

氏名（本籍）	いとう たかし 伊藤 崇（広島県）
学位の種類	博士（情報工学）
学位記番号	甲第132号
学位授与年月日	平成30年9月25日
学位授与の要件	広島市立大学大学院学則第36条第3項及び広島市立大学学位規程第3条第3項の規定による
学位論文題目	複数の木構造を持つ遺伝的手法を用いた自律エージェントの学習 Agent learning by genetic programming with multiple trees
論文審査委員	主査 教授 高橋 健一 副査 教授 高濱 徹行 副査 教授 三村 和史

## 論文内容の要旨

エージェント学習は、人工知能の研究分野の1つであり、目的を達成するためにエージェントの判断と行動の規則を自動生成する手法に関する研究である。生物進化のメカニズムを模倣する進化的計算は、エージェント学習にとって有効であることが知られており、本研究では、進化的計算の1つである遺伝的プログラミング（GP）を使用している。

GPの個体は、エージェントの行動規則を表す1つの木構造で表現される。GPは複雑な行動規則を表現するために、木の深さが深くなる。そのような木構造では、1度の遺伝操作によって優れた行動規則が容易に破壊されてしまうという問題がある。この問題を改善するために、調整ノード付きGP（GP<sub>CN</sub>）が提案されている。GP<sub>CN</sub>の個体は複数の木構造により構成され、エージェントの行動規則を表現する。本論文では、GP<sub>CN</sub>の高性能化を目的とした手法を提案し、実験により有効性を示している。

GP<sub>CN</sub>では、各木は、エージェントが木を参照する順序を示す識別番号と木を繰り返し参照する回数を示すプロセス数Pを持つ。これまでGP<sub>CN</sub>の個体が複数の木を持つことによる進化速度の低下の問題を解決するため、条件付き確率を用いた個体生成手法と異文化型島モデルのGP<sub>CN</sub>への応用を行ってきた。本論文では、さらにGP<sub>CN</sub>の性能を向上させるために、個体内の複数の木の参照順に着目した木の順序入れ替え手法を提案している。またGP<sub>CN</sub>は、木の数Mと各木のプロセス数Pの設定が必要であり、これらの最適値は問題によって異なる。本論文では、プロセス数Pの継承による自動獲得の手法および個体の木の数Mの自動決定の手法を提案している。後者においては木の数Mを減らす操作のために、エージェント問題のためのセマンティクスとそれを用いた木の削除を提案している。提案手法の有効性を確認するために、ごみ拾い問題とSanta Fe Trail問題をベンチマーク問題として用いた実験を行っている。実験結果から、自動決定により得られたプロセス数Pと木の数M

は、人手で決定した値よりも適した値であることを確認している。

第1章では研究の背景と目的について述べている。第2章で遺伝的プログラミングについて、第3章で複数の木構造をもつ調整ノード付きGP<sub>CN</sub>について説明し、第4章でベンチマーク問題としてエージェントシミュレーションに用いたごみ拾い問題とSanta Fe Trail問題を記述している。第5章において、条件確率を用いた個体生成手法、異文化型島モデル、さらに本研究で提案している木の順序入れ替え手法を説明し、実験結果についてその有効性を議論している。第6章では木の数とプロセス数を自動決定するための手法を提案し、その有効性を実験で示している。最後に、第7章でまとめと今後の課題を述べている。

## 論文審査の結果の要旨

平成30年7月27日(金)13時00分から14時30分まで博士学位論文発表会(公聴会)を行った。申請者が論文内容について発表を行い、その後、論文内容に関する質疑応答および議論を行った。発表会(公聴会)では、将来の発展的課題も含めた議論が活発に行われ、すべての質疑に対して申請者は的確に回答した。本研究では、エージェント学習のため、進化的計算の1つである遺伝的プログラミング(GP)の高性能化を目的とした手法を提案し、実験により有効性を示している。これらの研究成果は自律エージェントの最適行動探索の研究に寄与すると考えられ、博士論文として十分な内容であると判断された。上述の研究成果は、ジャーナル論文2編、査読付き国際会議3編として公表済みである。

以上により審査委員会は論文審査を合格とした。