

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
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)	論文要旨
Type(English)	Summary

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	土木工学	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 Academic Degree Requested	Doctor of (工学)
学生氏名： Student's Name	瀬尾 亨		指導教員 (主)： Academic Advisor(main)	朝倉 康夫
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)	

### 要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

この論文は、周辺車両の情報を得る車両により自動車交通流の状況を把握する理論をまとめたものである。まず、「周辺移動体を観測する移動体観測」として、車間距離測定プローブカーを提案した。そして、その移動体観測のみに基づき自動車交通流の状況を推定する手法を構築した。また、解析的・経験的検証により、手法の定性的・定量的性質を示した。

第1章は序論で、論文の背景と目的をまとめた。自動車交通流は現代社会にとって欠かせない交通システムである。その高い速達性・信頼性・安全性を実現するためには、需要と供給の制御が必要である。そして、適切な制御には交通システムの現状の正確な把握が重要である。しかし、現状では広い時空間に渡る交通状況の把握はなされていない。本論文の目的は、広い時空間に対する交通状況推定理論の提案である。本目的を達成するため、本論文は「周辺移動体を観測する移動体観測」である車間距離測定プローブカーという新たなデータ収集手法とそれを活用した交通状態推定理論を構築・検証する。

第2章は既往研究整理であり、関連する研究分野の文献を本論文の背景の観点からレビューし、それらの知見をまとめた。対象の分野は、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3つである。交通流理論は交通流を理論的に記述するための枠組みである。例えば、累積台数の概念により交通流を表現でき、交通状況を示す量である交通状態（流率、密度、速度）を定義できる。また、保存則と交通状態が満たすべき条件（FD）の仮定により交通流の時空間遷移を表現できる。交通流データ収集とはセンサにより交通流の情報を測定することであり、交通状態推定とは一部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ことである。それらを累積台数の概念に基づき一般的に記述し、その性質を整理した。そして、広い時空間に対する頑健な交通状態推定は、現在のデータ収集と推定の手法では実現困難であると示した。近年発展の著しい自動車技術として、車両周辺の状況を自動認識し運転の効率を高める技術がある。本技術が測定する車間距離は、累積台数と密接に関わる量であり、交通流データの一種といえる。本技術による移動体観測を活用すれば、広い時空間での交通状態推定が可能となりうる。

第3章は理論構築であり、最も基本的な交通状態推定手法の構築をまとめた。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想定し、その情報のみに基づく交通状態の推定量を定式化した。また、その推定誤差を解析的に近似し、その性質を議論した。本手法は交通流の性質に関する仮定を置いていないため、様々な状況に理論的矛盾なく適用可能といえる。

第4章も理論構築であり、第3章の手法への交通流理論の組み込みをまとめた。交通流は時空間的に遷移する現象であり、その性質を適切に考慮できれば、基本手法と比較し精度の良い推定

が可能と期待できる。まず、保存則の成立を仮定し、保存則成立時の累積台数の概念に基づく交通状態推定手法を構築した。また、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を構築した。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、適用可能な場合には精度の向上が見込まれる。

第5章は実験的検証であり、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をまとめた。本実験では、マイ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交通状態推定手法を適用し、真値と比較する。これにより、手法の仮定が厳密に成立したもとの推定手法の数値的性質を検証できる。そして、それぞれの手法のプロブカー混入率と時空間分解能ごとの推定精度、精度が解析近似の結果とある程度一致すること、交通流理論の考慮による精度向上を確認した。

第6章も実験的検証であり、構築した交通状態推定手法の実道実験による検証をまとめた。本実験では、高速道路にて、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た。そして、得られたデータに交通状態推定手法を適用し、定点観測値と比較した。これにより、現実的な車両挙動や道路環境のもとの推定手法の数値的性質を検証できる。その結果、推定手法の性質は概ねシミュレーション実験や解析的近似とある程度一致していた。以上により、本方法論の実際の交通流への適用可能性が示された。

第7章は結論であり、本論文の成果と今後の展望をまとめた。成果は、車間距離測定プロブカーを用いた交通状態推定理論の構築とその検証である。今後の展望は二つに大別できる。一方は交通状態推定理論の精緻化であり、プロブカーの偏りの除去やより高度な交通流理論の導入が考えられる。他方は「周辺移動体を観測する移動体観測」という方法論の他交通システムの適用である。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)  
Doctoral Program

# 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： 土木工学 専攻  
Department of  
学生氏名： 瀬尾 亨  
Student's Name

申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)  
Academic Degree Requested Doctor of  
指導教員 (主)： 朝倉 康夫  
Academic Advisor(main)  
指導教員 (副)：  
Academic Advisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

This dissertation summarizes methodology of estimating traffic using probe vehicles which observe other nearby vehicles. It consists of seven chapters.

In chapter 1, background and objective are summarized. Maintaining automobile traffic efficiency high is essential for today's civilization. It requires knowledge on current traffic situation. However, knowing traffic situation in anytime and anywhere is not yet possible due to theoretical and practical reasons. The aim of this dissertation is to propose methodology for traffic state estimation that is theoretically and practically applicable for vast time-space domain. To achieve it, this dissertation formulates and validates new traffic data collection method, namely, probe vehicle with spacing measurement equipment.

In chapter 2, related studies are reviewed and summarized. It includes traffic flow theory, traffic data collection methods, traffic state estimation methods and advanced vehicle technology. As a result, a possible approach that can estimate traffic state in vast time-space domain is pointed out: traffic state estimation methods utilizing probe vehicles with spacing measurement equipment.

In chapters 3 and 4, methodology of estimating traffic state utilizing probe vehicles position and spacing information is formulated. The estimation methods are formulated as requiring less exogenous assumptions as possible and consistent with traditional definition in traffic flow theory. These characteristics enable the methods to be applied in various situations without theoretical discrepancies. The method's characteristics, such as accuracy and precision, are investigated analytically. In addition, some well-accepted assumptions on traffic flow, such as a fundamental diagram and a conservation law, are integrated to the methods in order to improve the proposed methodology's reasonability in common traffic situations.

In chapters 5 and 6, the proposed methodology is empirically validated. The data for validation are actual probe vehicle data collected via a field experiment conducted in the real world, as well as synthetic data generated by simulation experiment. As a result, relation among the estimation methods' precision and accuracy, time-space resolution and penetration rate of probe vehicles is clarified. Their consistency with analytical results is confirmed.

In chapter 7, achievements and future directions are summarized.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).