

論文の内容の要旨

論文題目「表面筋電位を用いた超小型モビリティのドライブアシストシステム」

学位申請者 劉 暁俊

キーワード：超小型モビリティ ステアリングシステム ステアバイワイヤ 表面筋電位
筋負担低減

近年、自動車メーカー各社から最大2人乗車可能な超小型モビリティが販売されており、注目を集めている。超小型モビリティの特徴は車両重量が軽量な点に加えて、従来の軽自動車と比較して車幅やホイールベースが短く、旋回半径が小さい点である。これにより超小型モビリティは、狭い道への乗り入れが容易であり、環境性能にも優れていることから、地域内における近距離の移動手段となることが期待されている。国土交通省も超小型モビリティは業務、買い物などの日常、観光などの幅広い場面で利用されると見通しており、公共交通機関の補完として地域の周遊性が高くなるものと評価している。さらに、高齢者の外出促進のための超小型モビリティに関する研究が行われており、高齢者にとって望ましい乗り物であることも報告されている。将来、さらなる高齢化およびクオリティ・オブ・ライフ向上の観点から、超小型モビリティに対する需要がますます増えていくことが予想される。このような背景から、超小型モビリティは従来よりも性別、年齢、体格など多様な運転者に利用されると考えられる。

普及が期待される一方、超小型モビリティは操作性において課題があると指摘されている。車体がコンパクトになったことにより、従来の車両よりもステアリングシステムの簡略化が余儀なくされる。さらに運転席位置を調整する範囲に関する自由度は大きな制限を強いられている。従来の車両であればパワーステアリングのような操舵力を補助する機構を用いるが、超小型モビリティでは車体がコンパクトであるため搭載が難しい。そのため、女性や高齢者など上肢の筋肉量が少ない運転者にとっては、特に低速時や停車時など大きな力を必要とする操作において、運転操作が大きな負担となる。また、運転席位置の調整量が少ないため、運転者の体格によっては適切な運転姿勢が取れず、運転操作が大きな負担となり、重大な事故を招く恐れもある。

このように超小型モビリティは多様な運転者が想定されている一方、その操作システムは運転者それぞれの体格や筋力に応じて多くの課題を有する。この問題を解決するために、本研究では多様な運転者に最適な運転環境を提供することのできる超小型モビリティのドライブアシストシステムの構築を目的とする。これに対して本論文は以下の項目について検討を行った。はじめに超小型モビリティに搭載可能なサイズで、操作時の反力を変化させることのできるステアバイワイヤシステムを提案し、実機にて設計および製作を行った。次に体格や筋力に応じてステアリング操作時に運転者の上肢にかかる負担について表面筋電位を測定および評価することにより明らかにした。これらの結果より、ステアリング操作量に応じてステアリングホイールの反

力を制御するシステムを構築し、実験的に筋負担低減の効果を明らかにした。

本論文は5章で構成されており、以下に各章の概要を示す。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的を述べた。超小型モビリティの普及の現状とステアリングシステムの課題点について明らかにし、従来の研究事例をまとめた。これにより、提案した超小型モビリティにおけるドライビングアシストシステムの独自性と有用性を明らかにし、本研究の社会的意義を示した。本章の最後では、本論文の構成および概要について述べた。

第2章では、超小型モビリティにおけるドライビングアシストシステムとして、ステアリングホイールの角度を検知し、ステアリングモータを駆動することで機械的な連結のないステアバイワイヤシステムを構築した。また、ステアリングホイールに設置した反力モータをステアリング角度に応じて駆動することで、ステアリングホイールで反力を発生させるシステムを併せて構築した。本システムは、操舵角とタイヤの切れ角の仮想ギア比を無段階で調整でき、操舵反力を自在に設定することができる特徴を有し、実験的にその効果を確認した。

第3章では、操舵状況による腕部の筋活動に関する検討を行った。はじめに運転者の表面筋電位を測定し、ステアリングホイールを操作した際に上肢で最も活発となる部位を特定した。そしてステアリングホイールで発生する反力を変化させた際に、運転者の主観的な負担評価と表面筋電位測定による負担評価の傾向が一致することを確認した。さらにステアリングホイールの操作角に応じて反力を制御するシステムを提案し、実験的にその効果を明らかにした。

第4章では運転姿勢変化による筋負担変化について検討を行った。前章で提案したステアリングホイールの操作角をフィードバックするシステムを用いて、シミュレーションと実験から運転者の体格に応じて運転操作時の負担度の変化を明らかにした。これにより、体格ごとに制御システムを変化させる必要性を示すことができた。

第5章では本論文の結論を述べた。各章で得られた本研究の成果を総合して述べた。本研究で提案した生体情報を用いた超小型モビリティのドライブアシストシステムは、超小型モビリティに限らず、あらゆる車両において運転操作時の操作感を得ながら負担を低減できる操作システムへの応用が期待できる。