

NVP 設計問題への異文化型島モデルによる GA の適用

1 序論

近年の情報社会におけるソフトウェアシステムでは、非常に高い信頼度を要求するものが増加している。本論文では、これらのシステムの設計を行う NVP 設計問題に対し、異文化型島モデルを採用した遺伝的アルゴリズムを適用する。また数値実験を行うことで、その有効性を確認する。

2 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズム (GA) とは、自然界の生物の生殖、淘汰、変異などを模倣して構築された発見的学習手法であり、最適化問題などにおいて優れた効果を発揮するアルゴリズムである。GA では、問題における解の候補を適当な文字列で置き換えたものを個体と呼び、これらに遺伝的操作と呼ばれる各種操作を行う動作を一定世代繰り返すことにより、問題の条件を満たす最適解が得られる。行われる操作には、選択、淘汰、交叉、突然変異といったものがある。

3 異文化型島モデル

島モデルは GA の持つ並列性を利用し、集団を複数の部分集団に分割して独自に進化を行わせるという手法である。また一定世代ごとに移住と呼ばれる操作により各島の個体の一部を交換する。これにより、分割集団において多様性を維持と、集団全体においての初期収束の抑制が期待できる。図 1 にそのイメージを示す。

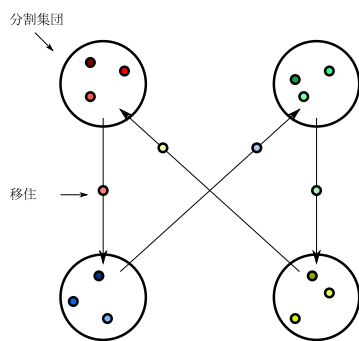


図 1: 島モデルのイメージ

異文化型島モデルは、文献 [1] において原らが提唱している手法で、各島に独自の役割を与えるというものである。島のモデルとしては、解の精度の向上のみを目的とする「成績重視の島」と、解の多様性の維持のみを考える「個性尊重の島」を定義している。

4 NVP 設計問題

NVP (N-version program) は、ソフトウェアシステムのフォールトトレラント設計技術の一つであり、システム設計の多様化に基づく冗長化手法である。その動作は、同一の機能を持ち、全く独立に設計、作成さ

れた N 種類のソフトウェアバージョンの出力で、過半数を占めたもの結果を採用するというものである。

実際のシステムでは、一つのタスク中の各サブタスクごとにこの設計思想を適用する。すなわち、各サブタスクごとに選択可能なバージョンを複数用意する。ここで各サブタスクは自身のコストと信頼度を持っており、ここからシステムのコスト上限 (予算) 範囲内で信頼度を最大化させる、各サブタスクを処理するバージョンの組み合わせを求めるのが NVP 設計問題である。

文献 [2] において山地らは、NVP 設計問題への GA の適用が有効であることを示しており、例としてバイナリ表現とランダムキー表現を用いた解法を示している。

5 提案手法

文献 [2] による研究では、バイナリ表現は探索効率の低さ、ランダムキー表現は探索空間の狭さなどの問題が見つかっている。本論文ではバイナリ表現を「個性尊重の島」、ランダムキー表現を「成績重視の島」として異文化型島モデルによる解法を適用することで、互いの問題を補いあった効率のよい探索を目指す。

6 検証実験

既存手法と提案手法を NVP 設計問題に適用し、その結果を比較したところ、提案手法がより優れた探索を行うことがわかった。表 1 に、サブタスク数 5、最大利用可能バージョン数 8、コスト上限 160 の問題に対し、個体数 100、世代数 100 の各手法を各 20 回適用したときの平均評価値を示す。

表 1: 実験結果

既存手法		提案手法
バイナリ表現	ランダムキー表現	異文化型島モデル
0.953	0.966	0.99

7 結論

本論文では、NVP 設計問題への GA の適用において、異文化型島モデルの採用を提案した。また数値実験を行うことで、その有効性を確かめることができた。

参考文献

- [1] 原 裕一, 金川明弘, 山内 仁, 高橋浩光, “異文化型島モデルを用いた GP における効率改善”, IEICE Technical Report NLP2006-67, Vol. 106, No. 344, pp.11-16, 2006.
- [2] 山地秀美, 山本久志, 辻村泰寛, “NVP システム設計に対する GA の適用の有効性の評価”, 日本経営工学会論文誌, Vol. 7, No. 2, pp.113-119, 2006.