

ロバスト性を向上させたナンバープレート認識装置

Vehicle License Plate Recognition System with Improved Robustness against External Conditions

武田 浩佐

櫻井 雄介

青木 泰浩

■ TAKETA Kosuke

■ SAKURAI Yusuke

■ AOKI Yasuhiro

近年、ETC (Electronic Toll Collection System : ノンストップ自動料金収受システム) の適用車両の拡大や不正通行車両の増大に伴い、二輪車を含めた車両のナンバープレートを正確に認識する技術が必要となっている。しかし、屋外でナンバープレートを認識しようとする、太陽光や雨などの自然現象に起因する様々な外乱因子や、車両自身の影などが認識精度を左右するため、開発にあたっては、これらの影響を受けないことが求められている。

東芝はこの要求に応えるため、ロバスト性を向上させたナンバープレート認識装置を開発した。ナンバープレートの認識は主に、撮像する機能と画像を処理する機能で実現される。前者についてはナンバープレートの輝度情報をもとに画像を最適化し、後者についてはナンバープレート領域を推定した後にプレート内の文字を認識する方式を適用することで、ロバスト性が向上した。

There is an increasing need for correct vehicle license plate recognition for the Electronic Toll Collection (ETC) system, due to the relaxation of vehicle type restrictions and rising number of nonpaying drivers. However, license plate recognition is subject to disturbance under varying illumination environments such as the sunlight condition, shadows on the plate cast by parts of the vehicle itself, and so on.

To overcome these problems, Toshiba has developed a license plate recognition technology for both four-wheeled vehicles and motorcycles that offers increased robustness against factors creating environmental disturbances. This system consists of an image sensing module and an image processing module, with countermeasures against the shadow problem. An algorithm for optimization of the camera parameters based on the intensity of the plate image and an algorithm for estimation of the plate location prior to recognition are incorporated in the system, both of which improve the robustness of the system's performance.

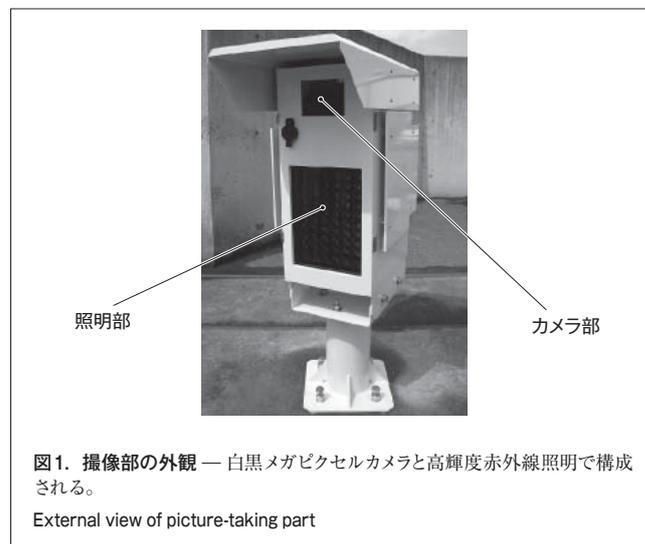
1 まえがき

ナンバープレートの認識技術は1980年代後半に実用化が開始された。近年、ETC (Electronic Toll Collection System : ノンストップ自動料金収受システム) の利用が盛んになる一方で、二輪車への適用も開始され、また、不正通行車両が増加しているとのニュースが新聞紙上にぎわすなど、ナンバープレートを正確に認識することの重要性が改めて見直されつつある。今回、二輪車のナンバープレートを含めた認識装置を開発したので、以下にその概要と特長となる機能について述べる。

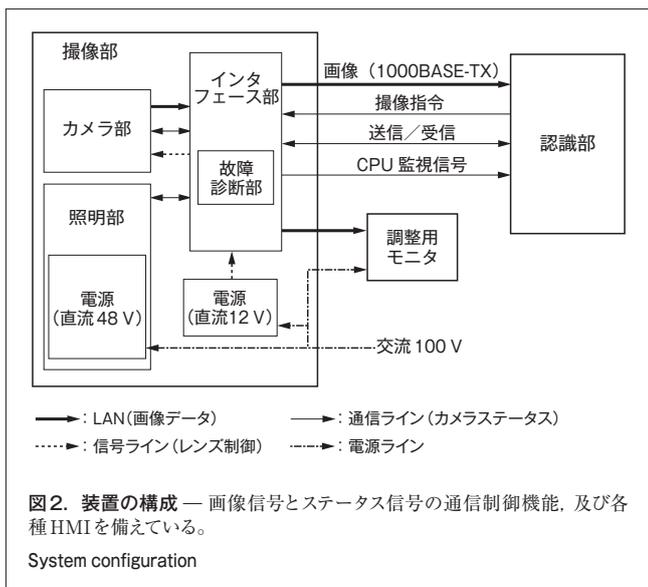
2 装置の概要

開発したナンバープレート認識装置は、カメラで走行車両の後面を撮像し、その画像データに含まれるナンバープレート画像から、ナンバープレートの情報を生成する。主に、カメラを主体とする撮像部と、そこからの画像を基にナンバープレートの情報を認識をする認識部で構成される(図1, 図2)。

撮像部は、カメラ部、照明部、及びインタフェース部から成り、専用のきょう体に収納される。屋外での運用に対する耐環境性と、車両の走行による振動、粉じん、ばい煙に耐えられ



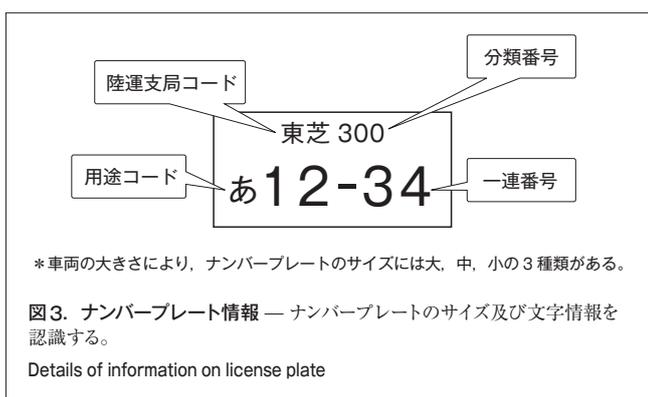
る構造が要求される。きょう体は前面と背面に開閉扉が設けられ、各扉は施錠されたうえ、更に開閉状態が遠隔監視される。インタフェース部では、認識部との間で画像信号やステータス信号などの通信制御を行い、また、撮像部単体でカメラを調整できる各種HMI (Human Machine Interface) を備えている。



認識部は、撮像部から出力される画像データを受信し、それを処理した後に必要情報を切り出し、解析結果としてナンバープレート情報を生成する。

撮像部は、走行する車両のナンバープレートを静止画でとらえ、すべてのナンバープレート情報(図3)を認識できるようにするため、通過する車両の右又は左斜め後方の撮影最適位置に設置してある。撮像タイミングは別途設けられる位置検出センサにより生成する。

この装置には、24時間連続の安定稼働が求められる。そのためには、認識エンジンの高度な性能はもちろん、夜間の画像品質を確保するための照明性能や、外部の環境条件(天候、方位、季節、時間帯など)に影響されない安定した画像品質の確保が必要である。以下に、その実現手段について述べる。



3 撮像制御方式

ナンバープレート認識装置は、夜間から晴天時の昼間の日なたまで、すべての環境下で適切な撮像結果を得る必要がある。撮像条件を固定にしてそのような結果を得ようとすると、非常

に強い照明が必要になって現実的ではないので、撮像条件を制御することが必要になってくる。

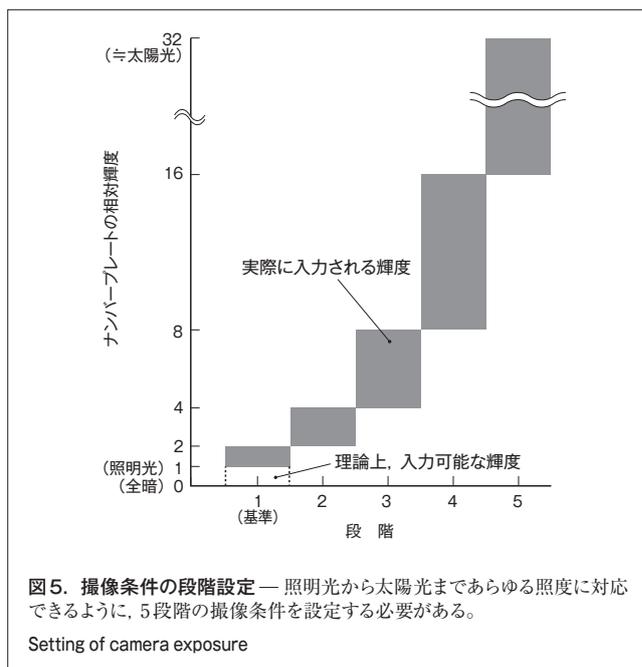
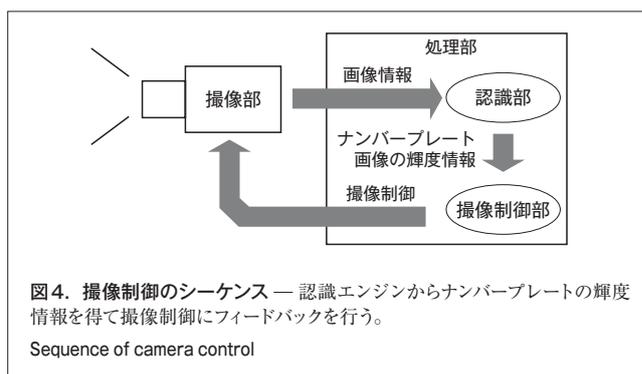
3.1 従来の方式

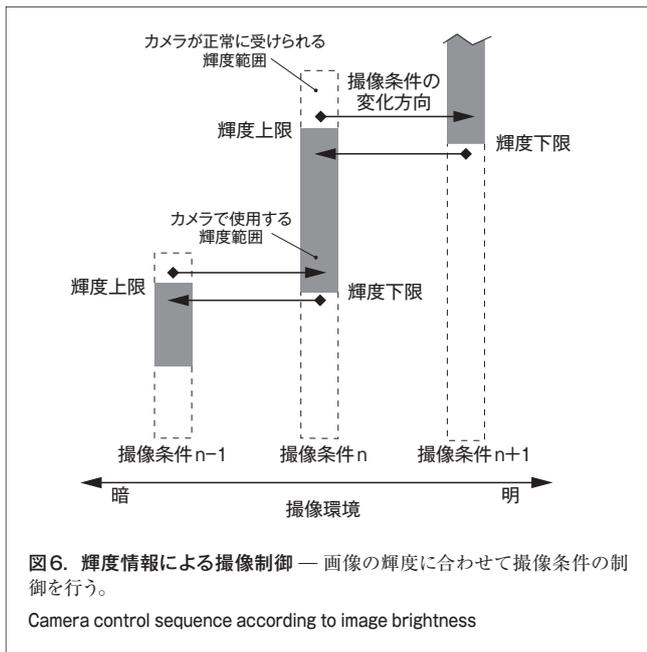
従来の撮像制御には、周辺照度をもとに制御を行う方式や、カメラに入力される画像の平均輝度を用いるオートアイリス方式などが使用されている。しかし、ナンバープレート部分の輝度は、周辺の照度や入力画像の平均輝度と必ずしも連動しない場合があり、ナンバープレートの撮像に適した条件にならない場合があった。

3.2 開発した装置の方式

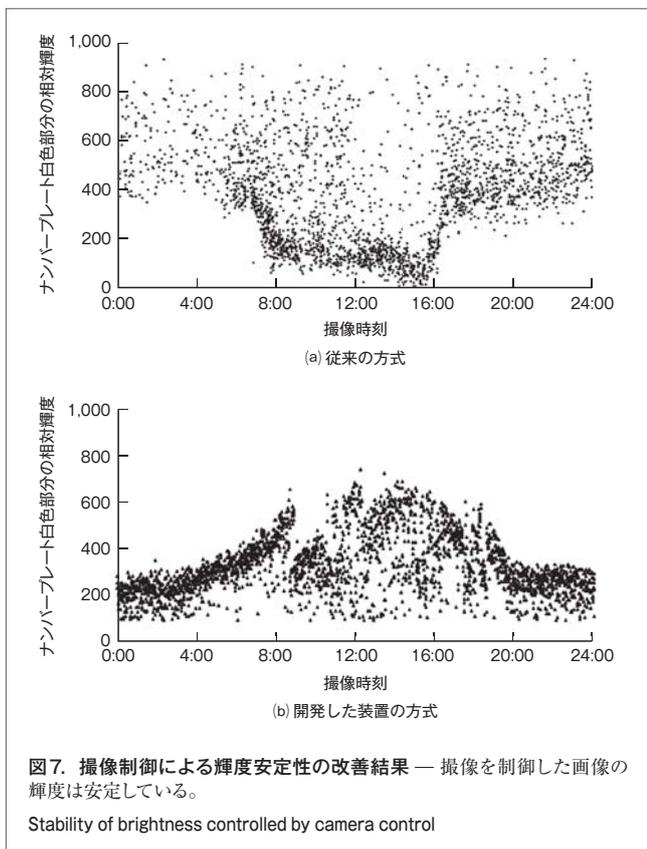
従来方式の問題点を解決するため、この装置では認識部から得られるナンバープレートの輝度情報をもとに、撮像条件を制御する方式を採用した(図4)。

この方式では、あらゆる環境下で撮像できるようにするため、照明光と太陽光を考慮して、図5に示すように撮像条件を設定する必要がある。ここで設定した条件のうちから撮像に使用する条件を選択する方法は、次のとおりである(図6)。





- (1) 認識エンジンに画像データを入力することで、ナンバープレート内の文字と背景の輝度情報が出力される。
- (2) これらの輝度情報から一定時間内に通過した車両について、ナンバープレートの白部分の平均輝度を算出する。
- (3) 各撮像条件に対して、ナンバープレート白部分の輝度



の上限と下限をあらかじめ設定しておき、上限を超えた場合には、画像全体の輝度を下げる方向に撮像条件を変更する。逆に下限を超えた場合には、画像全体の輝度を上げる方向に変更する。

- (4) (1)~(3)の制御のもとで撮像し、撮像結果を認識エンジンに再度入力して撮像制御を繰り返し実行する。

3.3 改善結果

以上の撮像制御を実施することで得られた結果を図7に示す。この結果からも、ナンバープレート白部分の輝度のばらつきが、従来のオートアイリス方式と比較して低減されていることが実証された。

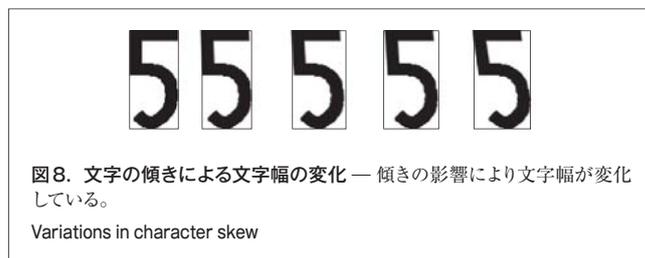
4 認識方式

4.1 認識上の課題

ナンバープレート認識性能のロバスト性を確保するうえで、対象となる文字の解像度のばらつきや、カメラの設置条件で生じる文字の傾きなどがこれまで問題とされてきた。

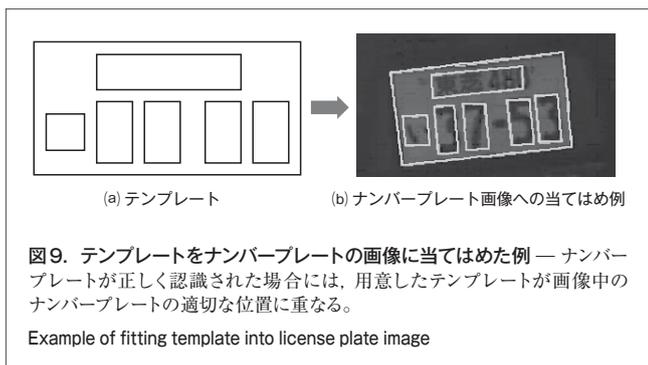
車体後方中央以外への取付け例が多いため、カメラの焦点距離の違いによる解像度のばらつきや、車体の陰に隠れてしまう例も見られる。時間帯によっては更に影も出現してくるため、これらの条件下でも安定して認識性能を確保することが求められている。

これに対応するため、日本のナンバープレートの特徴を利用し、最初に4けたの一連番号を検出・認識してナンバープレート領域を推定した後、その中の文字を認識する方式を開発した。この方式によれば、ある文字が部分的に隠れている場合でも、隠れていない部分の文字の並びから、隠れている部分を統計的に推定することができる^{(1), (2)}。また、文字の傾きによる文字幅の変化(図8)については、4けたの各文字間の距離の変化を考慮したパラメータ調整で対応できる。



4.2 認識アルゴリズムの概要

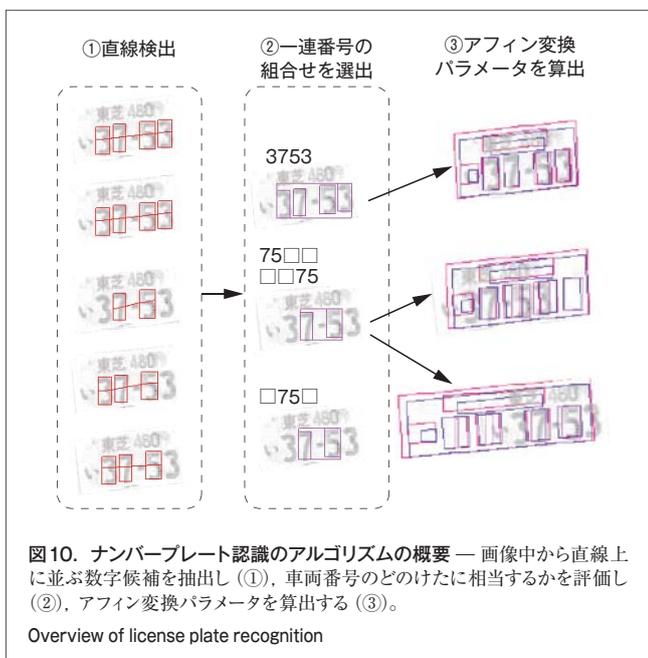
ナンバーが正しく認識された場合、4けたの一連番号及び画像中のナンバープレートの位置と角度を表すパラメータ(アフィン変換)によって、画像中の適切な位置にテンプレートが重なることになる(図9)。テンプレート内の各長方形の領域(一連番号を除く陸運支局コード、分類番号、及び用途コード)に入った



文字は、これらの長方形の位置情報をもとに認識される。

ナンバープレート認識のアルゴリズムの概要を図10に示し、以下に説明する。

- (1) 一連番号を構成する文字（数字）を抽出するため、前処理後の画像にラベリング処理を行い、得られた領域内の文字を認識して文字候補群を作成
- (2) ハフ変換による直線検出を応用して、直線上に並ぶサイズの近い文字候補群を一連番号になりうる候補群として抽出（図10の①）
- (3) 上記候補中の各文字候補から4個以内の数字候補を抽出し、一連番号の各けたに当てはめてナンバープレート候補を作成（図10の②）
- (4) 一連番号候補に空いているけたがある場合には、後処理において、該当する領域を画像から切り出して再度文字認識を行い、最終正解候補を抽出（図10の③）



- (5) 正解候補の位置と角度のパラメータから、陸運支局コード、分類番号、及び用途コードに相当する領域を抽出し、各領域について文字認識と単語認識を行い、ナンバープレート内のすべての文字情報を取得

4.3 認識性能と今後の課題

今回開発したナンバープレート認識方式について、屋外で撮像された画像データから無作為に抽出したものを対象に認識性能を検証した結果、約98%以上の認識率が得られた。これまで課題となっていた角度条件に対するロバスト性や部分隠れについても、良好な結果を得ている。残された課題としては、解像度のロバスト性向上が挙げられる。これは圧縮処理が施されている画像データを想定している。また、複数枚のフレーム画像を活用して認識性能を向上させる方式についても検討する。

5 あとがき

現在、開発装置のフィールド実験を実施中で、ナンバープレート認識率の評価を行っている。また、今回開発した撮像及び画像処理の技術を屋外における各種物体の検出へ応用するため、研究開発を進めていく予定である。

文献

- (1) 河野優香, ほか. “数字候補領域の配置情報を利用したナンバープレート認識方法”. Vision Engineering Workshop 2007. <<http://www.tc-iaip.org/view/2007/>>, (参照2008-05-13).
- (2) 浜村倫行, ほか. 単語認識における事後確率を用いた評価関数. PRMU. 106, 300, 2006, p.1-6.



武田 浩佐 TAKETA Kosuke

社会システム社 小向工場 セキュリティ・ID 機器システム部 主務。有料道路向け料金収受システムの開発に従事。Komukai Operations



櫻井 雄介 SAKURAI Yusuke

社会システム社 社会システム事業部 道路システム技術部 主務。有料道路向け料金収受システムの商品企画及び開発に従事。Infrastructure Systems Div.



青木 泰浩 AOKI Yasuhiro, Ph.D.

電力システム社 電力・社会システム技術開発センター セキュリティ・オートメーション開発部主務, 博士(情報科学)。画像処理及びパターン認識技術の開発に従事。Power and Industrial Systems Research and Development Center