

学位論文内容の要旨

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		

近年、我が国では、高齢運転者による事故の発生や故意な危険運転が深刻な社会問題になっている。この問題に対し、自動ブレーキ搭載の義務化や自動運転の実現などがあるが、前者は交差点部での作動は制御がしきれない点、後者は一般道路への導入には多くの課題を有している点が挙げられる。したがって、交差点部に着目した新たな予防安全技術の開発が必要である。交差点部において事故が発生する時は、異常運転（他の運転者が行う運転と異なる場合や運転者の普段の運転と異なる場合）が発生しており、車両の走行挙動に特異な特徴として表出すると考えられる。

そこで本研究では、交差点部の走行挙動を用いた異常運転検知手法の構築を行った。二つのアプローチから手法を構築した。一つは、運転者全体の走行挙動との乖離度合いから異常度を定義する個人間異常運転検知（以下、個人間検知）、他方は、運転者の普段の走行挙動との変動度合いから異常度を定義する個人内異常運転検知（以下、個人内検知）である。本論文を通して、手法の構築および性能評価の検証を行った。本論文は 8 章構成となっている。

第 1 章「序論」では、本研究の背景と目的、本論文の構成について述べた。

第 2 章、「異常運転検知に関する既往研究と本研究の位置づけ」では、異常運転検知に関する既往研究のレビューを通して、交差点部の走行挙動から異常運転検知を試みた研究は未だないことを明らかにした。したがって、本研究の位置づけは、構築した手法の有効性が検証できた場合は、新たな交通事故低減に寄与する枠組みであることを示した。

第 3 章、「観測調査および分析用データ作成」では、まず、交差点部の走行挙動の収集を目的とした観測調査について述べた。高齢運転者を対象に、観測機器から走行挙動（車両速度、3 軸成分の加速度、操舵角、位置情報を 0.1s 間隔で計測）を観測した。次に、機器から出力されたデータだけでは、異常運転検知を行うことができないことを確認した上で分析用データの作成を行った。交差点や道路情報を有するデジタル道路網マップと走行挙動の結合を行うことで、車両の進行方向、車両の発進方法、走行場所の道路車線数の観点から交差点部の走行挙動を 54 通りに分類できることを示した。

第 4 章、「交差点部の走行挙動を用いた運転者の特定」では、複数人で一台の車を利用している場合を想定して、交差点部の走行挙動から運転者を特定する手法の構築を行った。

交差点部では、直進時および曲る時の走行挙動では、それぞれ異なる運転特性が得られると考え、3章で分類した54通り全ての走行挙動を用いて運転者を特定した。時系列データから特徴を抽出することに秀でた、Long Short Term Memories を適用した運転者特定モデルの作成を行った。既往研究の手法と特定精度を比較した結果、本研究で構築した手法が最も高いことを明らかにした。さらに本研究では、特定結果の精緻化を図るために、一回の運転で通過した交差点部の確信度の総和に着目して運転者の特定を行った。その結果、特定結果の精緻化が可能であることを示した。

第5章、「交差点部の走行挙動に機械学習を適用した異常運転検知手法の構築」では、交差点部の走行挙動から異常運転を検知する手法の構築を行った。本研究では、既往研究のレビューを通して、以下の観点から手法を構築した。まず、個人間検知は、既往研究で行われた手法の性能向上を目的とした手法である。そこで、観測データの距離と密度から異常度を考えるために、正常・異常の境界線の操作性が良い、One Class Support Vector Machine を適用した手法を構築した。一方で、個人内検知は、既往研究では行われていなかった観点から異常運転検知を行うことを目的とした手法である。そこで、観測された走行挙動から普段の走行挙動との変動度合いを定量的に把握できる、Long Short Term Memories Auto Encoder を適用して手法を構築した。

第6章、「事後検知による性能評価の検証」では、検知精度の検証を通じて、構築した手法の性能評価を行った。検証は、交差点部に進入する時に運転の誤操作が発生した場合（以下、進入時の誤操作）と曲る時に運転の誤操作が発生した場合（以下、曲る時の誤操作）を想定したシナリオを設定した。検証の結果、個人間検知では、曲る時の誤操作の検知は、検知精度が低下することが明らかになった。このことから、交差点部において異常運転を検知する際は、個人間検知だけでは不十分であり、個人内検知も用いるべきことを示した。また、既往研究の手法と検知精度を比較した結果、個人間検知および個人内検知ともに、本研究で提案した手法が最も高いことを示した。

第7章、「リアルタイム検知による性能評価の検証」では、検知タイミングの検証を通じて、構築した手法の性能評価を行った。前章と同様のシナリオを設定し、交差点部に進入してからどの地点で異常運転を検知しているのか検証した。進入時の誤操作の検知は、個人間検知および個人内検知ともに、交差点部に進入した直後に検知できることを示した。一方で、曲る時の誤操作の検知は、個人間検知および個人内検知ともに、交差道路に進入する前に検知できることを示した。また、既往研究の手法と検知速度を比較した結果、個人間検知および個人内検知ともに、本研究で提案した手法が最も早いことを示した。なお、個人間検知と個人内検知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、交差点部の走行挙動を用いた異常運転検知は、本研究で構築した個人間検知および個人内検知の二つの手法で検知すべきことを示した。

第8章「結論」では、本研究で得られた知見の総括と今後の課題について述べた。