T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	周辺移動体を観測する移動体観測による交通流の推定
Title(English)	Traffic Estimation with Vehicles Observing Other Vehicles
著者(和文)	瀬尾亨
Author(English)	Toru Seo
出典(和文)	学位:博士（工学）, 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9982号, 授与年月日:2015年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:朝倉　康夫,屋井　鉄雄,福田　大輔,室町　泰徳,花岡　伸也,井料 隆雅
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9982号, Conferred date:2015/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第　　号		学位申請者氏名	瀬尾　亨	
論文審査 審 査 員		氏　名	職　名	氏　名	職　名
	主査	朝倉　康夫	教授	花岡　伸也	准教授
	審査員	屋井　鉄雄	教授	井料　隆雅	教授(神戸大)
		福田　大輔	准教授		
		室町　泰徳	准教授		

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は，「Traffic Estimation with Vehicles Observing Other Vehicles(周辺移動体を観測する移動体観測による交通流の推定)」と題し，全 7 章で構成され，英文で書かれている．

第 1 章は序論で，論文の背景と目的を述べている．速達性・信頼性・安全性に優れた自動車交通システムを実現するためには，交通状態を高い精度で把握することが重要であるが，現状の定点観測を主体とする観測体制では，広範な時空間にわたる交通状況の把握には限界がある．この論文は，広い時空間領域を対象とする交通状況の推定理論の構築を目指し，周辺移動体を観測する移動体である車間距離測定プローブカーという観測ツールの存在を前提とした新たな方法論の提案と検証を行うとしている．

第 2 章は既往研究の整理であり，関連する研究領域である交通流理論，交通流データ収集・交通状態推定，自動車技術のそれぞれについて，これまでに得られた知見と可能性をまとめている．交通流を理論的に記述するための枠組みである交通流理論については，累積台数の概念により交通流を表現でき，交通状況の状態量（流率，密度，速度）を定義できることと，保存則と交通状態量が満たすべき条件（Fundamental Diagram, FD）の仮定により交通流の時空間遷移を表現できることを体系的に整理している．センサによる交通流データの収集と，一部の時空間で収集された交通流データから全体の交通状態を推定する手法について，累積台数の概念に基づく一般的な記述方法を示すとともに，現状のデータ収集と推定の手法では，広い時空間に対する頑健な交通状態推定は難しいことを述べている．自動車技術については，車両周辺の状況を自動認識して運転の効率を高める技術に着目し，新たに測定可能となった車間距離という状態量が累積台数と密接に関わる量であり，車間距離測定プローブカーを活用すれば，広範な時空間での交通状態推定が可能になることを示している．

第 3 章では，車間距離測定プローブカーによる交通状態推定の基本的な理論と手法について述べている．具体的には，ランダムにサンプリングされた車両の軌跡とその車頭距離が既知であると仮定し，定点観測データや交通状態に関する先験的情報なしに，プローブカーデータのみに基づく交通状態の推定手法を構築している．また，モデルによる推定誤差を解析的に近似し，その性質を明らかにしている．提案された手法は交通流の性質に関する仮定を置いていないため，様々な状況に対して理論的な不整合を生じることなく適用可能であるという特徴を持っている．

第 4 章では，第 3 章で構築した基本的な手法に交通流理論を組み込むことについて理論的な検討を加えている．交通流は時空間的に遷移する現象であり，その性質を適切に反映できれば，基本的な手法と比較して精度の良い推定が可能になる．そこで，保存則の成立を仮定し，累積台数の概念に基づく状態推定手法と，FD の存在と保存則の成立を仮定し，交通流モデルに基づくデータ同化により内生的に FD と交通状態を同時推定する手法のふたつを提案している．これらの手法は，基本手法と比較し適用対象が限定されるものの，仮定された諸条件が満足される状況下では推定精度の向上が見込まれるとしている．

第 5 章では，構築した交通状態推定手法のシミュレーション実験による検証結果をまとめている．ミクロ交通流シミュレータにより生成した交通流データに対し構築した状態推定手法を適用し，前提とした仮定が厳密に成立したもとでの推定手法の数値的性質を調べている．プローブカー混入率と時空間分解能ごとの推定精度を比較し，精度が解析近似の結果と概ね一致することと，基本手法に交通流理論を反映することによる精度向上を確認している．

第 6 章では，実道実験により，構築した交通状態推定手法を検証した結果をまとめている．首都高速道路の都心環状線を対象に，カメラと GPS ロガーを装備した車両 20 台を 1 時間に渡り走行させ，車両軌跡と車間距離の観測データを得ている．このデータを用いて交通状態を推定し，車両感知器による定点観測値と比較して，現実的な車両挙動や道路環境のもとでの推定手法の数値的特性を検証した結果，その傾向と性質は概ねシミュレーション実験や解析的近似と一致しており，構築した方法論は実際の自動車交通流にも適用できることを示している．

第 7 章は結論で，本論文の成果と今後の展望をまとめており，交通状態推定のプローブカーの偏りの除去やより高度な交通流理論の導入が今後の課題とされている．

以上，要するに，本論文は，周辺車両を観測することのできる車両（車間距離測定プローブカー）を用いて自動車交通流の状態を推定する理論と手法を構築するとともに，数値解析と首都高速道路での観測データを用いた検証を加え，提案した方法論の有用性を明らかにしたものである．移動体観測のみにより交通状態量を推定するという発想と構築した手法群は従来の研究事例にはない独自性の高いものと評価できる．交通工学分野の学術的価値にとどまらず実務応用の面でも有意義な成果を得たものであると判断され，工学上および工業上貢献するところが大きい．よって，本論文は博士（工学）として十分な価値を有するものと認められる．