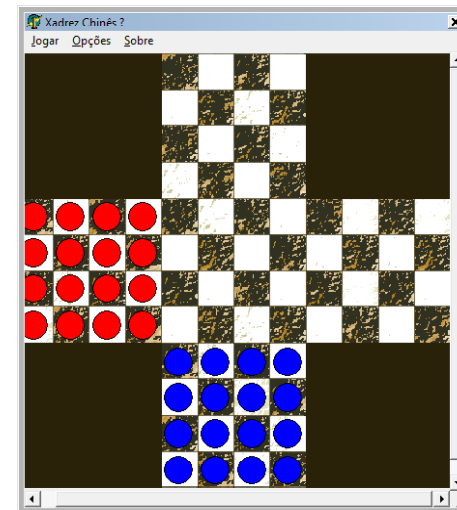


Jogos - aula 2

Prof. Luis Otavio Alvares

1

Exemplo de jogo: Xadrez chinês



Função de avaliação?

2

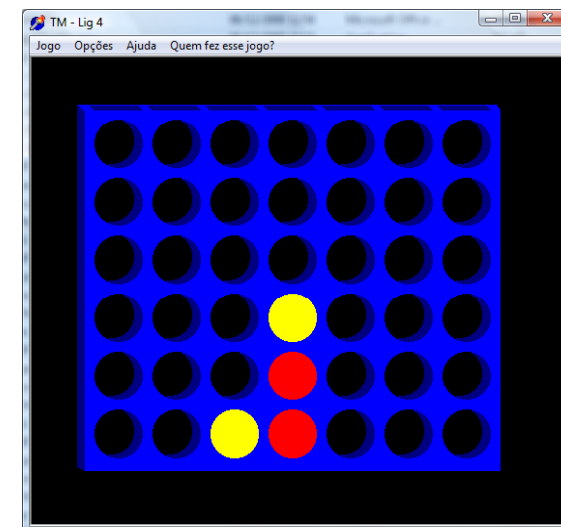
Xadrez chinês

Exemplo de função de avaliação:

- o valor das peças é de acordo com a sua posição: 12 para a última linha (chegada), 11 para a anterior e assim sucessivamente;
- situações de bloqueio do adversário recebem uma contagem extra: +1, +2 ou +3, conforme a posição da barreira.

3

Ligue 4



4

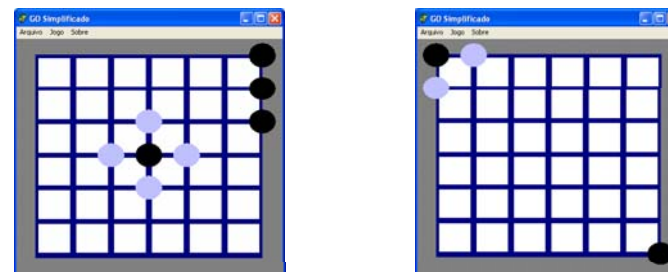
Ligue 4

Exemplo de função de avaliação:

- 4 peças em seqüência: 2000
- 3 peças em seqüência: 100
- 2 peças em seqüência: 12
- 1 peça: 2
- só considera seqüências de 4 casas com peças de um só jogador ou vazias
- soma-se as seqüências do jogador 1 e subtrai-se as do jogador 2.
- o resultado da função de avaliação é a soma algébrica de todas as seqüências

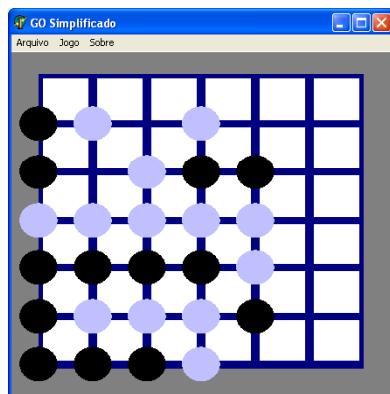
5

Jogo da captura



6

Jogo da captura



Exemplo de captura de 8 peças pretas

7

Função de avaliação?

- Noção de *graus de liberdade*: número de peças necessárias para capturar uma ou mais peças do adversário
- Minimizar os graus de liberdade do adversário e maximizar os meus
- Considerar o pior caso (grupo com menos graus de liberdade)

8

Inteligência Artificial para o Jogo de Damas

Por

Tiago Ribeiro Schaefer

Trabalho de Diplomação

Prof. Luís Otávio Álvares
Orientador

9

Sumário

- Introdução
- Objetivos
- Técnicas
- Panzer Checkers
 - Avaliação
 - Conclusão

10

Introdução

- O Chinook é campeão mundial de damas em 1994.
- Deep Blue derrota Kasparov em 1997.



11

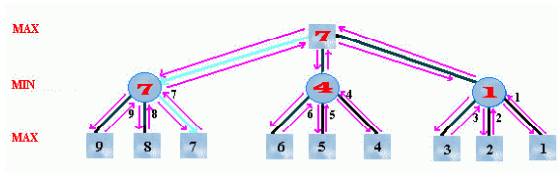
Objetivos

- Criar um programa de damas brasileiras de qualidade.
 - Existem poucos jogos para regras brasileiras.
 - Um jogo tipicamente brasileiro.
- Ênfase na profundidade da busca.
 - Técnicas genéricas para outros jogos.
 - Vasta bibliografia.
- Construção de um banco de dados de fim de jogo.
 - Não existe um banco de damas brasileiras disponível.
 - Fator determinante na qualidade de um sistema de damas.
- Baseado em estudos realizados por pesquisadores renomados.
 - J. Schaeffer, M. Breuker, A. Plaat entre outros.

12

Minimax

- Largamente utilizado.
- Gera todos os movimentos possíveis.
- Ordem de complexidade w^d .
- Efeito horizonte.
- Assume que cada jogador fará o melhor lance.
- É uma estimativa.



13

Busca e Conhecimento

Busca

- Minimax
- Corte Alfa-Beta
- Ordenação
- Tabela de Transposição
- Velocidade do Código
- Pensar na Vez do Oponente

Conhecimento

- Função de Avaliação
- Banco de Dados
- Livro de Abertura

14

Aprofundando a Busca

- Aumentar tempo de busca
- Aumentar a capacidade do hardware
- Otimizar o código do programa
- Pensar na vez do oponente
- Corte alfa-beta
- Ordenação da árvore
- Tabela de Transposição

15

Tabela de Transposição

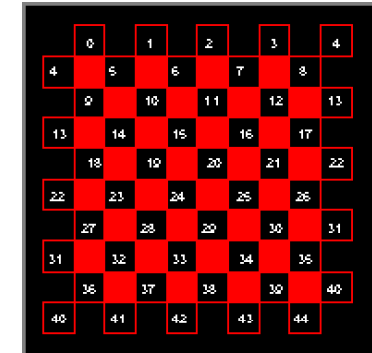
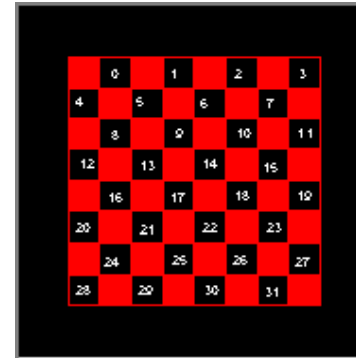
- Funciona como uma “cache” de posições já analisadas.
- Utilizada para ordenar a árvore.
- Reutiliza escores.
- Utilizada para fazer o computador pensar na vez do adversário.
- Redução de ~40% no tamanho da árvore.
- Desempenho aumenta conforme a profundidade da busca.

16

Representação do Tabuleiro

- Um jogo de damas ou xadrez executa milhões de operações sobre tabuleiros por segundo
- Como o minimax não usa muita memória (em profundidade), uma estrutura de dados pequena pode não ser a melhor
- Decisão de projeto importante, pois tem efeito direto no desempenho do sistema

17



	Modelo 8x8	Modelo-64	Modelo-32	Modelo-45
Memória	64 bytes	64 bytes	32 bytes	45 bytes
Movimento	2 Somas	1 Soma	Complexo	1 Soma
Pode Mover ?	3 Comparações	Complexo	Complexo	1 Comparação
Pode Comer ?	4 Comparações	Complexo	Complexo	2 Comparações

18

Bitboards

- Utilizado largamente.
- Permite operações lógicas entre tabuleiros.
- Funções para descobrir captura e mobilidade de peças são mais velozes.

19

Banco de Dados de Fim de Jogo

Características

- Contém informação perfeita.
- Pode ser atingido mesmo em posições da abertura.
- Indispensável para a construção de um jogo de damas.
- Construído com o algoritmo de análise retroativa.

Vantagens

- Proporciona cortes na busca.
- Melhora a qualidade da estimativa.
- Garante vitórias ou empates em finais de partidas.
- Mestres humanos memorizam finais de até 5 peças.
- Eventualmente será responsável pela resolução do jogo de damas.

20

Banco de Dados - Problemas

- Tempo de cálculo.
- Espaço de armazenamento.
- “Swaps” entre disco e memória.
- Como garantir o progresso ?
- Como diferenciar dois empates ? E duas derrotas ?

Tamanho do Banco(peças)	Número de Posições	Tamanho em bytes	Tempo de Cálculo (Pentium Pro 200)
2	3.488	872	3 s
3	199.520	48 Kb	5 m
4	6.408.836	1,6 Mb	3h e 20m
5*	134.000.000	33 Mb	3 dias
6*	2.144.000.000	536 Mb	48 dias
7*	30.016.000.000	7,5 Gb	22 meses

21

Panzer Checkers

- Plataforma Windows.
 - Número de usuários.
- Microsoft Visual C++ 6.
 - Geração de código.
 - Profiler.
- DirectX 8.
 - Bitmaps animados.
 - Suporte a arquivos wav.
 - Acesso ao teclado e mouse.
 - Instalado na maioria dos computadores que usam Windows.



Módulos

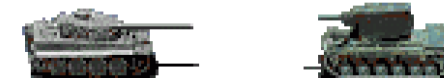
- Gerador de Movimentos
- Minimax
- Função de Avaliação
- Tabela de Transposição
- Banco de Dados de Fim de Jogo

Módulo	Tempo Utilizado	Linhas de Código
Gerador de Movimentos	22 %	500
Minimax	21 %	300
Função de Avaliação	3 %	100
Tabela de Transposição	20 %	300
Banco de Dados	2 %	700
Outras Funções	32 %	3000

23

Técnicas Utilizadas

- Bitboards.
- Corte alfa-beta.
- Tabela de transposição.
- Banco de dados com posições de 4 ou menos peças.
- Pensa na vez do oponente.
- Detecção de Repetições.
- ETC (Enhanced Transposition Cutoff).



24

Busca - Resultados Práticos

- +2 ply : Corte alfa-beta.
- +1ply : Tabela de transposição.
- +1ply : Pensar na vez do adversário.

Redução do fator de ramificação de ~5 para ~2,3.

- +1 ply ao dobrar o número de posições analisadas.
- +5 ply, aumento de ~64 vezes.
- +10 ply, aumento de ~4000 vezes.

25

Banco de dados

- Ponto forte do jogo.
- 6.408.836 posições armazenadas.
- 2 bits por entrada.
- Começa a ser utilizado efetivamente em posições com 10 ou menos pedras.
- Proporciona excelente desempenho para finais de 6 ou menos pedras.



26

Avaliação

- Fases do jogo
 - Fraco desempenho na abertura.
 - Bom meio de jogo.
 - Excelente fim de jogo.
- 95% de acerto para posições propostas.
- Bom desempenho contra outros programas.
- Ganhos materiais X Ganhos posicionais
- Controle do tabuleiro.

Programa	Livro de Abertura	Tabela de Transposição	Banco de Fim de Jogo	Vitórias do Programa	Empates	Vitórias do Panzer Checkers
WinBraz 3D	Sim	Sim	Não	6	2	-
Plus 800	Não	Sim	Sim	-	-	8
DamasMaster	Não	Não	Não	-	1	7
IaDamas	Não	Não	Não	-	-	8
DamaX	Não	Não	Não	-	3	5

27

Conclusão Objetivos para o Futuro

- Melhorar a interface.
 - Estatísticas.
 - Níveis de dificuldade.
 - Salvar e carregar partidas.
 - voltar lance, forçar lance.
 - Som.
- Disponibilizar documentação e código fonte na internet. O programa será “freeware”.
- Aperfeiçoar a função de avaliação.
- Derrotar o WinBraz 3D.

28

Como Derrotar o WinBraz 3D

- Tornar o programa propenso a efetuar trocas de peças.
- Melhorar a função de avaliação (mobilidade).
- Calcular banco de dados para 6 ou menos peças.
- Devemos utilizar um livro de abertura ?