

# 遺伝アルゴリズムによるTSPの一解法

2R-5

諸田 雅之 橋本 周司 大照 完  
早稲田大学

### 1. はじめに

近年、組み合わせ最適化問題の代表例である巡回セールスマン問題(TSP)に対していくつかの解決法が提案されている。ここでは、遺伝アルゴリズム(GA)を用い、特に遺伝子の突然変異に重点を置いた解法を提案する。

従来のGAによる最適化問題の解法では、子孫誕生後、一定確率で突然変異を発生させた。しかし、このままではより良い遺伝子が発生し次世代に残る確率は、当然遺伝子座の増加と共に減少する。

本研究では遺伝子集団の中で任意の数の遺伝子を毎世代強制的に突然変異させ、突然変異前の遺伝子との交差によってより良い子孫を得るプロセスを利用した。これにより集団が局所解に落ち込むのを防ぐことが期待される。

### 2. TSPへのコーディング方法

遺伝子は単純に、訪れた順に都市のアルファベットを並べたものとする。使用した交差はGoldberg提案のPartially Mapped Crossover(PMX)の拡張型とした。つまりPMXは任意の部分経路を交換した後に、致死遺伝子を生じないように他の部分を入れ換える方法であるが、さらに遺伝子の最後尾と先頭がつながっていると考え、またがって交差できるものである。

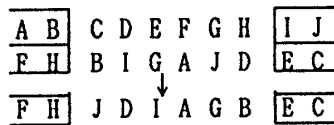


図2.1 拡張したPMX

### 3. 突然変異の方法

従来のGAでは交差後、生まれた子孫に対して一定の突然変異率で突然変異を施すことが行われてきた。突然変異の例として任意の都市を任意の位置に挿入するもの(one city put in, 図3.1)などがある。

A B C D E F G H I J

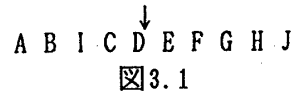


図3.1

これに対して本研究では、子孫を淘汰した後のX個の遺伝子に突然変異を施し、それらを突然変異前の遺伝子に加えたX+X個を次世代の親とする。X+Xはpopulation sizeであり、毎世代一定である。突然変異には遺伝子全体を反転する方法<sup>[4]</sup>(図3.2)と、さらに遺伝子を任意の幅でずらす方法(図3.3)の2つを採用した。

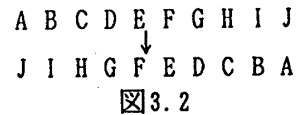


図3.2

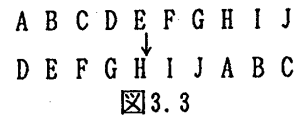


図3.3

この2つの突然変異を用いると、例えば図3.4の様な交わる経路になる遺伝子

A B C D H G F E I J

があったとすると、

B A J I E F G H D C

という遺伝子ができやすい。そこで下線部で交差を行えば

A B C D E F G H I J

となり交わりは解消される。

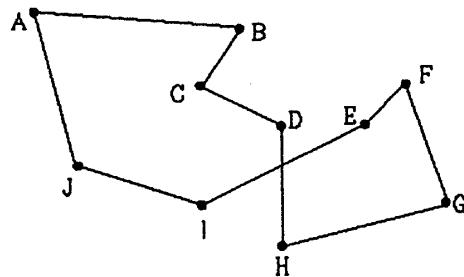


図3.4

4. シミュレーション

[0, 1]の平面にランダムに配置した100都市問題について次の手順で実験した。

- 1) 初期値はランダムに決める。
- 2) 交差は遺伝子のすべての対に対して行い、期待値によって淘汰する。
- 3) 同一の遺伝子は取り除きX個を選び出す。
- 4) X個の遺伝子各々に任意の確率pで反転させ、1-pの確率で遺伝子をずらす突然変異を施す。
- 5) 突然変異前の遺伝子と突然変異後の遺伝子X+X個を次世代の親とする。

6) 2)に戻る。これを1000世代まで繰り返す。このやり方で、従来の方法(one city putin, 突然変異率0.2)と比較する。populatoin sizeは20、Xは10、pは0.3とした。また、突然変異の全くない場合との比較も行った。

5. 実験結果

図5.1は突然変異を全くさせなかった場合、図5.2は従来の方法で実験を行った場合、図5.3は本研究の手法で得られた経路である。図5.4は各々の収束の度合をグラフで表している。まず図5.1からわかるように、GAによるTSPの解法において突然変異は重要な要素であるといえよう。次に図5.2と5.3を比較すると、本研究の方が交わる経路のないより良い解により速く収束していることが分かる。

以上実験結果から提案手法は高速求解に有効であることが判ったが、その理論的な裏付けについて検討中である。

6. 参考文献

- [1]I. M. Oliver: "A Study of Permutation crossover operators on the Traveling Salesman Problem", GA and Their Applications: Proc. of the 2nd International Conference on GA (1987)
- [2]D. E. Goldberg: "Genetic algorithms in Search, Optimization & Machine Learning", Addison Wesley
- [3]和田健之介: "遺伝アルゴリズムと機械の進化", 数理科学(10, 1990)
- [4]菅原隆: "形質遺伝を重視したGenetic AlgorithmによるTraveling Salesman問題への接近", 第13回知能システムシンポジウム(3, 1991)

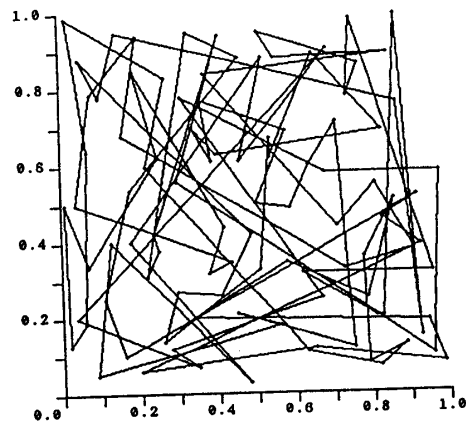


図5.1

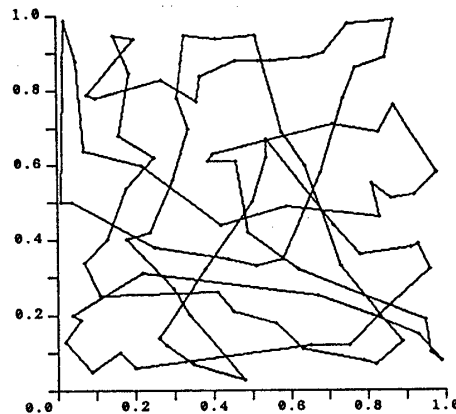


図5.2

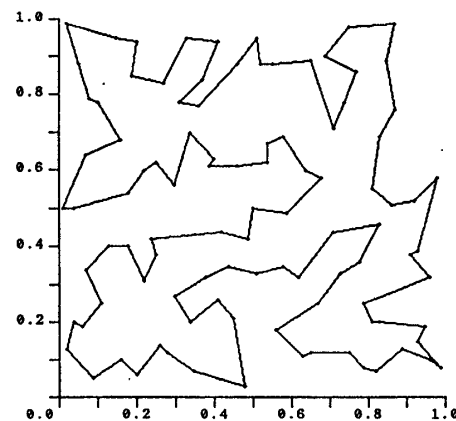


図5.3

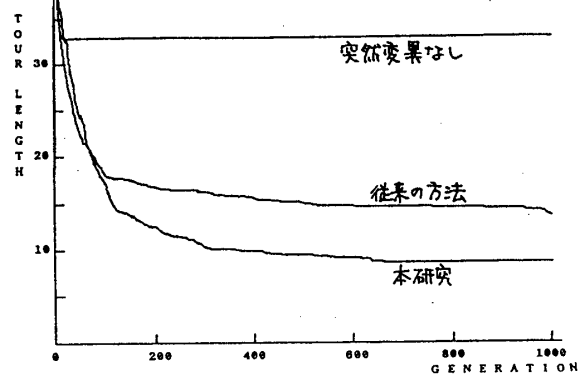


図5.4