

駐車場車両管理のための画像処理による 二輪車・四輪車判別装置の開発

後河内 大介[†] 宇崎 和雄[†] 長谷川 誠[†] 吉光 裕司[†]

[†]オムロン株式会社 〒525-0035 滋賀県草津市西草津 2-2-1

E-mail: † {daisuke_ushirogohchi, kazuo_uzaki, makoto_hasegawa, yuji_yoshimitsu}@omron.co.jp

あらかし 2006年6月の改正道交法により、駐車違反の取締りが強化されている。しかし、二輪車に関しては駐車場が少ないため、二輪車の駐車スペースを整備することが求められている。この対策として、現在ある四輪車駐車場に二輪車駐車スペースを併設する方法があげられる。しかし、四輪車と二輪車で料金体系を変える必要があり、駐車場の自動発券システムでは、二輪車と四輪車を自動的に判別させなければならない。

この解決方法として、著者らは、駐車場の入りロゲートに固定カメラを設置し、画像処理により二輪車と四輪車を判別するシステムを開発した。本稿では、実フィールドでの実証検証を行い、運用可能なレベルの性能を確保できたので報告する。

キーワード 駐車場, 二輪車, 四輪車, 画像処理, ナンバープレート認識

Development of the Image Processing Apparatus Which recognizes the Motorcycle and Automobile for Parking lot Management

Daisuke USHIROGOUCHI[†], Kazuo UZAKI[†], Makoto HASEGAWA, Yuji YOSHIMITSU[†]

[†]Traffic solutions Engineering Department, OMRON Corporation 2-1,2-CHOME, NISHIKUSATSU-CITY,
SHIGA-PREF., 525-0035 Japan

E-mail: † {daisuke_ushirogohchi, kazuo_uzaki, makoto_hasegawa, yuji_yoshimitsu}@omron.co.jp

Abstract

A parking violation has got strict by revised the Road Traffic Law since June, 2006. Because parking area of motorcycle is few, it is necessary to increase parking lot of the motorcycle. In order to solve this problem, there is a method of establishing the Motorcycle parking space as an annex in the Automobile parking lot. However, it is necessary to change the fee system with the Motorcycle and Automobile. Thus, the system of the automatic issuing tickets of the parking lot should automatically distinguish the Motorcycle and Automobile.

In order to overcome this problem, we have been developed the image processing apparatus which recognizes the Motorcycle and Automobile with a steady camera for Parking lot Management. In this paper, we report the result of field test, because the image processing apparatus achieved the performance at the level that was able to be operated.

Keyword Parking lot, motorcycle, automobile, image processing, license plate recognition

1. はじめに

2006年6月の改正道交法により、駐車違反の取締り方法が強化されているが[1]、二輪車に関しては駐車スペースが少ないため、二輪駐車場の整備が求められている。この対策として、現在ある四輪車駐車場に二輪駐車スペースを併設する方法があるが、四輪車と二輪車の料金体系を分ける必要がある(図1)。

現在、駐車場の自動発券システムでは、車両の有無を、車両の金属部分を検知するループ検知器により行っている[2]。この手法で二輪車と四輪車を判別するためには、二輪車用の小さなループを埋め込む必要があり、次のような問題点があげられる。

- ① 二輪車の検知漏れ
- ② ループ設置に伴う運用の一時中断
- ③ 改修工事のコストが高い

①については、二輪車の種類によっては金属部分が少なくループ検知器に反応しない二輪車があると考えられる。また、四輪車用のループ検知器と併設しているため、四輪車用のループ検知が反応して誤検知する場合もある。②については、ループ設置に伴い、24時間運用の駐車場では運用を一時中断しなければならない③については、ループを新たに路面上に設置するには地面を掘り起こさなければならないため、工事費用が増加する。また、四輪車用のループ検知器がすで

に設置してあるため、誤って切断してしまう危険性もある。

この解決方法として、我々は駐車場入りロゲートに設置した固定カメラからの映像を画像処理することにより、二輪車と四輪車を判別するシステムを開発した。このシステムの利点としては、設置工事のために運用を中断することはなく、工事費もカメラの設置のみに抑えられる。また、監視カメラの効果もあり、トラブル時にもすばやく対応できる。今回、桜橋地下駐車場にて実証実験を実施したので報告する。

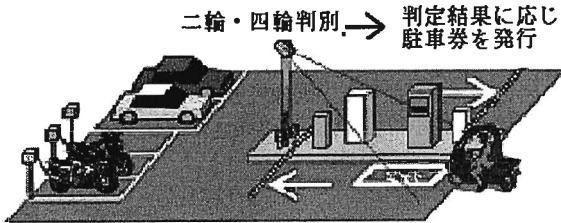


図 1 システムの利用イメージ

2. 提案手法

実証実験に用いた機器構成を図2に、機器の配置図を図4に示す。撮像装置からはNTSC信号で映像信号を送り出し、利用者がチケットを取得するタイミングで画像処理部の処理した車種判別結果を接点信号で発券機に送る。カメラは一台の固定カメラを使用し、入場ゲートに高さ2.2mの位置から斜め下向きにカメラを設置した。実際のカメラ映像を図3に示す。

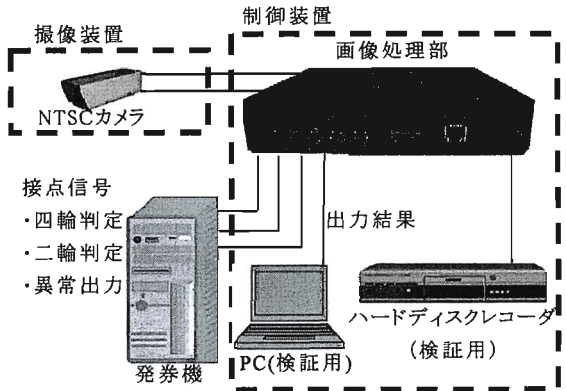


図 2 機器構成



図 3 実際のカメラ画像

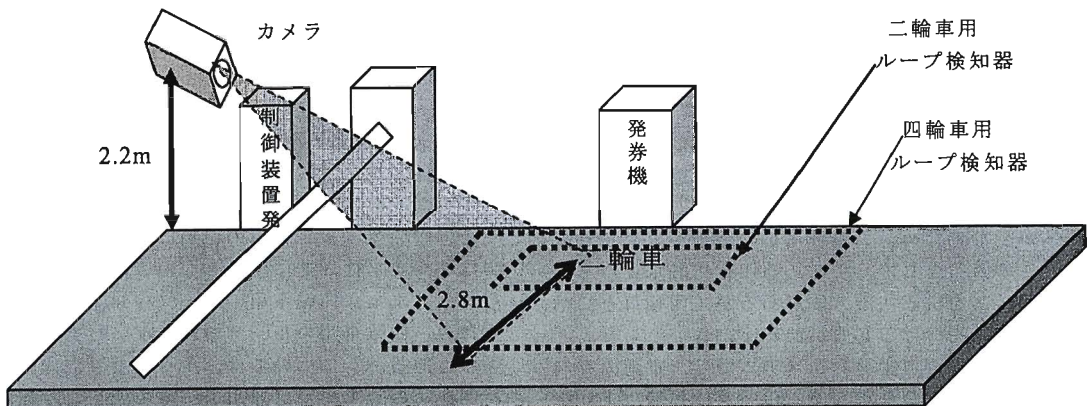


図 4 提案手法の機器設置図

3. ハードウェア構成

開発した二輪四輪判別装置は、撮像装置と制御装置から構成される。二輪四輪判別のための画像処理アルゴリズム、および発券機への接点信号の入出力は1台の専用画像処理ユニット(大きさ422mm×210mm×158mm)で実現している。カメラは高さ2.2mの位置に設置し、水平のカメラ視野が2.8mとなるように画角をあわせ、NTSC信号で映像を送り出す。また、絞り制御は、カメラ映像での自動絞りである。ハードディスクレコーダおよびPCは検証用として用意した。図5に画像処理部のブロック図を示す。

- (1) 撮像装置
 - ・カメラ：CCD COLOR CAMERA (HITACHI)
 - ・レンズ：焦点距離 5~50mm (CBC)
- (2) 制御装置
 - ・画像処理部
 - ①DSP：833MHz
 - ②CPU：Nios2-Core 32BIT (Altera)
 - ③その他：
 - SDRAM(DSP)：256Mbyte
 - SDRAM(FPGA)：64Mbyte
 - FlashMemory：8Mbyte

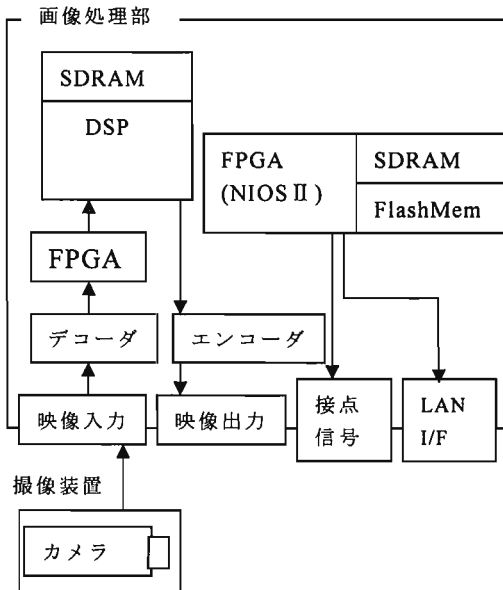


図5 画像処理部のブロック図

4. アルゴリズム

4.1. 前提条件

カメラの設置条件により、認識精度が左右されるため、ここでは、実用性を損なわない範囲でカメラの設

置条件 a)~d)の下で二輪車と四輪車の判別を行うものとする。

- a)一台の固定カメラを利用（ズーム制御なし、絞り制御は自動とする）
- b)カメラは斜め下向きに設置（車両を前から撮影）
- c)発券時に2台以上の四輪車が視野に入らないこと
- d)水平視野が2.8mとなること

4.2. 処理の流れ

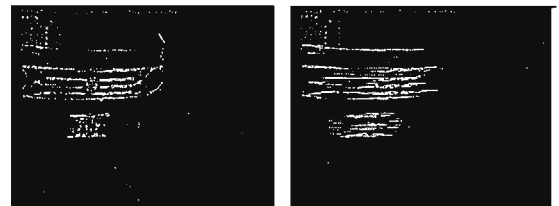
開発した画像処理アルゴリズムのフローを図7に示す。二輪車の車頭位置にはナンバープレートが無いため、ナンバープレートを検知することができれば四輪車と確定できる。そこで、本手法では、まずナンバープレート認識を行い、ナンバープレートが検出できれば四輪車と判定する。プレートが検出できない場合、特徴量による判別により車種判別を行う。

4.2.1. ナンバープレート認識

この処理では、ナンバープレートの検出を一連番号が切り出せたかどうかで判断する。まず、エッジ成分の集積度合いによりプレート候補を探索し、プレート候補があれば一連文字の切り出しの処理に移る。ここで、プレート候補が無ければ一連文字の切り出しの処理は行わない。プレート候補から一連文字を切り出し、ナンバープレートのフォーマットチェック（文字の大きさ・位置など）により切り出した一連文字がナンバープレートかどうかを判定する。

4.2.2. 特徴量による判別

特徴量による判別では、車両の水平エッジ成分に着目した。二輪車と四輪車の判別を抽出した水平エッジ成分の長さや量で行い、特徴量に応じて車種判別の結果を出力する（表1）。ここで、エッジ成分を抽出する前に、特徴量の分離をより安定させるため、水平方向の平滑化処理を行う。この平滑化処理を行うことで、二輪車と四輪車の水平エッジ成分の差がより顕著に現れるため（図6）、高精度な判別を可能にしている。



(a)

(b)

図6 エッジ画像 (a)平滑化なし(b)平滑化あり

表 1 特徴量による判別の車種判定方法

水平エッジ 量	長さ		
	長	中	短
多	四輪車	四輪車	二輪車
中	四輪車		二輪車
少	四輪車	二輪車	二輪車

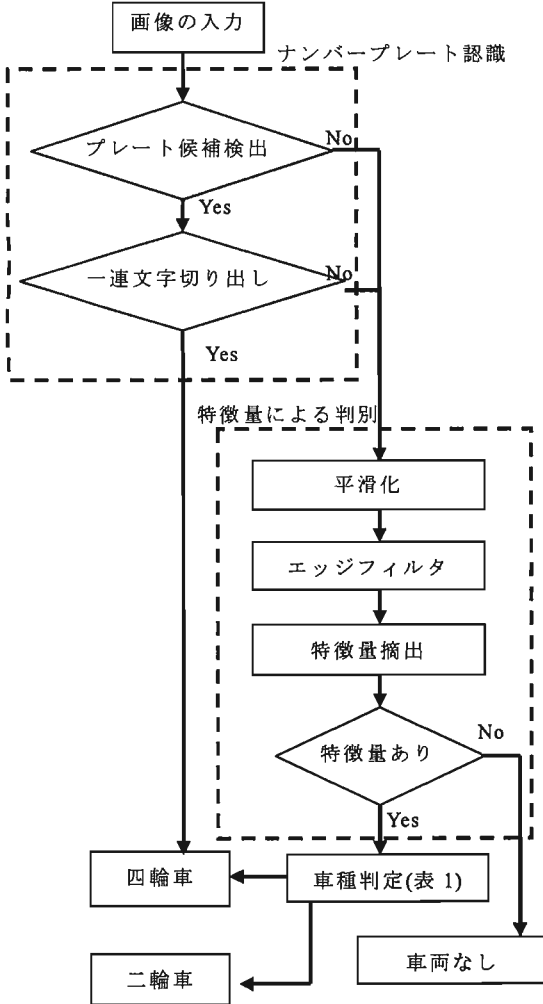


図 7 処理の流れ

5. 実証実験

5.1. 実験方法

今回の実験では、以下の方法で実験を行った。

- ・ 二輪車は試験車両をカウント
(1条件につき5台×10回程度走行)
- ・ 四輪車は一般走行車両をカウント

- ・ 入力画像をハードディスクレコーダにて録画
- ・ 画像処理部の出力結果を PC に保存

5.2. 評価方法

今回の実験では、実際に発券機への信号の送信は行っていないが、発券のタイミングでの出力結果で評価を行っている。

- ・ 検知漏れ：発券時に結果が出力されない場合
- ・ 誤検知：結果を出力しているが車種判定を間違っている場合

5.3. 評価結果

本実験は地下駐車場で実施しているが、昼夜では車両のヘッドライトの違いがあること、雨天の場合は路面が濡れていることから、表 1 に示す各撮影条件①～④にて実験を行った。評価結果を表 2、3 に示す。また、それぞれの条件の取得画像例を図 7～12 に示す。

結果より、検知漏れは 365 台中 1 台となり、検知率は 99.7% 以上となった。また、四輪車の誤検知が 6 台あるが、ほとんどが左ハンドルの車両(図 13)であるため、視野を変更すれば改善できると考える。左ハンドル車以外での誤検知を図 14 に示す。これはフォグランプの影響で誤検知となっている。

表 2 各撮影条件

		ヘッドライト	路面状態	天候	
①	二輪	点灯	DRY	昼	晴
	四輪	消灯			
②	二輪	点灯	WET	昼	雨
	四輪	点灯 or 消灯			
③	二輪	点灯	DRY	夜	晴
	四輪	点灯			
④	二輪	点灯	WET	夜	雨
	四輪	点灯			

表 3 条件ごとの検知性能評価結果 (台数)

条件	試験車両	評価台数	検知漏れ	正解	誤検知
		A	B	C	D
①	二輪	60 台	0 台	60 台	0 台
	四輪	60 台	0 台	60 台	0 台
②	二輪	条件④と類似のため省略			
	四輪	64 台	0 台	62 台	2 台
③	二輪	59 台	1 台	58 台	0 台
	四輪	84 台	0 台	82 台	2 台
④	二輪	50 台	0 台	50 台	0 台
	四輪	52 台	0 台	50 台	2 台
二輪合計		169 台	1 台	168 台	0 台
四輪合計		196 台	0 台	190 台	6 台
車両合計		365 台	1 台	358 台	6 台

表 4 条件ごとの検知性能評価結果 (率)

条件	試験 車両	検知率	正解率	誤検知率
		(A-B)/A	C/A	D/A
①	二輪	100.0%	100.0%	0.0%
	四輪	100.0%	100.0%	0.0%
②	二輪	条件⑦と類似のため省略		
	四輪	100.0%	96.8%	3.2%
③	二輪	98.3%	98.3%	0.0%
	四輪	100.0%	97.6%	2.4%
④	二輪	100.0%	100.0%	0.0%
	四輪	100.0%	96.1%	3.9%
二輪合計		99.4%	99.4%	0.0%
四輪合計		100.0%	96.9%	3.1%
車両合計		99.7%	98.0%	2.0%

6. まとめ

本稿では、四輪車用の駐車場に二輪車の駐車スペースを併設するためのシステムとして、画像処理による二輪車・四輪車判別装置の開発と、実フィールドでの評価結果について述べた。実フィールドでの実証実験では、検知率99.7%、正解率98.0%となり、十分に運用可能なレベルと判断する。今後の課題として、今回の実験で誤検知となった左ハンドル車の対応、横断者などの二輪車・四輪車以外の進入検知、および屋外対応の検証を進めていく。

謝辞

性能評価のために実フィールドをご提供いただきました財団法人 駐車場整備推進機構 桜橋駐車場管理事務所に謝意いたします。

文 献

- [1] 国土交通省ホームページ”道路空間の再配分による自動車等の駐車スペース確保・整序化実験”
<http://www.mlit.go.jp/road/demopro/plan/h18/15shinjyuku.html>
- [2] 磯川 達也, “ループコイル式車両検知器”特願2003-87459 (P2003-87459)

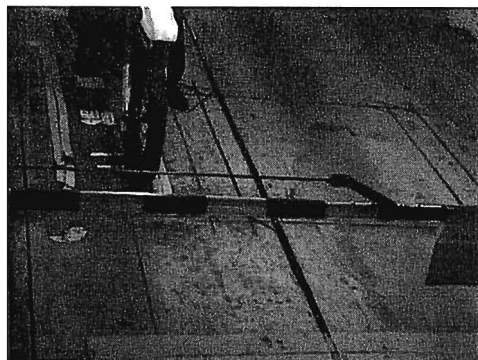


図 8 条件①（昼，晴）二輪車の例



図 9 条件①（昼，晴）四輪車の例



図 10 誤検知車両の例



図 11 誤検知車両の例