

遺伝的アルゴリズムを用いた巡回セールスマン問題

2006MI200 山田 修輔
指導教員：陳 幹

1 はじめに

本研究は遺伝的アルゴリズム (GeneticAlgorithm 以下 GA)を用いて、巡回セールスマン問題(Traveling Salesman Problem 以下 TSP)の解法を効率化することを目標としている。TSP は NP 困難に属し、厳密解を求めるためには膨大な計算時間を必要とされる。そのため、厳密解ではなく近似解を求めるアルゴリズムが主流となっている [2][3][4][5]。

GA は組み合わせ最適問題や NP 困難な問題に適応させることができるアルゴリズムとして知られている。しかし GA は個体数や交叉率、突然変異率など設定すべきパラメータが多く、またこれらのパラメータは解探索能力に大きく影響する。さらに対象とする問題によって最適なパラメータの値が異なる。そのため多くの予備実験をする必要がある [2][3][4]。本研究においては、人為的に解を生成することによりパラメータの設定を簡略化し、効率化を図る。

2 取り扱う具体的内容

TSP とは都市の集合において、都市間の移動コストを考え、全ての都市を1度ずつ通り、移動コストが最小になる経路を探す問題である。都市数が増えると、組み合わせが膨大になるため、厳密解を求めるのが難しくなる。そのため、近似解を見つけるのが一般的で、その手段として GA を利用する [4]。図1は都市を42箇所配置したものである。この点全てを最小距離で移動できる経路を考えるのが TSP である [1]。

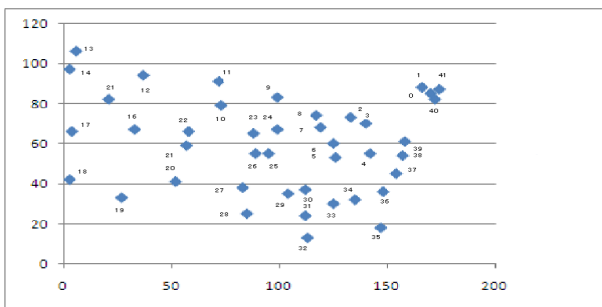


図1 都市配置

一般的に GA の解表現は0と1で表現されるが、TSP に対しては各都市に番号を割り振り、0と1以外の数字も用いる。交叉の手法には循環交叉、部分交叉、順序交叉など、突然変異には摂動、逆位、スクランブル、転座、重複、位置移動、欠失といった手法があり、パラメータ以外にも設定すべきことが多い [4]。

図2は本研究において利用するフローチャートである。

3 改良点:挿入

まず、解を利用し移動回数を表にする。点0から点1への移動なら表の(1,0)(0,1)に加算する。表の数字が小

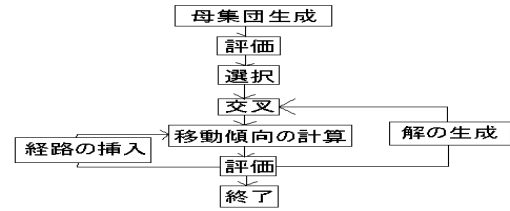


図2 フローチャート

さいほど、探索されなかった経路だと判別できる。これを利用し、探索回数が少ない経路を解に入れることで、解の探索が収束せず広範囲の探索を実現する。例として都市数5において、解1:0 1 2 3 4 0,解1:0 3 2 4 1 0が生成されたとする。これをもとに表を作成すると次のようになる。

移動回数の表

		到着点				
出発点		0	1	2	3	4
0	x	2	0	1	1	
1	2	x	1	0	1	
2	0	2	x	2	1	
3	1	0	2	x	1	
4	1	1	1	1	x	

まず、解1と解2から適当に一点を選ぶ。解1は点1が、解2は点2が選ばれたとし、解1には1から移動回数の少ない1 2を後ろへ代入、解2には2から回数の少ない4 2を前に代入。生成される解は0 2 1 3 4 0,0 4 2 3 1 0となる。選ばれる点、前後どちらに代入するかはランダムで行われ、同じ移動回数の経路が複数ある場合、事前に優先順位をランダムでつけておく。

4 改良点:交叉

交叉は母集団同士でペアを作り行うのが一般的である。本研究においては、移動傾向を利用し解を生成し、生成した解と母集団の解とペアを作り交叉を行う。母集団であまり探索されていない経路を持つ解と交叉を行うことにより、母集団から大きく変化した経路探索を行う。

例として先ほどと同じ都市数5において、同じ解が生成されたとする。

点0から移動回数が少ない点を順番に辿り経路を生成する。このとき、一度選ばれた経路は加算することで同一経路の生成を防ぐ。

解生成の手順を以下に示す

1. 点0からの移動回数が0である点2を選び、(0,2)(2,0)に加算する。
2. 点2からの移動回数が点1と点4で1である。同一回数の点複数ある場合はランダムで選択する。今回は点1を選択し(2,1)(1,2)に加算する。
3. 点1からの移動回数が0である点3を選び、(3,1)(1,3)に加算する。

- 点3から点0を除く選択されていない点は点4だけなので、点4選択し(4,3)(3,4)に加算する。
- 点4から終着点である0を選ぶ(4,0)(0,4)に加算し、0 2 1 3 4 0を生成する。また生成した後の表は次のようになる。

解生成後の移動回数の表

		到着点					
出発点	0	x	2	1	1	2	
	1	2	x	2	1	1	
	2	1	2	x	2	1	
	3	1	1	2	x	2	
	4	2	1	1	2	x	

同様にもうひとつ解を生成した場合は、0 2 4 1 3 0が生成される。

5 実験結果

本研究で取り組む TSP は最小値 678.783678 であるが、小数点以下を切り捨てて計算している [1]。交叉のみ、挿入のみ、交叉と挿入を用いた 3 種類で実験を行った。なお、ループ回数を 3000 回で交叉 + 挿入の場合は各 1500 回ずつ行う。

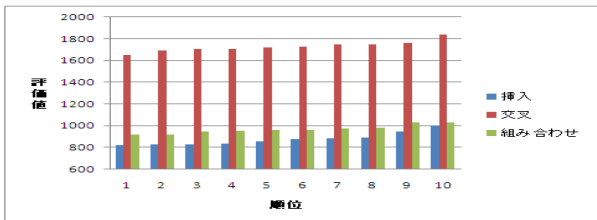


図3 実験結果

図3は各実験の最適解を優れた順に並べ替えたグラフである。

平均実行時は、交叉のみの場合 7.3694 秒、挿入のみ場合 1.4609 秒、組み合わせのみの場合 4.3163 秒となった。

図4は挿入のみを用いた各最適解を、図5には交叉1回に

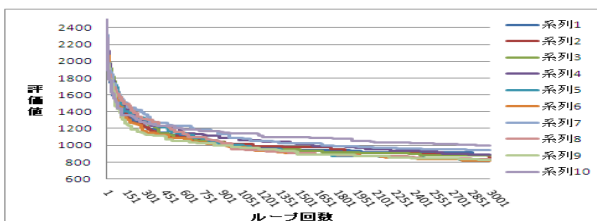


図4 挿入のみ 実行結果 (都市数 42)

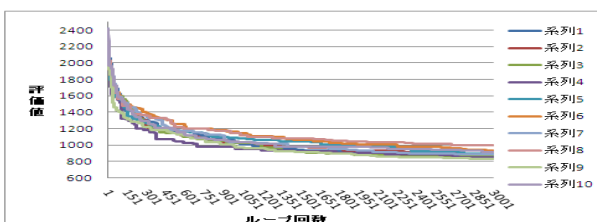


図5 交叉+挿入改良 実行結果 (都市数 42)

対し挿入を 3 回行い、各最適解をグラフにした。交叉 + 挿入の平均実行時間は 2.8441 秒であった。

今回の研究において求めることができた最短経路は、

0	1	39	4	2	7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20	30	33	34		
38	37	36	35	32	31	29	25	26	27		
28	21	22	23	24	5	6	3	40	41	0	

であり、図6は、この結果を地図に表したものである。

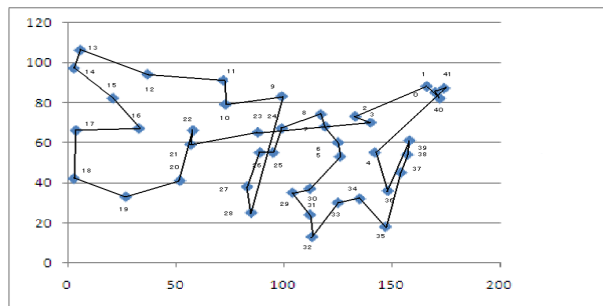


図6 本研究における最短経路

挿入のみと交叉を加えた場合では大きな差が生じなく、良い結果へと繋げることができなかった。生成した解が母集団と比べ悪い評価値のため、次世代に残されにくいからだと思う。それに対し、挿入を用いた場合では少しずつ変化を与えたため次世代に影響を与え広範囲の探索を行ったのだと考える。

このことより、改良すべき点を以下に挙げる。

- ・傾向が少ない経路を多く含む解だけではなく、多く選ばれた経路を含む解も生成する
- ・移動傾向の計算に際し、何番目に選択をされたかによって計算の仕方を変える
- ・2点間の移動だけではなく、3点、4点間の移動を考えてみる これらを踏まえることでより改良できるのではないかと考える。

参考文献

参考文献

- 2006MI183 多和田泰子 (南山大学高見ゼミ) [蟻コロニー最適化と粒子群最適化の融合による巡回セールスマン問題解法の効率化] 南山大学卒業論文 2010 年
- 上浦二郎 (同志社大学工学部知識工学科知的システムデザイン研究室) Intelligent Systems Design Laboratory Personal Research Web Site <http://mikilab.doshisha.ac.jp/dia/research/person/jiro/thesis/graduate.pdf> アクセス 2011 年 2 月 2 日
- 上浦二郎 遺伝的アルゴリズム 同志社大学医療情報システム研究部 2009 年 3 月 3 日 <http://www.is.doshisha.ac.jp/text/ga20090504.pdf>
- 菅沼義昇 (静岡理科大学総合情報学部) 菅沼研究室へ ようこそ! http://www.sist.ac.jp/suganuma/kougi/other_lecture/SE/opt/GA/GA.htm アクセス 2011 年 2 月 2 日
- 鎌谷直之 遺伝的統計学入門 岩波書店 2007 年 8 月 29 日