

# Modelagem de um Sistema de Consulta de Informações de Contexto para Apoio a Adaptação de Aplicações Pervasivas

Lucas Dutra Nunes<sup>1</sup>, Ana Marilza Pernas<sup>1</sup>, João Ladislau Lopes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Informática - Instituto de Física e Matemática – Universidade Federal de Pelotas

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Informática - Escola de Informática - Universidade Católica de Pelotas

{lnunes.ifm, marilza}@ufpel.edu.br, joaolopes@ucpel.tche.br

**Resumo.** *Esse artigo descreve a modelagem de um sistema de consultas de informações de contexto, utilizando ontologias, para atuar na adaptação de aplicações pervasivas de acordo com um contexto de execução para cada aplicação, implementadas no middleware pervasivo GRADEp. Desta forma, o sistema de consultas modelado encontra um determinado contexto de interesse, em tempo de execução, reportando possíveis mudanças no ambiente.*

## 1. Introdução

A Computação Pervasiva consiste de um novo paradigma computacional, no qual o usuário tem acesso a suas aplicações o tempo todo, aonde quer que ele vá, realizando as tarefas, e permeando o seu ambiente [Chen et al 2004a], estando presente em qualquer dispositivo computacional que faça parte do ambiente físico do usuário. Devido a essa característica, as aplicações podem ter acesso a dispositivos com funcionalidades e/ou capacidades desconhecidas, que podem não corresponder às necessidades originais da aplicação [Chen et al 2004b]. Por exemplo, uma aplicação, ao migrar de um dispositivo simples, como um PDA, para outro com maior capacidade de banda de rede deve se adaptar para tirar proveito desta configuração. Da mesma forma, uma aplicação que migra para um dispositivo portátil deve conhecer suas capacidades de interface com o usuário e se adequar para manter a usabilidade. Assim, faz-se necessário conhecimento prévio pela aplicação pervasiva das funcionalidades e limitações dos dispositivos para os quais essa aplicação estará migrando, ou seja, é necessário conhecer o seu *contexto de execução*.

Neste aspecto, este artigo tem como objetivo apresentar um sistema de consulta a informações de contexto, o qual é utilizado para atualizar aplicações pervasivas a respeito de novos dados decorrentes da alteração do estado do ambiente.

O artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 é descrito, sucintamente, o *middleware* GRADEp, utilizado como estudo de caso deste trabalho; a seção 3 trata sobre a inclusão de ontologias a ambientes pervasivos, no sentido de dotá-los de meta-conhecimento; na seção 4 é descrito o sistema de consulta desenvolvido; conclusões e trabalhos futuros são tratados na seção 5.

## 2. O *middleware* GRADEp

Com relação a ambientes pervasivos, existem várias implementações, onde este trabalho destaca o projeto GRADEp, devido ao histórico de envolvimento com o mesmo. O *middleware* GRADEp implementa, na linguagem Java, ambientes pervasivos multi-plataforma, organizados em células, com dispositivos fixos e móveis (GRADEpNodo), controlados por um nodo especial que gerencia a célula pervasiva, além de prover outras funcionalidades para a célula (GRADEpBase). No GRADEp, a necessidade de conhecer o contexto de execução é suprida através do *serviço de contexto*, presente no GRADEpBase, que armazena e gerencia informações vindas de sensores de todo o ambiente pervasivo, tornando-as interpretáveis para utilização pelas aplicações pervasivas.

## 3. Descrição de contexto por meio de ontologias

A utilização de ontologias em ambientes pervasivos já vem sendo feita há alguns anos, como exemplo, podem ser citados os trabalhos desenvolvidos em [Chen et al 2004a], [Chen et al 2004b], [Lopes 2006] e [Lopes et al 2007]. No caso do *middleware* GRADEp, existe pesquisa para qualificação dos mecanismos de gerência das aplicações. Trabalhos atuais têm sido focados na melhor interpretação e manipulação dos dados gerados pelos sensores do ambiente pervasivo. Em [Lopes et al 2007] é proposto o armazenamento dos dados de contexto em uma ontologia, modelada para representar o ambiente pervasivo GRADEp, a qual é acessada pelo servidor de contexto para realizar consultas e atualizar informações [Lopes et al 2007]. A utilização de ontologias é justificada porque permite uma representação semântica, interpretável por máquina, do ambiente pervasivo [Lopes 2006].

## 4. Sistema de consultas à base ontológica

O presente trabalho está inserido especificamente na forma como as aplicações serão notificadas a respeito das mudanças ocorridas no contexto do ambiente pervasivo, pois como apresentado na seção anterior, a ontologia é construída para descrever o ambiente. Porém, a questão foco é como a aplicação acessa os dados do contexto representado na ontologia, para ser notificada a respeito de alterações que possam influenciar no fluxo de sua execução.

Desta forma, o sistema de consultas desenvolvido se utiliza da ontologia proposta em [Lopes et al 2007], juntamente de mudanças já propostas pelo autor na própria modelagem do *middleware* GRADEp. A arquitetura proposta para o sistema de consultas, a ser integrado no *middleware* GRADEp, está apresentada na figura 1. No momento de cadastramento da aplicação no *middleware* pervasivo, esta terá que informar as necessidades relacionadas ao seu contexto de interesse, que serão tratadas pelo módulo registrador, o qual irá passar para o sistema de consultas todas as exigências da aplicação. Neste momento, o sistema de consultas possui todos dados necessários para gerenciar as consultas à ontologia e notificar possíveis mudanças ocorridas.

O sistema usa um modelo *publish/subscribe*, no qual as aplicações demonstram interesse apenas por alguns sensores, e recebem notificações relativas apenas a esses sensores. Toda a comunicação entre o sistema e as aplicações é gerenciada através de um subsistema do *middleware* GRADEp especializado para gerenciar comunicações no ambiente pervasivo, onde disponibilidade da rede e largura de banda não são garantidas.

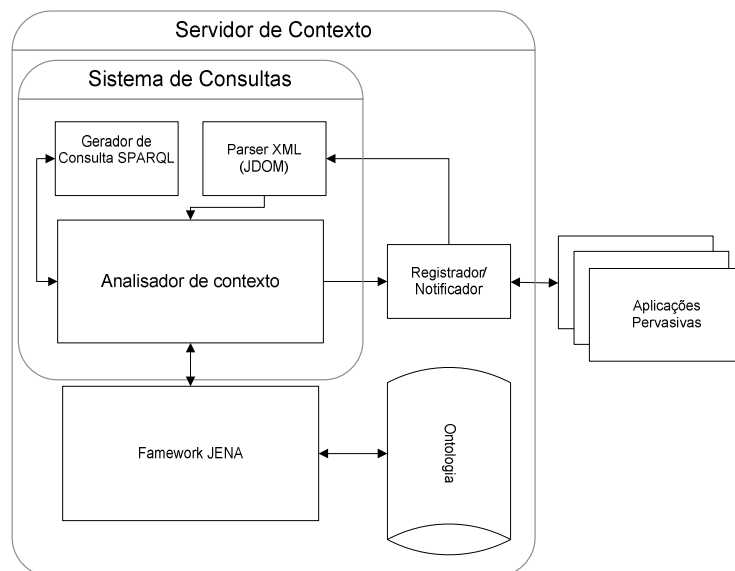


Figura 1. Arquitetura do Servidor de Contexto

#### 4.1. Funcionamento

Durante o desenvolvimento do protótipo, para adequar o tratamento da informação dos sensores na ontologia, utiliza-se do editor Protégé [Genari et al 2002] para analisar a ontologia e definir a entrada de dados do protótipo, mais especificamente, quais sensores são interessantes ao contexto de uma aplicação. Além do editor Protégé, esta também utiliza o *framework* JENA [JENA 2007] para manipulação da ontologia e sua atualização a partir dos dados vindos dos sensores.

Para acessar a ontologia, foi necessário utilização de uma linguagem de consulta a ontologias. Neste aspecto, optou-se pelo uso da linguagem SPARQL, a qual é atualmente recomendada como um padrão pela W3C [SPARQL 2007], para gerar, internamente ao servidor de contexto, consultas SPARQL de acordo com o seu contexto de execução. As consultas usadas são genéricas, podendo servir a várias aplicações, pois tanto as exigências da aplicação quanto os dados da ontologia são utilizados como parâmetros.

O sistema de consultas descrito possui um módulo que gerencia o registro de interesse da aplicação em um contexto específico necessário à sua execução. A aplicação passa, ao se registrar, dados de sensores, esperando encontrar nodos compatíveis com o contexto desejado. Por exemplo, uma aplicação de manutenção pode utilizar informações sobre capacidade de disco e espaço disponível em disco para realizar limpeza do mesmo. Essas informações são passadas para o sistema através de uma *string* em um *schema* definido do formato XML. A utilização de XML nesse caso é justificada por ser um padrão bastante difundido, e aceito como meio de troca de informações, além de permitir, se bem definido, futuras alterações para acomodar novas funcionalidades, no caso de ocorrerem com o servidor de contexto do GRADEp.

O sistema de consultas processa esses dados passados pela aplicação e, com base nos nomes de sensores e informações passadas pela aplicação, gera uma consulta SPARQL, a qual é usada para consultar a ontologia procurando por nodos que possam

atender o contexto que a aplicação requer. Se esse contexto puder ser atendido por um ou mais nodos, o sistema de consultas retorna essa informação, juntamente com a lista de nodos, para o registrador/notificador, o qual repassa para a aplicação. Caso contrário, a aplicação pode aguardar que o contexto desejado se torne disponível, ou seguir sua execução nos nodos disponíveis no momento.

## 5. Conclusões e trabalhos futuros

Neste artigo tratou-se a respeito de auxílio a adaptação ao contexto em aplicações pervasivas, sendo mais especificamente descrita a modelagem de um sistema de consultas para prover informações atualizadas a respeito do contexto do ambiente pervasivo às aplicações que o utilizam. Foi apresentada a arquitetura proposta para auxílio a adaptação a ser inserida no *middleware* GRADEp, o qual é utilizado como estudo de caso para este trabalho. Nesta arquitetura, estão presentes diversos módulos, como de notificação, consultas e a própria ontologia utilizada para manipulação e conhecimento dos dados simples vindos dos sensores presentes nos nodos do ambiente. Desta forma, percebeu-se que é possível fazer com que as aplicações entendam as mudanças ocorridas no ambiente em tempo de execução, e possam saber os próximos passos no sentido de obter a correta distribuição e caminhamento de seus processos.

Como trabalhos futuros, espera-se finalizar consultas mais estruturadas a respeito do contexto do ambiente, além de agregar o protótipo desenvolvido ao *middleware* GRADEp, para que se possa realizar testes reais em aplicações.

## 6. Referências Bibliográficas

- Chen, Harry *et al.* (2004a), "An Ontology for Context-Aware Pervasive Computing Environments", no "Special Issue on Ontologies for Distributed Systems", Knowledge Engineering Review, Maio de 2004.
- Chen, Harry *et al.* (2004b), "SOUPA: Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications", In Proceedings, International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services, Agosto de 2004.
- Gennari, J. *et al.* (2002), The Evolution of Protégé: An Environment for Knowledge-Based Systems Development.
- JENA - A Semantic Web Framework for Java, <http://jena.sourceforge.net>. Dezembro.
- Lopes, João Ladislau Barbará (2006), Sensibilidade ao Contexto na Computação Pervasiva: Avaliando o Uso de Ontologias. Trabalho Individual. Programa de Pós-Graduação em Informática – Universidade Católica de Pelotas.
- Lopes, João Ladislau *et al.* (2007), Uma Abordagem Baseada em Ontologias para Sensibilidade ao Contexto na Computação Pervasiva. Artigo do WPUC 2007 – I Workshop on Pervasive and Ubiquitous Computing.
- SPARQL Query Language for RDF - W3C Proposed Recommendation 12 November 2007, <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query>. Dezembro.
- Yamin, Adenauer C. (2004), Arquitetura para um ambiente de grade computacional direcionado às aplicações móveis, distribuídas e conscientes do contexto da computação pervasiva. Tese de doutorado. Instituto de Informática/UFRGS, Porto Alegre, agosto de 2004.