

博士論文審査報告書

令和 4 年 2 月 10 日

愛知県立大学 大学院
情報科学研究科長 殿

大学院 情報科学研究科

職名 教授

氏名 小栗宏次 印

論文題目	ドライブレコーダデータ解析による運転状態推定に関する研究
氏名	大石啓之

審査結果の要旨

別紙のとおり.

新規性 有効性 信頼性 了解性 研究倫理

最終試験の結果	合格		
学力審査の結果	合格	学識審査の結果	合格

審査委員会

主査 小栗宏次 印

副査 戸田尚宏 印

副査 神山齊己 印

審査結果の要旨

本論文は、交通事故の削減に向け、様々な車両に取り付け可能なドライブレコーダに着目し、ドライブレコーダで取得可能なデータから眠気状態や、ながら運転等のドライバ状態をリアルタイムに推定する方法を提案することを目的としている。

その上で、ドライブレコーダのデータのみからの眠気レベル推定と、ながら運転検出の2つのテーマに分けて論証している。以下に論文の概要についてまとめる。

第1章では研究の背景と目的を述べている。事業用自動車は、バスやトラックなど、大型車が使用されるため、事故が起こってしまうと人的被害が大きくなる傾向にあり、実際に社会的インパクトが大きな事故も発生しており、こうした事故発生を未然に検出する先行研究を調査し、その手法のいくつかを紹介している。そして、これらの研究は、ドライビングシミュレータでの実験によるものが多く、実車両データからリアルタイムに検出する手法に関する研究は少ないことを指摘している。そこで本論文では、一般車両や事業用自動車に取り付けられているドライブレコーダのデータをもとに、交通事故に関連するドライバ状態を検出する手法を考案することを目的とすることを述べている。

第2章では事故防止のための取り組みと、その対策についてまとめている。日本における道路交通問題の解決は、ITS (Intelligent Transport Systems: 高度道路交通システム) の構想のもとに進められている。ここでは、ITS の目的と分野別の取り組みなどを説明している。さらに、事業用自動車における事故の実態と、その対策について述べている。上記に関わる車両の安全装備には、デジタルタコグラフとドライブレコーダがある。これらの装備装着は、事業者単位で可能な安全対策にもなっており、それぞれの機器の特徴や最新機能、活用方法などを説明し、事故防止のために期待される機器であることを述べている。

第3章では運転中の眠気検知を実現するためのデータの分析と、検知モデルを提案している。前半では、眠気検知の先行研究として、いくつかの方法を紹介している。まず、眠気を推定するには、眠気の正解値を定義しなければならない。主観的方法と客観的方法の2つに分け、それぞれいくつかの定義の提案を紹介している。本論文では、実際の業務中の車両データを用いているため、主観評価は困難であり、客観評価を用いている。この際、眠気客観評価手法の中で、多くの先行研究でも実績のある北島らの方法を用いている。さらに、眠気をセンシングする技術の先行研究についてもいくつかの事例を紹介している。その技術は大きく分類すると、ドライバの生体情報を取得して眠気を検知する方法と、運転操作に関する情報から推定する方法に分けられる。生体情報の取得には、ドライバにセンサを装着する必要があるが、運転時の余計な負担になり、非接触センサを利用した場合でも走行ノイズが大きな問題となると指摘している。このため、本論文では、ドライブレコーダで収集できる車両の挙動から眠気を推定する方法を採用している。従来の研究でもドライブレコーダデータを用いて機械学習による眠気の推定が試みられているが、学習データに本人データが含まれない場合に推定値が発散してしまう場合があり、個人外推定に弱いという特徴が指摘されていた。

本論文で使用するデータは営業運転で使用している実車両のドライブレコーダデータ

を回収したものである。提供元には十分な説明を行い、複数ドライバのデータ提供を受けている。まず、データのスクリーニング後、ドライバごとの特性を把握するデータ分析を行っている。その結果、画像認識によるLDW(Lane Departure Warning)機能の結果得られるレーン線までの距離において、個人間の運転特性が異なることを明らかにした。さらに、眠気が高まるにつれ、走行位置が左側にシフトしていくという傾向を指摘している。これらの傾向をもとに、効果的に機械学習させるため、12個の特徴量を設計している。機械学習のモデルも、一般的なランダムフォレストの他、時系列データを扱うのに適したLSTM(Long Short-Term Memory)、さらに畳み込み層やアテンション層の追加により効率的に時系列データを学習できるモデル(LSTM+CNN+Attention)を提案している。交差検証による評価の結果、提案したモデルの性能は他の比較モデルに比べて精度を向上させた。また、従来手法での弱点であった個人外推定においても性能を大幅に改善し、提案手法の有効性を示している。

第4章では第1章、第2章で問題提起した運転中のスマートフォン操作による、ながら運転をドライブレコーダデータより推定する方法について述べている。前段では、先行研究のいくつかをまとめている。ながら運転の検出手法も、眠気検出と同様に、ドライバの動作から直接検出する方法と、車両挙動から間接的に推定する方法に分けられる。また、これらの先行研究では、特定の区間や条件でわき見が起きた場合の運転操作への影響を調査した研究が多く、実車で常時リアルタイムに、ながら運転を推定する研究はあまりされていない事を指摘している。実験データは、第3章と同じく実車両のドライブレコーダデータを使用している。ここでは、ドライビングシミュレータを用いた基礎的な実験により、通常運転時とながら運転時の運転挙動の差を調査している。この結果、ドライバごとの差はあるが、ながら運転時はステアリング操作に荒さが目立つことを指摘している。この操作の荒さを数値化するため、ステアリングエントロピーという指標を利用している。ステアリングエントロピーを中心とした特徴量設計を行い、バギング木によるモデルで、ながら運転の推定を行っているが、実車データでは、直接ステアリング操作情報が得られないため、ドライブレコーダで収集可能な横方向の加速度と車両速度からステアリング操舵角を擬似的に算出し、ステアリングエントロピーに変換している。学習に必要な正解値は、第3章と同様にドライバを撮影した映像よりラベル付けをしている。交差検証による推定実験の結果、実車では精度は低下するものの、ドライブレコーダデータのみで、ながら運転推定の可能性を述べている。

第5章では本論文の全体をまとめている。交通事故の未然防止を目的に、さまざまな車両に、後付け可能なドライブレコーダのデータから、眠気や、ながら運転を推定する手法を提案し、これらの手法を検証することで、それぞれ良好な結果を導き、ドライブレコーダ活用の可能性を述べている。さらに、今後、このシステムを実際に車載器に組み込む際の問題抽出やその解決方法、眠気とながら運転の同時検出、推定結果の利用方法などが今後の研究課題となる事を述べている。

以上、主査、副査により慎重に審査した結果、これらの内容は、世界規模の社会課題である“安全で安心な交通社会の実現”に有益な内容であり、当該分野に与える影響は大きいと考えられ、本論文は博士の学位を授与するに十分な内容を持つものであると判断する。

