

# 交差方法を継承する遺伝的アルゴリズムとその応用

## Crossover-inherited genetic algorithm and its application

竹内宏誠<sup>\*1</sup>  
Hironobu Takeuchi

中島克人<sup>\*2</sup>  
Katsuto Nakajima

<sup>\*1</sup> 沖ソフトウェア株式会社  
Oki Software Co., Ltd.

<sup>\*2</sup> 東京電機大学工学部情報メディア学科  
Information Systems and Multimedia Design,  
School of Engineering, Tokyo Denki University

For seeking moderate solutions, genetic algorithm (GA) is easily applicable. However, in order to search an (almost) optimal solution, not a few artifices in GA design such as coding and crossover operation should be tried and added. If the selection mechanism in GA works to choose suitable artifice to the problem, GA becomes more applicable. We propose a new scheme in GA, in which individuals carry a crossover attribute to choose one from a collection of crossover methods. Our tentative experiment in TSP shows the performance improvement against the algorithms with textbook artifices.

### 1. はじめに

遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm: 以下、GA)は様々な問題に適用でき、実装も比較的容易であるが、初期収束に陥りやすい、局所探索が苦手である、等の問題点がある。よって、標準的な実装で求めた解が、最適解と比べて余り良くない、もしくは非常に悪い場合がある。そこで、巡回セールスマン問題<sup>1)</sup>に対する 2-opt 法<sup>2)</sup>等、対象問題に適すと信じる特別な処理を付加する事によって解の質を向上させる事が多い。もし、問題に適した処理を試行錯誤ではなく、GA の特長である淘汰のメカニズムで自動的に求められれば、GA の汎用性は更に高まるであろう。

本研究では、GA の汎用性を高める新たな手法として、個体に交差方法を属性として持たせ、子に属性を継承させる方法を提案し、巡回セールスマン問題に適用して評価を行う。

### 2. 交差方法を継承する遺伝的アルゴリズム

個体に交差方法という属性を加える。初期解として生成した個体にはランダムで交差方法(ある属性値)を設定する。交差の際、最初に選ばれた個体を親 1 とし、交差は親 1 の属性値に従って行う。子供は、親 1 の交差方法を継承する。なお、突然変異で生成した個体にはランダムに交差方法を設定する。

個体に交差方法という属性を加えることにより、自身の遺伝子配列と相性の良い交差方法を持つ個体が、淘汰を免れて生き残り、子孫を残しつつ、効率的に進化することが期待できる。また、様々な交差方法により進化してきた個体が、様々な特徴の遺伝子配列を持つことにより、初期収束を遅らせることも期待できる。

### 3. 巡回セールスマン問題に対する計測結果

今回は、TSPLIB<sup>3)</sup>で提供されている、kroA100 という 100 都市問題と、ch150 という 150 都市問題に対して、表 1 のパラメータ設定で計測を行った。染色体は巡回都市を順に並べた単純な構造とした。表 2 は、表 1 の突然変異率を 0% に変更したパラメータで、交差方法別に計測した解である。

表 2 から、TSP に対しては EXX が一番相性の良い事が分る。

連絡先: 中島 克人 (E-mail: nakajima@im.dendai.ac.jp)  
東京電機大学工学部情報メディア学科  
〒101-8457 東京都神田錦町 2-2

表 1 TSP 計測時の GA のパラメータ設定

集団のサイズ	400	子供の生成数	200
計測世代数	10000	突然変異率	50%
淘汰方法	Unique(遺伝子配列・交差方法が同じ個体を排除し、適応度の良い順)		
親選択方法	ランキング法(以下、Ranking) <sup>1)</sup>		
交差方法	部分写像(Partially Mapped: 以下、PMX) <sup>1)</sup> 、順序(Order: 以下、OX) <sup>1)</sup> 、サイクル(Cycle: 以下、CX) <sup>1)</sup> 、枝交換(Edge Exchange: 以下、EXX) <sup>2)</sup> の組合せのパリエーション		
突然変異方法	逆位(Reverse: 以下、RM) <sup>1)</sup>		

表 2 突然変異率:0%, 単一交差方法による計測結果(距離)

PMX	87322	OX	87163
CX	93669	EXX	64845

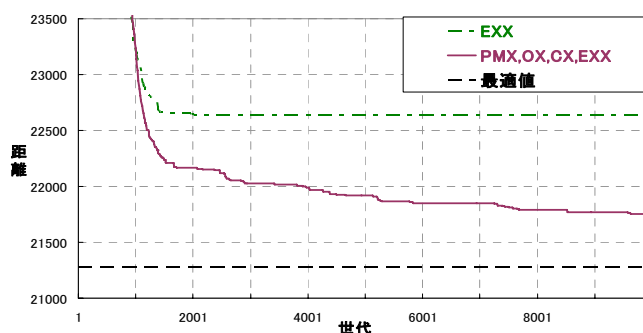


図 1 kroA100 の計測結果

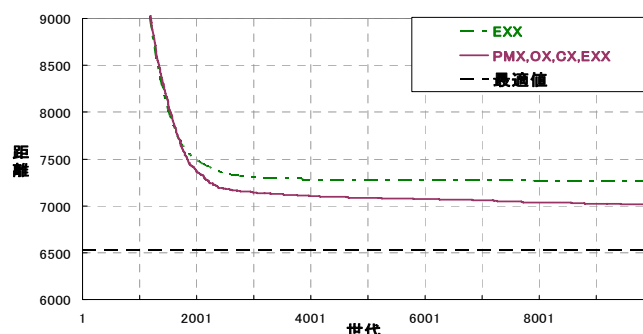


図 2 ch150 の計測結果

したがって、表 1 のパラメータで、EXX を含む交差方法の組合せのバリエーションで計測を行った(図 1、図2)。以降の計測結果は、各世代の最良値を 10 回計測した平均値である。

図 1 の kroA100 に対する計測では、1000 世代辺りまでは EXX 単一の方が良い結果を出しているが、その後は、PMX・OX・CX・EXX の 4 種類の交差方法で属性を継承させた方が上回っている。相性の良い EXX だけで解いた場合、収束は早いですが、集団の多様性が失われ、最適解とは程遠いところで収束してしまう。交差方法を継承させた場合、相性の悪い交差方法も混ざっているため収束は遅いが、その分集団の多様性が保持され、早期に収束することなく良い解を得ることができたのだと考える。

#### 4. 並列化

離島モデル<sup>2)</sup>をベースにした以下の方法で並列化を行う。

各島に、淘汰方法・親選択方法・交差方法・突然変異方法を属性として設定する。淘汰・親選択処理は設定された属性値に従って行う。初期解・突然変異によって生まれる個体の属性値は、島に設定された属性値の組からランダムに選択される。その島で生まれることのない属性値を持つ個体は、移民によって出現する。島で生まれる事のない属性値を持つ個体が移民してきたとき、移民個体の持つ属性値が問題に対して相性が良ければ、しばらくは移民個体から生まれた子供が島の人口の多数を占める。突然変異ではその属性値を持つ個体は生まれないので、世代が進む中で、相対的に良い子孫を残せなくなれば、移民個体の子孫も淘汰される。このような厳しい自然淘汰により、離島全体としての多様性の維持、解の質の改善、収束の早期化が期待できる。

#### 5. TSP に対する並列化の計測結果

kroA100 に対して、表 3 のパラメータで計測を行った。島数は 8 である。図 3 は、島 1 での各世代最良値の 10 回計測平均である。グループ 1 は全ての島で交差方法を EXX 単一とした通常の離島モデルである。他のパラメータは表 4 に示す。グループ 2 は交差方法を継承する場合で、表 6 の通り島別に交差方法の選択肢を変えた。なお、集団の多様性を維持するために表 5 に記す各方法を追加した。

図 3 から分かるように、グループ 2 の方が良い解を見つけている。図 4 は、グループ 2 の島 1 の、交差方法別個体数である。

表 3 グループ共通の GA のパラメータ設定

島数	8		
移民間隔	100 世代	移民個体数	200

表 4 グループ 1 の GA のパラメータ設定

淘汰方法	Unique	交差方法	EXX
親選択方法	Ranking	突然変異方法	RM

表 5 追加した各方法

淘汰方法	Simple: 適応度の良い順に選択する。 Random: 最良個体とそれ以外をランダムに選択する。
親選択方法	Random: ランダムに選択する。 ルーレットホイール法(Roulette Wheel) <sup>1)</sup>
突然変異方法	交換(Exchange: 以下、EM) <sup>2)</sup> 挿入(Insert: 以下、IM) <sup>2)</sup>

表 6 グループ 2 の交差方法のパラメータ設定

島 1	PMX,OX,CX,EXX	島 2	OX
島 3	EXX	島 4	PX,OX
島 5	PX,CX,EXX	島 6	PX,CX,EXX
島 7	PX,OX,CX	島 8	EXX

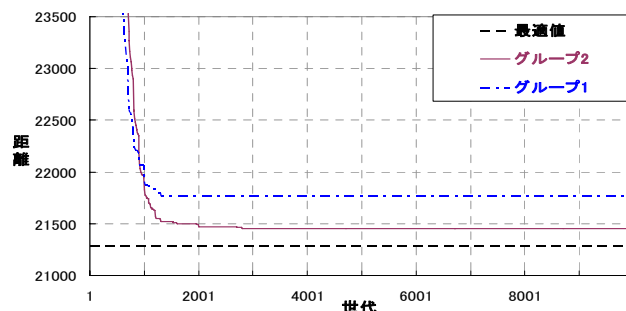


図 3 TSP に対する島数 8 の並列化での計測結果

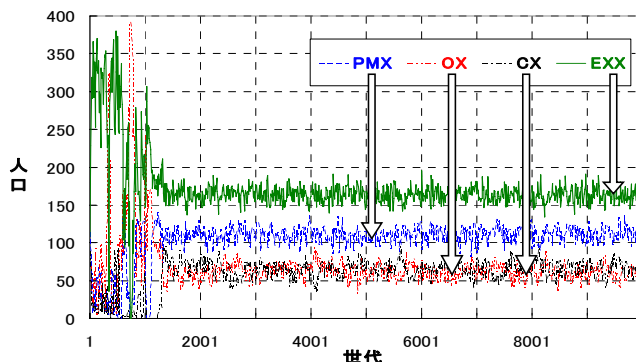


図 4 グループ 2 の島 1 の、交差方法別個体数

図 3 と図 4 を見ると、交差方法別個体数が激しく変動している時に解の改善が見られ、変動がやむにつれて解が収束している。収束後は、激しい生存競争はなく、全ての島の交差方法別個体数が同じ様な割合となった。

#### 6. 考察

TSP において、通常の GA よりも交差方法を継承させた方が良い結果を得た。並列化した場合も、通常の離島モデルより、交差方法の継承を利用した離島モデルの方が良い結果を得た。本方式では、収束は遅くなるが、大きな収束後も微量な解の改善が見られる。しかし、準最適解を求めるまでに世代数がかかり、また、通常の方式に比べて解を顕著に改善しているとまではいえない。

島毎のパラメータ設定の組合せや、交差方法別に個体数を調整するような淘汰方法の工夫等、改善できそうな点は多くあり、今後の検討課題は少なくない。

#### 参考文献

- 1) 白石洋一訳: 組合せ最適化アルゴリズムの最新手法, 丸善, 2002 年.
- 2) 電気学会編: 遺伝アルゴリズムとニューラルネット, コロナ社, 1998.
- 3) TSPLIB, <http://www.iwr.uni-heidelberg.de/groups/comopt/software/TSPLIB95/>