# PLANEJAMENTO HIERÁRQUICO ABDUTIVO NO CÁLCULO DE EVENTOS
# UMA PROPOSTA

Edward M. I. Iamamoto
emii@ime.usp.br

## RESUMO

Esta proposta de trabalho inicia os estudos desenvolvidos na disciplina Tópicos de Computação (MAC 5701) do segundo semestre de 2002 do Departamento de Ciência da Computação do IME-USP. Aqui, apresentamos os tópicos que devemos pesquisar e estudar durante esse mesmo semestre. Tais tópicos relacionam-se a análise de um futuro planejador hierárquico abdutivo no cálculo de eventos, tema de dissertação de mestrado do autor.

## 1. INTRODUÇÃO

Planejamento é uma das áreas mais antigas em Inteligência Artificial. Basicamente, criar agentes envolve o problema de dar a estes a capacidade de planejar sobre as ações que devem ser executadas para alcançar um dado objetivo.

Basicamente, um planejador recebe uma descrição de um estado inicial, um estado meta e uma descrição de domínio de aplicação, ou seja, uma descrição de ações que podem ser definidas através de suas pré-condições e seus efeitos sobre uma descrição de estado do mundo. O estado do mundo, incluindo o estado inicial e estado meta, pode ser caraterizado por um conjunto de fluentes que são as propriedades abstraídas de um mundo real ou artificial que podem mudar com a execução das ações. Desta forma, dado um estado inicial, um estado meta e um conjunto de ações, um agente planejador deve ser capaz de encontrar um plano, sequência de ações, que, quando executadas a partir do estado inicial, atinja o estado meta.

Atualmente, muitos trabalhos e implementações eficientes de planejadores baseados em lógica têm surgido, apesar da abordagem lógica ter sido considerada ineficiente por um longo periodo de tempo. Um exemplo de trabalho nessa linha é a dissertação de mestrado (IME-USP) entitulada Planejamento Abdutivo no Cálculo de Eventos [Pereira,2002], no qual foi desenvolvido um planejador lógico utilizando o raciocínio abdutivo no cálculo de eventos. Um dos objetivos dessa proposta é estudar como o planejador abdutivo pode ser extendido para trabalhar com planejamento hierárquico, que será definido a seguir.

## 2. CÁLCULO DE SITUAÇÕES E CÁLCULO DE EVENTOS COM ABDUÇÃO COMO PLANEJAMENTO

A melhor ferramenta, senão a única, para explicar e entender um comportamento inteligente ou um raciocínio correto é a lógica formal, pois essa proporciona um meio científico sólido para especificar e analisar um agente inteligente. Existem vários formalismos baseados em lógica formal para descrição e raciocício de ações, dentre os quais destacamos o cálculo de situações e o cálculo de eventos.

O cálculo de situações é uma forma de descrever ações e mudanças do mundo em lógica de primeira ordem. Nele, o mundo consiste de uma seqüência de situações, onde uma situação é uma descrição de estado do mundo dada por um conjunto de fluentes. Cada situação é gerada por alguma ação. Dessa forma, uma situação é o resultado da execução de uma seqüência de ações a partir de uma situação inicial. Tal seqüência de ações pode ser vista como um plano totalmente ordenado. Daí, planejar é como deduzir uma situação objetivo a partir da situação inicial e das ações disponíveis.

Enquanto o cálculo de situações foca em situações, o cálculo de eventos enfatiza os eventos ou ações. Além disso, no cálculo de eventos fluentes (partes de descrições de um estado) são verdadeiros em dados instantes de tempo e não em situações do mundo (descrição completa de um determinado estado do mundo).

Através do cálculo de eventos, o planejamento pode ser visto como uma tarefa abdutiva [Shanahan,2000], a saber:

> *Sejam B uma meta de planejamento e A→B uma lei causal, onde A é uma ação do domínio de planejamento e B os seus efeitos; então a explicação abdutiva {A} representa um plano para atingir B.*

Em [Pereira, 2002] foi desenvolvido um planejador abdutivo para o cálculo de eventos. Nesse trabalho, mostrou-se que diferentes algoritmos de planejamento podem ser implementados como planejamento abdutivo, entre eles foram implementados três algoritmos conhecidos da literatura: planejamento de ordem parcial, sistemático e redundante. Dentre as propostas de trabalhos futuros, tem-se a implementação de planejamento hierárquico com abdução.

## 3. Planejamento hierárquico

Quando um domínio é simples, isto é, com poucas ações e poucos fluentes, o espaço de planos com o qual o planejador tem que lidar é pequeno. Entretanto, quando os domínios se aproximam do mundo real, muitos fluentes e muitas ações, o espaço de planos aumenta de forma exponencial. O planejamento hierárquico [Gabaldon, 2001] lida com esse problema trabalhando com uma hierarquia de ações. Em lugar de trabalhar apenas com ações primitivas, trabalha planejando sobre ações complexas ou compostas. Tais ações complexas, por sua vez, são planos compostos por ações primitivas ou por ações complexas de nível mais baixo. Em tal abordagem, o planejador deve criar planos para cada nível da hierarquia, mas como o número de ações se mantêm reduzido em cada nível, o espaço de planos de cada nível pode ser reduzido. Esta é a idéia básica de planejamento hierárquico: gerar planos envolvendo ações compostas (de maior nível de abstração).

A proposta desse trabalho é:

- Representar ações compostas no cálculo de eventos;
- Estender o planejador abdutivo com métodos de planejamento hierárquico.

## 4. Cronograma de estudo ou planejamento de estudo

Este trabalho envolverá as seguintes etapas:

1. Levantamento bibliográfico de trabalhos relacionados ao cálculo de eventos, planejamento abdutivo e planejamento hierárquico.

2. Compreender como estender o plane-jamento abdutivo para tratar planejamento hierárquico.

3. Utilizar a linguagem GOLOG [Reiter, 2000] [Levesque, 1997] para implementar um controle de robô e integrá-lo ao planejador hierárquico.

## 5. Referências

[Gabaldon, 2001] Gabaldon, Alfredo. Programming Hierarchical Task Network in Situation Calculus. Department of computer Science - University of Toronto, 2001.

[Levesque, 1997] Levesque, Hector J. et al. – A Logic Programming Language for dinamic Domains, 1997.

[Pereira, 2002] Pereira, Sílvio do Lago. Planejamento Abdutivo no Cálculo de Eventos. Departamento de ciência da Computação – Instituto de Matemática e Estatística – Universidade de São Paulo. 2002

[Reiter, 2000] Reiter, Raimond. Knowledge in Action: Logical Foundations for Describing and Implementing Dynamical Systems, 2000.

[Shanahan, 2000] Shanahan, M. P. An Abductive Event Calculus Planner, The Journal of Logic Programming, 44:207-239, 2000.