Integração de Dados de Contexto voltada a Ambientes de Aprendizagem Distribuídos

Lucas Vaz Pires[1], **Ana Marilza Pernas**[1], **Adenauer Corrêa Yamin**[1]

[1]Universidade Federal de Pelotas, Centro de Desenvolvimento Tecnológico - CDTec

{lvpires, marilza, adenauer}@inf.ufpel.edu.br

Resumo. *A aprendizagem utilizando ambientes distribuídos é uma realidade. Entretanto, no que tange o seu desenvolvimento e uso prático, existem ainda lacunas a serem preenchidas. Este artigo apresenta uma solução para aprendizagem distribuída com emprego de OBDA (Ontology Based Data Access) para integração de dados de contexto em estruturas complexas. A proposta é avaliada, justificada e validada fazendo uso de um ambiente educacional real.*

1. Introdução

Na computação distribuída as aplicações precisam ter consciência do seu contexto de interesse e reagir ao mesmo quando necessário. Essa classe de sistemas computacionais abre perspectivas para o desenvolvimento de aplicações mais elaboradas e complexas, que exploram a natureza dinâmica das modernas infraestruturas computacionais [da Costa et al. 2008]. Os ambientes conscientes de contexto buscam realizar adaptações contínuas no ambiente de execução, o que resulta em um melhor aproveitamento dos recursos e proporciona ao usuário uma interface de usabilidade com alto nível de abstração e de resposta precisa [Lopes et al. 2012].

Nessa classe de sistemas é necessário haver forte conectividade entre os diversos serviços, por vezes requerendo complexas trocas de informações por meio de protocolos variados, onerando em manipulações de dados provenientes de fontes heterogêneas [Lopes et al. 2012]. Neste aspecto, o projeto SCALE (*Smart Context-Aware Social Environment*) visa explorar a aplicação da consciência de contexto, tratando desde o desenvolvimento de infraestruturas computacionais até a concepção de modelos contextuais, com foco em adaptação e recomendação.

Para integração de dados e serviços, o projeto SCALE baseia-se em técnicas da Web Semântica, mais especificamente, ontologias. Na Web Semântica, as ontologias possuem um papel importante, auxiliando no objetivo central de fazer com que a Web passe de *machine-readable* (lida por máquinas) para *machine-understandable* (entendida, interpretada, por máquinas) [Guizzardi 2005].

No que concerne a aplicação de técnicas da Web Semântica para tratamento de problemas ligados à integração de dados entre recursos e serviços, o presente trabalho explora o paradigma de *Ontology-Based Data Access* (OBDA). Tal paradigma trata da resolução de problemas ligados à integração de dados, principalmente o acesso a fontes de dados em estruturas complexas. No trabalho, técnicas de OBDA são exploradas de forma a permitir o acesso e mapeamento dos dados contextuais existentes em repositórios de dados (em diferentes formas de representação e armazenamento) de ambientes educacionais e sua integração a *middlewares* para computação distribuída. A integração entre esses ambientes é possível por meio de um modelo semântico, interno ao serviço de contexto do

middleware, responsável pela gerência da consciência de contexto e, consequentemente, capacitando ao ambiente educacional apresentar comportamento adaptativo.

No desenvolvimento, etapas experimentação foram sendo desenvolvidas em um estudo de caso. Para isso, optou-se por utilizar o *middleware* EXEHDA (*Execution Environment for High Distributed Applications*) [Lopes et al. 2014] e o AdaptWeb® (Ambiente de ensino-aprendizagem adaptativo na web) [Oliveira et al. 2003], no qual as técnicas de OBDA são aplicadas para mapeamento e integração dos dados de contexto.

2. Base Conceitual e Tecnologias Envolvidas

A abordagem de OBDA é baseada em três componentes: a camada de dados; o modelo conceitual da aplicação, que é usado para expressar as solicitações do usuário; e o mapeamento entre os dois. A camada de dados pode consistir de um conjunto de bancos de dados, possivelmente distribuídos e heterogêneos. O modelo conceitual é representado por uma ontologia, tipicamente formalizada em uma lógica de descrição apropriada, e as solicitações do usuário são expressas como consultas sobre a ontologia [Heymans et al. 2008].

O componente relacionado a camada de dados é dependente da aplicação a ser integrada. Neste trabalho, este componente consiste do ambiente educacional AdaptWeb®, o qual é um Sistema de Hipermidia Adaptativa *opensource* para ensino a distância baseado na web. O ambiente tem por finalidade adaptar o conteúdo, a apresentação e a navegação de acordo com o modelo do usuário, o qual é usado para relacionar o aluno com cada conceito da estrutura de conceitos de determinada disciplina, levando em consideração a sua formação, a preferência pelo modo de navegação, o conhecimento adquirido até o momento e os recursos tecnológicos [Oliveira et al. 2003].

A partir do modelo conceitual da aplicação, é possível integrar a camada de dados a um *middleware* para gerência de contexto, no caso do trabalho, o EXEHDA, o qual consiste de um *middleware* adaptativo ao contexto baseado em serviços, o qual visa criar e gerenciar um ambiente distribuído, bem como promover a execução de aplicações sobre ele. A arquitetura do EXEHDA contém módulos para reconhecimento e adaptação ao contexto, internos a um Subsistema de Adaptação e Reconhecimento de Contexto, marcado em vermelho na Figura 1. No ambiente de execução provido pelo EXEHDA, as condições de contexto são pró-ativamente monitoradas e o suporte à execução permite que tanto a aplicação quanto o próprio *middleware* utilizem esses dados de contexto para gerência da adaptação [Lopes et al. 2012].

O modelo conceitual consiste de uma rede de ontologias, que tem como propósito dar suporte a uma estratégia adaptativa baseada na detecção automática da situação do aluno, modelando os elementos contextuais: (i) do domínio do aluno; (ii) do domínio educacional; e (iii) do domínio tecnológico [Pernas et al. 2012].

3. Integração do Modelo Conceitual ao *Middleware*

Para integração foi necessário, primeiramente, realizar o mapeamento dos dados existentes no modelo de dados do ambiente educacional para o modelo conceitual apresentado. Esta etapa consistiu da identificação dos elementos contextuais disponíveis na camada de dados do AdaptWeb ® e sua instanciação e atualização constante no modelo ontológico.

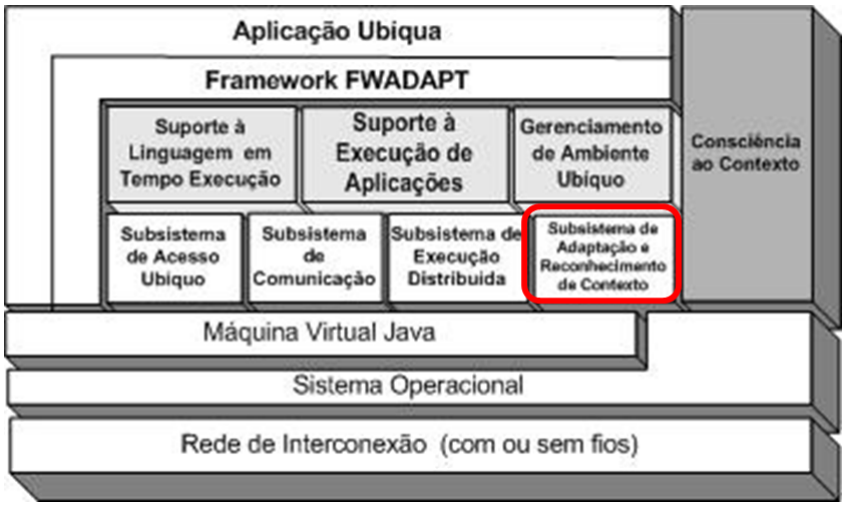

Figura 1. Arquitetura do EXEHDA[Lopes et al. 2014]

Em seguida, foi necessária a integração do modelo conceitual ao Servidor de Contexto do *middleware*. Para isto, o modelo de contexto usado, instanciado e integrado à camada de dados do ambiente educacional, deve ser incluído ao Subsistema de Reconhecimento de Contexto (marcado em cor laranja na Figura 2) no *middleware* EXEHDA. O objetivo desta inclusão é fazer com que o modelo de contexto seja usado como base para determinação dos Contextos de Interesse das aplicações gerenciadas pelo *middleware*, pois no funcionamento do EXEHDA, as demandas do projeto SCALE no provimento de um ambiente de aprendizagem são implementadas através de uma aplicação distribuídat gerenciada pela infraestrutura. Nesta implementação, o principal papel do *middleware* é gerenciar a execução distribuída da aplicação, com acessos simultâneos de vários estudantes e professores, e processar o contexto de cada estudante separadamente, na forma de aplicações distintas.

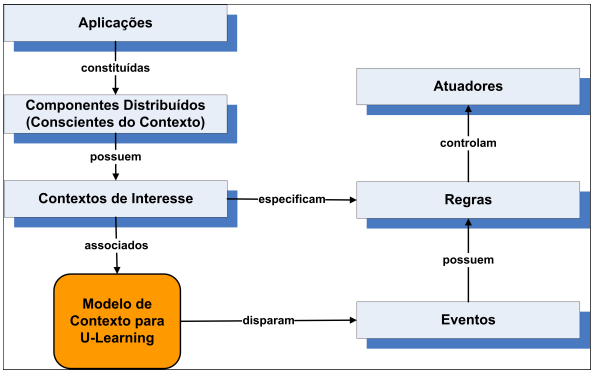

Figura 2. Fluxo interno de dados do Subsistema de Reconhecimento de Contexto

Para as etapas de validação e de teste, foram simulados acessos, matrícula e navegação a uma disciplina intitulada *Introdução a realidade virtual - 2013*, a qual é disponibilizada juntamente ao AdaptWeb®. Consequentemente, foram gerados dados referentes a utilização do ambiente, os quais foram obtidos e armazenados na ontologia pela implementação desenvolvida.

4. Conclusões

Este trabalho faz parte de um esforço de pesquisa voltado ao desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem consciente de contexto, possível a partir da integração de um ambiente educacional adaptativo a um *middleware* para gerência de ambientes distribuídos. Uma das principais características do trabalho é a possibilidade de acessar informações de fontes de dados distintas com um resultado útil, tanto disponível para o usuário quanto para o próprio sistema, possibilitando a adaptação dinâmica de conteúdos, formas de visualização, entre outros.

Outro aspecto possível de destaque é a integração de três instrumentos distintos, os quais convergem para se atingir o resultado esperado: (i) um ambiente educacional (provedor de informações contextuais para processamento e ambiente para o usuário final); (ii) um *middleware*, responsável pelo processamento das informações contextuais; e (iii) OBDA aliado a um conjunto de ontologias, sendo este o instrumento responsável pela definição dos metarrelacionamentos que irão gerar os resultados relevantes, a partir do esquema descrito.

A partir de dados contextuais variados, vindos de fontes distintas, aliadas a regras de adaptação, é possível ao ambiente compreender a variação nos contextos de interesse do usuário, possibilitanto, entre várioas aspectos, ganhos em usabilidade. Portanto, considetando o objetivo geral do projeto de auxiliar na qualidade da interação do usuário final com o ambiente educacional em uso, tem-se esta empreitada por concluída.

Referências

da Costa, C. A., Yamin, A. C., and Geyer, C. F. R. (2008). Toward a general software infrastructure for ubiquitous computing. *IEEE Pervasive Computing*, 7(1):64–73.

Guizzardi, G. (2005). *Ontological foundations for structural conceptual models*. CTIT, Centre for Telematics and Information Technology.

Heymans, S., Ma, L., Anicic, D., Ma, Z., Steinmetz, N., Pan, Y., Mei, J., Fokoue, A., Kalyanpur, A., Kershenbaum, A., et al. (2008). Ontology reasoning with large data repositories. In *Ontology Management*, pages 89–128. Springer.

Lopes, J., Souza, R., Geyer, C., Costa, C., Barbosa, J., Pernas, A., and Yamin, A. (2014). A middleware architecture for dynamic adaptation in ubiquitous computing. 20(9):1327–1351. `http://www.jucs.org/jucs_20_9/a_middleware_architecture_for`.

Lopes, J. L., Souza, R. S., Geyer, C. R., Costa, C. A., Barbosa, J. V., Gusmão, M. Z., and Yamin, A. C. (2012). A model for context awareness in ubicomp. In *Proceedings of the 18th Brazilian symposium on Multimedia and the web*, pages 161–168. ACM.

Oliveira, J. P. M. d., Brunetto, M. A. O. C., Proença Júnior, M. L., Pimenta, M. S., Ribeiro, C. H. F. P., Lima, J. V. d., Freitas, V. d., Marçal, V. S. P., Gasparini, I., and Amaral, M. A. (2003). Adaptweb: um ambiente para ensino-aprendizagem adaptativo na web. *Educar em revista. Curitiba. Nesp (2003), p. 175-197.*

Pernas, A. M., Diaz, A., Regina, M., and Palazzo, J. d. O. (2012). Enriching adaptation in e-learning systems through a situation-aware ontology network. *Interactive Technology and Smart Education (ITSE)*, pages 1–10.