

遺伝的アルゴリズムによる道路整備優先順位決定手法の応用

佐賀大学理工学部建設工学科 田上 博

佐賀大学理工学部建設工学科 清田 勝

九州大学工学部都市建設工学科 樺木 武

1. はじめに

著者等は、工事期間の混雑をできるだけ抑えながら、整備の効果を最大にするためには整備区間をどのようなグループに分けて、どのような順序で整備するのが最も妥当かを決定する手法¹⁾を提案してきた。しかし、道路整備対象区間が増えると組み合わせ数も増加するという問題があった。そこで、田村等²⁾は、遺伝的アルゴリズム（GA）による道路整備順位決定の近似解法を提案している。

著者らが提案したモデル³⁾の工事期間は「全て一定」という仮定のもとにモデル化を行っている。しかし、道路整備における工事期間は、工事規模や予算などにより個々に異なっているのが一般的であると言えよう。さらに、混雑した道路では「一方通行」や「交互通行」などを考慮する必要がある。

そこで、本研究では整備区間を路線として取り扱い、交通均衡理論に基づいて、GAによる工事形態を内生化した道路整備の同時着工グループ化手法を提案するものである。

2. GAによる道路整備優先順位決定手法モデル化

2. 1 異なる施工期間の導入

提案したモデル³⁾の工事期間の考え方は、すべての整備対象をグループ単位で取り扱っていた。そのため、たとえ工事の終了している道路区間があってもグループ全体の工事が終了するまで供用を認めていなかった。結果的に、効用が過小評価され最適な工事組み合わせが形成されていなかったことになる。仮にグループ内で早期に工事が終了した道路区間の効用を評価するとしても、同じグループ内で道路区間の工事をどのように組み合わせるかという新たな着工順位決定の問題が生じてくる。

本研究の目的の1つは、工事期間中に生ずるギャップをできるだけ少なくし、効率の良い組み合わせを求めることである。

ここで、道路区間の工事期間と最大公約数を基本単

位とするK個の単位区間（図-1 遺伝子記述A）を遺伝子座（ビット）に対応させる。本手法の問題点は遺伝子型で整備効果を評価するために、記述する遺伝子サイズが膨大となりGAを適用する効果が削減することである。そこで、記述法Aで拡大した遺伝子座を圧縮する方法として、同等な性格を持つ単位区間の集合を一つの路線として扱い、遺伝子に対応させるものとする。図-1に線列のコーディングを示す。

M個の整備区間と整備コスト C_j 、工事日数 D_j および工期Nが与えられていると仮定する。初期の線列は乱数を発生させてランダムに遺伝子座に配置され個体集団を形成する。

各期に工事可能な整備路線の集合Xは、次式の予算Tの制約条件を満足しなければならない。

$$\sum c_j \leq T_1 \quad (n=1)$$

$$T_{n-1} < \sum c_j \leq T_n \quad (n=2 \sim N)$$

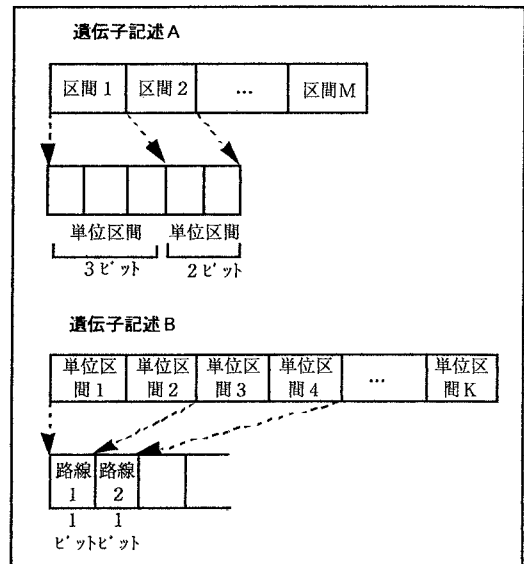


図-1 線列のコーディング

2. 2 工事形態と交通容量の関係

工事形態をネットワークに導入するためには、リンクを1組の有効リンクで表す必要がある。整備対象リンクを「全面通行止め」で工事する場合には、両リンクの交通容量は0になる。また、リンクA₁だけが工事される場合には、リンクA₂は通行可能で、その時の工事形態としては「片側一方通行」と「片側交互通行」が考えられる。リンクA₁を「片側一方通行」で利用する場合のそれぞれの交通容量はQ₁=0、Q₂=q（工事前の容量）となる。また、リンクA₁を「片側交互通行」で利用する場合のそれぞれの交通容量はQ₁=Q₂=q/2となる。図-2に工事形態と交通容量の関係を示す。

実施する工事形態によって交通容量が変化するので、総走行時間などで整備効果を算定する場合には、どのような形態で工事が行われたかを的確に表す必要がある。工事形態に応じた交通容量を決定するために、工事の進捗状況を表す変数Z_jを導入する。ここで、Z_jは、0のとき道路区間jはまだ未整備を、1のとき道路区間jは工事中を、2のとき道路区間jはすでに整備済み意味する。本論文では、「全面通行止め」を整備区間が未整備のときだけ運用すると仮定した。

2. 3 適応度関数の計算

モデルの目的関数を総走行時間の短縮量の和の最大化とすると適応度関数は、次式のように表せる。ここ

	q ₁ =Q	①未着工
	q ₂ =Q	
	q ₁ =0	②全面通行止め
	q ₂ =0	
	q ₁ =0	③一方通行
	q ₂ =Q	
	q ₁ =Q/2	④片側交互通行
	q ₂ =Q/2	
	q ₁ =Q	⑤片側交互通行 前期までに 整備済み
	q ₂ =Q	
	q ₁ =0	⑥一方通行 前期までに 整備済み
	q ₂ =2Q	

図-2 工事形態と交通容量の関係

で、aは定数である。

$$F = a - \sum (\text{各期の総走行時間の短縮量})$$

$$= a - \max \sum (\text{工事形態による各期の総走行時間の短縮量})$$

総走行時間の短縮量は、予め与えられたOD交通量を等時間配分し求める。

2. 4 遺伝子演算子の設定

交叉は、制約条件充足コーディング法に従い、ランダムな1点交叉とする。また、予算制約条件を満足する路線の部分集合X間での交叉も試みる。突然変異は、ランダムに1点突然変異を適用した。選択はルーレット選択とエリート保存戦略を用いた。

本論文では交叉の生起確率P_cを0.5~0.6、突然変異の生起確率P_mを0.1とした。解の更新が進まなくなると突然変異の確率を上げることを試みた。

3. 仮想ネットワークへの適用例

仮想ネットワーク（図-3）に本手法を適用する。○はセントロイドを、●はノードをそれぞれ表している。計算結果は、当日発表する。

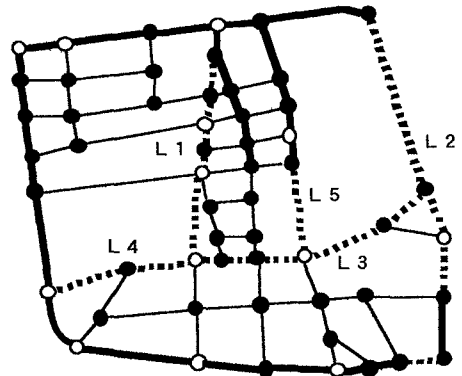


図-3 仮想ネットワーク

参考文献

- 1) 田村 亨・杉本博之・上前孝之：遺伝的アルゴリズムの道路整備順位決定問題への適用，土木学会論文集，No. 482, 1994
- 2) 清田 勝・田上 博・角 知憲・出口近士：工事による混雑を考慮した道路整備のグループ化とその優先順位に関する研究，土木学会論文集，No. 494, 1994
- 3) 米澤保雄、遺伝的アルゴリズム進化理論の情報科学、森北出版、1994