



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO

Dipartimento di Informatica

Corso di Laurea Triennale in Informatica

TESI DI LAUREA

Tecniche di Intelligenza Artificiale applicate al gioco degli Scacchi

RELATORE

Prof. Fabio Palomba

Università degli studi di Salerno

CANDIDATO

Vincenzopio Amendola

Matricola: 0512106935

Anno Accademico 2021-2022

*"Non sono mai riuscito a capire gli scacchi. C'è troppa scienza per essere un gioco, e c'è troppo gioco
per essere scienza"*

- Emanuel Lasker

Sommario

Il contesto applicativo della tesi è incentrato sullo studio e sull'applicazione di metodologie di Intelligenza Artificiale nell'ambito del gioco degli scacchi. L'obiettivo principale della tesi sviluppata è quello di fornire un insieme di tecniche da applicare nel contesto di una partita, osservando le regole ufficiali definite a livello internazionale nel FIDE Handbook, sezione Laws of Chess.

Lo sviluppo della tesi è incentrato sullo studio e sul confronto di diversi approcci e algoritmi che possano fornire mosse di gioco più o meno soddisfacenti. Il problema principale che è stato risolto mediante l'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale è quello relativo al compimento di mosse studiate e decise considerando le mosse dell'avversario (un utente umano o una seconda Intelligenza Artificiale) che man mano cambiano lo stato della scacchiera.

Indice

Elenco delle figure

Elenco delle tabelle

1.1 Contesto applicativo

Lo studio proposto è incentrato sulla disciplina degli scacchi. Nello specifico vengono passate a rassegna diverse tecniche di Intelligenza Artificiale volte a ricercare (e compiere) una mossa valida sulla scacchiera nel corso di una partita regolare. Vengono resi noti i due differenti approcci adottati per il conseguimento degli obiettivi sopracitati:

- **Primo approccio:** degli algoritmi di ricerca valutano lo stato corrente della scacchiera ed effettuano la "migliore" mossa legale tra quelle disponibili;
- **Secondo approccio:** viene analizzata una rete neurale addestrata che gioca simulando le mosse di un giocatore umano.

1.2 Motivazioni e Obiettivi

Fra i giochi più popolari al mondo, gli scacchi possono essere giocati ovunque (all'aperto, in circolo, online) e la vastità del numero di giocatori è stata tale da favorire lo sviluppo di diverse Federazioni (tra le quali, la più importante, la **Fédération Internationale des Échecs - FIDE**) con conseguenti tornei e competizioni in tutto il mondo. Le motivazioni della stesura del presente elaborato sono da ricercare nella natura intrinseca del gioco stesso. Claude Shannon, ingegnere e matematico statunitense, nel suo *"Programming a Computer for*

Playing Chess” fornì una stima di (10^{120}) partite possibili, dimostrando impraticabile l’idea di affrontare il problema con la forza bruta¹. Di fronte a tali numeri, non si può non rimanere disorientati e affascinati allo stesso tempo, tenendo anche in considerazione che il numero di atomi nell’universo è stimato intorno a 10^{80} . Gli obiettivi finali sono dunque da ricercare nelle motivazioni stesse; la vera protagonista del presente lavoro di tesi è infatti la **complessità** del gioco degli scacchi, che viene analizzata, studiata e approfondita nei paragrafi seguenti, non senza un’attenta critica e analisi accurata sui risultati raggiunti.

1.3 Risultati

Gli algoritmi di ricerca e di apprendimento sfruttati nei due diversi moduli offrono una panoramica generale sulle moderne tecniche di intelligenza artificiale che non solo vengono applicate su diverse piattaforme ma sono tutt’oggi in continua evoluzione. I risultati ottenuti non vogliono aprire nuovi orizzonti a differenti approcci sullo studio, ma fanno più da panoramica generale a tecniche già esistenti.

1.4 Struttura della tesi

La trattazione del lavoro di tesi è strutturata secondo il seguente elenco:

- **Introduzione:** viene fornita una panoramica dello studio effettuato, con particolare attenzione alle motivazioni, agli obiettivi e ai risultati del lavoro svolto.
- **Algoritmi noti e motori scacchistici:** l’attenzione viene spostata sulle tecnologie attualmente in uso e sugli studi che hanno portato il gioco degli scacchi ad essere trattato con le tecniche moderne.
- **Design:** si esaminano nel dettaglio la progettazione e l’implementazione del lavoro.
- **Conclusioni:** vengono presentate riflessioni e considerazioni di carattere generale con eventuali riferimenti agli sviluppi futuri.

¹Victor Allis, informatico olandese, anni dopo stimò la complessità essere di almeno 10^{123} , “basata su una media del fattore di ramificazione di 35 e una durata media di gioco di 80 coppie di mosse”.

Algoritmi noti e motori scacchistici

Questo capitolo illustra lo stato dell'arte e i lavori presenti in letteratura sugli aspetti di ricerca trattati nel nostro studio. Prima di dare un'occhiata alla varietà degli approcci adottati per affrontare il problema della complessità degli scacchi, è opportuno fare un passo indietro per capire meglio di *che cosa* si parla.

2.1 Teoria dei giochi

La **teoria dei giochi** è una disciplina che studia gli ambienti di interazione strategica tra agenti intelligenti¹. Per approcciare un problema di questo tipo, l'agente è necessariamente tenuto a trovare una strategia che tenga in considerazione le possibili azioni dell'avversario. In questo contesto, una strategia specifica si considera **ottima** se porta ad un risultato almeno pari a quello di qualsiasi altra strategia; il problema da risolvere è dunque quello di capire *come* poter trovare una strategia ottima. Inseriti in questo contesto, gli scacchi vengono classificati come gioco a **somma zero** (il risultato finale di un partecipante è bilanciato dal risultato di un altro partecipante di valore uguale ma di segno opposto) e con **informazione imperfetta** (gli stati del gioco non sono sempre espliciti agli agenti).

¹Viene definito agente un sistema in grado di percepire il suo ambiente e di agire su di esso. La peculiarità di un agente intelligente è da ricercare nei risultati delle sue azioni che, a un osservatore comune, sembrerebbero essere prerogativa dell'intelligenza di un essere umano.

2.2 Scacchi e Intelligenza Artificiale

Come accennato nel capitolo precedente, la complessità degli scacchi è ciò che li rende uno degli oggetti di studio più interessanti dell'Intelligenza Artificiale. Alan Turing fu uno dei primi a interessarsi in maniera concreta al problema, progettando *Turochamp*². La debolezza del programma fu però evidenziata da Garri Kasparov in una conferenza del 2012, mostrando che l'algoritmo era in grado di valutare un numero molto limitato di varianti. Il contributo di *Turochamp*, in ogni caso, gettò delle importanti basi per l'evoluzione delle moderne tecniche di ricerca *minimax*³.

2.2.1 Deep Blue

Fu solo nel 1996 che si cominciarono a temere le enormi potenzialità dei computer in ambito scacchistico: in quell'anno fu disputata una partita in condizioni normali di torneo tra Kasparov (allora campione del mondo), e *Deep Blue*, un computer progettato da IBM appositamente per giocare a scacchi, con abbandono da parte del campione dopo 40 mosse. Nel 1997, in occasione della rivincita, Kasparov abbandonò dopo sole 19 mosse⁴. Questi eventi aprirono le basi ai moderni motori scacchistici, che nel corso degli anni hanno dimostrato di saper tener testa anche ai migliori giocatori di scacchi. La potenza computazionale di Deep Blue era dovuta al parallelismo massivo: furono utilizzati ben 480 processori (progettati per il gioco degli scacchi), che eseguivano un algoritmo scritto in linguaggio C in grado di calcolare 200 milioni di posizioni al secondo. Le funzioni di valutazione erano scritte in forma generale, mentre la lista delle aperture fu fornita dai campioni Illescas, Fedorowicz e De Firmian.

2.2.2 Stockfish

2.2.3 AlphaZero

²Ideato nel 1948, *Turochamp* nacque ben prima di un calcolatore che fosse in grado di leggere ed eseguire il programma. Ciò portò lo stesso Turing a valutare la "bontà" dell'algoritmo, analizzando le mosse con carta e penna.

³La ricerca di quiescenza è un algoritmo tipicamente utilizzato per estendere la ricerca a nodi instabili in alberi da gioco. L'idea è quella di "emulare" delle posizioni a una profondità maggiore di quella che si sta considerando, per assicurarsi che non vi siano trappole nascoste e per ottenere una stima migliore del valore della posizione.

⁴Alcune mosse di Deep Blue risultavano a Kasparov piuttosto creative e incomprensibili, al punto da sospettare che la macchina avesse avuto un supporto umano nel corso della partita. Effettivamente il codice del programma fu modificato tra una sfida e l'altra, permettendo alla macchina di non cadere nelle trappole del campione nelle mosse finali del gioco

CAPITOLO 3

Design

BREVE SPIEGAZIONE CONTENUTO CAPITOLO

CAPITOLO 4

Conclusioni

BREVE SPIEGAZIONE CONTENUTO CAPITOLO

Siti Web consultati

- Wikipedia – www.wikipedia.org

Ringraziamenti

INSERIRE RINGRAZIAMENTI QUI