

# Exemplo de IA em Jogos

Jerusa Marchi

[jerusa.marchi@ufsc.br](mailto:jerusa.marchi@ufsc.br)

Inteligência Artificial

Departamento de Informática e Estatística

UNE - UFSC

# Introdução

Os problemas abordados pela IA abrangem um amplo espectro. Há pouco em comum entre eles:

- Complexidade
- Necessidade de usar "conhecimento"
  - volumoso
  - difícil caracterizá-lo com precisão
  - muda constantemente
  - difere-se de dados por organizar-se de uma forma que corresponde ao modo como será usado

# Introdução

Uma técnica de IA é um método que explora o *conhecimento* que deve ser representado de forma que:

- capture generalizações (grupos de problemas com características comuns)
- seja compreendido pelas pessoas
- possa ser mudado facilmente para refletir alterações no domínio
- possa ser usado em diversas situações, ainda que não seja totalmente preciso ou completo

# IA em Jogos

Os jogos são interessantes do ponto de vista da IA pois:

- Tem regras claras e o domínio é conhecido
- Podem ser agrupados em classes com diferentes complexidades
- Há estratégias que podem ser usadas para levar a vitória (quando usadas por humanos, são vistas como prova de inteligência)

# IA em Jogos

## Jogo da Velha (abordagem 1)

- representar o tabuleiro como um vetor de 9 posições
- Cada elemento do vetor pode conter: 0 (branco), 1 ( $\times$ ) e 2 ( $\circ$ )
- tabela de movimentos -  $3^9$  posições (19.683) onde cada entrada é um ponteiro para uma lista com 9 posições, cujo conteúdo é escolhido de maneira que o algoritmo funcione
- Algoritmo
  1. Visualize o tabuleiro como um número ternário (base 3), converta-o em decimal
  2. use o decimal como índice da tabela de movimentos e acesse o vetor armazenado naquela entrada
  3. o vetor selecionado representa o movimento a ser executado, faça o tabuleiro ser igual aquele vetor

# IA em Jogos

## Jogo da Velha (abordagem 1)

### ● Considerações

- baixo tempo de execução
- muito espaço para armazenar a tabela
- muito trabalho para especificar cada uma das entradas da tabela e erros
- impossibilidade de ampliar o jogo para 3 dimensões ( $3^{27}$  posições)
- estratégia global é programada

# IA em Jogos

## Jogo da Velha (abordagem 2)

- representação do tabuleiro: vetor com 9 posições
- Cada elemento do vetor pode conter: 2 (branco), 3 ( $\times$ ) e 5 ( $\circ$ )
- Jogada - Um inteiro indicando que movimento do jogo está para ser feito (de 1 a 9 - contador)

# IA em Jogos

## Jogo da Velha (abordagem 2)

- Algoritmo (3 procedimentos)
  - Faz2 - Retorna 5 se o quadrado do meio for branco. Caso contrário retorna qualquer quadrado que esteja branco e que não seja canto (2, 4, 6 ou 8)
  - Ganha(p) - Retorna 0 se o jogador p não tiver condições de ganhar na sua próxima movimentação; caso contrário, retorna o número do quadrado que constitui o movimento vitorioso. Esta função opera verificando linhas, colunas e diagonais. Para o teste são usados os valores 18 ( $3 \times 3 \times 2$ ), 50 ( $5 \times 5 \times 2$ )
  - Jogue(n) - Faz o movimento no quadrado n, ajustando o tabuleiro para 3 se a jogada for par ou 5 se for impar. Também incrementa o contador jogada em 1



# IA em Jogos

## Jogo da Velha (abordagem 2)

- Estratégia de jogo (pares caso  $\circ$  e ímpares caso  $\times$ )
  - Jogada=1 Jogue(1) (canto superior esquerdo)
  - Jogada=2 Se Tabuleiro[5] = 2 (estiver em branco) Jogue(5), senão Jogue(1)
  - Jogada=3 Se Tabuleiro[9] = 2 Jogue(9), senão Jogue(3)
  - Jogada=4 Se Ganha( $\times$ )  $\neq$  0, Jogue(Ganha( $\times$ ))(bloqueie a vitória do oponente!), senão Jogue(Faz2)
  - Jogada=5 Se Ganha( $\times$ )  $\neq$  0, então Jogue(Ganha( $\times$ ))(vença!), senão, se Ganha( $\circ$ )  $\neq$  0, então Jogue(Ganha( $\circ$ ))(bloqueie a vitória do oponente!), senão, se Tabuleiro(7) = 2, Jogue(7) senão Jogue(3)

# IA em Jogos

## Jogo da Velha (abordagem 2)

- Estratégia de jogo (cont.)
  - Jogada=6 Se  $\text{Ganha}(\circ) \neq 0$ , Jogue( $\text{Ganha}(\circ)$ ), senão se  $\text{Ganha}(\times) \neq 0$  Jogue( $\text{Ganha}(\times)$ ), senão Jogue(Faz2)
  - Jogada=7 Se  $\text{Ganha}(\times) \neq 0$ , Jogue( $\text{Ganha}(\times)$ ), senão se  $\text{Ganha}(\circ) \neq 0$  Jogue( $\text{Ganha}(\circ)$ ), senão jogue em qualquer espaço em branco.
  - Jogada=8 Se  $\text{Ganha}(\circ) \neq 0$ , Jogue( $\text{Ganha}(\circ)$ ), senão se  $\text{Ganha}(\times) \neq 0$  Jogue( $\text{Ganha}(\times)$ ), senão jogue em qualquer espaço em branco.
  - Jogada=9 Igual a Jogada=7

# IA em Jogos

## Jogo da Velha (abordagem 2)

### ● Considerações

- não tão eficiente em tempo de execução quanto a abordagem 1
- mais eficiente em termos de espaço
- é fácil entender a estratégia e alterá-la
- a estratégia global ainda é *programada*
- não generaliza o conhecimento sobre o jogo para jogar em 3 dimensões

# IA em Jogos

## Jogo da Velha (abordagem 3)

- representação do tabuleiro: vetor contendo 9 posições
- uma lista de posições que poderiam resultar do próximo movimento
- um número representando uma estimativa da probabilidade que a posição do tabuleiro tem de levar a uma vitória por parte do jogador

# IA em Jogos

## Jogo da Velha (abordagem 3)

### ● Algoritmo

- gere a partir da posição atual, a lista de posições que podem resultar do próximo movimento
- Decida dentre estas qual é a melhor
  - veja se se trata de uma posição de vitória. Se sim, dê a ela a mais alta classificação possível.
  - Caso contrário, considere todos os movimentos que o oponente possa fazer (chamada recursiva). Veja qual é o pior para você. Assuma que o oponente fará aquele movimento. Qualquer que seja a classificação do movimento, atribua-a ao nó que está sendo considerado
  - o melhor nó é aquele com a classificação mais alta
- Faça o movimento que leva à melhor posição

# IA em Jogos

## Jogo da Velha (abordagem 3)

### ● Considerações

- O algoritmo tenta maximizar a probabilidade de vitória, ao mesmo tempo em que assume que o oponente tentará minimizar essa probabilidade (Algoritmo MINIMAX)
- Exige muito mais tempo, já que pesquisa uma árvore de busca
- É flexível e pode ser usado para outros jogos mais complicados que o Jogo da Velha
- Pode ser melhorado, acrescentando-se conhecimento sobre jogos e como jogá-los (procedimentos simples que eliminam a busca exaustiva de possibilidades)
- A árvore pode ser gerada somente para um número limitado de movimentos
- Este método é mais robusto e pode ser usado para problemas onde os demais fracassariam (3D, xadrez, etc)

# IA em Jogos

## Bibliografia:

- E. Rich e K. Knight, *Inteligência Artificial*, 2<sup>a</sup> Edição, Editora Makron Books, 1993 (cap. 1)