

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第	号
------	-------	---

氏 名 YURTSEVER Ekim

論 文 題 目

Integrating Context in Driving Behavior Modeling through  
Semiotic Analysis and Deep Learning

(記号論的分析と深層学習を用いた運転行動モデルにおけるコンテキストの統合)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学教授 武田 一哉

委 員 名古屋大学教授 戸田 智基

委 員 名古屋大学准教授 竹内栄二郎

委 員 名古屋大学准教授 出口 大輔

委 員 大同大学准教授 宮島千代美

## 論文審査の結果の要旨

YURTSEVER Ekim 君提出の学位論文「Integrating Context in Driving Behavior Modeling through Semiotic Analysis and Deep Learning（記号論的分析と深層学習を用いた運転行動モデルにおけるコンテキストの統合）」は、与えられた運転シーンを理解し適切な運転行動を行う過程を、学習に基づきモデル化するための情報処理技術について論じている。その中で、提出論文が扱う問題は2つ、すなわち（1）与えられた運転状況に関するセンサー信号を、分節化する問題（運転上意味あるシーンに自動的に時間分割しシーン分類する問題）と（2）与えられた状況の下での運転行動を、個人毎に学習し再現する問題である。

論文は全5章から構成されており、第1章は論文の技術・社会的背景を概観している。第2章は自動運転技術を中心に関連技術のサーベイを網羅的に行い、運転状況から運転行動を生成する系のヒューリスティックな設計における課題と、その解決方法としてのデータに基づく機械学習的手法の動向を説明している。

第3章では、交通状況や運転行動を計測したセンサー信号を分節化する方法を検討している。基本とした方法は、谷口らにより提案された、2つのノンパラメトリックモデル（階層ディリクレ過程に基づき推定された隠れマルコフモデル（sHDP-HMM）とネステッドピットマンヨール言語モデル（NPYLM））を組み合わせるボトムアップ手法である。検討は、988回の車線変更シーンから危険な車線変更を検出するタスクにもとづき実験的に行われている。実験の結果、交通状況と運転行動のそれぞれに関するセンサー信号を個別に分節化した後、その組合せ（直積）系列を用いることで、交通状況と運転行動の両者を併合したベクトル信号を分節化する場合よりも高い性能を示すことを確認した。組合せ系列の情報伝送速度は3.8bps程度であり、運転行動を分節化した場合（2.4bps）に比べより多くの情報伝送を必要とするが、センサー信号そのもの（3,200bps）に比べ大幅に情報量を削減することができる。これらの実験的検討から、センサー信号の分節化により交通状況と運転行動との対応付けが効果的に行えることが確認されている。

第4章では、個人毎に特有の運転行動を再現する方法を検討している。ここでは、基本的な運転行動生成モデルである Treiber らのモデルに対して、個人毎に対応の違いが顕著と考えられる道路形状と運転個人性を説明変数に加えることで、個人性の表現方法、学習方法を実験的に議論している。運転個人性の説明変数は以下の手順で計算することが提案されている。すなわち、多数の運転状況の運転行動信号を用いたオートエンコーダの学習を通じて運転行動の潜在情報表現を獲得し、次に潜在表現にエンコードされた運転行動信号で、再度オートエンコーダを学習することでさらに要約された情報表現を獲得し、これを運転者の個人性に対応するベクトル DS（Driving Signature）として利用することを提案している。46人の高速道路周回運転データを用いた実験では、2段階の学習が目標速度の推定誤差を20%程度削減することを確認している。また交通流シミュレーションの実験では、平均走行時間のヒストグラム類似度の観点から、提案方法の有効性を確認している。

第5章は、論文をまとめるとともに残された課題を明らかにしている。

以上 YURTSEVER Ekim 君提出の論文は、ノンパラメトリックモデル推定とオートエンコーダという汎用性が高い機械学習手法を、実運転データに適用する方法を考案・実装し、実験的に有効性を確認しており、学術的に寄与するところが大きい。また、研究の一部は仏ミシュラン社との共同研究として行われ、運転シミュレータとして同社に収められていることから、産業上の価値も認められる。よって審査委員会は、YURTSEVER Ekim 君提出論文を学位論文にふさわしいと判定した。