

IV-24

道路網における地名案内標識の最適配置に関する基礎的研究

九州大学工学部 正員 外井哲志

1. はじめに

道路交通情報の中で最も基本的かつ重要なものは地名案内情報であるが、案内標識の設置において問題となるのは、①案内すべき目的地名と数、②案内標識の設置箇所の決定など案内システムの問題のほか、③文字高・反射率・デザインなどの視認性の問題である。これらのうち、特に①②は合理的な案内標識の体系化のためには不可欠であり、研究の必要性が高い。そこで、本研究では、道路網上の地名案内システムに関し、数理モデルによる地名選定と案内板の配置問題について考察するものである。

2. 地名案内の最適化手法

経路案内に必要な情報は、単路部においては①現在位置に関する情報、②現在走行中の道路に関する情報、③現在進行中の方面に関する情報であり、交差点においては④自分が進むべき方向、⑤選択した方向が正しいかどうかを確認するための情報である。そして最後に、⑥目的地に到着したかどうかを知るための情報が必要であるといわれている¹⁾。しかし、これらすべてを同時に考慮することはいたずらにモデルを複雑化させるだけであるので、本研究では、道路網上の案内情報として最低限必要である上記④を対象としたモデル化を行う。

2. 1 最適化の数理モデル

本研究では、出発地・目的地の組合わせ毎に経路を設定し、その経路を運転者に案内する方式をとる。経路については、ダイクストラ法などで求めた最短経路やOD交通量の均衡配分によって得られた経路などを用いることができる。また、目的地名を案内すれば、経由地の案内も兼ねることができると考え、本研究では経由地の案内は対象外とした。

案内標識の最適化は立場によって異なると考えられる。一般に、運転者にとっては迷走が少なくなるほど効果的であり、一方、道路管理者にとってはみれば予算制約や管理の手間の面から、案内標識はできるだけ少ない方が好ましい。したがって、大きくは次の2つの最適化の立場があると考えられる。

(1) 運転者の迷走度に関する指標を目的関数とし、

これを最小化する。このとき、案内地名が地名候補の集合の中から選ばれること、方向別の案内地名数および標識設置数は上限値をもつことを制約条件とした。これらを数理モデルで表わせば、

$$\begin{aligned} \text{Minimize } Z &= \sum_{i,j} \sum_{l,m \in M_{ij}} q_{ij} (1 - \sum_n \xi_{lmnj}) \ln(n_m - 1) \\ \text{s.t. } \xi_{lmnj} &\leq x_{lm} \cdot \omega_{mnj} \\ \sum_j \xi_{lmnj} &\leq a, \quad \sum_{l,m} x_{lm} \leq n_s \end{aligned} \quad (1)$$

②案内標識数を目的関数とし、これを最小化する。このとき、上記第1、第2の条件と各経路のエントロピーが許容値以下であることを制約条件とした。数理モデルに表現すれば、次の通りである。

$$\begin{aligned} \text{Minimize } Z &= \sum_{l,m} x_{lm} \\ \text{s.t. } \xi_{lmnj} &\leq x_{lm} \cdot \omega_{mnj}, \quad \sum_j \xi_{lmnj} \leq a \\ \sum_{l,m \in M_{ij}} (1 - \sum_n \xi_{lmnj}) \ln(n_m - 1) &\leq E_0 \end{aligned} \quad (2)$$

ここに、 q_{ij} : i, j 間交通量、 n_s : 標識の最大数。
 N_{lm} : リンク l, m 上で案内すべき目的地名候補群。
 ω_{mnj} : 地名 j が N_{lm} に含まれる場合 1、その他 0。
 ξ_{lmnj} : リンク l, m 上でノード m の隣接ノード n 方向へ地名 j を案内する場合 1、その他 0。
 x_{lm} : リンク l, m に標識を設置する場合 1、その他 0。
 a : 案内板上で 1 方向に表示できる地名の最大数。
 M_{ij} : i, j 間の最短経路上のリンクの集合。
 n_m : ノード m に接続するリンク数(隣接ノード数)。

なお、式(2)の制約条件式の $\ln(n_m - 1)$ はノード m での進路の不確定性を示す指標でエントロピーと呼ぶ。

2. 2 最適化モデルの解法

両モデルともに決定変数は x_{lm} と ξ_{lmnj} であるが、 x_{lm} が決定されれば制約条件の第 1 式より ξ_{lmnj} の自由度は極めて小さくなる。また、両モデルともに迷走度(情報エントロピー)を減少させることで最適解に近づくので、制約の範囲内で効果の大きな目的地名から繰り入れて行けば目的が達せられる。本モデルでは決定変数が 0 または 1 であるため、分枝限定法の考え方をを用いた解法を採用した。

3. 例題による考察

図-1 に示される 9 ノード 24 リンク(往復)の道路

網における案内標識の設置問題を考察する。ノード①③⑤⑦⑨は発生集中ノードであり、案内地名の対象となる。これらのノード間のOD交通量を表-1に示す。OD交通量を最短時間配分して得られた経路を発生ノード別に示したのが図-2である。本法ではこの結果に基づき、前記の2つの立場から案内標識の最適配置を試みる。

まず最初に、一定の経路エントロピーの許容値に対して必要な標識数を知る意味で、許容値を $E_0 = \ln 2$ とし、方向別の案内地名数の上限値 $IB=3$ のケースに関する標識数最小化の解析を行った。結果は図-3に示すように、標識数 JS_0 が5となり、このとき、道路網全体のエントロピー減少量 Z_0 は536.2となった。

次に $IB=3$ 、標識設置数の上限値 $n_s=5$ として、迷走度最小化の解析を行った。その結果は図-4に示すように $Z_0=1012.0$ に増加するが、一方、経路エントロピーの許容値 E_0 を超える経路数も $N_0=0$ から $N_0=4$ に増加する。

ここで、上記2つの最適化の結果は、 Z_0 と N_0 のtrade-offの関係にある。そこで、 $n_s=5$ とし $N_0=2$ の制約を追加して Z_0 の最大化の計算を行い、図-5の結果を得た。これより、 Z_0 と N_0 ともに2つの最適化の結果の中間にあり、これらを両極とする中間的な最適解が得られることがわかる。

4. 今後の課題

本モデルは、複雑な道路網において地名案内システムの最適化を図る上できわめて効果的であると思われるが、(1)実際に用いる地名の抽出法、(2)単路にお

ける地名案内や路線番号の案内のモデル化、(3)適正なエントロピー許容値の設定、(4)迷走状態から復元しやすい案内システムの在り方の解明などの重要な問題が残されている。

- 〔参考文献〕 1)村西・増田、道路標識等解説 1、道路標識等の体系、交通工学 Vol122, No.6, 1987
2)満田喬、案内標識の表示手法に関する一考察、土木研究所資料第2072号、昭和59年3月
3)栗本典彦、案内標識の設置効果に関する評価手法、交通工学 Vol114, No.2, 1979
4)若林拓史、サクセスツリー法による道路案内標識の経路誘導効果評価モデルの適用、第11回交通工学研究発表会論文集、平成3年10月
5)中山・軽部・高橋、道路案内標識最適配置に関する検討、第11回交通工学研究発表会論文集、平成3年10月
6)大蔵・宇留野・内海、案内標識の情報量に関する一分析、交通工学 Vol116, No.3, 1981

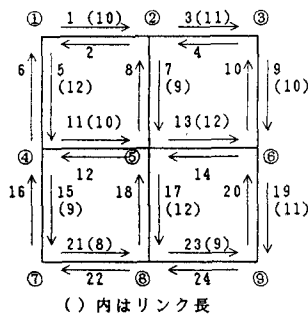


図-1 例題の道路網

表-1 OD表					
	1	3	5	7	9
1	-	80	200	80	40
3	80	-	100	40	80
5	200	100	-	100	200
7	80	40	100	-	80
9	40	80	200	80	-

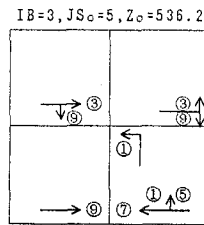


図-3 標識設置数最小化の解($E_0 = \ln 2$)

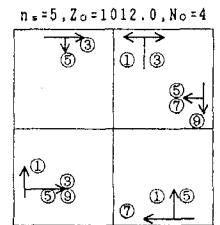


図-4 迷走度最小化の解($n_s=5$)

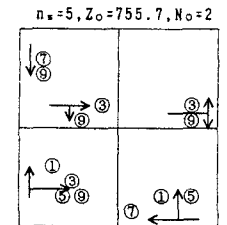
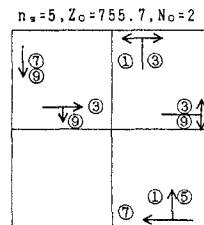


図-5 $n_s=5, N_0=2$ の場合の迷走度最小化の解

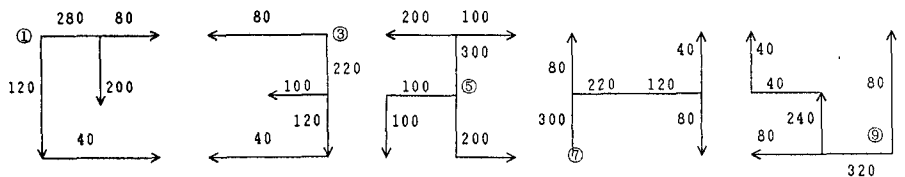


図-2 案内誘導の経路