

氏名	テイケン ZHENG JIAN
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	博第 955 号
学位授与の日付	平成 26 年 3 月 23 日
学位授与の条件	学位規則第 4 条第 1 項該当 課程博士
学位論文題目	MODELING OF CAR-FOLLOWING AND LANE-CHANGING BEHAVIOR ON THE EXPRESSWAY (高速道路における車両追従と車線変更挙動のモデリング)
論文審査委員	主査 准教授 鈴木弘司 教授 藤田素弘 教授 秀島栄三 教授 兼田敏之

論文内容の要旨

道路や道路関連施設の整備は非常に大規模であり莫大な費用が発生すること、また、整備後の変更等は困難である。よって、計画を策定する際には、考えられるさまざまな方法や種類の中から、実際の整備によって得られる効果、例えば交通混雑の解消などを事前にシミュレーションを行うことで予測し、評価検討することで、最適な道路や道路関連施設の整備を選択・構築することが非常に重要となっている。この事前評価を行うために必要なツールとして交通シミュレータが存在する。現在、世界中で様々な交通シミュレータが開発されているが、それぞれのシミュレーションモデルは未だに実際の車両挙動を反映されていないところがあり、特に交通流へ与える影響の大きい大型車の挙動特性への考慮が必要といえる。

そこで本研究では、これらを踏まえアメリカの研究機関が提供している高速道路での交通流データを用いて、車種の違いによって生じる挙動や特性を考慮した車両追従と車線変更モデルを構築し、さらに精度や汎用性の高いモデルを完成させることを目的としている。

本論文は全 7 章で構成されている。

第 1 章では、本論文の研究背景と目的について述べる。

第 2 章では、アメリカの研究機関から提供された高速道路での交通流データを紹介する。

第 3 章では、実際の高速道路でのデータを用いて現在開発された様々な車両追従モデルの精度について比較、検証する。また、それぞれのモデルの特徴を把握する。

第 4 章では、非集計理論を用いて加減速度モデルを提案する。非集計理論とは個人属性や選択肢の特徴を反映できるものである。混合多項ロジットモデルは、この理論の中で代表的なモデルである。前方車両の車種、検証車両の車種、相対速度、車間距離、車両速度等の説明変数を用いて、車種の違いによって生じる車両挙動や特性を考慮する。加減速度を五つの選択肢に分けて次のステップにどちらが選ばれるか、このモデルによって予測できる。モデルの精度をミクロとマクロな視点で検証する。結論としてはこのモデルによって交通流を再現できるといえる。

第 5 章では、ニューラルネットワーク手法を利用してドライバー及び車両の反応遅れを考慮した車両追従モデルを提案する。既存のモデルの多くは、ドライバーや車両反応遅れを考慮していない。あるいは固定した反応遅れを仮定してモデルを構築している。そのため、実際の運転挙動と一致していない。また、緊急の場合と非緊急の場合では、ドライバーの反応時間が異なる。さらには、路面状況や車両状況によっても車両の反応時間が異なることが考慮できている。そこで、本研究では、大量の車両軌跡を取得、分析したうえで、相対速度と加減速度、車間距離、車両速度を用いてドライバー及び車両反応遅れを定義する。そのうえでニューラルネットワーク手法を利用して即時反応遅れモデルを提案する。反応遅れモデルと追従モデルを統合して即時反応遅れを考慮した車両追従モデルを提案する。

第 6 章では、ニューラルネットワーク手法を用いて車線変更モデルを提案する。車線変更挙動は車両追従挙動よりも解析が困難である。本車線における車両の影響のみではなく左右車線における車両の影響も考えなければならない。そこで、本研究ではニューラルネットワーク手法を用いて車線変更モデルを構築する。今回構築したモデルと既存のモデルを比較した結果、ニューラルネットワークモデルの方が精度が高いことが示された。最後に構築したモデルを利用して大型車による乗用車への影響を分析した。本モデルの適用により、大型車が与える乗用車への車線変更意識の影響について明らかにした。

第 7 章では、各章の結果をまとめ、本稿の結論とした。また、本研究で残されたいくつかの課題を検討する。

論文審査結果の要旨

現在、世界中で様々な交通シミュレータが開発されているが、それぞれのシミュレーションモデルは未だに実際の車両挙動を反映されていないところがあり、特に交通流へ与える影響の大きい大型車の挙動特性への考慮が必要といえる。本論文は、このような状況に鑑み、アメリカの研究機関が提供している高速道路での交通流データを用いて、車種の違いによって生じる挙動の詳細な分析を行い、これらの挙動特性を考慮した車両追従と車線変更モデルを構築することで、精度や汎用性の高いモデルの開発を行っている。

論文は7章構成となっており、第1章では、研究の背景と目的が述べられ、第2章では、アメリカの研究機関から提供された高速道路での交通流データを紹介している。

第3章では、実際の高速道路でのデータを用いて現在開発された様々な車両追従モデルの精度について比較、検証し、それぞれのモデルの特徴を把握することで、既存の車両追従モデルの問題点等を明らかにしている。

第4章では、非集計理論を用いて加減速度モデルを提案している。非集計理論とは個人属性や選択肢の特徴を反映できるものである。今回着目した混合多項ロジットモデルは、この理論の中で代表的なモデルであり、前方車両の車種、検証車両の車種、相対速度、車間距離、車両速度等の説明変数を用いて、車種の違いによって生じる車両挙動や特性を考慮している。本論文では、車両の加減速度を五つの選択肢に分けて次のステップにどちらが選ばれるか、このモデルによって予測する方法を提案し、モデルの精度をマイクロとマクロな視点で検証した。その結果として、本モデルによって精緻に交通流を再現できることを確認している。

第5章では、ニューラルネットワーク手法を利用してドライバー及び車両の反応遅れを考慮した車両追従モデルを提案している。既存モデルの多くは、ドライバーや車両反応遅れを考慮していない、あるいは固定した反応遅れを仮定してモデルを構築している。そのため、実際の運転挙動と一致していない点が課題である。また、緊急の場合と非緊急の場合での車両挙動では、ドライバーの反応時間が異なり、さらには、路面状況や車両状況によっても車両の反応時間が異なるが、既存研究ではこれらの点が考慮できていない。そこで、本論文では、大量の車両軌跡を取得、分析したうえで、相対速度と加減速度、車間距離、車両速度を用いてドライバー及び車両反応遅れを定義する。そのうえでニューラルネットワーク手法を利用して即時反応遅れモデルを提案している。反応遅れモデルと追従モデルを統合して即時反応遅れを考慮した車両追従モデルを構築している点で、既存研究に比べて研究の優位性があるといえる。

第6章では、ニューラルネットワーク手法を用いて車線変更モデルを提案している。車線変更挙動は本車線における車両の影響のみではなく隣接車線における車両の影響も考える必要があり、車両追従挙動よりも解析が困難である。本論文ではニューラルネットワーク手法を用いて車線変更モデルを構築することで上記の課題に対処し、構築したモデルと既存モデルを比較により、手法の優位性を確認している。最後に構築したモデルを利用して大型車による乗用車への影響を分析することで、大型車が与える乗用車への車線変更意識の影響についても明らかにしている。

第7章では、各章の結果をまとめ、今後の展望について論じている。

以上の結果は、土木学会論文集を含む学術雑誌4編（うち1編はProceedings）に掲載されている。よって、本研究は交通工学の分野の発展に大きく寄与するものであり、博士（工学）論文として十分価値があるものと認める。