

Eigen Numberを用いた低解像度ナンバープレート 数字の識別 Discrimating Car License Plate Numbers on Low Resolution using Eigen Number

四宮康治*
Koji SHINOMIYA

藤田和弘†
Kazuhiro FUJITA

中森伸行‡
Nobuyuki NAKAMORI

1 はじめに

ナンバープレート(自動車登録番号票)の識別に関しては、これまでに多くの研究がなされている [1]. このような多くの研究は、特定の照明下, 制限された車速, 定常な背景という条件下のものである.

一方, 防犯ビデオ画像のナンバープレート 数字(車両登録番号)の識別が望まれている. しかし, 防犯カメラなどで撮影されたナンバープレート 数字は, 数字当たり縦4, 横2画素程度の画素数しかないことが多く, 従来の十分な解像度と撮影条件を前提とした識別方法では, 識別は困難である.

低解像度ナンバープレート 数字の識別方法として, 吉川ら [2]は, ファジー推論を用いた低解像度ナンバープレート 数字の識別方法を提案している. 吉川らの方法は, 低解像度では識別の難しい「0」,「1」,「8」の識別を行わず, 同一のカテゴリ「0,1,8」として識別を行うものであり, 全てのナンバープレート 数字を識別するという要望を十分に満たしていない. 一方, 藤田ら [3]は, 低解像度ナンバープレート 数字に特化した識別法として, 数字のモーメント特徴量(縦, 横のゆがみ, 偏平度など)を用い, ベイズ識別する方法を提案し, 吉川らの研究で, 同一カテゴリとしていた「0,1,8」についても, 識別が可能であることを示した.

本研究は, 特徴量として, 対象の低解像度ナンバープレート 数字画像の画像ベクトルと固有ベクトル(Eigen Number)との内積を用い, ベイズ識別により識別する方法を提案する. なお, 本研究では, ベイズ識別によって得られた事後確率の高い方から第三候補内に, 本来の数字があることを目標とする.

2 ナンバープレート 数字の低解像度化モデル

2.1 原画像の低解像度化

低解像度化画像 $\{\tilde{x}_{m,n}\}$ は, 次式により原画像 $\{x_{m,n}\}$ を低解像度化したものであると仮定する. ここで, W は解像度を何分の一にするかというファクタである.

$$\tilde{x}_{m,n} = \frac{1}{W^2} \sum_{k=0}^{W-1} \sum_{l=0}^{W-1} x_{[(m-m_0)/W]W+k, [(n-n_0)/W]W+l} \quad (1)$$

2.2 平滑化画像

画像の観測過程のモデルとして, 平滑化を考慮することにより, 低解像度画像を拡大した際のぼけた画像に対応する画像を, 観測画像と仮定する. 具体的な平滑化過程を, 次式で仮定する.

$$\hat{x}_{m,n} = \sum_{(k,l)} b_{k,l} \tilde{x}_{m-k,n-l} \quad (2)$$

$$b_{k,l} = \int_{k-\frac{1}{2}}^{k+\frac{1}{2}} \int_{l-\frac{1}{2}}^{l+\frac{1}{2}} b(u,v) du dv \quad (3)$$

$$b(u,v) = \begin{cases} \frac{1}{\pi r^2}, & u^2 + v^2 \leq r \\ 0, & \text{elsewhere} \end{cases} \quad (4)$$

ここで, $b(u,v)$ は円筒関数であり, $\{b_{k,l}\}$ はその円筒関数を離散化した平滑化フィルタを表す点拡がり関数であり, r は平滑化の程度を表す円筒関数の円の半径である. 原画像を式(1)により $W=8$ で低解像度化した後, 式(2)により $r=4$ で平滑化した画像を, 図1に示す.

3 識別

識別対象画像として, 観測画像 $\{\hat{x}_{m,n}\}$ を, 総和が1となるように正規化した後, 重心が画像中央になるように画像全体をシフトした正規化低解像度画像 $\{\hat{x}'_{m,n}\}$ を用いた.

3.1 Eigen Number

正規化低解像度化画像 $\{\hat{x}'_{m,n}\}$ の画素を辞書式に並べた画像ベクトルを \mathbf{x} と定義する. 画像ベクトル \mathbf{x} の自己共分散行列 \mathbf{R}_k の固有方程式から求められた固有ベクトル \mathbf{u}_k

* 兵庫県警察科学捜査研究所, Hyogo Police Forensic Laboratory

† 龍谷大学, Ryukok University

‡ 京都工芸繊維大学, Kyoto Institute of Technology



図1 低解像度平滑化画像($W = 8, m_0 = n_0 = 0, r = 4$)

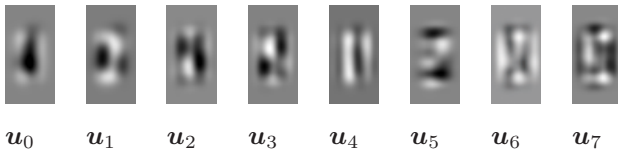


図2 Eigen Number

を Eigen Number と呼ぶ。本研究で求めた Eigen Number の一部を図2に示す

3.2 特徴量

画像ベクトル \mathbf{x} と Eigen Number \mathbf{u}_k の内積から特徴量 C_k を求める。

$$C_k = \frac{1}{\lambda_k} \mathbf{u}_k^T (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_x) \quad (5)$$

ここで、 $\boldsymbol{\mu}_x$ は画像ベクトル \mathbf{x} の平均ベクトルであり、 λ_k は自己共分散行列 R_k の固有値である。Eigen Number \mathbf{u}_k によって求められた特徴量 C_k のうち、固有値の大きい順に対応する特徴量 K 個を用いてバイズ識別を行う。

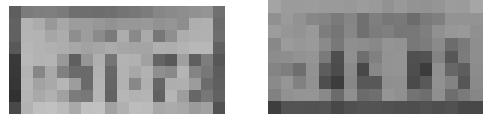
4 計算機シミュレーション結果

本提案法を評価するために、識別の計算機シミュレーションを行った。各数字に対して、 $W = 8$ として低解像度ナンバープレート数字を64枚作成し、識別実験を行った結果を表1に示す。

また、実際に遠方から撮影したナンバープレート数字画像「9173」及び「4685」(図3)に対して、本提案法を用いて識別を行った結果の各数字の尤度を表2,3に示す。

表1 識別シミュレーション結果(第一候補)

	識別結果									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	<u>51</u>	0	0	0	0	0	0	0	13	0
1	0	<u>56</u>	0	0	0	0	0	0	8	0
2	0	0	<u>63</u>	1	0	0	0	0	0	0
3	1	0	<u>3</u>	<u>51</u>	0	0	0	1	0	8
4	0	0	0	0	<u>52</u>	0	12	0	0	0
5	0	0	0	0	0	<u>63</u>	0	0	0	1
6	0	0	0	0	6	0	<u>58</u>	0	0	0
7	0	1	0	2	0	0	0	<u>61</u>	0	0
8	0	2	0	9	0	0	0	0	<u>64</u>	0
9	0	0	0	0	0	5	0	0	0	<u>59</u>



(1) 「9173」 (2) 「4685」

図3 実画像

表2 “9”, “1”, “7”, “3”の識別結果の尤度

	“9”	“1”	“7”	“3”
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.001	<u>1.000</u>	0.000	0.224
2	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	<u>0.776</u>
4	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.995	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	<u>1.000</u>	0.000
8	0.000	0.000	0.000	0.000
9	<u>0.004</u>	0.000	0.000	0.000

表3 “4”, “6”, “8”, “5”の識別結果の尤度

	“4”	“6”	“8”	“5”
0	0.000	0.000	0.309	0.000
1	0.000	0.017	0.007	0.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.002	0.002
4	<u>1.000</u>	0.000	0.579	0.000
5	0.000	0.000	0.000	<u>0.979</u>
6	0.000	<u>0.983</u>	0.001	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.000	0.000	<u>0.102</u>	0.000
9	0.004	0.000	0.000	0.018

5 まとめ

本提案法を用いることで、低解像度ナンバープレート数字を絞り込むが可能と考えられた。今後は、実際の観測画像についてさらに識別実験を行うとともに、正面以外から撮影されたナンバープレート画像に対して、画像の幾何学変換を行う前処理について研究を行う予定である。

参考文献

- [1] C.N.E. Anagnostopoulos, I.E. Anagnostopoulos, I.D. Psoroulas, V. Loumos: “ License Plate Recognition From Still Images and Video Sequences: A Survey ”, IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems, Vol.9, No.3, September 2008
- [2] 吉川歩, 吉川奈緒子, 藤田和弘: “ 記号識別装置、記号識別方法、およびコンピュータプログラム ”, 特許出願2002-303032, 特許公開2004-139325, 特許登録4243941(平成21年1月26日)
- [3] 藤田和弘, 四宮康治, 篁直樹, 中森伸行: “ モーメント特徴量を用いた低解像度ナンバープレート数字の識別 ”, 情報科学技術フォーラム講演論文集 H-024, (2012)