

Multi Convex Hull 法と GA のハイブリッド法による 巡回セールスマン問題への応用

02701480 法政大学 *八島 高志郎 YASHIMA Koushirou
 01900070 法政大学 若山 邦紘 WAKAYAMA Kunihiro

1. はじめに

生物は、交配することで自分の遺伝子を子孫に残す。子どものうち、環境に適した（優れた）個体は生き残り、適さないものは淘汰される。また、突然変異により今まで存在しなかったような性質も出現する。この過程を繰り返すことで、生物は進化していく。遺伝的アルゴリズム（以下GA）とは、このような生物の進化の過程を模倣したモデルである。

GAは組み合わせ最適化問題に対する新しい問題解決手法として注目されている。また、Multi Convex Hull(凸包)という手法が計算時間・解の精度ともに優れた結果を示している。そこで私は、Multi Convex Hull 法の接点挿入にGAを用いるというハイブリッドGAを大規模な巡回セールスマン問題(以下TSP)の近似解法として取り上げた。

2. 遺伝的操作

GAでは、交叉、突然変異、選択の3つの遺伝的操作を確率的に行うことで生物の進化を再現する。今回、4種類の突然変異、選択戦略としてトーナメント選択とエリート保存戦略を用いた。

今回用いた4通りの突然変異を以下に示す。

- 突然変異1……ランダムに染色体上の1点(N)を選び、N番目と(N+1)番目の遺伝子を入れ替える。

例 N=5 のとき
 (a,b,c,d,e,f,g)

- ↓
 (a,b,c,d,f,e,g)
- 突然変異2……ランダムに染色体上に異なる2点(N1, N2)を選び、N1番目とN2番目の遺伝子を入れ替える。

例 N1=3, N2=6 のとき
 (a,b,c,d,e,f,g)
 ↓
 (a,b,f,d,e,c,g)

- 突然変異3……ランダムに染色体上に異なる2点(N1, N2)を選び、2点間の遺伝子の順番を全て入れ替える。

例 N1=3, N2=6 のとき
 (a,b,c,d,e,f,g)
 ↓
 (a,b,f,e,d,c,g)

- 突然変異4……ランダムに異なる3点(N1, N2, N3、ただしN1 < N2 < N3)を選び、さらに1/2の確率で左(N1)か右(N3)を決める。左ならばN2番目とN3番目の間に挟まれた遺伝子を全てN1番目の遺伝子の前に入れる。右も同様に行なう。

例 N1=2, N2=4, N3=6 左が選ばれたとき
 (a,b,c,d,e,f,g)
 ↓
 (a,d,e,f,b,c,g)

3. 巡回セールスマン問題への応用

TSPは、組み合わせ最適化問題の代表的な問題の一つである。組み合わせ最適化問題はその規模によっては、組み合わせ的爆発の可能性があり、そこで、現実的な時間でどれだけ最適解に近い組み合わせを見つけるかという近似解法の開発が課題となっている。以前からGAをTSPの近似解法として用いる試みが盛んに行われている。

GAをTSPに応用する場合でも、計算時間は問題の規模によって指数的に増加し、500都市の問題は100都市の問題の数百倍という計算時間がかかってしまう。私は、GAを大規模なTSPへ応用する上での計算時間に関する問題を改善するためにサブツアーGAを提案した。サブツアーGAは、「10都市のTSPに1都市加えた11都市のTSPの最適な巡回路は最初の10都市の最適な巡回路とほとんど同じである」という考えに基づき、大規模なTSPの対していくつかの小問題(サブツアー)に分割し、その小問題に対してGAを用い近似解を求め、それぞれの小問題の情報(前後関係など)をそのままに、元の大規模問題の初期集団を作りさらにGAを行なうというものである。このサブツアーGAにより計算時間の短縮が可能であった。

4. Multi Convex Hull 法

また、TSPの近似解法にMulti Convex Hull法がある。Multi Convex Hull法は、点の分割部と点の挿入部からなる。分割は以下のように行なう。

1. 点集合 S に対して凸包を作り、 s_1 とする。
2. S から s_1 を除いた残りの点集合で凸包を作り、 s_2 とする。
3. 2 を繰り返し s_i を作る。
4. S が空集合になるまで繰り返す。

従来の手法で、分割された部分集合 s_i を結合する方法は、 s_1 を初期巡回路とし、総コスト(距離)が最小となるように s_2 を取り込み、 s_2 の点を全て取り込んだらさらに s_3, s_4, \dots と行なう。この場合、参照する部分集合は1つ内側(s_{i-1})までとなる。この挿入の操作は、参照とする部分集合が多いほど近似解法としての精度は向上するが、計算時間がかかってしまう。私は、Multi Convex Hull法の挿入部とサブツアーGAの類似性に着目し、この挿入部にGAを用いることにした。

5. 実験方法

面積1の正方形にランダムに配置した各都市数(50,100,300,500)について試行を行なった。

また、比較としてBHH定理(面積Aの正角領域にランダムにばらまかれたn個の点に対する最短巡回路は $0.72\sqrt{An}$ に収束する)による計算値を最適解と仮定する。

6. 考察

今回、Multi Convex Hull法とサブツアーGAの「部分集合を作り、結合していく」という共通性に着目しTSPへの適用を試みた。TSPのような組合せ最適化問題では、問題の規模によって解候補の数が指数的に増加することから、大規模な問題を縮小するという考えが効果的に働くと思われる。

参考文献

- [1] 小林 重信 他 「遺伝的アルゴリズムの基礎と応用 [I]~[IV]」 オペレーションズ・リサーチ Vol.38 No.5-8 (1993)
- [2] B. Golden, L. Bodin, T. Doyle and W. Stewart 「Approximate Traveling Salesman Problem」 Operations Research 2,393/410(1980)
- [3] 北野 宏明 「遺伝的アルゴリズム」 産業出版
- [4] 北野 宏明 「遺伝的アルゴリズム 2」 産業出版