

降雨量の変化を伴う車番認識精度の基礎研究

Basic Research on Car Number Recognition with a Change of Precipitation.

長谷川真司† 北原紀之 片山英昭 船木英岳
Shinji Hasegawa Noriyuki Kitahara Hideaki Katayama Hidetake Funaki

1. はじめに

車両の進入の状況を把握したり不審車両の監視のために、駐車場や敷地への入り口にカメラを設置し、入場する車両を撮影しその画像をもとに車番を認識する管理システムが広く用いられている。

しかしながら、これらのシステムの多くは様々な環境に対応できるように、レンズに特殊フィルタを施したり、強いフラッシュ機能を搭載していたりする。そのため、システム構築コストがかかり、安価に構築することが困難であり、気軽に設置するのが出来ないのが現状である。このことより、安価な機材で認識精度の高いシステム構築する必要がある。

本研究では、駐車場や敷地の入り口に安価な低解像度カメラを設置して、入場してくる自動車のナンバープレートを降水時とそうでない時に撮影し、降雨量が陸支・車種・用途番号などの認識精度にどの程度影響を与えるものかを調査することを目的とする。

認識方法としては、雨天時に撮影された 8bit グレースケール画像から 2 値化処理⁽¹⁾・ヒストグラム処理⁽²⁾を用いて、認識すべき領域の切り出し処理を行い、それぞれに対して、ニューラルネット⁽³⁾や固有空間射影法⁽⁴⁾などを用いた低解像度認識などの処理を行う。

2. 撮影環境

本研究で使用する車番撮影認識システムの仕様を Table.1 に示す。入り口にセンサを設置し、そこを通過すると自動的にカメラによる撮影画像 (640×480) が PC に取り込まれ、車番認識プログラムによって認識処理される。

Fig.1 に 2005 年 7 月 7 日の雨天時に舞鶴工業高等専門学校校内で撮影された停止車両の撮影画像を示す。

ナンバープレートには、一連・車種番号や用途・陸支コードから構成されており、これらを正しく抽出・認識を行う必要がある。その抽出・認識方法としては次章で述べる。

Table.1 System details

| | |
|----------|---|
| PC | DELL Dimension 2400 (Celeron2.4GHz 512RAM) |
| Camera | Extreme CCTV EX11NX (850nm LED) |
| IO Board | EURESYS DOMINO Alpha2 (mono) |

3. 固有空間射影法⁽⁴⁾を用いた認識アルゴリズム

3-1 ヒストグラムによる領域抽出

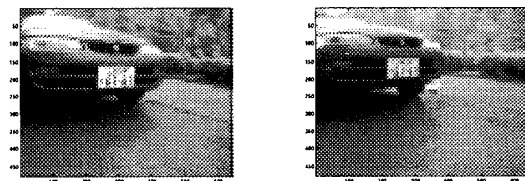
(1) 撮影された画像より、ナンバープレート領域を抽出するために、Fig.2(a)に示すように閾値 (任意) 処理を行い 2 値化画像を得る。

(2) (1) で得られた 2 値化画像に対して、再帰的ヒストグラム処理を行い、ナンバープレート領域を抽出したものを Fig.2(b)に示す。

(3) Fig.3 に示すように、(2) で得られたナンバープレートに対して、さらに再帰的ヒストグラム処理を行い、1 文字ごとに抽出する。この作業を(a)(b)同じように行うこととする。なお、この作業においては 2-3mm/h の降雨量の変化には何も影響はなかったことより(a)の画像のみ認識を行うこととする。

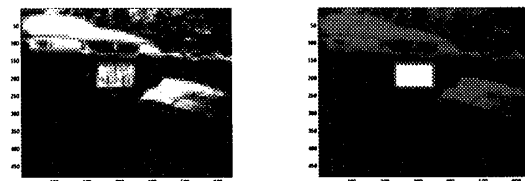
比較的サイズの大きい一連番号は正規化を行った後、ニューラルネット⁽³⁾もしくは相関法を用いて認識を行う。

ニューラルネットには、3 層階層型、学習には BP 法を用いて認識を行うこととする。



(a) 0mm/h (b) 2-3mm/h

Fig.1 Dry (a) and Rainy (b) Images



(a) Binarizing (b) Cutout

Fig.2 Binarizing (a) and Cutout (b) Images

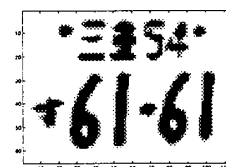


Fig.3 Number Plate

†舞鶴工業高等専門学校 電気情報工学科
Maizuru National College of Technology

また、Fig.3に示すように、陸支・用途コードなど比較的小さいサイズの小さいものの画像はかなりボヤけており、容易には認識することは難しい。

そこで本研究では、顔認識の分野などでよく用いられている固有空間射影法を用いて認識を行う。

3-2 固有空間射影法を用いた認識アルゴリズム

固有空間射影法を用いた認識アルゴリズムについて述べる。まず、参照画像集合(あらかじめ登録された画像)から導かれる共分散行列の固有ベクトルを求めて固有空間を構成する。共分散行列の非零固有値に対応する固有ベクトルを用いて、 N 次元空間における画像を回転する直交基底を求める。特に、各画像をサイズ N のベクトル X で表す。これらの画像からその平均値 m を引いた $X=X'-m$ を列ベクトルとする $N \times M$ 行列 X から、共分散行列 $\Sigma=XX'$ を計算する。なお M と N は、それぞれ画像の個数および画像の画素数を表す。

一般性を失わずに $M < N$ を仮定すると、この共分散行列は、非零固有値に関連する M までの固有ベクトルをもつ。固有ベクトルは、それらに関連する固有値に従って降順に並べられる。最大固有値に関連する固有ベクトルは、画像において最大分散を得る固有ベクトルとなる。2番目に大きな固有値に関連する固有ベクトルは、画像において2番目に大きな分散を得る固有ベクトルとなる。このようにして、最小固有値に対応する固有ベクトルまで求める。

固有空間射影法を用いることにより、次の3つのステップで画像を識別することができる。まず、参照画像を用いて固有空間を構成し、次に参照画像を固有空間に射影、最後にテスト画像(入力された画像)を固有空間に射影し、射影された参照画像と比較することによって認識する。

Fig.4に参照画像の例をいくつかの入力画像の例(A:三重, B:福井, C:和歌山)をFig.5に示すとともに、Table.2に陸支コードの認識結果を示す。同表は、数値が小さいほど、その文字と認識したことを示す。このことより、入力画像Aに対しては正しく「(6)三重」と認識することができたが、入力画像Bに対しては「(4)和歌山」と誤認識してしまった。しかしながら「(2)福井」との数値の差は非常に小さいものであることより、別のアルゴリズムを用いて最終決定することができると考えられる。

また、分類番号(小さい数字)も陸支コードと同様に認識を行うことができる。

4. まとめ

本研究は、駐車場や敷地の入り口に安価な低解像度カメラを設置して、入場してくる自動車のナンバープレートを降水時とそうでない時に撮影し、降雨量が陸支・車種・用途番号などの認識精度にどの程度影響を与えるものかを調査した。

また、認識方法として雨天時に撮影された8bitグレースケール画像から2値化処理・ヒストグラム処理を用いて、認識すべき領域の切り出し処理を行い、それぞれに対して、ニューラルネットや固有空間射影法などを用いた低解像度認識などの処理を行った。今回の降雨量が少ないFig.1(a)(b)に示したような画像に対しては、十分問題なく認識することができた。



Fig.4 Model images

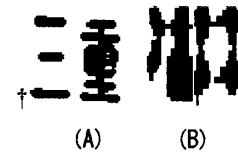


Fig.5 Input images

Table.2 Recognition Results.

| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
|---|-----|------------|-----|------------|-----|-----------|
| A | 97 | 181 | 181 | 289 | 109 | 64 |
| B | 257 | 200 | 224 | 191 | 240 | 257 |

降雨量が1時間あたり2~3mmと少ないときは撮影画像にもほとんど影響がなかったために、ナンバープレートの領域抽出や文字認識には問題がなかったが、しかしながら、大雨警報が発令されるような1時間あたり数十mmの降雨量であれば、水しぶきのためにナンバープレートが明瞭に撮影することが困難となり、ナンバープレートを抽出することが不可能となると思われるために、その改善策を考える必要がある。

今後は、夜間照明をつけたときの降雨量や光の乱反射が認識精度に及ぼす影響について調査する必要がある。

本研究は、ニチゾウ電子制御助成金の支援により遂行されたものであり、関係者各位に深く感謝いたします。

文 献

- (1) K.Matsuo, K.Ueda, and M.Umeda: "Extraction of Character String from Scene Image by Binarizing Local Target Area", T.IEEE Japan, Vol.122-C, No.2 pp232-241 (2002).
松尾賢一, 上田勝彦, 梅田三千雄: 「局所対象領域の2値化による情景画像からの文字列領域抽出」, 電気学会論文誌, Vol.122-C, No.2 pp.232-241 (2002).
- (2) 長谷川真司他: 「手書き電気シーケンス図面の自動認識に関する基礎研究」, 平成16年度電気学会産業応用部門大会講演論文集II pp.311-312, (2004).
- (3) 馬場則夫他: 「ニューラルネットの基礎と応用」, 共立出版(1994)
- (4) W.Yambor, B.Draper and Bereridge: Analyzing PCA-based Face Recognition Algorithms: Eigenvector Selection and Distance Measure: Second Workshop on Empirical Evaluation Methods in Computer Vision, H.Christensen and J.Phillips(eds.), World Scientific Press, Singapore, 2002.