

東京大学 大学院新領域創成科学研究科
基盤科学研究系 先端エネルギー工学専攻
2014年3月修了 修士論文要旨

車両運動および消費電力モデルに基づく前後輪制駆動力配分 および加減速軌道の最適化による 電気自動車の航続距離延長制御に関する研究

学生証番号 47-126089 氏名 原田 信吾
(指導教員 藤本 博志 准教授)

Key Words : Electric vehicle, driving and braking force distribution, range extension control system, slip ratio, motor loss

地球温暖化対策として温室効果ガスの排出削減が必要であり、そのために環境負荷の少ない電気自動車が注目されている。電気自動車はモータの応答の速さを活用可能なため、内燃機関自動車と比較して環境面だけでなく運動制御面でも優位性を持つ。

電気自動車の普及を阻んでいる問題点として、従来の内燃機関自動車と比較して一充電航続距離が短いという課題がある。この問題点を解決するために、低速域と高速域で特性を変更しモータ効率の高い動作範囲を広くする研究が行われている。モータの省エネルギー駆動の観点では、加減速駆動時において効率が最大となる回転角速度およびトルクの最適軌道の導出の研究も行われている。また、モータの分散配置および各輪独立駆動が可能であるという点を生かして、トルク配分により前後輪でモータ特性が等しい電気自動車の高効率化を行う研究も行われている。

それらに対し、著者らの研究グループでは、クラッチ機構の追加やモータ種類の変更等の構成の変更をすることなく、制御で航続距離を向上させる航続距離延長制御システム (RECS: Range Extension Control System) を提案してきた。従来の直進走行を考慮した航続距離延長制御の課題として、モータの効率マップのみを用いて最適トルク配分比を算出するため車両の運動特性が考慮されていないことや、最高効率となる前後輪のトルク配分比を時間のかかる探索により求めるため、加減速時での適用が困難なことがある。一方、加減速時に適用可能なモデルベースの直進時における航続距離延長制御も提案されているが、モータ損失が考慮されておらず総合的な損失の最小化は行われていない。

そこで本稿では新しいモデルベースの航続距離延長制御として、従来考慮されていなかったモータ銅損および鉄損をモデル化し、直進走行時において入力電力を最小化する前後輪制駆動力配分法を提案する。本提案法は車体速および車体加速度から配分比を決定するため、探索法と比較して加減速時においても有効である。さらに、車両の運動特性であるタイヤのスリップ率に加えモータ損失を考慮しており、従来の研究と比較してより総合的な損失が最小化される。提案法の有効性をシミュレーションおよび実験で示した。

本論文ではさらなる航続距離延長を目的として、今後発展することが予想される自動運転技術を想定し、車両の速度が自動制御可能であると仮定し車両の加減速軌道を最適化する。本手法は例として交通信号機で停止する際の回生エネルギーをより向上できる。この加減速軌道最適化法を前述の制駆動力配分最適化法と組み合わせることでより大きな航続距離延長が達成可能である。この手法の有効性を同様にシミュレーションおよび実験にて示した。