

審査結果の要旨

論文題目「Improvement of Mobility and Stability for Small Electric Vehicle: Integration of Oversteering Characteristic, Four Wheel Drive and Independent Steering」

(オーバーステア特性、四輪駆動と独立操舵の統合による
小型電気自動車の運動性と安定性の向上)

学位申請者 MUHAMMAD IZHAR BIN ISHAK

本論文は、近年の環境問題や資源問題から広く普及することが予測されるインホイールモータを使用した小型電気自動車の運動性を向上させることを目的としている。現在使われている自動車は安定性に優れたアンダステア特性を持っているが、本研究では運動性に優れたオーバーステア特性の車両を採用し、不安定性を4輪駆動車両の4輪独立操舵制御により打ち消すことで運動性ならびに安定性に優れた車両を実現した。

第1章では研究の目的と背景について述べる。電気自動車の運動性と安定性に関わる課題に関する従来研究について言及するとともに、論文の構成と各章の概要について述べている。現在、小型電気自動車に対する社会のニーズが高まりつつある。このため、都市部では多数の車両が走行している狭い道路での走行が要求される場面が多く、高い運動性が必要であることを説明している。次に自動車のステア特性を説明し、高い運動性を確保するためにオーバーステア特性の車両が必要であることを述べている。さらにすべり制御を行うことにより安全性を確保することが必要であることを説明している。

第2章はオーバーステア特性を有するインホイールモータ式電気自動車のモデリングについて述べる。小型電気自動車の運動性を向上させるためには小さな操舵入力により高い操舵応答性を得ることが必要である。そこで、一般の車両で採用されているアンダステア特性ではなく、オーバーステア特性に車両特性を変更することとした。本章では四輪操舵モデルの構成を説明するとともに、オーバーステア特性とするために従来の小型電気自動車の仕様変更点の説明を行っている。モデリングは時変形連立常微分方程式と非線形タイヤ特性のモデルを組み合わせて行っている。さらに一定の前輪操舵角、一定速度のもとで定常コーナリングテストを行うことでオーバーステア特性の詳細検討を行ったことを説明している。

第3章は四輪駆動と独立操舵を統合することによるヨーモーメント制御とその数値シミュレーションについて述べる。車両特性をオーバーステア特性とすると安定限界速度が生じ、この車速以下では高い運動性を保持しつつ安定に制御することができる。一方、この車速以上では不安定になり運動の制御が不可能になってしまう。そこで、四輪駆動・独立操舵統合モデル(4WDIS)によるヨーモーメント制御によりこの不安定性を解消する制御手法について説明している。さらに、従来の研究では車両モデルとして線形モデルが使用されているが、本研究では第2章にて詳説した非線形モデルを使用する。その結果4WDISはオーバーステア車両モデルの安定限界速度を解消し、高速走行時の安定性を維持するだけでなく、低速時の運動性も向上できることがわかった。

第4章は、スキッド制御を目的としてインホイールモータの特性を活かした回生ブレーキ制

御について述べる。オーバーステア特性の車両とすることで乾燥アスファルト路面における通常走行時の運動性は向上する。一方、操舵入力に対して操舵応答性が高くなるため、濡れた路面や氷結した路面上での安定性と安全性を向上させる必要がある。そこで、アンチロックブレーキの制御原理を回生ブレーキに適用し、車両のスリップ率に応じて摩擦係数が最大になるよう制動力のオンオフ制御を試みた。その結果、アンチロックブレーキと同程度の効果を有することが明らかになったが、制動力の様子が異なっている。回生制動力はタイヤの回転速度に比例しており、特定の回転速度において高い摩擦係数を得ることが可能であるが、回生制動力はタイヤの回転終了とともにゼロになるため、最終的に機械的なブレーキによりタイヤを静止する必要があることを説明している。

第5章は結論である。本章では第2章から第4章を総括するとともに本論文における主たる成果についてまとめている。本研究により安定性、運動性に優れた小型電気自動車を実現することができた。

このように本研究成果は今後広く活用されると予測される小型電気自動車の運動性と安定性を向上させることに貢献すると認められた。

以上の結果、本論文は学位論文として十分な内容を有するものと審査委員全員の一致で判定された。

したがって、申請者 **MUHAMMAD IZHAR BIN ISHAK** は東海大学博士（工学）の学位を授与されるに値すると判断した。

論文審査委員

主査	博士（工学）	森山 裕幸	工学部教授	（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	Ph.D.	山本 佳男	工学部教授	（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	博士（工学）	岩森 暁	工学部教授	（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	博士（工学）	落合 成行	工学部教授	（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	博士（工学）	長谷川 真也	工学部准教授	（総合理工学研究科総合理工学専攻）

