

感度分析による経路集約化法を用いた阪神高速道路における最適料金設定

金沢大学 理工学域環境デザイン学類 学生会員 金子智広
金沢大学 理工学域環境デザイン学系 正会員 中山晶一郎
金沢大学 理工学域環境デザイン学系 フェロー 高山純一

1. はじめに

高速道路は種々の主体により様々な道路が運営されている。高速自動車国道では走行距離に応じて料金が変動する「対距離料金制」が採用されている。

都市高速道路では大都市の膨大な交通をスムーズに処理する必要があり、また、出口に料金所を設けるスペースの確保が難しいこともあるため、それぞれの料金エリア内で走行距離にかかわらず一定の料金が設定される「均一料金制」が採用されていたが、近年ネットワークの拡大とともに、同じ料金区間で近距離を走行する利用者と長距離を走行する利用者で不公平感が増大し、また、ETC が普及してきたことにより、出入口での混雑が解消されつつあったことや出入口の特定が容易になったという背景を受けて、都市高速道路会社では、現行の料金体系の見直しを行い、均一料金制から対距離料金制の新たな料金体系への移行がなされた。

このように料金設定を考える際には、都市高速道路ネットワークだけでなく、周辺の一般道路も考慮することは必須となる。しかし、広域を対象とした大規模道路ネットワークの交通量配分を行うには、膨大な計算機容量と計算時間を要し、データ入力、結果表示のための作業量も膨大なものとなる。

そこで、以前までの研究では、感度分析による経路集約化法により経路の集約化が行われ、有料道路または公共交通と一般道路を含むネットワークにおいて、一般道路を一本の仮想リンクに集約することで、計算時間を短縮することが可能となった。

また、阪神高速道路における料金設定も行われていたが、料金設定問題への適用の際に、料金変化として、対距離料金体系として、それぞれ上限料金、下限料金

と上限料金と下限料金を変化させ、範囲内で全パターンを計算し、その中での最小値及び最大値により最適解を求める方法をとっていた。そこで、本研究では、実際に料金設定問題を解く際には料金決定モデルの上限値や下限値を設定せずに最適化問題を解く。

2. 既存研究の整理

(1) 感度分析を用いた経路集約化

感度分析を用いた方法は、高速道路や公共交通を含む道路ネットワークにおいて、一般道路ネットワークを一本のリンクに集約するというものである。具体的には、一般道路のリンク交通量を感度分析を用いて線形近似し、リンク交通量に依存するリンク旅行時間を算出したのち、それらを用いて一般道路を集約した一本の集約リンクの旅行時間を求め、計算時間を短縮しようとするものである¹⁾

(2) 料金問題に関する研究

高速道路の料金問題に関する研究は大きく分けて、料金施策の社会実験の評価に関する研究、料金施策による交通行動分析に関する研究、料金設定のモデル構築に関する研究の3つに分類することができる。

社会実験の評価に関する研究では、杉江ら²⁾は、対距離料金制導入時の交通状況の変化を予測するための基礎データ収集を目的の一つに、阪神高速道路の料金割引社会実験における交通状況の変化を観測した結果を報告している。料金施策による交通行動分析に関する研究では、井上ら³⁾は、神戸市内の有料道路で導入されたオフピーク時の料金割引制度が、利用者の交通行動へ及ぼす影響を明らかにした。料金設定のモデル構築に関する研究では、岩武ら⁴⁾は、対距離料金制の設定が

都市内交通流動に与える影響を社会的便益として評価を行うための交通量推定を行っている。

3. 感度分析を用いた経路集約化

本研究では、前章で述べた確率的利用者均衡配分をベースとし、複数の一般道路のみを利用する経路を一つの経路に集約する。図-1に Connors¹⁾の考えるネットワーク集約化を示す。

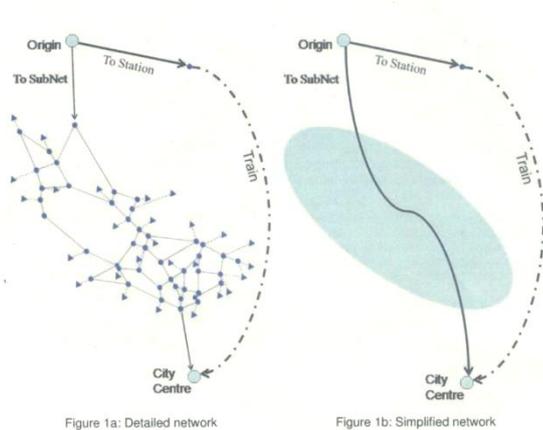


図-1 ネットワーク集約化

このように高速道路を一部でも利用する経路はそのまま、一般経路は一つの経路に集約すると、高速経路の交通量が分かると、集約した一般経路の交通量は自動的に OD 交通量から高速経路の交通量を減ずることと得られる。

4. 最適料金設定

本研究では、最適料金を決定するために以下の指標を用いることとする。用いる指標は総走行時間最小化、料金収入最大化、消費者余剰最大化の 3 つであり、本研究において最適料金決定をそれぞれについて考察を行う。以前までの研究では、最適料金設定の際、全パターンを計算しその中の最小値及び最大値により最適解を求める方法をとったが、実際に料金設定問題を解く際には料金決定モデルの最適化問題を解く必要がある。そこで、本研究では、以下に示す 3 つの指標について最適化を行うこととする。

- ・総走行時間最小化

$$\min. \sum_{a \in A} x_a \cdot t_a$$

x_a : リンク a の交通量, t_a : リンク a の旅行コスト(道路料金の時間換算分を含む)

- ・料金収入最大化

$$\max. \sum_{rs \in \Omega} \sum_{k \in K_{rs}} f_{rs,k} \cdot \Pi_{rs,k}$$

$f_{rs,k}$: OD ペア rs 間において経路 k の経路交通量

$\Pi_{rs,k}$: OD ペア rs 間の経路 k の通行料金

- ・消費者余剰最大化

$$\max. \sum_{rs \in \Omega} q_{rs} \cdot (S'_{rs} - S_{rs})$$

q_{rs} : OD ペア rs 間の OD 交通量, S'_{rs} : 料金変更前の OD ペア rs 間の期待最小コスト

S_{rs} : 料金変更後の OD ペア rs 間の期待最小コスト, θ : 分散パラメータ

以上の最適化問題を京阪神高速道路を含む京阪神ネットワークに適用する。適用結果については講演時に発表する。

5. おわりに

本研究では、感度分析による経路集約化によって集約化されたネットワーク(京阪神高速ネットワーク)において、最適料金を設定する。

今後の課題としては、料金設定問題の解法を確立していくことが挙げられる。

参考文献

- 1) Connors, R. D: 「Aggregation Of Traffic Networks Using Sensitivity Analysis」 UTSG, January 2008, 2A1.1 - 2A1.11
- 2) 杉江功, 山本昌孝, 神野裕昭: 都市高速道路の料金割引社会実験による効果, 第 34 回土木計画学研究・講演集 No.56, CD-ROM, 2006
- 3) 井上晋一, 小谷通康, 秋田直也: 有料道路の通行料金政策がドライバーの交通行動へ及ぼす影響分析, 第 30 回土木計画学研究・講演集 No.79, CD-ROM, 2004
- 4) 井ノ口弘昭: 環境負荷を考慮した都市高速道路の車種別料金設定について, 第 39 回土木計画学研究・講演集 No.117, CD-ROM, 2009