

## 博士論文要旨

### 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

愛知県立大学大学院 情報科学研究科 博士後期課程  
大石啓之

#### 第1章 序論

本研究の背景と目的を示している。交通事故を未然に防ぐため、過去さまざまな安全目標が関係機関によって掲げられ、近年は事故件数・死者数ともに減少傾向にある。車社会全体に対しての目標とは別に、事業用自動車（バス・トラック・タクシーなど）における目標値も設定され、事故削減が推進されている。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数年に1回程度の割合で発生している。事故原因はさまざまであるが、事業用自動車では特に漫然運転とわき見運転が多く、多くの事故に直結している。これらを検出する研究も多くされており、その手法のいくつかを紹介している。しかし、ドライブシミュレータ（以下 DS）での実験が多く、実際の車両データからリアルタイムに検出する研究は少ない。本研究では、多くの一般車両や事業用自動車に取り付けられている実車両のドライブレコーダのデータを基に、事故に関連するドライバ状態を検出することを目的とした。

#### 第2章 本論文の関連技術・研究

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）の構想の元に進められている。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、デジタルタコグラフとドライブレコーダがある。これらは、事業者単位で可能な安全対策にもなっている。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示している。

#### 第3章 運転中の眠気検知手法の提案

運転中の眠気検知を実現するためのデータの分析と、検知モデルの提案を示している。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。本研究では、実際の運送業務中の車両データを使用することから主観評価は困難なため、客観評価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ドライバの顔表情から評定している。そして、眠気をセンシングする技術の先行研究について、いくつかの提案を紹介している。大きく分類すると、生体情報を取得して眠気を検知する方法と、ドライバの運転操作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ると想像でき、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考えられる。このため、本研究では、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提案する。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を試みているが、学習データに本人データが含まれない個人外推定時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あった。

研究に使用するデータは運送会社で営業運転に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た。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ために分析を行った。その結果、画像認識による車線逸脱警報機能の結果から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が明らかになった。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つかむことができた。これらの傾向を基に現象を効果的に機械学習させるため、12個の特徴量を設計した。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) を提案した。交差検証による評価の結果、提案したモデルの性能は precision=0.706, recall=0.606, F-measure=0.652 と、他の比較モデルに比べて精度向上がみられた。また、従来の手法での弱点であった個人外推定においても性能が大幅に改善でき、手法の有効性が示された。

#### 第4章 修正操舵に着目しながら運転検出

1,2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の提案を示している。前段では、先行研究のいくつかをまとめている。ながら運転検出も、眠気検出と同様に人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。しかし、特定の区間や条件でわき見が起きた場合に限って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。

データは、第3章と同じく、実際のトラックでのドライブレコーダデータを使用した。加えて、DSでの基礎的な実験を行っている。まず、DS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た。この結果、ドライバごとの差はあるものの、ながら運転時

はステアリング操作に荒さが目立つことが分かった。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することとした。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うが、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作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た。学習に必要な正解値は、3章と同様にドライバを撮影した映像よりながら運転場面を抽出し、ラベル付けをしている。交差検証による推定実験の結果、DSでは Precision = 0.811, Recall = 0.807, Accuracy = 0.810, F-measure = 0.809, 実車では Precision = 0.767, Recall = 0.749, Accuracy = 0.761, F-measure = 0.758 となり、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の推定できる可能性が示された。

## 第5章 結論

本研究の全体のまとめを示している。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、それぞれ有効な結果が得られ、ドライブレコーダの活用の可能性が示された。今後、実際に車載器に組み込む際の問題抽出やその解消方法、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主な研究課題となる。