

Inteligência Artificial

Algoritmos de Busca Local e Problemas de Otimização

1

Classe de problemas de interesse

- Em vários problemas a própria descrição de estado contém toda informação relevante para a solução e o caminho ao estado-objetivo não interessa:
 - Ex: problema das 8 rainhas, projeto de circuitos integrados, escalonamento, problemas de roteamento, de otimização de redes de telecomunicação, etc.
 - **problemas de otimização**
- **Buscas Locais** (ou de melhorias iterativas) operam num único estado e movem-se para a vizinhança deste estado.

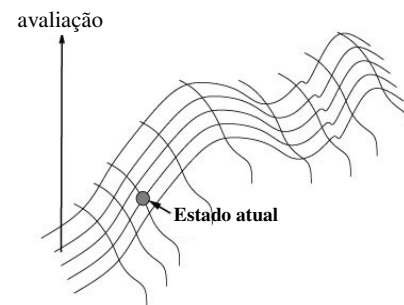
2

Busca Local

- A idéia é começar com o **estado inicial** (configuração completa, solução aceitável), e melhorá-lo iterativamente.
- Visualização:
 - Os estados (= solução) estão representados sobre uma **superfície** (gráfico);
 - A **altura** de qualquer ponto na superfície corresponde à **função de avaliação** do estado naquele ponto;
 - O algoritmo se "**move**" pela superfície em **busca de pontos mais altos** (melhor avaliação do estado);
 - O ponto mais alto (**máximo global**) corresponde à **solução ótima**.

3

Exemplo de Espaço de Estados



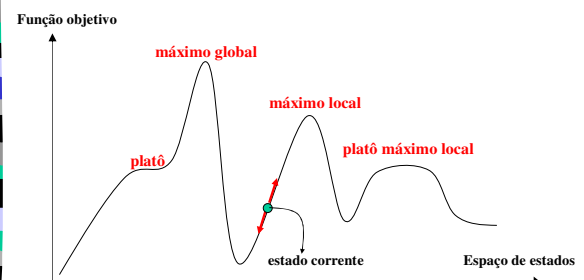
4

Busca Local

- Esses algoritmos armazenam apenas o estado atual (baixo uso de memória), e não vêem além dos vizinhos imediatos do estado.
- Apesar destas restrições, muitas vezes são os melhores métodos para tratar problemas reais muito complexos (espaço contínuo).

5

Espaço de estados unidimensional



6

Tipos de Busca local

- **Hill-Climbing: Subida pela Encosta mais Íngreme** ou Busca Local Gulosa
 - só faz modificações que melhoram o estado atual.
- **Simulated Annealing: Têmpera Simulada**
 - pode fazer modificações que pioram o estado no momento, para possivelmente melhorá-lo no futuro.
- **Local beam search: Busca em feixe local**
 - Mantém k estados em vez de um único.
- **Algoritmos genéticos (GA) – será visto em seminário**
 - É uma busca **subida pela encosta**, estocástica, na qual uma grande população de estados é mantida e novos estados são gerados por mutação ou cruzamento.

7

Subida da Encosta

- O algoritmo **não** mantém uma árvore de busca:
 - guarda apenas o estado atual e sua avaliação
 - É simplesmente um ciclo que move o estado (solução) na direção **crescente** da função de avaliação (*muda o estado para o melhor vizinho*).
- Isso pode acarretar 3 tipos de problemas:
 1. Máximos locais
 2. Planícies (platôs)
 3. Encostas e picos: somente poucos vizinhos podem melhorar a solução (difícil de encontrá-los)



Subida da Encosta

- Nestes casos, o algoritmo chega a um ponto de onde não faz mais progresso.
- **Solução: reinício aleatório (random restart)**
 - O algoritmo realiza uma série de buscas a partir de estados iniciais gerados aleatoriamente.
 - Cada busca é executada
 - até que um número máximo estipulado de iterações seja atingido, ou
 - até que os resultados encontrados não apresentem melhora significativa.
 - O algoritmo escolhe o melhor resultado obtido com as diferentes buscas (diferentes reinícios).

9

Têmpera Simulada

- Este algoritmo é semelhante à Subida da Encosta, porém oferece meios para escapar de máximos locais.

$Next \leftarrow$ um sucessor aleatório de $Current$

$\Delta E \leftarrow \text{valor}[Next] - \text{valor}[Current]$

Se $\Delta E > 0$ então $Current \leftarrow Next$

Senão $Current \leftarrow Next$ com probabilidade $e^{\Delta E/T}$

T: "temperatura", que abaixa com o tempo de execução (com o tempo, fica igual ao Subida da Encosta).

Assim, no início, movimentos "ruins" ocorrem com maior frequência. Apesar de aumentar o tempo de busca, essa estratégia consegue escapar melhor dos máximos locais.



10

Busca em Feixe Local

- Começa com k estados gerados aleatoriamente.
- Em cada passo, são gerados todos os sucessores de todos os k estados.
- Se um dos sucessores for o objetivo, o algoritmo pára; caso contrário, escolhe os k melhores sucessores a partir da lista **completa**.
 - Note que isso NÃO corresponde à execução de k reinícios aleatórios em paralelo da busca local subida da encosta (random start)!
 - Note que sempre somente k estados são considerados como estados atuais na busca.

11