

氏 名	イザベラ ナシメント フェルナンデス デ ケイロス Isabela Nascimento Fernandes De Queiroz
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 2437 号
学位授与の日付	平成 17 年 1 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 土 木 工 学 専 攻
学位論文題目	STUDY ON METHODOLOGY FOR ANALYSIS OF TRAFFIC FLOW BASED ON VIDEO IMAGE DATA (ビデオイメージデータに基づく交通流解析手法に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 飯 田 恭 敬 教 授 北 村 隆 一 教 授 谷 口 栄 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、近年のビデオカメラの高画質化、画像処理技術の飛躍的發展を背景に、ビデオイメージデータを用いた車両認識技術を活用することで交通流解析手法を高度化することを目指したものである。交通流検知器などを用いた道路断面観測によって渋滞現象を的確に捉えることには問題があることを示すとともに、画像処理技術を活用した交通流、空間交通密度、空間速度などのマクロ交通指標の算定方法を示し、さらに試験観測データを用いてビデオ観測による交通流解析手法の優位性を示しており、6章で構成されている。

第1章は序論であり、研究の背景と目的および概要を示している。

第2章では、交通流観測の方法論と観測技術の進展についてまとめている。交通流検知器などを用いた断面観測と、航空写真などを用いた静的空間的観測からのマクロ交通指標算定方法を整理するとともに、各観測手法の長所・短所を明らかにしている。断面観測においては、交通流、オキュパンシーが動的に観測可能であるものの、交通状況を表現するために重要な空間密度および空間速度の観測が困難であること、一方静的な空間的観測では動的交通状況変化が分析困難であることを示し、時空間動的に交通流を観測することの重要性を指摘している。さらに、画像処理技術を活用した交通流観測技術によって、上記問題を克服することが可能であることを示した。

第3章では、流体理論により交通流をアナロジーした交通流理論を、交通流検知器による観測と照らし合わせることでその再現性を確認した。古典的な一次連続流体理論に基づくLWRモデルの概念を元に、ボトルネック地点における交通流の遷移について考察するとともに、交通流を断面で観測した場合の観測値の推移を理論的に説明した。さらに、都市高速道路上に設置された交通量検知器データを活用し、工事による1車線閉塞に起因するボトルネック発生時の交通渋滞の伝播状況および合流部における交通渋滞の伝播状況を分析することで、先に示した理論推移の整合性を検証した。その結果、ボトルネック地点と観測地点の位置関係から観測可能な交通状況は限定されてしまうため断面観測データの解析にはボトルネックとの位置関係を検討する必要があること、渋滞発生後の交通状況はLWRモデルによってもおおよその再現可能であるが、ボトルネック渋滞から距離のある上流区間における渋滞中の交通状況については交通状況のばらつきがみられ、それを理論的に説明することは困難であることなどが示された。得られた結果は、断面観測による交通流解析の一定の有用性を示すものの、渋滞の予防や渋滞解消のための制御という観点からは、ボトルネック区間を挟んで時空間連続的な観測を実施することが適切であることを示している。

第4章では、ビデオ画像データを用いて交通流、交通密度、交通速度などのマクロ交通流指標を時空間連続的に観測するためのアルゴリズム開発を行っている。ビデオ画像からの車両認識によって得られた車両識別データと、目視による車両軌跡観測を行ったデータを用いてマクロ交通指標を算定するとともに、精度改善のため車両軌跡を線形補間する方法を提案している。目視データ、自動観測データ、補正済みデータを比較した結果、空間速度については補正を行わなくとも高精度で観測されていること、非渋滞状態においては全ての指標が精度良く観測されていること、渋滞時には特に交通量が過小に算

定されてしまう傾向にあるが、線形補間を行うことでデータ精度に改善がみられることなどが明らかになった。マクロ交通指標算定手法については改善の余地があるもの、交通状況の変化傾向は現況をよく表しておりこれらの値を用いて分析を実施することで交通状況変化の究明は可能であると考えられる。

第5章は、ビデオ画像からの車両自動識別データを用いた交通流解析の可能性を探るため、試験観測データを用いた交通流解析を行っている。車両の自動観測技術の検証を目的として撮影されたビデオ画像データを用い、マクロ交通指標の時空間遷移について考察を加えている。その結果、時空間連続的にデータ解析を行うことで渋滞の延伸速度などが的確に観測され渋滞延伸の予測に活用可能であること、マクロ交通量データとミクロな車両挙動データの変化を同時に解析することが可能であることが示された。本研究で構築したビデオ観測データからの交通流解析手法は、数多く指摘されている流体理論を利用したマクロ交通流理論と、追従理論に代表される車両個々の挙動に基づくミクロ交通流理論の間の不整合を説明するために非常に有用なデータを提供するものといえる。

第6章は、結論であり、本研究で得られた成果を総括し、今後の研究課題を述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、近年のビデオカメラの高画質化、画像処理技術の飛躍的發展を背景に、ビデオイメージデータを用いた車両認識技術を活用することで交通流解析手法を高度化することを目指したものである。交通流検知器などを用いた道路断面観測によって渋滞現象を的確に捉えるには問題があることを示すとともに、画像処理技術を活用した交通流、空間交通密度、空間速度などのマクロ交通指標の算定方法を示し、さらに試験観測データを用いてビデオ観測による交通流解析手法の優位性を示している。得られた結果の概要は以下の通りである。

1. 交通流基本図である交通量—交通密度関係図において観測されるプロットの分布は、観測地点と隘路部地点との相対的な位置関係によって決定づけられることを理論的に示し、かつ交通流検知器による観測データによって検証した。観測機器設置位置によっては偏った観測結果になることで誤った結論が導き出される可能性があることを示し、道路断面での観測ではなく、空間的に道路交通流を捉えることが適切であることを示している。
2. 画像処理による車両軌跡の識別システムの出力結果を元に、交通量、空間密度、空間速度などのマクロ交通量を算定する方法論を整理した。車両識別システムにより計算されるマクロ交通指標値とビデオ画像を目視することで得た車両軌跡から求められた参考値と比較することによって、マクロ交通指標値の自動観測の精度を検討するとともに、車両軌跡を補正することで計測精度の向上を図っている。その結果、マクロ交通指標に基づいた交通流解析に耐えうる精度のデータが取得可能であることを示している。
3. 試験データを用いた交通流解析を通じて、ビデオ画像からの交通流観測の優位性を検証した。非渋滞流から渋滞流への遷移過程に生じる衝撃波伝播の時間的推移など、空間的に観測することで複雑かつ不安定な状況下での交通現象解析に有用であることを示している。さらに、マクロ交通指標と車両軌跡といったミクロ的な交通挙動データを重ね合わせ、同時に検討することが可能であるため、渋滞発生原因の解明や、交通安全性と効率性を同時に究明可能な解析システムの開発など様々な応用可能であることを示している。

以上要するに、本論文は、道路の一断面での観測に依存した交通流解析法およびそれに基づく交通管理の問題点を指摘するとともに、ビデオイメージデータを活用した道路交通流の観測方法を提案しており、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成16年9月28日、論文内容とそれに関連する試問を行った結果、合格と認めた。