

Interoperabilidade Semântica do Prontuário Eletrônico do Paciente

Juçara Salete Gubiani¹, Rafael Port da Rocha^{1,2}, Marcos Cordeiro D'Ornellas¹

¹Grupo PIGS, Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção (PPGEP)
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil

²Departamento de Ciência da Informação
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Rua Ramiro Barcelos, 2492/515 Porto Alegre – RS

{ rocha,ornellas,}@inf.ufsm.br, jucara@smail.ufsm.br

Abstract. *This paper presents a system that allows the interoperability of electronic patient information, which is distributed over many information systems of a health system. In opposition to traditional techniques for information integration, we adopt a semantic-based solution, so that metadata are used to describe the meaning of distributed and heterogeneous patient information, and agents use these metadata to help users to find and operate the patient information.*

Key-words: Electronic Patient Records, Information Integration, Semantic Interoperability, Ontology, RDF

Resumo. *Este artigo apresenta um ambiente que permite a interoperabilidade de informações do Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP) que estão distribuídas por vários sistemas heterogêneos de um Sistema de Saúde. Ao contrário das soluções tradicionais para integrar informações, adota-se uma solução baseada na interoperabilidade semântica, em que metadados descrevem o significado das informações heterogêneas e distribuídas do PEP de acordo com vocabulários especificados especialmente para descrever o PEP, e agentes utilizam estas descrições para proporcionar a busca e a manipulação das informações do PEP.*

Palavras-chave: Prontuário Eletrônico do Paciente, Integração de Informação, Interoperabilidade Semântica, Ontologia, RDF

1 Introdução

Um Sistema de Saúde é constituído por uma grande quantidade e diversidade de recursos, fator que torna o seu funcionamento uma tarefa extremamente complexa e onerosa. Para gerenciar os recursos disponíveis em um ambiente hospitalar, um Sistema de Saúde é apoiado por sistemas heterogêneos e distribuídos, mas que não trocam informações entre si. Na maioria das vezes, sistemas corporativos estão voltados para atividades administrativas, tais como faturamento, requisições de materiais, gerência de pessoal, agendamentos de consultas e exames, os quais não dão ênfase às informações do Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP). Para compensar isso, uma série de

pequenos sistemas que contém informações do PEP são desenvolvidos por iniciativas isoladas de unidades do Sistema de Saúde, como laboratórios e clínicas. Estes sistemas não estão integrados, dificultando a recuperação unificada das informações do PEP neles contidas.

Este artigo apresenta um ambiente que permite a interoperabilidade de informações do PEP que estão distribuídas por vários sistemas informatizados e heterogêneos de um Sistema de Saúde. Ao contrário das soluções tradicionais para integrar informações distribuídas e heterogêneas, baseadas interoperabilidade estrutural da informação, em que esquemas heterogêneos são integrados; o ambiente que está sendo desenvolvido adota uma solução baseada na interoperabilidade semântica, isto é, está focado no conhecimento do significado dos recursos do PEP distribuídos pelos sistemas heterogêneos, para buscar e disponibilizar estes recursos de acordo como o entendimento do significado das necessidades de informação do usuário. Este ambiente utiliza RDF, Resource Description Framework, (Lassila e Swick, 1999) como estrutura de metadados para descrever o significado dos recursos do PEP. Esta estrutura também é adotada pela nova geração da web, denominada web semântica (Berners-Lee, Hedler e Lassila, 2001), na qual metadados são usados para descrever o significado dos recursos da web, para permitir que estes sejam compreendidos e manipulados não somente por humanos, mas também por máquinas. Dessa forma, vocabulários de metadados desenvolvidos para a web semântica podem ser usados para descrever recursos do PEP, proporcionado que o ambiente seja inserido no contexto desta nova geração da web.

Este artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 mostra a evolução do registro médico do paciente. A seção 3 apresenta os problemas encontrados na integração de informações do PEP, e a alternativa baseada na interoperabilidade semântica. A seção 4 mostra a solução proposta para interoperabilidade semântica de informações do PEP, e conclusões são apresentadas na seção 5 .

2 A evolução do Registro das Informações Médicas

Segundo Hipócrates, no século 5 A C., o registro médico deveria refletir exatamente o curso da doença e indicar as suas possíveis causas. Seu registro era sempre feito em ordem cronológica (*time-oriented medical record*) e por médico. Por isso, num mesmo hospital, o paciente poderia ter mais de um prontuário. No início do século XX, a Mayo Clinic, nos Estados Unidos, adota um prontuário único por paciente. Nascia então o registro médico centrado no paciente (*patient-centered medical record*). Em 1940, em função de credenciamento dos hospitais, o governo americano passa a exigir que as informações médicas sejam organizadas conforme um determinado padrão, sem o qual o hospital não poderia realizar serviços de saúde á comunidade sob o patrocínio público.

O uso do prontuário em papel apresenta diversas limitações, tanto praticas como lógicas, em relação a um prontuário informatizado (Sabbatini, 1982; Van Ginneken e Moorman, 1997). O prontuário pode estar somente num único lugar ao mesmo tempo. Além disso, podem ocorrer problemas de ilegibilidade, ambigüidade nos registros, perda da informação, multiplicidade de pastas, dificuldade de pesquisa coletiva, falta de padronização, dificuldade de acesso e a fragilidade do papel. Em contrapartida, um

prontuário em papel bem organizado apresenta algumas vantagens em relação ao eletrônico: facilidade para serem transportados, liberdade no registro da informação, facilidade no manuseio não requerendo treinamento especial e nunca fica fora do ar.

2.1 O Prontuário Eletrônico do Paciente

Na década de 60 começaram a surgir os primeiros sistemas de informação hospitalar. Com o advento dos microcomputadores houve um crescimento exponencial de aplicações de informática na área de saúde, surgindo um novo campo para a ciência. Inicialmente as soluções estavam centradas no controle de estoque, prescrição média, faturamento, ou seja, funcionalidades que auxiliavam à administração hospitalar mas não à atividade do médico. Até então, o registro médico referente ao paciente continuava restrito ao papel, não havia uma estrutura que comportasse o registro médico diretamente em meio magnético. No final da década de 60, os sistemas de informação hospitalares evoluem e passam a armazenar informações contidas no PEP. Somente na década de 70 surgem os primeiros sistemas de PEP.

Em 1991, o *Institute of Medicine*, dos Estados Unidos, encomenda um estudo com o objetivo de definir o PEP, como também propor medidas para a sua melhoria, levando em conta as novas tecnologias. O resultado do estudo foi publicado como livro "*The Computer-based Patient Record - An Essential Technology for Health care*" (Dick, Steen e Detmer, 1997), o qual é considerado como um marco na história do PEP, trazendo novos conceitos e organizando toda a informação a respeito do assunto além de direcionar ações e definir metas para a melhoria de prontuários. A partir deste trabalho, algumas definições foram relacionadas para um sistema de PEP, todas destacam o uso da informática como forma de organizar e armazenar a informação contida no prontuário em papel, observando que a responsabilidade de manter a informação é tanto do médico quanto do paciente. Um sistema para ser considerado PEP deve atender os seguintes requisitos (Dick, Steen e Detmer, 1997):

1. Conteúdo do registro: uniformidade nos dados, completo dicionário de dados, formatos e sistemas de codificação conforme padrões da área médica e informações sobre o atendimento;
2. Formato do registro: lista de problemas na página inicial, capacidade de navegação no prontuário;
3. Desempenho do sistema: rapidez na resposta, acesso permanente, facilidade na entrada de dados e disponibilidade de equipamentos para atendimento;
4. Integração: integração com outros sistemas dentro do hospital, ajuda através de link's a literaturas da área médica, possibilidade de integração com outras instituições, possibilidade de ligação com prontuários de familiares do paciente, possibilidade de transmissão eletrônica para fins de faturamento;
5. Inteligência: suporte a decisão, agenda de avisos, esquema de alertas personalizados;
6. Relatórios: disponibilidade de diferentes tipos de relatórios e gráficos comparativos;
7. Controle de acesso: mecanismos para preservar a confiabilidade no sistema;
8. Treinamento e implantação: esquema de treinamento e possibilidade de implantação gradual.

3 A Interoperabilidade de Informações do PEP

Em um Sistema de Saúde existe uma necessidade em integrar os recursos do PEP, os quais são compostos de informações presentes em vários sistemas informatizados, independentes e heterogêneos. A solução para integração de informação proposta por Sheth, A. e Larson, J. (1990), através das chamadas Bases de Dados Federados (BDF), atua basicamente na uniformização da estrutura de representação da informação, mapeado as informações representadas nos vários bancos de dados da federação para esquemas que seguem um modelo de dados padrão, denominado modelo canônico, e na integração destes esquemas gerando um esquema global.

Em um cenário com grande heterogeneidade e diversidade de informações, como no caso do PEP, a solução baseada na integração de esquemas enfrenta dificuldades associadas à definição do modelo canônico, aos mapeamentos das estruturas heterogêneas para estruturas no esquema canônico e à integração destes esquemas. A construção do modelo global é dificultada, pois deve representar o denominador comum de uma enormidade de estruturas heterogêneas. Já o processo de mapeamento enfrenta dificuldades relacionadas à quantidade de mapeamentos a serem definidos, decorrente da grande diversidade de estruturas heterogêneas. A integração destes esquemas é complexa devido a uma grande quantidade de informações incompletas, visto que muitas unidades do Sistema de Saúde possuem sistemas simples, que registram consultas e exames sem relacionar pacientes e médicos a cadastros destas entidades. Outra dificuldade encontrada decorre da necessidade do modelo global em acompanhar mudanças nas estruturas do PEP, que evoluem com facilidade, com a incorporação de novos tipos de exames, observações, etc. Esta técnica não traz resultados satisfatório para o PEP devido a dificuldade em mapear todos os recursos do PEP disponíveis para estruturas padrões, requerendo desta forma a definição de estruturas e mapeamentos adicionais.

3.1 Interoperabilidade Semântica

Sheth (1998) classifica a evolução dos sistemas de informação em três gerações, com relação ao requisito interoperabilidade: a geração das tradicionais BDF, em que o foco é a integração de dados estruturados e armazenados bases de dados heterogêneas, distribuídas e autônomas; a segunda geração, dos mediadores, que são componentes oferecem facilidades para integrar e interoperar grandes quantidades de informações estruturadas e semi-estruturadas, disponíveis na web; e a nova geração, em que o foco da interoperabilidade é a semântica.

Nas gerações anteriores à semântica, para buscar uma informação, o usuário enfrenta o problema relacionado à necessidade de ter que conhecer os aspectos estruturais da informação, e os sistemas de informação necessitam de complexos mecanismos para integrar informações representadas em estruturas diferentes. Nesta nova geração, o enfoque estrutural é substituído pelo enfoque semântico, em que, para buscar a informação, o usuário necessita conhecer o significado da informação que pretende buscar, em vez da sua estrutura. Para isso, entretanto, é necessário um modelo que represente formalmente, para uma determinada realidade, um entendimento comum e não ambíguo sobre os conceitos adotados para descrever as informações, isto é, é

necessária uma ontologia. Segundo Hendler (2001), ontologia, neste contexto, pode ser definida como um conjunto de termos de conhecimento, incluindo vocabulários, as conexões semânticas e algumas regras de inferência e lógicas para um tópico em particular.

Nesta nova geração de sistemas de informação, os recursos informacionais heterogêneos e distribuídos têm seus significados descritos através de metadados e de acordo com a semântica formalizada em ontologias. Dessa forma, em vez de padronizar os mecanismos de representação dos recursos e mapear estruturas para estes padrões, metadados são usados para descrever estes recursos de forma independente de suas estruturas. Em arquiteturas desta nova geração, agentes inteligentes podem prover serviços mais eficientes que auxiliam pessoas na busca e na manipulação de informações heterogêneas e distribuídas, a medida que são capazes de entender os significados destas informações, que estão descritos através de metadados e de acordo com ontologias. A construção destes agentes é facilitada, pois estes não necessitam entender as estruturas das informações.

A abordagem semântica é uma alternativa para promover a busca e a utilização de recursos do heterogêneos e distribuídos do PEP. No caso do PEP, ontologias podem ser especificadas para representar os conceitos relacionados ao PEP, e metadados podem ser usados para descrever o significado dos recursos do PEP de acordo com estas ontologias. A busca e a utilização destes recursos é promovida através de agentes que operam os metadados.

3.2 Web Semântica

Segundo Berners-Lee (1998) a web semântica surge como uma proposta de trazer à rede global estrutura e significado que permitem a sua evolução de uma rede de documentos para uma rede de dados, na qual toda a informação tem um significado bem definido, podendo ser interpretada e processada por humanos e por computadores. A web semântica estipula uma arquitetura em que metadados semânticos são usados para descrever o significado das estruturas da web atual.

Na web semântica, comunidades especializadas em diversas áreas do conhecimento têm definido ontologias, chamadas de vocabulários de metadados, para padronizar a descrição dos seus conteúdos. Por exemplo, a comunidade da Ciência da Informação, em conjunto com a comunidade da Web, estão desenvolvendo o vocabulário Dublin Core (Weibel, 1995), que tem como finalidade estabelecer uma língua franca para metadados que descrevem recursos da web para fins de busca. O vocabulário vCad (Iannela, 2001) é usado para descrever pessoas em um ambiente de negócios, contendo elementos de metadados similares aos usados em cartões de visita. O vocabulário THES (Cross, Brickley, e Koch, 2001) é usado para descrever Sistemas de Organização do Conhecimento do tipo tesaurusos.

Esta nova geração da web está adotando Resource Description Framework (RDF) como a estrutura básica para representar metadados (Pan e Horrocks, 2001) e RDF Schema (Brickley e Guha, 2000) como linguagem para especificar os vocabulários de metadados. RDF possui várias formas de representação que facilitam a construção de

agentes inteligentes e mecanismos de visualização das descrições. RDF possui uma representação através de documentos XML, instrumento que traz grandes facilidades para troca de metadados.

A interoperabilidade semântica está sendo incorporada na web através da web semântica. Por isso, um requisito importante para prover a interoperabilidade semântica de recursos do PEP é que esta interoperabilidade seja feita usando as mesmas estruturas adotadas pela web semântica. Dessa forma, ontologias para descrever o significados de recursos da web, desenvolvidas por comunidades da saúde e por outras comunidades, podem ser usadas para descrever os recursos do PEP, assim como ontologias desenvolvidas para o PEP podem ser usadas na web semântica

4. Uma Arquitetura para Promover a Interoperabilidade Semântica do PEP

Para prover a interoperabilidade de recursos do PEP este trabalho apresenta uma arquitetura em que metadados são extraídos dos recursos do PEP e utilizados por agentes para auxiliar usuários de um sistema de saúde a buscar e operar estes recursos. A arquitetura (figura 1) é uma adaptação para o PEP da arquitetura proposta Rocha e Ornellas (2002), que visa organizar recursos de um Sistema de Saúde. Ela é composta por um repositório de metadados, que contém as descrições dos recursos de PEP que estão armazenados nas várias bases de dados do sistema de saúde; por extratores, que geram descrições dos recursos de PEP que estão armazenados nas bases de dados dos sistemas de saúde e armazenam estas descrições no repositório, e por agentes, que usam as descrições do repositório para proporcionar a busca e a utilização dos recursos do PEP. Para ser compatível com a web semântica, a arquitetura adota RDF para representar metadados, e RDF Schema para a especificação dos vocabulários.

A arquitetura usa uma combinação de vários vocabulários, alguns desenvolvidos especialmente, e outros já especificados para a web semântica. Essa combinação de vocabulários chama-se perfil de aplicação (Herry, R., Patel, M. 2001). O vocabulário Dublin Core é usado como base para descrever documentos relacionados ao PEP, como exames e diagnósticos, pois especifica elementos de metadados genéricos para descrever recursos, como o criador do recurso, o título do recurso, o seu assunto, etc. Os vocabulários que estão sendo especialmente desenvolvidos são baseados nos padrões existentes para representação de informações médicas, como CorbaMed¹, HI7² e o Cartão Nacional de Saúde³. Para descrever paciente é usado uma combinação do vocabulário vCard com a especificação de identificação de pacientes (PID), desenvolvida pelo consórcio CorbaMed.

O repositório também contém sistemas de organização do conhecimento (Hill, L. e Koch, T., 2001), que expressam conceitos usados pelo Sistema de Saúde e os relacionamentos entre estes conceitos. Exemplos dessas estruturas são hierarquias de conceitos médicos, classificações de doenças, procedimentos, etc. A área de saúde já possui várias estruturas de organização de conhecimento que podem ser usadas, como o

¹ *Common Object Request Broker Aquitetura for Medicine. Arquitetura Comum de Interpretação de Pedidos para a Medicina.* www.omg.org

² *Health Level 7. Nível 7 de Saúde.* www.hl7.org

³ www.saude.gov.br/cartao/

thesauros MeSH e a Classificação Internacional de Doenças. No repositório, os recursos do Sistema são relacionados a conceitos de estruturas de organização do conhecimento através de descrições. Isso possibilita que agentes de busca utilizem estas estruturas de organização do conhecimento para auxiliar na busca de recursos do Sistema. Para especificar estas estruturas, a arquitetura adota o vocabulário THES, desenvolvido pela comunidade de Ciência da Informação para descrever tesauros.

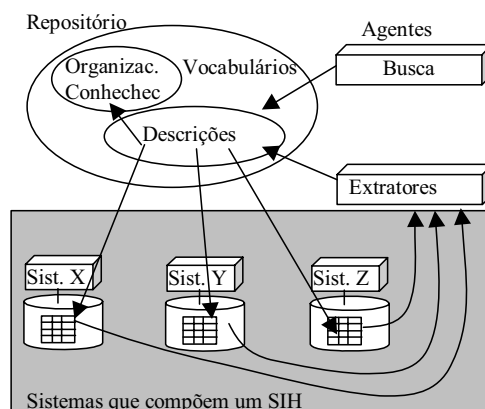


Figura 1 - Arquitetura

Um protótipo desta arquitetura encontra-se em desenvolvimento. Com relação aos vocabulários para descrever o PEP, o desenvolvimento do protótipo encontra-se nas fases de identificação de requisitos para o PEP, na busca de padrões estabelecidos para a área da saúde para representação do PEP, na busca de vocabulários desenvolvidos para a web semântica, e na especificação do perfil de aplicações para descrever o PEP, resultante da combinação de vocabulários da web semântica com elementos que estão sendo especificados a partir dos requisitos e padrões de representação identificados para o PEP. O repositório de metadados encontra-se em fase de desenvolvimento. Este repositório utiliza como base a biblioteca Jena (McBride, 2001).

5. Conclusão

O uso de BDF para integrar recursos distribuídos e heterogêneos não atende às necessidades do PEP devido à complexidade e à dinâmica das informações. Para resolver o problema, adota-se uma abordagem diferente, ou seja, uma abordagem semântica, em que metadados semânticos e vocabulários são usados para descrever os recursos do PEP, criando uma infra-estrutura para o desenvolvimento dos mais variados tipos de agentes, que usam as descrições do PEP para buscar e operar os recursos do PEP. A utilização RDF e RDF Schema propicia uma abordagem compatível com a web semântica, permitindo a utilização de vocabulários desenvolvidos por esta nova geração da web e a incorporação da arquitetura desenvolvida para PEP neste nova plataforma da web.

6. Referências

- Berners-Lee, Semantic Web Road map. World-Wibe Web Consortium (W3C). 1998. Disponível em: <http://www.w3.org/Dedign.Issues/Semantic.html> Acesso em : 10/2001.
- Berners-Lee, T; Hedler, J.; Lassila, O., Semantic Web. Scientific American: New York; Mai, 2001
- Brickley, D.; Guha, R. Resource Description Framework (RDF) Schema Specification 1.0. W3C *Consortium*. March, 2000
- Cross, P.; Brickley, D.; Koch, T. RDF Thesaurus. Specification. 2001. Disponível em <http://ilrt.org/discovery/2001/01/rdf-thes>. Acesso 12/2001.
- Dick, R.S., Steen, E.B., Detmer, D.E. The Computer-based Patient Record - An Essential Technology for Health Care. Washington, DC: National Academy Press, 1997.
- Heery, R.; Patel, M. Application profiles: mixing and matching metadata schemas. *Ariadne*, Issue 25, sept. 2001.
- Hendler, James. Agents of de Semantic Web. *IEEE Inteligent Systems*. p.30-37. Mar./Abr. 2001.
- Hill, L.; Koch, T. Networked Knowledge Organization Systems. *Journal of Digital Information*, v.1, issue 8, 2001
- Iannella, R. Representing VCard Objects in RDF/XML. W3C, 2001. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/vcard-rdf>. Acesso em: Setembro 2002.
- Lassila, O.; Swick, R. Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification. W3C Recomendation, *WWW Consortium*. Fev. 1999
- McBride, B. Jena: Implementin the RDF Model and Syntax Specification. International Workshop on the Semantic Web - SemWeb'2001, 2 Hongkong, China, May 1, 2001
- Pan, J.; Horrocks, I. Metamodeling architecture of web ontology languages. Semantic Web Working Symposium, 1, Stanford University, Califórnia, 2001. Disponível em www.semanticweb.org/SWWS/report. Acesso em 15/3/2003.
- Rocha, R.; D'Ornellas, M. Uma Arquitetura de Metadados para Descrever e Organizar Informações de um Sistema de Saúde. CBIS'2002 - VIII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde - Natal/RN. Out. 2002
- Sabbatini, R.M.E. Introdução à microinformática para usuário em saúde. São paulo: Academia de Ciências de São Paulo, 1982.
- Sheth, A. O Changing Focus on Interoperability in Information Systems: From System, Syntax, structure to Semantics. In *Interoperating Geographic Information Systems*. M. F. Goodchild, M. J. Egenhofer, R. Fegeas, and C. A. Kottman (eds.), Kluwer, Academic Publishers, 1998, pp. 5-30.
- Sheth, A.; Larson, J. (1990) Federated database systems for managing distributed, hetero-geneous, and autonomous databases. *ACM Computing Surveys*, v.22, n.3, p. 183-236, set.
- Van Ginneken, A.M., Moorman, P.W. The Patient Record. In: Van Bommel, J.H., Musen, M.A (eds.) *Handbook of medical Informatics*. Houten, teh Netherlands: Bohn Stafleu Van Loghum, 1997. P.99-115.
- Weibel, S. Metadata: The foundations of resource description. *D-Lib Magazine*, July, 1995