

Suporte Ambiental à Colaboração em Sistemas Multiagentes

Verlani Timm Hinz¹, Luiz Antônio Moro Palazzo¹, Rosaura do Espírito Santo da Silva¹

¹Programa de Pós-graduação em Informática – Universidade Católica de Pelotas (UCPel)
{vertimm,lpalazzo}@ucpel.tche.br, rosaura@sisinfo.inf.br

Abstract

This paper aims to show how environment can help in collaborative processes that take place among agents. To do that, two ontology schemes were created: the first using Dublin Core for the environment and the other for people, with terms based on the FOAF vocabulary. Then, an alignment among the ontologies was performed, for the identification of resources that could be shared and reused. We also show an example of dynamic interoperability with specific domain ontologies to verify the applicability of this proposal.

Keywords: Collaborative Agents, Ontologies, Dublin Core, FOAF.

Resumo

Este artigo tem por objetivo demonstrar como o ambiente pode auxiliar o processo de colaboração entre agentes, para isso foi criada uma ontologia para o ambiente baseada nos termos do Dublin Core e uma ontologia para pessoas baseada no formato do FOAF. A partir disso foi realizado um alinhamento entre as ontologias, a fim de identificar informações a serem compartilhadas e reutilizadas. Como verificação da aplicabilidade da medida, foi mostrado um exemplo de interoperabilidade dinâmica de ontologias aplicados a um domínio específico.

Palavras-chave: Agentes colaborativos, Ontologias, Dublin Core, FOAF.

1 Introdução

Atualmente, a necessidade de compartilhamento e reuso de informações é algo imprescindível, pois a cada dia aumenta o volume de informações disponíveis, principalmente na internet. Os agentes colaborativos contribuem para isso, pois são capazes de cooperar com outros agentes a fim de trocar conhecimento e gerar novos conhecimentos.

O uso de ontologias também tem recebido atenção na organização do conteúdo e compartilhamento de conhecimento. Uma ontologia define um vocabulário específico usado para descrever certa realidade, mais um conjunto de decisões explícitas fixando de forma rigorosa o significado pretendido para o vocabulário. Uma ontologia envolve, então, um vocabulário de representação que captura os conceitos e relações em algum domínio e um conjunto de axiomas, que restringem a sua interpretação.

No entanto, o estabelecimento de padrões para definição de vocabulários são essências ao intercâmbio de informações. O Dublin Core e o FOAF são padrões de metadados muito utilizados atualmente, são considerados padrões de consenso internacional e que incluem os aspectos de precisão, fidelidade, critérios de seleção, generalizações, consistência dos dados, definições utilizadas e metadados sobre as fontes de dados.

2 Coinciliação de vocabulário

2.1 Dublin Core

O DC [7] é um padrão da organização DCMI (Dublin Core Metadata Initiative) para representação de metadados que especializados em representar informações dos dados (dados sobre dados), possui um formato simples e muito útil para identificar o conteúdo dos documentos eletrônicos, tornando-os mais fáceis de serem pesquisados pelos mecanismos de buscas, a fim de recuperar as informações solicitadas.

É um padrão de metadados, composto por 15 elementos, planejado para facilitar a descrição de recursos eletrônicos. Conforme [14], destacam que as principais características deste padrão são a simplicidade na descrição dos recursos, o entendimento semântico universal (dos elementos), o escopo internacional e a extensibilidade (o que permite adaptações às necessidades adicionais de descrição).

O DC pode ser inserido em uma página HTML (*Hypertext Markup Language*) e utiliza a linguagem XML (*eXtensible Markup Language*). Adota a sintaxe do RDF (*Resource Description Framework*), possui um conjunto de 15 elementos básicos, apresentados na tabela 1, que podem ser implementados livremente para atender as necessidades de cada usuário [7], e, ainda é um formato padrão adotado para efetuar a interoperabilidade entre outros formatos.

2.2 Elementos do Dublin Core

Elementos	Descrição
1. Título	Título será o nome pelo qual o recurso é formalmente conhecido.
2. Criador	Criador inclui uma pessoa, uma organização, ou um serviço. Tipicamente, o nome de um Creator deve ser usado para indicar uma entidade responsável pela existência do recurso.
3. Assunto	Assunto deverá ser expresso por palavras chave, frases, ou códigos de classificação que descrevem o conteúdo do recurso.
4. Descrição	Descrições podem incluir, sem estarem limitadas a um conteúdo do recurso: um resumo, um índice, uma referência a uma representação gráfica do conteúdo, ou uma descrição textual.
5. Publicador	Editor pode ser uma pessoa, uma organização ou um serviço. Tipicamente, o nome de um Editor deve ser usado para indicar a entidade.
6. Contribuidor	Contribuinte inclui uma pessoa, organização ou serviço. Tipicamente, o nome de um outro Contribuinte deve ser usado para indicar a entidade.
7. Data	Uma Data deve ser associada à criação ou disponibilidade do recurso. Como boa prática recomenda-se o formato AAAA-MM-DD.
8. Tipo	Tipos incluem termos descrevendo categorias genéricas, funções, gêneros, ou níveis de agregação para o conteúdo. Ex: vocabulários.
9. Formato	Formato deve incluir o tipo de meio do recurso, ou as suas dimensões. Este elemento deve ser usado para determinar as aplicações informáticas ou qualquer tipo de equipamento necessário para reproduzir ou operar com o recurso.
10. Identificador	Identificação do recurso por meio de uma cadeia de caracteres ou por um número de acordo com um sistema de identificação formal.
11. Origem	O presente recurso pode ter derivado do recurso Fonte na sua totalidade ou apenas em parte. Como boa prática recomenda-se a referência ao recurso fonte através de um identificador em conformidade com um sistema de identificação formal.
12. Linguagem	A língua do conteúdo intelectual do recurso. Por exemplo, 'en' para Inglês, 'fr' Francês, ou 'en-uk' para o Inglês do Reino Unido.
13. Relação	Uma referência a um recurso relacionado.
14. Abrangência	Cobertura inclui tipicamente uma localização espacial (o nome de um lugar ou coordenadas geográficas), um período no tempo (a sua designação, data, ou intervalo de tempo), ou jurisdição (o nome de uma entidade administrativa).
15. Direitos	Direitos sobre o recurso, ou uma referência a um serviço que fornecerá essa informação.

Tabela 1: Elementos do Dublin Core

Tomando por base essas informações foi possível identificar as correspondências existentes entre os elementos do Dublin Core e os dados de um congresso, apresentados de na tabela 2.

Elementos Dublin Core	Dados de um congresso
1. Título	II Workshop – Escola de Sistemas de agentes para ambientes colaborativos
2. Criador	Universidade de Santa Cruz do Sul
3. Assunto	<ul style="list-style-type: none"> •arquitetura de sistemas de agentes para ambientes colaborativos •agentes conversacionais e de interface para ambientes colaborativos

4. Descrição	O WESAAC é um evento regional, abrangendo os estados o RS, SC, PR e SP, a reunir praticamente todos os grupos de pesquisa atuantes nas áreas de Sistemas de Agentes e Ambientes Colaborativos.
5. Publicador	Não identificada
6. Contribuidor	SBC
7. Data	2008/05/28 a 2008/05/30
8. Tipo	Workshop
9. Formato	Os artigos devem ser submetidos em formato PDF, utilizando os estilos sugeridos pela SBC (estilo <i>Latex</i> ou <i>Word</i> , disponíveis em http://www.sbc.org.br , na seção de "Eventos"). Os artigos podem ser escritos em Português ou em Inglês, e devem ter, no máximo, 10 páginas.
10. Identificador	WESAAC2008
11. Origem	Santa Cruz do Sul, RS, Brasil
12. Linguagem	Português
13. Relação	http://www.unisc.br/universidade/eventos/wesaac2008
14. Abrangência	Regional
15. Direitos	Não identificada

Tabela 2: Correspondência entre os termos do Dublin Core e os dados de um evento.

Além dos termos citados na tabela 1, foram identificados mais 7 termos que fazem parte do domínio do congresso, que estão identificados na tabela 3:

Termos Congresso	
1. Público-alvo:	Estudantes, professores e pesquisadores
2. Programação:	<p>Quarta-feira 28/maio</p> <p>08h00 - 09h00 Credenciamento</p> <p>09h00 - 09h30 Abertura</p>
3. Inscrições:	<p>VALORES</p> <p>Professores/Pesquisadores R\$ 30,00</p>
4. Comissão_organizadora:	<p>Coordenação Geral do Evento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rejane Frozza (UNISC) • Andréa Aparecida Konzen da Silva (UNISC)
5. Data_submissão:	05/04/2008
6. Data_aceitação:	05/05/2008
7. Data_versão_final:	12/05/208

Tabela 3: Termos complementares do Congresso

2.3 FOAF (Friend Of A Friend)

O projeto do FOAF tem por objetivo descrever as pessoas, as relações entre eles e as coisas que elas criam e fazem.

Os termos do FOAF [8] são agrupados em várias categorias, dentre elas: FOAF Basics, Personal Info, Online Accounts / IM, Projects and Groups, Documents and Images. O FOAF Basics se subdivide: Agent, Person, name, nick, title, homepage, mbox, mbox_sha1sum, img, depiction (depicts), surname, family_name, givenname, firstName.

A classe Person representa pessoas e é uma subclasse de Agent, sendo que todas as pessoas são consideradas agentes em FOAF.

A tabela 4 contém as classes que estão relacionadas a classe Person, definidas em FOAF.

Geekcode	Um geekcode textual para essa pessoa, ver http://www.geekcode.com/geek.html
Nome	O primeiro nome de uma pessoa.
Sobrenome	Sobrenome de uma pessoa.
Nome_completo	Nome completo de uma pessoa.
Histórico	Um plano de arquivo pode conter qualquer coisa. Os usos típicos dele incluíram breves comentários, pensamentos ou observações sobre o que uma pessoa tinha sido feito ultimamente
Imagem	Uma imagem que pode ser usada para representar alguma coisa como uma foto, homepage, etc.
Características	Abordagem à personalidade taxonômica.
Homepage_comercial	A homepage do local de trabalho de uma pessoa (página principal)
Info_homepage_comercial	Uma homepage contendo informações do local de trabalho de uma pessoa.
Homepage_escolar	A página principal de uma instituição de ensino atendida por uma pessoa.
Conhecimento	Uma pessoa conhecida desta pessoa, (indicando algum nível de reciprocidade interação entre as partes).
Interesses	Uma página sobre tópicos de interesses de uma pessoa.
Tópicos de interesse	Representa um interesse de uma pessoa, cujo tópico que caracteriza interesse geral.
Publicações	O link de publicações de uma pessoa
Projetos_recentes	O projeto atual que esta pessoa trabalha.
Projetos_anteriores	Algum projeto que esta pessoa já trabalhou.

Tabela 4: Termos do FOAF

A fim de relacionar estes dados com os dados de um pesquisador foi elaborado um exemplo, conforme a tabela 5.


Geekcode	Não identificado
Nome	Verlani
Sobrenome	Hinz
Nome_completo	Verlani Hinz
Histórico	Mestranda em Ciência da Computação, Professora da Faculdade de Tecnologia Senac.
Imagem	
Características	Não identificado.
Homepage_comercial	http://www.senacrs.com.br
Info_homepage_comercial	http://www.senacrs.com.br/info
Homepage_escolar	http://www.ucpel.tche.br
Conhecimento	Luiz Antônio Moro Palazzo
Interesses	http://olaria.ucpel.tche.br/ia
Tópicos de interesse	Ontologias, Banco de Dados, SMA
Publicações	http://lattes.cnpq.br/
Projetos_recentes	Estudo e Desenvolvimento de Algoritmos para Interoperabilidade entre Ontologias
Projetos_anteriores	Criação de uma Ontologia de Ontologias

Tabela 5: Exemplo utilizando os termos do FOAF

Cabe ressaltar que, além destes termos poderiam ser explorados outros relacionados à um pesquisador, o que não foi abordado neste trabalho.

3 Mecanismos de Interoperabilidade de ontologias

De forma geral, as ontologias tem como objetivo promover um entendimento comum e compartilhado sobre um domínio, que pode ser comunicado entre pessoas e sistemas de aplicação [4]. No entanto para que trabalhem em conjunto, trocando automaticamente as informações representadas em ontologias, são necessários mecanismos que garantam a sua interoperabilidade.

Dentre os mecanismos, que podem ser usados para propiciar a compatibilidade de ontologias, destacam-se: combinação, integração, alinhamento e mapeamento de ontologias.

No mecanismo de combinação de ontologias, tem-se como resultado a versão das ontologias originais combinadas em uma ontologia única com todos seus termos juntos, sem a definição clara de suas origens. Normalmente as ontologias originais descrevem domínios similares ou de sobreposição [10].

Para o mecanismo de integração de ontologias tem-se como resultado uma ontologia única criada pela montagem, extensão, especialização ou adaptação de outras ontologias que tratam não necessariamente do mesmo assunto. Na integração de ontologias é possível identificar as regiões que foram criadas a partir das ontologias originais [10].

No alinhamento de ontologias tem-se como resultado as duas ontologias originais separadas, mas com as ligações estabelecidas entre elas, permitindo que as ontologias alinhadas reusem as informações uma das outras. O alinhamento normalmente é realizado quando as ontologias são de domínios complementares [10].

E para o mapeamento de ontologias tem-se como resultado uma estrutura formal que contém expressões que fazem a ligação de conceitos de um modelo em conceitos de um segundo modelo. Este mapeamento pode ser usado para transferir instâncias de dados, esquemas de integração, esquemas de combinação e tarefas similares [11].

Neste trabalho os agentes trocam informações com outros agentes através do ambiente, que serve de suporte para esta interação, para isso foram aplicados os mecanismos de integração e alinhamento entre a ontologia de um congresso, definida pelos termos do Dublin Core e a ontologia de uma pessoa (um pesquisador), definida pelos termos do FOAF.

3.1 Exemplo de interoperabilidade dinâmica de ontologias

Para validação da proposta apresentada foi utilizado o exemplo de um **congresso**, contendo em sua ontologia dados de um evento e **pesquisadores** que serão convidados a assistir e/ou apresentar trabalhos neste congresso.

A figura 1 apresenta um exemplo utilizando-se os mecanismos de integração e alinhamento de ontologias.

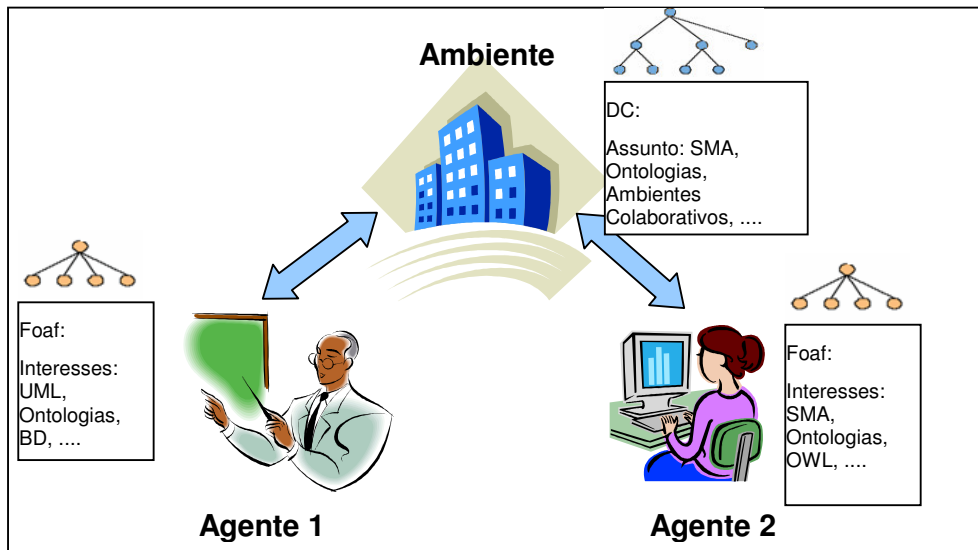


Figura 1: Exemplo de aplicação de mecanismos de interoperabilidade entre ontologias.

Os dados constantes na ontologia do agente 1, por exemplo, são integrados com os dados do ambiente, tornando-se possível outro agente (o agente 2, por exemplo), acessar os dados do agente 1.

A partir disso, os dados são alinhados e as ligações entre as ontologias estabelecidas, a fim de poderem trocar e reutilizar informações uma das outras.

Por exemplo:

- O congresso possui em sua ontologia a classe **Assunto**, onde serão cadastrados todos os assuntos abordados no evento (SMA, Ontologias, Comunidades Virtuais, etc).
- O pesquisador possui em sua ontologia a classe **Interesses**, como Ontologias, Banco de Dados, etc).
- As ontologias são alinhadas e poderi-se-a encontrar as respostas para questões como "Encontrar eventos que sejam interessantes para uma determinada pessoa".

Da mesma forma poderia ser feito quanto a **Programação** do evento, que poderia conter palestras de interesse à uma determinada pessoa que esteja no evento.

É importante ressaltar, que neste trabalho para haver interação entre os agentes (pesquisadores), que possuem os mesmos interesses, por exemplo, eles devem interagir de acordo com o ambiente que estarão inseridos, pois o mesmo é que fornece o suporte necessário para que esta interação aconteça.

Não há interação direta entre os agentes, pois o mesmo envolveria um estudo mais aprofundado sobre os SMA (Sistemas Multiagentes), o que não contempla este trabalho.

3.2 Representação da ontologia de agentes colaborativos

A fase final no desenvolvimento de uma ontologia é realizada por meio de uma representação específica que permite o processamento e a abrangência do conhecimento pela máquina. Isso é possível através de uma linguagem específica para a criação de ontologias e de uma ferramenta que permita sistematizar e integrar as especificações definidas à linguagem utilizada.

No desenvolvimento das ontologias do ambiente e dos agentes, foi utilizada a linguagem OWL e na implementação utilizou-se o editor Protegé. O Protegé [13] possui uma interface de fácil utilização para a criação de instâncias e uma quantidade considerável de *plugins* que aumentam o número de funcionalidades do Protegé.

A figura 2 ilustra as ontologias do ambiente e do agente, criadas no ambiente Protegé 2000, destacando os termos a serem alinhados.

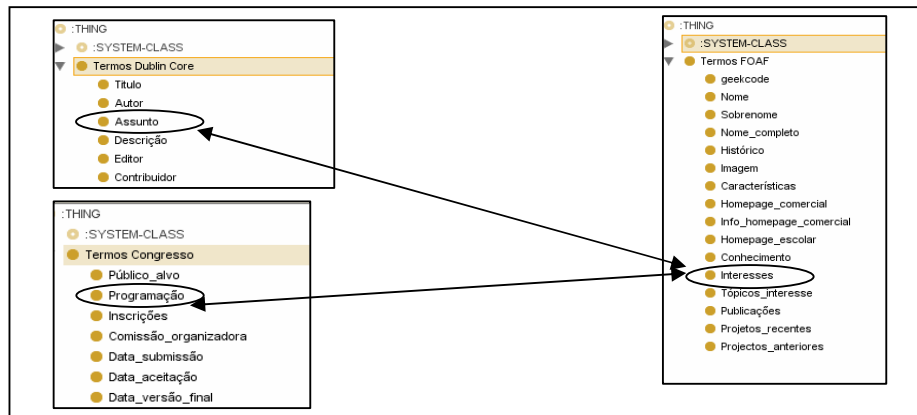


Figura 2: Ontologias criadas no ambiente Protegé

A partir das ontologias geradas foi gerado um algoritmo que permite integrar e alinhar as ontologias. Para isso foi utilizando um operador funcional (op), onde a entrada é uma lista de ontologias e a saída uma ontologia resultante.

```
op (Lista_de_Ontologias, Ontologia_Resultante).
```

Figura 3: Representação do algoritmo

Sendo que a Lista_de_Ontologias é representada por uma Lista de Triplas:

(C1, C2, R), onde C1 e C2 são conceitos e R é o relacionamento entre eles.

É um algoritmo genérico que pode ser aplicado em vários casos, sendo que a entrada sempre será uma lista de ontologias (n ontologias) e que todas serão operadas com um mesmo operador - no caso o "op".

4 Considerações Finais

Neste estudo constatou-se que a integração e o compartilhamento de dados entre sistemas, bem como a interoperabilidade entre aplicações, são viáveis, notadamente em relação a sistemas que utilizam o padrão de metadados Dublin Core e o FOAF para descrição de dados.

Dentre os mecanismos de interoperabilidade estudados, inicialmente foi priorizado o mecanismo de alinhamento de ontologias utilizando uma representação contextual e exemplo de algoritmo, no entanto, os limites desta proposta a ser implementada, podem ser expandidos com as adições de outros mecanismos, assim como implementação de outros algoritmos.

No entanto, alinhar os termos de diferentes ontologias não é uma tarefa fácil, pois permanece a necessidade de como garantir a possibilidade de comunicação automática entre os agentes de software de aplicações semânticas permitindo a cooperação, compartilhamento e reutilização, das informações disponibilizadas nestas aplicações semânticas.

Espera-se contribuir com este trabalho para um maior entendimento do assunto agentes colaborativos e ontologias, servindo, também como ponte para outras pesquisas, além de fornecer um conjunto de referências a serem exploradas com mais detalhes.

A partir deste trabalho inúmeros trabalhos futuros poderão surgir, pois os sistemas utilizando agentes estão se tornando cada vez mais populares atraindo, inclusive, pesquisadores de outras áreas.

Um exemplo seria a quantificação dos relacionamentos existentes, ou seja, todas as relações possuem a mesma intensidade não havendo diferença entre alguns atributos que podem ser considerados mais relevantes que outros. Em uma ontologia do domínio de pessoas, por exemplo, todas possuem um perfil, com características e preferências próprias, podendo algumas mais destacadas que outras.

5 Referências Bibliográficas

- [1] **ANTONIOU, G.; VAN HARMELEN, F.** *A Semantic Web Primer*. Massachusetts Institute of Technology, 2004.
- [2] **BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O.** *The Semantic Web. Scientific American*. May, 2001.
- [3] **BRENNER, W.; ZARNEKOV, R.; WITTING, H.** *Intelligent Software Agents: Foundations and Applications*. Berlim: Springer, 1998. 326p.
- [4] **BISHR, Y.** *Semantic Aspect of Interoperable GIS*. Ph.D. Thesis, Wageningen Agricultural University, The Netherlands, 1997.

- [5]**BORST**, W. N. *Construction of engineering ontologies*. 1997. Tese (Doutorado). Disponível em: <<http://www.ub.utwente.nl/webdocs/inf/1/t0000004.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2006.
- [6]**CORAZZON**, R. *What is ontology?* [S. l. : s. n.], 2002. Disponível em: <http://www.formalontology.it/section_4.htm>. Acesso em: 20 jul. 2006.
- [7]**DUBLIN CORE METADADA INITIATIVE**. “Dublin Core metadada element set, version 1.1: reference description”. Disponível em: <<http://dublincore.org/documents/dces/>> Acesso em: 10/04/2008.
- [8] **FOAF VOCABULARY SPECIFICATION**. Disponível em <http://xmlns.com/foaf/0.1/#term_interest>. Acesso em 10/04/2008.
- [9]**GUARINO, N. (1998)**. *Formal Ontology and Information Systems*. Disponível em: <<http://www.loa-cnr.it/Papers/FOIS98.pdf>>. Último acesso em 21 de setembro de 2006.
- [10]**NOY, N.; MUSEN, M. SMART: Automated Support for Ontology Merging and Alignment**. Banff Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling, and Management, Banff, Alberta, Canada, 1999.
- [11]**NOY, N.; MUSEN, M. The PROMPT Suite: Interactive Tools For Ontology Merging And Mapping**. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2003.
- [12]**PINTO, S.; GOMEZ-PEREZ, A.; MARTINS, J. Some Issues on Ontology Integration**. *Workshop on Ontologies and Problem Solving Methods: Lessons Learned and Future Trends*, 1999.
- [13]**[PROTEGÉ, 2005]**. Disponível em: <http://protege.stanford.edu>. Acesso em: 28 março de 2007.
- [14]**SOUZA, M. I. F., VENDRUSCULO, L. G., MELO, G. C. Metadados para a descrição de recursos de informação eletrônica: utilização do padrão Dublin Core**. *Ciência da Informação*, v. 29, n. 1, p. 93-102, abr. 2000.