

CNNを特微量抽出器としてSVM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 SVM and CNN as feature extractor

松岡剛史*

Tsuyoshi MATSUOKA

藤田和弘†

Kazuhiro FUJITA

四宮康治‡

Koji SHIOMIYA

1 はじめに

警察の捜査等において要望のある防犯カメラなどの車両の自動車登録番号票(ナンバープレート)は小さく、車両登録番号(ナンバープレート数字)の画素数が十分でなく、そのまま、人間が数字として読みとることは難しい。具体的には、数字当たり縦4×横2画素程度の画素数しかない場合があり、このような数字を読み取ることは困難である。

大江らの研究 [1]で、提案されている手法では、いくつかの数字について、高い識別率で、対象画像の数字を識別することができている。大江らにより提案されている手法に含まれるCNN (Convolutional Neural Network) による識別手法では、ブラックボックスとも考えられるCNNを用いており、説明性への懸念がある。この課題を解決するために、著者らはOcclusion解析により対象の低解像度ナンバープレート数字のどの部分が識別結果に影響しているかを図解し、フェイク画像の生成を行うことで、使用した識別モデルの特徴を第三者に示す手法を提案した [3]。しかし、間違った数字に対して高い確信度を出力してしまうoverconfident問題が、解決されていない。本研究では、overconfident問題に対する解として、先行研究のCNN部分を、特微量抽出器として用い、その特微量に対してサポートベクタマシン (以下、SVM) を適用し、その識別結果を、先行研究と比較した。

2 ナンバープレート数字の低解像度化モデル

低解像度化画像 $\{\hat{x}_{m,n}\}$ は、原画像 $\{x_{m,n}\}$ をピクセライズした画像 $\{\tilde{x}_{m,n}\}$ に対して平滑化したものと仮定する。

ナンバープレート数字の原画像を、ピクセライズした後、平滑化を行った数字画像を、図1に示す。



図1 低解像度化したナンバープレート数字画像

3 識別器の構造

特微量抽出を行うCNN (Convolutional Neural Network) の全体構造を、図2に示す。対象画像は低解像度化画像であるために、深いCNN構造でなく、ConvolutionとMaxPoolingの組み合わせが4層の比較的浅いCNN構造としている。

	kernel / pooling	activation
Convolution	7 × 7	elu
MaxPooling	4 × 4	
Convolution	7 × 7	elu
MaxPooling	4 × 4	
Convolution	3 × 3	elu
MaxPooling	2 × 2	
Convolution	3 × 3	elu
MaxPooling	2 × 2	

図2 CNNの構造

上記、CNNの出力を、SVMに入力する。SVMの設定を表1に示す。

* 龍谷大学, Ryukoku University

† 龍谷大学, Ryukoku University

‡ 兵庫県警察本部科学捜査研究所, Hyogo Police Forensic Laboratory

表1 SVMのパラメータ設定

kernel	Radial Basis Function
gamma	scale
decision function shape	One-vs-One

4 計算機実験結果

0～9のナンバープレート数字画像(縦256×横128画素)から、各数字あたり1,024枚、合計10,240枚の低解像度化画像を生成し、その半分5,120枚を学習用画像、残りの半分5,120枚を検証用画像として、CNNとMLPから構成されるニューラルネットワークを学習させた。なお、学習用画像に対する識別率および検証用画像に対する識別率は、両方とも1であった。

4.1 実際の対象画像の識別結果

図3に示す実際の低解像度ナンバープレート数字画像に対する識別結果を、表3に示す。

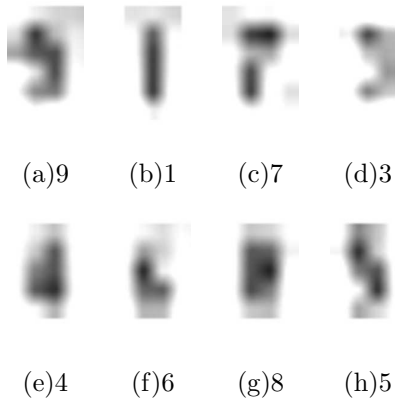


図3 実際の低解像度ナンバープレート数字画像

実際の低解像度ナンバープレート数字画像に対する識別結果では、「9」と「1」は第1候補、「7」は第2候補、「3」は第4候補、「4」は第2候補、「6」は第5候補、「8」は第1候補、「5」は第1候補として識別しており、一定の精度を満たしている。著者らの提案手法 [3]2と比較して、「7」を「2」と誤識別する確信度が低下し、正しく「7」と識別する確信度が向上した。また、「4」を「6」と誤識別する確信度が低下し、正しく「4」と識別する確信度が向上した。

5 まとめ

本稿では、CNNを用いた低解像度ナンバープレート数字の識別で課題となっている、overconfident問題をCNN

表2 実際の低解像度ナンバープレート数字画像の識別結果 (従来法)

	9	1	7	3	4	6	8	5
P_0	0.009	0.008	0.004	0.096	0.011	0.011	0.009	0.005
P_1	0.009	<u>0.874</u>	0.026	0.094	0.029	0.761	0.009	0.005
P_2	0.009	0.007	0.816	0.093	0.011	0.043	0.009	0.005
P_3	0.017	0.008	0.012	<u>0.155</u>	0.011	0.016	0.009	0.012
P_4	0.009	0.008	0.004	0.092	<u>0.045</u>	0.011	0.021	0.005
P_5	0.063	0.051	0.036	0.093	0.011	0.078	0.009	<u>0.940</u>
P_6	0.009	0.020	0.004	0.094	0.848	<u>0.049</u>	0.009	0.013
P_7	0.009	0.010	<u>0.089</u>	0.098	0.011	0.011	0.011	0.005
P_8	0.009	0.007	0.004	0.094	0.011	0.010	<u>0.901</u>	0.005
P_9	<u>0.857</u>	0.007	0.004	0.092	0.011	0.010	0.012	0.006

表3 実際の低解像度ナンバープレート数字画像の識別結果

	9	1	7	3	4	6	8	5
P_0	0.031	0.005	0.064	0.042	0.052	0.043	0.016	0.004
P_1	0.015	<u>0.874</u>	0.017	0.158	0.022	0.072	0.001	0.003
P_2	0.040	0.019	0.479	0.209	0.040	0.174	0.002	0.005
P_3	0.053	0.014	0.096	<u>0.075</u>	0.018	0.070	0.004	0.011
P_4	0.023	0.005	0.018	0.008	<u>0.212</u>	0.024	0.001	0.001
P_5	0.256	0.018	0.084	0.029	0.074	0.468	0.001	<u>0.961</u>
P_6	0.041	0.008	0.022	0.012	0.503	<u>0.057</u>	0.000	0.002
P_7	0.061	0.052	<u>0.188</u>	0.456	0.017	0.030	0.001	0.003
P_8	0.022	0.002	0.012	0.004	0.020	0.038	<u>0.966</u>	0.002
P_9	<u>0.457</u>	0.003	0.019	0.007	0.042	0.025	0.008	0.008

を特徴量抽出器として用いたSVMによる識別での解決を試みた。正しく識別した数字は、非常に高い確信度での識別ができています。誤識別した数字は、誤った数字の確信度が非常に高くなることは避けられているため、overconfident問題への対策としては、一定の効果が見られる。

参考文献

- [1] 大江凌太郎, 藤田和弘, 四宮康治: “機械学習モデルのアンサンブルを用いた低解像度ナンバープレート数字の識別”, FIT2022 (2022)
- [2] 大江凌太郎, 藤田和弘, 四宮康治: “SparsePCAを用いた低解像度ナンバープレート数字の識別”, FIT2021 (2021)
- [3] 松岡剛史, 藤田和弘, 四宮康治: “CNNを用いた低解像度ナンバープレート数字の識別”, FIT2023 (2023)