

道路網における案内標識の最適配置に関する研究

野村鐵工(株)の正員 野村哲郎・九州大学 正員 外井哲志・佐賀大学 正員 清田 勝

1. まえがき

道路交通情報の基本は、路線および地名の案内情報である。そのために設置される案内標識の目的は、地理不案内の利用者に対して、迷走することなく不安なく目的地に到達できるよう誘導することである。目的地の案内方法については、経路誘導の整合性という観点に関しては、路線番号案内方式の方が優れている¹⁾が、都市内道路網における目的地案内、または都市間道路網においても、本来の経路をはずれた迷走者を正しい経路に復帰させたり、その経路には復帰できなくても正しい目的地に誘導するためには、地名案内方式の果たす役割も重要であると考えられる。このような観点から、本研究は、迷走度を定義するとともに、その迷走度を最小化するような路線案内および地名案内を考察したものである。

2. 標識案内の最適化手法^{2), 3)}

案内誘導の基本は路線番号方式とし、細かい案内または補助的な案内のために地名案内方式を下位レベルの案内情報として用いる。つまり、路線番号方式により案内標識の最適配置を決定し、その配置上で最適地名の選択抽出を行う。

(1) モデル化のための仮定

交通量は、O-D別に設定する。利用者は、目的地がどの路線沿いにあるか、また、その目的地までに走行する路線番号、路線方向およびその順序は既知とする。経由地名や途中の交差路線に関しては既知としない。標識設置位置はリンク上の交差点流入部とし、その表示内容は、図-1に示すように、分岐方向と路線番号、分岐後の交差路線番号、路線の始点または終点地名、そして方向別に重複しないように選択された1つの地名とする。したがって、利用者は、交差点流入部で情報に従って走行すべき路線を進めば、自然と目的地に到達できることになる。

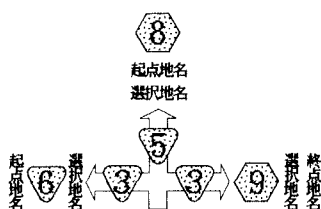


図-1 案内標識案

(2) 到達迷走度の表現

経路上の交差点流入部で案内誘導が逐次行われれば、経路案内情報の曖昧さは0となる。ここで、図-2に示す出発点をA、目的点をB、リンク長はすべて等しいとする無限ネットワークを考える。案内誘導なしに地理不案内の利用者が、目的点に到達する時間の確率分布を図-3に示す。ここで、 x_k^0 はk番目のO-DであるO-D kにおける第1波までの時間(最小到達時間)、 x_k^j は累計でj%の波が到達する時間とする。このとき、 x_k^j に対する x_k^0 の比を用いて、その値が大きい利用者の割合が高いほど、O-Dに関する迷走度が大きくなるように定義すると、

$$H_k(\Theta) = \sum_j \left[\frac{x_k^j(\Theta)}{x_k^0(\Theta)} - 1 \right] \quad (2.1)$$

$$\Theta = \{\dots \theta^m \dots\} \quad (2.2)$$

となる。ここに、 Θ は、ネットワーク上のリンクに

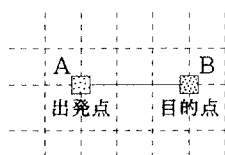


図-2 ネットワーク例

における標識の政策決定列を表わす。その要素である θ^m については、 $\theta^m = 1$ はリンク1 m上でノードm側の交差点流入部に案内標識を設置することを意味し、 $\theta^m = 0$ は設置しないことを意味する。このとき、式(2.1)、(2.2)を到達迷走度とよび、その値である H_k はシュミレーションにより求める。

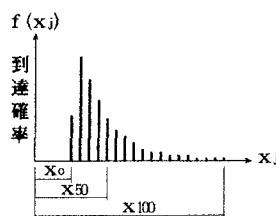


図-3 到達確率分布

(3) 最適化の考え方

本研究では、利用者の迷走度に関する指標を目的関数として、すべてのO-Dの到達迷走度の総和を最小化する最適化の立場を考える。この問題は、案内標識の設置数に関する制約条件のもとで、関数Zを最小化する極値問題となる。ただし、路線番号案内を上位政策、地名案内を下位政策とする。すなわち、

$$\min_{\Delta, \Gamma(\Delta)} Z(\Delta, \Gamma(\Delta)) = \sum_{k \in M} H_k(\Delta, \Gamma(\Delta)) \quad (2.3)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i \in L} \delta^{im} = N \quad (2.4)$$

となる。ここに、 Δ はネットワークにおけるリンク上の路線番号案内に関する政策決定列であり、 δ^{im} の集合である。 Γ は地名案内に関する政策決定列であり、 γ^{im} の集合である。 L は標識設置対象リンクの集合である。また、 N はネットワーク全体における標識設置リンク数であり、 Δ の要素である政策 δ^{im} の和となる。

(4) 解法

式(2.3)、(2.4)に示す最適化モデルの決定変数は、 δ^{im} および γ^{im} である。 δ^{im} の値は0または1であり、 γ^{im} の値は選択抽出された目的地名となる。本モデルの定式化にあたっては、DP⁽¹⁾を適用する。評価関数 H_k は、 j を10%できざみ、中央値である50%までを対象波とする。

制約条件である標識設置数 $\sum_{i \in L} \delta^{im} = N$ を満たす第 t (≥ 1)段階の可能な標識設置リンク状態を表わす路線番号案内の決定列を Δ_t 、地名案内の決定列を Γ_t で表わすとき、 Δ_t を上位、 Γ_t を下位パラメータとする $\delta^{im} \in \Delta_t, \gamma^{im} \in \Gamma_t$ に対するO-D別到達迷走度の最小値は、

$$Z_t(\Delta_t, \Gamma_t(\Delta_t)) = \min_{\delta^{im} \in \Delta_t} [\sum_{k \in M} H_k(\Delta_{t-1} + \{\delta^{im}\}, \Gamma_{t-1} + \{\gamma^{im}(\delta^{im})\})] \quad (2.5)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i \in L} \delta^{im} = N \quad (2.6)$$

$$\text{b.c.} \quad \Delta_0 = \Gamma_0 = \{0\} \quad (2.7)$$

$$\text{ans.} \quad Z_N(\Delta, \Gamma(\Delta)) \quad (2.8)$$

で表わされる。ここに、 $\Delta_t = \{\delta^{im} | \delta^{im} \in \Delta_{t-1}, \delta^{im} \notin \Delta_{t-1}, \Delta_{t-1} \subseteq \Delta_t, i=1, \dots, n\}$, $\Gamma_t = \{\gamma^{im} | \gamma^{im} \in \Gamma_{t-1}, \gamma^{im} \notin \Gamma_{t-1}, \Gamma_{t-1} \subseteq \Gamma_t, i=1, \dots, n\}$ であり、 i はリンク番号である。

3. 計算例

図-4に示す4差路無限ネットワーク上の往復24リンク、9ノードの道路網における案内標識の設置問題を考察する。数字は隣接ノード間の時間を示す。このエリア外の隣接ノード間の時間は1とする。計算対象とするO-D経路については表-1に示す。交通量はすべて等しく、また同一O-Dに対して最短時間配分して得られた経路数は1とする。制約条件である標識設置数は2とする。計算結果では、標識の設置箇所はリンク①-②(地名案内:直進③), リン

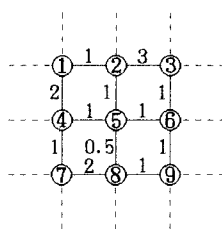


図-4 道路網

表-1 O-D経路

O-D	出発点	目的点	経路
1	⑦	②	⑦④⑤②
2	④	③	④⑤⑥③
3	①	⑧	①②⑤⑧⑨

表-2 到達迷走度

Δ, Γ	H_1	H_2	H_3	Z
Δ_0, Γ_0	32.5	29.95	165.8	228.25
Δ_{1*}, Γ_0	32.5	29.95	20.2	82.65
Δ_{1*}, Γ_{1*}	32.5	22.75	20.2	75.45
Δ_{2*}, Γ_{1*}	2.5	8.0	20.2	30.7
Δ_{2*}, Γ_{2*}	2.5	8.0	16.8	27.3

4. あとがき

本研究は、道路網における案内標識の最適配置に関して、到達迷走度の最小化を図ることを目的として、その数理モデルの提案およびアルゴリズムの開発を行ったものである。数理モデルの解法においては、DPによる定式化ができた。さらに、例題の計算結果では、方面案内および地名案内の性質を示すことができた。今後の課題としては、路線案内と地名案内の役割効果の定量的比較、また単路部を含めた案内誘導効果の数理モデルへの適用等を検討中である。

参考文献

- 1) 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
- 2) 外井哲志: 道路網における地名案内標識の最適配置に関する研究、第12回交通工学研究発表会論文集、1992
- 3) 野村哲郎・外井哲志・清田 勝: 都市間道路網における方面案内標識の最適配置に関する基礎的研究、第13回土木計画学研究論文集、1996
- 4) Stuart E. Dreyfus, Averill M. Law: THE ART AND THEORY OF DYNAMIC PROGRAMING, ACADEMIC PRESS, INC., 1977, pp.33-49