

# **Inteligência Artificial**

Aula 14/10

# Busca Competitiva

Capítulo 6 – Russell & Norvig

Seção 6.5

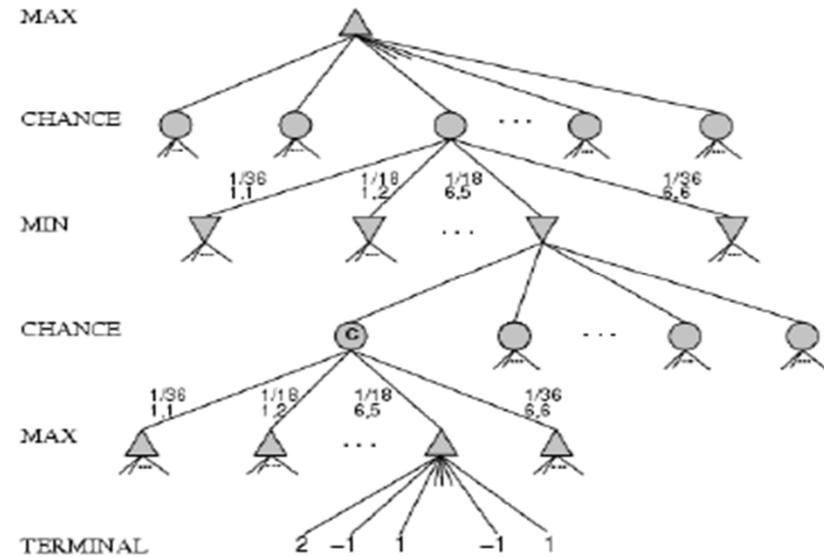
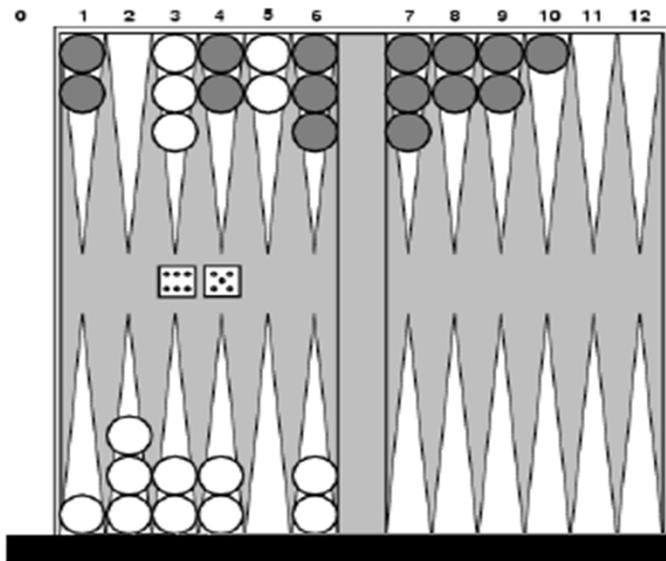
# Jogos não-determinísticos

- Elemento aleatório proveniente de jogo de dados, sorteio de cartas, etc.
- Não-determinismo é inerente em ambientes reais.
  - O estudo de algoritmos para jogos com elemento aleatório é um passo em direção a algoritmos que podem ser aplicados no mundo real.

# Jogos não-determinísticos

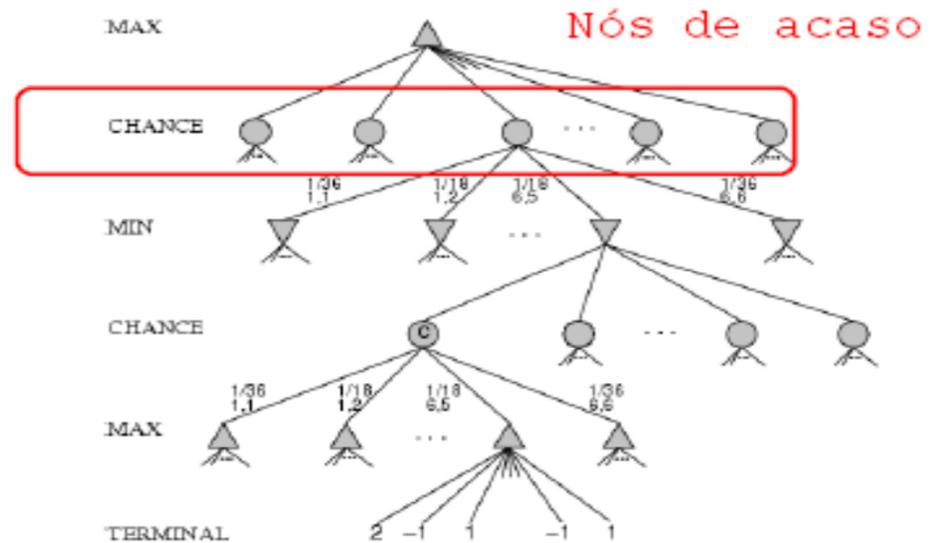
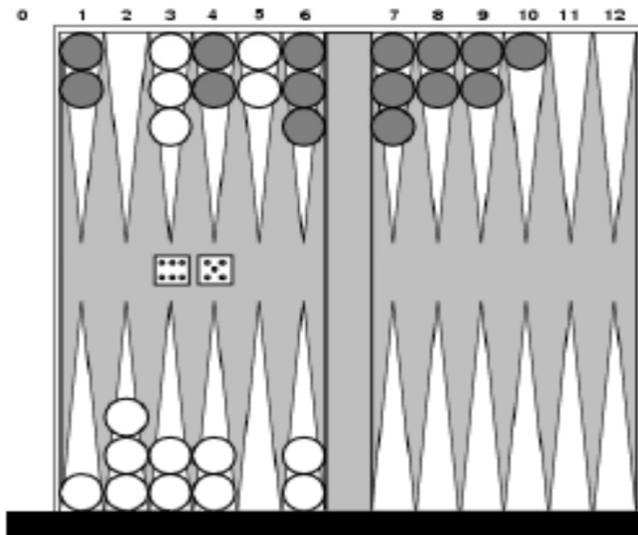
- Uma árvore de um jogo não-determinístico deve incluir **nós de acaso** além de nós minimax.
- Ramificações que levam a nós de acaso denotam “jogadas de dados possíveis” (anotadas com a probabilidade de cada mudança de estado).

# Exemplo: Gamão



- Jogadas possíveis: (5→10,5→11), (5→11,19→24), (5→10,10→16) e (5→11,11→16).

# Exemplo: Gamão



- [1,1],[6,6] tem probabilidade  $\frac{1}{36}$ , todas as outras combinações têm probabilidade  $\frac{1}{18}$ .
- Não é possível calcular o valor minimax exato, só o valor minimax **esperado**.

# Valor de Expectiminimax

EXPECTIMINIMAX( $n$ )=

UTILIDADE( $n$ )

Se  $n$  é terminal

$\max_{s \in \text{sucessores}(n)} \text{EXPECTIMINIMAX}(s)$

Se  $n$  é um nó de MAX

$\min_{s \in \text{sucessores}(n)} \text{EXPECTIMINIMAX}(s)$

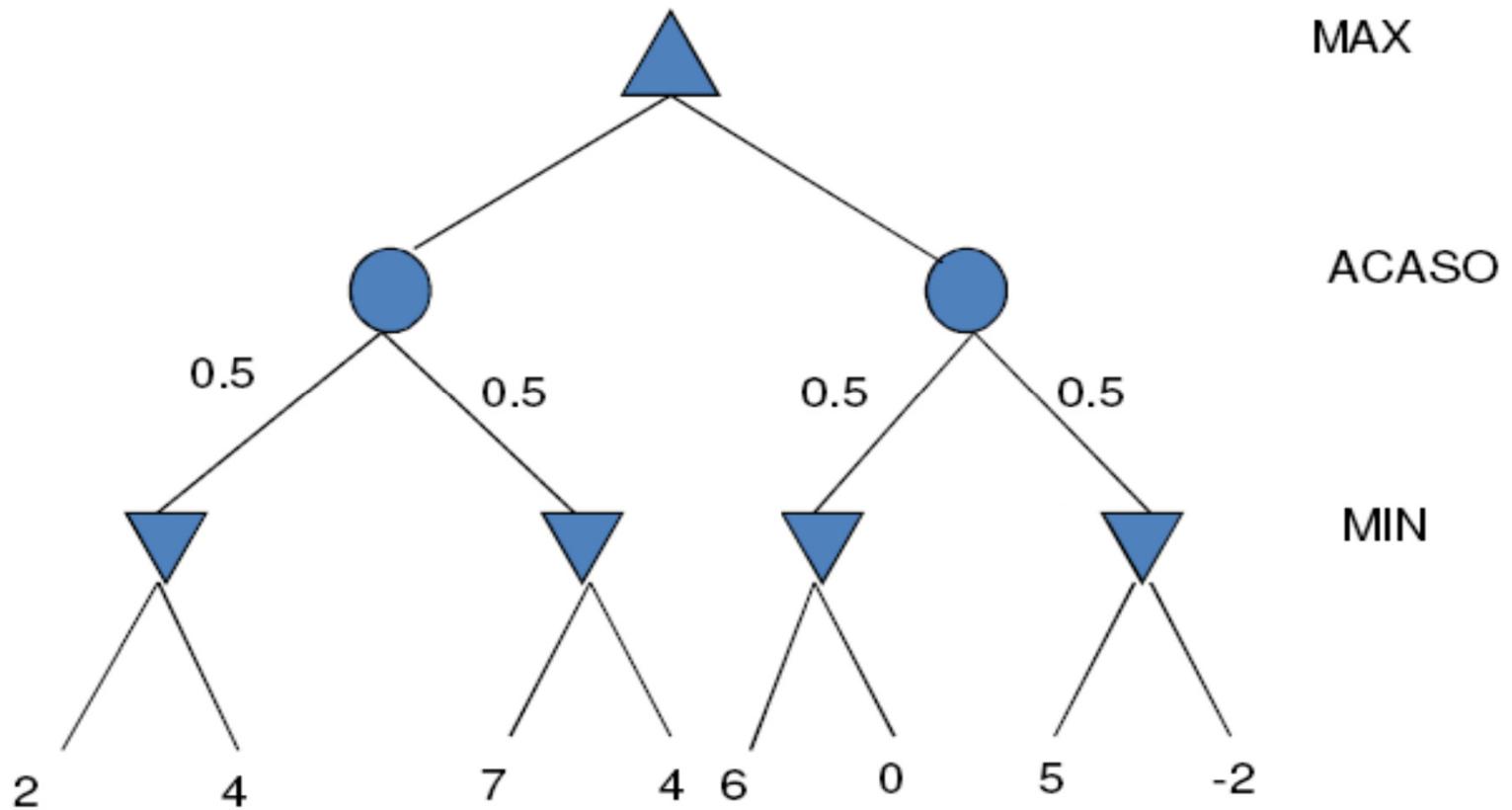
Se  $n$  é um nó de MIN

$\sum_{s \in \text{sucessores}(n)} P(s) \cdot \text{EXPECTEDMINIMAX}(s)$

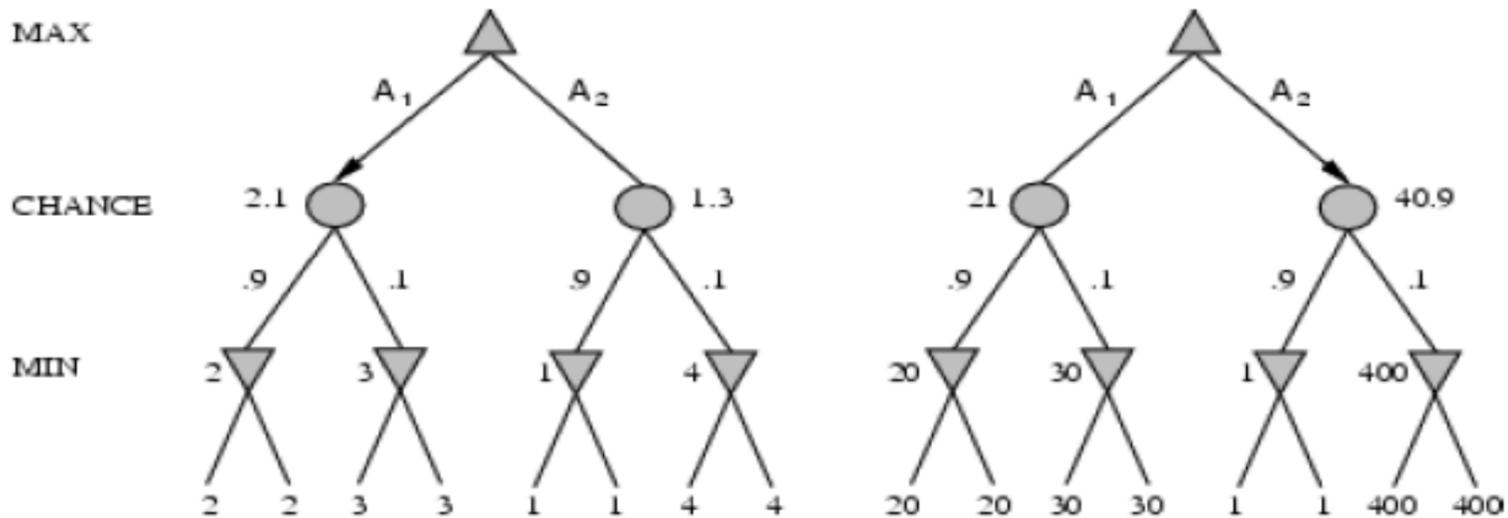
Se  $n$  é um nó de acaso

- Essas equações podem ser aplicadas recursivamente até a raiz da árvore.

# Exemplo: Expectiminimax



# Jogos não-determinísticos com corte



- Neste caso, a escala dos valores é importante.
  - Esquerda, a jogada  $A_1$  é escolhida.
  - Direita, a jogada  $A_2$  é escolhida.
- A função de avaliação heurística tem que ser uma transformação positiva e linear da chance de ganhar o jogo a partir daquele ponto.

# Complexidade de Expectiminimax

- Como considera todas as sequências de lançamentos de dados possíveis levará tempo  $O(b^m n^m)$ , onde  $n$  é o número de lançamentos distintos.
- É possível utilizar um tipo de poda alfa-beta se impusermos limites para os valores possíveis da função de utilidade.
  - A média pode ser limitada depois que alguns valores são conhecidos.