

Kierunek: **Informatyka algorytmiczna (INA)**

PRACA DYPLOMOWA
INŻYNIERSKA

Bot dla gry w Szachy

Bot for Chess game

Krzysztof Wiśniewski

Opiekun pracy
dr Maciej Gębala, prof. uczelni

Słowa kluczowe: szachy, bot, teoria gier

Streszczenie

Celem pracy jest opracowanie silnika szachowego w języku Java. Program ten zaprojektowano tak, aby analizować i oceniać pozycję na szachownicy, a następnie sugerować najlepszy ruch dla gracza, uwzględniając jego strategiczne i taktyczne aspekty. Interakcja z programem odbywa się za pośrednictwem wiersza poleceń, z wykorzystaniem Uniwersalnego Interfejsu Szachowego. Umożliwia to łatwą integrację z innymi aplikacjami szachowymi oraz pozwala na przeprowadzanie symulacji i analiz działania silnika bez potrzeby aplikowania interfejsu graficznego.

Niniejsza praca inżynierska składa się z trzech części, w których omówiono kolejne etapy pracy nad opracowaniem silnika szachowego. W pierwszej części przedstawiono podstawową wersję programu, która obejmuje generowanie możliwych ruchów zgodnie z zasadami gry w szachy, algorytm minimax wyszukiwania optymalnego ruchu oraz implementację naiwnej heurystyki. W części drugiej zaimplementowano ulepszenia algorytmów wyszukiwania i oceny pozycji, mające na celu zwiększenie efektywności i precyzji silnika. Ostatnia część pracy poświęcona jest zagadnieniom związanym z testowaniem siły silnika. Przeprowadzono analizę wydajności w odniesieniu do różnych jego wersji, uwzględniając testy porównawcze oraz metodologię oceny skuteczności.

Słowa kluczowe: szachy, bot, teoria gier

Abstract

The aim of this thesis is to develop a chess engine in Java. This program is designed to analyze and evaluate position on the chessboard and subsequently suggest the best move for the player, considering its both strategic and tactical aspects. Interaction with the program is conducted via the command line, using the Universal Chess Interface. This allows for easy integration with other chess applications and facilitates the simulation and analysis of the engine's performance without the need to create graphical interface.

This engineering thesis consists of three parts, which discuss the successive stages of developing the chess engine. The first part presents the basic version of the program, which includes generating possible moves according to the rules of chess, the minimax algorithm for searching for the optimal move, and the implementation of a naive heuristic. The second part implements improvements to the search and position evaluation algorithms, aiming to increase the efficiency and precision of the engine. The final part of the thesis is dedicated to issues related to testing the engine's strength. An analysis of performance was conducted with respect to various versions of the engine, including comparative tests and methodology for assessing effectiveness.

Keywords: chess, bot, game theory

Spis treści

1. Wstęp	7
1.1. Wprowadzenie	7
1.2. Cel i zakres	7
1.3. Układ pracy	7
2. Implementacja silnika szachowego	8
2.1. Reprezentacja pozycji	8
2.1.1. Dane wejściowe	8
2.1.2. Reprezentacja szachownicy	8
2.1.3. Reprezentacja stanu	8
2.1.4. Reprezentacja ruchu	8
2.2. Generowanie ruchów	8
2.2.1. Generowanie ruchów pseudolegalnych	8
2.2.2. Generowanie ruchów legalnych	8
2.3. Algorytm wyszukiwania	8
2.3.1. Algorytm minimax	8
2.3.2. Iteracyjne pogłębianie wyszukiwania	8
2.4. Ocena heurystyczna	9
2.4.1. Heurystyka stanu gry	9
2.4.2. Heurystyka liczebności bierek	9
2.5. Uniwersalny Interfejs Szachowy	9
2.6. Zarządzanie czasem	9
3. Ulepszenia dla silnika szachowego	10
3.1. Ulepszenia dla wyszukiwania	10
3.1.1. Biblioteka otwarć	10
3.1.2. Alfa-Beta cięcie	10
3.1.3. Sortowanie ruchów	10
3.1.4. Tabela transpozycji	10
3.2. Ulepszenia dla oceny heurystycznej	10
3.2.1. Tablice figur	10
3.2.2. Ochrona króla	10
3.2.3. Struktura pionów	10
3.2.4. Moment gry	10
3.2.5. Mobilność	11
4. Ocena siły silnika	12
4.1. Porównanie wersji silnika	12
5. Zakończenie	13

Spis rysunków

Spis tabel

Spis listingów

Rozdział 1

Wstęp

1.1. Wprowadzenie

Szachy, których początki sięgają VI wieku w Indiach, stały się najpopularniejszą grą planszową w historii. Dzięki swojej złożoności oraz unikalności każdej rozgrywki, ta królewska gra zdobyła zainteresowanie wielu, zarówno amatorów poszukujących intelektualnych wyzwań, jak i graczy profesjonalnych. Na przestrzeni lat zmianom ulegały nie tylko oficjalne zasady gry, ale także styl i technika gry reprezentowane przez mistrzów szachowych. Wraz z rozwojem technologii informatycznych pojawiła się możliwość zautomatyzowania procesu analizy partii szachowych, czemu w XX wieku zaczęli przyglądać się matematycy i informatycy.

Za pionierów w tej dziedzinie uważany jest amerykański matematyk Claude Shannon, który w roku 1950 opublikował pracę o teoretycznych aspektach programowania silników szachowych, opartych o ocenę heurystyczną oraz algorytm min-max. Istotny wkład w rozwój szachowej sztucznej inteligencji miał także ojciec informatyki, Alan Turing, który zaprojektował pierwszy program komputerowy w pełni zdolny do gry w szachy. Ograniczenia techniczne tamtych czasów nie pozwoliły jednak na przetestowanie programu w praktyce. Końcówka historii o silnikach

Silniki szachowe współcześnie

Rozwój AI i silniki szachowe

1.2. Cel i zakres

Autora pracy, podobnie jak Alana Turinga, nie można nazwać dobrym szachistą. Z tego względu naturalnym wydaje się stworzenie silnika, umożliwiającego zautomatyzowanie podejmowania decyzji.

1.3. Układ pracy

Układ pracy

Rozdział 2

Implementacja silnika szachowego

2.1. Reprezentacja pozycji

2.1.1. Dane wejściowe

Notacja Forsyth-Edwardsa

Szachowa notacja algebraiczna

2.1.2. Reprezentacja szachownicy

Reprezentacja ilościowa

Reprezentacja tablicowa

Reprezentacja bitowa

2.1.3. Reprezentacja stanu

2.1.4. Reprezentacja ruchu

2.2. Generowanie ruchów

2.2.1. Generowanie ruchów pseudolegalnych

Generowanie ruchów króla i skoczka

Generowanie ruchów hetmana, wieży i gońca

Generowanie ruchów piona

2.2.2. Generowanie ruchów legalnych

2.3. Algorytm wyszukiwania

2.3.1. Algorytm minimax

2.3.2. Iteracyjne pogłębianie wyszukiwania

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit

2.4. Ocena heurystyczna

2.4.1. Heurystyka stanu gry

2.4.2. Heurystyka liczebności bierek

2.5. Uniwersalny Interfejs Szachowy

2.6. Zarządzanie czasem

Rozdział 3

Ulepszenia dla silnika szachowego

3.1. Ulepszenia dla wyszukiwania

3.1.1. Biblioteka otwarć

Biblioteka otwarć

3.1.2. Alfa-Beta cięcie

Alfa-Beta cięcie

3.1.3. Sortowanie ruchów

Sortowanie ruchów

3.1.4. Tabela transpozycji

Tabela transpozycji

3.2. Ulepszenia dla oceny heurystycznej

3.2.1. Tablice figur

Tablice figur

3.2.2. Ochrona króla

Ochrona króla

3.2.3. Struktura pionów

Struktura pionów

3.2.4. Moment gry

Moment gry

3.2.5. Mobilność

Mobilność

Rozdział 4

Ocena siły silnika

4.1. Porównanie wersji silnika

Rozdział 5

Zakończenie

Zakończenie