



学位論文審査結果の要旨

研究科長	専攻長
	

博士（工学） 申請者氏名 高岡 勇樹

審査委員

主査 教授 川上 敬

副査 教授 三田村 保

副査 教授 木下 正博

副査 教授 竹沢 恵

不完全情報ゲームにおける AI エージェントの戦略決定に関する研究

近年、人工知能研究の成果が様々な分野で報告されているが、さらなる発展が期待されている分野のひとつにゲーム AI がある。コンピュータの性能向上や探索手法の開発によって多くのゲームで人間プレイヤーよりも強い AI エージェントを作成することが可能になっており、囲碁の AI エージェントである AlphaGo の強さが社会でも話題となっている。この種のゲームは一般に「完全情報ゲーム」と呼ばれ、ルールはもちろんのこと、局面の詳細や自分および相手の手札がすべて既知の状態で行うことができる。なおかつ指した手によって起こる局面の状態変化が確定的に決定するゲームで、将棋やチェスなどが該当する。一方、プレイヤーから隠されている情報があり、指し手による状態変化が確率的に決定するタイプのゲームを「不完全情報ゲーム」と呼び、麻雀やポーカーなどが該当する。不完全情報ゲームでは、隠されている情報を予測しながら自身の利益を最大化するような行動を確率的なモデルにより獲得しなければならないため、一般的に難易度が高い。

このような背景のもと、本学位論文は不完全情報ゲームの一つで日本特有のゲームである「花札」を対象に、ゲーム AI に関する研究をまとめたものである。本学位論文提出者は花札に対する異なる 2 種類の AI エージェントについて議論している。

第一に花札における最強 AI エージェント開発の方法論を提案している。具体的には花札の戦略を多くのゲーム AI で利用されるゲーム木によって表現し、その各ノードの評価値をモンテカルロ木探索の一種である UCT 探索によって推定している。この時のモンテカルロ探索は無限回探索できれば正しい評価値得られるが現実には困難であるため、この問題を多腕バンディット問題として定式化し、効率的な探索手法についても議論している。本提案アルゴリズムを検証するために人間プレイヤーとの複数の対局を行い、人間よりもはるかに強い AI エージェントであることが確認されている。

次に多くの人間プレイヤーに対局を楽しんでもらうための AI エージェントについて実験的に検証している。人間プレイヤーの対戦興味を引き出すために、目標関数となる面白さを定量化する必要がある。これについては心理学的手法や脳波を利用する研究などが報告されているが、いまだ確定したものはない。そこで本論文では、人間同士および人間と AI エージェントの対局を多数実験観測し、2つの方法で評価

を行っている。まずは利得、すなわち勝ち文数、負け文数の推移から面白さの度合いを評価し、その評価値を上げるようなAIエージェントを構築した。構築したAIエージェントと人間との対局実験の結果、期待した利得推移を創出できたが、人間プレイヤーからの評価はさらなる改善が必要とのことであった。そこでさらに人間プレイヤーへのアンケート調査を実施し、ゲーム中の「面白さ」において何を期待しているかを分析がやはり定性的な評価が多く、より定量的な評価指標が必要なことがあらためて明らかになった。そこで人間プレイヤーから生体信号の一つである心拍数を計測しながら、対局実験を行い、心拍数と特徴的な局面との関連を定量的に評価した。その局面分析から新規の面白さの指標を得ることに成功している。ここで得られた面白さの指標に関する結果は、今後のゲームAI開発における重要な知見になると考えられる。

本論文は8章で構成されており、1章では各章の概要を述べるとともに、研究背景を記述している。2章では、数多くあるゲームを分類する方法を述べ、分類ごとのゲームの特徴を記述した。その後、ゲームAIの分野でよく用いられる手法について述べている。3章では強いゲームAIの開発に関する研究をサーベイし、それぞれのゲームAIが用いている手法とその強度について記している。4章では本論が対象とするゲームである花札のルールと進行について説明し、5章では強い花札AIエージェントに関する研究についてまとめている。6章では人間プレイヤーに面白さを与える研究について説明し、7章では花札における人間プレイヤーの面白さ指標の定量化について、検討・調査・実験を行った内容を記述している。8章では本論文の総括と今後の発展について考察している。

以上を要するに、不完全情報ゲームの一つである花札を対象問題として、AIエージェントの戦略決定において有効な手法を提案し、その性能を検証することでアルゴリズムの有効性を示している。加えて、多様な人間との対人対局に利用可能な人間の面白さを引き出す指標を明らかにするためにいくつかの検証実験を行って、その結果をまとめている。これらすべての成果は今後のゲームAI研究に資するところ大である。

よって筆者は博士（工学）の学位を授与される資格があるものと認める。