

免疫型アルゴリズムを用いた都市道路網の交通安全対策の組み合わせ最適化

岐阜大学 学生員 寺嶋 真穂
岐阜大学 正会員 秋山 孝正
岐阜大学 正会員 小川 圭一

1. はじめに

交通事故は社会的損失であり、交通安全対策実施による交通事故の軽減は、道路交通の社会的損失の軽減と理解できる。しかし、このような交通安全対策は限られた資源や予算をもとに実行するため、合理的な立案が必要である。

これまで、交通安全対策立案問題は予算と有効度を基準とした、対策箇所と種類を数種類考慮する大規模組み合わせ最適化問題として研究されてきた。そして、交通流動変化や事故類型を考慮して交通安全対策案を策定する方法が提案されていた。また、その解法として遺伝的アルゴリズム(GA)の適応が提案されていた¹⁾。

本研究では、既存研究を基に交差点の特徴を考慮した交通安全対策案の策定方法の提案を目的としている。また、交通安全対策の最適化問題の解法に免疫型アルゴリズム(IA)を用いることを提案している。

2. 交通安全対策問題の概要

2.1 交通安全問題の定式化と手順

交通安全対策立案問題は対策箇所と種類を数種類考慮する組み合わせ最適化問題であり、以下のように定式化される。

$$\max TB(x_{ij}) = \sum_{i \in L} \sum_{j \in N_i} \sum_{s \in S_i} \sum_{k \in K} b_{ij}(v(x), p_{isk}(v(x), x_{ij})) \cdot x_{ij} \quad (1)$$

$$\text{s.t. } TC(x_{ij}) = \sum_{i \in L} \sum_{j \in N_i} c_{ij} \cdot x_{ij} \leq Budget \quad (2)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ or } 1 \quad (3)$$

$TB(x_{ij})$: 総有効度 b_{ij} : 各対策の有効度,
 x : 対策案行列 x_{ij} : 対策選択の有無,
 p_{isk} : 事故率 v : リンク交通量ベクトル,
 $i \in L$: 検討地点 $i \in L, i \in L, c_{ij}$: 各対策費用
 $i \in L, i \in L, TC(x_{ij})$: 総対策費用
 $i \in L, Budget$: 予算制約
 $i \in L, i \in L, s \in S_i$: 地点 i での進行方向集合
 $k \in K$: 事故類型集合

本問題は(2)式で示される予算制約下で、(1)式で示される交通安全対策実施による有効度を最大化する問題として定式化している。総有効度が対策をした各地点の総有効度から求まり、各地点の有効度は交通量と

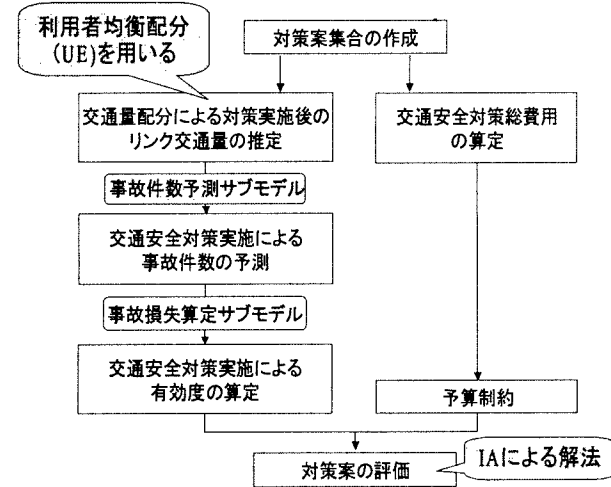


図-1. 交通安全対策案の評価手順

事故率の変化により求まることを表している。

また、図-1の手順より各対策案の評価を行う。ここでは、交通量配分プロセス、交通事故件数予測とプロセス、交通事故損失算定プロセスがある。

既存研究では、交通安全対策立案問題の解法に遺伝的アルゴリズム(GA)を用いた。しかしながら、GAは特有の初期収束により局所的最適解に陥りやすい特徴がある。そのため、本研究では免疫型アルゴリズム(IA)を用いる。

2.2 免疫型アルゴリズムを用いた解法

免疫型最適化アルゴリズム(Immune Algorithms : IA)は、生体の免疫系システムを模倣した記憶学習的アルゴリズムであり、GAに類似した確率的探索・最適化の一手法である²⁾。図-2に、IAのアルゴリズムを示す。

GAとの違いは記憶細胞のある点である。記憶細胞には過去の有効な解が記憶されている。そのため、記

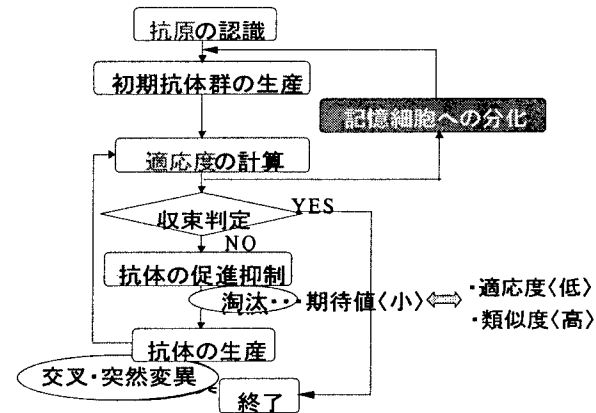


図-2. IAのアルゴリズム

憶細胞を初期抗体群として置くにより、そこから最適解探索が出来る。これにより、GA と比べてかなりの計算時間の短縮が見込まれる。また、記憶細胞への分化の際、濃度(ある解に対する類似度の度合い)を計算し、これが高い抗体と入れ換えることにより、記憶細胞内の多様性が維持される仕組みになっている。

次に、期待値の低い解を淘汰する際、GA では解の適応度(=解の評価値)のみで期待値の評価をする。しかし、IA ではこれに加えて類似度(=解の共通性)という指標も用いている。これにより、抗体の多様性が維持される。そのため、GA に比べて局所的最適解に陥ることなく大域的最適解を探索することが期待できる。

3. 交通安全対策案策定の検討

3.1 対象道路網の設定

本研究では、岐阜市の岐阜駅周辺市街地を中心に対象地域とした。この地域では、岐阜市の交通事故の約6割が発生している。また、交通事故多発地点のほとんどは交差点である。24箇所の交差点を対象の交通安全対策地点としている。これらは、近年の岐阜市の事故多発地点ワースト10に入っている箇所であり、過去4年間(H7~H10)の事故多発地点として頻出している交差点である。具体的には、ノード数:69, リンク数:238, セントロイド:13のネットワークとした。

図-3 に対象ネットワークを示す。

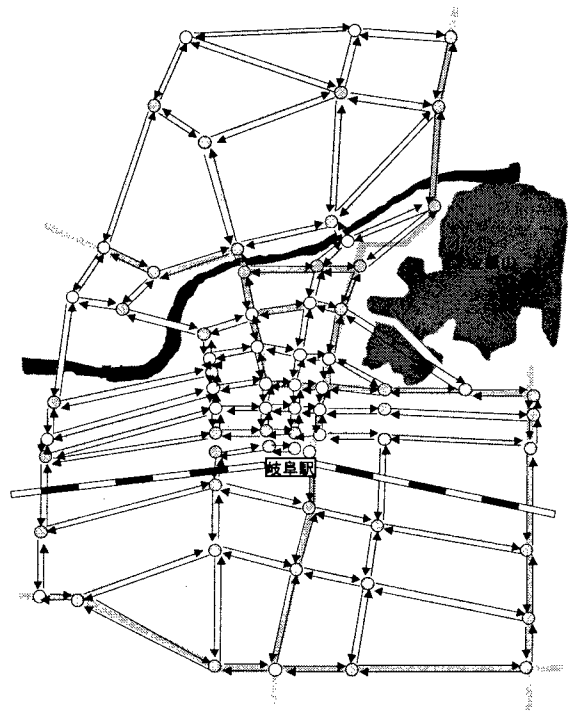


図-3 対象ネットワーク

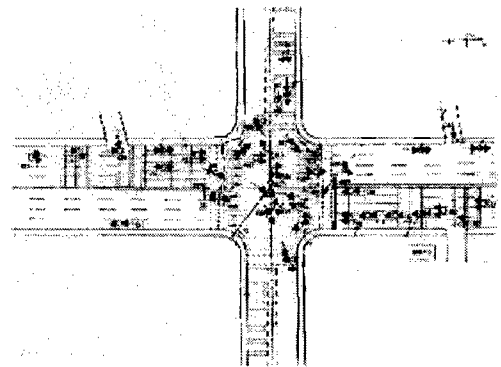


図-4 金町・徹明通交差点

本研究では、このような交差点の特徴を事故件数予測に考慮する。

4. おわりに

本研究では、交通安全対策の地点と種類との組み合わせ最適化問題に IA を用いた解法を提案した。IA では、最適解探索時間の短縮が見込まれる。しかし、有効な解の記憶細胞への分化の仕組みを十分に検討する必要がある。また、事故件数予測時に交差点の特徴を考慮にすることで、事故の因果関係が明確になることが期待できる。さらに、多種類の対策を考慮に入れることで実用的な交通安全対策ができるようになると思われる。

・参考文献・

- 1) 小谷ゆかり：組み合わせ最適化に基づく都市道路網の交通安全対策案策定方法，岐阜大学修士論文，2001
- 2) 石田好輝：免疫型システムとその応用，コロナ社，1998

3.2 対象交差点の事故分析

個々の対象交差点について事故分析を行う。具体例に、金町・徹明通交差点の事故状況を図-4 に示す。ここでは、右左折時の追突事故が多くみられる。また、信号機前での追突事故も多い。前者の事故は、カーブや右左折直後の横断歩行者のため前車が減速するのに対応できず、後車が追突するといった前方不注意のための事故と思われる。また、後者は、信号機直前での前車の減速に対応できず追突するという、これもまた前方不注意のための事故と考えられる。このような前方不注意の事故は、交差点形状に関わらず交差点に特有な事故だと考えられる。

他の交差点には見られない特異な事故をあげると、線路隣接車線の車とその隣接車線との接触事故が起きている。また、小道付近では追突事故や合出頭事故が起きている。前者は、路面電車の圧迫感による隣車線への走行位置のずれが原因だとも考えられる。また、後者は前車の減速に対応できず後車が追突する前方不注意や、合流車の左右確認ミスによる事故だと考えられる。このように、交差点特有な事故の他に、交差点の形状や環境によって事故の可能性が多くなることがわかる。