

ナンバープレート認識装置の実用化

Practical Realization of Vehicle License Plate Recognition System

櫻井 雄介 青木 泰浩

■ SAKURAI Yusuke ■ AOKI Yasuhiro

近年、ETC（自動料金収受システム）の普及に伴い、料金収受レーンを通行する車両のナンバープレートを正確に認識する技術が求められている。

東芝は、このようなニーズに対応するため、外光などの環境条件に対して高いロバスト性を持つナンバープレート認識装置の開発を行ってきた。今回、製品化にあたって実施したフィールド試験では、一部の条件で認識性能を低下させる問題点が発見された。これらの問題点に対して、新たに2段階2値化処理方式の採用や、認識処理の前段階で処理パラメータの見直しを行う対策を実施した。この結果、夏季の日光による陰などコントラストが強い陰が生じるケースでも認識率が大幅に向上し、外部環境に対するロバスト性を更に向上させることができた。

Vehicle license plate recognition technology has become essential in recent years for correct identification of individual vehicles passing through Electronic Toll Collection (ETC) system lanes.

Toshiba has been developing a vehicle license plate recognition system with high robustness against the external environment such as sunlight conditions. Through field tests carried out toward commercial production, problems that degrade the recognition performance under certain conditions were identified. By newly employing a two-stage binarization method and optimizing the pre-processing parameters prior to recognition, we confirmed that improvements were achieved in the recognition rate and the robustness of the system under the external environment, even in the case of shadows with strong contrast in summer sunlight conditions.

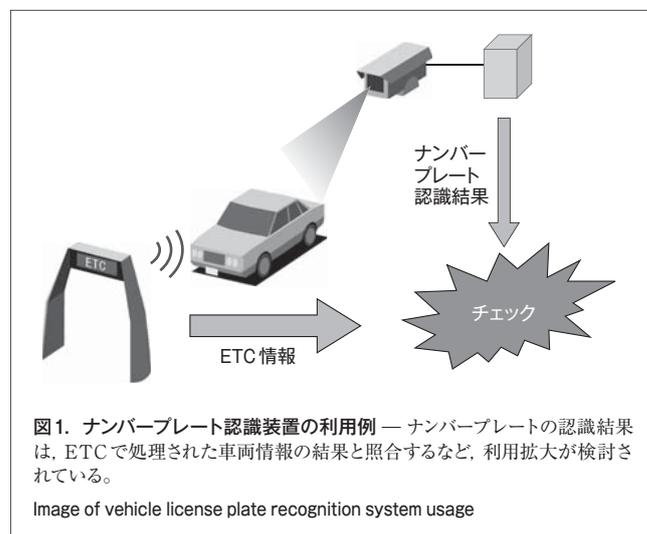
1 まえがき

近年、ETCの普及で料金収受レーンが無人化し、不正通行車両が増加している。このため、高速道路利用者に対する公平性の観点から、不正防止のための対策、及び料金収受の確実性の向上が求められている。この対策として、車両情報とナンバープレート認識結果を照合するなど、ナンバープレート認識情報の利用拡大が検討されている（図1）。

このような用途では、ナンバープレート認識装置に対して、認識率の高さはもちろんのこと、屋外の環境での安定した認識性能が必要となっている。屋外でナンバープレートの認識を安定して行うためには、ナンバープレートと撮像装置との位置関係のばらつきや、ナンバープレートにあたる光量の変動に対応する必要がある。

東芝は、これらの外的要因に影響を受けにくいナンバープレート認識装置の開発を行ってきた⁽¹⁾。今回、製品化にあたりフィールド試験を行い、取得したフィールドデータの解析を実施した。

ここでは、一部の環境条件で発見された認識性能を低下させる問題点に対し、装置の認識性能及び安定性を更に向上させるために実施した対策とその評価結果について述べる。



2 ナンバープレート認識装置の概要

ナンバープレート認識装置は、カメラで走行車両を撮影し、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情報を認識し、データを生成する。主に、カメラ及び照明装置から成る撮像部（図2）と、撮像部で得られた画像データからナンバープレートの認識処理を行う処理部で構成



図2. 撮像部の外観 — 撮像部はカメラ及び照明装置から構成され、処理部は別装置に収納されている。

Camera unit

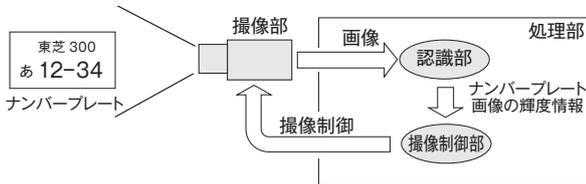


図3. 撮像制御シーケンス — 認識部からのナンバープレートの輝度情報を撮像制御部にフィードバックして撮影条件を制御する。

Sequence of camera control

される。

撮像部に対して、夜間から晴天時の昼間のひなたまで、すべての環境下で適切な画像データを得ることが求められる。この要求を満足するため、開発した装置では、認識部で得られるナンバープレートの輝度情報を基に、撮像条件を制御する方法を採用している⁽²⁾ (図3)。

また、認識処理では、ナンバープレートの設置位置のばらつきを考慮して、最初に4けたの一連指定番号を検出し認識してナンバープレート領域を推定した後⁽³⁾、文字を認識する方法を採用している⁽⁴⁾。この方法により、ナンバープレート的一部分が隠れている場合でもナンバープレートを全体画像から切り出すことが可能になり、全体の認識率が向上している。

3 フィールド試験での問題点とその対策

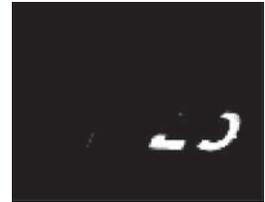
開発したナンバープレート認識装置のフィールド試験を実施した。取得したフィールドデータの解析から、認識性能が低下する特徴的なケースの存在が確認された。ここでは、確認された問題点とその対策について述べる。

3.1 ナンバープレート上の輝度ばらつき

3.1.1 問題点 ナンバープレートに周辺物や車両構造物の陰がかかることにより、図4(a)のように陰がかかっている



(a) 陰のかかったナンバープレート



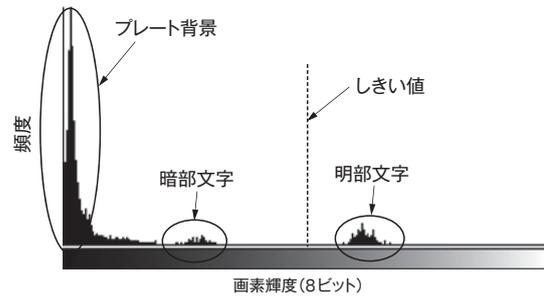
(b) 認識結果

図4. 陰がかかっているナンバープレートの例 — コントラストが強い陰がナンバープレート上に生じている場合、輝度が認識可能な範囲でも、従来の方法では認識できないケースが確認された。

Example of vehicle license plate containing shadow



(a) 陰のかかったナンバープレート画像



(b) ナンバープレート画像の輝度分布

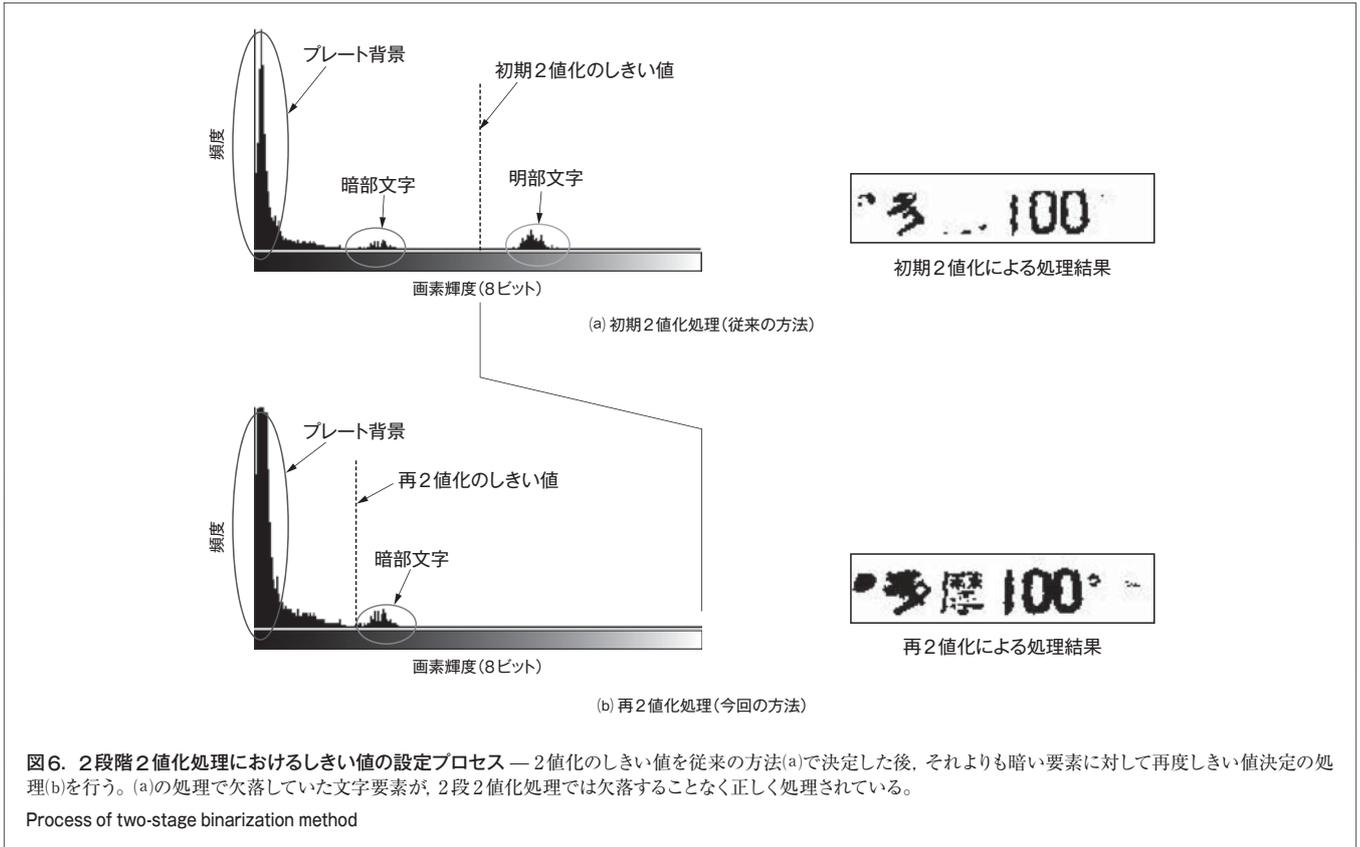
図5. ナンバープレート画像の輝度分布 — 陰がかかっているナンバープレート画像の輝度分布は、プレート背景、文字の暗部及び明部の三つに分かれて分布する。

Distribution of brightness of vehicle license plate image

部分(画像上の暗部)の輝度が認識可能な範囲であっても、認識できないケースが確認された(図4(b))。特に、夏季における車両構造物の陰など、コントラストの強い陰が生じている場合に影響を受けやすい。

3.1.2 対策 前述の陰による認識率の低下については、認識のために画像を2値化した結果が適切ではなかったことが判明した。

文字が白色、背景が濃緑色のナンバープレート上に陰により発生した明暗がある画像と、この画像の画素に対する輝度の分布を図5に示す。ナンバープレート上に陰ができた場合(図5(a))、白色部分の輝度は、同じ白色であっても明部と暗部に



分かれた分布となる(図5(b))。

従来の2値化のアルゴリズムでは、画像の輝度分布から一つのしきい値を決定し2値化を行っていた。このため、しきい値が文字の明部と暗部の中間に決定された場合、2値化処理により図6(a)のように暗部の画像が欠落して、後段の認識処理に影響を及ぼしていた。また、しきい値が文字の暗部とナンバープレート背景の間の輝度に設定されたときでも、文字の明部を認識するための最適な値ではない場合が考えられる。

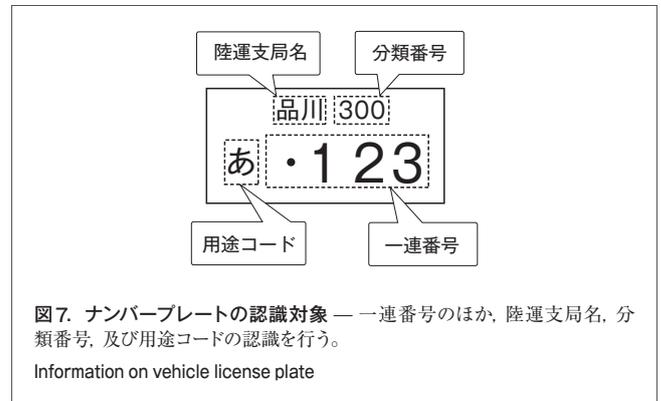
この問題への対策として、新たに2段階2値化処理の方法を採用した。この方法では、従来の方法で2値化のためのしきい値を決定した後、しきい値よりも輝度が低かった部分の画像を対象としてしきい値の算出を再度行い、先に2値化処理を行った結果との論理和をとる。このように2段階2値化処理を行うことで、輝度の異なる領域、すなわち陰がかかっている部分とそれ以外の二つの領域に対して、それぞれ適切なしきい値を用いて2値化できる。

2段階2値化処理したナンバープレート画像は、図6(b)に示すとおり、欠落することなく正しく処理されている。

3.2 認識対象文字のS/N低下

3.2.1 問題点

陰などの影響によりナンバープレートの画像の明るさが不足した場合、陸運支局名や分類番号などの文字が小さな部分(図7)について認識率が著しく低下するケースがあることが判明した。陸運支局名や分類番号は、車



両構造物の陰がかかりナンバープレート上でもっとも明るさが不足しやすい部分であり、優先的な対応が必要である。

3.2.2 対策

フィールドデータによる処理結果を解析したところ、明るさの不足によりS/N(信号雑音比)が低下した場合、画像の解像度が不足して隣りあう文字どうしが接続した状態として認識されていた(図8)。このため、認識前処理のパラメータの見直しを行った。今回、見直したパラメータは、文字の分離パラメータとノイズ除去のパラメータの2点である。

分離パラメータは文字要素が接続しているか分離しているかの判定に関するパラメータである(図9)。分離性が高くな



2値化による誤接続

図8. 文字を誤って接続した例 — 文字を接続して検出した場合、認識処理では正しく文字を分割する必要が生じる。

Example of misconnection of characters

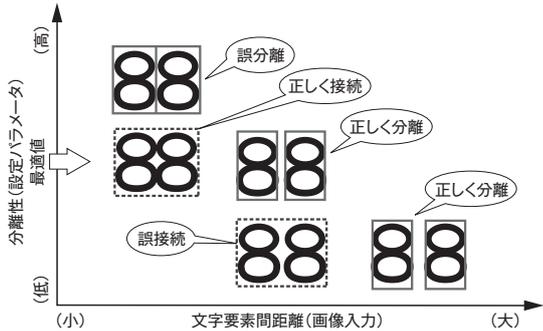


図9. 分離パラメータの最適化 — 文字要素の分離又は接続を判断するためのしきい値で、接続と判定した場合は同一の文字として認識処理を行う。

Optimization of parameter for character separation

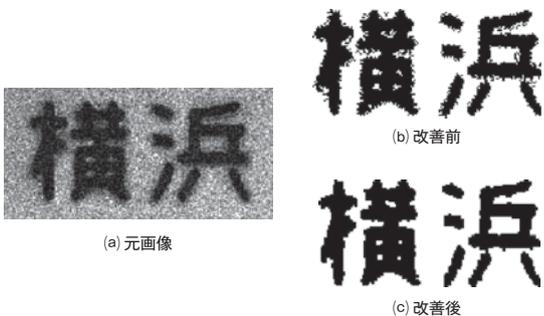


図10. ノイズ除去パラメータの最適化 — ノイズ除去パラメータの変更により、処理後の画像(c)が改善されている。低解像度の画像では認識処理に対する効果が大きい。

Optimization of parameter for noise reduction

るように分離パラメータの設定を行った場合、一つの文字を複数の文字として認識するおそれがある。

ノイズ除去のパラメータは画像データにかけるローパスフィルタの強度を決定するパラメータであり、画像データ中の画素データの塊からノイズとして除去する大きさの上限値を決定す

るパラメータである。ノイズ除去の強度を強く設定した場合、全体として得られる画像はシャープになるが、本来必要な画像要素を除去してしまうおそれが考えられる(図10)。

今回の対策ではフィールドデータを用いた評価を実施し、その結果から認識率と、画像データのぼらつきに対する耐性をもっとも良くなるように、両パラメータの決定を行った。

4 あとがき

このナンバープレート認識装置は、フィールドデータによる評価と対策の結果、当初の目標であるナンバープレート認識率(一番番号は99%以上、陸運支局名、分類番号、及び用途コードは96%以上)に到達することができた。

一方、ナンバープレート認識に対しては、認識性能の更なる向上や、認識処理時間の短縮、低解像度カメラへの対応など、用途により様々な要求がある。このような様々なニーズに対応していくため、今回開発した撮像及び画像処理技術について、いっそうの改善を進めていく。

文献

- (1) 武田浩佐, ほか. ロバスト性を向上させたナンバープレート認識装置. 東芝レビュー. 63, 8, 2008, p.57-60.
- (2) 長谷部光威, ほか. “歩行顔照合のための高階調マルチフレーム輝度値補正”. 第14回画像センシングシンポジウム (SSII08). 横浜, 2008-06, 精密工学会画像応用技術専門委員会. IN2-17.
- (3) 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. 電子情報通信学会技術研究報告 PRMU, パターン認識・メディア理解. 106, 300, 2006, p.1-6.
- (4) 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. 横浜, 2007-12, 精密工学会画像応用技術専門委員会. I-37.



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