

Resumo

Inteligência Artificial Russel e Norvig Capítulos 3,4 e 5

Prof. MsC Ly Freitas-UEG

Resolução de problemas por meio de busca

Como um agente busca de seqüência de ações para alcançar seus objetivos.

Agentes baseados em objetivos denominados Agentes de Resolução de Problemas.

Algoritmos de busca de uso geral podem ser usados. Especificamente o **sem informações** (cegos) no sentido que não recebem nenhuma informação sobre o problema, além de sua definição.

Os agentes inteligentes devem maximizar sua medida de desempenho.

A **formulação de objetivos**, baseado na situação atual e n medida de desempenho do agente, é o primeiro passo para a resolução de problemas.

Objetivo é o conjunto de estados ao qual o alcança.

A **formulação de problema** é o processo de decidir que ações e estados devem ser considerados.

Busca é o processo de procurar tal seqüência de ações possíveis.

Um problema pode ser definido formalmente por quatro componentes:

- **Estado inicial** e seus **sucessores** o que definem espaço de estado.
- **Teste de objetivo** que determina se o estado é o estado objetivo.
- **Custo de caminho** que atribui um custo numérico a cada caminho que reflita sua própria medida de desempenho.

A **árvore de busca** é uma das técnicas mais utilizadas, sendo denominada expansão o sucessor gerando novos estados de terminado sua profundidade. A raiz da árvore é denominada nó de busca.

A medição de desempenho pode ser avaliada baseada nos seguintes aspectos:

1. **Completeza**: o algoritmo oferece a garantia de encontrar uma solução.
2. **Otimização**: a estratégia utilizada pode encontrar uma solução ótima.
3. **Complexidade de tempo**: Quanto tempo ela ela para encontrar a solução.
4. **Complexidade de espaço**: Quanta memória é utilizada para executar a busca.

O **Custo total** é a soma do custo de busca (complexidade de tempo) e o custo de caminho da solução encontrada.

Estratégias da busca cega:

- Busca em extensão: É a estratégia de expansão sucessiva a partir da raiz.
- Busca de custo uniforme: Expande o nó com o caminho de custo mais baixo somente.
- Busca em profundidade: Sempre expande o nó mais profundo da borda autl da árvore.
- Busca com retrocesso: Variante da busca em profundidade, somente memorizando o nó sucessor,
- Busca em profundidade limitada: Outra variante da em profundidade, mas com um limite pré-determinado de profundidade.
- Busca de aprofundamento iterativo em profundidade: Estratégia geral usada com freqüência em combinação com a busca em profundidade que encontra o melhor limite de profundidade.
- Busca bidirecional: Execução de duas buascas simultâneas, uma a direita e outra a esquerda.

Comparação entre as estratégias de busca cega:

Critério	Em extensão	Custo uniforme	Em profundidade	Em profundidade limitada	Aprofundamento iterativo	Bidirecional (se aplicável)
Completa?	Sim ^a	Sim ^{a,b}	Não	Não	Sim ^a	Sim ^{a,d}
Tempo	$O(b^{d+1})$	$O(b^{\lceil C^*/\epsilon \rceil})$	$O(b^m)$	$O(B^l)$	$O(b^d)$	$O(b^{d/2})$
Espaço	$O(b^{d+1})$	$O(b^{\lceil C^*/\epsilon \rceil})$	$O(bm)$	$O(bl)$	$O(bd)$	$O(b^{d/2})$
Ótima?	Sim ^c	Sim	Não	Não	Sim ^c	Sim ^{c,d}

Figura 3.17 Avaliação de estratégias de busca. b é o fator de ramificação; d é a profundidade da solução mais rasa; m é a profundidade máxima da árvore de busca; l é o limite de profundidade. As anotações sobrescritas são: ^a completa se b é finito; ^b completa se o custo do passo é $\geq \epsilon$ para positivo ϵ ; ^c ótima se os custos dos passos são todos idênticos; ^d se ambos os sentidos utilizam busca em extensão.

Busca com informações parciais:

- Sem sensores: Sem estado inicial
- Problemas de Contingencia: os sensores captam informações, mesmo após o agente inicia as operações.
- Problemas de exploração: Quando estados e ações são desconhecidos de devem ser descobertos pelo agente.

Busca com informação e exploração

Como as informações sobre o espaço de estados podem evitar que os algoritmos se percam.

Os algoritmos sem informações podem encontrar soluções para problemas gerando sistematicamente novos estados e testando-os por comparação com o objetivo. Essas estratégias são ineficientes na maioria dos casos. Algoritmos com informações utilizam o conhecimento específico do problema tornando-os por demais eficientes.

Busca local – algoritmos que executam unicamente a busca em um espaço de estados, avaliando e modificando um ou mais estados correntes, em vez de explorar de forma sistemática caminhos a partir do estado inicial sendo o custo do caminho irrelevante, e tudo o que importa o próprio estado solução. Inspira-se na física estatística (**temperatura simulada**) e pela biologia evolucionária (**algoritmos genéticos**).

Busca on-line – O agente se defronta com um espaço de estados completamente desconhecido.

Estratégias de busca com informação (heurística)

Na **busca pela melhor escolha** o nó é selecionado para expansão com base em uma **função de avaliação** tendo como estrutura geral a busca por meio de uma fila de prioridades que manterá a borda em ordem ascendente de valores de avaliação.

Um componente fundamental desse algoritmo é a **função heurística** que é definida como o custo estimado do caminho mais econômico do nó até um nó objetivo.

A **busca gulosa pela melhor escolha** tenta expandir o nó mais próximo a meta, na suposição de que isso provavelmente levará a uma solução rápida. Tal situação pode ser observada na heurística de **distância em linha reta**.

Busca A*: minimizando o custo total estimado da solução

A forma mais amplamente conhecida de busca pela melhor escolha é a **Busca A***. Ele avalia nós combinando o custo para alcançar cada nó e o custo para ir do nó até o objetivo

A análise do caráter ótimo de A* é direta e será ótima se for uma **heurística admissível**, isto é, desde que nunca superestime o custo para alcançar o objetivo. Um exemplo de heurística admissível é a distância em linha reta, ou seja, seja imagine um curso menor que a realidade.

Busca heurística limitada pela memória

O caminho mais simples para reduzir requisitos de memória de A* é adaptar a ideia de aprofundamento iterativo ao contexto de busca heurística, resultando no algoritmo A* de aprofundamento iterativo - AIA*.

BRPM – busca recursiva pela melhor: algoritmo recursivo que tenta limitar a operação de busca pela melhor escolha. BRPM é um pouco mais eficiente que AIA*, mas retém todas as informações em memória.

LMA* - A* limitado pela memória e LMSA* - LMA* Simplificado: sensatez em utilizar a memória, descartando o pior nó de folha mais antiga.

Aprendizagem para fazer buscas melhores

Um agente poderia aprender como fazer uma busca melhor, baseado no método **espaço de meta-estados**. Cada estado em um espaço de meta-estado captura o estado interno de um programa que está fazendo a busca em um espaço de estados de nível objeto.,

Busca de tempera simulada

Combinação entre a subida de encosta com um percurso aleatório que resulte de algum modo em eficiência e completeza.

Busca em feixe local

Mantém o controle de vários estados, em vez de somente um no tocante a limitação de memória.

Algoritmo genético

Variante de busca em feixe, na qual os estados sucessores são gerados pela combinação de dois estados pais, em vez de serem gerados pela modificação de um único estado. Iniciam com um conjunto de estados gerados aleatoriamente, denominado **população**. Cada estado ou **indivíduo** é representado como uma cadeia sobre um alfabeto finito. Cada estado é avaliado pela função de avaliação ou **função de fitness**.

Dois pares escolhidos aleatoriamente são selecionados para reprodução. Para a cada par a ser cruzado é escolhido ao acaso um ponto de **crossover** dentre as posições da cadeia., finalmente cada posição está sujeita a uma **mutação**.

Buscas on-line

Buscas off-line calculam uma solução completa antes de entrar no mundo real e depois executam a solução sem recorrer a suas percepções. Buscas on-line opera pela intercalação de computação e ação: primeiro executa a ação, depois observa o ambiente e calcula a próxima ação.

A busca on-line é uma idéia necessária para um problema de exploração, em que os estados e as ações são desconhecidos.

Problema de satisfação de restrições

Tratamento de estados como algo mais que apenas pequenas caixas-pretas nos leva a criação de uma ampla variedade de novos e poderosos métodos de busca.

Problemas de satisfação de restrições cujos os estados e teste de objetivo obedecem a uma representação padrão, estrutura e muito simples. Isto nos leva a métodos para decomposição do problema e para uma compreensão da conexão íntima entre a estrutura de um problema e a dificuldade em resolvê-lo.

Busca com retrocesso

Indica uma busca em profundidade que escolhe valores para uma variável de cada vez e que efetua o retrocesso quando uma variável não tem valores válidos restantes a serem atribuídos.