

UM PROTÓTIPO PARA O DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES SENSÍVEL AO CONTEXTO PARA SISTEMAS DE GOVERNANÇA EM SAÚDE

1. Vínculo com rede de desenvolvimento tecnológico e inovação.

Em 2007 é criada a Rede Interdisciplinar de Pesquisa e Avaliação em Sistemas de Saúde (RIPASS) com objetivo de contribuir para melhoria da formulação de políticas de saúde (<http://www.ripass.ufc.br/>).

A RIPASS tem como proposta desenvolver pesquisas que possibilitem repensar as reformas que vem sendo implementadas na área de saúde bem como compreender quais os fatores que influenciam no desempenho do SUS. Esta Rede de Pesquisa em saúde possui oito grupos de pesquisas, todos certificados no Diretório de Grupos de Pesquisa no CNPQ.

O LARIISA [1], um dos grupos de pesquisa do RIPASS, é um sistema capaz de fornecer inteligência de governança na tomada de decisão para a rede de Atenção Básica no âmbito Sistema Único de Saúde - SUS. Ele coleta informações de contexto dos diversos usuários (pacientes, agentes de saúde, médicos, gestores, etc.) através de dispositivos móveis, TV digital interativa e sensores eletrônicos conectados à internet. Essas informações são usadas pelas aplicações de tomada de decisão de modelos ontológicos locais e globais [2] [3].

O Projeto “UM PROTÓTIPO PARA O DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES SENSÍVEL AO CONTEXTO PARA SISTEMAS DE GOVERNANÇA EM SAÚDE” pertence às atividades de pesquisa desenvolvidas no âmbito do LARIISA.

2. Justificativa e Relevância

Sensibilidade ao Contexto (“context-awareness”) e Ontologias são as duas tecnologias que caracterizam o LARIISA, uma plataforma inteligente destinada a apoiar a tomada de decisão na governança de sistemas de saúde.

2.1 Computação Sensível ao Contexto

Sistemas sensíveis ao contexto [4] [5] podem trazer bons resultados no apoio à gestão e à tomada de decisão. Esse tipo de sistema processa informações contextuais, ou seja, informações que caracterizam uma determinada situação em que se encontra um usuário e que servem de apoio a oferta de serviços inteligentes.

Entretanto, o desenvolvimento de aplicações sensíveis ao contexto é de alta complexidade, por envolver a utilização de conceitos de representação de conhecimento, de inferências, entre outros. Além disso, utiliza fontes de dados (provedores de contexto) das mais diversas, tais como dispositivos móveis, set-top-boxes, sensores, entre outros, afetando consideravelmente a produtividade do desenvolvedor e aumentando custos com o desenvolvimento.

Com a popularização de dispositivos móveis, como smartphones e tablets, os usuários podem realizar tarefas nesses dispositivos enquanto se movimentam. Neste cenário, informações podem ser obtidas da situação na qual o usuário se encontra e podem servir para a oferta de serviços e informações personalizados. Esse tipo de informação, que caracteriza uma situação e é utilizada para tomada de decisão, é chamada de contexto [4] [5]. As aplicações que utilizam esse tipo de informação são denominadas aplicações sensíveis ao contexto.

As aplicações sensíveis ao contexto têm utilizado bastantes princípios da computação ubíqua [6] para obter informações do contexto do usuário, objetivando auxiliá-los em suas tarefas cotidianas. Um exemplo simples é a utilização de sensores que detectam a presença de pessoas e, automaticamente, acionam a iluminação de um ambiente, de acordo com a localização das pessoas e o horário.

Sistemas sensíveis ao contexto, como o nome sugere, são cientes do estado de um contexto, percebendo suas mudanças. Além de detectar mudanças, eles reagem a essas, fornecendo serviços úteis. Schilit, Adams e Want [7] definem três aspectos importantes de contexto: onde o usuário está com quem está e quais recursos estão próximos. Esses aspectos podem sofrer alteração continuamente e uma grande quantidade de informação pode ser derivada deles, como, por exemplo, luminosidade, nível de ruído, conectividade de rede, custos de comunicação, largura de banda, situação social, entre outros.

Para que um contexto possa ser representado é necessário que ele seja modelado por alguma técnica. Um modelo de contexto define tipos, nomes, propriedades e atributos das entidades envolvidas nas aplicações sensíveis ao contexto, tais como usuários, dispositivos móveis e outros. O modelo tenta prever a representação, a busca, a troca e a interoperabilidade de informação contextual entre as aplicações.

Existem várias técnicas para modelagem de contexto, algumas delas são: modelos chave-valor, modelos baseados em esquemas de marcação, modelos gráficos, modelos orientados a objetos, modelos baseados em lógica e modelos baseados em ontologias. Essa última utiliza ontologias para descrever as entidades do sistema e seus relacionamentos. Essa técnica é uma das mais promissoras, devido ao seu grande poder de descrição e expressão.

2.2 Ontologias

A quantidade de informações presentes na web cresce a cada dia. Cada vez mais pessoas estão se conectando à rede mundial de computadores, criando e compartilhando dados. Entretanto, as formas tradicionais de recuperação da informação não retratam a semântica dos dados, seus relacionamentos e o conhecimento que eles representam. Para que haja um crescimento sustentável da representatividade da informação, é preciso tratar essa grande massa de informação de maneira adequada. A web semântica ajuda as máquinas compreenderem o significado de informações na rede mundial de computadores. "A Web Semântica não é uma web separada, mas uma extensão da atual. Nela a informação é dada com um significado bem definido, permitindo melhor interação entre os computadores e as pessoas" [8].

Para se construir uma aplicação baseada na web semântica é necessária à criação e implantação de padrões tecnológicos que estabelecem a semântica para o compartilhamento de informações entre sistemas. Faz-se necessário criar mecanismos que descrevam dados e representem a codificação de significados compartilhados. Um desses mecanismos é definido por meio de ontologias.

A ciência da informação estuda os fenômenos relativos à informação nos mais variados aspectos, numa tentativa de entender e acompanhar os seus desdobramentos para que, no futuro, seja disponibilizado nos sistemas de informação. Na busca pelo entendimento do ponto de vista do sujeito, as características sociais e técnicas estão contempladas na ação de produzir, sistematizar, organizar, difundir e recuperar informação. Essas informações são amparadas por ferramentas, objetos, processos e manifestações culturais, sociais e organizacionais.

O uso das ontologias, em especial na área de Ciência da Computação, permite ou simplifica a comunicação entre distintas pessoas e sistemas computacionais que participam do mesmo domínio de conhecimento, mas não necessariamente compartilham uma mesma forma de conceituação acerca dos componentes desse domínio. Para Gruninger [9], um motivo importante para o uso de ontologias é a importância da confiabilidade acerca dos conceitos do vocabulário ou da linguagem que são usados em determinados ambientes. Dessa forma, com o uso da representação formal adquirida com essa aplicação, possibilita-se a automação da verificação de consistência, gerando ambientes mais confiáveis.

3. Objetivos

Aplicações sensíveis ao contexto podem auxiliar os usuários de sistemas de saúde na tomada de decisão. Porém, o desenvolvimento dessas aplicações envolve um nível de complexidade que muitas vezes dificulta o processo de criação de sistemas sensíveis ao contexto.

O projeto LARIISA [1] é um sistema sensível ao contexto para suportar aplicações baseadas em ontologias destinadas à governança na tomada de decisão em ambientes de saúde. Para facilitar o desenvolvimento de aplicações no LARIISA foi especificado o PAOLA [10], uma plataforma para o desenvolvimento de aplicações sensíveis ao contexto, baseada em ontologias.

Este projeto implementa o IDE (Integrated Development Environment) para o PAOLA. Além de auxiliar o desenvolvimento das aplicações para a plataforma LARIISA, o IDE implementado utiliza um promissor método de modelagem contextual baseado em ontologias.

4. Fundamentação Teórica

4.1 A Ferramenta PAOLA [10]

O IDE proposto neste projeto é composto por cinco módulos principais: Módulo de Manipulação de Bases de Conhecimento, Módulo de Manipulação de Provedores de Contexto, Módulo de Manipulação de Regras e Ações, Módulo de Gerenciamento de Informação e Módulo Gerador de Executável e Simulação.

O IDE organiza os módulos em uma arquitetura que suporta a integração de aplicações sensíveis ao contexto (Figura 1). Os módulos manipulam bases de conhecimento, base de regras, provedores de contexto e realizam a integração com sistemas sensíveis ao contexto (através de notificações ou serviços de informação).

Um protótipo da tela inicial do sistema é ilustrado na Figura 2, que contém os atalhos para as principais funcionalidades (módulos) do IDE.

As subseções seguintes discorrem sobre cada módulo do sistema com detalhes.

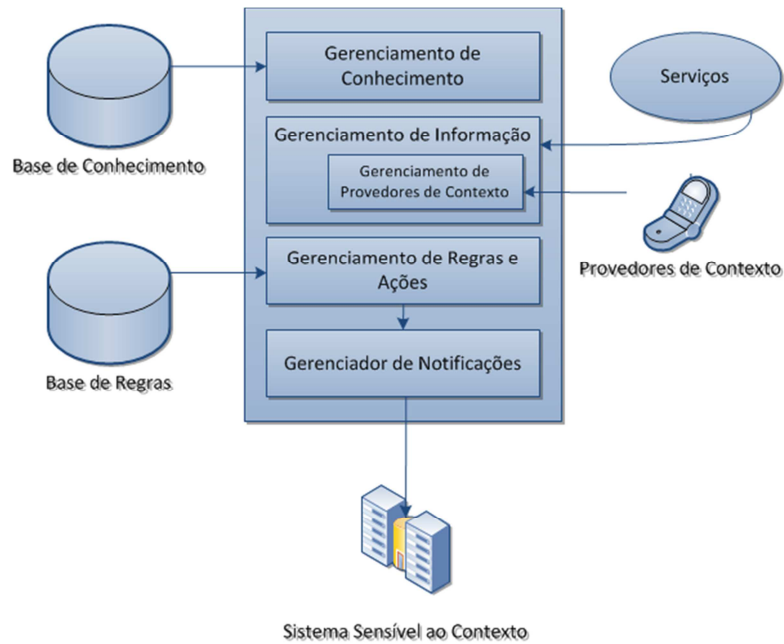


Figura 1. Arquitetura do PAOLA proposta

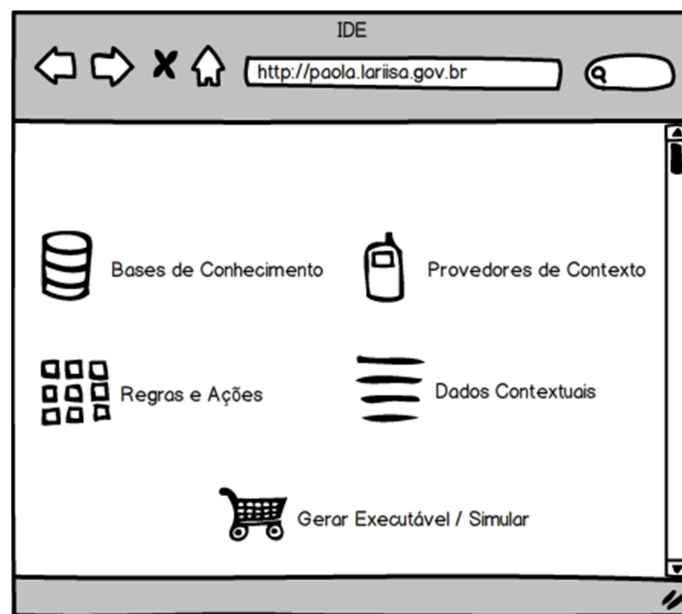


Figura 2. Protótipo da tela inicial

4.1.1 Bases de Conhecimento

Bases de conhecimento são utilizadas na modelagem de representação de contexto. Um modelo bem definido é importante para que se tenha fidelidade na representação de uma realidade.

O Módulo de Manipulação de Bases de Conhecimento utiliza ferramentas para representar bases de conhecimento que permitam a leitura de ontologias e sejam capazes de realizar inferências. O conhecimento representado nas bases é importado para que dados possam ser armazenados, seguindo a semântica de domínio. Neste módulo é

definido como acontece a comunicação com a base de conhecimento e a ligação com outros módulos: Gerenciamento de Informação e Gerenciamento de Regras e Ações. Para a criação e edição de bases de conhecimento o IDE fornece um módulo que possui algumas funcionalidades para a manipular ontologias, listadas a seguir:

- Pesquisar ontologias.
- Importar ontologias.
- Criar ontologias.
- Editar ontologias.
- Remover ontologias.
- Adicionar base de ontologias.
- Remover base de ontologias.

No módulo é possível encontrar ontologias através de uma ferramenta de busca integrada ao ambiente, informando uma palavra-chave. O IDE possui integração com diversas bases de ontologias armazenadas na internet, que disponibilizam gratuitamente o código-fonte para reutilização. O desenvolvedor tem a opção de escolher uma ou mais ontologias na lista de resultados da busca e efetuar a importação para a sua aplicação.

A ferramenta de busca se integra às bases de ontologias na web que proveem códigos-fonte para reutilização. O IDE possui algumas bases integradas e fornece a possibilidade do desenvolvedor adicionar e remover novas bases.

O desenvolvedor pode utilizar várias ontologias em sua aplicação e pode editar ou criar novas ontologias. É oferecido um editor simples de OWL para que se possa realizar a edição sem sair da ferramenta. Se o desenvolvedor desejar um editor mais completo, pode utilizar softwares de terceiros, como, por exemplo, o Protegé [10], um editor gráfico de ontologias e, em seguida, exportar as ontologias e posteriormente salvá-las no editor do IDE.

4.1.2 Provedores de Contexto

Provedores de contexto são agentes capazes de captar informação contextual e enviar para um sistema ciente de contexto ou um servidor de contexto. Representam dados brutos que serão analisados para representar informações contextuais. O IDE oferece uma interface para o desenvolvedor manipular os provedores de contexto, consistindo das seguintes funcionalidades:

- Adicionar provedor de contexto.
- Adicionar diretório de provedores de contexto.
- Selecionar informações de provedor de contexto.
- Selecionar informações de diretório de provedores de contexto.
- Remover provedor de contexto.

- Remover diretório de provedores de contexto.

Um provedor de contexto específico é todo dispositivo capaz de fornecer alguma informação contextual. Por exemplo, um celular equipado com GPS é capaz de fornecer a localização e o número do celular de um usuário.

4.1.3 Regras e Ações

O Gerenciamento de Regras verifica, a cada alteração no contexto, se uma regra foi atendida. Se sim, ele invoca o gerenciamento de ações. Neste módulo, é definido como será a verificação de regras e seu relacionamento com o Gerenciamento de Ações.

Para a edição de regras e ações, o IDE oferece uma interface para a definição de inferência e inteligência de uma aplicação sensível ao contexto. É possível criar regras e informar suas características: nome, descrição, pré-condições e ações.

Uma regra representa uma característica específica que o sistema infere mediante determinada configuração das informações contextuais. Um exemplo de regra para a área da saúde é o de diagnóstico de dengue: o sistema detecta uma possível infecção de um paciente se ele possuir pelo menos três sintomas de dengue e morar em uma área de foco da dengue. As pré-condições são premissas para que a regra seja satisfeita e, sendo satisfeita, ela acarreta em uma ação [11].

É construída a base de regras, que é um repositório de regras de decisão que representa determinados estados de configuração de dados na base de conhecimento. As regras definem as características obrigatórias para se chegar aos resultados, através de inferências ou não. Neste componente são definidas as linguagens e as formas de armazenamento de regras.

Funcionalidades da edição de regras:

- Criar regra.
- Editar regra.
- Remover regra.
- Definir pré-condições para satisfação das regras.
- Definir ações.

Nas pré-condições são utilizadas informações baseadas em contexto que podem ser oriundas das mais diversas fontes, obtidas através de provedores de contexto. Essas informações podem ser cruzadas com outras ou comparadas com parâmetros pré-estabelecidos para a definição de regras.

Ação é uma das principais características de sistemas sensíveis ao contexto, onde um sistema reage (através das ações) a mudanças no contexto, sem necessariamente haver intervenção humana. Ação é um termo que pode representar muitas coisas em um sistema como, por exemplo: diagnóstico de doença, envio de sinais de alerta, investimento em bolsa de valores, entre outros.

O Gerenciamento de Ações é invocado pelo Gerenciamento de Regras (ambos em um mesmo módulo), quando alguma regra é atendida, e age para notificar uma aplicação ciente de contexto sobre a alteração de contexto. Neste módulo são definidos os relacionamentos com o Gerenciamento de Ações e como ocorre a notificação à aplicação.

5. Metodologia

Por tratar-se de um trabalho de implementação da ferramenta PAOLA, o processo metodológico a ser seguido obedece a seguinte sequência:

5.1 Estudo detalhado do Protégé [10]

Trata-se de uma ferramenta para a definição e criação de ontologia que serviu de referência na especificação do PAOLA. O Protégé foi desenvolvido pelo centro de pesquisa de informática biomédica da Universidade de Stanford, em sua faculdade de medicina, liderado por Mark Musenet al. De 1987 até os dias atuais. O projeto Protégé iniciou criando uma metaferramenta para sistemas baseados em conhecimentos na área médica. A ideia original era uma aplicação que tinha como intenção a construção de ferramentas de aquisição de conhecimento para alguns programas especializados em planejamento médico.

5.2 Análise da especificação do PAOLA no contexto do LARIISA:

Sendo o PAOLA uma ferramenta para o desenvolvimento de aplicações do LARIISA, ele possui dentre suas peculiaridades o fato de privilegiar as características de sensibilidade ao contexto do LARIISA. Isto não acontece com o Protégé que é uma ferramenta de uso mais geral.

Percebe-se, observando a arquitetura do PAOLA (figura 2), que após selecionados os provedores de contexto, esses estão aptos a enviar informações contextuais. O armazenamento e a recuperação da informação contextual é responsabilidade do módulo de Gerenciamento da Informação.

Do ponto de vista do usuário (desenvolvedor) têm-se as seguintes funcionalidades:

- Consultar dados armazenados na base de dados contextuais.
- Alterar dados armazenados na base de dados contextuais.
- Remover dados armazenados na base de dados contextuais.

Do ponto de vista dos provedores de contexto, sistemas sensíveis ao contexto e outros atores tem-se as seguintes funcionalidades:

- Armazenar dados oriundos de provedor de contexto.
- API de consulta a dados.

O uso dos serviços oferecidos por esse módulo reque que o usuário conheça a linguagem de consulta aos dados ou que os sistemas integrados implementem a API de consulta.

5.3 Familiarização com a linguagem OWL

É fundamental no PAOLA estudo da OWL (Web Ontology Language). Trata-se de uma linguagem para definir e instanciar ontologias na Web. Uma ontologia OWL pode incluir descrições de classes e suas respectivas propriedades e seus relacionamentos. OWL foi projetada para o uso por aplicações que precisam processar o conteúdo da informação ao invés de apenas apresentá-la aos humanos.

A linguagem OWL é hoje uma recomendação da W3C [12] (isto é, um padrão) e é vista como uma tecnologia importante para a futura implementação da Web semântica. Ela vem ocupando um papel importante em um número cada vez maior de aplicações, e vem sendo foco de pesquisa para ferramentas, técnicas de inferências, fundamentos formais e extensões de linguagem.

OWL é baseada em XML, portanto a informação pode ser facilmente trocada entre diferentes tipos de computadores usando diferentes sistemas operacionais e linguagens de programação.

5.4 Integração dos blocos funcionais do PAOLA implementados

Após configurar bases de conhecimento, regras, ações, provedores de contexto e a forma de acesso às informações, o desenvolvedor pode gerar um artefato executável do projeto. Este artefato é acoplado a uma aplicação sensível ao contexto e é responsável por capturar informações contextuais, processá-las e acionar notificações para a aplicação que está inscrita para recebê-las.

O desenvolvedor pode também utilizar o executável para simular a execução no próprio IDE. O ambiente oferece mecanismos para emular um ambiente sensível ao contexto com provedores de contexto e aplicação sensível ao contexto fictício.

.5.5 Prova de Conceito: implementação de uma aplicação para “Agravos de Dengue”.

O artefato executável gerado por esse módulo é o produto gerado pelo IDE. Através dele uma aplicação pode trabalhar com a característica de contexto, interagindo diretamente com o executável para estabelecer comunicação com sensores, bases de conhecimento, notificações, entre outros.

É importante que o desenvolvedor saiba como o artefato gerado se comunica com a aplicação sensível ao contexto e com os provedores de contexto. Ele deve saber exatamente como integrar o executável ao seu sistema e conhecer também como é feita a simulação

6. Cronograma físico do projeto

Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fase 1 –Estudo do Protegé	■	■										
Fase 2 –Análise do PAOLA		■	■	■								
Fase 3 –Familiarização OWL				■	■	■						
Fase 4 – Integração Blocos						■	■	■	■			
Fase 5 –Prova de Conceito										■	■	■

Referências

[1] OLIVEIRA, M; HAIRON, C.; ANDRADE, O.; MOURA, R.; SICOTTE, C.; DENIS, J-L.; FERNANDES, S.; GENSEL, J.; BRINGEL, J.; MARTIN, H. A context-aware framework for health care governance decision-making systems: A model based on the Brazilian Digital TV. In: 2010 IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON A WORLD OF WIRELESS MOBILE AND MULTIMEDIA NETWORKS, 2010, Montreal. Anais... Montreal, 2010, p. 1-6.

[2] CONNOLLY, D.; HARMELEN F. V.; HORROCKS I.; MCGUINNESS D. L.; PATEL-SCHNEIDER P. F.; STEIN L. A. DAML+OIL (March 2001). Reference Description, World Wide Web Consortium, 2001.

[3] GARCIA, L. M. L. S.; ANTUNES, F.; SANTOS, M. E. S. Utilização de recursos da Web Semântica na Construção de um Ambiente Web para Publicação Científica Indexada e Recuperada por Ontologias. In: INFOBRASIL TI & TELECOM 2010, 2010. Anais... Fortaleza, 2010.

[4] SALBER D.; DEY A. K.; ABOWD G. D. The Context Toolkit: aiding the development of context-enabled applications. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: the CHI is the limit, New York, ACM, p. 434-441, 1999.

[5] BIEGEL G.; CAHILL V. A framework for development mobile, context-aware applications. In: Second IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications, 2004. Anais... Dublin, p. 361-365, 2004.

[6] SCHIMIDT, A. Ubiquitous Computing - Computing in Context. 2002. Tese (Ph.D. in Computer Science) – Computer Department, Lancaster University, Lancaster, 2002.

[7] SCHILIT, B.; ADAMS, N.; WANT, R. Context-Aware Computing Applications. In: FIRST WORKSHOP ON MOBILE COMPUTING SYSTEMS AND APPLICATIONS, 1994, Santa Cruz. Anais... Santa Cruz, 1994. p. 85-90.

[8] BERNERS-LEE T; HENDLER J; LASSILA O. The Semantic Web: A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. Scientific American, 2001.

[9] GRUNINGER, M. Designing and Evaluating Generic Ontologies. In: 12TH EUROPEAN CONFERENCE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 1996. Anais... Budapest, 1996.

[10] ALCANTARA, T.P. A. **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2011.

[11] STANFORD UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE. Protégé project, 2012. Disponível em: <http://protege.stanford.edu/>. Acesso em 19 de jan. 2012.

[11] ANTUNES, F. SISAGE: Um Componente do Lariisa de Gestão e Vigilância Epidemiológica em instâncias de agravo de Degue no Estado do Ceará. 2011. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2011.

[12] WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. W3C Semantic Web Frequently Asked Questions. Cambridge, 2009.