

2. Análise do Mundo dos Blocos de Tamanho Variável em Lógica de Primeira Ordem (Prolog)

Para superar as limitações do modelo clássico STRIPS, que se mostrou inadequado para lidar com as dimensões físicas dos blocos, uma abordagem baseada em lógica de primeira ordem, comumente implementada em Prolog, é empregada. Este modelo estendido transforma a representação abstrata de relações em um sistema que lida explicitamente com propriedades físicas e restrições espaciais.

2.1 A Representação de Conhecimento em Prolog

O cerne da solução em Prolog é a criação de uma base de conhecimento rica e detalhada, que substitui os predicados simples do STRIPS por uma representação mais expressiva:

- **Propriedades Físicas dos Blocos:** As dimensões dos blocos são codificadas como fatos estáticos na base de conhecimento. Um predicado como `size(Block, Width)` permite associar uma largura a cada bloco, por exemplo, `size(c, 2)` ou `size(a, 1)`. Essa informação é fundamental para as regras de estabilidade.
- **Ambiente Discretizado:** O espaço da mesa é modelado como uma grade unidimensional de "slots" ou coordenadas. Essa representação, como `table_slot(N)`, permite quantificar o espaço disponível e ocupado, resolvendo o problema de abstração espacial do STRIPS.
- **Predicado de Posição Unificado:** A relação de posição é generalizada com um predicado como `pos(Block, Location)`. Esse predicado pode representar um bloco na mesa, indicando seu ponto de partida (`pos(c, table(0))`), ou um bloco sobre outro (`pos(d, on(c))`). Essa unificação é crucial para a consistência do modelo.

2.2 Dinâmica e Operadores de Planejamento

No modelo em Prolog, o estado do mundo é definido de forma minimalista, com

apenas a localização (pos/2) e a clareza (clear/1) dos blocos. A inteligência do sistema reside nas regras (operadores de planejamento) que inferem dinamicamente o conhecimento necessário e impõem restrições de movimento:

- **Conhecimento Derivado:** Informações como a ocupação de slots (busy_slots/3) ou a posição absoluta de um bloco são calculadas por predicados auxiliares, não sendo armazenadas diretamente no estado. Isso mantém a representação de estado compacta e eficiente.

- **Pré-condições e Efeitos Refinados:** O operador move é redefinido para incluir pré-condições que garantem a validade física e espacial dos movimentos. As pré-condições mais importantes são:

- **Acessibilidade do Alvo:** O destino (Z) deve estar livre (ex: clear(Z)) para receber um bloco.

- **Estabilidade:** Se o destino for um bloco, a largura do bloco móvel deve ser igual ou menor que a largura do bloco de apoio ($\text{size}(X) \leq \text{size}(Z)$). Isso evita pilhas instáveis.

- **Ocupação Espacial:** Se o destino for a mesa, a área necessária para o bloco, determinada por sua largura, deve estar completamente livre de outros blocos.

2.3 Vantagens da Abordagem em Prolog

Esta abordagem em Prolog se destaca por várias razões:

- **Rigor Físico:** Garante que o planejador só considere ações que são fisicamente possíveis, podando o espaço de busca e tornando o planejamento mais eficiente.

- **Expressividade:** Permite descrever o problema de forma clara e declarativa, facilitando a adição de novas regras ou restrições.

- **Extensibilidade:** O modelo é uma base robusta para a inclusão de funcionalidades mais avançadas, como raciocínio sobre estabilidade, limites de peso ou até mesmo considerações de planejamento em 3D.

Em resumo, o modelo em Prolog estende a simplicidade do STRIPS, integrando o raciocínio físico no processo de planejamento, o que é essencial para resolver o problema complexo do mundo dos blocos de tamanho variável.