

# Uma semântica em OWL para o Domínio de Planejamento de Rastreo de Satélite

**RIBEIRO, E. A.**

Mestre em Engenharia e Tecnologia Espaciais

Aluno de Doutorado do curso de Engenharia em Tecnologia Espaciais - ETE<sup>1</sup>

ea.ribeiru@gmail.com

**CARRETERO, Miguel A.**

Mestre em Engenharia e Tecnologia Espaciais

Engenharia e Tecnologias Espaciais - Desenvolvimento de Sistemas de Solo - ETE/DSS<sup>1</sup>

miguel.carretero@inpe.br

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, SP, Brasil

**Resumo.** O controle do satélite é feito por planejamento na forma de rotina de operação chamado de Plano de Operação de Voo (POV). A geração do POV é feita a partir de bases de conhecimentos representados em Planning Domain Description Language (PDDL), que serve de base para o planejador (software) criar o plano automático. Este trabalho tem como objetivo apresentar um processo de conversão da base de conhecimento em PDDL para satélite em uma representação OWL (Web Ontology Language).

**Palavras-chave:** Controle de Satélites, Plano de Voo, Planejamento, Ontologia, Inteligência Artificial.

## 1. Introdução

O controle do satélite é feito por planejamento gerado para cada satélite sob a forma de um *script* de rotina de operação chamado de Plano de Operação de Voo (POV). A automação ajuda a diminuir riscos e custos da missão ao controlar interações de rotina da missão, além de reduzir o esforço necessário operacional e de eliminar falhas humanas (KOLLER, *et al.*, 2010).

O planejador, software de automação, utiliza de bases de conhecimento, representadas por PDDL (WIKIPEDIA, 2014) (CARDOSO, 2006). A PDDL é reconhecida como uma linguagem padrão de planejamento, capaz de modelar problemas de planejamento para operação de satélite. A descrição do problema de planejamento pode ser representada em instâncias por meio de classes de programação orientada a objeto ou em OWL (Ontology Web Language) (W3C, 2012).

## 2. Metodologia

A partir de uma representação de domínio em PDDL (Figura 1) que consiste da descrição de todos os elementos que são necessários para modelar o comportamento do domínio de controle e rastreo de satélite (CARDOSO, 2006), foi aplicado um processo de tradução para OWL.

```
(define (domain satellite)
  (:requirements :strips :equality :typing :fluents :durative-actions)
  (:types satellite direction instrument mode)
  (:predicates
    (on_board ?i - instrument ?s - satellite)
    (supports ?i - instrument ?m - mode)
    (pointing ?s - satellite ?d - direction)
    (power_avail ?s - satellite)
    (power_on ?i - instrument)
    (have_image ?d - direction ?m - mode) )
```

Figura 1 - PDDL de um domínio de satélite

Fonte: adaptada de Cardoso (2006, p. 67)

Com o conjunto de descrições do domínio e descrições de problemas em PDDL, podemos traduzir estes conjuntos em OWL por meio de algoritmos de tradução ou por ferramentas específicas para criação e edição de ontologias para bases de conhecimentos.

Para a tradução da PDDL para OWL neste trabalho foi usada a ferramenta Protégé (KNUBLAUCH, *et al.*, 2004), software de domínio público que é um editor de ontologias em OWL.

A ferramenta, dentre outros recursos, gera um arquivo para processamento de conteúdo semântico da informação, mostrado na Figura 2.

<pre> &lt;pddl:Domain rdf:ID="satellite"&gt;   &lt;pddl:requirements&gt;     &lt;pddl:Require-key_bag rdf:ID="Reqk_bag1"&gt;       &lt;rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf- syntax-ns#Bag"/&gt;       &lt;rdf:_1&gt;:strips&lt;/rdf:_1&gt;       &lt;rdf:_2&gt;:equality&lt;/rdf:_2&gt;       &lt;rdf:_3&gt;:typing&lt;/rdf:_3&gt;       &lt;rdf:_4&gt;:fluents&lt;/rdf:_4&gt;       &lt;rdf:_5&gt;:durative-actions&lt;/rdf:_5&gt;     &lt;/pddl:Require-key_bag&gt;   &lt;/pddl:requirements&gt;  &lt;pddl:Predicate_bag rdf:ID="Pre_bag1"&gt;   &lt;rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf- syntax-ns#Bag"/&gt;   &lt;rdf:_1&gt;     &lt;pddl:Predicate rdf:ID="on_board"&gt; </pre>	<pre> &lt;drs:declaration&gt;   &lt;drs:Predicate_skeleton rdf:ID="AtomF1"&gt;     &lt;rdf:subj&gt;       &lt;drs:Var rdf:ID="in1" name="i"&gt;         &lt;drs:type rdf:resource="#instrument"/&gt;       &lt;/drs:Var&gt;     &lt;/rdf:subj&gt;     &lt;rdf:pred rdf:resource="#on_board"/&gt;     &lt;rdf:obj&gt;       &lt;drs:Var rdf:ID="sa2" name="s"&gt;         &lt;drs:type rdf:resource="#satellite"/&gt;       &lt;/drs:Var&gt;     &lt;/rdf:obj&gt;   &lt;/drs:Predicate_skeleton&gt; &lt;/drs:declaration&gt; &lt;/pddl:Predicate&gt; </pre>
--	--

Figura 2 - OWL de domínio PDDL

### 3. Discussão

O uso da Protégé demonstrou que a tradução entre um domínio descrito em PDDL para OWL é possível, mas com grande dependência de conhecimento da ferramenta e dos padrões PDDL e OWL. Um mecanismo mais simples, rápido e confiável seria o desenvolvimento de um software com os algoritmos de tradução entre os dois padrões, PDDL e OWL, facilitando a tradução de um grande volume de domínios escritos em PDDL.

### 4. Conclusão

Com a tradução para OWL o desenvolvimento de novos softwares para planejamento terá agregado uma tecnologia importante para a implementação de uma semântica que poderá ser distribuída pela Web. Consequentemente, pode ser considerada uma evolução para o processamento de conteúdo semântico da informação no domínio de planejamento de rastreamento de satélite.

### Referências

- CARDOSO, L. S. **Aplicação da tecnologia de agentes de planejamento em operações de satélites**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos. 2006.
- KNUBLAUCH, H.; FEGERSON, R. W.; NOY, N. F. et al. **The Protégé OWL Plugin: An Open Development Environment for Semantic Web Applications**. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, 2004. 243 p.
- KOLLER, M.; REGGESTAD, V.; ADAMSON, K. et al. ESOC earth observation missions and the automation of operational routine tasks. In: 11 th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPACE OPERATIONS. Huntsville - AL, EUA. **Anais**. [s.n.], 2010.
- W3C. OWL Web Ontology Language. **W3C Recommendation 10 February 2004**, 12 nov. 2012. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/owl-guide/>>. Acesso em: 01 jul. 2014.
- WIKIPEDIA. Planning Domain Definition Language, 01 maio 2014. Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Planning\\_Domain\\_Definition\\_Language](http://en.wikipedia.org/wiki/Planning_Domain_Definition_Language)>. Acesso em: 2014 jul. 2014.