

IA 2025- Trabalho Minimax e Algoritmos Genéticos

Nomes: Rodrigo Appelt e Pedro Henrique Warken Ramos

Impacto Da Evolução

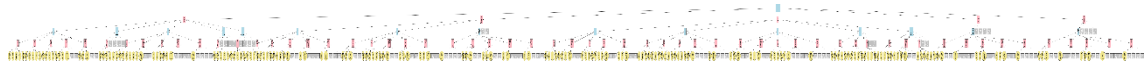
Para analisar o impacto da evolução, podemos rodar o modelo já treinado com um modelo com pesos (1,1,1) e verificar que a sua performance realmente aumentou:

```
PS C:\Users\digoa\OneDrive\Documentos\Universidade\IA\Seminario\minimax> .\genetic_vs_noweights.py
Player 1 wins: 75.0
Player 2 wins: 25.0
```

A imagem acima mostra que com os pesos ajustados, o modelo ganha por uma grande margem em comparação com o modelo minimax com todos os pesos padrões.

Árvore de Decisão

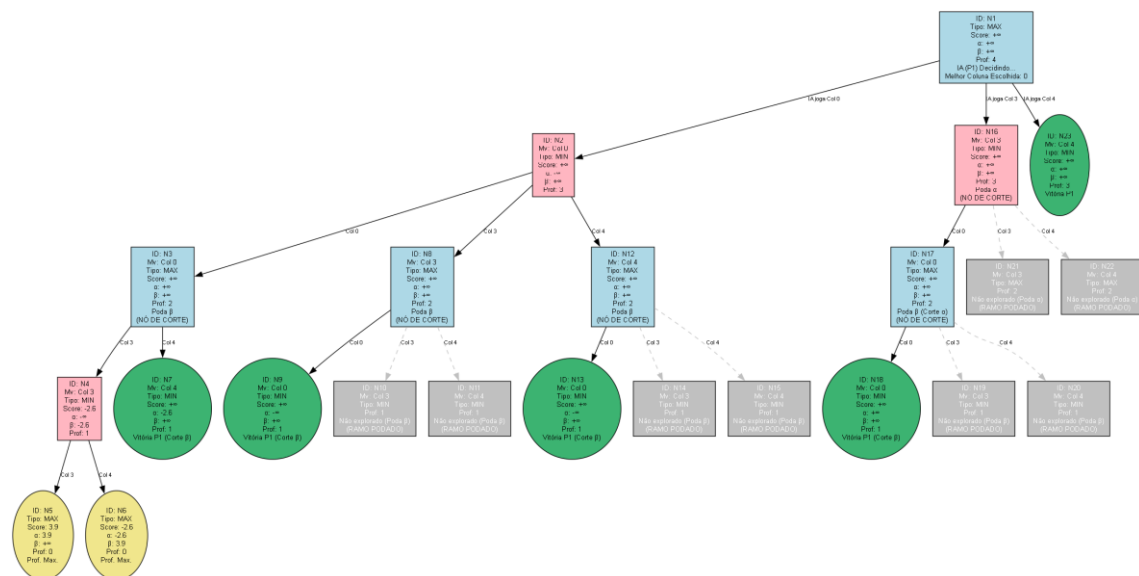
A nossa solução gera arquivos .png para cada rodada de um jogador contra a IA mostrando a árvore de busca do algoritmo minimax com profundidade padrão 4. Exemplos:



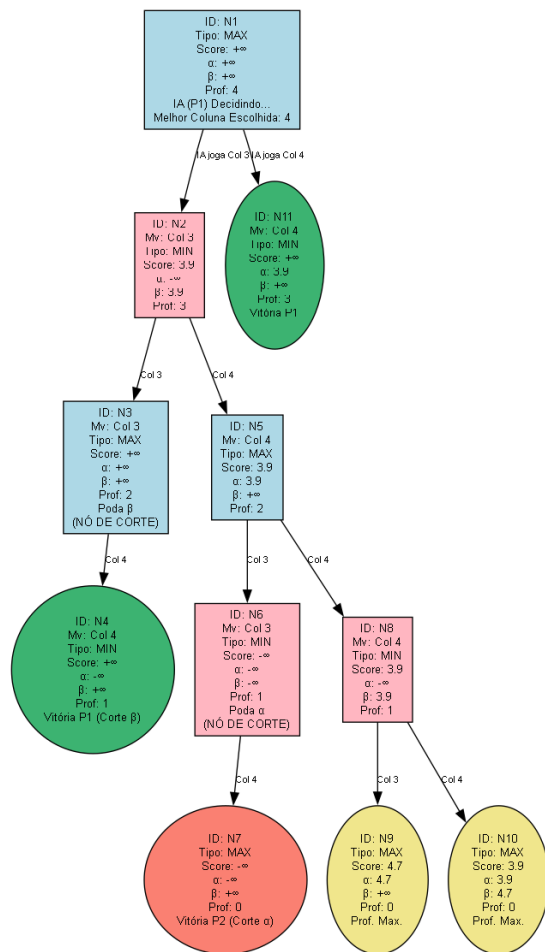
Árvore de decisão minimax com poda alfa-beta e profundidade 4 para o turno 1



Árvore de decisão para o turno 11



Árvore de decisão para o turno 17



Árvore de decisão para o último turno dessa partida (19).

Gráficos de evolução do fitness

A seguir há uma foto da saída do console durante o fim do treinamento da IA. Pode se notar que nas últimas gerações o fitness ficou menor (5.0) que o maior valor durante o treinamento (fitness 7.0).

```

Best in Gen 9: Weights (0.26226416002088615, 4.3172282361170005, 4.385875480407733), Fitness: 5.5
--- Generation 10/10 ---
Calculating fitness...
Evaluating chromosome 1/20: (0.26226416002088615, 4.3172282361170005, 4.385875480407733)
Fitness: 5
Evaluating chromosome 2/20: (0.8277180660570429, 4.098629839279141, 2.761282870466297)
Fitness: 5
Evaluating chromosome 3/20: (0.3866607388045095, 2.0826722519264393, 2.761282870466297)
Fitness: 5
Evaluating chromosome 4/20: (0.26226416002088615, 4.098629839279141, 2.761282870466297)
Fitness: 4
Evaluating chromosome 5/20: (0.8277180660570429, 4.3172282361170005, 4.385875480407733)
Fitness: 5
Evaluating chromosome 6/20: (0.26226416002088615, 4.3172282361170005, 3.905836598831755)
Fitness: 5
Evaluating chromosome 7/20: (0.4057029129579097, 4.524631743838989, 4.92402253377318)
Fitness: 5
Evaluating chromosome 8/20: (1.0571173550039073, 4.565220894901758, 1.720708651535356)
Fitness: 5
Evaluating chromosome 9/20: (0.4627718868363373, 4.7541192668203645, 2.761282870466297)
Fitness: 4
Evaluating chromosome 10/20: (0.31269613440995725, 4.748922378460113, 2.761282870466297)
Fitness: 5
Evaluating chromosome 11/20: (0.8277180660570429, 3.683338258642957, 4.385875480407733)
Fitness: 5
Evaluating chromosome 12/20: (0.2882651011773973, 3.2109571849267935, 2.761282870466297)
Fitness: 4
Evaluating chromosome 13/20: (0.8277180660570429, 4.3172282361170005, 4.385875480407733)
Fitness: 4
Evaluating chromosome 14/20: (0.26226416002088615, 4.3172282361170005, 2.520708651535356)
Fitness: 5
Evaluating chromosome 15/20: (1.5459476905273082, 4.383336934206161, 4.385875480407733)
Fitness: 5
Evaluating chromosome 16/20: (0.41794699872419305, 3.6388089682651733, 2.099465074119487)
Fitness: 5
Evaluating chromosome 17/20: (0.893098925479257, 4.3172282361170005, 4.385875480407733)
Fitness: 5
Evaluating chromosome 18/20: (0.9373977348953106, 4.3172282361170005, 2.059870854271259)
Fitness: 5
Evaluating chromosome 19/20: (0.6580557080419706, 4.05366350485825, 4.385875480407733)
Fitness: 5
Evaluating chromosome 20/20: (0.8277180660570429, 4.7541192668203645, 2.520708651535356)
Fitness: 5
Best in Gen 10: Weights (0.26226416002088615, 4.3172282361170005, 4.385875480407733), Fitness: 5
--- Genetic Algorithm Finished ---
Best weights found: (3.8748064653872816, 2.815981194273824, 3.905836598831755)
Best fitness: 7.0
Recommended weights for evaluate_board: (3.8748064653872816, 2.815981194273824, 3.905836598831755)
PS C:\Users\lidal\OneDrive\Documents\Universidade\IA\Seminar\io\minimax>

```

```

Fitness: 4.0
Evaluating chromosome 13/20: (2.2732249308531776, 3.848750201105631, 0.664793779171734)
Fitness: 4
Evaluating chromosome 14/20: (1.8918176252750885, 3.7766678696283633, 0.48089209814291576)
Fitness: 6
Evaluating chromosome 15/20: (2.8798533720059254, 0.36296650811195874, 4.670465458237004)
Fitness: 5
Evaluating chromosome 16/20: (1.0031518787691711, 2.620135438502167, 4.622061702975619)
Fitness: 5.5
Evaluating chromosome 17/20: (0.9112728466047149, 3.962804088147789, 4.785770006727647)
Fitness: 5
Evaluating chromosome 18/20: (0.12476005342837215, 2.8703360061843597, 4.9047749656719155)
Fitness: 5
Evaluating chromosome 19/20: (2.5904533605696645, 2.622443257237869, 0.971321110902898)
Fitness: 4
Evaluating chromosome 20/20: (1.1002216975957708, 3.939726707209394, 0.5859347533815928)
Fitness: 6.5
Best in Gen 1: Weights (3.8748064653872816, 2.815981194273824, 3.905836598831755), Fitness: 7.0
*** New Overall Best Found: (3.8748064653872816, 2.815981194273824, 3.905836598831755), Fitness: 7.0 ***

```

A imagem acima mostra que o melhor fitness encontrado foi realmente na primeira geração. Muitos fatores podem ter causado essa queda de performance, uma delas sendo azar com a probabilidade de mutações ou torneios.

Discussão Crítica

Analisando os pesos com melhor fitness do treinamento: (3,87; 2,81; 3,90), podemos inferir que o processo de aprendizado de máquina para a função de fitness descobriu:

A quantidade de linhas abertas e peças centrais são levemente mais importantes que o número de trincas já completas no campo, pois tem pesos maiores.

Também vale lembrar que o primeiro peso é relacionado com o número de linhas totalmente abertas (sem nenhuma peça). Já o segundo é referente ao número total de trincas no tabuleiro pertencentes ao jogador atual. Finalmente, o terceiro peso influencia na importância da quantidade de peças do jogador na coluna central.

Sugestão de melhorias

Para melhorar a performance do algoritmo minimax, jogadas iniciais e repetitivas poderiam ser salvas em disco para acesso rápido em próximas iterações, agindo como uma espécie de cache ou memoização. Outra possibilidade seria utilizar técnicas como aprendizado por reforço e comparar o desempenho dos jogadores de IA um contra o outro.