

平成 29 年 5 月 16 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26730181

研究課題名(和文)感想戦に基づく、ゲームAIの強化法

研究課題名(英文) Enhancement method of game AI based on postmortem

研究代表者

竹内 聖悟 (TAKEUCHI, Shogo)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・特任研究員

研究者番号：40625258

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：将棋や囲碁などのゲームではゲーム後にプレイヤー同士で「感想戦」と呼ばれるゲーム内容の検討を行い、実力向上に役立てる。ゲームAIにおいては、このような「感想戦」が行われることはない。本研究では人間が行う「感想戦」に着目し、複数のゲームAIによるゲームの検討とそれによる棋力向上を目的とした。

本研究の主な成果の一つとして、あるゲームAIに他のゲームAIが助言を与える手法を提案し、それによる棋力向上を示したことが挙げられる。

研究成果の概要(英文)：In games such as shogi and game of go, human players discuss about their play for improving their skill. Such a discussion is called "Kanso-sen" (postmortem) and game AIs does not discuss about their play. In this research, we focused on the "Kanso-sen" and try to improve AIs' performance by discussion between multiple game AIs.

One of the main achievements of this research is to propose a method for giving advice to another game AI to a certain game AI and to show improvement in cooperation by it.

研究分野：ゲーム情報学

キーワード：感想戦 協調

1. 研究開始当初の背景

ゲーム情報学分野において、将棋では評価関数のパラメータを棋譜からの学習、囲碁ではモンテカルロ木探索が成功するなど棋力向上についての研究が広く行なわれ、ゲーム AI の強さは向上し続けていた。2013 年には、コンピュータ将棋とプロ棋士の対局イベントが行なわれ、ニュースや新聞で取り上げられるなど世間の注目を集めた。一方で、認知的な側面からの研究や、人間の対局のサポートや思考の言語化などについての研究も行なわれていた。

人間同士が対局した場合に対局内容を検討する「感想戦」に着目した。感想戦では、プレイヤー同士で対局内容をさかのぼり検討する。敗因や勝因、別の手を選んだ場合の展開などの検討・意見交換により棋力の改善につながる。これをゲーム AI で行うことを考えた。ゲーム AI のうちチェス AI や将棋 AI では先読みに相当する「探索」と局面の良し悪しを数値化した「評価関数」の両者が性能向上に不可欠である。

感想戦についての研究は少なく、将棋においてネットワーク対戦を支援するシステム SAKURA(Shogi Archives and Kansousen Utilities for Research and Advice) の研究において、ゲーム AI による感想戦のサポートする機能として議論支援システムなどの利用を行っている例がある他、認知科学の中で取り上げられている程度である。チェスや将棋・囲碁など多くのゲームでは、GUI ソフトの機能として棋譜の解析(図 1 はゲーム AI 同士の棋譜と対戦中の評価値の変動、矢印で示した点が感想戦の対象候補)や検討が可能であるが、各局面については形勢判断の数値と指手列だけが表示され、人間だけでなく、他のゲーム AI にとっても理解しやすい形とは言い難い。また、対戦から学習を行う手法として、棋譜からの学習や強化学習などがあるが、対局内容の検討はほとんど行なわれず、強化学習はあまり成功していなかった。複数の異なるゲーム AI の利用やそれによる強化については研究があまり進んでいなかった。

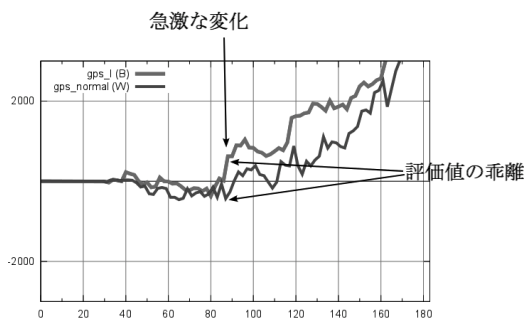


図 1. 評価値の変動の例

2. 研究の目的

ゲーム AI の強化が目的であり、本研究では人間が行う「感想戦」に着目する。ゲーム AI では「感想戦」は行われておらず、複数のゲーム AI による局面の検討などの要素技術の実現を目指し、最終的には、感想戦や検討の結果を使ったゲーム AI の強化を目的とする。

感想戦の要素技術として、複数 AI による局面の検討、指手の良し悪しの判断、検討すべき局面の発見、ゲーム木探索の結果の解析などが挙げられ、これらを調査していく。

また、研究の過程で新しい発見などがある場合はこれもまた進めていく。

3. 研究の方法

ゲーム AI、特に将棋 AI を対象として研究を行う。ゲーム AI の強さや性能は先読みに相当する「探索」と局面の良し悪しを数値化した「評価関数」の両輪からなる。本研究ではまずゲーム AI の感想戦の実現を目的とし、その要素について研究を行い、最終的にはゲーム AI を強化する手法について研究を行う。具体的には以下のような手順となる。

- (1) 指手の良し悪しの判断についての調査
- (2) 学習にあたり、教師に必要な条件の調査
- (3) 感想戦などゲーム AI による検討に基づいたゲーム AI の強化方法

(1)については、感想戦を行うにあたって指手の良し悪しの判断が必要となるためである。(2)については、ゲーム AI の強化の方法として評価関数パラメータを教師あり学習で調整するために、データを生成することが考えられたためである。(3)は最終的な研究目的の達成であり、ゲーム AI は評価関数と探索がその性能の両輪であり、いずれかを改善することが目的となる。

4. 研究成果

(1) 指手の良し悪しの判断についての調査
感想戦を行うにあたり、指手の良し悪しの判断が必要となる。そのため、調査を行っていた。その過程でゲーム AI の強さを棋譜の指手とゲーム AI の読み筋や評価値から推測する手法についての発想を得たため、その研究を行った。

与えられた棋譜に対して AI を使い、評価値や読み筋などの情報を付加させる手法があった。しかし、ゲーム AI による探索はコストが高いという難点があった。

ゲーム AI の多くは対戦時にその評価値や読み筋を棋譜へと付加しており、そのデータを使うことでコストなしに処理が可能となる。ただし、ゲーム AI 同士の棋譜では一手毎にゲーム AI が代わり、それぞれ評価関数のスケールが異なるため単純に従来手法を適用するだけではうまくいかないため、正しくペアを取ることで対処する手法を提案したところ、評価値の変動や悪手率と強さの指標であるレーティングとの間に相関のある結果

が得られた。このデータを使い、評価値の変動からレーティングを推測するモデルを提案し、実験結果から良く予測できていることを示し、提案法の有用性を示した。図2は推測値と実際の値をプロットしたものである。レーティングの計測には多くの対戦が必要となり、時間がかかるのが難点であり、提案手法によってそれらのコストを抑えることができれば、開発者にとって有用である。

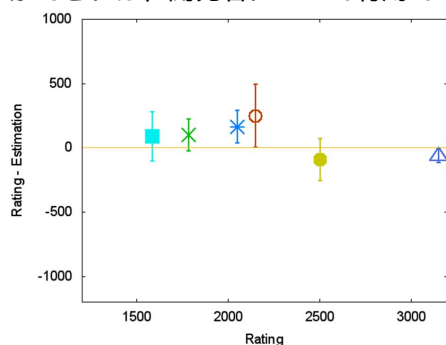


図2. レーティングの予測値と実測値

(2) 学習にあたり、教師に必要な条件の調査教師データの生成についての研究を行った。先行研究がいくつかあるがあまりせいこうしていなかった。それらの調査から教師データとなる棋譜の性質について、多様性や教師の質が影響するのではないかと考えた。失敗していた例の多くは学習する AI とデータを生成する AI が同じか良く類似したものであったため、多様性という観点で問題があると考えた。そこで、複数の異なるゲーム AI を使い教師データを生成することでこれを解決できないかと考えた。また、多様性だけでは不十分でありその質、ゲーム AI の場合は強さも必要であると考えた。

複数のゲーム AI を使った探索法として、一つのゲーム AI に対して他のゲーム AI から指手の候補を与え、それらと比較する手法を提案し、問題集の正答数により手法の質を評価し、候補手に正解が含まれる数から手法が持つ多様性を評価した。実験結果から提案手法は一つのゲーム AI を利用するよりも、多様性と質共に良い結果となり、提案手法の有用性を示すことが出来た。この手法から教師データを生成することで、強化できると期待される。

(3) 感想戦などゲーム AI による検討に基づいたゲーム AI の強化方法

ゲーム AI による検討を使い、ゲーム AI を強化することは本研究の目的である。ゲーム AI の性能は「評価関数」と「探索」が重要である。評価関数の学習に感想戦や検討結果を利用する計画であったが、この検討自体でゲーム AI が強くなるのではないかと考え、実際に複数のゲーム AI による検討での強化方法を提案した。研究当初、強化学習は成功していなかったが 2015 年頃から幾つか成功例が

報告されており、評価関数の学習については少し達成されたという面もあった他、学習データ生成のためには、予想よりも時間がかかることがわかり、探索を重視する方向へと方針を切り替えた。

提案手法は、(2)の複数 AI を用いた指手検討の手法と同様で、候補手を他の AI から受け、自身の指手と比較検討する手法である。

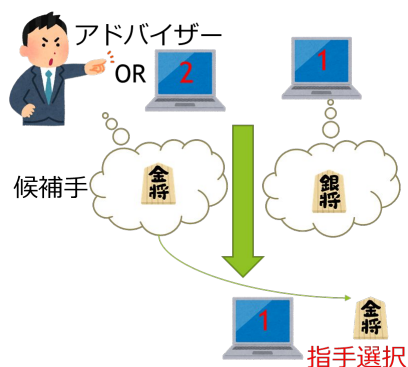


図3. 助言を利用する指手選択

図3が提案手法を図示したものである。図のように候補手を与えるのは AI に限らず人間でも良く、人間と AI が協調するシステムと見ることできる。

提案手法の有効性を示すため、従来手法である多数決合議や単体のゲーム AI との対戦実験を行った。いずれも提案手法が有意に勝ち越し、提案手法の有効性を示すことが出来た。また、強いゲーム AI からのアドバイスだけでなく、弱いゲーム AI からのアドバイスも有効であるという結果が得られるなど新しい知見を得ることが出来た。これまでのゲーム AI では計算機資源の有効活用法として並列化と多数決合議が使われてきた。提案手法は、オープンソースなど公開されたゲーム AI も多く、ゲーム AI という資源を効率的に使う手法になると考えられる。

提案手法は、複数のゲーム AI による局面の検討を行う手法であり、その手法によって強化がされており、本研究の目的が達成できたとと言える。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 5 件)

竹内 聖悟. アドバイスを活用する協調的ゲーム AI. ゲームプログラミングワークショップ 2016 論文集, pp.21--27, 2016 年 11 月 4 日, 箱根セミナーハウス (神奈川県箱根町)

竹内 聖悟, 学習の教師例となる指手の
選択を目的とした, 複数プログラムを用
いる探索についての考察. 情報処理学会
研究報告, 2016-GI-35, 2016年3月8日,
電気通信大学(東京都調布市)

竹内 聖悟, ゲーム木探索技術とコンピ
ュータ将棋への応用. 電子情報通信学会
リコンフィギャラブルシステム研究会.
招待講演, 2015年9月18日, 愛媛大学(愛
媛県松山市)

Shogo Takeuchi and Tomoyuki Kaneko:
Estimating Ratings of Computer Players
by the Evaluation Scores and Principal
Variations in Shogi. 3rd International
Conference on Applied Computing and
Information Technology (ACIT 2015).
2015年7月12日, 岡山コンベンション
センター(岡山県岡山市)

竹内 聖悟, Floodgate の棋譜を利用した
悪手の計算とレーティングの関係につい
て. 情報処理学会研究報告, 2015-GI-33,
2015年3月6日, 東京大学駒場キャンパ
ス(東京都目黒区)

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者
竹内 聖悟 (TAKEUCHI, Shogo)
東京大学・大学院新領域創成科学研究科・
特任研究員

研究者番号: 40625258

(2) 研究分担者
()

研究者番号:

(3) 連携研究者
()

研究者番号:

(4) 研究協力者
()