

Study on Efficient Search in Evolutionary Computation

裴, 岩

<https://doi.org/10.15017/1441250>

出版情報：九州大学, 2013, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

Name: Yan PEI

Dissertation title: Study on Efficient Search in Evolutionary Computation
(進化計算の効率的探索に関する研究)

Category: 甲

ABSTRACT

Enhancing the search capability of evolutionary computation (EC) and increasing its optimization performance are important but have not completed yet. EC is applicable to high dimensional, non-linear, non-differentiable, and/or other hard problems. However, obtaining an optimal performance is still hard for practical EC applications. For example, user fatigue is a serious issue of applying interactive EC, and reducing fatigue is a practical requirement for its applications. As implementing an efficient search method in EC algorithm is one of the methods for reducing user fatigue, it is valuable to study on the efficient search methods for EC.

In this dissertation, we propose six novel approaches on this subject and discuss them within three research directions. They are: (1) approximating fitness landscape in lower dimensional search space and elite local search, (2) Fourier analysis on fitness landscape and its enhancement methods, (3) Fourier niche method for multi-modal optimization, (4) triple and quadruple comparison-based interactive differential evolution (IDE) and differential evolution (DE), (5) EC acceleration by the accelerating transition from exploration to exploitation, and (6) a new EC algorithm - chaotic evolution.

The first research direction among three directions in this dissertation is the fitness landscape approximation method that tries to obtain the knowledge of the problem structure and search condition in a search space. Once we obtain these kinds of information, we can propose specific search strategies, introducing local search to EC, and others to enhance EC search capability.

The second research direction is developing a new search mechanism. We propose a new triple and quadruple comparison-based IDE and DE, not only to enhance IDE search as well as reducing IDE user fatigue, but also to enhance canonical DE search. By introducing transition from exploration to exploitation, a new EC mechanism is proposed to enhance EC research performance.

The third research direction is developing new EC algorithms. We propose a new EC algorithm based on chaotic ergodicity. This idea is inspired by ergodicity of chaotic systems to combine with EC.

Name: Yan PEI

Dissertation title: Study on Efficient Search in Evolutionary Computation
(進化計算の効率的探索に関する研究)

Category: 甲

概 要

進化計算の探索能力を向上させて最適化性能を高めることは重要な課題であるが、まだ完成されたとは言えない。進化計算は高次元、非線形、変数間依存、その他の困難なタスクにも適用可能である。しかし、これまで得られている性能では、実用タスクに適用するにはまだ不十分である。例えば、ユーザ疲労は対話型進化計算の大きな課題であり、対話型進化計算の応用のためには疲労軽減が実用的なレベルで求められる。効率的な探索方法を進化計算に組み込むことはユーザ疲労軽減の一方法であり、進化計算のための効率的な探索方法の研究は意義あることである。

本学位論文では、3つの研究方向における探索効率化のための6つのアプローチを提案し議論する。これらは、(1) フィットネス景観をより低い次元で近似する方法と近似で得られたエリート個体による局所探索、(2) フィットネス景観のフーリエ解析とその強調方法、(3) 多峰性最適化のためのフーリエ・ニッチ法、(4) 3点および4点比較ベースの対話型差分進化と差分進化、(5) Exploration から Exploitation への遷移を加速することによる進化計算の高速化、(6) 新しい進化計算アルゴリズムーカオス進化。

本学位論文での3つの研究方向における第1の研究方向は、タスクの構造と探索空間での探索条件に関する知識を得ようとするフィットネス景観の近似法である。一旦このような情報が得られれば、特定の探索戦略、進化計算への局所探索の導入、その他の進化計算探索能力を向上させる方法などを提案することが可能になる。

第2の研究方向は、新しい探索メカニズムの開発である。3点および4点比較ベースの対話型差分進化と差分進化を提案するが、これは、ユーザ疲労を軽減し対話型差分進化の性能を向上させるだけでなく、従来の差分進化法の性能も向上させることを目的にしている。Exploration から Exploitation への遷移の概念を導入することで、進化計算研究を展開させる新しい進化計算メカニズムを提案できた。

第3の研究方向は、新しい進化計算アルゴリズムの開発である。カオスのエルゴード性に基づく新しい進化計算を提案する。この考えは、カオスシステムのエルゴード特性を進化計算に組み合わせることから得られたものである。