições de serviços locais e remotos (ofertas), estas últimas divulgadas através de anúncios ou registradas em diretórios;
- O algoritmo de *matching* utilizado pelo mecanismo de consulta representa uma função que aceita, como entrada, a demanda e um conjunto de descrições de ofertas, provendo, como resultado, o subconjunto das ofertas que satisfazem a demanda especificada.

Organização Semântica (1/3)

Ontologias - Conceitos

- Método de representar itens de conhecimento numa forma que define os relacionamentos e conceitos dentro de um domínio específico de conhecimento;
- Definição de vários relacionamentos úteis sobre itens de conhecimento e implementação desses relacionamentos em software;
- Através dos relacionamentos entre os conceitos é possível inferir novos conhecimentos implícitos no domínio de conhecimento;
- É a representação do significado dos termos nos vocabulários e os relacionamentos entre eles.

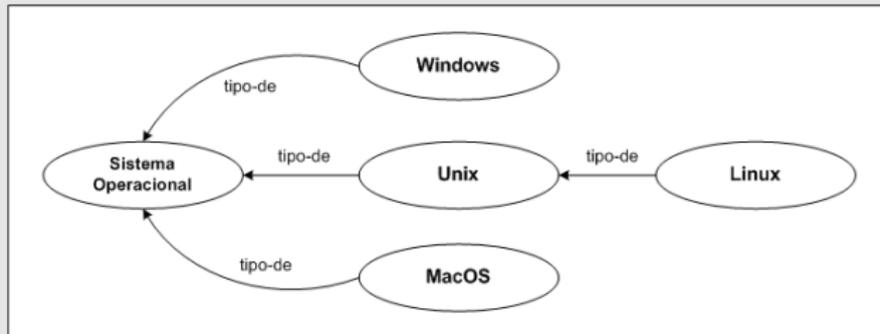
Organização Semântica (2/3)

Ontologias - Especificações

- **Conceitos/Classes:** identificação e classificação dos termos presentes na ontologia;
- **Relações:** representam um tipo de interação entre conceitos e o domínio;
- **Funções:** consistem em um caso especial de relações em que o n-ésimo elemento do relacionamento é único para os n-1 elementos precedentes;
- **Axiomas:** são sentenças formais que possuem o resultado lógico sempre verdadeiro;
- **Taxonomia:** consiste em um conjunto de termos ou conceitos que organizados em uma hierarquia formam uma ontologia;
- **Slots/Papéis/Propriedades (*Slots/Roles/Properties*):** representam as várias características e atributos de um conceito;
- **Facetas:** descrevem restrições nos *slots*;
- **Instâncias:** representam elementos.

Organização Semântica (3/3)

Ontologias - Representação Gráfica



Escopo de Pesquisa

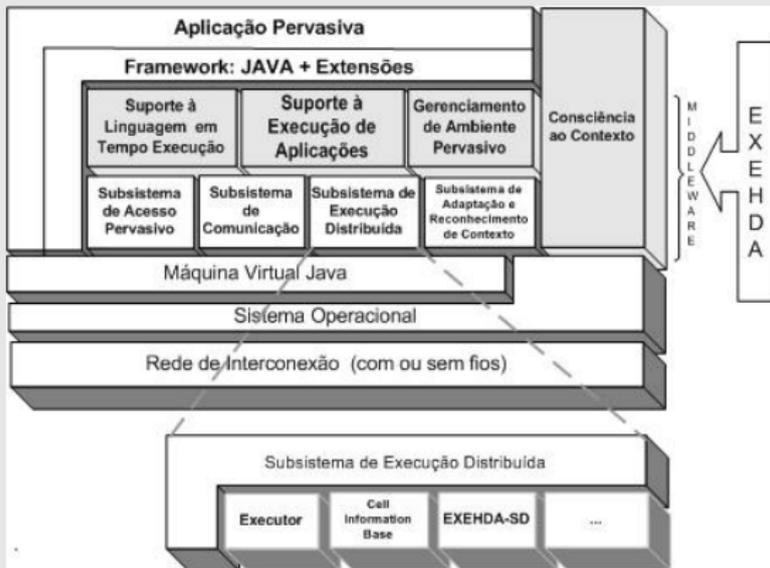
Middleware EXEHDA (1/3)

Aspectos Gerais

- Gerencia um ambiente ubíquo;
- Promove a execução de aplicações ubíquas sobre este ambiente gerenciado;
- Constituído a partir de um núcleo mínimo tendo as funcionalidades estendidas por serviços carregados sob demanda, organizados em subsistemas:
 - execução distribuída;
 - comunicação;
 - adaptação;
 - acesso pervasivo.

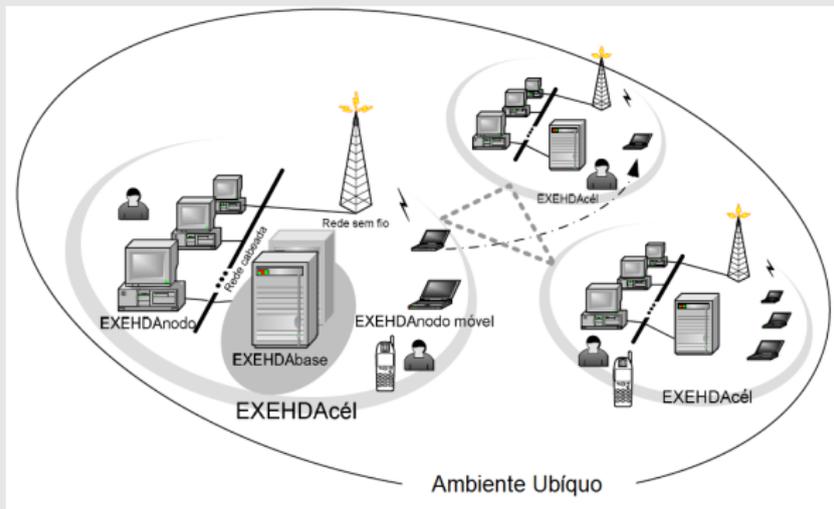
Middleware EXEHDA (2/3)

Arquitetura de Software



Middleware EXEHDA (3/3)

Composição do Ambiente Ubíquo



Descoberta de Recursos

Fundamentos Arquiteturais

- 1 Nomeação de Recursos e Atributos
- 2 Método de Comunicação Inicial
- 3 Descoberta e Registro
- 4 Infraestrutura do serviço de descoberta
- 5 Serviço de Informações de estado
- 6 Escopo da Descoberta
- 7 Seleção de Recursos
- 8 Invocação de Recursos
- 9 Utilização do Recurso
- 10 Apuração do estado do Recurso

Processamento Semântico

Tecnologias Envolvidas

- RDF - *Resource Description Framework*
- OWL - *Web Ontology Language*
- API Jena - *Toolkit Java*
- SPARQL - *Protocol and RDF Query Language*
- MySQL - Banco de Dados
- Protégé - Editor de Ontologias

Trabalhos Relacionados (1/4)

Baseados em Sintaxe

- INS/TWINE
- UPnP
- Allia
- Jini
- SLP
- Globus Toolkit (MDS)
- PerDis
- Condor
- Salutation

Trabalhos Relacionados (2/4)

Baseados em Semântica

- OMM *Ontology-Based MatchMaker*
- Ludwig, Santen
- Pernas, Dantas
- Allemand
- DReggie

Trabalhos Relacionados (3/4)

Considerações sobre os trabalhos

Os mecanismos foram analisados, verificando-se as seguintes características:

- Descrição: Linguagem utilizada para descrever os recursos;
- Consulta: Como é realizado o *matching*. Se é utilizada uma linguagem específica ou apenas o casamento de pares (Atributo/Valor);
- Abrangência: Qual a abrangência de descoberta do mecanismo;
- Arquitetura: A organização arquitetural da descoberta foi classificada em:
 - 1 Diretório Centralizado Plano;
 - 2 Diretório Centralizado Hierárquico;
 - 3 Diretório Descentralizado (Distribuído e/ou Replicado).
- Preferências: Se o mecanismo utiliza algum tipo de preferência do usuário para a realização da consulta ou processamento de resultados.

Trabalhos Relacionados (4/4)

Modelos	Descrição	Consulta	Abrangência	Arquitetura	Pref.
Allemand	OWL	RDQL	Grade	3*	-
Allia	-	-	Ad-hoc	3*	Sim
Condor	ClassAd	A/V	LAN	-	-
DReggie	DAML	Prolog	m-commerce	1*	Sim
GLOBUS	LDAP	LDAP	Grade	3*	-
Ludwig, Santen	DAML-S	LARKS	Grade	3*	-
INS/TWINE	XML	-	LAN	1,2*	-
Jini	LP A/V	LP	LAN	1,2*	Sim
OMM	TRIPLE	LP	Grade	3*	Sim
PerDis	XML	A/V	Ubíquo	3*	Sim
Pernas, Dantas	OWL	-	Grade	3*	-
Salutation	<i>templates</i> A/V	A/V	LAN	1,2,3*	-
SLP	STRING	A/V	LAN	1,3*	Sim
UPnP	XML	A/V	LAN	3*	-

*1-Diretório Centralizado Plano, 2-Centralizado Hierárquico, 3-Descentralizado

EXEHDA-SD: Modelagem

EXEHDA-SD: Modelagem (1/21)

Visão Geral

- Consiste em um mecanismo de descoberta de recursos para computação ubíqua que agrega em sua arquitetura um processador semântico para aumentar a expressividade na representação e consulta por recursos;
- Está sendo concebido na forma de um serviço para o middleware EXEHDA;
- Persegue-se atender as demandas do ambiente ubíquo, como escalabilidade, dinamicidade, preferência de usuários e controle de recursos baseado em perfis.

EXEHDA-SD: Modelagem (2/21)

Especificações do Modelo

- Todo recurso está vinculado a um nodo;
- Todo nodo pertence a uma célula;
- Um nodo é representado por um equipamento com poder de processamento, mesmo que reduzido, com interface de rede e capaz de executar o núcleo mínimo do EXEHDA;
- Recursos são identificados pelo ID da célula + ID do nodo;
- Infraestrutura *super peer*;
- O catálogo de recursos, ontologia e motor de inferência de cada célula estará localizado no EXEHDABase da respectiva célula;
- Os recursos possuirão um atributo indicando seu *status*, indicando se está disponível ou não;

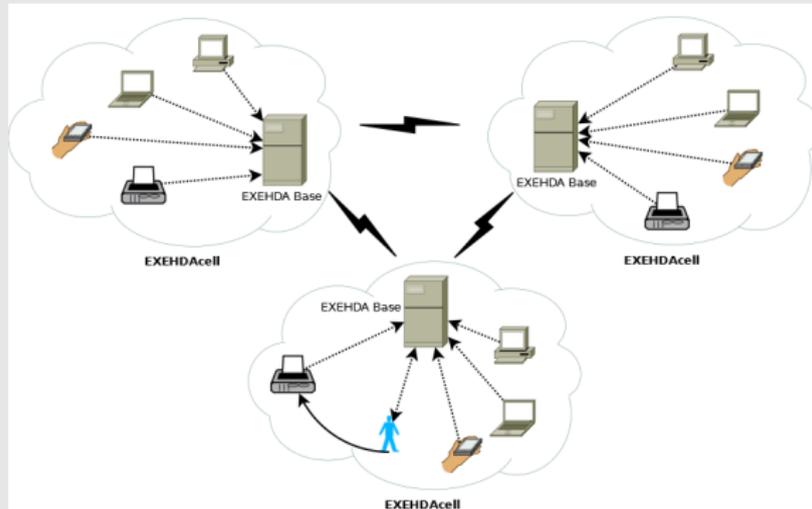
EXEHDA-SD: Modelagem (3/21)

Especificações do Modelo

- Todo recurso possuirá um *lease* associado, indicando seu tempo de vida;
- Os recursos deverão enviar mensagens ao diretório de cada célula para renovar seu *lease*, caso contrário seu *status* será alterado para “indisponível”;
- O processo de pesquisa por recursos levará em consideração os perfis de acesso vinculados aos usuários e recursos.
- O usuário poderá também especificar preferências, desde que não conflitem com as políticas da aplicação;
- Clientes formados pelas políticas dos componentes das aplicações.

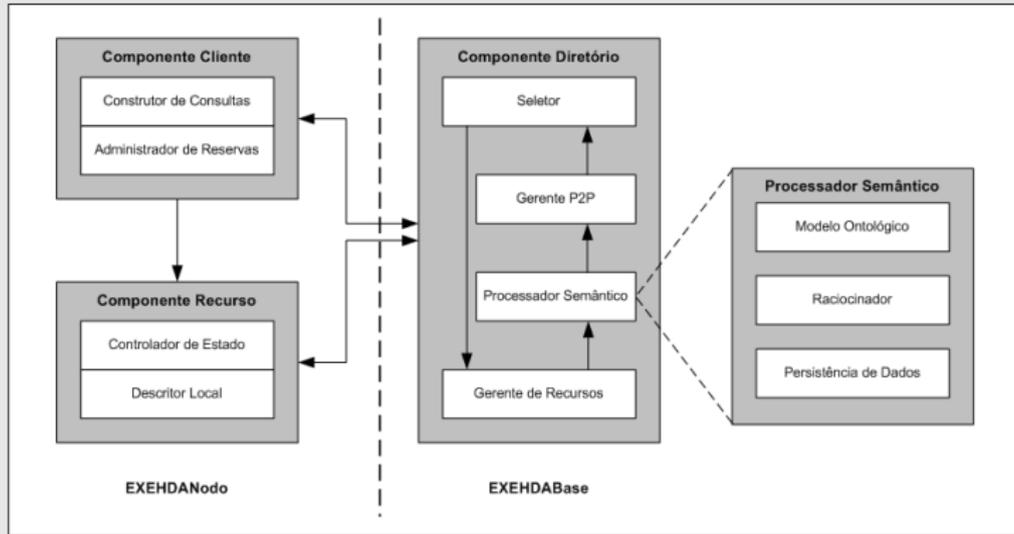
EXEHDA-SD: Modelagem (4/21)

Fluxo da Descoberta



EXEHDA-SD: Modelagem (5/21)

Arquitetura de Software



EXEHDA-SD: Modelagem (6/21)

Componente Cliente

- Processar os requisitos necessários dos componentes das aplicações;
- Definir os recursos desejados, através de atributos, valores e operadores lógicos;
- Notifica ao cliente da disponibilidade de recursos, quando desejado;
- Ativar as preferências do usuário.

Componente Recurso

- Responsável por manter o estado atual recurso. Isto é feito enviando mensagens dentro de um intervalo de tempo para o CD;
- Manter uma descrição local dos seus recursos para facilitar o deslocamento para células diferentes da célula origem.

EXEHDA-SD: Modelagem (7/21)

Componente Diretório

- Localizado no EXEHDABase de cada célula;
- Gerenciar os recursos no diretório;
- Atualizar o estado dos recursos;
- Notificar recursos disponíveis;
- Receber a consulta dos CC em formato XML;
- Receber e cadastrar os recursos dos CR de clientes móveis que não pertencem a célula.

EXEHDA-SD: Modelagem (8/21)

Componente Diretório: Gerente de Recursos

- Realizar a manutenção dos recursos no diretório (adicionar, remover e editar);
- Disponibilizar uma interface de consulta aos usuários para que possam verificar se os recursos desejados estão disponíveis no momento;
- Comunicar o Processador Semântico sobre mudança de estado dos recursos para que seja atualizada a ontologia;
- Manter o CRA (Controle de Recursos Ativos);
- Manter o CNR (Controle de Notificação de Recursos Disponíveis);
- Receber a consulta dos CC (Componente Cliente) em formato XML;
- Receber e cadastrar os recursos dos CR (Componente Recurso) de clientes móveis que não pertencem à célula, mas estão cadastrados e devidamente autorizados no *middleware*.

EXEHDA-SD: Modelagem (9/21)

Componente Diretório: Processador Semântico

- Instanciar os recursos na ontologia. Os recursos são cadastrados através da interface disponibilizada pelo Gerente de Recursos;
- Converter o formato da consulta enviada pelo Gerente de Recursos para a linguagem SPARQL;
- Processar as consultas em SPARQL na ontologia local, instanciada no banco de dados MySQL;
- Inferir novos conceitos através da interpretação de regras;
- Enviar a consulta ao *Gerente P2P*, quando o escopo envolve células vizinhas.

EXEHDA-SD: Modelagem (10/21)

Componente Diretório: Gerente P2P

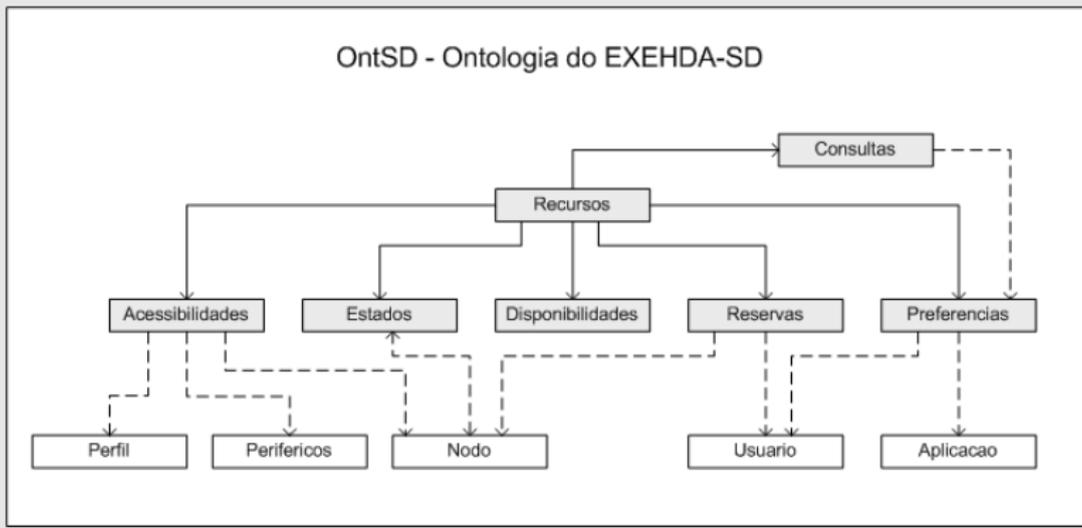
- Responsável por localizar os recursos entre as células do ambiente ubíquo através de tecnologia *super peer*;
- Está prevista a possibilidade de cadastrar células estaticamente;
- Possibilidade de definir o número de saltos que o cliente deseja para realizar a consulta.

Componente Diretório: Seletor

- Responsável por selecionar os recursos que melhor satisfazem a requisição do cliente;
- Está prevista a utilização das preferências do usuário para gerar um *ranking* com os resultados da consulta.

EXEHDA-SD: Modelagem (12/21)

Modelo Ontológico: OntSD



EXEHDA-SD: Modelagem (13/21)

Processamento Semântico: Exemplos

Realizar uma pesquisa por Nodos na célula UCPel que possuam os seguintes critérios:

- Sistema Operacional Unix;
- Processador Intel;
- Quad-core;
- 4GB RAM;
- 500GB de disco.

EXEHDA-SD: Modelagem (14/21)

Processamento Semântico: XML

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CONSULTA>
  <PERFIL>SD_1</PERFIL>
  <TIPO>Nodo</TIPO>
  <CRITERIO nome=""SO"" valor=""Unix"" op=""equ"" />
  <CRITERIO nome=""processador"" valor=""Intel"" op=""equ"" />
  <CRITERIO nome=""cores"" valor=""4"" op=""equ"" />
  <CRITERIO nome=""memoria"" valor=""4"" op=""equ"" />
  <CRITERIO nome=""disco"" valor=""500"" op=""equ"" />
</CONSULTA>
```

EXEHDA-SD: Modelagem (15/21)

Processamento Semântico: Operadores Lógicos

Operador	Representação
Igual (=)	equ
Diferente (\neq)	neq
Maior ($>$)	gre
Maior ou igual (\geq)	geq
Menor ($<$)	les
Menor ou igual (\leq)	leq

EXEHDA-SD: Modelagem (16/21)

Processamento Semântico: SPARQL

Listing 1: Consulta em SPARQL

```
"PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" +
"PREFIX xsd: <<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" +
"PREFIX ont: <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1251223167.
    owl#" +
"PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" +
"SELECT ?nodo " +
"WHERE " +
" { ?nodo rdf:type ont:Nodo ." +
" ?nodo ont:Nodo_Estados ?estado ." +
" ?estado rdf:type ont:Estados ."+
" ?estado ont:Recursos_Estados ?nodostatus ."+
" ?nodo ont:Nodo_Base false ." +
" ?nodo ont:Nodo_Celula ?celula ."+
" ?celula ont:Celula_ID 'UCPel' ." +
```

EXEHDA-SD: Modelagem (17/21)

Processamento Semântico: SPARQL

```
" ?nodo ont:Nodo_Software ?SO ." +
" ?SO rdf:type ont:Unix ." +
" ?nodo ont:Nodo_Dispositivos ?processador ." +
" ?processador rdf:type ont:Intel ."+
" ?processador ont:Processador_Cores ?cores ."+
" ?nodo ont:Nodo_Dispositivos ?memoria ."+
" ?memoria rdf:type ont:Memoria ."+
" ?memoria ont:Memoria_Capacidade ?memo ."+
" ?nodo ont:Nodo_Dispositivos ?armazenamento ."+
" ?armazenamento rdf:type ont:Armazenamento ."+
" ?armazenamento ont:Armazenamento_Capacidade ?disco ."+
" FILTER (?cores "+opCores+" "+numCores+") ."+
" FILTER (?memo "+opMemoria+" "+vlMemoria+") ."+
" FILTER (?disco "+opDisco+" "+vlDisco+") ."+
" FILTER (?nodostatus = 'Ativo' ) ."+
" }";
```

EXEHDA-SD: Modelagem (18/21)

Processamento Semântico: Regras para Inferência

```
@prefix ont: <http://localhost/Ontologia.owl#>.  
@include <RDFS>.
```

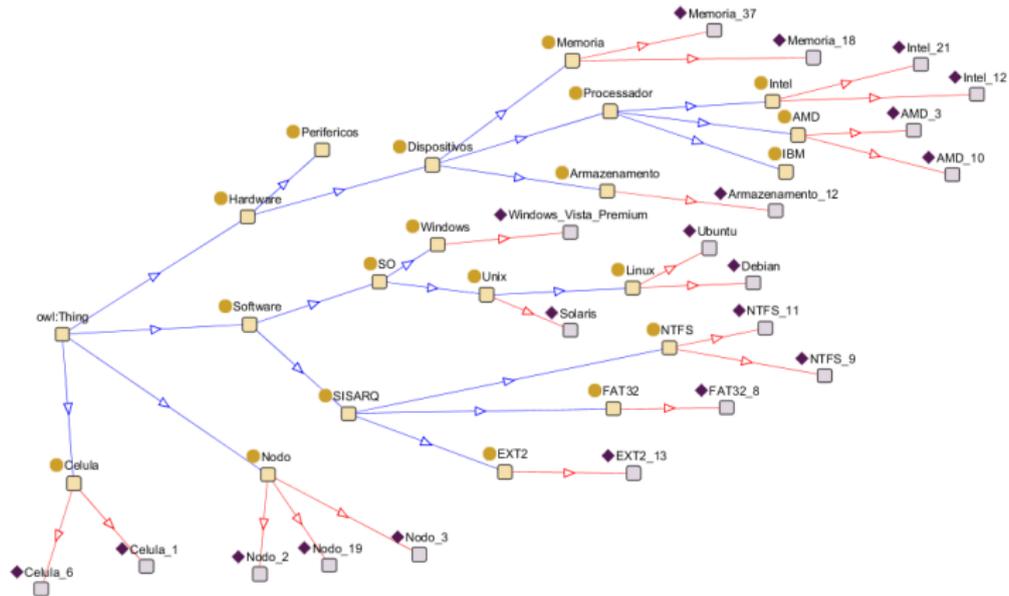
```
[dualcore: (?n ?p ont:Nodo) (?n ont:Num_Proc 2) -> (?n rdf:type  
ont:dualcore)]
```

```
[quadcore: (?n ?p ont:Nodo) (?n ont:Num_Proc 4) -> (?n rdf:type  
ont:quadcore)]
```

```
[manycore: (?n ?p ont:Nodo) (?n ont:Num_Proc ?x) greaterThan(?x  
,4) -> (?n rdf:type ont:manycore)]
```

EXEHDA-SD: Modelagem (19/21)

Processamento Semântico: Análise da Consulta



EXEHDA-SD: Modelagem (20/21)

Interfaces Previstas

EXEHDA-SD: Modelagem (21/21)

Características Previstas

- Expressividade na descrição e consulta de recursos através de tecnologias de Web Semântica;
- Escalabilidade. Suporte à descoberta de recursos dispersos, independentemente da tecnologia de rede utilizada;
- Escopo da Descoberta. Possibilidade de definir a profundidade P2P da pesquisa;
- Preferências do Usuário. Considerar as preferências do usuário e aplicá-las antes e após do processamento da consulta;
- Notificação de Recursos Disponíveis. O cliente pode solicitar a notificação de recursos quando estes se tornarem disponíveis;
- Controle de acesso ao recurso localizado, considerando o perfil do usuário;
- Possibilidade de agendar a indisponibilidade de recursos;
- Ordenar os resultados de pesquisa, colocando os recursos que melhor satisfazem a consulta no topo da lista.

Considerações Finais

Considerações Finais (1/4)

Atividades Realizadas

- Revisão bibliográfica sobre o escopo do trabalho: Computação Ubíqua, Descoberta de Recursos e Tecnologias para processamento semântico;
- Identificação dos trabalhos relacionados;
- Estudo do *middleware* EXEHDA;
- Avaliação das potencialidades para utilização de tecnologias de Web Semântica no processamento do modelo ontológico;
- Aprimoramento do modelo semântico para o Mecanismo de Descoberta de Recursos;
- Modelagem do Mecanismo de Descoberta de Recursos Semântico para o EXEHDA.

Considerações Finais (2/4)

Atividades Previstas

Atividades/Meses	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
Modelagem e prototipação do EXEHDA-SD	X	X	X	X		
Concluir a modelagem da OntSD	X	X	X	X		
Implementação e testes do mecanismo de descoberta de recursos para o <i>middleware</i> EXEHDA	X	X	X	X	X	
Elaboração de artigos sobre o tema da Dissertação		X	X	X	X	X
Escrita da dissertação	X	X	X	X	X	X
Defesa da dissertação						X

Considerações Finais (3/4)

Publicações Realizadas

- CIC-UCPel 2008: DILLI, Renato, PALAZZO, Luiz A. M., YAMIN, Adenauer C. Ontologias na Descoberta de Recursos da Computação Pervasiva.
- ERAD 2009: DILLI, Renato, PALAZZO, Luiz A. M., YAMIN, Adenauer C. Avaliando o Uso de Web Semântica na Descoberta de Recursos da Computação Ubíqua.
- ERAD 2010: DILLI, Renato, PALAZZO, Luiz A. M., YAMIN, Adenauer C. EXEHDA-SD: Um Mecanismo para Descoberta de Recursos com Suporte Semântico para UBICOMP.
- CIC-UCPel 2009: DILLI, Renato, YAMIN, Adenauer C. Uma Contribuição para Descoberta de Recursos na UBICOMP.
- CIC-UCPel 2009: PEREIRA, Eduardo, YAMIN, Adenauer C., DILLI, Renato. Explorando a Localização de Recursos na Computação Ubíqua.

Considerações Finais (4/4)

WIKI

<http://olaria.ucpel.tcche.br/dilli>

Um Mecanismo para Descoberta de Recursos com Suporte Semântico na Computação Ubíqua



Renato Marques Dilli

Orientador: Prof. Dr. Adenauer Corrêa Yamin

Universidade Católica de Pelotas
Programa de Pós-graduação em Informática

Dissertação de Mestrado I

