

Inteligência Artificial

Aula 9
Profª Bianca Zadrozny
<http://www.ic.uff.br/~bianca/ia>

Aula 9 - 15/04/09

Busca Competitiva

Capítulo 6 – Russell & Norvig
Seção 6.3 e 6.4

Aula 9 - 15/04/09

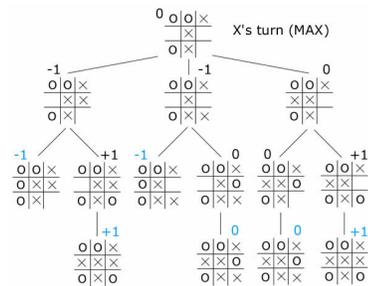
Revisão – Busca Competitiva

- Problemas de busca competitiva = jogos
 - 2 jogadores de revezando
 - Soma zero: a vitória de um jogador significa a derrota do outro.
 - Ambientes determinísticos totalmente observáveis.
 - Exemplos: jogo-da-velha, damas, xadrez, Go
- Soluções: Algoritmo Minimax e Poda Alfa-Beta
- Exemplo: Jogo da Velha começando no estado abaixo (sendo a vez do X)

O	O	X
	X	
O	X	

Aula 9 - 15/04/09

Exemplo



Aula 9 - 15/04/09

Decisões imperfeitas em tempo real

- Minimax gera o espaço de busca todo.
- Poda α - β ainda tem que chegar até os estados terminais.



São muito ineficientes para jogos com muitos passos até os estados terminais isto é, quase todos os jogos interessantes!

Aula 9 - 15/04/09

Decisões imperfeitas em tempo real

- Sugestão (Shannon, 1950):
 - substituir a função utilidade por uma **função de avaliação heurística** e substituir o teste de término por um teste de **corde**.
 - Função de avaliação retorna uma **estimativa** da utilidade esperada do jogo a partir de uma dada posição.
 - isto é, nós não terminais se transformam em nós terminais para minimax ou poda α - β .

Aula 9 - 15/04/09

Decisões imperfeitas em tempo real

- **Função de avaliação heurística**
 - Deve ordenar nós-terminais da mesma forma que a função utilidade;
 - A computação deve ser rápida;
 - Em estados não-terminais a função de avaliação deve estar relacionada com as chances reais de vitória;
 - o algoritmo será necessariamente incerto com relação aos resultados finais pois a busca será cortada!

Aula 9 - 15/04/09

Decisões imperfeitas em tempo real

- Definição de função de avaliação heurística: **características de estado**
 - em conjunto definem *categorias* ou classes de *equivalência de estados* (ex: número de peões tomados);
 - Estados de cada categoria têm os mesmos valores para cada característica.
 - calcula contribuições numéricas separadas de cada característica e as combina para gerar um resultado final.

Aula 9 - 15/04/09

Decisões imperfeitas em tempo real

- Exemplo de características para de estado para **xadrez**:
 - valor material de cada peça: peão=1, cavalo ou bispo=3, torre=5, rainha=9
 - boa estrutura de peões, segurança do rei = 1/2 peão
- Função de avaliação: função linear ponderada das características
$$Aval(s) = w_1 f_1(s) + w_2 f_2(s) + \dots + w_n f_n(s)$$

Aula 9 - 15/04/09

Decisões imperfeitas em tempo real

- Ao somar os valores de características assumimos que as contribuições de cada característica são independentes das outras.
 - Ex: ignora o fato de um bispo ser mais valioso no fim do jogo quando tem mais espaço de manobra
- É possível usar combinações não-lineares.
 - Par de bispos pode valer mais que o dobro do valor de dois bispos.

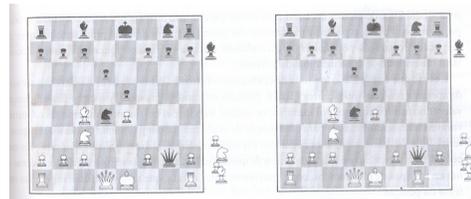
Aula 9 - 15/04/09

Decisões imperfeitas em tempo real

- Características e pesos não fazem parte das regras do jogo.
 - Foram aprendidos ao longo dos anos.
 - Pesos podem ser estimados usando técnicas de aprendizado automático.

Aula 9 - 15/04/09

Decisões imperfeitas podem levar a erros



- Suponha que a busca parou na profundidade em que as pretas tem vantagem de um cavalo e dois peões.
- No próximo movimento as brancas capturam a rainha e ganham o jogo.

Aula 9 - 15/04/09

Decisões imperfeitas podem levar a erros

- Solução: um corte mais sofisticado.
 - Busca **quiescente**: aplicar a função de avaliação somente em posições em que é improvável haver grandes mudanças de valores em estados futuros (posições quiescentes)
 - Exemplo no xadrez: posições em que podem ser feitas capturas não são quiescentes.

Aula 9 - 15/04/09

Decisões imperfeitas: efeito de horizonte

- Surge quando há um movimento do oponente que causa sérios danos e, em última instância, é inevitável.
 - Busca com profundidade fixa protela esse movimento “para além do horizonte da busca”
 - Pode ser minimizado com o uso de extensões singulares.
- Este problema torna-se menos comum conforme se aumenta a profundidade da busca.

Aula 9 - 15/04/09

Jogos Determinísticos na Prática

- Damas:
 - Chinook ganhou do campeão mundial Marion Tinsley in 1994.
 - Usa um banco de dados que define jogadas perfeitas para todas as configurações envolvendo 8 ou menos peças no tabuleiro, num total de 444 bilhões de posições.
- Xadrez:
 - Deep Blue ganhou do campeão mundial Garry Kasparov em 1997.
 - Busca 200 million de configurações por segundo, usa uma avaliação sofisticada, e métodos secretos para estender algumas linhas de busca até profundidade 40.
- Othello:
 - Campeões se recusam a jogar com computadores, porque eles são bons demais.
- Go:
 - Campeões se recusam a jogar com computadores, porque eles são ruins demais. No jogo Go, $b > 300$, então a maioria dos programas usa banco de dados de padrões para sugerir jogadas.

Aula 9 - 15/04/09