

## 案内標識とカーナビ経路案内による経路情報の曖昧さ

九州大学大学院 正会員 外井哲志

### 1. はじめに

最近、カーナビゲーションシステム(以下、カーナビと称する)を搭載した車両が着実に増加しつつあり、地名案内・誘導の分野におけるカーナビと案内標識との機能連携について考察する必要性が生じてきた。

カーナビと案内標識の将来像を考察した研究<sup>1)</sup>、著者らの調査<sup>2)</sup>では、現時点で多くの運転者が案内標識にも存在価値を認めていることが明らかになっており、案内標識はカーナビの高普及期においても役割を変えて存在し続けることが予想できる。

本研究では、両システムの案内誘導における機能連携を図るため、提供情報の一致・不一致と位置同定に着目し、経路走行における情報の曖昧さについて考察した。

### 2. 案内の有無と進路選択の曖昧さの表現<sup>3)</sup>

経路上の分岐点の流入部で案内が逐次行われれば、経路案内情報の曖昧さは0であり、理論的には運転者は迷うことなく目的地に到達できる。しかし、ある分岐点で案内が行われなければ、その地点における情報の曖昧さは進行可能な分岐数に比例し、経路全体での情報の曖昧さは、経路上で案内が行われていない分岐点での進行可能分岐数の積で表わされる。

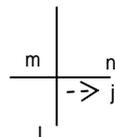


図-1 案内に関する記号

ここで、 $n_m$ をノードmに接続するリンク数とすれば、

$\ln(n_m - 1)$ は情報エントロピーとよばれ、ノードmにおける案内情報の曖昧さを表わす。これを用いれば、ij間経路の案内情報の曖昧さは次式で表現される。

$$E_{ij} = \prod_{l \in M_{ij}} (1 - \frac{1}{n_{m_l}}) \ln(n_{m_l} - 1) \quad (1)$$

ここに、 $\frac{1}{n_{m_l}} = 1$ (リンクlm上でノードmの隣接ノードn方向へ地名jを案内する)、 $0$ (案内しない)、 $M_{ij}$ はノードij間の最短経路上のリンク集合 $\{l_{m_1}, l_{m_2}, l_{m_3}, \dots, l_{m_k}\}$ 、 $N_m$ は経路上のリンクlmのノードmにおける隣接ノードの集合である。式(1)で、 $(1 - \frac{1}{n_{m_l}})$ はリンクlmで地名jの案内を行う場合( $\frac{1}{n_{m_l}} = 1$ )には、情報の曖昧さが0であることを表現している。

### 3. 案内標識とカーナビによる経路案内のモデル化

カーナビによる経路案内では、出発地から目的地まで

の経路がカーナビ画面に表示されるので、経路上の全ての分岐点で進行方向が示されることになり、各分岐点での進行方向の曖昧さは0になる。すなわち、標識による案内の記号  $\frac{1}{n_{m_l}}$  に対応させてカーナビの案内記号  $\frac{1}{n_{m_l}}$  を導入すれば、経路上の任意のリンクlmにおいて次式が成立ち、 $\frac{1}{n_{m_l}}$ を  $\frac{1}{n_{m_l}}$ に置き換えれば、式(1)に対応するij間経路の案内情報の曖昧さも0となる。

$$\frac{1}{n_{m_l}} = 1 \quad (2)$$

したがって、カーナビの経路案内を利用した場合、地図情報が正しければ、方向の案内に理論上の曖昧さはない。このことを前提として、有効な標識案内とカーナビ経路案内の有無の組合せの分類(表-1)をもとに、案内情報の曖昧さについて考察する。

まず、全く案内がない場合( )には、情報案内の曖昧さは進行可能な方向の数に基づくものとなる。次に有効な標識の表示とカーナビ経路案内のいずれかがある場合(、 )には、情報案内の曖昧さは0と考えることができる。さらに、標識とカーナビの両方の案内があり、内容が一致している場合( )には理論上の曖昧さは0であるが、両者の案内内容が異なる場合( )には、運転者はいずれの情報に従うか選択する必要があるため、「進行方向が2方向で案内がない」場合と同等と考えることができる。

しかし、 $\frac{1}{n_{m_l}}$ では2つのシステムの案内内容が一致しているため、運転者は「大きな安心感」を得るであろうし、逆に  $\frac{1}{n_{m_l}}$ では相異なる情報を与えられるため、「進行方向が2方向で案内がない」場合よりも「強い不安」を感じ心理的な負担は大きくなると考えられる。そこで、これらのケースを心理面も含めて統一的に表現するため、心理的負担の程度に関わる係数  $\alpha$  を導入し、案内標識のみの場合の式(1)を次式(3)のように拡張する。

表-1 ケース分類による案内情報の曖昧さ

ケース	標識案内	カーナビ	内容	選択肢の数
	無し	無し		進行可能方向数
	無し	有り		0
	有り	無し		0
	有り	有り	一致	0 (大きな安心感)
	有り	有り	不一致	2 (強い不安感)

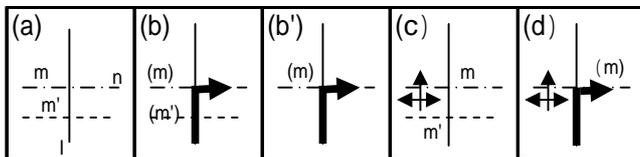
$$E_1' = \left( \frac{l_{mj}}{l_m} \frac{M_{ij}}{n} \frac{N_m}{N_m} \right) \ln 2 \quad (3)$$

ここに、 $\frac{l_{mj}}{l_m}$ 、 $\frac{M_{ij}}{n}$ 、 $\frac{N_m}{N_m} = 1$  であり、 $\frac{l_{mj}}{l_m} = 1$  では心理的  
な負担や安心感を考慮しない特殊な場合に相当する。

すなわち、 $\frac{l_{mj}}{l_m} = 1$  の場合には、有効な標識案内があるので  
 $\frac{l_{mj}}{l_m} = 1$ 、また標識とカーナビの案内内容が一致する  
ので  $\frac{l_{mj}}{l_m} \frac{M_{ij}}{n} \frac{N_m}{N_m} = 1$  となり、 $E_1' = \ln 2$  とな  
る。一方、 $\frac{l_{mj}}{l_m} < 1$  の場合には、 $\frac{l_{mj}}{l_m} = 1$  だが、標識とカー  
ナビの案内が一致しないので、 $\frac{l_{mj}}{l_m} \frac{M_{ij}}{n} \frac{N_m}{N_m} < 1$  となり、  
 $E_1' < \ln 2$  となる。ここで、 $\frac{l_{mj}}{l_m} = 1$  では安心感が大きい  
ので  $\frac{l_{mj}}{l_m} = 1$ 、 $\frac{l_{mj}}{l_m} < 1$  では心理的負担が大きいので  $\frac{l_{mj}}{l_m} < 1$   
とした。

#### 4. 分岐点の位置同定に関する考察

多くの道路が交差する市街地内では、前方の近接した  
複数の交差点の中から、短時間で目標分岐点を選び出す  
のは困難な場合が多い。カーナビを使用すれば多少容易  
になるとはいえ、道路上に目印がない限り、画面上の交  
差点と前方の交差点を正確に同定するのは容易ではない。  
例えば、運転者が図-2 (a)の縦の道路を1からmに向  
かって走行中であり、近接した2本の道路(破線、一点  
鎖線)と交差点m', mで交差する状況を想定しよう。



太実線矢印はカーナビの誘導経路、実践矢印は案内標識。

図-1 近接交差点での分岐点同定

このとき、カーナビの画面から得られる情報は(b)の  
ようになる。このとき、前方道路に2つの交差点が見え、  
カーナビ画面でも2本の道路と交差しているので、分岐  
点を交差点mに同定することは困難ではない。

つぎに、破線の道路が地区内の道路であり、カーナビ  
の地図に表示されていない状況では、カーナビ画面から  
得られる情報は(b')のようになる。このとき、交差点m  
に目印があるか、交差点m'が極めて小さく目標分岐点  
でないことが明らかである場合を除いて、運転者はカーナ  
ビが示す分岐点が交差点m', mのいずれであるかを正確  
に判断することができない。しかし、交差点mとm'の間  
の道路上に(c)のような案内標識があれば、以下、(d)  
のように、交差点mで分岐すべきことが推論できる。

カーナビ画面には1本の交差道路しか表示されず、前  
方には2本の道路が交差しているとすれば、カーナビ

地図に表示された道路のほうが幹線性格が強い。

案内標識が設置されるのは幹線の道路であり、前方  
の2つの交差点のうち交差点mのみに案内標識が設置  
されていることから、交差点mが目標分岐点である。

さらに、図-1(d)のように、案内標識が設置された交差  
点ではカーナビ画面にもそれを表示すれば、運転者は確  
信を持って分岐点を同定することができる。

次に、位置同定のモデル化を行う。

交差点mで分岐する確率を  $P_m$  とし、m'で分岐する確率  
を  $P_{m'}$  ( $P_m + P_{m'} = 1$ ) とする。このとき交差点mとm'  
の選択確率を考慮した経路走行上の曖昧さを前章の記号  
を用いて表現すれば、次式となる。

$$E_2 = \{P_m \left( \frac{l_{mj}}{l_m} \frac{M_{ij}}{n} \frac{N_m}{N_m} - \frac{l_{m'j}}{l_{m'}} \frac{M_{ij}}{n} \frac{N_m}{N_m} \right) + (1 - P_m)\} \ln 2 \quad (4)$$

式(4)の{ }内の第1項はカーナビの案内がある場合  
の式(3)の( )内にその確率  $P_m$  を乗じたものである。第2  
項では、m'で分岐した場合に、カーナビ画面の走行軌跡  
から誘導経路とは異なる道路を進んでいることが明らか  
になるので、m'まで後戻りするか、そのまま前進するか  
の2者選択を迫られる状況を想定して、交差点m'の選択  
確率  $(1 - P_m)$  に  $\ln 2$  を乗じたものである。

#### 5. カーナビ非搭載車と搭載車の統合

一組のOD交通量  $q_{ij}$  がカーナビ非搭載車  $q_{ij}^{(1)}$  と搭載車  
に  $q_{ij}^{(2)}$  に分けられるとすると、道路網全体の案内情報の  
曖昧さは次式(5)、(6)で表される。

$$Z' = \sum_{ij} (q_{ij}^{(1)} E_1 + q_{ij}^{(2)} E_2) \quad (5)$$

$$q_{ij} = q_{ij}^{(1)} + q_{ij}^{(2)} \quad (6)$$

#### 6. 今後の課題

本稿では提供情報の一致・不一致と位置同定の曖昧さ  
の観点から、標識とカーナビの経路誘導のモデル化を試  
みた。導入した  $\frac{l_{mj}}{l_m}$ 、 $\frac{M_{ij}}{n}$ 、 $P_m$  の大きさや分布については現  
在研究中である。 $\frac{l_{mj}}{l_m}$  と  $\frac{l_{m'j}}{l_{m'}}$  を一致させるための方法  
として、運転者に有効な案内標識の表示のある分岐点を  
経由する誘導経路を探索するアルゴリズムの開発が考え  
られる。これらの点は今後の課題としたい。

#### 参考文献

- 1) 交通工学研究会：ITS 社会における道路標識に関する研究、1998
- 2) 末久、外井、大塚、梶田：道路案内標識とカーナビゲーションの利用実態に関する調査、第24回交通工学研究発表会論文報告集、pp.117-120、2004.10
- 3) 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、pp.53-56、1992.11