

# Abstract

Genetic Algorithm (GA) has been successfully applied in wide scope, and is a learning algorithm to mimic the biological mechanism of inheritance (neo-Darwinism). In general, because GA is an exploration method including stochastic search, there were a number of issues. For example, as for the ordinary Genetic Algorithms (GAs), the search efficiency is not always optimal, because genetic parameters (crossover rate, mutation rate and so on) are fixed. For this problem, we have already proposed Fuzzy Adaptive Search Method for Genetic Algorithm (FASGA) that is able to tune the genetic parameters according to the search stage by the fuzzy reasoning. On the other hand, in order to improve the solution quality of GA, Parallel Genetic Algorithm (PGA) based on the local evolution in plural sub-populations (islands) and the migration of individuals between islands has been researched.

In this research, Fuzzy Adaptive Search method for Parallel Genetic Algorithm (FASPGA) combined FASGA with PGA is proposed. In this method, parameters tuned by fuzzy rules are not only the crossover rate and mutation rate, but also the migration rate. So an efficient migration is realized and high quality solutions are able to be obtained in high speed. However, there are some cases when it is not enough accuracy to describe the stage of evolution, because the best fitness and average fitness were adopted as inputs of fuzzy rules. Moreover, worse performance was shown in the test function with high dimensions.

Therefore, as an improved method for FASPGA, we propose Diversity Measure based Fuzzy Adaptive Search method for Parallel GA (DM-FASPGA). In this method, various diversity measure parameters are introduced in order to improve the search efficiency. The comparison simulations are executed, and then the performance of diversity parameter is analyzed in this paper.

Moreover, as an another improved method of FASPGA, Evolution History based Fuzzy Adaptive Search method for Parallel GA (EH-FASPGA) is also proposed. In

EH-FASPGA, the evolution degree of each island can be grasped by the evaluation of evolution history. Then genetic parameters are tuned according to the evolution degree of each island. Finally, computer simulations are executed with various test function to verify the efficiency of proposed methods and simulation results are also reported in this paper.

# 概要

遺伝的アルゴリズム (GA) は適用範囲の非常に広い、生物の遺伝のメカニズム (ネオダーウィニズム) を模倣した学習アルゴリズムである。しかしながら、一般的に GA は確率的探索手法のため、いくつかの問題を含んでいる。例えば、一般に GA において遺伝的パラメータ (交叉率、突然変異率など) は一定であるため探索性能は必ずしも最適であるとは言えない。この問題に対して、本研究室ではすでにファジィ推論による遺伝的パラメータの探索ステージに応じた適切なチューニングを施すことによる探索の効率化を行うファジィ適応型探索 GA (FASGA) を提案している。一方、GA の解の高質化を実現するために、複数のサブ集団 (島) における局所的進化と島間の個体の移住に基づいた並列 GA (PGA) も研究が進んでいる。

本研究では、前述の FASGA に PGA の概念を導入したファジィ適応型探索並列 GA (FASPGA) を提案する。この手法は交叉率と突然変異率だけでなく、移住率もファジィルールによりチューニングする。そのため、効率的な移住操作を行い、高質な解を高速に得ることができる。しかしながら、本手法ではファジィルールの入力部に最大適応度と平均適応度のみを用いているため、進化における探索ステージを把握する精度が良くない場合があると考えられる。さらに、テスト関数の次元が増えるとともに探索性能が悪くなるといった問題もあった。

そこで本研究では、多様性測度に基づくファジィ適応型探索並列遺伝的アルゴリズム (DM-FASPGA) を改良手法として提案する。この手法は様々な多様性測度パラメータを導入して、探索の効率化を図っている。比較シミュレーションを行い、多様性測度パラメータの性能を検証する。

さらに進化履歴に基づいて個々の島の進化状態を把握し、各島の進化度合により遺伝的パラメータをチューニングする、進化履歴に基づくファジィ適応型探索並列遺伝的アルゴリズム (EH-FASPGA) ももう一つの改良手法として提案する。最後に、提案手法の有効性を検証するため、様々なテスト関数を用いてシミュレーションを行ったので、その結果について報告する。