

# 論文内容要旨（和文）

平成 18 年度入学 大学院博士後期課程  
システム情報 工学専攻 知能機械システム 講座  
学生番号 06522306  
氏 名 朱 世松 

（英文の場合は、その和訳を（ ）を付して併記すること。）

論文題目 交通画像中の走行車両の検出と追跡に関する研究

動画画像中のオブジェクトの抽出について、主として車両や人物（顔）の抽出方法とその応用が各所で研究されている。本論文は、交通画像中の走行車両の抽出と追跡方法に注目する。交通画像からは、車両の追跡、車速、交通量、認識など多種多様な情報を得ることが出来るが、画像処理技術面から見ると課題が少なくない。本論文では、ITS（高度道路交通システム：Intelligent Transport Systems）における応用を想定して、路側に設置したカメラを使用して撮影した画像に含まれる走行車両の抽出と追跡に関するアルゴリズムを記述するが、特に、動画画像からの背景画像更新、抽出された走行車両の影の検出について、重要な提案を行っている。

走行車両の抽出について、空間差分、時間差分、背景差分方法、また色成分を利用したテールランプ抽出などの手法があり、さらには、画像モデルを用いた抽出方法も挙げられる。

背景差分法は、あらかじめ移動対象物の存在しない画像（背景画像）を作成し、各時刻の入力画像との差分を計算することにより、容易に前景となる移動物体を抽出することができるためよく利用されている。しかし、一般に背景画像は天候や時刻による照明条件の微小な変化による影響により、対象以外の様々な物体が前景として抽出されることが多い。したがって、このような背景の変化に柔軟に対応するための様々な背景のモデル化手法が提案されている。本論文では、背景差分法における背景画像の生成/更新方法について、改良した指数平滑法を提案する。具体的には、従来のマスク画像生成に工夫を加え、動領域の内部及びその近傍を拡大した動領域を新しいマスク画像とし、この新マスクを用いて、動的な重み係数を用いて背景画像を更新する。この提案手法により、初期画像から背景画像生成までの時間が従来よりも短縮される。

晴れた日においては車両の影も車両自体と共に移動するので、背景差分で抽出される動領域には必ず車影も含まれる。車影は台数計測、車両追跡などの応用における測定精度に大きな影響を与えると考えられるので、除去ないし軽減する必要がある。車影検出の際、影の色情報や輝度を利用する手法もあるが、本論文では、影の輝度成分のみに注目して影の性質を調べた結果、車影の輝度分布は特定の形を持っていることを発見したことより、これを用いて車影モデルを作成する。すなわち、一般に影の輪郭部分には日照部分と影（本影）の間に「半影」と呼ばれる中間的状态が存在するが、車影の両側にある「半影」に挟まれた本影部分では輝度変化が極めて微小であること、さらに車影領域では車影の幅と動領域の幅が一致するという二つの

特徴を用いてモデル化する。まず、動領域全体に対して第一の特徴を水平と垂直両方向に適用して影の候補を探索する。ついで第二の特徴、すなわち、探索した車影候補の長さが動領域の幅と一致していれば、その候補は影と判断して出力する。提案手法は普通道路および高速道路の交通画像に適用して車影の平均検出率を調べた結果、車影検出能力は従来手法と同等かそれ以上であった。

交通画像の輝度成分に基づいた車影モデルを用いると、抽出した動領域に含まれる車影を高い精度で検出して除去することができる。しかし、車影を除去した後でも、車両は必ずしも一台ずつ分離されているわけではない。走行車両の台数を計測する際、2台以上の車両が1つの連結動領域となっていると測定精度が低下するので、分離する処理が必要である。画像中の注目画素に対し、近傍の画素との関係はチェーン・コードで表すことができる。本論文では、チェーン・コードを用いて車両領域の輪郭を記述する。もし、車両輪郭のチェーン・コードの変化が“凹”の形を持っており、また、対象領域の幅と高さの関係がある一定の条件を満たす場合、車両が連結されていると判断してこれらを分離する。

さらに、車両の走行速度を計算する際、より高い測定精度すなわちより安定な車両運動軌跡を得るために、車両領域内の特徴点を抽出してブロック・マッチングにより得られた運動軌跡に対し、軌跡の直線部分のみを対象として走行速度を計算する。この結果、提案手法は高い精度で車速を検出できることを確認した。

本論文の提案手法により、交通画像から車両領域の抽出と追跡を効率的かつ精度高く実現できることを確認した。

# 論文内容要旨 (英文)

平成 18 年度入学 大学院博士後期課程  
システム情報 工学専攻 知能機械システム 講座  
学生番号 06522306  
氏 名 朱 世松



論文題目 Research on Vehicle Detection and Tracking in Traffic Video

Produced are varieties of information, such as tracking, speed, and recognition of vehicles as well as traffic density from traffic video, while there are many tasks to be solved. As an example, it is important but not easy to separate a vehicle and shadow attached to it since a moving area includes the vehicle and the shadow when lit by the sun. This paper presents a novel method for vehicle shadow detection with improvement for background update. In general, an intermediate part, called penumbra, exists between shadow and lit parts. Luminance gradually changes in the penumbra but the change is little in the shadow area. This leads us to a new shadow model, i.e. after differentiation of the luminance value of the shadow, the shadow part consists of a concavity on the left edge, a convexity on the right edge, and very little change between the two edges. This shadow model is enhanced with another property, i.e. width of a shadow coincides with that of a moving area where the shadow area is included. Using the new shadow model, an experiment is carried out and it shows its superior performance in shadow detection rate. After processing for the moving area above, the vehicle area can be extracted and tracked. But, in some cases, two vehicles are running so closely that they are detected as a single vehicle area. This will degrade the result in counting vehicle numbers. This paper also presents a method for separating the overlapped vehicle area into individual vehicles using "Chain-Code". It is mandatory to measure the vehicle speed with higher accuracy based on Feature Points such as edges and corners, followed by block-matching to track the Feature Points in successive video frames. Many vehicles can be tracked at the same time automatically since the information is obtained from video sequences, and their running speed can be easily measured by analyzing their trajectories obtained after tracking the Feature Points.

(12pt シングルスペース 300 語程度)

## 別紙

専攻名	システム情報工学専攻	氏名	朱世松
学位論文の審査結果の要旨			
<p>本論文は、ITS (Intelligent Transport Systems : 高度道路交通システム) における交通安全性向上に寄与することを目的とし、交通画像から走行車両と車影からなる動領域を抽出し、次いで動領域の整形及び車影の除去、重複した車両の分離、車両の追跡、そして速度検出等の自動測定を可能にするアルゴリズムを提案するものであり、その内訳及び審査結果について以下に示す。</p> <p>第1章では、走行速度測定での精度では無線に利があるが、画像を用いると簡単な仕組みで多種の情報を入手できる点に着目する本論文における研究の背景・目的について述べている。</p> <p>第2章では、背景差分法、メディアンフィルタ、クロージング/オープニング、チェインコード、などの本論文において使用する代表的な画像信号処理手法やL*a*b*表色系について説明している。</p> <p>第3章では、走行車両抽出できわめて重要な背景画像作成に関して、広く使用されている指数平滑法における背景領域の書き換え時の重みの付け方を改良したこと、また動領域抽出用マスク生成に不可欠の動領域判定閾値を自動的に設定する方法を改善したことにより、従来手法よりも雑音の少ない品質が良い背景画像を数倍以上高速で実現したことを述べている。</p> <p>第4章では、測定精度に大きな影響を与える車影に関して、影部分の明暗の空間的变化の様子(日照部分～半影～本影)をフレネル回折の適用により光学的に明らかにし、(1)輝度を水平や垂直を含む任意の方向に微分するとその微分値の変化は必ず凹→ほぼゼロ→凸となる、(2)車影部分では必ず動領域と車影の幅が一致する、という特徴から車に対する影のモデルを構築することにより実際の交通画像に含まれる車影の検出実験を行い、従来の代表的手法に対して5～13%検出率が向上したことを述べている。</p> <p>第5章では、以上の各種手法を組み合わせた応用例として走行車両の速度計測を取り上げ、走行車両の抽出・分離、ブロックマッチング手法による車両の特徴点の追跡、追跡時に確認される信頼性が高い特徴点を用いて車両の走行軌跡生成、この軌跡を用いて走行速度を計測する実験を行い、画像処理技術によっても、時速40kmで走行する車両の速度を僅か0～1km/hの誤差で測定できることを示した。</p> <p>第6章では、本論文における主要な成果をまとめ、今後の課題と展望を述べている。</p> <p>なお、本学位論文内容に関して、査読付き学術誌論文が1編および査読付き国際会議において英語により1件がそれぞれ発表されており、成果の発表も十分行なわれていると判断される。以上により、本論文は学術的にも工学的にも価値があるものと認め、博士(工学)学位論文として合格と判定する。</p>			
最終試験の結果の要旨			
<p>最終試験は、博士論文公聴会における学位論文を中心とした40分の口頭発表、ならびに関連する分野を含めて30分の口頭による質疑応答により実施した。その結果、学位論文の内容、ならびに関連分野に関する知識・理解度は十分にあり、博士として必要とされる専門知識および研究能力を十分に備えているものと判断し、合格と判定する。</p>			