“ALEXANDRU-IOAN CUZA” UNIVERSITY OF IASI

**FACULTY OF COMPUTER SCIENCE**

****

BACHELOR THESIS

**Artificial Intelligence techniques for Chess**

Author:

Carol-Sebastian Rameder

July 2021

Scientific supervisor:

Conf. dr. Mihaela Breabăn

**Avizat,**

**Îndrumător Lucrare**

Titlul, Numele şi prenumele \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Semnătura \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**DECLARAŢIE**

**privind originalitatea conţinutului lucrării de licenţă/disertaţie**

Subsemntatul **Rameder Carol Sebastian**, domiciliul în **România, jud. Iași, mun. Iași, Bulevardul Independenței, nr. 28, bl. Y4, ap.48**, născut la data de **20 iunie 1999**, identificat prin CNP **1990620226756**, absolvent al Universităţii „Alexandru Ioan Cuza” din Iaşi, **Facultatea de informatică** specializarea **informatică**, promoţia 2021, declar pe propria răspundere, cunoscând consecinţele falsului în declaraţii în sensul art. 326 din Noul Cod Penal şi dispoziţiile Legii Educaţiei Naţionale nr. 1/2011 art.143 al. 4 si 5 referitoare la plagiat, că lucrarea de licenţă cu titlul **Artificial Intelligence techniques for Chess** elaborată sub îndrumarea doamnei Conf. dr. Mihaela Breabăn, pe care urmează să o susţin în faţa comisiei este originală, îmi aparţine şi îmi asum conţinutul său în întregime.

De asemenea, declar că sunt de acord ca lucrarea mea de licenţă/disertaţie să fie verificată prin orice modalitate legală pentru confirmarea originalităţii, consimţind inclusiv la introducerea conţinutului său într-o bază de date în acest scop.

Am luat la cunoştinţă despre faptul că este interzisă comercializarea de lucrări ştiinţifice in vederea facilitării fasificării de către cumpărător a calităţii de autor al unei lucrări de licenţă, de diploma sau de disertaţie şi în acest sens, declar pe proprie răspundere că lucrarea de faţă nu a fost copiată ci reprezintă rodul cercetării pe care am întreprins-o.

Dată azi, ………………………… Semnătură student …………………………

**Declaratie de consimțământ**

Prin prezenta declar că sunt de acord ca Lucrarea de licență cu titlul „Titlul complet al lucrării”, codul sursă al programelor și celelalte conținuturi (grafice, multimedia, date de test etc.) care însoțesc această lucrare să fie utilizate în cadrul Facultății de Informatică. De asemenea, sunt de acord ca Facultatea de Informatică de la Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, să utilizeze, modifice, reproducă și să distribuie în scopuri necomerciale programele-calculator, format executabil și sursă, realizate de mine în cadrul prezentei lucrări de licență.

Absolvent Carol Sebastian Rameder

Iași, data Semnătura:

Table of contents

[1 Introduction 5](#_Toc72610959)

[1.1 Summary 5](#_Toc72610960)

[1.2 Motivation 5](#_Toc72610961)

[1.3 Contributions 5](#_Toc72610962)

[2 Chess game elements 5](#_Toc72610963)

[2.1 Game state 5](#_Toc72610964)

[2.2 The implemenation of rules and constraints 5](#_Toc72610965)

[2.2.1 Piece movement 5](#_Toc72610966)

[2.2.2 Check constraint and pins 5](#_Toc72610967)

[2.2.3 Game endings 5](#_Toc72610968)

[2.3 Interface 5](#_Toc72610969)

[2.4 Move making 5](#_Toc72610970)

[2.5 Diagram 5](#_Toc72610971)

[3 Artificial Intelligence approach 5](#_Toc72610972)

[3.1 Game tree search 5](#_Toc72610973)

[3.1.1 Mini-max 5](#_Toc72610974)

[3.1.2 Negamax 5](#_Toc72610975)

[3.2 Heuristic evaluation function 5](#_Toc72610976)

[3.3 Optimization 5](#_Toc72610977)

[3.3.1 Alpha – Beta pruning 5](#_Toc72610978)

[3.3.2 Zoobrist hashing 5](#_Toc72610979)

[3.3.3 Move ordering 5](#_Toc72610980)

[3.3.4 Heuristic evaluation function 5](#_Toc72610981)

[3.3.5 quisence search 5](#_Toc72610982)

[3.3.6 beam search ?! 5](#_Toc72610983)

[4 Game behaviour examples & stats 6](#_Toc72610984)

[4.1 Positional development 6](#_Toc72610985)

[4.2 Force mate 6](#_Toc72610986)

[4.3 Trapping a more valuable piece 6](#_Toc72610987)

[4.4 End game situations 6](#_Toc72610988)

[5 State of the art 6](#_Toc72610989)

[5.1 Monte Carlo Tree Search for chess 6](#_Toc72610990)

[5.2 AlphaZero 6](#_Toc72610991)

# Introduction

## Summary

## Motivation

## Contributions

# Chess game elements

## Game state

## The implemenation of rules and constraints

### Piece movement

### Check constraint and pins

### Game endings

## Interface

## Move making

## Diagram

# Artificial Intelligence approach

## Game tree search

### Mini-max

### Negamax

## Heuristic evaluation function

## Optimization

### Alpha – Beta pruning

### Zoobrist hashing

### Move ordering

### Heuristic evaluation function

### quisence search

### beam search ?!

# Game behaviour examples & stats

## Positional development

## Force mate

## Trapping a more valuable piece

## End game situations

# State of the art

## Monte Carlo Tree Search for chess

## AlphaZero