

Title	多様な性質のゲームと用途のためのコンピュータプレイ拡張の研究
Author(s)	佐藤, 直之
Citation	
Issue Date	2018-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/15321">http://hdl.handle.net/10119/15321</a>
Rights	
Description	Supervisor:池田 心, 情報科学研究科, 博士

氏 名	佐 藤 直 之
学 位 の 種 類	博士(情報科学)
学 位 記 番 号	博情第 384 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 30 年 3 月 23 日
論 文 題 目	多様な性質のゲームと用途のためのコンピュータプレイや拡張の研究
論 文 審 査 委 員	主査 池 田 心 北陸先端科学技術大学院大学 准教授
	飯 田 弘 之 同 教授
	白 井 清 昭 同 准教授
	長 谷 川 忍 同 准教授
	西 野 順 二 電気通信大学 助教

## 論文の内容の要旨

Computer artificial intelligence (AI), which aims to benefit human daily life, consists of several subfields due to difficulties of creating artificial general intelligence that can perform any human intellectual task perfectly. Among the subfields, AI techniques for playing games have attracted researchers' attention from a very early stage of AI research. Thanks to much amount of study, AI players can now beat human pro players in many games such as Chess, Shogi and Go.

On the other hand, there are games in which AI players are still not competitive enough due to the lack of efficient methods for these games. We believe that this situation needs to be improved to enhance the game experience of human players. General methods that can be applied to AI players in more games should be developed. Even if game creators can develop relatively competitive AI players in many games with rule-based programs, there is a high developing cost for providing AI players for each new game title. Besides competitive AI players, AI players focusing on purpose on something other than competitiveness are also important, for example, AI players adjusting their competitiveness to make equally matched games, AI players coaching beginner players, or AI players manipulating game characters in a human-like way. These types of AI players are essential to entertain human players in various game situations of various genres of games.

Therefore, we aimed at enabling AI players to cope with various game genres and situations. There can be quite a large number of combinations of "game genre" and "purpose that AI players focus on", so we divided the combinations into four large classes, namely, "turn based game player focusing on competitiveness," "turn based game player focusing on purpose other than competitiveness," "real time game player focusing on competitiveness," and "real time game player focusing on purpose other than competitiveness." After that, we picked one AI problem per each class considering the popularity of the game genre and the difficulty of addressing the problem.

At first, we addressed a problem of making a competitive AI player in turn based strategy game. We proposed three types of forward pruning methods to enable AI players to look ahead further during the game tree search.

This method resulted in a 74% win-rate in average during matches against existing champion AI programs.

Next, we handled a problem of making a less-dissatisfactory team mate AI player in Computer Role Playing Games.

Our method estimates human player's preference on game states in RPG, then, it cooperates well as a team mate with the human player. The proposed player gained 3.85 score in average in a subject experiment where each human subject rates the degree of satisfaction from 1 to 5 points.

After that, we coped with a problem of making a competitive AI player in fighting games, where the game progress is based on pseudo real time, leaving AI players with a very short time for their calculation. Our method combines existing AI players of rule-based architecture and switches the control among them. This strategy succeeded in enhancing the competitiveness of existing rule based AI players, and gained +888 game scores through matches against them.

Finally, we addressed a problem of making an AI player with human-like behavior in shoot' em up video games. We adopted a tree search with an influence map technique, which results in 4.2 score by 5-star rating during an human subject experiment to evaluate the human likeness of the AI player.

Keywords: Artificial Intelligence, Game, Machine learning, Tree search, Monte Carlo Simulation

## 論文審査の結果の要旨

人工知能技術の進展は目覚ましく、囲碁や将棋への適用例はその分かりやすい例となっている。ゲームを人工知能研究の対象とすることには、こういった分かりやすさや問題の定義が明確なことで、ゲームが直接的に人々の楽しみに寄与することなど利点が多い。これまでゲームの人工知能研究では「ボードゲームを対象に」「強さを求める」研究が多かった。しかしゲームの多様さやその本来の目的を考えれば、「ボードゲーム以外での」あるいは「強さ以外を求める」研究も行われるべきである。佐藤くんは、4つの「ゲームと目的の組み合わせ」を考え、これらそれぞれについて、実際にゲーム業界などで使われることなども意識しながら新しい手法の提案を行った。

ターン制戦略ゲームは、将棋などの延長線上にあるゲームだが、全ての駒を任意の順序で動かせるという特徴から、可能着手数が増大になるという困難さを持つ。佐藤くんはこのようなゲームの多くに利用できる探索枝刈り手法を3つ提案し、その有用性を既存の最強プログラムとの対戦によって示した。

ドラゴンクエストなどのRPGでは、チーム対チームの戦いが行われ、プレイヤー側のチームメイトもコンピュータが操作することが多い。単に勝利すればよいのではなく、各プレイヤーの価値観・好みや意図を推定してそれに迎合することが満足感を与えるために重要である。佐藤くんは効用理論とモンテカルロ法による推定を提案し、被験者実験を通じて実際に満足度が高まることを示した。

格闘ゲームでは、ルールベースコンピュータプレイヤーはいまだに中心的手法であるが、挙動の

癖を人間プレイヤーに見抜かれ、つけこまれたり不満足を与えたりすることが多い。佐藤くんは、複数のルールベースプレイヤーを UCB というモンテカルロ法の指標を用いて切り替えることで、自然で相手の戦略変更に対応できるようなメタプレイヤーが作れることを示した。

シューティングゲームでは、人間・コンピュータの協力プレイや対戦が行われることもあり、その場合コンピュータプレイヤーの挙動の自然さが求められる。佐藤くんは、弾避け時の挙動に着目し、人間が大域的な安全さを考慮して弾避けすること、ぎりぎりでの弾避けを嫌うこと、操作をごく短期間に切り替えることはしないことなどをコンピュータ上に再現し、人間らしさの向上を確認した。

これら4つの対象も解決手法も異なるものであるが、それぞれの手法は該当ゲームを含む似た特徴を持つ他のゲームにも適用可能である場合が多い。審査委員からは、各技術の横断性の不足や、博士論文が英語でないことへの注文はついたが、内容の新規性・有用性、エビデンスについては概ね高い評価を受けた。以上、本論文は人工知能技術のゲームへの応用についてその可能性・実用性を大きく高めたものであり、学術的に貢献するところが大きい。よって博士（情報科学）の学位論文として十分価値のあるものと認めた。