

GAを用いた柳ヶ瀬地区駐輪場整備計画の検討

岐阜大学工学部 ○ 佐竹 鑑
 岐阜大学工学部 鈴木 崇晃
 岐阜大学地域科学部 宮城 俊彦

1. はじめに

岐阜市の繁華街である柳ヶ瀬地区では、多くの自転車の路上駐車が通路をふさぎ、歩行者や自転車の通行を妨げている。さらには災害時の救助空間の確保を阻害したり、美観を損ねるといった観点からも適切な処置が必要とされている。この現状を改善する方法として、岐阜市では駐輪場整備計画を検討している。そこで本研究では、自転車駐車台数の最大化を目的とした数理最適化問題¹⁾としてモデル化し、現状との比較を通して駐輪場整備計画の検討を行う。

本研究は、昨年度の都島²⁾の継続研究であり、駐輪場の利用可能性を駐輪場と目的施設間の距離を説明変数とした需要関数を新たに考慮し、路上駐輪数を推計できるモデルとして拡張する。また解法には非線型組み合わせ問題に対しても最適解の効率的な探索が期待できる遺伝的アルゴリズム³⁾(以下GA)の応用を試みる。

2. 駐輪場最適配置問題

本研究で想定する駐輪場利用者の行動は、目的施設の最寄りの駐輪場へ自転車を止め、徒歩で目的施設に向かうというものである。

駐輪場に対する需要は、各利用者の目的施設毎に推計され、図-1に示すような交差点を中心とした各ブロックの需要として集計し、交差点上に配置したセントロイドに割り当てる。よって、各ゾーン

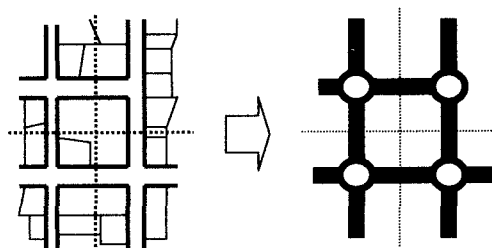


図-1 街路網のモデル化

の需要は、ゾーン内にある目的施設に自転車を利用して訪れた人数である。各駐輪場にする需要量は、最も近い駐輪場を選択し、駐輪場と目的施設間の歩行距離に対して歩行するかどうかを判断する利用者の行動原理に基づいて決まると仮定した。ここでは、駐輪場利用を諦めた人の数を路上駐輪と考える。よって駐輪需要を最大限満足するような駐輪場配置が決まれば路上駐輪数が最小化される。この問題は以下のように定式化できる。

$$\max \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} X_i f(x_{ij}) Y_j \quad (1, a)$$

$$s.t. X_i = 0, 1 \quad i \in I \quad (1, b)$$

$$\sum_{i \in I} X_i \leq P \quad (1, c)$$

$$0 \leq f(x_{ij}) \leq 1 \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad (1, d)$$

$$f(x_{ij})(x_{ij} - \alpha_j) = 0 \quad \forall j \in J \quad (1, e)$$

ここで、 $f(x_{ij})$: 施設候補地 i に駐輪場を配置する場合

X_i : 合1, そうでない場合0.

Y_j : ブロック j の駐輪需要

x_{ij} : ブロック j から駐輪場 i までの距離

$f(x_{ij})$: x_{ij} に対する歩行割合

P : 駐輪場数

α_j : 最も近い駐輪場までの距離

I : ブロック集合

J : 駐輪場整備可能地区集合

3. GAを用いた解法

最適配置問題の計算に対して、本研究では解法としてGAを用いる。GAは、生物の進化の過程にヒントを得た比較的単純な基本原理を基にしており、ほとんどの最適化探索の問題に応用可能な枠組みである。

本研究で用いるGAのアルゴリズムを図-2に示す。ランダム発生では、駐輪場配置の組み合わせを0と1からなる遺伝子列として表現し、駐輪場

数の制約をを満たす遺伝子列を複数発生させる。次に、各々の収容台数を計算し多い配置に高い評価を与える。評価の高い遺伝子列を増殖させ、低い遺伝子列は淘汰する。次に、配置を入れ替える交差、突然変異の操作を行う。この結果得られた遺伝子列に対して再度評価を与え、この一連の操作を繰り返して行い解の更新が行われなくなった場合に収束したと判定し、最も評価の高いものを最適配置として採用する。

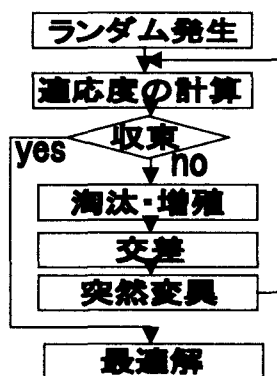


図-2 GAの操作手順

4. 柳ヶ瀬地区整備計画の計算結果

まず、実際に対象地区で行ったアンケート調査をもとに、歩行距離 x_{ij} に対する歩行割合の関数についての推定を行い、次のような結果を得た。

$$f(x_{ij}) = -0.0033x_{ij} + 1 \quad R^2 = 0.8787$$

対象とした柳ヶ瀬地区は、現地調査を基に2節の方法でモデル化し、35のブロックに対して需要を集計した。

図-3は駐輪場配置数の制約を現在と同数の9箇所とした場合の最適配置であり、地区全体の駐輪需要の89%を満たしている。ここで四角のノードが既存の駐輪場の箇所であり、色のついたノードが計算によって得られた最適配置である。また図-4は各ノードごとの需要と最適配置に対して利用が期待される台数を表したものである。駐輪場の収容台数に制約を与えなかったために、需要が集中している場所に配置された駐輪場には非常に大きな駐輪需要が割り当てられている。現実には、各地点の駐輪場収容台数に上限があり、いくつかの駐輪場に需要を分ける必要がある。実際にこれらの地点の周辺ノードに複数の既存駐輪が存在することから、かなり

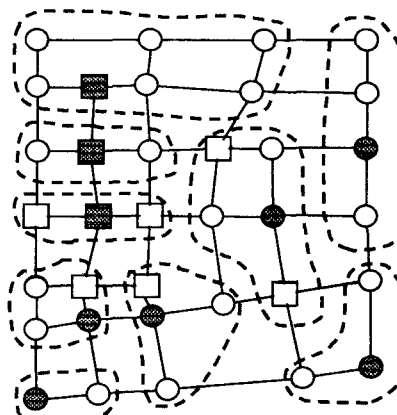


図-3 柳ヶ瀬地区の駐輪場配置

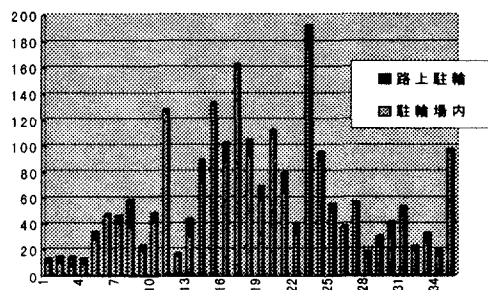


図-4 各ノードの需要と利用割合

既存の整備状況は最適配置に近いことがわかる。また需要の大きいノードに必ずしも配置されていないのは、アンケート調査で、ある程度の距離は歩く可能性があると推定されたことが原因であると考えられる。柳ヶ瀬地区で新規に駐輪場を整備すべき地区は東側の通り沿いの地域および南西の地区であることが分かった。

5. おわりに

GAを用いることで、効率的な探索は可能となったが、今回の場合には遺伝子配列による評価関数の差が少ない場合は淘汰・増殖の操作が効果的に働かない傾向があった。このようなケースにおいて、GAは厳密解を説くアルゴリズムでは無いため、得られる配置が安定しにくいことが指摘できる。

参考文献

- 1) Mark S. Daskin : Network and Discrete location
- 2) 都島 一徳：ロケーション問題を応用した駐輪場の最適配置問題，卒業論文，1996，中部支部
- 3) 安居院 猛・長尾 智晴：ジェネティックアルゴリズム，昭晃堂