

遺伝的アルゴリズムを用いた街路整備プログラム策定手法

中央復建コンサルタンツ株式会社 正会員 ○飯田祐三
 姫路工業大学環境人間学部 正会員 井上博司
 中央復建コンサルタンツ株式会社 正会員 伊藤薫
 中央復建コンサルタンツ株式会社 正会員 佐々木拓

1. はじめに

都市の街路は、歩行者・自動車交通路を提供するのみならず、都市の骨格を形成し都市の発展を誘導するとともに、地下鉄や共同溝などの都市インフラの収容空間ともなり、また街並み形成、通風・採光など多面的な機能を有する。しかし都市の街路網を形成する都市計画道路の整備は遅々として進まず、全国平均で約5割にとどまっており、計画の見直しが必要となってきた。昨今の財政事情のもとで街路の整備を促進するためには、街路の多面的な機能評価に基づく効率的なネットワークの形成、透明で公正な予算の運用が求められている。このためいくつかの自治体では「都市計画道路整備プログラム」を策定し、これに基づいて都市内幹線道路の重点的・効率的な整備が進められている。しかし従来の方法では、計画者の主観に基づく判断が多く、透明性・客観性という点で問題があった。そこで本研究においては、都市街路の機能評価法に関する研究¹⁾に基づき、都市計画道路のネットワーク形成を時系列的に最適化する方法を提案する。この方法は代替案の作成、評価、最適案の選択を、遺伝的アルゴリズム(GA)を用いて組織的・客観的に行うものであり、公正・透明な街路整備プログラム策定手法を構築するものである。

2. 街路網評価の方法

街路整備の代替案を評価するための評価関数を導出するに当たって、街路ネットワークを次の二つの面より評価することとした。

(1) 整備対象道路区間の個別評価

検討の対象となっている都市計画道路が街路の有するさまざまな機能をどの程度充足するかを、それ

ぞれの区間ごとに独立に評価し、評価値を算定する。

(2) ネットワークとしての評価

街路はネットワークとして機能するものであり、とくに自動車交通機能においてはこの性格が強い。そこで対象道路が整備されたときの道路網全体での交通の流れ方を再現して交通処理能力を評価する。

上記の目的に沿う評価を行うため、街路機能の評価項目を選定して、アンケート調査を行い、評価関数を作成した。この評価関数では道路の機能として、1. 自動車交通路としての機能、2. 公共交通空間機能、3. 歩行者・自転車通路としての機能、4. 収容空間機能、5. 防災空間機能、6. アクセス機能、7. 前面道路機能の7項目が考慮されている。これら7機能の評価値を変数とする多属性効用関数を作成した。

3. 時系列的ネットワーク形成の方法

未整備の都市計画道路を整備対象道路として、それらの整備対象道路を組み合わせ最適な街路ネットワークを形成する方法を考える。その際、道路網が時系列的に形成されていくものであることを考慮して、全体の計画期間をn期に分割し、各期間において最適ネットワークを形成することを考える。すなわち、以前の期間において形成されているネットワークに新たに整備対象道路を加えたものが、制約条件を満足しかつ評価関数を最適化するように、整備対象道路を選択して各期の最適ネットワークを形成する。道路網の評価に当たっては、対象道路網に需要交通量を配分し、交通の流れ方を再現して、対象道路網の交通処理能力を評価する。また各期間における事業費や事業の実施に関するさまざまな制約条件を考慮する。このようにして全体のネットワークを多段階的に形成し、最良の整備プログラムを作成し

キーワード：街路整備プログラム、街路整備計画、道路計画、組み合わせ最適化、遺伝的アルゴリズム

連絡先：〒533-0033 大阪市東淀川区東中島4丁目11番10号中央復建コンサルタンツ株式会社

TEL：06-6160-4140 FAX：06-6160-1230

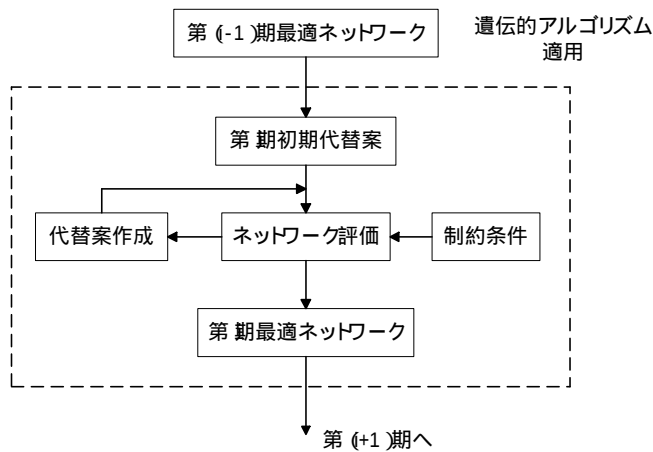


図-1 最適ネットワーク形成の流れ

ていく。ネットワーク形成の流れを図-1に示す。

4. GAの適用による最適ネットワーク形成

各期間において最適ネットワークを形成するのに、遺伝的アルゴリズムを適用する。遺伝的アルゴリズムは、離散変数の組み合わせ最適化の方法として、さまざまな分野で用いられ、道路網計画への適用もなされている^{2), 3)}。本研究におけるネットワーク形成は、組み合わせ最適化問題と考えることができるから、遺伝的アルゴリズムの適用は効率的な解法の一つであると考えられる。この方法を適用するに当たっては、次のような点を考慮した。

- 1) ネットワークの評価に当たっては、需要交通量を配分して総旅行時間を計算し、これを0から1までの連続値をもつ評価値に換算する。
- 2) 評価関数は、ネットワークに含まれる計画対象道路の個別評価値とネットワーク評価値を加算する。各評価値は0から1までの値をもつよう基準化されており、アンケート調査によって得られたウエイトによって加重する。
- 3) 予算制約などの制約条件を、ペナルティ関数によって評価関数に加算して制約条件のない問題に変換し、制約条件を考慮する。
- 4) ランク方式(高い評価値をもつものから個体を並べ替え、順位によって一定の確率で選択する)とエリート保存方式(各世代において最良のものは残す)を併用して高い評価値をもつ個体を優先的に選択し、次世代に残す個体群を作成する。
- 5) 交差、突然変異によって新たな個体(ネットワーク代替案)を生成する。
- 6) 各世代において、上記の評価、選択、交差、突然

変異の操作を適用してネットワーク代替案を更新し、世代を重ねるごとに次第に高い評価値をもつネットワークに収束させていく。

5. ケーススタディー

本手法を実際の都市圏での道路網に対して適用した例を示す。対象地域は京阪神外郭地域の衛星都市であり、現在市街化が急速に進展しており、道路網の整備が急務となっている。ネットワークサイズは、リンク数約400、セントロイド数49、計画対象道路区間数104である。計画期間を15年×3期に分割し、各期での予算制約額は対象地域での実績より225億円とした。計画対象道路の費用は、用地費用と構造形式による建設費用を実績にしたがって積算した。交通量配分には、分割数5の分割配分法を適用した。GAの適用に当たっては、各世代の個体数を200とし、各計画期間について10000世代まで解の改良を行った。計算の結果、次のようなことが明らかになった。

- 1) GAによる最適解は、実際の業務で計画者の主観によって決められた政策的なネットワークとは必ずしも一致していない。
- 2) GAによる最適解は、ネットワークの連結性を重視した解になっており、個別評価とネットワーク評価のバランスのとれた解になっている。

6. おわりに

本研究においては、街路整備プログラム策定への遺伝的アルゴリズム適用について考察した。今後さらなるケーススタディーによって、本手法の適用性を検討していきたい。本研究を行うに当たり、流通科学大学森津秀夫教授より有益な示唆をいただいたことを記し、謝意を表したい。

参考文献

- 1) 野寺寿雄、井上博司、森津秀夫、飯田祐三、伊藤薫：一対比較法およびGA(遺伝的アルゴリズム)を用いた街路整備プログラム策定手法に関する考察、平成15年度土木学会全国大会講演概要集、2003
- 2) 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/ -22, pp.37-46、1994
- 3) Ryoji Matsunaka, Yosataka Aoyama and Dai Nakagawa: An optimization of the construction/improvement process of the urban network using a genetic algorithm, Proceedings of the 7th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, A_061, 2001.