

Graduate School of Creative Science and Engineering  
Waseda University

博士論文審査報告書  
Doctoral Dissertation Review Report

論文題目  
Dissertation Title

Gaze Zone and Drowsiness Identification in Unconstrained Scenarios for Advanced  
Driver Assistance Systems

先進的運転支援システムのための運転シーンを限定しない視線及び眠気の識別  
に関する研究

申請者  
(Applicant Name)

Catherine Elena LOLLETT PARAPONIARIS  
ロレット パラポニアリス カタリン エレナ

Department of Modern Mechanical Engineering Research on Human-Robot Interface

February, 2022

## (1) 審査経緯

博士論文審査の経緯を以下に示す。

- ・ 2022年11月17日 予備審査会
- ・ 2022年12月8日 教室受理決定
- ・ 2022年12月22日 創造理工学研究科運営委員会受理決定
- ・ 2023年1月17日 公聴会
- ・ 2023年2月8日 審査分科会
- ・ 2023年2月25日 研究科運営委員会

## (2) 論文背景・内容・評価

多くの交通事故の原因は、ドライバーの不注意や疲労にあり、この解決の方法として、ドライバーモニタリングシステムの開発が進められている。この開発を促進するために、国土交通省はドライバーの居眠りや脇見を検知するドライバーモニタリングシステムのガイドラインを策定している。しかし、ドライバーの視認領域検出と眠気識別に関するモニタリング技術については、ドライバー個人々の違いや運転環境の連続的変化への対応方法など、様々な難しい課題がある。例えば、横を向くなどの顔の状態の変化、日差しの向きによる明るさの変化、ドライバーの眼鏡による光の反射、スカーフ、メガネなどでの顔の部分的遮蔽、近年では感染症対策のためのマスク着用による顔半分の遮蔽などがあげられる。

そこで本論文では、コンピュータビジョン技術と複数のディープラーニングモデルを組み合わせることで、環境条件の変化等による制約の影響を受けずに、ドライバーの視認領域の検出と眠気の識別を実現することを目的としている。

本論文では、ドライバーの状態を識別するために以下の方法論を提案している。最初の処理では、強い照明変化の影響を緩和するために、フレーム処理の Lab 色空間に適用的ヒストグラム平坦化 (CLAHE) 技術を適用してフレームの色値を調整している。次の処理では、顔、目、瞳孔、肩の関節位置を正確に識別するために、精緻なランドマーク検出とオプティカルフロー推定を導入している。これらの手法により、顔が部分的に隠されている状況や横顔のポーズでも、3D の瞳孔やまぶたの動きの追跡を可能とし、また肩関節状態の連続的な認識によるドライバーの姿勢検出を実現している。これらの基盤技術から、ドライバーの視認領域検出と眠気識別の 2 つのモジュールを構築している。

視認領域は、顔の構造が人それぞれ異なることを考慮するために、ドライバーの正面と横という 2 つの異なる顔の姿勢に対して別々の DNN モデルを学習し、目の向きに基づいてドライバーの注視領域を取得する方法を提案し

ている．眠気識別は，ドライバーのまぶたの閉じ具合，下顔面の輪郭，胸の動きのランドマークを考慮した入力特徴ベクトルを用いたゲート付き回帰型ユニット（GRUモデル）を用いて，眠気を検知する方法を提案している．特徴パラメータの一つとして，胸部の動きと下顔面の輪郭を含めており，マスク装着への対応も実現している．これにより，あくび状態の認識をベースとしてドライバーの眠気を判定している．

以上の提案手法を，運転状況が非常に厳しいデータセットを用いた実験により評価した結果，ドライバーの視認領域検出と眠気識別を高精度で実現しており，方法論の有効性を示している．

以上要するに，本論文は交通事故低減に有効であるドライバーモニタリングの技術の中で，ドライバーの視認領域検出と眠気識別に着目し，明るさの変化，顔の遮蔽などの問題を DNN モデルの導入により対処する方法論を提案し，データセットによる検証でその有効性を示したものである．この成果は，ドライバーの意識を高め，結果として交通事故の削減という社会貢献が期待できるだけでなく，機械である車と人とのインタラクションであえるヒューマン・マシンインタフェース技術，自動車工学，機械工学の発展にも大きく寄与するものである．よって，本論文は博士（工学）早稲田大学の学位論文として価値あるものと認める．

## 審査員

主査 早稲田大学教授 工学博士（早稲田大学） 菅野 重樹

年 月 日 \_\_\_\_\_

副査 早稲田大学教授 工学博士（早稲田大学） 高西 淳夫

年 月 日 \_\_\_\_\_

副査 早稲田大学教授 博士（工学）早稲田大学 宮下 朋之

年 月 日 \_\_\_\_\_

副査 早稲田大学教授 博士（工学）早稲田大学 尾形 哲也

年 月 日 \_\_\_\_\_

副査 早稲田大学教授 博士（工学）早稲田大学 岩田 浩康

年 月 日 \_\_\_\_\_