

# Comparação de Heurísticas no Jogo da Velha com Algoritmo Minimax

Leonardo Nunes e Matheus Bueno

Abril, 2023

## 1 Introdução

O jogo da velha é um jogo clássico de tabuleiro para dois jogadores, onde cada jogador tenta marcar três células em sequência na vertical, horizontal ou diagonal. Os jogadores marcam alternadamente um espaço em um tabuleiro 3x3, o primeiro jogador com o símbolo 'X' e o segundo jogador com o símbolo 'O'. Neste relatório, comparamos o desempenho de diferentes heurísticas em um algoritmo minimax para criar uma inteligência artificial (IA) que joga o jogo da velha. O objetivo é identificar qual heurística tem melhor desempenho e, portanto, é mais adequada para ser usada na IA do jogo da velha.

## 2 Heurísticas Testadas

Três heurísticas foram testadas no algoritmo minimax:

1. **Heurística de Possibilidades de Vitória:** Avalia o número de possibilidades de vitória para cada jogador. Uma possibilidade de vitória é uma linha, coluna ou diagonal que não contém a marca do oponente.
2. **Heurística de Pontuação de Posição:** Atribui uma pontuação a cada posição no tabuleiro e calcula a pontuação total para cada jogador com base na soma das pontuações das posições ocupadas por suas marcas.
3. **Heurística de Pontuação Simples:** Utiliza a função de pontuação do jogo, que retorna uma pontuação fixa se o jogo for ganho (100 pontos).

## 3 Metodologia

Para comparar as heurísticas, criamos uma função chamada `compare_heuristics`, que aceita uma lista de heurísticas e um número de partidas a serem jogadas entre as IAs utilizando as heurísticas fornecidas. A função joga o número específico de partidas e conta quantas vezes cada heurística vence e quantas vezes ocorre um empate.

O algoritmo minimax utilizado para criar a IA é o **Negamax** da biblioteca **easyAI**. O algoritmo minimax é uma abordagem de busca em árvore para encontrar o melhor movimento em jogos de dois jogadores. Ele explora os possíveis movimentos e suas consequências até uma certa profundidade e, em seguida, utiliza uma função de avaliação (neste caso, as heurísticas) para estimar a qualidade de cada movimento.

## 4 Resultados

Os resultados da comparação das três heurísticas foram os seguintes:

- Vitórias heurística 1: 20
- Vitórias heurística 2: 20
- Vitórias heurística 3: 0
- Empates: 20

Os resultados mostram que as heurísticas 1 e 2 têm um desempenho semelhante, cada uma vencendo 20 vezes, enquanto a heurística 3 não venceu nenhuma vez. Além disso, houve 20 empates. Esses resultados indicam que a heurística 1 (Heurística de Possibilidades de Vitória) e a heurística 2 (Heurística de Pontuação de Posição) podem ser consideradas boas heurísticas para o jogo da velha, já que cada uma delas obteve sucesso em algumas partidas. A heurística 3 (Heurística de Pontuação Simples), por outro lado, não parece ser tão eficaz, já que não conseguiu vencer nenhuma partida.

## 5 Conclusão

Com base nos resultados obtidos, podemos concluir que as heurísticas 1 e 2 são as melhores opções para o algoritmo minimax no contexto do jogo da velha. No entanto, é importante lembrar que o jogo da velha é um jogo determinístico com um espaço de busca relativamente pequeno. Quando ambas as IAs estão jogando de maneira otimizada, a maioria dos jogos deve resultar em empate. Portanto, ao selecionar a melhor heurística, é importante considerar não apenas as vitórias, mas também a frequência de empates e a eficiência computacional da heurística.