

IV-374

多目的 GA による交通ネットワーク整備のシナリオ分析

室蘭工業大学大学院 学生員 ○有村幹治
室蘭工業大学 正員 田村亨

1. はじめに

交通ネットワーク整備における多目的性の考慮は、バスや航空事業においての事業者と利用者の目的最適化にみられるように、その必要性が数多く挙げられている。

ところで、筆者らはこれまで GA を用いて、予算制約付き最適配置問題や工事順番最適化問題等の研究を既に行ってきた。これらの適用例は、予算制約下での利用者サービスを目的関数とする単一目的の最適化問題のみを扱ってきたといつてよい。土木計画において、複数代替案の組み合わせを一意にモデリングできる GA を多目的最適化問題に拡張できる意義は大きく、これにより、例えば n 人協力ゲームとして表現できるコンフリクトな市場において、各プレイヤー(企業)の利得を最大化する戦略組み合わせを、パレート最良解として得ることで、多くの整備シナリオを把握することができる。

本研究は、交通ネットワーク整備のシナリオ分析における多目的 GA の適用可能性を示すことを目的とするものである。

2. 多目的最適化問題への GA の適用

公共交通の運行路線を決定する場面においては、利用者サービスだけではなく、企業としての効率性を同時に考慮する必要がある。また、有限な交通需要を複数の企業の複数路線で奪い合う場合、競合する企業は相互に依存したり、スケジュールや配置の調整により時間・空間的に住み分ける場合がある。

このような、単一・複数主体による多目的性を含む問題に GA を適用する利点は、その扱える組み合わせ要因の多さにあるといつてよい。つまり、運行路線や運行頻度を設計変数(組み合わせ要因)として、単一主体であれば複数項目の評価軸について、複数主体であれば、例えばゲームにおける戦略をより細かく設定して分析を行える。

複数企業によるネットワーク展開は例えば以下のよう表現される。

○目的関数: $f_i(\{I\}) \rightarrow \max$ ($i=1-N, n$:企業数)

○制約条件: $g_i(\{I\}) \leq 0$ (予算等)

○設計変数: $\{I\}_i = \{I_1 I_2 I_3 \cdots I_k\}$

($i=1-n, k=1-M_i, |n$:企業数 M_i :企業 i の乗り入れ予定路線数)

遺伝子線列で記述されるのは、企業 i の乗り入れ路線である。1つの遺伝子線列は全企業の乗り入れ路線を意味する。遺伝子線列をデコードすることで全ての企業の路線選択が表現される(図-1)。

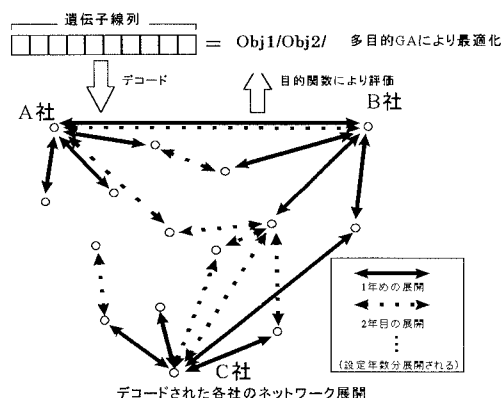


図-1 遺伝子線列によるネットワーク

各企業の乗り入れ路線選択を評価するために各企業毎に目的関数を設定する。利用者は享受するサービスが最大になるように路線選択を行い、各企業は自社の利益を最大化するようにネットワークを構成する。その結果、多目的 GA により最適化されたパレート解には、限られた企業が利益を受けるシナリオが含まれるであろうし、各企業が協調した結果生じる、妥協解としてのネットワーク構造を獲得できる可能性がある。

なお多目的 GA の計算方法については Suhafter の方法、Goldberg の方法、Fonseca らの方法、Horn ら

Keywords: 多目的最適化, 遺伝的アルゴリズム

〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 TEL: 0143-46-5287 FAX: 0143-46-5288

の方法、玉置らの方法、荒川らの方法等が既に提案されている。

3. ケーススタディ（バス路線網最適化問題）

（1）対象ネットワーク

本研究では、多目的 GA の適用例として、室蘭市の路線バスネットワークを対象としてケーススタディを行った。構築されるバス路線網の評価として、①バス会社の採算性、②市内における最低限の利用者便益の確保、の2つの観点から目的関数を設定し、路線バスの運行ルートを変位解として解く。

（2）ケーススタディの諸設定

ケーススタディにおける目的関数は、①バス運行による乗車人数の最大化、②全ノードにおける最大利用者待ち時間の最小化、の2つとした。②については適応関数によって最大化問題に変換し、GA を適用した。設計変数は、バス運行路線とターミナルでのバスの待ち時間とした。また、制約条件として、バスの運行時間が営業時間を超えないものとした。

バス利用者 OD は、道路交通センサスによる平日 CAR - OD より設定した。バス路線は現実の運行路線や、現在休止となっているバス路線を 43 本に集約し、設計変数として設定した。GA の各パラメータは人口サイズ 300、最大世代数 100、交叉確率 0.6、突然変異確率 0.01 とした。また、バス台数は 10 台、定員 40 人として計算を行った。

（3）計算結果

上記計算により求めた変位解を図-2 に示す。

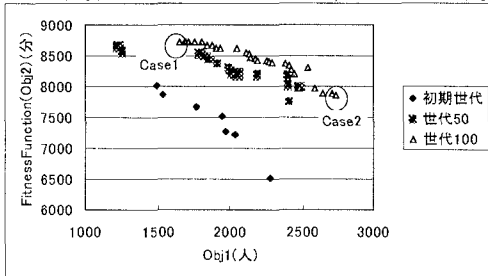


図-2 世代毎の変位解の推移

最大世代数に達した時点での変位解上の2点 (Case-1, Case-2) の遺伝子線列をデコードし、特徴的な運行路線をネットワーク上に示し、説明する。

Case1 は OD の地理的分布を考慮しないで、全体で最も長い待ち時間を短くするように求められたバス運行ルートである。この場合、選択されたルート

数は 17 本あり、環状ネットワークを利用するバスルートが探索され、市内全域のノードにバスが運行される。代表的4ルートを図-3 に示す。

Case2 は、乗客数に重点をおいたルートが多く探索された。この場合、ルート数は 19 本存在し、OD 交通量が多く、路線長が短い路線を高頻度で運行するバス運行ルートが形成された。ここでは環状ルートや、地理的に遠いノードを通過するバスルートは探索されなかった。代表的4ルートを図-4 に示す。

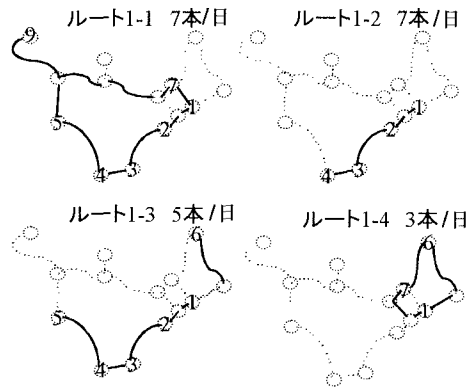


図-3 バス運行ルート (Case1)

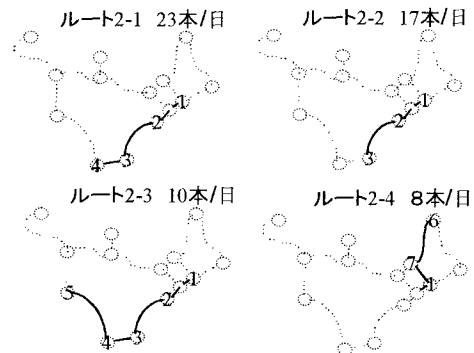


図-4 バス運行ルート (Case2)

以上により、多目的 GA により、複数代替案を一度の最適化で探索できることが確認できた。

5. おわりに

多目的最適化手法として GA を用いた研究例は土木計画においては少なく、これからの研究蓄積が望まれる。本研究におけるケーススタディは、単一プロジェクトにおける多目的最適化問題であり、複数主体によるネットワーク戦略の展開や提携行動は取りこまれていない。これらは全て今後の課題となる。