

不確定環境型遺伝的アルゴリズムによる 確率的巡回セールスマン問題の近似解法

(情報処理) 河原一将

1. 緒言

現実には、不確定性のもとで意思決定をしなければならない場合がよくある。これらの問題を数理計画問題としてとらえた場合、目的関数や制約条件に確率変動を入れた確率計画問題として定式化できる。しかし、この種の問題に一般的解法はなく、単純化したケースに限定して解いたり、近似解を求めているのが現状である。

そこで、近年数理計画問題の解法にも応用されてきた遺伝的アルゴリズム (GA) に着目し、確率計画問題の解法として、GA の環境に確率変動を導入する手法が検討されてきた。今回この手法を確率的巡回セールスマン問題に適用した。

2. GA の環境への確率変動の導入と計算手順

確率計画問題において、確率変数の変動にともない解の目的関数値が変動することを、GA においては、同じ個体の適応度が確率的変動を含んでいると考えることとする。本研究では、セールスマンが、決められた数の都市を巡回する。そして、都市の順序 (ツアー) を与えられた個体の巡回時間の総和の逆数を適応度とし、世代ごとに都市間の移動時間を確率的に変動させることにより、適応度の確率的変動を実現する。すなわち、GA の各世代の環境が不確定であるとして取り扱う。そして、全世代を通じての個体の集合とその出現頻度を算出した。計算手順を以下に示す。個体内の遺伝子は、都市と対応している。

平面上に都市を配置する。

初期集団の生成を行う。

個体を、決められたサイズだけランダムに生成する。

決められた世代まで以下の処理を行う。

- (a) 確率分布に従う乱数を用いて、都市間の移動時間を確定し、適応度を計算する。
- (b) 適応度の高い個体 (親候補) が確率的に選ばれやすいルーレット選択によって、新しい個体の集団を生成する。
- (c) 可能な親の対を全て作り、それぞれの親の対で交叉を行う。ここで行う交叉は、サブツアー交換交叉であり、二つの親の間で部分的に同じ遺伝子の集合があれば交換し、遺伝子を並び替えた新たな個体 (子) を作るというものである。
- (d) 全ての子の適応度を計算し、適応度の高い子から順に、交叉確率に従って次世代の個体として残し、残りの個体は親候補からランダムに選択する。
- (e) 突然変異確率に従って突然変異を行う。ここで行う突然変異は子に対し、ランダムに選んだ二つの遺伝子を入れ替えるというものである。

全世代での各個体 (解) の発生頻度を求める。

本研究では確率計画問題において、期待値最大の解を得ることを目標とした。このため、不確定環境型GAではルーレット選択をとり、全世代を通じて発生頻度が最も高い個体を、期待値最大を与える個体（最適解）の近似最適解とした。

3. 実験

3.1. 条件

1.0×1.0の範囲にランダムに配置した都市を100、集団サイズを10、交叉確率を0.4、突然変異確率を0.1、世代数を1000とし、変動係数0（確率変動なし）、0.1、0.2、0.3の条件で実験を行った。まず確率変動を与えない場合の、初期集団の最良ツアーと、1000世代目の最良ツアーを比較した。又、各世代での最大適応度の変化を調べた。次に、都市を10として確率変動を与えない場合での近似最適解と、都市配列のすべての場合を尽くした解のうち、最大の適応度を得た解との比較、又、確率変動を与えた場合で、発生頻度が最も高かった解と、モンテカルロ法の確率変動1000回の平均で、最も高い適応度を得た解との比較を行った。

3.2. 結果と考察

都市を100として行った場合、平面状の都市とツアーは図1のようになり、二つを比べると1000世代目では交わる部分がなくなり、より良いツアーであることが分かる（変動係数=0）。又、図2では、世代が進むにつれ、適応度の最大値が収束していくのが分かる（変動係数=0.2）。

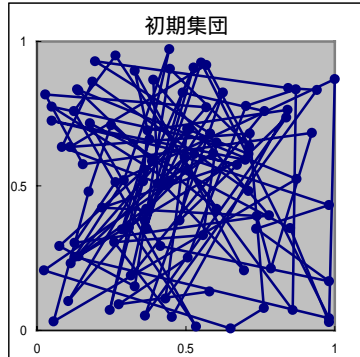


図1.最良ツアー

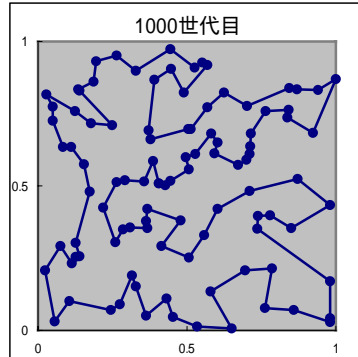


図2.適応度の変化

都市を10として行った場合、1000世代目の解で、最も高い適応度をもつツアーは、1 3 8 9 2 5 7 10 6 4であり、これはすべての場合を尽くして求めた最適解と一致した。又、確率変動を与えた場合、全世代で出現する解の数10000のうち、最も多い解（変動係数=0.1の例:2936回出現）が、モンテカルロ法によって得られた解とほとんどの場合一致したため、良好な近似最適解が得られたと考えられる。

4. 結言

確率的巡回セールスマン問題に、不確定環境型GAおよびサブツアー交換交叉を適用した。本法の結果は、モンテカルロ法等による結果からして妥当なものと考えられる。