

# **Relatório: Avaliação do Desempenho da IA no Jogo da Velha com Minimax e Poda Alfa-Beta**

## **1. Introdução**

Este relatório descreve a implementação de uma inteligência artificial (IA) para o jogo da velha, utilizando o algoritmo Minimax com poda alfa-beta para otimização da busca de jogadas. O objetivo principal é avaliar o desempenho da IA jogando contra um jogador humano, observando se a IA toma decisões otimizadas e como a poda alfa-beta melhora o desempenho em comparação ao Minimax puro.

## **2. Funcionamento da Implementação**

A implementação foi realizada em Python utilizando a biblioteca Pygame para interface gráfica.

- O tabuleiro é representado por uma matriz 3x3.
- A IA joga com o símbolo "X" e o humano com "O".
- O algoritmo Minimax é utilizado para explorar todas as possibilidades futuras do jogo, atribuindo valores positivos para vitórias da IA, negativos para derrotas, e zero para empates.
- A poda alfa-beta foi incorporada para cortar ramos da árvore de decisões que não influenciam a decisão final, reduzindo o número de estados avaliados e acelerando a decisão da IA.
- Após cada jogada da IA, o estado do tabuleiro é avaliado para verificar vitória, derrota ou empate.

O código também registra informações de depuração, mostrando as pontuações calculadas para cada possível jogada da IA, facilitando a análise das decisões tomadas.

## **3. Teste de Desempenho da IA Jogando Contra um Humano**

Para avaliar o desempenho da IA, foram realizados testes em que a IA joga contra um jogador humano. Durante esses testes, observou-se que:

- A IA sempre escolhe jogadas que levam a uma vitória ou empate, evitando perdas.
- As decisões da IA são consistentes e otimizadas, refletindo a estratégia ideal do jogo da velha.
- O uso da poda alfa-beta permite que a IA tome decisões rapidamente, mesmo explorando várias possibilidades.

Esses resultados confirmam que a IA está implementada corretamente e é capaz de desafiar o jogador humano com um desempenho competitivo.

#### **4. Poda Alfa-Beta: Conceito e Impacto no Desempenho**

O algoritmo Minimax puro explora todas as possibilidades de jogadas possíveis, o que gera uma árvore de busca com complexidade exponencial ( $O(b^d)$ , onde  $b$  é o número de possíveis movimentos por estado e  $d$  a profundidade da árvore).

A poda alfa-beta é uma técnica que reduz o número de nós avaliados na árvore do Minimax, cortando subárvores que não influenciam a decisão final, com isso:

- Alfa ( $\alpha$ ): melhor valor garantido para o jogador maximizador (IA).
- Beta ( $\beta$ ): melhor valor garantido para o jogador minimizador (humano).
- Quando um nó é avaliado e seu valor já é pior que alfa ou beta, não é necessário continuar avaliando aquele ramo (poda).

No jogo da velha, a poda alfa-beta reduz significativamente o número de estados explorados, permitindo decisões mais rápidas, especialmente em níveis maiores de profundidade, sem perda de qualidade na jogada.

Comparação com Minimax puro:

- O Minimax puro avalia todos os estados possíveis, o que pode ser lento

mesmo para um jogo simples.

- A poda alfa-beta mantém o resultado do Minimax puro, mas com menos estados visitados.
- O código implementado demonstrou essa otimização, tornando a IA mais responsiva.

## **5. Conclusão**

A IA implementada para o jogo da velha com Minimax e poda alfa-beta demonstrou ser eficaz em tomar decisões otimizadas, garantindo resultados ótimos como vitória ou empate contra um jogador humano. A incorporação da poda alfa-beta melhorou significativamente o desempenho ao reduzir o número de estados avaliados, mantendo a qualidade das decisões.