



多様なナンバープレートに対応する検出手法

荻内 康雄*・東久保 政勝

Detection Method for Various License Plates — by Yasuo Ogiuchi and Masakatsu Higashikubo — Existing license plate detection methods have a good success rate in detecting one or a few fixed formats, however, they may fail in some cases such as motorcycles in Japan and foreign vehicles traveling across national borders. The authors have developed a novel method to detect different types of license plates. This method employs Histogram of Oriented Gradients (HOG)-based bag-of-features, which enables the detector to identify characters' common curves on different types of plates. Moreover, this method, used in combination with screening technology and edge distribution, reduces the computation time and false detection. The experiment results show that the method is effective for detecting motorcycle license plates in Japan.

Keywords: license plate detection, image processing, bag of features, histograms of oriented gradient

1. 緒言

日本国内の四輪車のナンバープレート検出は古くから様々な方式が提案されており、特に文字配置規則を用いた方式⁽¹⁾では高精度な抽出が可能である。また、市販されているプレート検出装置においても公称99%以上という高い検出成功率を実現している。これらの方式において検出成功率が高い理由の一つとして、四輪車のプレートの様式は国によって規定され、日本国内で統一されている⁽²⁾ことが挙げられる。

一方、日本国内であっても原付自転車のプレートの様式は市町村レベルの地方自治体の条例により定められているためその様式は様々であり、近年は一部自治体において変形プレートやイラスト入りプレートなども採用されている

(写真1)。また、日本国外においても国境を越えた交通の自由化に伴いさまざまな国のナンバープレートを装着した車両が通行するようになっている。正確な交通流計測などを目的として、このようなプレートに対する検出・認識のニーズが高まっているが、プレート形状や文字配置が一定の規則にしたがっていることを前提とする従来のプレート検出方式では十分に対応できないため、多様なナンバープレートに対応できる柔軟な検出・認識手法の実現が必要である。

本報では特に検出について注目し、新たなプレート検出手法を提案する。さらに、その手法を日本国内の原付自転車のナンバープレート検出に対して適用した結果について報告する。



写真1 日本国内の原付自転車ナンバープレートの例^{(3)~(5)}

2. 提案技術の概要

2-1 特徴量と識別器 提案技術では、特徴量としてHOG (Histogram of Oriented Gradient) 特徴に基づくBag of Features⁽⁶⁾ (以下、「BoF特徴量」と呼ぶ)、識別器として線形SVMを用いる。HOG特徴ベースのBag of Featuresを用いることにより、プレートに含まれる文字(特に数字)に共通の曲線を捉えることができる。また、線形SVMを用いることにより、DSPなどによる実機への移植が容易になる。

識別器の訓練は以下の手順により行った。

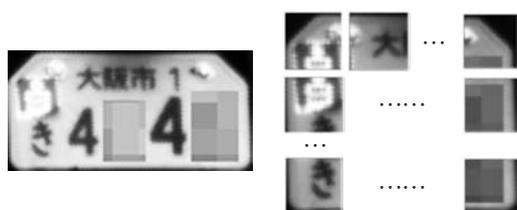
1. 訓練用サンプルをブロックに分割
2. 各ブロックに対してHOG特徴量を算出

3. HOG 特徴量に基づいてブロックをクラスタリング
4. 各訓練用サンプルに対して、含まれるブロックの HOG 特徴のビンの値の合計によりクラスター別重み付きヒストグラムを作成
5. 上記のヒストグラムを特徴量として、負例と正例とを識別する線形SVMを訓練する
6. 3. で得られた各クラスターの代表点と、5. で得られた線形SVMを合わせて訓練結果とする。

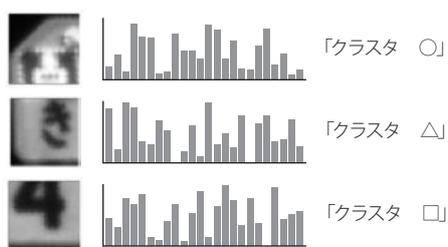
なお、実際の訓練では、抽出した訓練用データのサブセットに対して識別器訓練を繰り返し行った後、全正例・全負例各々に対する識別正解率の平均が最大となる識別器を最終的な結果として採用した。サブセット抽出の際には最大識別正解率を更新したサブセットの一部を残し、その他に対してランダム抽出した訓練データを置き換えた。

上記の訓練を踏まえて、BoF 特徴量の算出と識別は以下の手順により行った (図1)。

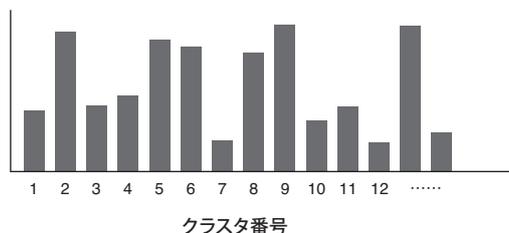
1. 対象サンプルをブロックに分割
2. 各ブロックに対してHOG 特徴量を算出



(1) 対象サンプルをブロックに分割



(2) 各ブロックのHOG特徴から
ブロックが属するクラスターを算出



(3) 対象サンプルに含まれるブロックについて、
クラスター別重み付ヒストグラムを作成

図1 特徴量の算出手順

3. HOG 特徴量に基づいて各ブロックが属するクラスターを算出する
4. 対象サンプルに含まれるブロックについて、クラスター別の重み付ヒストグラムを作成する
5. 上記のヒストグラムを特徴量として、識別器による識別を行う

2-2 検出処理 検出処理の概要を写真2に示す。

まず時間差分に基づいて車体部分を求めることによって対象範囲を限定する。続いて限定された対象範囲の中でさらにエッジ分布によるスクリーニングを行う。BoF 特徴量の算出は処理コストが大きいですが、これらの前処理によって処理時間を短縮することができる。



(1) 検出対象画像



(2) 時間差分による対象範囲限定



(3) エッジ分布によるスクリーニング



(4) 識別器によるプレート検出

写真2 検出処理の概要

最終的に残った検出対象範囲に対してBoF特徴による線形SVM識別器でスキャンと識別を行い、「正例」と判定された検出枠を検出結果とする。

3. 実験

3-1 実験の概要 実験では道路上に固定されたカメラによって撮影された写真3のような画像から原付自転車プレートを検出する課題について検討した。



写真3 検出処理対象画像の例 (一部加工済み)

多くの自治体においては、六角形または長方形のいずれかのプレートが採用されている。高さはいずれの形状でも100mmで共通であるが、幅は六角形プレートで200mm、長方形プレートで170mmとなっている⁽⁷⁾。また、近年一部自治体では上記の形状から外れた変形プレートが採用されているが、サイズは高さ100mm、幅200mmに収まる。

カメラは固定されているため、画像のy座標からプレートの高さを一意に決定することができる。また、プレートの幅は2種類のいずれかに限定される。このため、検出時のスキャンにおいては、高さを既知とし、幅と高さの比が1.7:1、2:1の2種類の検出窓を用いて2回のスキャンを行っている。

実験対象の画像データは表1に示された3シーンである。画像は路上の固定カメラによって撮影されたものであり、原付自転車が含まれている画像の他、四輪車が含まれている画像や車両が含まれていない画像がある。DAY 1およびDAY 2は昼間、NIGHTは夕方～夜間に撮影されたものである。また、画像サイズは1920×1080である。

訓練用画像データは、同じカメラで撮影した別画像から人手で切り出したプレート画像およびWeb上で収集したプレート画像を正例、実際のカメラ画像においてプレート部以外の車体の部分からプレートと同じサイズでランダムに切り出した画像を負例とした。なお、負例として車体部分のみを用いたのは、前処理において差分により車体部分のみが抽出されることを考慮したためである。また、検出器は昼夜共通である。

実験は一連の処理をC言語で実装し、Intel Core2 Quad Q9550 (2.83GHz) の1コア処理で行った。

3-2 結果と考察 検出結果ウインドウがプレート全体を含んでいれば「検出成功」、原付自転車プレートとまったく重なっていない検出結果ウインドウを「誤検出」としてカウントする。ただし、四輪車のプレートと一部でも重なっている検出枠については、「検出成功」にも「誤検出」にも含めていない。

各シーンに対する検出性能を表1に示す。検出成功率は昼夜問わず98%以上、誤検出は画像1枚あたり平均8個以下であった。また、1920×1080の画像に対する処理時間はIntel Core2 Quad Q9550 (2.83GHz) の1コア処理で、1枚あたり30ms以下であった。

表1 各シーンでの検出性能

	画像枚数	延べ出現回数	検出成功数
DAY 1	3542	93	92
DAY 2	2807	65	65
NIGHT	2135	63	62

検出結果の例を写真4に示す。左はエッジ分布によるスクリーニングを行わない場合、右はスクリーニングを行った場合の結果であり、エッジ分布によるスクリーニングにより誤検出が削減できていることが分かる。

また、写真4に示した検出結果ではプレートの周りに位置ずれした誤検出が多く出ている。これはBag of Featuresの原理上、位置ずれには弱いためであり、今後の課題である。



写真4 ナンバープレート検出結果の例。車両周りを拡大して表示。左はエッジ分布によるスクリーニングを行わない場合、右はエッジ分布によるスクリーニングを行った場合。画像は一部加工済み

4. 結 言

PC上での検証では高い検出成功率となり、提案技術によって様々な様式のプレートに対応できる柔軟かつ高精度な検出が実現できることを示した。今後実フィールドでの検証が必要である。

提案技術により、四輪車のみならず原付自転車についても高精度なナンバープレート検出が可能になり、一層の用途拡大が期待される。

執 筆 者

荻内 康雄* : 情報通信研究所 主査 博士 (工学)
画像認識およびパターン認識技術の開発
に従事



東久保政勝 : 情報通信研究所 グループ長

* 主執筆者

用語集

※1 HOG

Histogram of Oriented Gradient : 画像特徴量の一つ。画像を複数の局所領域に分割し、各領域内の輝度の勾配方向のヒストグラムを並べたベクトルを特徴量とする。位置ずれや照明の変動に対して頑健であるという特長をもつ。

※2 Bag of Features

局所特徴量の集合を単一のヒストグラムにより表現する特徴量。位置の情報は捨象されることになるが、きわめて簡潔な表現となる。物体認識などにおいて近年広く用いられるようになった。

※3 SVM

Support Vector Machine : パターン認識手法の一つ。2クラスの分類問題に関して理論的に最も性能が高い手法の一つであり、未学習データに対して高い識別性能を持つとされる。

・Intel、Intel Core は、米国 Intel Corporation の米国及びその他の国における商標または登録商標です。

参 考 文 献

- (1) 田邊勝義、川島晴美、丸林栄作、仲西正、塩昭夫、大塚作一、「部分文字列の配置規則を考慮したナンバープレート領域抽出」、電子情報通信学会論文誌D-II、情報・システム、II-情報処理 J81-D-2 (10)、2280-2287 (1998)
- (2) 道路運送車両法施行規則第11条、同第1号様式
- (3) 「ナンバープレート情報局」、<http://www.k5.dion.ne.jp/~nplate/>
- (4) 『『坂の上の雲』のまちを走る「雲をイメージしたかたち」のナンバープレート 松山市ホームページ』、http://www.city.matsuyama.ehime.jp/kurashi/tetsuzuki/zeikin/keiji/sakakumo_number.html
- (5) 「神戸市：原付ナンバープレート（オリジナル版）の交付開始」、<http://www.city.kobe.lg.jp/information/press/2011/05/20110527114401.html>
- (6) 八木・斉藤（編）、「コンピュータビジョン最先端ガイド3」、アドコム・メディア(株) (2010)
- (7) JIS D 4902:1966 「原動機付自転車用番号表の様式」