

## 機械学習に基づく速度規制標識の検出と認識 Detection and recognition of the speed limit signs based on the machine

岡 兼治†  
Kenji Oka

宮田繁春‡  
Shigeharu Miyata

### 1. はじめに

本研究では、前報告<sup>[1]</sup>に引き続き、昼の時間帯の速度規制標識の自動認識について検討した。標識の検出・認識における先行研究例としては、機械学習による検出や認識<sup>[2]~[4]</sup>が採用されており、それに利用する特徴量も様々である。検出においては、代表的な Haar-like 特徴量, HOG(Histograms of Oriented Gradients)特徴量, LBP(Local Binary Pattern)特徴量を学習に利用した検出結果を比較して、速度規制標識の検出にどの特徴量を導入するのが適当であるかについて検討を行った。本報告では、主に数字認識に対する検討を行う。認識では、予め、輝度値、垂直及び水平ヒストグラムの3つの特徴量を用いて数字を学習させ、ニューラルネットワークを用いて認識を試みた。様々なシーンから抽出された速度規制標識に適用し、解像度と認識率の関係について論じ、最終的に動画に適用した実験結果についても報告する。

### 2. 標識の検出と認識

#### 2.1 検出手法<sup>[1]</sup>

まず、標識が写った画像(正解画像)を 200 枚用意し、学習をする際に必要となる画像の特徴量ファイルを作成し、それに基づいて機械学習を行い、Adaboost 識別器を作成する。標識の検出は Adaboost 識別器を用いて行った。Fig.1 と Fig.2 は正解画像と不正解画像の一例である。Fig.3 は検出結果の一例で、速度規制標識のみ検出している結果(正検出)と速度規制標識以外も検出している結果(誤検出)の一例である。



Fig.1 The images which include the speed limit signs.



Fig.2 The images which do not include the speed limit signs.

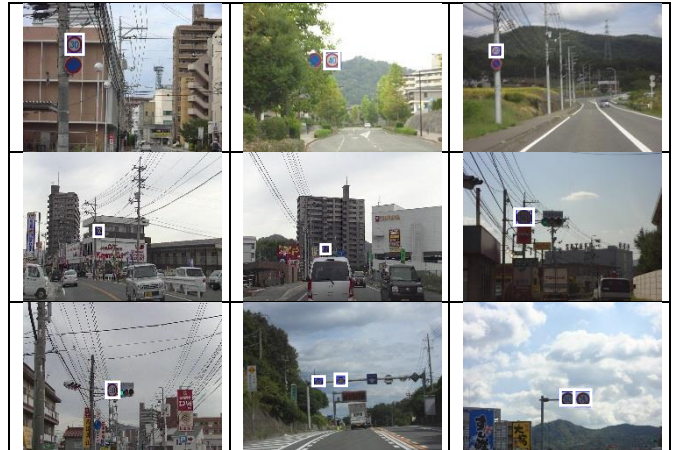


Fig.3 Examples of positive detection cases and mistaken-detection cases.

#### 2.2 検出結果

Haar-like 特徴量, HOG 特徴量, LBP 特徴量においてどのような対象物を誤検出しているのかの検討を行った。LBP 特徴量においては追い越し禁止標識のみを誤検出している場合があった。Haar-like 特徴量は顔のような立体的で輝度に差がある場合には良いが、速度規制標識のような平面の場合には向いていないことが分かる。HOG 特徴量は人物のように輪郭が複雑な場合には特徴をうまく捉えることができる。しかし、速度規制標識のように輪郭が複雑でない場合には、画像の中に速度規制標識としての特徴量と似た特徴量が多く存在しやすいため標識のみうまく捉えることができていない。3 種類の特徴量の性質に従って、特徴量ごとに誤検出している対象物の種類に差が生じたことが確認できた。

特徴量ごとの検出率, 誤検出率, 学習時間に対する比較を Table.1 に示す。

Table.1 Three items, a detection rate, a mistaken detection rate, and a learning time, are compared for three features.

Features	Detection rate [%]	Mistaken-detection rate [%]	Learning time [hours]
Haar-like	98.4	5.3	192
HOG	96.3	4.3	16
LBP	93.7	0	6

Table.1 より学習時間が短くて検出精度が良いのは HOG 特徴量と LBP 特徴量であることが分かる。しかし、誤検出をした種類の数は HOG 特徴量の方が多い。従って、速度規制標識の特徴量をベストな状態で捉えることができているのは、LBP 特徴量であり、3つの特徴量の中では LBP 特徴量を利用した機械学習がより適していると考えられる。

† 近畿大学大学院システム工学研究科, Graduate School of System Engineering, Kinki University

‡ 近畿大学工学部, Kinki University

## 2.3 数字の学習

日常よく見かける 30km, 40km, 50km の速度規制標識を認識対象とした。数字の部分を読み取って画像を作成する。まず、0 を 35 枚、3 を 20 枚、4 を 35 枚、5 を 19 枚用意した。Fig.4 は、数字 0 の部分を読み取った画像の一例である。

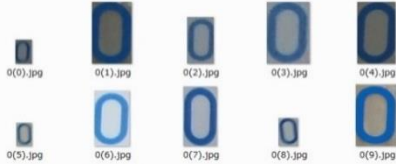


Fig.4 Images of extracted number 0.

次に、規格化を行うために、文字の大きさを 20×20 に揃えた。Fig.5 は、文字の大きさを揃えた画像の一例である。



Fig.5 Images aligned the font size for the extracted number 0.

数字 0 に対する解像度 5×5 の場合の特徴量の例を Fig.6 に示す。画像輝度値、垂直及び水平ヒストグラムの 3 つを特徴量として、特徴量ファイルを作成した。画像の解像度は 5×5, 10×10, 15×15, 20×20 の 4 通り用意した。

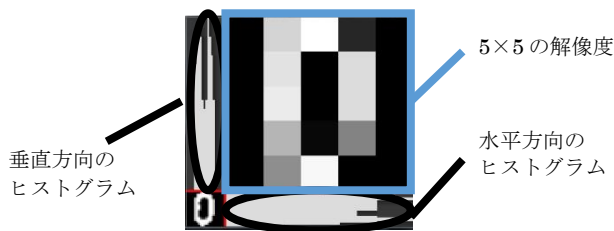


Fig.6 Image characteristics including two kinds of histogram and the shape information showing the figure.

## 2.4 数字の抽出と認識

当初、数字の抽出を色情報を用いて行っていたが、光の環境が変わることで、色情報がうまく取れない状況が多かった。この結果を踏まえて、平均二値化を用いて抽出を行うことにした。この方法を用いることで、抽出に関して改善することができた。しかし、40画素(約 60~70m)より小さい場合は数字の抽出が上手くいかない。そのため、40画素(約 60~70m)より小さい場合は、画像の大きさを 2 倍に拡大することで数字が上手く抽出できるようにした。数字の認識は、ニューラルネットワークを用いて行った。Fig.7 は約 60m 手前で撮影した場合において、速度規制標識 40km が認識できている状況を示している。



Fig.7 An example of recognition results.

Table.2 は、4 つの解像度ごとの数字に関する認識率を示している。

Table.2 Recognition results for the four kinds of resolution.

Resolution[pixel]	Recognition [%]
5×5	97.1
10×10	77.8
15×15	85.6
20×20	77.8

Table.2 の結果より、4 つの解像度の中では、5×5 の解像度の時にうまく認識できていることが分かる。解像度 20×20 の時は相対的に解像度が高く、テンプレートマッチングの意味合いが強くなり特徴量が合致する場合に対して認識する傾向にある。そのため、誤認識が増えたと考えている。一方、解像度 5×5 の時は低解像度のため、特徴量に対して許容幅が多く誤認識が少なくなったと考えている。

## 2.5 動画

動画に関しては、速度規制標識 40km に対して、自動車の時速を 30km/h, 40km/h, 50km/h の 3 パターンで実施した。撮影は約 150~180m 手前から開始した。速度規制標識を検出し始めたのは約 100~110m である。標識の数字部分を認識し始めたのは約 70~90m だが、認識がうまくいかない場面もあったが、60~70m になると十分認識できることを確認した。現段階では、1 フレームの処理時間は平均 1.1sec で、リアルタイムでの処理時間になっていない。しかし、距離としては、検出し始めるのが約 100~110m、認識し始めるのが 70~90m なので、もう少し処理速度が速くなれば、速度規制標識を運転者に適切に伝えることができると考えている。

## 3. まとめ

前報告を踏まえて、検出をする際の画像特徴量は、LBP 特徴量を採用した。数字の認識に関しては、画像の解像度は 5×5, 10×10, 15×15, 20×20 の 4 通り用意した。4 通りの解像度の中では、5×5 の解像度が認識率 97.1% と高い値を示した。

今後の課題としては、色あせた標識、逆光の場面、木などによって一部が隠れた標識など様々な状況の場合に対しての検出・認識について考えていく必要がある。また、処理時間に関しては現段階では 1.1sec と運転者に適切に伝えるには処理時間がかかり過ぎているため、処理時間の短縮も試みる必要がある。

### 参考文献

- [1] 岡兼治, 宮田繁春, “速度規制標識の検出に対する機械学習に用いる特徴量の検討”, 電子情報通信学会 FIT2015 講演概要集 H-027, pp.189-191, (2015).
- [2] 高木雅成, 藤吉弘亘, “SHIFT 特徴量を用いた交通道路標識認識”, 電気学会誌 C, Vol. 129, pp. 824-831, (2009).
- [3] 清水聡一, 金森飛匡, 味岡義明, 難波知康, 新井正敏, 天野英晴, 今野大輔, “レーベンシュタイン距離を用いたテンプレートマッチングアルゴリズムの FPGA 実装”, 電子情報通信学会技術研究報告, pp. 7-12, (2007).
- [4] 朝倉俊行, 青柳裕治, “ニューラルネットワークを用いた速度規制標識の画像認識”, 日本機械学会論文集, pp. 206-212, (1995).