

# 画像認識技術を用いた新たな道路標識システムの提案

蒔苗耕司<sup>\*1</sup> 菅野 照<sup>\*2</sup>

宮城大学事業構想学部デザイン情報学科 〒981-3298 宮城県黒川郡大和町学苑 1<sup>\*1</sup>

株式会社ヤマザワ 〒990-8585 山形県山形市あこや町三丁目 8 番 9 号<sup>\*2</sup>

道路標識はドライバーに道路の通行方法等を伝達する役割を有しており、道路交通の安全性・円滑性を確保する上で極めて重要な施設である。しかし現在の道路標識システムでは、道路標識の認識はドライバーに委ねられており、ヒューマンエラーとして生じる道路標識の見落としは交通の安全性・円滑性に影響を及ぼす場合がある。このような問題に対し、コンピュータによる自動認識を前提とした標識の形状、デザインに関する検討を行なうとともに、その自動認識を実現する標識システムの構築を行なった。標識の形状についてはいくつかの形状・デザインを比較し、それらのうち、ひし形の標識の認識率が高いことを示した。また認識エラーを低減させるエラーチェックの方法についても提案した。

## Proposal of the Signing System Utilizing Image Recognition

Koji Makanae<sup>\*1</sup> Akira Kanno<sup>\*2</sup>

Miyagi University, 1 Gakuen, Taiwa-cho, Kurokawa-gun, Miyagi, 981-3298 Japan <sup>\*1</sup>

Yamazawa Co.,Ltd., 3-8-9 Akoya-cho, Yamagata-shi, Yamagata, 990-8585 Japan <sup>\*2</sup>

Road signs are important facilities for safety and smoothness of the traveling of a car. But there is fear that ruins the safety of traffic in the overlooking of the road sign of a driver. This paper examines the design of the road sign that a computer is easy to recognize, and develop the in-vehicle signing system that that achieves that automatic recognition. Comparing some form designs about the form of a sign, it revealed that the recognition rate of the sign of lozenge was high. And it was also proposed about the way of the error check that a recognition error is decreased.

**Keyword: in-vehicle signing system, ITS, image recognition, road sign**

### 1. はじめに

道路標識はドライバーに道路の通行方法等を伝達する役割を有しており、道路交通の安全性・円滑性を確保する上で極めて重要な施設である。しかし現在の道路標識システムでは、道路標識の認識はドライバーに委ねられており、時としてヒューマンエラーとして生じる道路標識の見落としは交通の安全性・円滑性に影響を及ぼす場合がある。

このような問題点に対し、道路上で撮影された実画像から道路標識を自動的に抽出・識別する研究が進められている（例えば[10]）。しかし、現行の道路標識は人間の目視による認識を前提としたものであり、コンピュータによる標識の抽出・識別の自動化は容易ではない。そこで本研究では、コンピュータによる自動認識を前提とした新しい道路標識システムについて提案する。

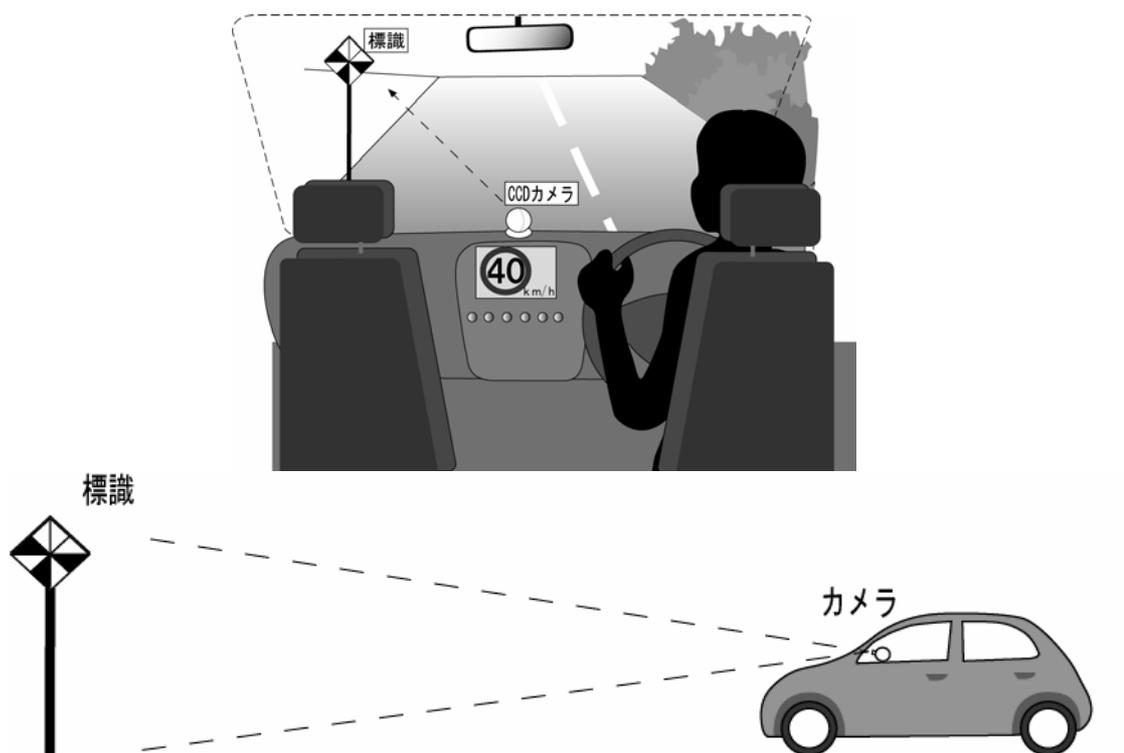


図-1 本研究における道路標識システムの概念図

## 2. 道路標識システムの概念

現行の道路標識は、「道路標識，区画線及び道路標識に関する命令」(標識令) [2]により，その種類，様式，設置場所等が規定されており，ドライバーが標識の形状や色，表示内容に基づき表示された情報を瞬時に認識することが可能なシステムを構築している．

現行の道路標識をコンピュータで自動認識させる場合には，その形状及び色，表示内容を認識・分類する必要がある．しかし，現行の道路標識の種類は 200 以上に及び，さらに同一の標識の種類であっても，速度規制標識のようにその表示内容が異なる場合があり，これらの標識すべてを自動的に認識させることは容易ではない．

このような問題を解決する手段として，本研究では，コンピュータによる認識を前提とした道路標識システムを提案する(図-1)．車載カメラからの映像をデジタル画像として取り込み，車載コンピュータによる自動認識により，車内の標識表示システムを

通じてドライバーへと伝達す．道路上に道路上に配置される道路標識はコンピュータによる認識を前提としたものであり，人間が直接理解することは考慮しない．

本研究では標識認識において画像処理を適用した手法を用いるが，電波や赤外線を用いる他方式に比べた場合に以下の利点を有する．

- 設置・維持管理が容易であること．
- 正確な標識位置把握が可能であり，自車両の方向，位置認識が可能であること．

なお，伝達システムについては ATIS-9, In-vehicle Signing System として近年，米国 DOT を中心とした研究が始められている [9][10]．

## 3. 標識デザインの検討

本研究における新しい標識デザインにあたって，以下の 4 つをその前提条件とした．

- 道路標識の形を統一する．
- 道路標識の形はシンプルで認識しやすいもの．

- 色は白と黒のみとする。
- 現行の道路標識の大半を表現できるように8ビット以上の標識パターンとする。

以上の条件を基に，図-2 に示す (a)ひし形，(b)正方形，(c)円形，(d)星型の標識の形を定義し，画像処理アルゴリズムを適用し，それぞれの図形について認識率の評価を行った。

その結果，認識率は(a)ひし形で 93%，(b)正方形で 60%，(c)円形で 40%，(d)星形で 90%であり，本研究では最も認識率が高かった(a)ひし形を採用することとした。

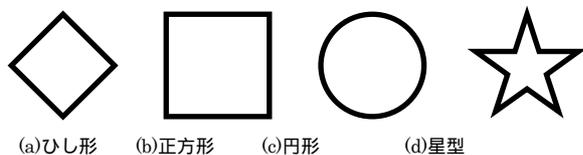


図-2 標識の形状

次に，ひし形標識における表示内容の表現方法であるが，白黒の 8 ビット以上の表現方法であり，かつ認識しやすいデザインでなくてはならない。本研究では，図-3 のようなパターンを挙げて認識を試みた。

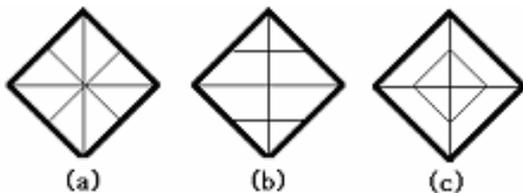


図-3 標識パターン

結果は，(a)83.3%，(b)50.0%，(c)63.3% であり，(a)のパターンが最も高い認識率が得られた。考えられる理由として，(a)のパターンが他のパターンに比べて，各領域が均一に分け与えられ，多少の認識のずれにもある程度許容範囲があると考えられる。よって，本研究で実験的に適用する道路標識は図-4 のようになる。

なお実用化に向けては形状及び表現方法については，より詳細な検討が必要であろう。



図-4 本研究で適用する道路標識

#### 4. 画像認識の方法

本研究では，遺伝子アルゴリズムによるパターンマッチングにより画像認識を行うことにした。その理由は，以下の通りである。

- ニューラルネットワークのような学習は必要としない。
- モデル図形を容易に変えることができる。
- 最適解を求める探索能力が優れている。

遺伝的アルゴリズムは，最適化に関する非常に広い範囲の問題に適用可能な枠組みであり，多くの問題に対して実用上の最適解を速やかに得ることができると実験的に知られている[1][5]。最適化問題に対する有能性ととも，探索空間が定義されているのに関わらず，膨大すぎて全探索が実際上不可能な探索問題や，従来手法によるアプローチが困難な最適化問題などに対しても適用可能なアルゴリズムである。よって本システムで用いる標識認識の方法は，最適化問題と探索問題に対して有効である遺伝的アルゴリズムを用い，パターンマッチングと組み合わせることとし，効率のよい標識認識を行えることを意図した。また，遺伝子的アルゴリズムにおける選択と交叉については，選択はトーナメント方式，交叉は 1 点交叉を用いることとする。

本システムの標識認識プログラムフローを図-5 に示す。

##### (1)画像認識

まず原画像を読み込み，画像認識において，認識精度を高めるためにフィルタ処理を行い，輪郭抽出を行う。次にモデル図形（ひし形 8 ビット標識）を基に，遺伝的アルゴリズムでパターンマッチングを行い，モデル図形と一致した画像（標識）とその周辺を切り抜かせる。このとき一致した画像が見つからなかったとき，モデル図形を徐々に大きくしていき，その都度パターンマッチングを行う。

##### (2)雑音除去

切り抜いてきた画像に対して，雑音除去を行うた

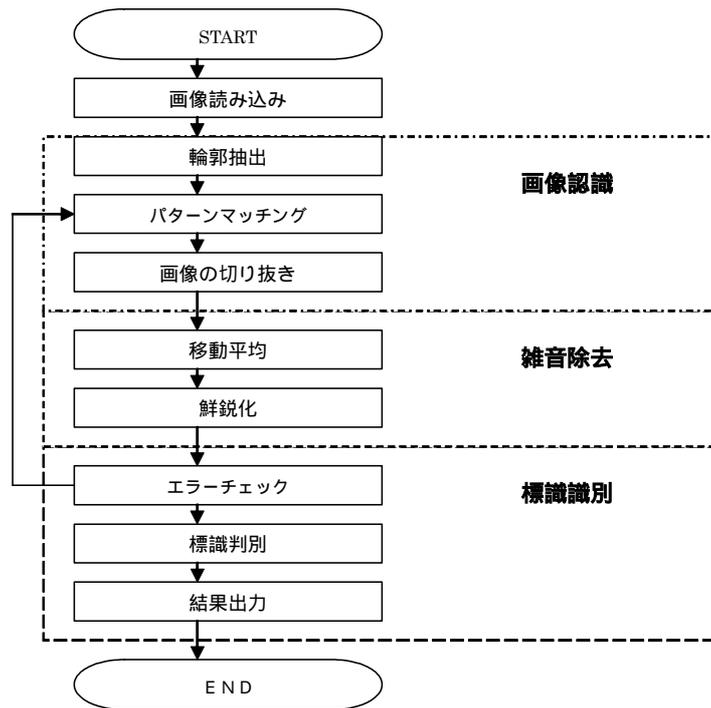


図-5 画像認識フロー

め，移動平均及び鮮鋭化を行う。

### (3)標識識別

まず鮮鋭化を済ませた画像から，ひし形の各頂点の座標を読み取り描画させる。鮮鋭化させた画像とひし形を描画させた画像を用いて，パターンマッチングにより切り取られた画像が標識画像であり，標識識別を行ってよいのかを判断するためのエラーチェックを行う。

エラーチェックの手順は以下の通りである。

切り抜き画像の大きさに制限を設ける。

モデル図形のひし形とほぼ同じサイズでひし形が描画されない場合には，エラーとする。

ひし形を描画した画像の各4点間の距離の比が正常の値より一定以上に差がある場合には，エラーとする。

ひし形の周辺に黒画素がある場合には，エラーとする。

は，切り抜き画像の大きさに制限を設けることにより，標識周辺の画像を切り抜く際に，雑音も同時に切り取らないためである。とは，モデル図形よりも小さいまたは大きいサイズのひし形，もし

くは，まったく違った画像を切り取ってきた場合に，エラーとするためである。は，切り取ってきた画像でひし形と思われる周辺に黒画素がある場合は，標識でない恐れがあるためエラーとする。

このエラーチェックを標識認識アルゴリズムに加えることにより，エラーチェックが無い場合には30回の試行のうち23回生じていた誤りが0回となり，試行においては全て正しい結果を出力するようになった。

図-6 に構築した標識認識システムの実行画面を示す。

### 5. 標識認識システムの評価

本システムの有効性を検証するため，実際に道路上でデジタルカメラによって撮影した画像を用いた実験を行った。標識の大きさは，従来の標識サイズに合わせ，52 cm×52 cmの標識を作成した。その標識を10～50 mまでの間の5 m間隔で，デジタルカメラにより車内から撮影した。その画像(200×200画素)を標識認識システムに適用した。

実験結果を表-1 に示す。標識 - カメラ間の距離が 20 m から 30 m の場合に 9 割以上の高い認識率が得られた。逆に 35 m 以上の距離になると認識率は低下し、特に 40 m 以上になるとまったく正しい結果を出力することができなかつた。これは、元画像が小さ過ぎて、標識をパターンマッチングで見つけることができない場合、または標識判定のときに誤った結果を出力した場合である。

## 6. まとめと今後の課題

本研究では、道路標識をドライバーに代わってコンピュータが認識するシステムを構築するとともに、コンピュータによる認識を前提とした道路標識デザインについて検討を行った。本システムにより、コンピュータがドライバーに代わり標識を認識・伝達することが可能となり、ドライバーの道路標識の

表-1 距離に対する認識率の評価

標識 - カメラ間の距離	正解 / 試行回数 (%)
10m	24 / 30(80)
15m	26 / 30(86)
20m	28 / 30(93)
25m	29 / 30(96)
30m	29 / 30(96)
35m	26 / 30(86)
40m	0 / 30(0)
45m	0 / 30(0)
50m	0 / 30(0)

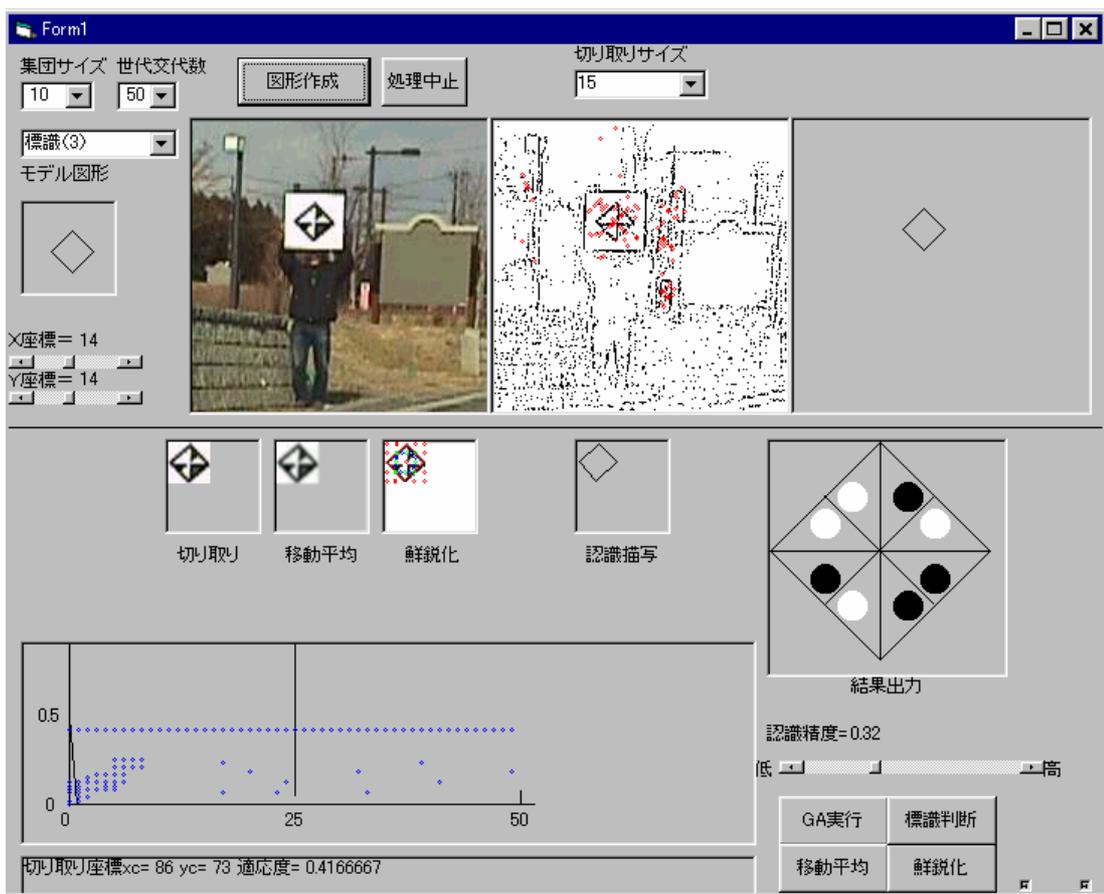


図-6 標識認識システムの実行例

見落としを防止する効果が期待できる。

今度の実用化へ向けての課題として、リアルタイムに動く車両から道路標識を認識させるという動画の対応、昼夜を問わない認識、道路標識の状態が良好でない場合の認識、道路標識の前に障害物がある場合の認識など、道路標識を認識させる能力を高める必要がある。また現行の道路標識全てを表現するためには、8ビットでは十分とは言えないことから、さらにビット数を増やすとともに、より高い認識を可能とする標識デザインについてより詳細に検討する必要がある。

認識した標識情報をいかにドライバーに伝達するかについても考える必要がある。すなわち、音声やウィンドウ投影によるドライバーへの伝達、さらには運転支援システムあるいは自動運転システムとの連携等について考える必要がある。

## 文 献

- [1] 酒井幸市, "VB で学ぶコンピュータ応用", コロナ社 1999.
- [2] 日本道路協会, "道路標識設置基準・同解説", 日本道路協会, 2000.
- [3] 安居院猛, 中嶋正之, "画像情報処理", 森北出版, 2000.
- [4] 安居院猛, 長尾智晴, "画像の処理と認識", 2000.
- [5] 坂和正敏, 田中雅博, "遺伝的アルゴリズム", 朝倉書店, 1996.
- [6] 林勲, 古橋武, "ファジィ・ニューラルネットワーク", 朝倉書店, 1996.
- [7] 国土交通省道路局 ITS ホームページ,  
<http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/>
- [8] U.S.Department of Transportation: Development of Human Factors Guidelines for Advanced Traveler Information Systems and Commercial Vehicle Operations: The Effects of Inaccurate Traffic Information on Driver Behavior and Acceptance of an Advanced In-Vehicle Traveler Information System, FHWA-RD-96-145, 1996.
- [9] ITERIS: National ITS Architecture Version4.0:  
<http://itsarch.iteris.com/itsarch/>.
- [10] 粟倉崇充, 佐々木一幸, 中島真人: "道路標識の自動認識", 信学技報, PRMU98-201, pp.69-76, 1999.