

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

大江凌太郎*
Ryotaro OE

藤田和弘*
Kazuhiro FUJITA

四宮康治†
Koji SHINOMIYA

1 はじめに

犯罪捜査において、ナンバープレート数字の識別は重要である。しかしながら、実際に記録された防犯ビデオが高解像度であっても、カメラとナンバープレートの距離が離れている場合、ナンバープレート部分の画素数が少なく、目視でナンバープレート数字を特定することが難しい場合があり、低解像度ナンバープレート数字の識別に関する研究が行われてきた。これまでの、低解像度ナンバープレート数字の識別の研究として、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[1], Eigen Numberを用いた低解像度ナンバープレート数字の識別[2] などがあるが、実際の低解像度ナンバープレート数字の識別において、「3」、「8」、「9」の識別に課題があると考えられる。本研究では、低解像度ナンバープレート数字の画像ベクトルと、主成分分析(PCA), スパース主成分分析(SparsePCA), 独立成分分析(Fast ICA)による固有ベクトルとの内積からなる展開係数を特徴量として用いて、ベイズ識別を行い識別結果の比較を行った。

2 提案手法

低解像度画像[1]の画素を1次元にならべた列ベクトルを \mathbf{x}_n とする。PCAによる基底ベクトル、つまり固有ベクトルを \mathbf{u}_k とし、対象画像 \mathbf{x}_n の固有ベクトル \mathbf{u}_k による展開係数を $v_{n,k}$ とする。固有ベクトル \mathbf{u}_k は、次式を最小化することにより求める。

$$\frac{1}{2} \left\{ \sum_n \|\mathbf{x}_n - \sum_k v_{n,k} \mathbf{u}_k\|^2 \right\} \quad (1)$$

subject to $\|\mathbf{u}_k\|^2 = 1$

各固有ベクトル画像(図1)より、例えば、固有ベクトル \mathbf{u}_0 では、数字「4」の特徴を捉えていると考えられる。固有ベクトル \mathbf{u}_1 であれば数字「9」の特徴を捉えていると考えられる。このようにして、固有ベクトルがそれぞれ異なる数字の特徴を捉えていると考えられる。

SparsePCAは、展開係数 $v_{n,k}$ がなるべく疎になるようにしたPCAの一種である。SparsePCAによる基底ベクトル、つまり固有ベクトルを \mathbf{u}'_k とし、対象画像 \mathbf{x}_n の固有ベクトル \mathbf{u}_k による展開係数を $v'_{n,k}$ とする。固有ベクトル \mathbf{u}'_k は、次式を最小化することにより求める。

$$\frac{1}{2} \left\{ \sum_n \|\mathbf{x}_n - \sum_k v'_{n,k} \mathbf{u}_k\|^2 + \alpha \sum_{n,k} \|v'_{n,k}\| \right\} \quad (2)$$

subject to $\|\mathbf{u}_k\|^2 = 1$

ここで、 α はスパース性を調整するパラメータである。

Fast ICAは展開係数 $v''_{n,k}$ が独立になるように、固有ベクトル \mathbf{u}''_k を求める。各固有ベクトル画像を図1に示す。

計算機シミュレーションを行う際、低解像度画像10,240枚[1]に対し、展開係数 $v_{n,k}$ を特徴量としてベイズ識別を適用して二分割交差検証を行った。PCA, SparsePCA, FastICAの各展開次元数を決めるにあたって、ROC AUC (AUC)の値が1.00近くになる次元数をそれぞれ選択した。展開次元数に対するAUCの変化を、図2に示す。

3 識別実験結果

実際のナンバープレートを遠方より撮影した画像(図3)に対して識別実験を行った。1桁目の数字「9」の識別結果を表1に、4桁目の数字「3」の識別結果を表2に示す。

表1より、3種類の手法とも「9」を「5」と誤識別した。また、このことから、実際の低解像度ナンバープレート数字と作成した低解像度ナンバープレート数字との差異があったことが考えられる。表2より、「3」に関しては、PCAよりもSparsePCA, Fast ICAの方が高い確率で識別できる結果となった。Fast ICAでは「3」では良好な結果であったが「9」を完全に「5」と誤識別する結果となった。

従来法[1]は、数字画像の幾何学的な特徴量であるモーメント特徴量を用いているために、ある程度安定した識別結果であり、同じナンバープレート数字「9」

*龍谷大学, Ryukoku University

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

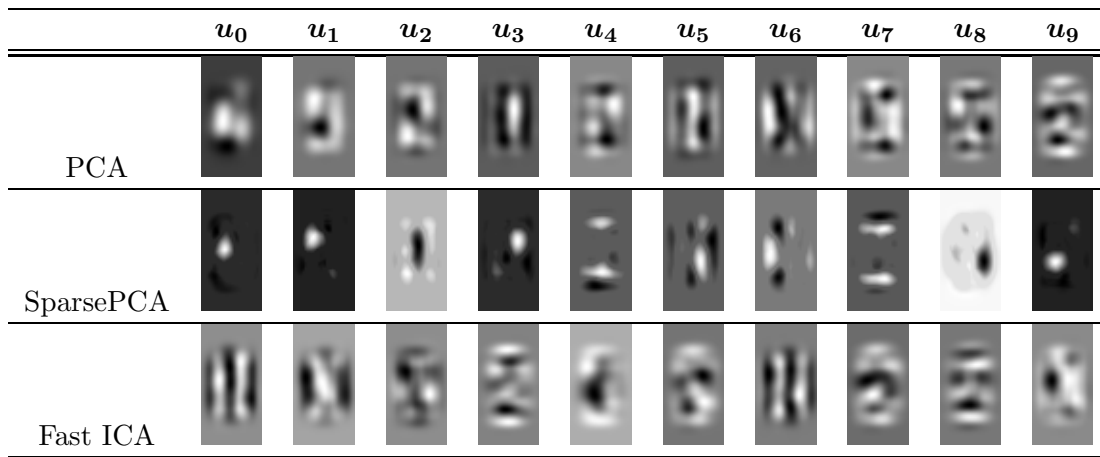


図 1: 固有ベクトル画像(PCA, SparsePCA, FastICA)

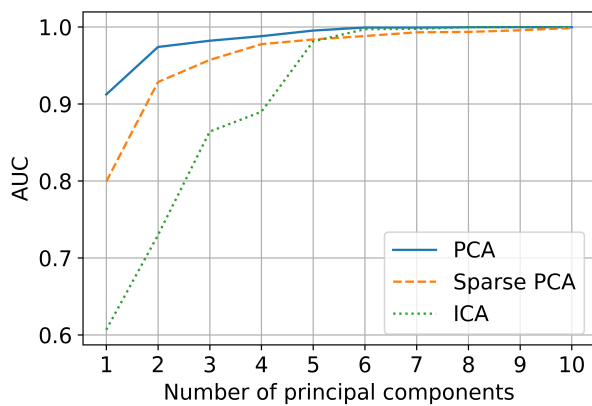


図 2: 展開次元数に対する AUC



図 3: 実際のナンバープレート画像「9173」

に関する識別結果は、 $P(5) = 0.490$, $P(9) = 0.380$ であった。

今後は、SparsePCAの α を調整するなどして、安定した識別結果となるように改善を行いたい。また、CNNを用いた識別方法を組み合わせた統合した識別方法についても検討を行いたい。

参考文献

[1] Koji SHINOMIYA, et al. : “ Discriminating Car License Plate Numbers on Low Resolution using Moment Characteristics ”, ITE Transactions on Media Technology and Applications, Vol.1, No.4, pp.271-277, 2013

[2] 四宮康治 他: “ Eigen Number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

表 1: 1桁目「9」の識別結果

	PCA	SparsePCA	Fast ICA
0	0.000	0.000	0.000
1	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000
5	0.986	0.988	1.000
6	0.000	0.000	0.000
7	0.027	0.000	0.000
8	0.000	0.000	0.000
9	0.014	0.012	0.000

表 2: 4桁目「3」の識別結果

	PCA	SparsePCA	Fast ICA
0	0.000	0.000	0.000
1	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000
3	0.533	0.968	0.996
4	0.000	0.000	0.000
5	0.419	0.014	0.001
6	0.000	0.000	0.000
7	0.027	0.018	0.000
8	0.000	0.000	0.000
9	0.021	0.000	0.003

術フォーラム講演論文集 H-024, Vol.12, No.3, pp.157-158, 2013