

Tecnologia para Sistemas Inteligentes
Apontamentos para as aulas sobre

Introdução à Representação e Processamento de Ontologias:
Framework O3f

Luís Miguel Botelho

Departamento de Ciências e Tecnologias da Informação
Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa

Abril de 2012

Tecnologias para Sistemas Inteligentes

Apontamentos para as aulas

Índice

1 DOCUMENTAÇÃO O3F 5

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 6

Introdução à Representação e Processamento de Ontologias: *Framework O3f*

Etimologicamente, ontologia (do grego, *ontos+logoi*) significa "conhecimento do ser". Ontologia é a parte da filosofia que trata da natureza do ser, da realidade, da existência dos entes. A noção computacional de ontologia partilha, talvez, o fundamental do seu significado etimológico e do seu objectivo na filosofia, embora tenha algumas diferenças em relação ao significado original da palavra. Em computação, uma ontologia também se ocupa da descrição daquilo que existe num determinado domínio. As ontologias descrevem os indivíduos, as suas propriedades, as classes de indivíduos (conceitos) e as relações entre eles. De acordo com Gruber [Gruber 1993], uma ontologia é uma especificação de uma conceptualização. Isto significa que representações diferentes da mesma conceptualização de um dado domínio (usando linguagens diferentes) são ontologias diferentes. Ao contrário da filosofia, em ciência da computação podem existir várias ontologias: diferentes domínios são descritos por ontologias diferentes; diferentes conceptualizações do mesmo domínio são descritas por ontologias diferentes; e especificações em linguagens diferentes da mesma conceptualização são também ontologias diferentes.

Ontologias são utilizadas em inteligência artificial, web semântica, engenharia de software e arquitetura da informação, como uma forma de representação de conhecimento sobre o mundo ou alguma parte deste.

Existem ontologias de diversos tipos e diferentes perspectivas usadas para agrupar ontologias em classes. Uma distinção muito usual diz respeito à diferença entre ontologia do domínio e ontologia de serviço. Por ontologia do domínio, entende-se a descrição das entidades existentes nesse domínio, das suas propriedades, das classes em que se agrupam e das relações entre si. É a também chamada parte estática do domínio. Por ontologia de serviço entende-se a descrição de um dado serviço, descrição essa que pode incidir que sobre aspectos declarativos do serviço, quer sobre os seus aspectos procedimentais. Uma ontologia de serviço pode descrever aspectos relativos à invocação do serviço, nomeadamente o nome do serviço, os seus parâmetros de entrada e de saída, as pre-condições para que o serviço possa ser prestado, os efeitos produzidos quando o serviço é prestado. Mas a ontologia de serviço pode também descrever o procedimento, isto é, o encadeamento dos passos executados pelo serviço.

Outro tipo de distinção pode ser feita tendo por critério a generalidade e o nível de abstracção dos conceitos descritos. As ontologias que representam conceitos mais gerais são usadas por outras ontologias de nível de abstracção mais baixo, as quais definem os seus conceitos com base nos conceitos mais gerais definidos na ontologia mais geral. Nesta ordem de ideias, a Ontologia de Nível de Topo (e.g., *Upper Ontology*, *Foundation Ontology*, ou *Top-Level Ontology*) seria a ontologia que definiria os conceitos mais gerais partilhados por todos os domínios de aplicação. Qualquer ontologia usaria os conceitos definidos na Ontologia de Nível de Topo para definir os seus conceitos menos gerais. Tem havido diversos esforços para a criação de uma Ontologia de Nível de Topo mas, dado os grandes interesses industriais envolvidos num tal objectivo e as rivalidades entre eles, nunca foi ainda conseguida uma Ontologia de Nível de Topo que se possa considerar um standard. Em vez disso, há instituições que se têm ocupado da concepção de Ontologias de Nível de Topo, mas para domínios mais específicos. É o caso da *Process Specification Language* (PSL) criada pelo *National Institute for Standards and Technology* (NIST).

Numa linha semelhante – manter uma abstracção relativamente alta de modo a preservar a utilidade, mas reduzir muito o domínio a que diz respeito – vários grupos de investigação definem ontologias que descrevem conceitos que podem ser facilmente usados na definição de outros conceitos em outras ontologias. De entre estas, poderíamos exemplificar ontologias que descrevem conceitos temporais (data, hora, operações e relações temporais), conceitos espaciais, conceitos ligados à teoria dos conjuntos, entre outros. Estas poderiam chamar-se ontologias utilitárias.

Em particular, em aplicações de Agentes, as ontologias são descrições de domínios de aplicação que têm por objectivo garantir que os agentes podem comunicar uns com os outros, usando um vocabulário comum. Na sua utilização mais simples, as ontologias são usadas pelas equipas de desenvolvimento de modo que as implementações dos seus agentes façam uso do vocabulário definido na ontologia ou ontologias escolhidas. Em aplicações mais sofisticadas e flexíveis, temos agentes

capazes de traduzir ontologias; agentes capazes de converter expressões de conteúdo de mensagens de comunicação, substituindo as expressões específicas de uma ontologia por expressões correspondentes de outra ontologia; e agentes capazes de aprender dinamicamente ontologias.

Além do trabalho mais centrado na definição de ontologias, existe também muita investigação sobre a representação de ontologias. Esta investigação abarca fundamentalmente dois tópicos: o modelo usado para representar a ontologia (i.e., usam-se classes, atributos e métodos, ou predicados, funções e acções?); e a linguagem de especificação. Por vezes a linguagem, com as suas possibilidades de expressão, assume implicitamente o modelo usado. O Ontolingua foi o enquadramento teórico e computacional mais divulgado e usado na representação de ontologias.

Infelizmente, a grande expressividade do Ontolingua tornou-se também uma das principais causas de dificuldades e consequentes criticismos. Por um lado, a curva de aprendizagem do Ontolingua era dificilmente compatibilizável com a realidade do mundo empresarial; e por outro lado, a elevada expressividade da linguagem de representação tornava-a computacionalmente intratável.

Recentemente, a linguagem OWL (Web Ontology Language), a qual consiste de um conjunto de pequenas alterações da linguagem DAML+OIL (DARPA Agent Modeling Language + Ontology Inference Layer, desenvolvida pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos) tornou-se um standard da representação de ontologias, especialmente no mundo da Web Semântica. A linguagem OWL, suportada pelo W3C (World Wide Web Consortium), é uma linguagem baseada em Lógica de Descrição (*Description Logic*), desenvolvida com a preocupação central de evitar os problemas computacionais do Ontolingua. Embora não seja obrigatório, a sintaxe mais usada nas especificações OWL é a sintaxe XML.

O OWL-S (OWL for Services) é uma linguagem baseada em OWL para a descrição de serviços, i.e., ontologias de serviços.

Apesar de muito divulgada, há duas razões que levaram à decisão de não usar a linguagem OWL na Unidade Curricular “Tecnologias para Sistemas Inteligentes”:

- Uma especificação OWL é muito extensa tornando a sua compreensão e explicação muito difícil, nas aulas da cadeira e mesmo nuns apontamentos com estes;
- O OWL tem uma filosofia de especificação que o afasta muito do UML e, consequentemente, torna-a menos atractiva para quem tem grande familiaridade com o UML.

O UML (Unified Modeling Language) é uma excelente linguagem de descrição de domínios e muitíssimo divulgada em todas as áreas da computação. No entanto, o UML é uma linguagem gráfica pelo que os agentes não a podem usar como linguagem de representação para seu próprio consumo.

Pela razões avançadas, será apresentado o *Framework O3f* e a linguagem correspondente *Co3l*. O *O3f* e a linguagem *Co3l* permitem a modelação quer em termos de classes, objectos, atributos e métodos, quer em termos de relações, funções e acções. Além disso, naquilo que diz respeito à modelação centrada em objectos, a especificação *Co3l* é muito próxima dos diagramas de classes UML, o que permite capitalizar o conhecimento dos alunos desta importante ferramenta de descrição de domínios.

O objectivo fundamental deste capítulo da matéria da unidade curricular TSI, é a definição de ontologias de domínio usando um modelo que permite uma conceptualização centrada em objectos e uma linguagem de especificação compatível com esse modelo. Além de conceptualizações centradas em objectos, a abordagem que se segue permite também conceptualizações centradas em relações, funções e acções. O capítulo exemplifica a especificação de ontologias em diversos domínios.

1 Documentação O3f

O Framework O3f é constituído essencialmente por três aspectos: o modelo de representação de ontologias O3 Model, a linguagem de representação textual de ontologias Co3l, e as ferramentas computacionais de processamento de ontologias. O *O3 Model* define os conceitos em que uma ontologia específica pode ser conceptualizada (e.g., classes, atributos, associações), as propriedades desses conceitos (e.g., as classes têm nome) e as relações entre eles (e.g., cada predicado tem pelo menos um argumento). Além disso estabelece ainda propriedades gerais do modelo, por exemplo a herança, ou a correspondência entre alguns aspectos da modelação por objectos e da modelação funcional, relacional, e de ações.

A linguagem *Co3l* permite representar textualmente qualquer ontologia cuja conceptualização seja compatível com o modelo *O3 Model*. O Co3l é uma linguagem relacional baseada na lógica de predicados de primeira ordem. Apesar das ontologias O3f se poderem expressar textualmente em Co3l, nada obsta a que sejam expressas noutra linguagem qualquer compatível com o modelo.

Finalmente, existem já algumas ferramentas computacionais para o processamento de ontologias e um sítio web do O3f. O editor *O3_edit*, com syntax highlight, ajuda a especificação de ontologias em Co3l, através da verificação dinâmica de erros de sintaxe e muitos de semântica. O UML2O3f é um conversor de diagramas de classes e de objetos UML para O3f. Finalmente, o servidor *O3_server* pode ser usado para armazenar e consultar ontologias. O *O3_server* possui um extractor de ontologias O3f que gera descrições textuais Co3l de ontologias armazenadas no servidor.

Para facilitar a manutenção de documentação coerente sobre todos os aspectos do *Framework O3f*, decidiu-se que haveria sempre apenas uma versão de cada um dos documentos que a compõem. Essas versões são as existentes no site do O3f: <http://dcti.iscte.pt/O3f/>. Por essa razão, este documento contém apenas uma introdução ao assunto. O estudo do O3f e de todos os seus componentes deve recorrer aos outros componentes da sua documentação:

O Diagrama de Classes que descreve o modelo de representação de ontologias *O3 Model* está disponível no componente `O3Model_Class_Diagram.pdf`, acessível através do URL http://dcti.iscte.pt/O3f/model/O3Model_Class_Diagram.pdf.

O modelo O3 Model está descrito no componente `O3_model_description.pdf`, acessível através de http://dcti.iscte.pt/O3f/model/O3_model_description.pdf.

Finalmente, a linguagem de representação de ontologias Co3l está descrita no componente `Co3l_description.pdf` desta documentação, acessível em http://dcti.iscte.pt/O3f/language/Co3l_description.pdf.

2 Referências Bibliográficas

[Gruber 1993] Gruber, T. R. 1993. "A translation approach to portable Ontologies". *Knowledge Acquisition*, 5(2):199-220, 1993

[Ramos e Botelho 2003] Ramos, P.; and Botelho, L.M. 2003. "Co3l: Compact O3f Language". Proc. of the Workshop "Ontologies in Agent Systems" of the Autonomous Agents and Multi Agent Systems Conference (AAMAS 2003)