

Um observatório solar virtual na era da *e-Science*

Israel dos Santos¹, Nizam Omar^{1,3}, Adriana Válio^{1,2}

¹PPGEE - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Universidade Presbiteriana Mackenzie

²CRAAM - Centro de Rádio Astronomia e Astrofísica Mackenzie
Universidade Presbiteriana Mackenzie

³FCI - Faculdade de Computação e Informática
Universidade Presbiteriana Mackenzie

learsi.isr@gmail.com, omar@mackenzie.br, avalio@craam.mackenzie.br

Abstract. *This article presents the process of building a virtual solar observatory for sharing solar information and knowledge in virtual environments, based on the fourth paradigm set by Jim Gray on scientific discoveries in the era of eScience. The ontology of a computational domain and the specific methodology called "Methontology" guided the construction of the knowledge representation model based on ontologies built in software Protégé. The development of this environment resulted in the creation of an expandable and reconfigurable portal with pluggable web services available through the construction of an interoperable software that allows the sharing of reliable solar data in its current version.*

Resumo. *Este artigo apresenta os processos de construção de um observatório solar virtual para o compartilhamento de informações e conhecimentos solares em ambientes virtuais, com base no quarto paradigma definido por Jim Gray, relativo às descobertas científicas na era da eScience. A ontologia computacional de um domínio específico e a metodologia denominada "Methontology" nortearam a construção do modelo de representação de conhecimento baseado em ontologias construídas no software Protégé. O desenvolvimento desse ambiente resultou na criação de um portal web expansível e reconfigurável e a disponibilização de serviços acopláveis, por meio da construção de um software interoperável, que permite o compartilhamento confiável de dados solares na sua versão atual.*

1. Introdução

O Sol apresenta manchas que crescem e decaem na fotosfera, a camada mais baixa da atmosfera solar. De acordo com [Silva 2006], o aparecimento e o desaparecimento de manchas solares estão associados às mudanças subjacentes nos campos magnéticos do Sol. O Complexo Astronômico El Leoncito (CASLEO), localizado nos Andes, monitora as atividades solares mediante o uso de diferentes equipamentos, dentre eles, o Telescópio Solar Submilimétrico (SST), o qual opera nas frequências de 212 GHz, com quatro feixes, e em 405 GHz, com dois feixes, com tempo de resolução de um milissegundo [Kaufmann et al. 2001] e o Telescópio de Patrulhamento Solar com Polarização, o

qual monitora o Sol nas frequências de 45 e 90 GHz, com uma resolução de 100 milissegundos. Após a coleta, os dados são encaminhados ao Centro de Rádio Astronomia e Astrofísica Mackenzie (CRAAM) em São Paulo, para análise e armazenamento, sendo a análise realizada manualmente, mediante o uso da linguagem *Interactive Data Language* (IDL) para processamento e extração dos mapas solares, e o armazenamento realizado em mídias ópticas catalogadas. Salienta-se que este tipo de armazenamento não permite o compartilhamento, o acesso, a mineração e a análise automática de dados solares.

Jim Gray descreveu acerca do quarto paradigma para descobertas científicas na era da eScience, com proposta de unificação da teoria, experimentação e simulação por meio de sistemas de informação com uso intenso de dados [Hey et al. 2009]. Em consonância com essa visão, fundamentado na ontologia computacional, foi construído um ambiente que possibilita o tratamento, a análise e a publicação dos dados capturados pelo CASLEO, favorecendo a comunicação científica. Este ambiente opera na forma de um Observatório Solar Virtual com processamento automático para o tratamento dos dados e geração de mapas solares, com vistas ao monitoramento de manchas e explosões. Para tal, fez-se uso da linguagem Java com requisições à linguagem IDL e foram disponibilizados serviços *web* para acoplagem a outros centros de pesquisas.

2. Fundamentação Teórica e Metodologia

A construção do Observatório Solar Virtual deste estudo fundamentou-se em ontologias computacionais, as quais visam nortear construções baseadas em lógica, conforme descrito por [Guarino et al. 2009]. As construções baseadas em ontologias apresentam-se em diversos domínios do conhecimento, tais como bioinformática [Sales 2008] e astronomia [Cambrésy et al. 2006], apontando as vantagens de seu aspecto iterativo. A construção do modelo do presente estudo baseou-se na Web Semântica, a qual é composta pela representação do conhecimento, pelas ontologias e pelos agentes, a fim de disponibilizar serviços Web que garantam a interoperabilidade e a cooperação entre diferentes centros de pesquisas. A Web Semântica representa uma estrutura que favorece a compreensão e o gerenciamento de conteúdos da Web, sejam eles fornecidos na forma de texto, som, imagem ou gráfico [Berners-Lee and Hendler 2001].

A metodologia para a construção da ontologia desse estudo, denominada Methontology [Gomez-Perez et al. 2004], propõe três esferas distintas para subsidiar o processo, as quais são denominadas Gerenciamento, Suporte e Desenvolvimento. No domínio da esfera de Gerenciamento, foi estabelecida uma agenda de trabalho, de controle e de qualidade. Na esfera de Suporte, foram desenvolvidas atividades de aquisição de conhecimento, integração, avaliação, documentação e configuração de gerenciamento colaborativamente aos pesquisadores do CRAAM. Por fim, na esfera de Desenvolvimento, foram realizadas as atividades de especificação, conceitualização, formalização, implementação e manutenção. Nessa metodologia, a construção da ontologia ocorre em ciclos de vida de protótipos, sendo possível adicionar, alterar e remover termos em cada nova versão do modelo. No presente estudo, para cada protótipo, foi estabelecido um calendário de trabalho, com a finalidade de identificar as tarefas que seriam executadas, a sua disposição, o tempo e os recursos necessários para sua conclusão, sendo as atividades de Gerenciamento e Suporte realizadas simultaneamente às atividades de Desenvolvimento, em ciclos dinâmicos e interativos.

3. Apresentação do Estudo e dos Principais Resultados

Os dados encaminhados pelo CASLEO ao CRAAM eram processados manualmente na linguagem *Interactive Data Language*. A integração entre as linguagens de computação Java e IDL é realizada pelo Daemon ION, o qual é um processo que recebe requisições em uma porta de um especificado soquete de comunicação. Uma vez realizada a conexão, o Daemon inicia um processo que conecta o cliente ao processo servidor ION Java 6.3 e aguarda novas solicitações de conexão. Logo, essa integração entre as linguagens de programação permite a interoperação dos mecanismos e fornece os subsídios para automatização dos processos e criação do CRAAM-SVO.

Além de buscar dados gerados no próprio CRAAM, para a integração com os demais observatórios virtuais, foi necessário buscar subsídios na Aliança Internacional de Observatórios Virtuais (IVOA), a qual disponibiliza em seu sítio um conjunto de padrões e documentos com o propósito de estabelecer parâmetros comuns para as construções de observatórios virtuais. Com isso, os pesquisadores do CRAAM definiram o ponto de integração entre as ontologias IVOA e CRAAM-SVO.

Para a implementação da ontologia, utilizou-se a linguagem de representação *Web Ontology Language* (OWL), visando à obtenção da complexidade e da expressividade necessárias para a integração com os demais observatórios virtuais, incluindo, neste contexto, o *Brazilian Virtual Observatory* (BRAVO) desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A ferramenta Protégé, desenvolvida pela Universidade de Stanford, foi utilizada para a construção da ontologia, possibilitando a exportação para os formatos RDF(S), OWL e XML Schema.

A análise de software do CRAAM-SVO apontou para a necessidade de construção dos módulos: Usuário, Upload e Observatório para subsidiar a infraestrutura do Portal. Os referidos módulos são independentes, com baixo acoplamento e alta reusabilidade para possíveis expansões. O módulo Usuário destina-se a manter os registros de usuários do Observatório Solar Virtual e a fornecer a estrutura de perfis com diferentes responsabilidades e permissões no sistema, assim como, destina-se a validar, autenticar e permitir a entrada do usuário no portal, conforme o seu perfil associado. O módulo Upload destina-se ao envio de arquivos contendo a estrutura matricial de dados gerada pelo SST, a qual é o princípio para a construção de mapas solares. O módulo Observatório é o cerne de processamento e destina-se a realizar a integração automática entre as linguagens Java e IDL.

Neste sentido, diferentes requisições Java são realizadas ao servidor ION Java 6.3 para acesso ao prompt IDL, passando, como parâmetros, as rotinas computacionais desenvolvidas pelos pesquisadores do CRAAM e o conjunto de dados recebido do CASLEO. Após o processamento da matriz de dados e a geração do Mapa Solar, os resultados são capturados e gera-se um arquivo em formato Fits (*Flexible Image Transport System*). Tanto os arquivos matriciais encaminhados pelo CASLEO, quanto os arquivos Fits gerados são inseridos na base de dados PostgreSQL para possíveis consultas futuras e downloads.

4. Conclusões

Neste artigo, foram apresentadas as especificações de um modelo de construção de um observatório solar virtual com base em ontologia computacional. O estudo revelou as

possibilidades desse tipo de construção para o compartilhamento de informações e conhecimentos em ambientes virtuais, constituindo um meio de acesso confiável aos pesquisadores que objetivam realizar monitorações de atividades solares. A versão atual do Observatório Virtual Solar do Centro de Rádio Astronomia e Astrofísica Mackenzie (CRAAM-SVO), para compartilhamento de informações e conhecimentos em ambientes virtuais, encontra-se em fase de avaliação interna pelos pesquisadores do centro e, após sua validação, será liberada para a comunidade científica.

AGRADECIMENTOS: I.F.dos Santos agradece o apoio financeiro da CAPES e MACK-Pesquisa.

Referências

- Brazilian virtual observatory. Disponível em: <<http://www.lna.br/bravo/>> Acesso em: 17 set. 2010.
- Casleo - complejo astronómico el leoncito. Disponível em: <<http://www.casleo.gov.ar/>> Acesso em: 17 set. 2010.
- Ivoa - international virtual observatory alliance. Disponível em: <<http://www.ivoa.net/>> Acesso em: 07 abr. 2011.
- Berners-Lee, T. and Hendler, J. (2001). Scientific publishing on the semantic web. *Nature*, 410:1023–1024.
- Cambrésy, L., Derriere, S., Padovani, P., Martinez-andrea, A., and Richard, A. (2006). Ontology of astronomical object types version 1.1. *IVOA Technical*. Disponível em: <<http://www.ivoa.net/Documents/cover/AstrObjectOntology-20061031.html>> Acesso em: 22 out. de 2010.
- Gomez-Perez, A., Fernández-López, M., and Corcho, O. (2004). *Ontological Engineering: with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*. Springer Verlag, London.
- Guarino, N., Oberle, D., and Staab, S. (2009). What is an ontology. In *Handbook on Ontologies*, pages 1–17. Springer.
- Hey, A., Tansley, S., and Tolle, K. (2009). *The fourth paradigm: data-intensive scientific discovery*. Microsoft Research Redmond, WA.
- Kaufmann, P., Costa, J., Giménez de Castro, C., Hadano, Y., Kingsley, J., Kingsley, R., Levato, H., Marun, A., Raulin, J., Rovira, M., et al. (2001). The new submillimeter-wave solar telescope. In *Microwave and Optoelectronics Conference, 2001. IMOC 2001. Proceedings of the 2001 SBMO/IEEE MTT-S International*, volume 1, pages 439–442. IEEE.
- Sales, L. F. (2008). Modelo triádico de relações para aplicação em ontologias. In *Anais do Seminário de Pesquisa em Ontologia no Brasil*. Disponível em: <<http://www.uff.br/ontologia/artigos/13.pdf>> Acesso em: 13 dez. 2010.
- Silva, A. V. R. (2006). *Nossa Estrela o Sol*. Temas Atuais de Física. Editora Livraria da Física, São Paulo. 1 Ed.