

学位論文審査の結果の要旨

報告番号	先端科学技術 甲第一五七 号	氏 名	宮内 弘太
論文題目	機械学習を用いた交差点部における異常運転検知に関する研究		
論文審査委員会	委員 (主査)	教授	高田 和幸
	委員 (副査)	教授	島田 政信
	委員 (副査)	教授	中井 正則
	委員 (副査)	教授	縫村 崇行

研究の背景

超高齢化社会を迎えた我が国においては、高齢ドライバーの交通事故防止が喫緊の課題となっている。新型車への自動ブレーキの搭載義務化はその対策の一つであるが、自動車・歩行者・自転車など多くの主体が相互に作用し合う交差点部では、車両を十分に制御しきれないことが予想される。そのため、交差点部における予防安全技術の更なる開発が必要である。

一方、交差点部において交通事故の発生リスクが高まっている際には、特異な走行挙動が生じていると考えられる。また近年著しく進歩している機械学習を用いた異常検知は、交差点部の走行挙動の異常検知にも適用可能と考えられる。

研究の目的

学位論文では、交差点部における走行挙動に機械学習を適用して異常運転を検知する手法の構築を目的としている。その際、異常運転を2つの観点から検知することを行っている。一つは、運転者全体の走行挙動との乖離度合いで異常度を定義し、異常運転を検知する手法（個人間異常運転検知手法）、他方は、自分自身のこれまでの運転挙動との乖離度合いで異常度を定義し、異常運転を検知する手法（個人内異常運転検知手法）である。これら2つの手法の性能評価を通じて、構築した手法の有用性を確認している。

研究の内容

被験者（65歳以上の高齢者）が所有する自動車に観測機器を設置し、計30名の走行挙動（位置情報、3軸成分の加速度、車両速度、操舵角）データを収集している。

複数名で自動車を利用されている場合には、運転者を特定した上で、異常運転検知を行うことが必要であることから、まず初めに、交差点部の走行挙動からドライバーを特定する学習モデルを構築している。Long Short Term Memories を適用することで、他の先行研究よりも高い精度で運転者を特定できることを示している。この成果は、査読付き論文2編（[1]、[2]）に纏められている。

次に、2つの異常運転検知手法を構築している。研究の目的に記したように、一つは、個人間異常運転検知手法、他方は個人内異常運転検知手法である。なお個人内異常運転検知の先行研究は見当たらず、当学位論文の独創的な点である。

個人間異常運転検知手法の構築に際しては、正常・異常の境界線決定の操作性が良い **One Class Support Vector Machine** を適用して、学習モデルを構築している。異常運転の検知精度、検知速度を既往研究の手法と比較し、構築した手法が最も優れていることを確認している。この成果は、査読付き論文1編 ([3]) に纏められている。

また個人内異常運転検知手法の構築に際しては、運転特性の変動度合いを定量的に把握できる **Long Short Term Memories Auto Encoder** を適用して学習モデルを構築している。他の手法を適用した学習モデルと比較し、検知精度、検知速度ともに最も優れていることを示している。この成果は、査読付き論文1編 ([4]) に纏められている。

なお、個人間異常運転検知手法と個人内異常運転検知手法のどちらが先に検知されるかを検証した結果、運転者によって異なることが明らかになった。したがって、交差点部での異常運転検知は、本研究で構築した個人間異常運転検知手法および個人内異常運転検知手法の二つの手法で検知すべきことが示されている。

以上、本論文において著者が検討して得た結論に記された事柄は、今後の我が国における、交通事故の低減に寄与する可能性を十分に秘めている点で、極めて有用であると判断できる。また、本論文の価値は工学的な観点からも十分に評価できる。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として十分な価値を有するものと認められる。

査読付き論文：

- [1] **K. Miyauchi**, K, Takada: Research on Driver Identification Method Applying Machine Learning on Driving Behavior at Intersections, Journal of Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.13, pp.1983-1999,2019.
- [2] 宮内弘太, 高田和幸: 交差点内の走行挙動に CNN を適用した自動車運転者の特定手法に関する研究, 交通工学論文集, Vol.6, No.2, pp.A_235-A_243, 2020.
- [3] 宮内弘太, 高田和幸: 交差点部の走行挙動に OCSVM を適用した高齢運転者の異常運転検知に関する基礎的研究, 土木学会論文集 (土木情報学) Vol.75, No.2, pp.97-104, 2019.
- [4] 宮内弘太, 高田和幸, 篠原もえ子, 藤生慎: 交差点部の走行挙動に深層学習を用いた異常運転検知に関する研究, 交通工学論文集, Vol.7, No.2, pp.A_19-A_28, 2021.