



## 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 - 10/09/10

## 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 - 10/09/10

## 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 - 10/09/10

## 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.

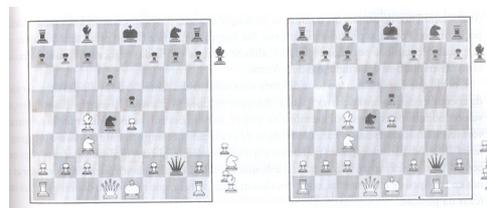
Aula 9 - 10/09/10

## 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 - 10/09/10

## 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 - 10/09/10

### 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 - 10/09/10

### 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 - 10/09/10

### 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 milhões de configurações por segundo, usa uma função de 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 - 10/09/10