

## 道路情報整備のための道路案内標識の位置特定及び認識

岩永 崇志<sup>†</sup> 山下 隆太郎<sup>†</sup> 内村 圭一<sup>†</sup> 胡 振程<sup>†</sup>

<sup>†</sup>熊本大学大学院 自然科学研究科 〒860-8555 熊本県熊本市黒髪 2-39-1

E-mail: <sup>†</sup> iwanaga@st.cs.kumamoto-u.ac.jp

あらまし 本稿では、カーナビゲーション用デジタル道路地図作成の支援を目的とし、GPS データと走行中に撮影した車載カメラの画像を解析することで標識の位置情報を取得し、道路地図上にその情報を取込み、標識内部の内容を認識する手法を提案する。位置特定に関しては、表記内容によってサイズの異なる道路案内標識を対象としているので、時系列画像からの位置推定を行う。文字認識に関しては、対象文字によってモデルファインダーとストリングリーダーとに認識方法を分け認識を行う。その結果、検証実験により位置特定、文字認識共に高い精度、認識率となった。

キーワード カーナビゲーション、デジタル道路地図、位置推定、文字認識、ITS

## Position Estimation and Character Recognition of Road Guidance Sign for Road Information Maintenance

Takashi IWANAGA<sup>†</sup> Ryutaro YAMASHITA<sup>†</sup> Keiichi UCHIMURA<sup>†</sup> Zhencheng HU<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University 2-39-1, Kurokami, Kumamoto, 860-8555 Japan

E-mail: <sup>†</sup> iwanaga@st.cs.kumamoto-u.ac.jp

**Abstract** In order to maintain the digital road map for car navigation, this paper proposes an image processing based method to estimate road guidance sign location information and recognize the sign context. GPS information and time-series image data are combined to estimate road guidance sign's location. Character recognition, method is divided into String Reader and Model Finder, according to the target character. High location accuracy and high recognition rate have been verified from real road experiments.

**Keyword** Car navigation, Digital road map, Specific position, Character recognition, ITS

### 1. はじめに

ITS の研究分野の一つでもあるナビゲーションシステムには、近年様々な道路情報が付加されてきており、従来から行われている経路案内だけではなく、より高度な経路案内や安全運転の支援も可能となってきた。このことから、運転手に提供する道路情報をより高精度に整備することは重要な課題であると言える。この道路情報の中でも、通行車両用に掲示される各種の標識は、道路を走行する上で有用な情報を提供するものであり、これら標識に係わる情報を整備することはきわめて有益である。しかし、すべての道路網について、道路に掲示されている標識の情報を取得すること、また、工事等により新たに設置された標識の情報を更新することには、多大な労力が必要となる。ここで、標識の情報とは設置位置及び表示内容を示す。

本研究では、カーナビゲーション用デジタル道路地図作成の支援を目的とし、GPS (Global Positioning Systems: 全地球測位システム) データと走行中に撮影

した車載カメラの画像を解析することで標識の位置情報を取得し、道路地図上にその情報を取込み、標識内部の内容を認識する手法を提案する。具体的には、車載カメラにより撮影した道路情景画像から標識を抽出し、その内容を認識し、車両の進行方向及び位置情報を用いて標識設置位置の推定を行い、カーナビゲーション用デジタル道路地図に標識情報を取込むというものである。なお、ここで対象とする標識は、道路案内標識とする。

### 2. システム概要

図1にシステムの簡単な流れを示す。道路情景画像からの標識の抽出法に関しては、多様な撮影条件下の画像から標識領域を抽出する方法として、撮影した画像毎に自動で閾値を決めて標識の候補となる領域を作成し、それに対して標識の形状情報を用いて標識領域を抽出する手法を提案している<sup>[1]</sup>。標識の位置推定に関しては、単一画像から位置を求める方法として、標

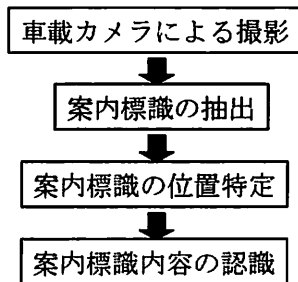


図1 システムの流れ

識のサイズや道路上からの高さなどのパラメータを既知とするもの<sup>[2]</sup>があるが、案内標識は表記内容によりサイズが異なり、道路上からの高さも規定とずれている可能性がある。本研究ではそのようなパラメータを既知とせず、複数画像における標識領域の変化により位置を求めることで、多様な案内標識に対応できるようにしている<sup>[1]</sup>。これを3章に略述する。道路情景画像からの看板内容の認識方法としては、これまでに様々な研究が行われてきた。例えば、2台のカメラ（広角カメラと望遠カメラ）を用いてパターンマッチングを行う手法<sup>[3]</sup>、文字の部分パターンを複数の圧縮率で圧縮して複数の辞書を構成し、粗密探索およびピーク検出を用いる手法<sup>[4]</sup>などがある。本稿では多様な撮影条件下の画像から標識内容を認識する提案方法として、日照条件によって変動する濃度値のばらつきを軽減するためにカラー画像のR,G,B成分をそれぞれ重み付けし文字部分を鮮明化させる。その後、対象文字により認識方法をモデルファインダーとストリングリーダーとに分け、認識を行っていく。この標識内容の認識については4章で述べる。

### 3. 位置特定<sup>[1]</sup>

#### 3.1. 処理概要

標識の抽出処理により得られた、数フレームにおける標識領域の大きさ（画素数）が同一標識の抽出結果中で最大の場合、標識領域の大きさが最大のフレームにおける標識重心座標と  $n$  フレーム前の標識重心座標、及び GPS により得られるそれぞれのフレームでのカメラの位置と車両の進行方向から標識位置の3次元座標を推定する(図2)。その後、車両の進行方向と垂直右方向及び鉛直方向を軸とした3次元座標から緯度、経度を軸とする座標に変換する。本研究では表記内容によってサイズの異なる道路案内標識を対象としているので、時系列画像からの位置推定を行う。時系列画像を使用することで、標識のサイズや道路上からの高さなどのパラメータを既知とせず、多様な標識に対応できるようにする。

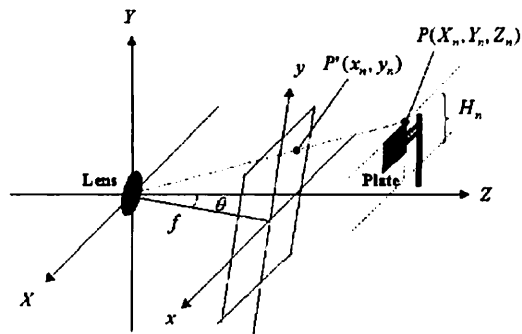


図2 車両座標系と画像座標系の投影関係

表1. 位置特定の実験結果

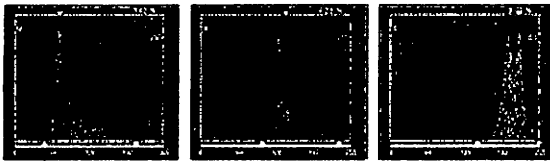
	特定値と真値との差(m)	標準偏差(m)
標識1	16.02	1.03
標識2	1.25	4.62
標識3	0.84	3.24
標識4	2.47	0
標識5	2.88	4.08
標識6	5.16	4.15

### 3.2. 実験環境

熊本市のパークドーム付近の国体道路を走行し、6個の標識に対して処理を行った。処理では、画像中における標識領域の面積が最大となる画像とそこから4, 5フレーム前の画像を使用して推定を行う。また、同じ道路を3周走行して画像を撮影し、それぞれ3通りの推定結果を求める。標識の実際の設置位置は既知ではないので、AgGPS装置による5分間の定点観測により測定したものを使用する。

### 3.3. 実験結果

位置特定値と真値との差の平均及び特定値の標準偏差を表1に示す。表1より、差の平均は、標識1を除くとほぼ5m以内となっている。標識7が5.16mとなっている。これは2周目におけるこの付近のGPSの受信状況が悪く、GPSの精度を保障できる環境ではなかった。この2周目を除くと真値との差は1.75mとなる。標識1については、画像中における案内標識が、道路中央にせり出しており逆投影変換の際の誤差が原因だと考えられる。誤差についての詳しい考察は5.1で述べる。特定結果が1mでもずれると標識が道路外や反対車線に特定されることが考えられるが、そのような場合には地図上の道路や車両の進行方向などを考慮して、マップマッチングにより道路内に補正することも可能である。このため、GPSの水平方向2drmsが0.56mであることを考慮すれば、本手法は十分実用に耐え得るものであると考えられる。



(a)R成分 (b)G成分 (c)B成分  
図3 R,G,B各成分のヒストグラム

#### 4. 標識内容認識

道路案内標識は一般道路用と高速道路・都市高速用に大別される。標識形状では両用とも矩形であるが、使用される色は一般道路用が青と白であり、高速道路・都市高速用が緑と白である。ここでは、一般道路の案内標識を対象として説明する。

本手法の認識処理は、抽出処理により得られた標識領域に対して、“処理画像の作成”と、“標識内部の認識”の2つの処理に分けられるので順を追って説明する。

##### 4.1. 処理画像の作成

一般的にはHSV変換したV画像やHSI変換したI画像が認識対象画像として用いられている<sup>[3][7][8]</sup>。しかし、輝度値が高い場合、背景部分と文字部分の区別ができなくなり、文字の細部が潰れてしまう。そこで背景部分と文字部分の区別を行うためにR,G,B成分をそれぞれ重み付けし画像の加算を行う。ここで注目すべき点はR,G,B成分における白色部分の値である。図3に標識内部のR,G,B成分それぞれのヒストグラムを示す。図3のヒストグラムより、B成分においてのヒストグラムでは、ヒストグラム全体が濃度値の高い位置にあり、白色部分と青色部分との差異があまり見られない。従って、B成分を重み付けし加算すると、背景部分、つまり青色部分の画素値が高くなり、図4(b)のV画像のように全体的に白みがかった画像になってしまう。そこで、B成分を除いたR,G成分のみで重み付けした新たな変換式(1)を設ける。このI画像を図4(c)に示す。

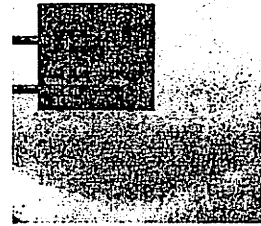
$$I = (R+G)/2 \quad (1)$$

##### 4.2. 標識内容の認識

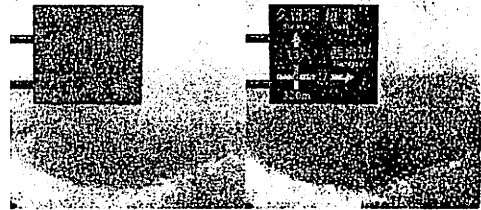
標識のシンボルとして、地名を表す漢字および平仮名、車線の向きを示す矢印、番号および距離を表す数字があり、それらの認識について、それぞれ4.2.1, 4.2.2, 4.2.3で述べる。

###### 4.2.1. 漢字・平仮名の認識

標識内に表記されている漢字・平仮名は、図5に表すように①地名の認識、及び②公共施設・IC名に分けられる。



(a)入力画像



(b) V画像 (c) I画像  
図4 R,G画像の重み付け及び加算

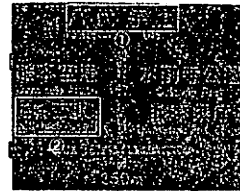


図5 地名の例

###### ① 地名の認識

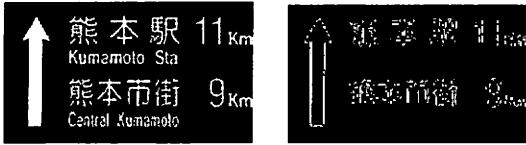
漢字・平仮名の認識には、エッジベースのマッチングである幾何学的特徴を用いたマッチング(モデルファインダー)を適用する。テンプレートマッチング<sup>[5]</sup>が画素と画素の相関関係を用いるのに対して、モデルファインダーは、エッジによる幾何学的特徴を用いてモデルと同じ文字を探すものである。つまり、モデル画像と検出対象に関する設定データをあらかじめ指定し、そのモデル画像と同様のエッジを持つものを検出画像の中から探しあてるといったものである。

モデルファインダーはテンプレートマッチングと比べて、コントラストの変化、および拡大や縮小や回転に対する許容度が大きいなどいくつかの利点がある。

本手法では、地名の文字に対して1文字ずつの認識を行うのではなく、1文字目を認識した場合、次にくる候補をデータベース上から呼び出し認識を行う。例えば“熊本”という文字が標識中に存在していた場合に、“熊”という文字が認識された時、データベース上から次の候補文字である“本”や“野”という漢字を呼び出し認識を行う(図6)。この時、2つの文字が正しく認識された場合は単語として認識されたものとする。認識されるべき文字とは異なる文字が認識された場合は誤



図6 地名のテンプレート例



(a) 入力画像 (b) マッチング結果

図7 モデルファインダー

(幾何学的特徴を用いたマッチング)

認識，文字があるにも関わらず，何の認識もされない場合は未認識と称する。地名の認識に関して，誤認識，または未認識が1文字に対してでも起きた場合，その地名は認識されなかったものとする。また，地名において2文字目，3文字目の位置というのは，1文字目の文字の大きさに伴い，x軸方向の或る位置に存在することが分かっているために，2文字目，3文字目の認識領域を限定することができる。さらに文字の中心のy座標はほぼ一定なために，1文字目，2文字目のy座標の差を10ピクセル分だけに限定してその間のみを探索する。これによって，速度の向上，さらには誤認識の減少につなげる。

モデルファインダーを実際の標識に適用した例を図7に示す。図7(a)の入力画像に対して，あらかじめ“熊本”のような文字のモデル画像を作成しておく。そのモデル画像と入力画像とのエッジによる幾何学的特徴が類似しているものが図7(b)の結果となる。

#### ② 公共施設・IC名の認識

公共施設およびIC名を認識するためにその領域を抽出する。標識内部すべての領域を認識対象としてもよいが，誤認識を防ぐために領域を限定する<sup>16)</sup>(図8)。その後，モデルファインダーを用いた認識を行う。

#### 4.2.2. 矢印の認識

ほとんどの案内標識には矢印は存在する。また矢印は目的地までの道のりを示すものであり，案内標識において重要である。そこで矢印を認識する。矢印のモデルをあらかじめ作成し認識を行う。矢印は0°～360°の角度で存在するために，モデルを0°から360°まで1°づつ変化させながらモデルファインダーを適用する。

#### 4.2.3. 数字の認識

図9に示すように，数字は①目的地までの距離，②車線番号，③交差点までの距離に使用されている。モデルファインダーでは例えば6と8のように幾何学的特徴が似ている数字があるため，誤認識が生じてしまう。



図8 公共施設・IC領域の限定

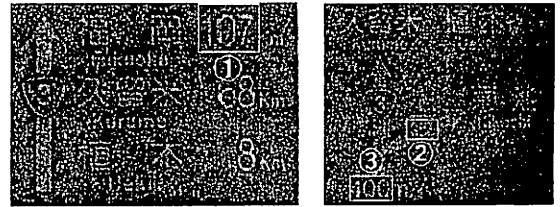


図9 数字の例

そこで，文字特徴を用いたマッチング(ストリングリーダー)を適用する。ストリングリーダーは，与えられた画像上からx軸方向の文字列を探し出し，その文字列の中で，拡大，縮小を行いながら，1文字単位で文字特徴に基づいたマッチングを行うものである。ストリングリーダーもモデルファインダーと同様なモデルを使用する。

ストリングリーダーの認識方法としては，初めに与えられた画像上からある値以上のコントラストがある閉領域を探し出す。その領域が同じ列にあるかどうか判定するために，空白文字(space character)を定義し，(空白文字×n)ピクセル以内で，同じx軸方向にある閉領域を文字列とする。探し出された文字列の中の閉領域に対してマッチングを行う。この時に，より認識率向上を狙い，数字のモデルを，目的地までの距離用の大きなサイズの数字と，車線番号や交差点までの距離用の小さなサイズの数字に分けておく。これによりマッチングの際の拡大や縮小の幅を狭めることができ，モデルの文字特徴を保ちつつマッチングができる。さらにアルファベットと数字の誤認識も減らせる。なお，ストリングリーダーは白色を輝度値の高い部分，文字部分を輝度値の低い部分として認識する。ストリングリーダーを標識に適用した例を図10に示す。

#### ① 目的地までの距離

距離を表す数字にストリングリーダーで標識内のすべての領域に対して適用する。その後，単位(km等)を認識する。これも数字のテンプレートを全体に作用させてしまうと，地名のアルファベットを認識してしまう可能性がある。そこで，ストリングリーダーで認識した文字列の最後の文字のx座標，y座標を用いて，その文字部分よりも右側を単位を表す領域とする。



(a)入力画像 (b)マッチング結果  
図10 スtringリーダー  
(文字特徴を用いたマッチング)

## ② 車線番号の認識

道路には車線の種別、番号が規定されている。4.2.2で矢印が認識されると、道路が存在する可能性がある。そこで車線の番号を認識するために、まず車線の種別を認識する。国道、県道のシンボルをあらかじめ作成し認識することによって、車線種別の認識が可能となると同時にその後の車線番号の認識の際の領域の限定も行うことができる。

限定後、車線番号を認識する。車線番号は他の文字と比べて非常に小さいために、Stringリーダーを標識内部全体に作用させてしまうと、誤認識、未認識が起こってしまう。そこで、道路種別のモデルを認識した際に、領域を限定し、Stringリーダーを用いて車線番号の認識を行う。

## ③ 交差点までの距離の認識

交差点までの距離はおおよそ矢印の下端に定義されている。そこで矢印の下端の位置を探し、その後にその下側をStringリーダーを用いて認識を行う。まず、矢印下端のモデルを作成しておいて、モデルファインダーを用いて認識を行う。しかし、矢印下端が複数認識される場合がある。そこで、認識した部分のy座標を比較し、最も大きいy座標を持つ部分を矢印の下端とした。その結果を用いて、交差点までの距離を示す領域を抽出し認識を行う。

## 4.3. 実験環境

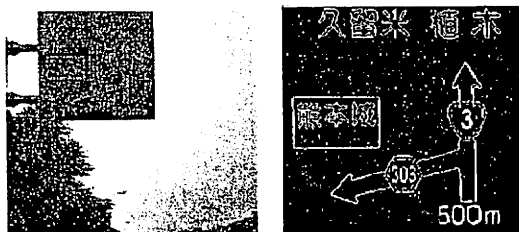
熊本市の国道3号線、東バイパスを走行した。車両前方を撮影し、その後撮影した画像を持ち帰り、PCを用いて標識認識処理を行う。撮影した画像の中で、その内何枚の静止画像で標識内容を認識できたかを認識結果とする。

## 4.4. 実験結果

表2に各シンボルについての認識結果を図11に認識の成功例を示す。領域標識内部に示されているシンボルについてほとんどのシンボルが高い認識率となった。また、漢字および平仮名はモデルファインダー、数字はStringリーダーを使い分けることによって認識率の向上につながった。さらに、公共施設およびIC名などは、標識内部の色特徴と反転しているが、領域

表2 認識結果

	文字	数字	矢印	斜線種別	単位
認識率 (%)	94.7 (391/413)	99.2 (257/259)	98.2 (98.2)	100 (93/93)	92.6 (25/27)



(a)入力画像 (b)認識結果

図11 認識成功例

限定後、公共施設およびIC名の領域を反転することによって正しく認識されている。また、数字を認識するStringリーダーでは、標識内部のすべての範囲を処理させてしまうと地名のアルファベット部分と誤認識が生じてしまうために、車線種別や交差点までの距離の領域を前述したように限定することによって正しく認識されている。

## 5. 検討

### 5.1. 位置特定

位置特定値と真値との誤差の要因について考える。誤差の要因としては、GPS装置の受信精度によるカメラ位置自体の誤差、逆投影変換における誤差、画像処理による誤差及び光軸のずれによる誤差などが考えられる。

GPS装置の誤差については、受信状況による誤差や製品そのものの誤差がある。これについてはより精度の高いGPS装置を使用することで解決する。

逆投影変換における誤差については、いくつかの要因が考えられる。1つは位置推定を行うフレーム間隔によるものである。逆投影変換に使用するパラメータの1つにフレーム間での車両の移動距離がある。この移動距離に対して対象標識までの距離が長すぎると、そこで計算による誤差が生じる恐れがある。

画像処理による誤差の要因としては、フレーム毎の標識重心座標のずれが考えられる。今回、画像平面上の標識の位置として標識領域の重心座標を使用しているが、ノイズ等の要因でフレーム毎の抽出領域が変わった場合、当然その重心座標も変化する。これを解決する方法としては、画像平面上の標識の位置を領域の重心とするのではなく、標識領域内の特徴点とするこ

とが考えられる。特徴点を使用する事で、抽出領域が若干ずれた場合でも、フレーム間において標識内の同じ位置を指定する事が出来ると考えられる。

光軸のずれによる誤差については、逆投影変換の際の定義が問題となる場合がある。逆投影変換の際に車両の進行方向は変化しないものと定義したが、これにはフレーム間でカメラの光軸が変化しない事が含まれる。しかし、推定を行う3~5フレームの間に微小ながら光軸が変化する可能性がある。この問題については、カメラに角度センサーを取り付けて光軸の変化を感知し、そのずれを補正する方法などが考えられる。

また、カメラを設置する際に水平器を使用している。設置する際は手作業で設置するため、今回はカメラの俯角0°で実験を行ったが、実際は0°ではないことも考えられる。

これらの中での主たる誤差要因はGPSの誤差が最も大きいと考えられる。この主たる誤差要因と提案手法による計算式との理論的関連性などとともに他の誤差要因の定量的検討は今後の課題とする。

## 5.2. 内容認識

地名においては、413文字中の391文字が認識できた。誤認識が2文字、未認識が20文字であった。その失敗例としては、地名を表す漢字領域が標識領域に対して小さいためにマッチング率が低くなり認識できなかったと考えられる。また標識に対して光の当たり具合が少なすぎて認識自体が暗くなってしまったために、文字の幾何学的特徴がうまく取れずに認識ができなかったために認識されなかったと考えられる。これら認識できなかった文字に対しては、マッチング率の閾値を下げることによって改善できると考えられる。

また数字において、数字単体では99.2%、数字列では98.4%と高い認識率を示している。ストリングリーダーでは、車線番号用の小さいフォントと目的地までの距離用の大きなフォントを用意してある。車線番号の数字に対しては、車線種別のモデルを使用し領域の限定を行った後認識を行っている。目的地までの距離を表す数字は標識内のどこの領域に存在するのか判断が難しい。そのために、目的地までの距離を表す数字を認識するために、標識内のすべての領域に対しての認識が必要である。そのために、すべての領域に対してストリングリーダーを適用してしまい、地名を表すアルファベット部分や交差点までの距離を表す数字を認識してしまったことが考えられる。そこで、目的地までの距離を表す数字の領域を限定することが必要である。

## 6. むすび

道路案内標識の情報を取得する際にかかるコスト

の削減を目的として、画像処理を用いて案内標識の位置情報、内容を取得する手法を提案した。標識の位置特定に関しては、単一画像ではなく時系列画像を用いる事で、サイズの規定されていない案内標識の位置特定を行った。標識の内容認識に関しては、前処理としてR.G画像の重み付け及び加算を行った後、認識方法をモデルファインダーとストリングリーダーとに分けて認識を行った。実際に路上での実験を行った結果、位置特定については高い精度、内容認識については高い認識率が得られた。

今後の課題としては、位置特定誤差要因の解析による位置特定精度の向上、内容認識に関しては速度向上が挙げられる。

## 文 献

- [1] 中村, 富永, 内村, 脇阪, “道路情報整備のための案内標識の位置特定” 電子情報通信学会論文誌, Vol.J88-A, No. 2, pp122-130, Feb. 2005.
- [2] 「ビデオ画像の道路標識自動認識方法及び道路標識自動認識のプログラムを記憶した記憶媒体」, 公開特許公報, 特開 2000-293670, 2000.
- [3] J. MIURA, T. KANDA, S. NAKATANI, Y. SHIRAI, “An Active Vision System for On-Line Traffic Sign Recognition”. IEICE Vol.E85-D No.11, pp.1784-1792, Oct. 2002.
- [4] 草地, 伊藤, 鈴木, 荒川, “画像インデクシングを目的としたテキスト領域抽出不要の景観中文字認識”, “2004 信学技法, PRMU2004-89, pp37-42, 2004.
- [5] 岩永, 内村, “デジタル道路地図作成支援のための道路案内標識の認識”, 電気関係学会九州支部連合大会, 13-2P-01, 2005
- [6] 山下, 岩永, 内村, 胡, “道路情報整備のための案内標識の認識”, 火の国情報シンポジウム 2006 論文集, B-5-2, Mar. 2006.
- [7] X.Chen, J.Yang, J.Zhang, A.Waibel, “Automatic Detection and Recognition of Signs From Natural Scenes”. IEEE, Vol.13, PP87-99, Jan. 2004
- [8] 莫, 青木, “カラー画像における道路標識の認識”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J87-D- II, No.12, pp2124-2135, Nov. 2004.