

IV-176 遺伝的アルゴリズムを用いた交通量配分の一考察

岐阜大学大学院 学生員 安田幸司

岐阜大学工学部 正会員 秋山孝正

1. はじめに

交通均衡配分は、非線形の目的関数を最小化する数理計画問題として定式化できる。この問題の代表的なアルゴリズムとしてFW法があるが、これはリンク交通量を変数とするものがある。このため経路ごとの利用交通量は一意に決定されない。

一方、異なる交通均衡配分法としてパスフローを変数とした配分（勾配射影法など）がある。しかしながら、これらのアルゴリズムは比較的複雑である。

一方、遺伝的アルゴリズム（GA）は複雑な非線形の計画問題の解法に有効に機能するとされている。

このような背景のもとに本研究では、パスフローを変数としてGAを用いた交通量配分アルゴリズムを作成し、実際的な問題に対して適用性を検討した。

2. 遺伝的アルゴリズムを用いた交通量配分

2.1 遺伝的アルゴリズムの概要

遺伝的アルゴリズムは、生物進化の原理に着想を得た最適化・探索アルゴリズムの一種である。数理最適化問題にGAを用いる場合、遺伝子の集合体である染色体が解集合を表している。このときGAでは仮想的な染色体によって生物集団を設定し、あらかじめ設定した環境に適応する個体が、子孫を残す確率が高くなるよう世代交代シミュレーションを実行する。この遺伝子変化により生物集団を進化するプロセスをひとつの求解手順と考えることが出来る。

通常GAは、大きく分けて以下の3種類の遺伝的操作の連鎖で構成されている。

「選択」：適応度の高い個体を次世代に残す。

「交叉」：2つの染色体を組み替えて新しい染色体を作成する。

「突然異変」：遺伝子を一定の確率で変化させる。

2.2 交通量配分法のモデル化

交通均衡配分問題は、走行時間関数を用いた次の目的関数をもつ以下の数理計画問題で定式化できる。

$$z = \sum_a \int_0^{v_a} t_a(v_a) dv \rightarrow \min \quad \cdots (1)$$

本研究では、この交通均衡問題の計算方法としてパスフローを変数とする配分モデルを作成する。

本モデルでは、任意のODペアに対して経路が決定されているものとして、利用される経路交通量をその経路上のリンクに配分し目的関数値を求める。

本研究で用いた計算方法は、式-1の目的関数を個体の適応度と考え、さらに経路交通量の配分比率を個体の属性として、これらの最適値をGAによって決定するものである。

ここで、例として3経路の配分比率を考える。このとき、各経路の利用率を3bitの0-1型の遺伝子型で表現すると染色体は9bitで表現される。

染色体：010001101

内訳：path-1：010, path-2：001, path-3：101

2進数で表現される各値を10進数に変換すると、

path-1：3, path-2：2, path-3：6

つぎに和を求め各値を除し比率を決定する。すなわち、合計値 $3+2+6=11$ を用いて計算される。

path1： $3/11=0.27$ path1： $2/11=0.18$ path1： $6/11=0.55$

以上の個体表現を用いてGAを用いた交通量配分をモデル化すると以下ようになる。

①ランダムに初期世代の集団を生成する。

②集団内の各染色体によって決定される配分比率をもとに経路ごとの配分交通量を求める。

③配分結果から各染色体ごとの適応度を求める。

④遺伝操作により次世代の集団を生成する。

⑤②へ戻る。

3. 遺伝的アルゴリズムによる計算

ここでは、作成した配分モデルを従来の均衡配分法（FW法）と比較しその適用性について検討する。

3.1 数値計算例

ここでは、例題として経路交通量の変化を考慮する必要がある高速道路乗り継ぎ問題を対象とする。

具体的には、従来の研究で用いられている図-1のネットワークを対象にする²⁾。

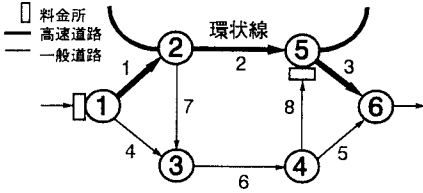


図-1 対象ネットワーク

本例題は、混雑緩和のための乗り継ぎ制が設定されているため、環状線（リンク2）を迂回した車が再度高速道路を利用する場合、料金は課せられない。

このネットワークに負荷されるOD交通量は、①→⑥の100000台である。また、環状線（リンク2）には、70000台の交通量が負荷されている。

まず、この条件のもとで均衡交通量を計算回数1000回としてFW法を用いて求めた。

つぎに、GAを用いた交通量配分（GA法）を行った。ここでは、個体数：20、選択率：0.5、交差比率：0.5の値を固定し、突然変異率については5ケース設定する。また、世代数50で計算を修了した。

3. 2 計算結果の考察

上記の設定のもとで実行した計算の結果を表-1に示す。これを見ると両者の計算結果はほぼ一致している（目的関数もほぼ一致している）。また計算時間を比較するとGA法は、より短い時間で均衡することがわかる（NEC PC-9821XP使用による）。

また、GA法では各経路の利用交通量が一意に算出される。本例では、乗り継ぎ経路（①→②→③→④→⑤→⑥）の利用率が0.12であり、乗り継ぎ交通量は、12,000台であることがわかる。

つぎに、GA法における最良値の収束状況と個体の平均値の変化をそれぞれ図-2と図-3に示す。

図-2より突然変異率0.6のときに最良の評価値に収束していることがわかる。また図-3を見ると平均値は初期の世代では大きく変動するが世代の増加とともに変動が小さくなっている。これはGA法による探索により安定した収束状況が得られることを示している。

表-1 両方法による計算結果

LinkNo.	均衡配分法		GA法(変異率:0.6)	
	v (台)	t (分)	v (台)	t (分)
1	54995	10.8	55085	10.8
2	41522	22.5	41525	22.5
3	53092	9.7	53390	9.9
4	45005	22.9	44915	22.7
5	58478	12.4	58474	12.4
6	46908	14.5	46610	14.2
7	13473	5.5	13559	5.5
8	11570	4.7	11864	4.8
均衡値	約 50.4 分		約 50.3 分	
計算時間	4 分 30 秒		19 秒	
目的関数値	2,714,680		2,714,730	

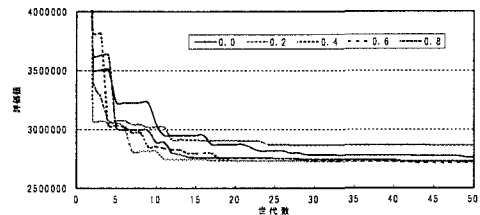


図-2 最良値の収束状況

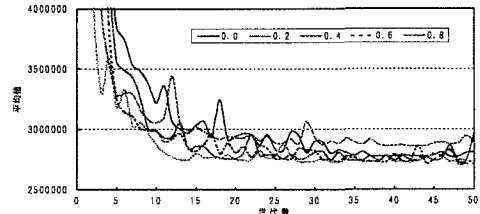


図-3 個体の平均値の変化

4. おわりに

本研究では、GAを用いてパスフローを変数とする配分モデルを作成した。本モデルのアルゴリズムは簡潔であり、初期値の設定によって従来の方法より計算効率があがることがわかった。また、パスフローを変数としているため経路単位での議論が可能である。今後は従来の経路配分法（勾配射影法）との比較についても検討をおこなう。

参考文献

- 1) 北野宏明：遺伝的アルゴリズム、産業図書、1993。
- 2) 秋山孝正・安田幸司：都市高速道路乗り継ぎ制の実用的運用について、土木計画学・研究講演集、No. 18 (1), pp401-404、1995。