

論文審査の結果の要旨

論文提出者氏名 金子 知 適

本論文は、対局者が2名である対戦ゲームを対象として、正確で効率の良い局面評価関数をゲームのルールの知識だけから自動的に生成する手法を提案するとともに、その高い有効性を実証したものである。囲碁や将棋などの思考ゲームでは、そのルールの単純さに比べて局面を表す状態空間が極めて大きいため、全探索により最善手を求めることは不可能であり、ゲーム特有の知識を探索に組み込んで探索空間を可能な限り縮小することが不可欠である。この目的では、局面の有利不利を数値として表す評価関数が一般的に用いられる。この評価関数をゲームのルールだけから生成するアイデアは以前から存在したが、極端に非効率あるいは低能力な例しかなく、研究レベルとしても満足なものとは存在していなかった。このような状況の中で、本論文で述べている研究は、可能な限りの自動化と実用レベルの評価効率とをともに実現したという意味で、この分野では高く評価されるべきものである。

本論文は8章からなる。第1章では研究の背景と目的とが、第2章では次章以降の議論に必要なゲームプログラミングの要素とその性質とを、それぞれ述べている。

第3章では、局面評価関数の構成方法の一つとしての評価特徴の性質とその生成方法を述べている。評価特徴は局面を様々な側面から測定して値を得るためのものであり、これを多数複合させて最終的な評価関数を構成するので、評価関数の質をほぼ決定する。

第4章では、局面及び評価特徴の論理形式での表現と、その限界・問題点を明らかにしている。論理形式表現は汎用性の代償として計算効率が非常に低く、使用できる評価特徴の数の制限と、大量データによる学習の困難さともたらす。この考察により本論文では、評価特徴と評価関数の計算効率こそが、自動生成される評価関数の実用レベルの正確さの実現に本質的に重要であると結論づけている。

第5章では、前章で述べた論理形式の評価特徴の評価効率を向上させるための、評価特徴の論理表現を局面表現レベルまで展開する部分計算と、ゲームの局面変化が部分的であることを利用した、論理ネットワークによる差分計算の手法を提案し、評価の実験を行なって、単純な論理計算評価と比べて4000倍の速度向上が得られたことを述べている。

第6章では、論理形式の評価特徴をさらに分解し、図形的パターンに対応する形式に変換する手法を提案している。図形的なパターン自体は評価特徴として比較的よく利用されているが、人間の知識を総動員して作成されるのがほとんどであり、本研究のようにそれらのパターンをゲームのルールだけから自動的に生成することに成功した前例はない。この章では、論理形式の評価特徴を図形的な基底述語の集合に変換する手法と、その変換の数学的な基礎づけ及び数理的な性質について精密に論じている。

第7章では、これまでに述べたすべての手法を統合したシステムを具体化し、それを用いた大量データによる評価関数の学習の実験を行なっている。パターンの導入によりさらに30倍近く効率が向上した結果、オセロゲームにおいて1秒間に10万局面程度の評価速度を実現し、効率では人間が人手で書いたプログラムに近いレベルまで達していることを示している。また、自動的に生成された局面評価関数の正確さについても大規模な実験を行い、約30万種類の図形的パターンを使っている世界最強のオセロプログラムの評価関数に近い性能が達成できていることを示している。この結果は、良い評価関数の自動生成という目標が、オセロゲームに関してはかなりの程度達成できていることを示している。

第8章では、結果のまとめと今後の研究方向についての若干の考察を行なっている。

以上のように本論文は、正確な評価関数の自動生成という研究上も実用上も非常に重要な目標の実現可能性を実証的に示したものであり、ゲームにとどまらず知識を扱う研究分野全体に対して学問上貢献する所が大であると評価できる。よって本審査委員会は本論文が博士（学術）の学位を授与するにふさわしいものと認定する。