

斜め撮影ビデオ画像による車両挙動の簡略的正射投影化

東京大学大学院 学生会員 ○山地 毅彦

東京大学大学院 正会員 布施 孝志

東京大学大学院 正会員 清水 英範

1. はじめに

交通渋滞，交通事故，交通環境負荷等に対する詳細分析に向けて，個別車両の詳細動態データが必要とされている．これまでも，車両の詳細挙動把握のため，ビデオカメラによる観測が行われてきた．この観測は主に，ビルの屋上や歩道橋の上からの撮影により取得された斜め撮影画像である．実際の分析に用いる際には，斜め撮影画像からは道路上における車両の位置情報を直接求めることができないため，道路座標平面への画像の正射投影化が必要となる．正射投影化には，車両の3次元復元が必要となるが，交通観測においてはビデオカメラの配置等に対して，その撮影環境が制約された状況が多く，一般に，従来手法の適用は困難である．

本研究では，斜め撮影ビデオ画像からの，車両挙動の正射投影化手法の開発を目的とする．

2. 正射投影化手法の枠組み

斜め撮影画像を正射投影化するには画像中における物体の位置情報を3次元復元しなければならない．従来は位置情報を獲得するためにより精密な3次元復元手法が提案されてきた．しかし，本研究で求めるのは車両の位置情報であるため車両形状を詳細に復元する必要はない．そこで，本研究では，より簡略的に3次元復元を行う視体積交差法¹⁾に着目した手法を構築する．

(1) 視体積交差法

視体積交差法は画像中の物体のシルエットに注目し物体の3次元復元を行う．画像中のシルエットをカメラの投影中心から3次元空間に逆投影して得られる錐体中（visual hull）の部分空間に物体は存在する．そのため，複数画像から得られた visual hull の共

通部分が物体の存在可能空間に他ならない．以上のように物体の存在空間を限定することで3次元復元を行う．

(2) エッジマッチングによる visual hull の限定

視体積交差法では，交通観測のようにカメラ台数やカメラ配置に制約を受ける場合，visual hull が十分に限定されない．そこで，車両の形状特性を利用し visual hull を限定する．車両シルエットのエッジは，車両形状を規定する，進行方向と垂直，あるいは平行のエッジで構成されている．そこで，複数画像間においてシルエットのエッジのマッチングを行うことで，その3次元情報を算出し，それらのエッジより外部に存在する空間を車両存在空間から除外する．これにより正確な車両形状が同定可能となる．

(3) エッジマッチングの簡略化

エッジマッチングにより visual hull が効果的に限定されるのはカメラから遠方のエッジ部分である．そこで，遠方部のエッジマッチングを簡略化することで手法を簡略化する．視体積交差法により作成した visual hull を道路平面と垂直で車両の進行方向と平行な平面に投影すると（図1），カメラ配置の違いからできる visual hull の特徴点が容易に検出できる．この特徴点は車両の後方部エッジとみなすことができる．そこで，投影した visual hull から特徴点の位置



図1 visual hull の投影図

キーワード 視体積交差法，visual hull，シルエット抽出，エッジマッチング，車両挙動

連絡先 〒113-8656 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻 TEL 03-5841-6129

情報を算出することで、エッジマッチングによる位置情報の算出処理を省略する。

3. 屋内及び屋外撮影画像への適用

(1) 屋内撮影静止画像への適用

屋内において、静止した車両模型を2台のカメラで撮影した静止画像に対し提案手法を適用した。カメラは、地面からの高さがそれぞれ異なるように配置した。適用結果を、従来の視体積交差法を適用した結果及び、事前にマニュアルで計測した車両模型の位置、と並べてみると(図2)提案手法により visual hull が効果的に限定されていることが確認できる。

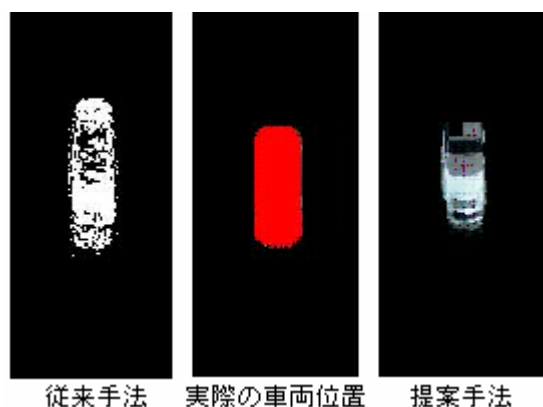


図2 提案手法と従来手法の比較

(2) 屋外撮影動画画像への適用

屋外において、実際に道路を走行する車両を2台のカメラで観測した動画画像に対し提案手法を適用した。撮影は歩道橋の上から行い、カメラは、道路からの高さがそれぞれ異なるよう配置した。適用結果を検証すると、屋内における静止画と同様に効果的に車両の位置情報が投影された(図3)。なお、テクスチャは、撮影画像のみから得られた情報に基づいている。



図3 屋外画像への適用結果

しかしながら、一部のフレームでは、十分な結果が得られない場合も生じた。この要因としては、視体積交差法に利用される車両シルエットが適切に抽出されなかったことが推測される。シルエット抽出には、背景差分及び、影領域除去を適用するが、これには複数のパラメータを用いる。この際、パラメータが変化すると抽出結果は大きく変化する(図4)。そのため、静止画においてはマニュアルで適切なパラメータを調整した。しかし、動画像では1フレームごとマニュアルでパラメータを調整することは不可能であり、パラメータを固定してシルエットを抽出した。そのために、適切にシルエットが抽出されないフレームが発生したことが要因であると推測される。

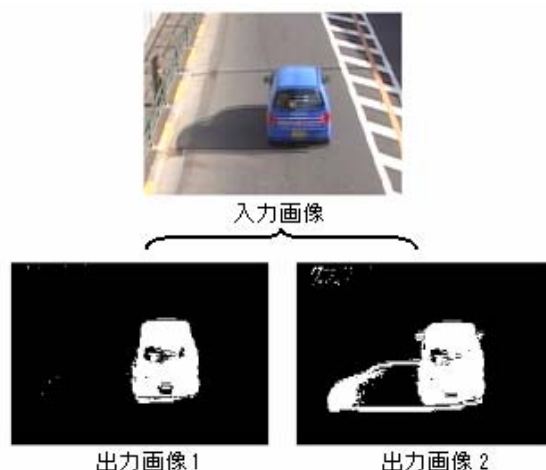


図4 パラメータの違いによる抽出結果の違い

4. まとめ

本研究では、配置状況などの制約がある斜め撮影ビデオ画像による車両挙動の観測に対し、視体積交差法を基礎として、車両形状の特徴を導入した簡略的な正射投影化手法を構築した。そして、実観測画像に適用することでその有用性と課題を明確にした。

今後は、時系列的な車両認識手法との統合や学習理論に基づいた自動的なシルエット抽出パラメータの決定法を導入することによる、動画像への適用が期待される。

参考文献

- 1) ウ小軍, 和田俊和, 東海彰吾, 松山隆司, “平面間透視投影を用いた並列視体積交差法”, 情報処理学会論文誌: コンピュータビジョンとイメージメディア, Vol.42, No.SIG6(CVIM2), pp.33-43, 2001.