

Title	モデルの精度と複雑さを考慮した進化的機械学習に関する研究
Author(s)	近藤, 伸彦
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49282
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	近藤伸彦
博士の専攻分野の名称	博士(情報科学)
学位記番号	第21588号
学位授与年月日	平成19年9月26日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 情報科学研究科情報数理学専攻
学位論文名	モデルの精度と複雑さを考慮した進化的機械学習に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 石井 博昭 (副査) 教授 森田 浩 教授 沼尾 正行 准教授 山本 吉孝

論文内容の要旨

計算機による柔軟で自律的な情報処理を実現するためには、処理すべきデータの背後に潜む規則を、得られたデータをもとに計算機が自動的に学習するような計算原理が必要となる。そのような計算機による学習に関する研究分野を機械学習という。本論文は、機械学習をモデルの精度と複雑さに関する多目的最適化問題とみなして進化型多目的最適化法により複数モデルの学習を行うことについての研究成果をまとめたものであり、全7章から構成される。

第1章では、まず研究背景を述べ、本論文が取り扱う機械学習における問題点と、それに対する本論文の方針について述べた。

第2章では、多目的最適化問題を進化的計算手法により解くことの意義を示し、第3章では、非線形モデルであるニューラルネットワークとその一種であるRBF (Radial Basis Function) ネットワークについて解説した。また、アンサンブル学習について概説し、精度と多様性の必要性について述べた。

第4章では、まず、モデルの複雑さに関するジレンマに起因するモデル構造の決定問題について述べ、これを考慮したRBF ネットワークの進化型多目的最適化手法を提案した。また、数値実験により、精度と複雑さのトレードオフを考慮したモデル集合を構築できることを示した。さらに、提案手法により得られるモデル集合からアンサンブルを構築できることを述べた。

第5章では、RBF ネットワークアンサンブルをパターン分類に適用することを考えた。アンサンブルメンバーの選択法や出力の結合法の組み合わせによるふるまいの違いを、数値実験によって検証した。実験の結果、他の進化的ニューラルネットワークのアンサンブル手法と同等以上の性能を示すことがわかり、提案手法の有用性が示された。また、進化型多目的最適化において多様性を直接評価しなくても、複雑さを評価することで汎化能力の高いアンサンブルが構築可能なことや、部分集合を選択することで、より少ないメンバーで性能の高いアンサンブルを構築できることが示唆された。

第6章では、非線形ARX (Auto-Regressive with eXogenous) モデルをRBF ネットワークで表現することで、進化型多目的最適化によるRBF ネットワークのアンサンブルを非線形システム同定に適用することを考えた。数値実験の結果、非劣個体をメンバーに用いることで全個体を用いる場合に比べ半分程度のメンバー数で同程度の性能を示し、さらにデータの質が悪くなるほどアンサンブルの効果は大きくなるなど、アンサンブルの有用性が示された。

最後に第7章において、本研究を通して得られた成果をまとめ、今後の展望について述べた。

論文審査の結果の要旨

計算機による柔軟で自律的な情報処理を実現するためには、処理すべきデータの背後に潜む規則を、得られたデータをもとに計算機が自動的に学習するような計算原理が必要となる。そのような計算機による学習に関する研究分野を機械学習という。

本論文は、機械学習におけるモデルの複雑さに関するジレンマに起因するモデル構造の決定問題について考察したものである。具体的には、機械学習問題をモデルの精度と複雑さに関する多目的最適化問題とみなして進化型多目的最適化法を用いた複数モデルを一度の試行で構築する学習法を示している。また、得られたモデル集合からアンサンブルを構築する手法を検討し、システム同定およびパターン分類問題へ応用している。これらの研究成果は、以下のようによまめられている。

まず、モデルの複雑さに関するジレンマに起因するモデル構造の決定問題を詳説し、これを考慮した RBF ネットワークの進化型多目的最適化手法を示している。また、数値実験により、精度と複雑さのトレードオフを考慮したモデル集合を構築できることを示している。さらに、提案手法により得られるモデル集合からアンサンブルを構築できることを述べている。

次に、このようにして得られた RBF ネットワークアンサンブルをパターン分類に適用することを提案し、アンサンブルメンバーの選択法や出力の結合法の組み合わせによる振る舞いを、数値実験によって検証することにより、提案手法が他の進化的ニューラルネットワークのアンサンブル手法と同等以上の性能を示すことを示している。

さらに、非線形 ARX (Auto-Regressive with eXogenous) モデルを RBF ネットワークにより同定する非線形システム同定の問題に対して、進化型多目的最適化による RBF ネットワークのアンサンブルを適用することを提案し、数値実験を通じて、非劣個体をメンバーに用いることで全個体を用いる場合に比べ半分程度のメンバー数で同程度の性能を示し、さらにデータの質が悪くなるほどアンサンブルの効果が大きくなることを示している。これらにより、提案手法の有用性が確認されている。

以上のように、本論文は、機械学習におけるモデル構造の決定問題に対して、進化型多目的最適化法を用いた複数モデルを一度の試行で構築する学習法を示すとともに、得られたモデル集合からアンサンブルを構築する手法のシステム同定およびパターン分類問題における有用性を示している。

これらの成果は、計算機による知的な情報処理を実現するための機械学習へ寄与するところが大きく、よって、博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。