

GAによるヒューリスティックスの適応的混合戦略

5K-1

吉原 郁夫* 佐藤 周一†

(株)日立製作所 システム開発研究所* (株)日立システムテクノロジー†

1 はじめに

組合せ問題の最適化手法としてのヒューリスティックスは、問題の性質が既知の場合は、適切なものを選ぶが、問題の性質が未知の場合には、選択が不適切で良い解を得られないことがある^[1]。この問題を克服するため、特性の異なる複数のヒューリスティックスを用意し、その組合せを遺伝的アルゴリズム(GA)を用いて適応的に決定する手法を試みる。

本手法の効果を、5種の都市配置の異なる巡回セールスマン問題(TSP)を用いて検証した。以下では、TSPを例題として説明を試みる。

2 GAを用いた探索戦略の決定

通常のGA^[2]では、解を遺伝子で表現し、それを組替えることによって解探索を行なう。それに対し、提案法では、解探索の方法(ヒューリスティックス)と解を同時に遺伝子で表現し、解探索の方法も変化させる。

2.1 染色体表現

提案法の個体の染色体は、図1のように大きく三つの部分で構成される。

- 戦略部: 解探索のための、ヒューリスティックスの種類と順番を表す。

- パラメータ部: 各ヒューリスティックスが必要とするパラメータを表す。各遺伝子は、それぞれのパラメータを実数値として持つ。
- 経路部: TSPの解を経路表現として持つ。

2.2 交差方法

個体には年齢があり、ある年齢に達すると一定の確率で交差を行ない子個体をつくる。このとき、染色体の3つの部分は、それぞれ異なる方法で別々に交差する。

- 戦略部分: 各遺伝子座毎に、どちらの親の遺伝子を受け継ぐかを決定する、多点交差を行なう。ただし、評価値の高い親の遺伝子を高い確率で、評価値の低い親の遺伝子を低い確率で受け継ぐようにする。
- パラメータ部分: 実数値であるため、通常の記号列の交差とは異なる「実数交差」を用いる。親の遺伝子の値 A, B に依存した正規分布で子個体の遺伝子の値を決定する。
- 経路部分: ある都市を始点としたときの経路を両方の親から選び、その経路が交差するまでの部分を継ぎ合わせる(図2)。余った都市はランダムに並べ閉路を形成する^[3]。

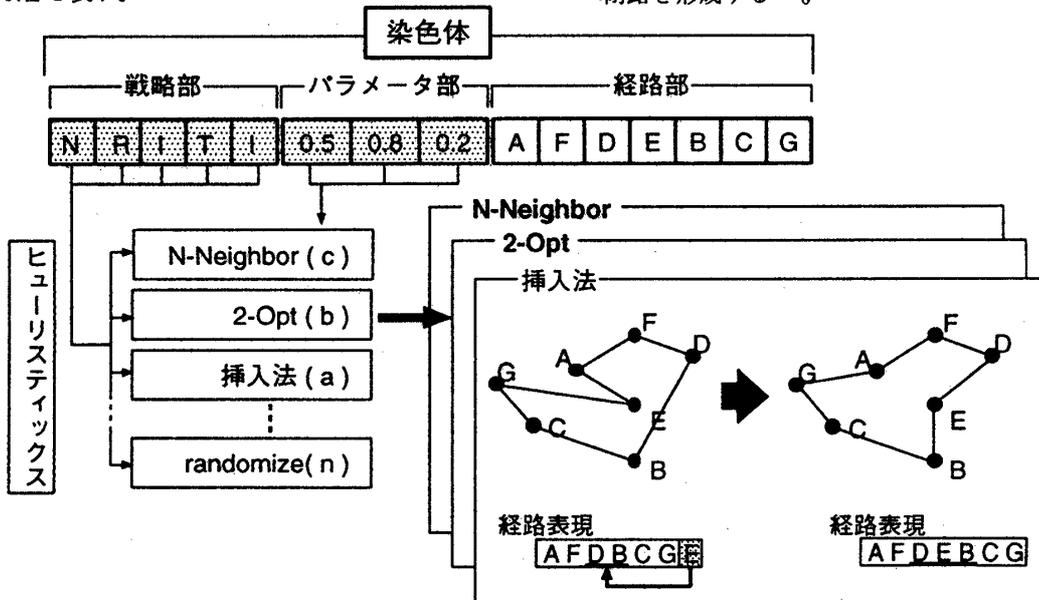


図1: 染色体表現とヒューリスティックス

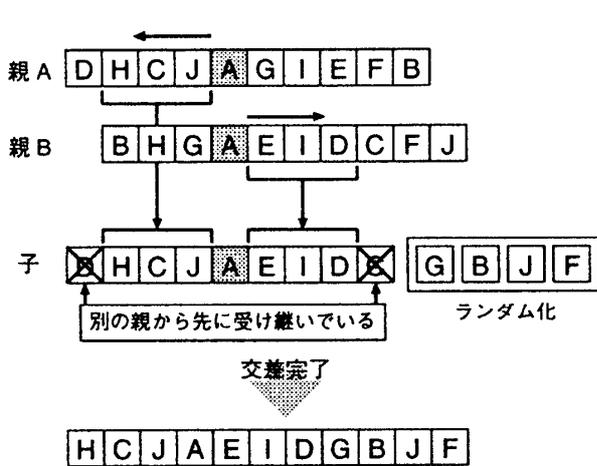


図 2: 経路部の交差方法

2.3 突然変異

各個体の染色体の戦略部分について、各遺伝子座毎に、一定の確率で突然変異を発生させる。経路部は、ランダムサーチがあるため突然変異を必要としない。

2.4 評価/淘汰

親個体、子個体をふくめて評価値の低い個体を淘汰する。ただし、新しく子個体を作成した場合一定の年齢までは淘汰を行わない。

3 TSP を用いた評価実験

TSP は、都市配置によって適合するヒューリスティックスが異なる。実験には、二重円、格子状、超直方体、実際の地図上の都市配置を持つ対称 TSP (都市間のコストが両方向で同じ) を使用した。地図上の都市配置問題は、TSPLIB 内のアフリカ 96 都市である。

3.1 組み合わせるヒューリスティックス

- Nearest Neighbor(NN) 法: NN 法は、任意に選んだ都市を始点とし、そこから最も近い都市を次の訪問先とし、全ての都市を訪問し終わったら、元に戻り閉路を生成する方法である。
- 2-Opt 法: 2-Opt は、経路上のある区間を選び、その区間の都市の並びを逆転することによって、経路長が短くなるなら逆転する反復改善法である。

- 挿入法: 経路上のある都市を切り離し、他の経路に挿入すると経路長が短くなるなら挿入をする反復改善法である (図 1)。
- ランダムサーチ: 経路の一部をランダムに変える。

3.2 GA 混合戦略の効果

表 1 に各問題について、各解法で解いた解の最適解からの総対誤差を示した。下表中の数値は、30 回の実験の平均値で、ヒューリスティックスの場合、一回の実験で 20 点の多点探索を行なった。提案法の相対誤差は、挿入法の 1/30、NN 法の 1/20、一番良い 2-Opt の 1/6 である。

二重円、超直方体都市配置問題に着目すると、NN 法が向いていることがわかる。提案法は、この問題に対して NN 法を適応的に選択し、良い解を得ている。一方、地図上都市配置問題では、2-Opt 法がすぐれているが、提案法では、2-Opt と挿入法をうまく組み合わせることにより、さらに誤差を減少させている。

また、NN 法で初期解を生成し、それを 2-Opt で改善するヒューリスティックスの組合せ解法と我々の手法との比較を行なった。その結果、平均で NN 法+2-Opt が 1.08 %、提案法では 0.28 % であり、固定の組合せを用いるよりも、適応的に組合せを換える我々の手法が優れていることがわかった。

4 おわりに

GA によりヒューリスティックスを適応的に組み合わせる手法を提案し、TSP を用いて実験的に検証した。実験結果から、提案法はそれぞれの TSP に適した解法を発見でき、安定して良い解を得られることがわかった。今後、他の問題への応用を図りたい。

参考文献

- [1] 久保: 巡回セールスマン問題への招待 I-III: オペレーションズ・リサーチ, No.1-3(1994)
- [2] L. デービス 編: 遺伝的アルゴリズムハンドブック, 森北出版(1994)
- [3] 仙石, 吉原: 遺伝的アルゴリズムによる TSP の高速解法: 情報処理学会 46 回全国大会, p2-305(1992)

表 1: ヒューリスティックスと GA 混合戦略の比較

都市配置	都市数	ヒューリスティックス			GA
		NN 法	2-Opt 法	挿入法	提案法
二重円 (C 型)	256	0.00 %	0.00 %	3.06 %	0.00 %
二重円 (O 型)	256	0.00 %	0.14 %	0.70 %	0.00 %
格子	256	12.60 %	0.53 %	13.85 %	0.21 %
超直方体	256	0.00 %	3.08 %	17.05 %	0.73 %
地図 (アフリカ)	96	18.16 %	4.35 %	14.21 %	0.45 %
平均		6.15 %	1.62 %	9.77 %	0.28 %