

# *Jogos com Oponentes*

March 16, 2016

# Jogos com Oponentes

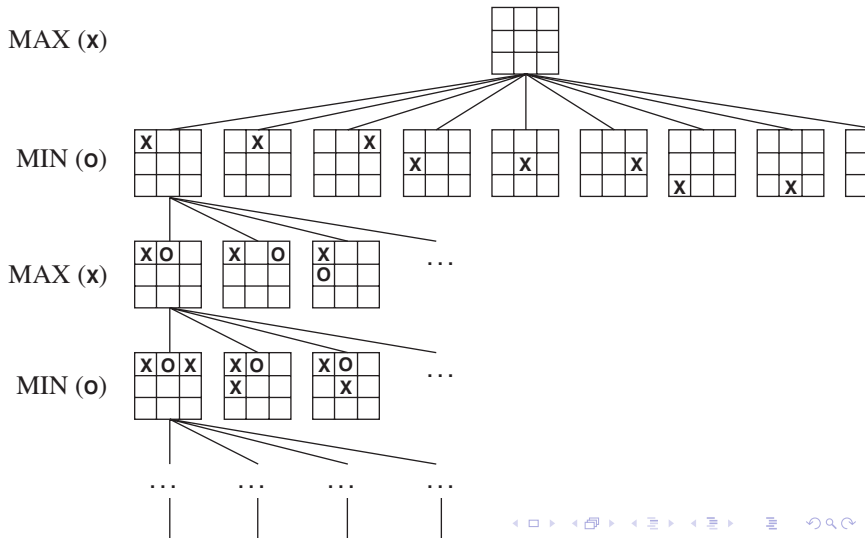
- Problemas de busca: não assumem a presença de um oponente
- Jogos: oponente  $\rightarrow$  INCERTEZA!
- Incerteza porque não se conhece as jogadas exatas do oponente e não por causa de falta de informação.
- Jogos são diferentes de busca por duas razões principais:
  - ▶ espaço de busca muito grande
  - ▶ tempo para cada jogada
- Ex: xadrez, em média fator de ramificação = 35
- em média, 50 jogadas para cada jogador, onde de cada jogada devemos selecionar 1 de 35  $\rightarrow 35^{100}$  nós!!!

# Jogos

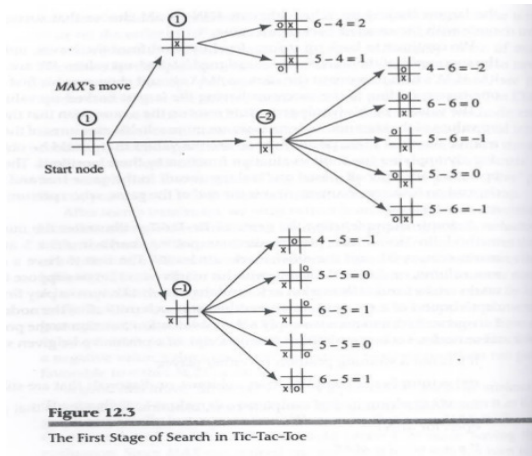
- Um jogo pode ser definido como um tipo de problema de busca com os seguintes componentes:
  - ▶ estado inicial: configuração do tabuleiro e indicação de quem é a vez
  - ▶ função para gerar os sucessores: retorna uma lista de sucessores para a jogada corrente
  - ▶ teste de terminação
  - ▶ Função *utilidade* (utility function) que devolve o valor numérico do jogo. Ex: ganhou, empatou, perdeu.
  - ▶ dependendo do tamanho do espaço de procura: limite de profundidade
- Jogo com dois jogadores: MIN e MAX
- MAX inicia o jogo

# Exemplo: jogo do galo

(velha - BR ou tic-tac-toe - US ou noughts and crosses - UK)



# Exemplo: jogo do galo (fonte: Nilsson)



# Observações

## Observações:

- fator de ramificação dos nós mais próximos da raiz pode ser reduzido removendo estados simétricos
- fator de ramificação dos nós mais profundos da árvore de procura vai automaticamente sendo reduzido (sem necessidade de verificação de simetrias, porque o número de posições vagas no tabuleiro diminui)
- se expandir todos os nós até o último nível da árvore, a função utilidade pode ser: 0 para empate, -1 para perdeu e +1 para ganhou
- se não expandir os nós até o último nível, pode utilizar a função utilidade que devolve o número de filas (linhas, colunas e diagonais) vazias para o MAX menos o número de filas vazias para o MIN.

# Jogos: Minimax

MINIMAX-VALUE( $n$ ) =

$$\begin{cases} UTILITY(n) & \text{if } n \text{ is a terminal state} \\ \max_{s \in \text{successors}(n)} \text{MINIMAX-VALUE}(s) & \text{if } n \text{ is a MAX node} \\ \min_{s \in \text{successors}(n)} \text{MINIMAX-VALUE}(s) & \text{if } n \text{ is a MIN node} \end{cases}$$

# Jogos: Algoritmo Minimax

---

```
function MINIMAX_DECISION(state): returns an action
  inputs: state → estado corrente no jogo
  v ← MAX-VALUE(state)
  return the action in SUCCESSORS(state) with value v

function MAX-VALUE(state) returns a utility value
if TERMINAL_TEST(state) then
  return UTILITY(state)
end if
v ← -infinito
for s in SUCCESSORS(state) do
  v ← MAX(v, MIN-VALUE(s))
end for
return v

function MIN-VALUE(state) returns a utility value
if TERMINAL_TEST(state) then
  return UTILITY(state)
end if
v ← infinito
for s in SUCCESSORS(state) do
  v ← MIN(v, MAX-VALUE(s))
end for
return v
```

---



# Jogos: Algoritmo Alfa-Beta

---

```

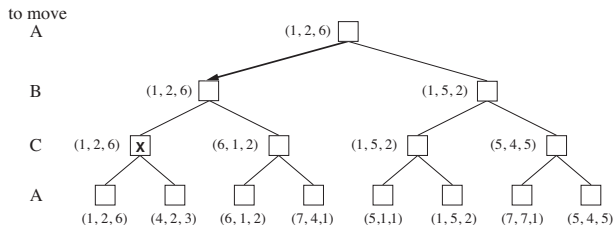
function ALPHA-BETA-SEARCH(state): returns an action
  inputs: state → estado corrente no jogo
  v ← MAX-VALUE(state,-inf,+inf)
  return the action in SUCCESSORS(state) with value v

function MAX-VALUE(state,alfa,beta) returns a utility value
  inputs: state, alfa → melhor alternativa para MAX, beta → melhor alternativa para MIN
  if TERMINAL_TEST(state) then
    return UTILITY(state)
  end if
  v ← -infinito
  for s in SUCCESSORS(state) do
    v ← MAX(v, MIN-VALUE(s,alfa,beta))
    if (v >= beta) then
      return v // momento da poda
      alfa ← MAX(alfa,v)
    end if
  end for
  return v

function MIN-VALUE(state,alfa,beta) returns a utility value
  if TERMINAL_TEST(state) then
    return UTILITY(state)
  end if
  v ← +infinito
  for s in SUCCESSORS(state) do
    v ← MIN(v, MAX-VALUE(s,alfa,beta))
    if (v <= alfa) then
      return v // momento da poda
      beta ← MIN(beta,v)
    end if
  end for
  return v

```

# Exemplo: jogos com múltiplos jogadores (fonte: Russell)



## Exemplo: jogos com múltiplos jogadores

Observações:

- representação de valores para cada jogador em forma de vetor (tuplas), onde cada elemento indica a função utilidade para um jogador, na ordem de jogada
- algoritmo aplicado similar ao minimax
- complicações:
  - ▶ mudanças dinâmicas de estratégia durante o jogo quando acontecem alianças entre jogadores para derrubar o jogador mais forte e mais tarde estas alianças desaparecem (jogo flutua entre cooperação e competição)
  - ▶ quando no jogo é introduzido algum fator aleatório (jogos com utilização de dados, por exemplo)