

エッジ投影特徴による斜め撮像画像からの車両検出

宮原 景泰 岡田 康裕
 三菱電機(株) 情報技術総合研究所

1. はじめに

カメラ画像によるナンバープレートの読み取りが、駐車場の入退出管理などに広く適用されているが、極度に汚れていたり隠れていたりするナンバープレートは検出できず、別途車両通過を検出する仕組みが必要となる。しかし、光学センサを併用する方法は機器の設置に制約が大きく、また、パターンマッチング等の画像処理で車両を検出する方法^[1]は、専用ハードウェアが必要になるという課題があった。このため筆者らは、ナンバープレート検出^[2]で用いられる、エッジの水平投影に基づいた特徴（エッジ投影特徴）に着目し、この特徴で車両検出する手法^[3]を提案した。本手法によれば、ナンバープレート検出と車両検出とで特徴抽出の部分を共通化できるため、効率的なシステムを構築できる。今回は、この車両検出手法を拡張して、カメラが道路を斜め上から見下ろす形態（斜め撮像）にも対応したので、この内容と実験結果について報告する。

2. エッジ投影特徴による車両検出の概要

まず、エッジ投影特徴の抽出手順を説明する。入力画像を水平微分した後、所定の閾値で2値化し、エッジ2値画像を作成する。その後、この画像を短冊状の部分領域に分割し、各部分領域で水平投影を行い、投影値を2値化してエッジ投影特徴とする（図1）。これは、水平方向に圧縮したエッジの特徴であり、それぞれ位置情報と長さ情報で構成される。なお、本特徴抽出においては、エッジ2値画像は閾値の異なる複数個作成し、それぞれからエッジ投影特徴を求め、最終的にはエッジ強度の異なる複数種類の特徴を得る。

車両検出では、この特徴が比較的安定に抽出できる車体前面部分（ヘッドライトやフロントグリル周辺など）を検出対象とした処理を行う。所定条件で絞り込んだエッジ投影特徴をフレーム間

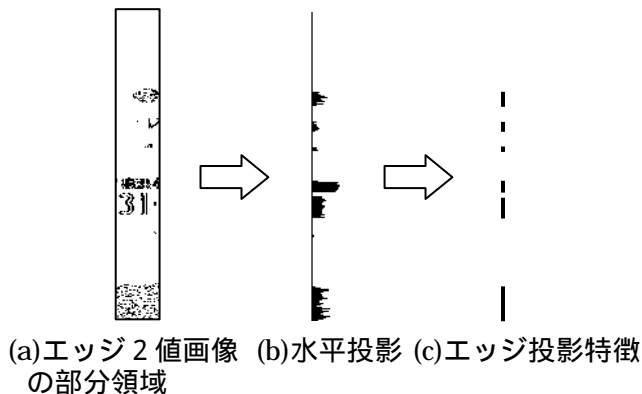


図1 エッジ投影特徴

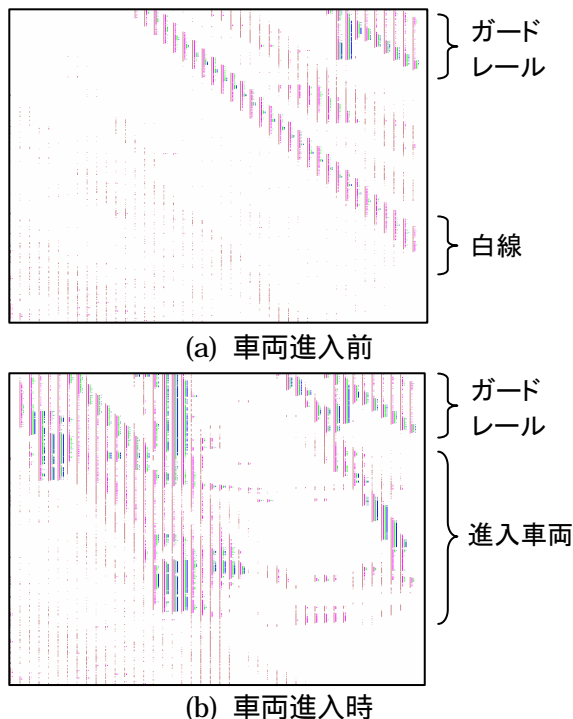


図2 斜め撮像画像のエッジ投影特徴の例

で対応付けて動き量を抽出し、画像中で高頻度に発生する動き量を持つ特徴が所定範囲に集中していた場合、これを車両として抽出する。

斜め撮像の場合は、エッジ投影特徴の水平方向解像度の低いことが影響して特徴が不安定になり、また、白線や路面のひび割れ等で長さが同程度の特徴が道路方向に沿って多数発生するため（図2）、フレーム間の対応付けが難しくなる。

Vehicles Detection Using Edge Projection Feature
 Kageyasu Miyahara Yasuhiro Okada
 Information Technology R&D Center
 Mitsubishi Electric Corp.
 5-1-1 Ofuna, Kamakura, Kanagawa, 247-8501, Japan

3. 斜め撮像画像からの車両検出

図3の概略フローに従って今回検討した手法を説明する。従来手法^[3]では、あらかじめ指定した1種類のエッジ投影特徴を対象としていたが、今回はエッジ強度の異なる複数種類を併用することで、不安定性の解消を図った。

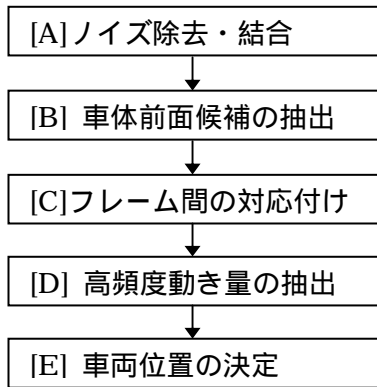


図3 検出方式の概略フロー

まず、エッジ投影特徴について、微小ノイズを除去すると同時に、切れ切れで密集している集団を一つに結合し、安定化させる（[A]）。

次に、この中から、長さが所定範囲内で、上側・下側の近接位置に他の特徴がないものを車体前面の候補として抽出する（[B]、図4参照）。これは、ヘッドライトやフロントグリルなどに共通する特性である。ここで、複数種類のエッジ投影特徴を併用する関係上、位置的に重なるものが複数抽出される可能性もあるが、この時はエッジ強度の高い種類を優先し、重複抽出しない。

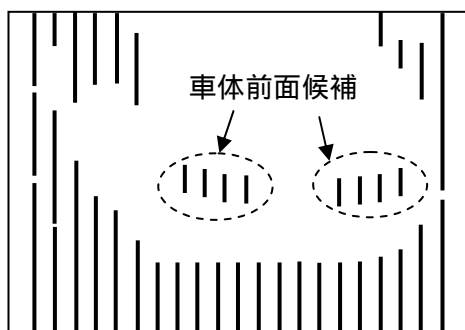


図4 車体前面候補の抽出例

その後、フレーム間で車体前面候補の対応付けを行う（[C]）。あらかじめ指定された車両進行方向のパラメータに基づいて対応付けの範囲を定め、所定の条件に合致する組み合わせを求めていく。この際、白線等で誤った対応付けを行わないよう、

相対位置に応じて対応付けの条件を変え、静止状態に該当する組み合わせを優先させる。

その後、対応付けで求めた組み合わせからそれぞれ動き量を計算し、画像中で最も多く発生している動き量を高頻度動き量として求める（[D]）。最後に、高頻度動き量と同程度の動き量を持つ車体前面候補について、垂直位置の分布を調べ、所定範囲内に閾値以上の数の候補があれば、これを検出位置（車体前面位置）として車両検出する（[E]）。

4. 実験

道路方向に対して右24度・俯角21度（図2の撮像条件）で設置したカメラの映像を対象に、検出実験を行った。この結果を表1に示す。映像1と2は共に昼間の映像であるが、天候が異なり、映像1は曇り、映像2は晴れのシーンが多い。このうち映像1を調整用として使用し、全車両の検出が可能となった。映像2については、逆光の比較的厳しい条件であるが、96%の精度が得られた。映像2で検出不良が多いのは、車両に先行する影の領域を検出位置にするケースが多かったためである。

表1 実験結果

	通過台数	検出台数	検出不良数
映像1	275	275 [100.0%]	1
映像2	358	344 [96.1%]	22

* 検出不良は、車両検出できていても、検出位置が車体前面からずれているものを指す

5. まとめと今後の課題

エッジ投影特徴を用いた車両検出手法を斜め撮像画像に対応させ、道路映像を用いた実験により、この効果を確認した。今後は、影の影響を軽減させる改良を行うと共に、雨天を含め、多くの映像で実用性の検証を進める予定である。

参考文献

- [1] 黒田他：“ITS向け車両検知・ナンバープレート認識カメラの開発”，三菱重工技報，Vol.40，No.3（2003）
- [2] 吉光他：“ナンバープレート読み取り装置における、回転・歪み補正”，OMRON TECHNICS，Vol.41，No.3（2001）
- [3] 宮原他：“エッジ投影特徴による車両検出方式の検討”，第66回情処全大，5M-5（2004）