

分解結合型遺伝的アルゴリズムによる

4P-5

巡回セールスマン問題の解法

高濱徹行 水船博康 小倉久和 中村正郎

福井大学工学部

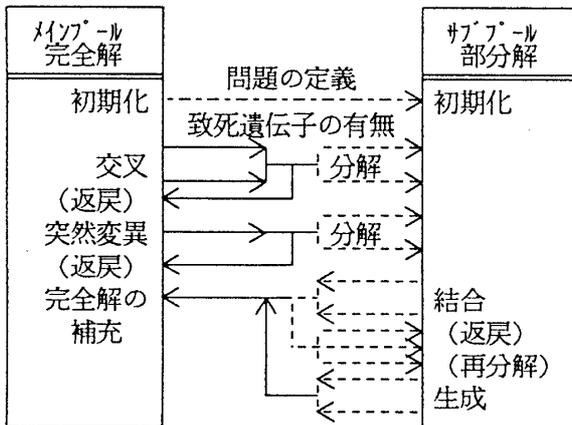
1. はじめに

遺伝的アルゴリズム (GA) によって巡回セールスマン問題 (TSP) を解くと、致死遺伝子が多数発生するため、①致死遺伝子が発生しないコーディングを採用する方法⁽¹⁾、②遺伝的操作を工夫する方法⁽²⁾などが研究されている。しかし、①の場合には遺伝形質の継承が十分ではなく、②の場合には他の問題への応用が困難であると考えられる。

本研究では、コーディングや遺伝的操作を工夫するのではなく、発生した致死遺伝子から部分解を生成し、部分解を積極的に活用することによって致死遺伝子の問題に対処する分解結合型GAを提案する。

2. 分解結合型GA

分解結合型GAの概要を下図に示す。遺伝子プールは完全解の集団を保持するメインプールと部分解を保持するサブプールから構成する。



メインプールでは通常のGAと同様に交叉および突然変異を行うが、これらの遺伝的操作によって致死遺伝子が発生した場合には、適切な部分解に分解してサブプールへ転送する。サブプールでは、部分解を結合

してより優れた部分解を生成するとともに、メインプールからの要求により完全解を生成し、メインプールへ返送する。

3. 分解結合型GAによるTSPの解法

分解結合型GAでは、2つのプールを用いて、一方で遺伝的操作と分解操作を、もう一方で結合および生成操作を行なう。本研究では、各々のプールにおける処理をクライアント・サーバモデルを用いて独立のプロセスで実現する。クライアント側ではメインプール上で遺伝的操作と分解操作を行ない、サーバ側ではサブプール上で結合および生成操作を行なう。これにより、並列処理でTSPを解くことができる。

クライアント (メインプール) 側の処理

- (1) (初期化) サーバ (サブプール) 側へTSPの定義である都市数・都市間の距離を送る。
- (2) (発生) ランダムに【完全ツアー数】分の個体を生成し、適合度 (全ツアーの距離) の評価を行ない、メインプールに格納することにより、初期集団を発生する。
- (3) (淘汰および交叉) 個体集団中の【集団交叉率】分の個体を親とし、一点交叉でできた子供と入れ換える。
 - a. 適合度に比例した割合でメインプールから親となる個体を2つ選択し、交叉を行なう。

[AB|CDE]と[CA|EDB]を | 地点で一点交叉
[ABEDB]と[CACDE]を生成
 - b. 交叉によって得られた子供の個体が致死遺伝子を有する場合には、致死遺伝子がなくなるように個体を2つに分解してサブツアーを生成し、生成されたサブツアーをサーバへ送信する。

[ABEDB]と[CACDE]で致死遺伝子発生
[AB/E/D/B]と[C/A/CDE]の / 地点で分解可能
[ABE], [DB], [CA], [CDE] を送信

c. 致死遺伝子を有しない場合には、メインプールへ戻す。

(4) (突然変異) 個体集団中の【集団突然変異率】分の個体において、個体中の【個体突然変異率】分の遺伝子の突然変異を行なう。本研究では、都市の交換を突然変異としたため、致死遺伝子は発生しないので、分解の必要はない。一般的には、突然変異後に致死遺伝子発生の検査および分解の必要がある。

[ABCDE]で B, D を交換し、[ADCBE] を得る

(5) (補充) 致死遺伝子の発生により減少した個体数をサーバへ通知し、サーバから送られてきた完全ツアーをメインプールに追加する。

(6) (評価) メインプール中の個体のうち、交叉、突然変異および補充で変更になったものに対して、適合度の評価を行う。

(7) (世代交替) 新しい世代の個体集団が得られた。【最大世代数】に達していなければ (3) へ戻り次の世代へ移行する。

サーバ (サブプール) 側の処理

(1) (初期化) クライアント側から送信される都市数・都市間の距離に関するデータを待ち、サーバを初期化する。

(2) (発生) クライアント側から送信されるサブツアーを待ち、評価値を計算し、サブプールへ入れる。【サブツアー数】に達するか、完全ツアーの要求があれば、次へ進む。評価値は、都市間の平均距離が短く、ツアー長の長い場合に大きくなるように選ぶ。

(3) (前処理) クライアント側からの送信データ処理のため、割り込み処理プログラムを登録する。

(4) (結合) サブプールから評価値に応じて個体を2つ選び、結合する。

a. 致死遺伝子が発生したらクライアント側と同じように2つに分解してサブプールへ追加する。

[ABC]と[DCB]を結合して[ABDCB]を得る
[ABC/D/CB]の / 地点で分割可能

b. 完全ツアーが得られた場合には、《完全ツアーキュー》へ追加する。

[ABC]と[DE]を結合して[ABCDE]を得る

c. サブツアーが得られた場合には、サブプールへ追加する。

(5) (補充) 《受信キュー》からサブプールへサブツアーを取り込む。

(6) (評価) 結合、分解および補充で変更になった個体の評価を行う。

(7) (淘汰) 評価値の高い順に並べ、【サブツアー数】を越える個体を削除する。

(8) (世代交替) 《終了フラグ》が設定されていない場合は、(4)へ戻り、新しい世代へ進む。

『割り込み処理』

(1) (サブツアー受信)

受信したサブツアーを《受信キュー》へ格納する。

(2) (完全ツアー要求数受信)

a. 《完全ツアーキュー》から取り出したデータをクライアント側へ送信する。

b. 要求数に満たないときには、評価値に応じてサブツアーを選択し、足りない都市をランダムに補って、完全ツアーを生成する。

(3) (終了合図受信)

《終了フラグ》を設定する。

4. おわりに

現在、分解結合型GAシステムを構築中である。完成後はパラメータによる動作の変化を観察して、パラメータの調整を行ない、他の研究との比較等を行なう予定である。

参考文献

- (1) Grefenstette, J. J., Gopal, R., etc.: Genetic Algorithms for the Traveling Salesman Problem, Proc. 1st. ICGA (1985)
- (2) 山村雅幸、小野貴久他: 形質の遺伝を重視した遺伝的アルゴリズムに基づく巡回セールスマン問題の解法、人工知能学会論文誌, Vol. 7, No. 6, pp.1049-1059 (1992)