

Navegando na Rede Semântica dos Topic Maps com o Ulisses

Giovani Rubert Librelotto¹, Renato Preigschadt de Azevedo¹, and José Carlos Ramalho² and Pedro Rangel Henriques²

¹ UNIFRA, Centro Universitário Franciscano, Santa Maria - RS, 97010-032, Brasil
{librelotto, rpa.renato}@gmail.com

² Universidade do Minho, Departamento de Informática
4710-057, Braga, Portugal
{jcr, prh}@di.uminho.pt

Abstract. A norma ISO-IEC 13250 *Topic Maps*, composta principalmente de tópicos interligados através de associações, define uma rede semântica estruturada sobre um sistema de informação, criando uma ponte entre a gestão de informação e os domínios de representação de conhecimento. A estrutura de dados que um topic map representa é um grafo; portanto, uma das melhores maneiras de visualizar um grafo é percebendo sua estrutura de vértices (tópicos) e arestas (associações). Assim sendo, este artigo tem por objetivo a visualização eficiente desta camada semântica através de navegadores Web, permitindo que todos os vértices (tópicos) do grafo topic map sejam acessados em uma navegação conceitual, seja por ligações HTML (*links*), seja navegando no próprio grafo visualmente. Para apresentar essa abordagem de navegação em *Topic Maps*, divide-se o artigo em 3 partes: primeiro, apresentam-se os conceitos básicos de *Topic Maps*, para então, descrever algumas técnicas de sua visualização. Por fim, descrever-se-á a ferramenta de visualização desenvolvida, caracterizando as técnicas empregadas em seu desenvolvimento.

1 Introdução

Topic Maps [Biezunsky et al., 1999] é um formalismo para representar conhecimento acerca da estrutura de um conjunto de recursos de informação e para o organizar em tópicos. Esses tópicos possuem ocorrências e associações que representam e definem relacionamentos entre os tópicos. A informação sobre os tópicos pode ser inferida ao examinar as associações e ocorrências ligadas ao tópico. Uma coleção desses tópicos e associações é designada *topic map*. *Topic Maps* pode ser visto como um paradigma que permite organizar, manter e navegar através da informação, permitindo transformá-la em conhecimento.

A idéia de navegação conceitual reflete a forma que a mente humana pensa: baseado em informações associadas. Por exemplo, quando se pensa no *Brasil*, automaticamente pode-se pensar:

- é um país que está situado na América do Sul (associação entre *país* e *continente*, no contexto *geografia*);

- possui mais de 170 milhões de habitantes (ocorrência do tipo *população*);
- é governado pelo presidente *Luís Inácio Lula da Silva* (associação entre *país* e *presidente*, no contexto *política*);

Assim, o que se pretende neste artigo é apresentar a atualização de uma ferramenta para visualização de *Topic Maps* baseada em conceitos de navegação em grafos, chamada *Ulisses*.

Tendo em vista que os *Topic Maps* são grafos compostos por tópicos (onde cada tópico representa um tema, identifica recursos e está associado com outros tópicos), o *Ulisses* foi desenvolvido inicialmente para providenciar navegadores estáticos que permitem percorrer estas redes de conceitos. Esses navegadores são compostos de páginas HTML que descrevem os tópicos e usam a idéia de hiperligações para implementar as associações e as ligações às ocorrências.

Portanto, o que se defende neste artigo é a proposta de navegação dinâmica sobre qualquer topic map sem a necessidade de gerar um conjunto de páginas HTML referente a cada tópico encontrado, além de permitir uma visualização do grafo do topic map a partir do tópico (vértice) onde o navegador se encontra.

Para ilustrar as idéias aqui introduzidas, esse artigo inicia apresentando ontologias e a norma *Topic Maps* na Seção 2. Uma técnica de visualização de *Topic Maps* encontra-se na Seção 3. O *Ulisses* é apresentado na Seção 4. A Seção 5 discute os trabalhos relacionados. Por fim, uma síntese do artigo e os trabalhos futuros são apresentados na conclusão.

2 Ontologias e Topic Maps

Uma ontologia [Gruber, 1993] é uma especificação ou *formalização de uma conceitualização*. Uma conceitualização é um conjunto de conceitos e suas relações entre si. Alternativamente, uma ontologia pode ser entendida como uma teoria lógica a qual dá uma explicação explícita de uma conceitualização, projetada para ser compartilhada por agentes para vários objetivos [Guarino and Giaretta, 1995].

Na área de Sistemas de Informação, na qual se encaixa este trabalho, ontologia é definida como um conjunto de conceitos e termos ligados entre si (numa rede) que podem ser usados para descrever alguma área do conhecimento ou construir uma representação para o conhecimento [Swartout and Tate, 1999]. Segundo Chandrasekaran [Chandrasekaran, 1999], ontologias são teorias de conteúdo sobre os tipos de objetos, propriedades de objetos e relacionamentos entre objetos que são possíveis em um domínio de conhecimento específico.

Historicamente, a norma *Topic Maps* (ISO 13250) [Biezunsky et al., 1999] foi definido para facilitar a fusão de diferentes esquemas de índices. Um formato comum para a anotação, usado para a indexação, é um passo crucial em direção ao objetivo da interoperabilidade entre esquemas de índices. O que é necessário ainda é a interoperabilidade semântica. Enquanto que a especificação *Topic Maps* garante interoperabilidade sintática, ontologias provêm interoperabilidade semântica. Se for construído a partir de uma ontologia válida, *Topic Maps* podem prover interoperabilidade semântica não somente entre cada topic map, mas entre as aplicações que usam-nas.

Topic Maps é um formalismo para representar conhecimento acerca da estrutura de um conjunto de recursos de informação, organizando-o em *tópicos*. Esses tópicos têm ocorrências em recursos de informação e associações que representam e definem os relacionamentos entre os tópicos. A informação sobre os tópicos pode ser inferida ao examinar as associações e ocorrências ligadas ao tópico. Uma coleção desses tópicos e associações é chamada de topic maps.

Os *Topic Maps* podem ser definidos como uma descrição de um ponto de vista sobre uma coleção de recursos, organizado formalmente por tópicos, e pela ligação de partes relevantes do conjunto de informação aos tópicos apropriados [Pepper, 2000]. Um mapa de tópicos expressa a opinião de alguém sobre o que os tópicos são, e quais as partes do conjunto de informação que são relevantes para cada tópico.

Permitindo criar um mapa virtual da informação, os recursos de informação mantém-se em sua forma original e não são modificados. Então, o mesmo recurso de informação pode ser usado de diferentes formas, por diferentes mapas de tópicos. Como é possível e fácil modificar um mapa, a reutilização da informação é conquistada.

3 Visualização de *Topic Maps*

Antes de apresentar o *Ulisses*, esta seção introduz um modo de visualização de *Topic Maps*, que é o método seguido pelo próprio navegador.

3.1 Visualização de Tópicos e Associações

Como dito anteriormente, um topic map pode ser visto como um grafo, onde os tópicos podem ser vistos como os vértices e os relacionamentos como os arcos. Cada tópico é representado como um vértice no grafo. Assim, a visualização de cada vértice – disponibilizada quando o navegador se posiciona sobre um tópico em específico – deve conter todas as suas características: seus tipos, suas instâncias, seu indicador de tema, seus nomes e suas ocorrências, além de incluir uma referência a todas as associações a qual ele faz parte.

Os vértices são rotulados usando os nomes dos tópicos. Desta forma, sempre que um vértice está relacionado com outros (sejam relações classe/instância ou associações propriamente ditas), o rótulo do vértice que está relacionado é o seu próprio nome.

Cada associação binária pode ser representada como um arco conectando os dois tópicos. Ao se posicionar em determinada associação do grafo, as informações sobre a mesma serão apresentadas. Por exemplo: em uma associação do tipo *orientar*, os tópicos participantes são visualizados (*Brasil* e *Brasília*) e os respectivos papéis de atuação (*país* e *capital*), além do contexto onde ela está inserida (*localização*). Por sua vez, os papéis de atuação são usados para designar os arcos que saem desse vértice (isto é, para descrever as associações nas quais o tópico atua).

3.2 Filtragem em *Topic Maps*

Um topic map pode conter milhões de tópicos e associações. Portanto é essencial selecionar a informação relevante pois pode ser impossível mostrar todo o conjunto de tópicos e associações de uma forma eficiente.

Técnicas de filtragem de informação são necessárias para selecionar e apresentar somente a informação relevante. A ferramenta aqui apresentada habilita os utilizadores a filtrar tópicos e associações de acordo com seu tipo ou pelos papéis de atuação em associação, por exemplo.

É possível fazer aqui uma analogia entre *Topic Maps* e mapas geográficos. Geralmente, não se encontra toda a informação desejada sobre um país em um único mapa; em vez disso, existem sub-mapas específicos de diversos contextos, tais como: mapas topográficos, mapas políticos, mapas econômicos, etc.

Da mesma forma, tópicos e associações podem ser classificados em diferentes contextos. Sendo assim, sub-mapas³ distintos dentro de um topic map poderão fornecer as informações necessárias ao utilizador de acordo com seu interesse. Se ele estiver interessado em *teatros*, os tópicos relevantes seriam *autor*, *comédia*, *cultura*, *ator*, etc. Esta é uma forma de filtrar a informação de acordo com um contexto específico.

Uma vez filtrados os tópicos e associações, eles necessitam ser representados eficientemente. Uma sugestão para a redução do número de tipos a serem representados é a agregação de tópicos e associações com um algoritmo de classificação, como o *galois lattices* [Godin et al., 1995]; este algoritmo diz que se pode agrupar objetos que compartilhem propriedades comuns. Esses grupos são chamados de classes. Portanto, pode-se somente distinguir classes de tópicos na representação em vez de diferenciar todos os tópicos. Por exemplo, os tópicos *Brasil*, *América do Sul* e *Brasília* podem ser representados da mesma maneira porque eles pertencem à mesma classe *lugar*. Este mecanismo de classificação torna possível visualizar *Topic Maps* com diferentes níveis de detalhes.

Obviamente, a informação visualizada é menos precisa, mas isso pode ser aceitável dependendo do propósito da navegação. Contudo, é possível visualizar uma informação mais precisa quando o utilizador foca em uma parte específica do topic map. Por exemplo, ao estar situado no tópico *Brasília*, a informação mostrada será que *Brasília é uma cidade*, o que é mais preciso que simplesmente afirmar que *Brasília é um local*. O mesmo acontece quando verifica-se a associação entre *Brasília* e *Brasil*; a informação apresentada é *Brasília é uma cidade situada no Brasil*.

4 *Ulisses*— o navegador

A idéia sobre a qual se baseou o *Ulisses* é a idéia da navegação conceitual, a qual pode ser descrita como: quando se está posicionado sobre um certo conceito, a

³ Um sub-mapa é o conjunto de tópicos e associações que representam um sub-domínio, dentre vários que podem existir num topic map. Um mesmo tópico pode estar inserido dentro de vários sub-mapas, de acordo com as relações que ele possui.

ferramenta de navegação mostrará as informações associadas a este conceito em particular; se for escolhido algum dos outros conceitos relacionados, a navegação muda para a visão deste novo conceito; se for escolhido algum dos recursos de informação, o sistema mostrará o conteúdo do próprio recurso.

O *Ulisses* foi projetado com base em três razões principais:

- Ser um protótipo eficiente, diminuindo o tempo de criação de um navegador para *Topic Maps*;
- Permitir visualização do topic map em formato de um browser Web e em formato de um grafo;
- Criar uma ferramenta que usa *Topic Maps* que seja facilmente distribuída, instalada e usada por todos;
- Ser baseado em XML e XTM (XML Topic Maps).

Em termos de implementação, foi estabelecido que a navegação seria realizada através de *Web browsers*. Então, toda a informação sobre cada conceito seria apresentada em páginas Web, não necessitando assim de utilitários extras, pois todo o computador adaptado à internet teria capacidade de navegar no topic map, independente de plataforma ou sistema operativo.

4.1 Abordagem escolhida na criação do *Ulisses*

Além da geração de um grafo para a visualização do topic map, o desenvolvimento do *Ulisses* seguiu uma abordagem paralela: a criação de um conjunto de páginas, onde cada uma representa um tópico ou uma associação contido no topic map.

Os *links* determinam as relações entre os vértices; desta forma, os *links* são identificados pelos nomes dos tópicos que eles representam. Por exemplo, na página gerada para o tópico *Brasília* (conforme citado na subseção anterior), haveria a menção de uma associação com o tópico *Brasil*, onde a frase “*é uma cidade que está situada no*” representa o papel de atuação de *Brasília* perante *Brasil*. A palavra *Brasil*, nesta frase, possui uma ligação à página que representa o tópico *Brasil*.

O algoritmo de funcionamento seguido pelo *Ulisses* para a criação das páginas, as quais oferecerão a navegação conceitual a partir do topic map, pode ser descrito assim:

1. Definição da hierarquia de tópicos do topic map, percorrendo-se todos os tópicos e ligando-os de acordo com as relações classe/instância. Se no final desse processo verificar que não há um tópico raiz, é então criado um novo tópico que servirá de raiz para o topic map. Este novo tópico terá, como suas instâncias, todos os tópicos raízes. Desta forma, todas as sub-árvores estarão conectadas entre si, criando a taxonomia do topic map;
2. Criação de uma página inicial para o topic map, usando o nome do tópico raiz para a sua identificação e mostrando a hierarquia de tópicos de acordo com seu tipo;

3. Criação de uma página para cada tópico, onde é apresentado os seus tipos, seu indicador de tema, suas ocorrências, as associações a qual ele faz parte e os tópicos que são suas instâncias. Deste modo, quando se faz uma referência a algum tópico, cria-se uma ligação Web (*link*) para o tópico relacionado;
4. Criação de uma página para cada associação, indicando seu tipo e seu contexto, além de seus membros e respectivos papéis de associação;
5. Criação de um grafo para cada tópico visualizado, para dar a noção ao utilizador em que vértice do grafo do topic map ele se encontra.

Seguindo esses passos, o *Ulisses* efetua a criação do do Web site que corresponde a navegação conceitual do topic map.

4.2 *Ulisses 1.0*: navegador conceitual estático

Em um primeiro momento, a variante inicial desenvolvida para o *Ulisses* era responsável pela geração de um Web site de uma só vez, através da transformação prévia do topic map (em formato XTM), para um conjunto de páginas HTML com algumas componentes em *Javascript* que não voltam a ser geradas em toda a navegação, definindo assim a criação de um Web site estático [Librelotto et al., 2003].

Esta versão inicial do *Ulisses* oferecia opções que permitem rápidas modificações em todo o website, como por exemplo, alterações em termos de *layout* (cores e tamanho das fontes), comentários a serem incluídos nas páginas criadas e a inserção de imagens.

O principal problema detectado com essa versão era o fato de sempre gerar uma página HTML para cada tópico encontrado no topic map, gerando um diretório no sistema operacional com vários arquivos neste formato, sendo que todos eles possuem em média 1,3 KB de tamanho físico. Isto vem do fato que cada página criada possui apenas as informações referente a cada um dos tópicos individualmente, portanto não é um volume grande de dados a ser visualizado no browser.

4.3 *Ulisses 2.0*: navegador conceitual dinâmico

Na versão atual do *Ulisses*, as transformações em tempo de execução são implementadas com transformações XML, processadas por um código PHP (*PHP Hypertext Processor*⁴). A página inicial é uma chamada a uma PHP à raiz do topic map (que vai servir de ponto de entrada para a navegação). O código PHP aplica a transformação no topic map e produz uma visão HTML. Nessa visão, todos os *links* gerados são chamadas ao mesmo PHP mas com diferentes parâmetros, que indicam a localização da nova posição. Ou seja, permitirá a visão do tópico relacionado.

Esta é a solução mais prática porque somente necessita de dois arquivos: o topic map (especificado de acordo com a sintaxe XTM) e o código PHP. Contudo, as transformações em tempo de execução consomem um tempo por vezes elevado,

⁴ <http://www.php.net/docs.php>

pois o topic map é interpretado em tempo de execução. Desta forma, a cada nova chamada ao código PHP, o topic map deve ser interpretado mais uma vez, para formar a visualização a ser disponibilizada no navegador.

A principal contribuição desta nova variante do *Ulisses* é a visualização do grafo do topic map em todas as páginas geradas. A geração deste grafo fica a cargo do *Graphviz*⁵, uma ferramenta *open-source* para geração de grafos e redes abstratas. Desta forma, em todas as páginas Web do *Ulisses* é posto um grafo, no qual situa-se o tópico em questão e as suas ocorrências externas e internas, além de todos os tópicos relacionados com este.

No grafo gerado, cada vértice é programado como um *link*, o que permite que ao acionar algum dos vértices do grafo, a visualização do tópico acionado será gerada instantaneamente, apresentando todas as informações referentes ao novo vértice, além do grafo sob o seu ponto de vista.

A variante atual também permite a navegação sobre topic maps representados de acordo com a sintaxe XTM. Visando tornar o *Ulisses* mais abrangente, foram adicionadas folhas de estilos XSL⁶ que permitem transformar os topic maps representados na sintaxe HyTime para a sintaxe XTM [Ogievetsky, 2000], de modo a permitir gerar navegadores para topic maps em HyTime. Assim, a navegação conceitual pode ser gerada para os principais formatos XML para a representação de *Topic Maps*. Além disso, o tradutor das sintaxes AsTMa=⁷ e LTM⁸ para a sintaxe XTM pode ser utilizado para os topic maps que se encontram num destes formatos não-XML.

A seguir são apresentados as principais páginas geradas automaticamente pelo *Ulisses*, bem como alguns de seus *layouts*.

Página principal do topic map: A página principal de um topic map no *Ulisses* é apresentada na Figura 1. Esta imagem expõe no seu lado esquerdo, a hierarquia de tópicos, associações, ocorrências e papéis de atuação obtida a partir da ontologia do topic map, representados na forma de um menu.

No corpo do navegador, cada um dos itens apresentados serve como um acesso ao tópico correspondente, na forma de uma ligação Web. Desta forma, ao seleccionar um dos *links*, será carregado a página referente ao mesmo.

Visualização de um tópico: A visualização de um tópico pode ser composta por 6 partes, conforme pode ser visto na Figura 2:

Nome do tópico e seu tipo: no cabeçalho da página aparece o nome do tópico (neste caso, *Giovani Librelotto*). O tipo do tópico é uma ligação ao seu tipo.

No caso, este tópico é uma instância de *Person*;

Ocorrências Internas e Externas: as ocorrências que caracterizam o tópico em questão, juntamente com seus tipos, são apresentadas nesta parte. Por

⁵ <http://www.graphviz.org>

⁶ <http://www.w3.org/Style/XSL/>

⁷ XTM::AsTMa – <http://cpan.uwinnipeg.ca/htdocs/XTM/XTM/AsTMa.html>

⁸ XTM::LTM – <http://cpan.uwinnipeg.ca/htdocs/XTM/XTM/LTM.html>

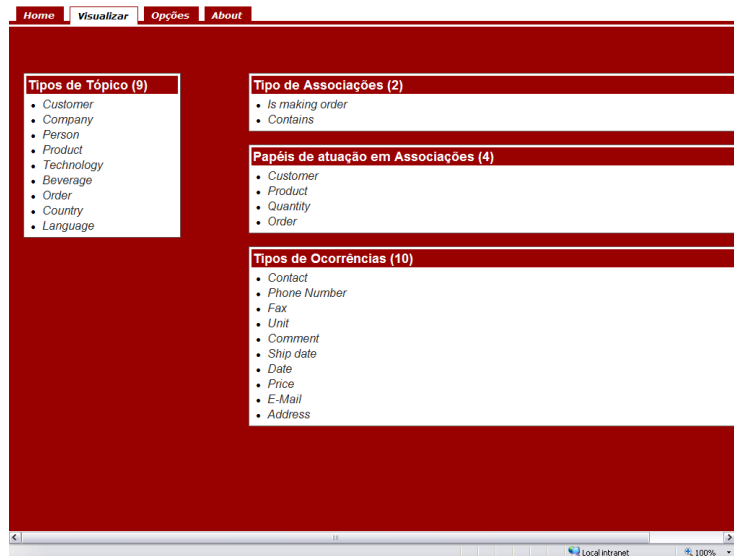


Fig. 1. Visualização inicial de um topic map no *Ulisses*

- exemplo: uma ocorrência externa é a URL definida como uma referência a um recurso do tipo *E-mail*, além de uma ocorrência interna do tipo *Address*;
- Papéis de atuação:** para cada tópico associado, é visualizado o papel de atuação do tópico em questão em cada associação na qual ele participa. Por exemplo: *Giovani Librelotto* é o comprador (*Customer*) responsável pela compra 01 (*Order 01*);
- Instâncias:** lista dos tópicos que são instâncias do tópico em questão. No caso da Figura 2, não há qualquer instância pois o tópico corrente não é tipo de nenhum outro.
- Grafo do topic map:** para evitar de gerar um grafo completo que abranja todo o topic map, será criado um grafo que tem como contexto o tópico em questão, no qual encontram-se todos os tópicos associados e as ocorrências deste tópico.

Como pode ser visto na Figura 2, o *Ulisses* permite a visualização da rede semântica formada pelo topic map, sob a ótica do tópico atual. Além disso, é possível reconfigurar a geração do grafo de forma a definir quantos níveis do grafo devem ser mostrados na imagem gerada, para que fique de acordo com a visão do utilizador.

Visualização de uma associação A visualização de uma associação pode ser composta por 5 partes, conforme pode ser visto na Figura 3, onde se apresenta a visualização da associação *Contains*:

Nome do tipo da associação: o nome do tipo da associação aparece no alto da página (neste caso, *Contains*);

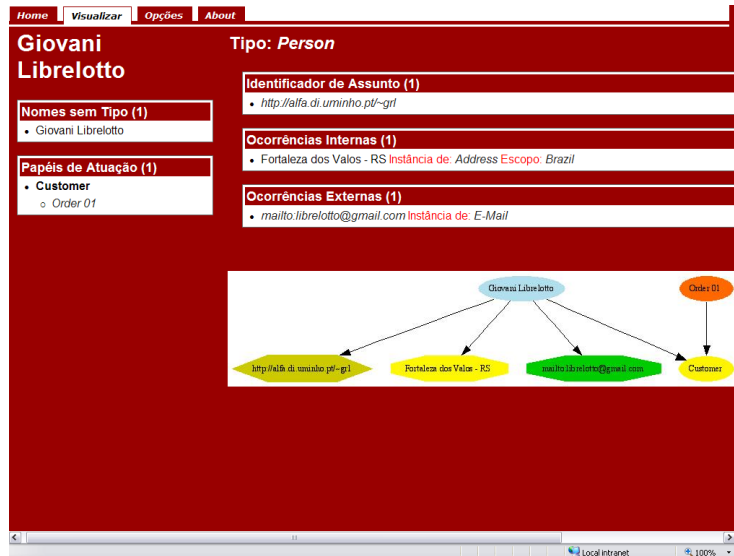


Fig. 2. Visualização de um tópico no *Ulisses*

Papeis de Atuação: cada membro da associação está relacionado aos demais membros através de um papel de atuação. Desta forma, lista-se todos os tópicos que desempenham cada um dos papéis de atuação.

Na Figura 3, o grafo do topic map não está totalmente visível devido ao tamanho do mesmo. Por isso, destaca-se o grafo referente à associação Contains na Figura 4.

5 Trabalhos Relacionados com o *Ulisses*

Atualmente, os navegadores (*browsers*) para *Topic Maps* mais conhecidos pela comunidade acadêmica de Semantic Web são: *Omnigator*, *Topic Map Designer*, *xSiteable* e *TMNav*.

O *Ontopia Omnigator*⁹ talvez seja o navegador de *Topic Maps* mais difundido. O *Omnigator* é uma aplicação que permite carregar e navegar sobre qualquer topic map, usando um browser para a Web.

Um grande inconveniente do *Omnigator* é que a versão disponibilizada livremente está limitada a 500 tópicos e associações; desta forma, quando um topic map possuir uma quantidade superior a este limite, a navegação não é permitida ao utilizador.

Entretanto, uma vantagem significativa do *Omnigator* é o seu módulo chamado *Vizigator* [Gennusa, 2004]. O *Vizigator* propicia uma navegação gráfica de *Topic Maps* fornecendo: uma visão geral da estrutura da informação, de forma intuitiva

⁹ Disponível em: <http://www.ontopia.net/omnigator/models/index.jsp>

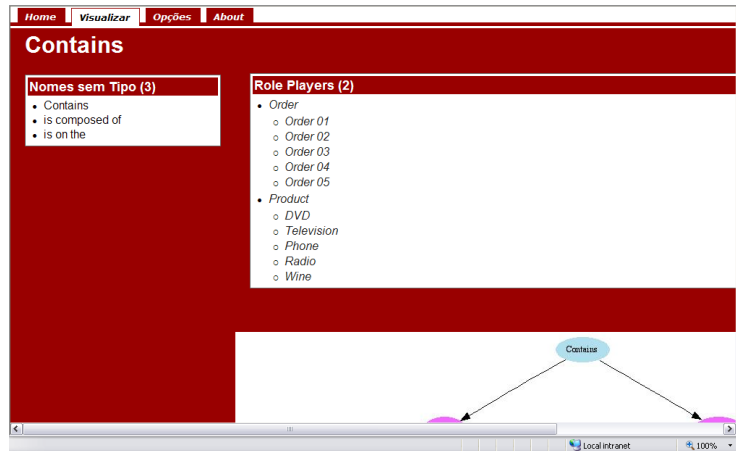


Fig. 3. Visualização de uma associação no *Ulisses*

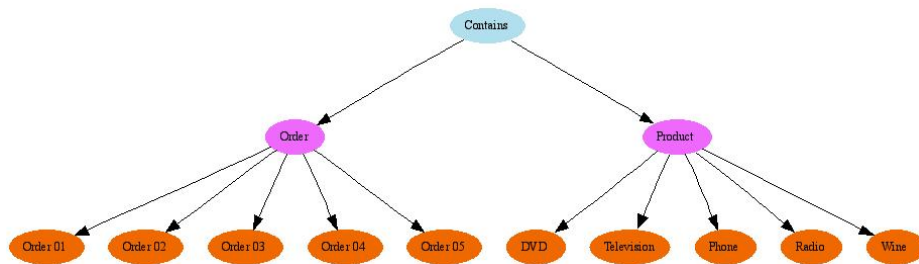


Fig. 4. Grafo de um tipo de associação no *Ulisses*

e instantânea; uma travessia no grafo formado pelo topic map; a habilidade de ver e entender os relacionamentos; visões em diferentes níveis de granularidade; e acesso intuitivo a modelos de dados não-familiares ao utilizador.

A visualização gráfica fornecida pelo *Vizigator* se caracteriza, portanto, num diferencial a favor do *Omnigator*, por propiciar duas navegações distintas sobre *Topic Maps*: numa visão HTML contendo toda a informação sobre cada tópico (como faz o *Ulisses*) ou numa visão gráfica, apresentando o grafo propriamente dito (como faz o *Topic Map Designer*).

O *Topic Map Designer*¹⁰ é um aplicativo que permite a edição de *Topic Maps* e sua conseqüente visualização gráfica. Contudo, ele não tem como objetivo ser um ambiente completo para a criação de *Topic Maps* e suporta somente topic maps no formato HyTime e possui limitações quanto ao tamanho de topic maps (não podem ter mais de 100 tópicos).

¹⁰ Topic Map Designer: <http://www.topicmap-design.com/en/tutorial.htm>

O *xSiteable*¹¹ é uma ferramenta de desenvolvimento de websites criada em XSLT, com um pacote de administração PHP. De modo geral, possui características muito similares ao *Ulisses*, quanto à formação do website, representação das características dos tópicos e associações, assim como na visualização de todas estas informações em uma página HTML. Ambas utilizam tecnologia XSLT para a geração de páginas HTML, a partir de um documento XTM.

Porém, o *xSiteable* apenas possui a opção de criar uma página HTML por tópico. Ao contrário do *Ulisses*, o *xSiteable* não permite a criação de um website dinamicamente. Além disso, não suporta qualquer outro formato de topic maps, além de XTM e CSXTM¹².

A mesma vantagem acima – permitir a navegação de topic maps armazenados num modelo relacional – o *Ulisses* possui sobre o *TMNav*. O *TMNav*¹³ é uma aplicação *Java/Swing* para propiciar a navegação em topic maps que utiliza uma interface baseada em grafos. Ele funciona sobre o aplicativo *TM4J*, permitindo assim uma navegação em páginas Web ou num grafo dinâmico que utiliza a biblioteca *TouchGraph*¹⁴.

6 Conclusão

Em resumo, o *Ulisses* representa uma ferramenta com objetivos claros (navegação conceitual em *Topic Maps*), baseada em conceitos de navegação em grafos, a qual utiliza tecnologias bastante difundidas para sua implementação, não o tornando dependente de plataforma ou aplicativo específico. O objetivo do desenvolvimento do *Ulisses* é incentivar o uso de *Topic Maps*, ensinando os princípios básicos do paradigma.

O *Ulisses* fornece uma navegação completa sobre *Topic Maps*, gerados ou não a partir de outras ferramentas. A representação do conhecimento é apresentado de uma forma simples e precisa, formando uma rede semântica baseada em tópicos e associações. Quando se acessa às informações referente a um determinado tópico, visualizam-se suas características (o seu tipo, suas instâncias, seus identificadores de tema, seus nomes e suas ocorrências) e as associações relacionadas com este tópico (incluindo os papéis de associação atuado por ele e os tópicos associados).

Constata-se, na prática, que o *Ulisses* é uma ótima solução para a fase de desenvolvimento, quando o topic map está constantemente a ser alterado. Como o *Ulisses* interpreta a especificação na hora em que o serviço é requisitado, qualquer alteração que tenha sido produzida no arquivo XTM é logo refletida no visualizador. Nessa fase, a navegação proporcionada pelo *Ulisses* pode ser

¹¹ xSiteable: <http://www.shelter.nu/xsiteable/>

¹² CSXTM é um formato de representação de *Topic Maps* compacto, simplificado e baseado em XTM. Desenvolvido pelos mesmos criadores do *xSiteable*, utiliza-se folhas de estilos XSL para a conversão de XTM para CSXTM, e vice-versa. Detalhes em <http://www.shelter.nu/csxtm.html>

¹³ TMNav: <http://tm4j.org/tmnav.html> – TM4J: <http://tm4j.org/>

¹⁴ TouchGraph: <http://touchgraph.sourceforge.net/>

utilizada para certas verificações, como por exemplo, a correção dos nomes dos tópicos e dos seus contextos. Porém, numa situação de produção, em que o topic map está estável, pode ser preferível usar uma solução em que o visualizador possa ser aberto por qualquer *browser* sem requerer a presença do processador.

Foi precisamente baseado neste requisito que levou-se a manter a versão inicial do *Ulisses*, a qual pode ser comparada a um compilador, pois gera um conjunto de páginas HTML estáticas. Assim, o *Ulisses* é invocado uma vez e o resultado permite efetuar navegações com qualquer *browser* que o utilizador final escolha, pois resultado são vários arquivos HTML.

No que diz respeito a trabalhos futuros, está a ser estudado um componente que irá permitir ao utilizador especificar o aspecto visual do Web site gerado (por enquanto, apenas há uma configuração da interface). Desta forma, a visualização da ontologia representada no topic map visualizado pode ser apresentada da forma mais propícia.

References

- [Biezunsky et al., 1999] Biezunsky, M., Bryan, M., and Newcomb, S. (1999). ISO/IEC 13250 - Topic Maps. ISO/IEC JTC 1/SC34. <http://www.y12.doe.gov/sgml/sc34/document/0129.pdf>.
- [Chandrasekaran, 1999] Chandrasekaran, B. (1999). What Are Ontologies, and Why do We Need Them? In *IEEE Intelligent Systems and their applications*, volume vl 9, n 1. IEEE.
- [Gennusa, 2004] Gennusa, P. (2004). Ontopia's Vizigator(tm) - Now you see it! In *XML 2004 Conference and Exposition*, Washington D.C., U.S.A. IDEAlliance. <http://www.idealliance.org/proceedings/xml04/papers/311/311.html>.
- [Godin et al., 1995] Godin, R., Missaoui, R., and Alaoui, H. (1995). Incremental concept formation algorithms based on galois (concept) lattice. In *Computational Intelligence*, volume 11(2).
- [Gruber, 1993] Gruber, T. R. (1993). Towards Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. In Guarino, N. and Poli, R., editors, *Formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation*, Deventer, The Netherlands. Kluwer Academic Publishers.
- [Guarino and Giaretta, 1995] Guarino, N. and Giaretta, P. (1995). Ontologies and Knowledge Bases: Towards a Terminological Clarification. In Mars, N., editor, *Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building and Knowledge Sharing*, pages 25–32. Ed. Amsterdam: ISO Press.
- [Librelotto et al., 2003] Librelotto, G. R., Ramalho, J. C., and Henriques, P. R. (2003). Ontology driven Websites with Topic Maps. In *The International Conference on Web Engineering*, Oviedo, Spain.
- [Ogievetsky, 2000] Ogievetsky, N. (2000). XSLT stylesheets for converting ISO 13250 Topic Map documents into XTM 1.0 syntax. <http://www.cogx.com/xslt4tm2xtm.html>.
- [Pepper, 2000] Pepper, S. (2000). The TAO of Topic Maps - finding the way in the age of infoglut. Ontopia. <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tao.html>.
- [Swartout and Tate, 1999] Swartout, W. and Tate, A. (1999). Ontologies. In *IEEE Intelligent Systems and their applications*, volume vl 14, n 1. IEEE.