

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	Explorationに着目した実数値遺伝的アルゴリズム
Title(English)	Real-Coded Genetic Algorithms Taking Account of Exploration
著者(和文)	上村健人
Author(English)	Kento Uemura
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9867号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小野 功,樺島 祥介,寺野 隆雄,新田 克己,山村 雅幸
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9867号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

# 論文要旨

## THESIS SUMMARY

専攻： Department of	知能システム科学	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 Academic Degree Requested	博士 (工学)	Doctor of
学生氏名： Student's Name	上村 健人		指導教員 (主)： Academic Advisor(main)	小野 功	
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)		

### 要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters )

本論文は、工学の広い分野で現れる関数最適化のための新たな実数値遺伝的アルゴリズムの提案とその有効性の検証を行ったものであり、「Explorationに着目した実数値遺伝的アルゴリズム」と題し、5章より構成される。第1章「序論」では、まず、本研究の背景として、工学の広い分野で現れる関数最適化では、しばしば、目的関数が明示的に表現されないブラックボックス関数として与えられ、さらに、非明示制約とよばれる困難な制約が課されることを述べる。ここで、非明示制約とは、ある解に評価値が定義されるか否かによってのみその解の実行可能性を知ることができる制約のことである。本問題における有力な解法に実数値遺伝的アルゴリズム (Real-Coded Genetic Algorithm; RCGA) の枠組みがあり、既存の多くの RCGA は、現在の集団内部に重点的に新たな個体を生成する Exploitation 重視であることを述べる。そのため、大域的多峰性、非明示アクティブ制約、および稜構造という性質を有する問題に適用すると探索性能が劣化することを指摘する。次に、本論文の目的は、大域的多峰性、非明示アクティブ制約、および稜構造へ対処した新たな RCGA を提案し、その有効性の確認を行うことにあると述べる。最後に、本論文における研究の方法と意義について論じる。

第2章「問題の所在」では、まず、本論文で対象とするブラックボックス関数最適化問題、および、その中でも最も困難な問題クラスである非明示制約付きブラックボックス関数最適化問題を定義する。次に、RCGAの枠組みと、既存の Exploitation 重視の RCGA の紹介を行い、Exploitation 重視の RCGA での探索を困難にする性質である大域的多峰性、非明示アクティブ制約、および稜構造について議論する。さらに、先行研究として、大域的多峰性に対処した RCGA の初期化領域決定手法である ISM と、非明示アクティブ制約と稜構造に対処した RCGA である mAREX/JGG を紹介し、これらの既存手法には探索効率の観点から問題点があることを指摘する。最後に、既存手法の問題点を解決し、新たな手法を設計するにあたって、本論文が採用する接近法について論じる。

第3章「大域的多峰性関数最適化のための RCGA の枠組み: Big-valley Explorer」では、大域的多峰性への対処を目的として、初期化領域を変更しつつ RCGA による探索を繰り返し実行する反復的探索手法の枠組みである Big-valley Explorer (BE) を提案する。BE は、重複探索の防止のために RCGA の既探索領域の推定を行う大谷領域推定機構、および、RCGA の探索効率化のために未探索領域推定を行う適応的初期化機構から構成される。異なる特徴を有するいくつかの大域的多峰性ベンチマーク問題を用いた数値実験を通して、既存手法である ISM や既存の Exploitation 重視の RCGA と比較して、Exploration 重視の BE が最適解発見率と最適解発見に必要な評価回数の方から優れることを示す。また、BE の既探索領域推定精度、および、ユーザパラメータの推奨値や設定指針について考察する。

第4章「非明示アクティブ制約と稜構造を考慮した RCGA: Adaptive Extrapolation RCGA」では、非明示アクティブ制約および稜構造を持つ問題への対処を目的として、必要に応じて現在の集団の外部に個体を生成することで集団の移動や拡大を実現する RCGA である Adaptive Extrapolation RCGA (AEGA) を提案する。AEGA は、探索効率の向上のため、集団分布に対して2種類の方向を定義し、各方向に子個体生成分布の大きさを適応的に調節する。非明示アクティブ制約および稜構造を持つベンチマーク問題を用いた数値実験により、AEGA が、既存手法である mAREX/JGG よりも効率よく最適解を発見できることを示す。さらに、これらの性質を持つ困難な実問題として知られる4枚組固定焦点レンズ系設計問題に適用し、AEGA が mAREX/JGG よりも効率的に既知最良解を発見できることを示す。また、AEGA の挙動の妥当性、および、ユーザパラメータの推奨値や設定指針について考察する。

第5章「結論」では、本論文は、関数最適化を対象とし、既存手法で性能劣化や最適解発見の失敗が観察される大域的多峰性、非明示アクティブ制約、および稜構造を持つ問題に対処した RCGA を提案し、その有効性の検証を行ったものであると総括する。また、今後の課題として、手法のユーザパラメータの削減、BE における既探索領域の推定精度向上や積極的な初期化領域決定手法の構築、AEGA における複雑な行列計算の削減、および BE と AEGA の組み合わせによる性能評価などがあることを述べる。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を1部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を1部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)  
Doctoral Program

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	知能システム科学	専攻	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	上村 健人		指導教員 (主)： Academic Advisor(main)	小野 功	
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

This thesis proposes new Real-Coded Genetic Algorithms (RCGAs) for function optimization that widely appears in engineering field and evaluates their effectiveness. This thesis is titled "Real-Coded Genetic Algorithms taking account of Exploration" and consists of five chapters.

In Chapter 1, first, we explain the background and the purpose of this study. The purpose of this study is to propose new RCGAs taking account of global-multimodality, the implicit active constraint and the ridge structure. Then, we discuss the way and the importance of this study.

In Chapter 2, first, we define the problem addressed in this thesis. Then, we explain that the performance of conventional exploitation-based RCGAs deteriorates when problems have global-multimodality, the implicit active constraint and the ridge structure. After that, we introduce ISM and mAREX/JGG that are existing exploration-based RCGAs. ISM and mAREX/JGG show good performance on problems with global-multimodality and on those with the implicit active constraint and the ridge structure, respectively. Then, we point out that they have problems in terms of search efficiency. Finally, we discuss the approaches to remedy the problems in this thesis.

In Chapter 3, we propose a new framework of RCGAs for problems with global-multimodality, named the Big-valley Explorer (BE). BE adapts the initializing region so that the RCGA searches unsearched region intensively. We show the effectiveness of BE through numerical experiments and discuss that the behavior and the user parameters of BE are appropriate.

In Chapter 4, we propose a new RCGA for problems with the implicit active constraint and the ridge structure, named the Adaptive Extrapolation RCGA (AEGA). AEGA generates new individuals outside the population to search for the optimum. We show the effectiveness of AEGA through numerical experiments and discuss that the behavior and the user parameters of AEGA are appropriate.

In Chapter 5, we conclude the thesis and discuss the future prospects of the proposed methods.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).