



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	A Study of Attraction Basin Sphere Estimation for Niching Evolutionary Algorithms [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	徐, 卓然
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第11747号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58720
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Xu_Zhuoran_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (情報科学) 氏名 徐 卓然

審査担当者 主 査 教 授 山本 雅人
 副 査 教 授 栗原 正仁
 副 査 教 授 鈴木 恵二
 副 査 教 授 小野 哲雄
 副 査 准教授 飯塚 博幸

学位論文題名

A Study of Attraction Basin Sphere Estimation for Niching Evolutionary Algorithms
(ニッチング進化計算アルゴリズムのための Attraction Basin Sphere 計算法の提案)

情報科学の分野における基本的な問題の一つに、ある目的関数を最大化、または、最小化する変数の値を求める最適化問題がある。実社会への応用を考慮すると、目的関数を明確に定めることができない状況も考えられるため、一般に複数存在する最適な解をすべて求めることや、準最適な解も同時に求めることなどが要求される。このような問題に対して、進化計算アルゴリズム (Evolutionary Algorithms) が有効であることが知られている。これらの方法は、複数の解を同時に探索する多点探索の方法をベースとしているが、一般的に有望な解への探索の集中や収束といった問題があり、複数の有望な解の探索には向いていない。そのため、ニッチング進化計算 (Niching Evolutionary Algorithms) という呼ばれる方法が提案され、複数の有望な解領域をニッチと呼ばれる領域として保持しながら探索を行うことで、一つの解への収束を回避している。しかしながら、この方法では各ニッチに対して領域の大きさを定める半径というパラメータが存在し、このパラメータの調整が困難であるという問題点があった。

以上の背景から、本学位論文では、半径というパラメータを用いずに適応的にニッチの大きさを制御して探索を行うことを可能とする新しいニッチング進化計算手法を提案している。ここでは、Attraction Basin Sphere (ABS) と呼ばれる超球体の大きさを見積もる Attraction Basin Sphere Estimation (ABSE) を組み込んだアルゴリズムについて、その有効性をベンチマーク問題などへの適用によって示している。各章では以下のように述べている。

第1章では、最適化問題および進化計算手法について概観し、その特徴や問題点についてまとめ、本学位論文の目的と研究の位置づけについて述べている。

第2章では、ABSE について提案を行っており、適応的にニッチの大きさを見積もる方法について述べており、第3章以降の他の手法と組み合わせる可能性を含めた提案手法の特徴について明らかにしている。

第3章では、ABSE を遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm) に組み込んだニッチング進化計算アルゴリズム (ABSEGA) を提案している。その性能を Topological Species Conservation (TSC) と呼ばれる手法と比較し、多峰性関数の最適化問題を用いて同等の性能であり、計算時間については提案手法が優れていることを示している。また、パラメータの変更に対する柔軟性もより優れていることを明らかにしている。

第4章では, ABSEGA をニューロエボリューションへ応用を行っている. ニューロエボリューションは, ニューラルネットワークの結合重みを入出力の列から計算される適応度に応じて進化させるもので, ロボット制御などの問題に応用できることが知られている. しかし, 一般に数多く存在する局所解に捕まることでより良い解を見つけることができないという問題もある. この問題に対して, 解の重要度という概念を導入した ABSEGA の改良アルゴリズム ABSEGA2 を提案し, これまで有効とされてきた Dynamic Archive Niching Differential Evolution Algorithm(dADE), Nearest Neighbor Differential Evolution Algorithm(DE), Niching the CMA-ES via Nearest-Better clustering(NEA2), Covariance Matrix Adaptation Evolution Strategy(CMA-ES) といった各手法との比較を行っている. その結果, 提案手法である ABSEGA2 が局所解からの脱出を可能とし良好な解を発見できることを示している.

第5章では, 既存手法において最も有効とされる CMA-ES に ABSE を組み込んだ進化計算アルゴリズム ABSE-CMA-ES を提案し, CEC2013 Niching Methods Competition と呼ばれるコンテストにおける上位5つの手法との比較を行っており, ABSE-CMA-ES が有効であることを明らかにしている.

第6章では, 本学位論文の結論を述べ, 今後の展望について示している.

これを要するに, 著者は多峰性関数の最適化問題において, ニッチのサイズを適応的に変更できる ABSE を進化計算手法へ組み込んだ新しいニッチング計算手法を提案し, 複数のベンチマーク問題による既存研究との比較からその有効性を検証している. これらの成果は, 複数の有望な解を同時に探索する最適化問題への解法技術に貢献するところ大なるものがある. よって著者は, 北海道大学博士(情報科学)の学位を授与される資格あるものと認める.