

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	広域交通ネットワークにおける異常な交通パターンの解析
Title(English)	Analysis of Abnormal Traffic Patterns in Large Transportation Networks
著者(和文)	Lykov Stanislav Sergeevich
Author(English)	Lykov Stanislav Sergeevich
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11209号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:朝倉 康夫,屋井 鉄雄,室町 泰徳,福田 大輔,花岡 伸也
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11209号, Conferred date:2019/3/26, 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

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	Lykov Stanislav Sergeevich		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	朝倉 康夫	教授	審査員	花岡 伸也	教授
	審査員	屋井 鉄雄	教授			
		室町 泰徳	准教授			
福田 大輔		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Analysis of Abnormal Traffic Patterns in Large Transportation Networks」(広域交通ネットワークにおける異常な交通パターンの解析)と題し、全6章で構成され、英文で書かれている。

道路交通システムは、社会の生産・消費活動を支える重要な要素であり、経済がグローバル化・高速化を続ける中で、その重要性はさらに増大しつつある。とりわけ道路ネットワークが広域かつ高密度に張り巡らされた大都市圏では、様々な活動が道路交通システムに大きく依存しており、いったんシステムに障害が発生するとそれが経済活動にもたらす影響は甚大である。そのため、時間・空間領域の中で平常時とは異なる道路交通の状態を検知し、その影響範囲を把握することが求められている。従来から、道路交通をシームレスに観測するには、路側に設置された車両感知器等の定点観測機器を用いるのが一般的である。しかしながら、広域・高密度道路網のすべてを定点観測でカバーすることは不可能であり、定点観測だけで道路交通の状態を把握することはできない。一方、近年ではGPS等の位置特定可能な機器を搭載する車両(プローブ車両)が増えつつあり、プローブ車両から時々刻々の位置データを大量に収集・蓄積することが可能になっている。大量の位置データを利用して広域・高密度道路網の交通状態を把握する研究は緒についたばかりであり、有効な方法論の開発が待たれている。本研究は、プローブ車両が収集した大量の位置データを用いて、広域・高密度道路網の交通状態を把握し、平常時とは異なる交通パターンを時空間領域の中で検出する方法の提案と検証を目的としている。

第1章は序論であり、研究の背景と目的、および論文構成を述べている。

第2章は関連する従来研究のレビューと本研究の位置づけを述べている。広域交通ネットワークにおける交通状態のモデリングの方法、道路交通データの収集技術、異常事象の検出方法のそれぞれについて既往研究をレビューし、プローブデータによる交通流の異常検出手法開発の重要性を議論している。

第3章は解析方法論について述べている。着目する大都市圏の時空間領域をセル(空間領域×1日内の時間帯×日)に分割し、時空間セル内のプローブ車両の軌跡データを集計することにより、交通状態を表現する平均旅行速度を得た後、時空間セルの交通パターンがテンソルによって記述できることを述べている。さらに、テンソル主成分分析を適用することにより、平常時の交通状態と異常時の交通状態を分離することが可能となり、分析対象とした時空間領域のいっどこで異常な交通パターンが生じたかを検出できることを示している。

第4章は開発した方法論の検証のためのシミュレーションについてとりまとめている。大都市圏の高密度道路網を細部に至るまで、離散的なリンク・ノードでネットワーク表現して解析することは計算量の面から必ずしも効率的ではなく、マクロな解析には交通ネットワークの連続体モデルが有効であることを述べ、数理モデルを提案している。このモデルを用いて、いくつかの障害シナリオの下で仮想的なプローブデータを生成し、第3章で提案した方法による異常パターン検出のパフォーマンスを比較するとともに、求められる精度を確保するためのプローブ車両混入率と時空間解像度の関係を示している。

第5章は実際の都市圏で収集されたプローブ車両データを用いて、開発した方法論の適用可能性を論じている。商用車の運行管理システムから得られた東京都市圏のプローブデータを集計して時空間メッシュの平均旅行速度を求めた後、テンソル主成分分析を適用し、特定の日時と空間に見られる積雪による速度低下を異常事象として検出できることを示している。時空間解像度の影響を調べるために、いくつかの集計メッシュサイズに対して異常パターンの検出を行った結果、対象としたデータセットに対して適切なメッシュサイズがあることを確認している。

第6章は結論で、研究によって得られた成果と今後の課題を述べている。

以上要するに、本論文の成果は、大量のプローブデータが得られているときに、平常時とは異なる交通状態のパターンをテンソル主成分分析の適用により検出する方法論を開発し、シミュレーションおよび実データにより検出方法の有効性を検証したことにある。この研究は、交通工学分野における独創的な方法論の提案として学術的に評価できるだけでなく、収集と蓄積が進展する大規模な交通データの処理に関する実務的課題の解決にも貢献できるものである。よって、本論文は博士(学術)として十分な価値を有するものと認められる。