

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

CTC15 AULA 4A

Sumário

- ◇ Grafos no Espaço de Estados
- ◇ Espaços de Estados e Busca
- ◇ Sense/Plan/Act
- ◇ Buscas Aproximadas

O Espaço de Estados

O problema fundamental em IA é: como achar uma trajetória no espaço de estados que me leve a um objetivo?

Vimos algoritmos de busca baseados em:

- Descrição do estado.
- Função sucessor.
- teste de objetivo.

Observe que a aplicação da função sucessor corresponde a uma regra de produção do tipo:

Se Estado(x) então executo ação para atingir Estado(y).

Grafos no Espaço de Estados

- ◇ Representação mais geral do que árvores de busca.
- ◇ Um nó = Um estado.
- ◇ Rótulos das ligações = ações que produzem a sucessão de estados.

Achar uma solução equivale a achar um caminho do nó inicial a um nó objetivo (possivelmente usando uma variação dos algoritmos de busca que estudamos).

Um caminho equivale a uma sequência de aplicações da função Sucessor.

Um sequência de aplicações da função Sucessor equivale a uma sequência de regras de produção.

Exemplo: problema dos três blocos.

Sense/Plan/Act

Observe o que ocorre num processo de busca:

- Observa-se um estado inicial (**Sense**)
- Define-se uma trajetória até o estado final (**Plan**)
- Executam-se as ações correspondentes (**Act**)

Sense/Plan/Act: Problemas

Problemas dos métodos de busca:

- ◇ Percepção do ambiente (pelo agente) pode ser insuficiente para fornecer informação completa sobre os estados. Situação de ambiguidade é conhecida como *perceptual aliasing*.
- ◇ Ações podem não ter efeitos modelados corretamente.
- ◇ Podem existir processos físicos no ambiente (ou presença de outros agentes - como nos jogos) que modificam os estados do problema de modo não-previsível. ◇ O agente pode ter que agir antes de completar seu plano de ação.
- ◇ Mesmo que o agente tenha tempo, é possível que os recursos computacionais não sejam suficientes.

Sense/Plan/Act: Soluções

- ◇ Uso métodos probabilísticos para modelar as incertezas.
- ◇ Uso aproximações na esperança de que as perturbações não perturbem tanto.

Métodos Probabilísticos

Para ações com efeitos não-modelados: Assumo que, a partir de um estado e ação, posso determinar o próximo estado, com uma dada probabilidade. Achar ações apropriadas neste caso corresponde a resolver um Processo Decisório de Markov (MDP). Teoria bem desenvolvida (Controle Ótimo, Teoria de Autômatos).

Para estados não totalmente observáveis: assumo que exista pelo menos uma distribuição de probabilidade para o estado atual. Teoria de Processos de Markov parcialmente observáveis, razoavelmente desenvolvida.

Aproximações

Idéia básica: usar um CICLO Sense/Plan/Act: mesmo que uma ação ocasionalmente produza efeito inesperado e estados não possam ser determinados com precisão, minimizo a chance de ocorrer um problema através do monitoramento constante do estado do sistema:

1. Observa-se o estado (**Sense**)
2. Define-se uma trajetória até o estado final (**Plan**)
3. Executam-se a primeira ação correspondente (**Act**)
4. Volto ao passo 1

Arquitetura Sense/Plan/Act: Ilustração.

Busca Aproximada

Por quê produzir planos (buscas) completos? Exigência de otimalidade não se aplica ao mundo real.

Exemplo: A^* pode usar uma heurística não-admissível (caminho sub-ótimo) ou simplesmente parar antes de atingir o estado-objetivo (chegar “quase lá” pode ser suficiente).

Busca descontinuada é um tipo de algoritmo que pode ser interrompido a qualquer momento (algoritmo **anytime**).

Veremos a seguir algumas técnicas para implementar busca aproximada.

Busca por Ilha

Conhecimento heurístico é usado para estabelecer sequência de “nós-ilha” sobre os quais suspeita-se que existam caminhos adequados.

Exemplo: rotas de planejamento envolvendo terrenos acidentados: passagens sobre montanhas, túneis, etc.

Sejam:

s_0 , estado inicial, s_1, s_2, s_k sequência de ilhas.

Algoritmo:

- Ciclo Sense/Plan/Act para estado inicial s_0 e estado final s_1 .
- Ciclo Sense/Plan/Act para estado inicial s_1 e estado final s_2 .
- Ciclo Sense/Plan/Act para estado inicial s_2 e estado final s_3 .
- ...

Ilustração.

Busca Hierárquica

Semelhante à busca por ilha, mas sem identificação explícita das ilhas.

Macro-operadores atuam num espaço (implícito) de ilhas.

Inicialmente, tento achar uma sequência de macro-operadores que me levem do estado inicial ao estado final (busca em meta-nível).

Cada macro-operador define um ponto final no espaço subjacente (ou seja, no espaço real).

Defino a seguir um novo meta-nível, e reinicio o processo.

Ilustração, exemplo.

Macro-operadores às vezes são chamados de opções.