

電気自動車における旋回を考慮した速度軌道最適化による 航続距離延長自動運転に関する研究

学生証番号 47-156060 氏名 池澤 佑太
(指導教員 藤本 博志 准教授)

Key Words : Electric Vehicle, Range Extension Autonomous Driving, Nonlinear optimal control, Direct yaw moment

近年、地球温暖化や化石燃料の枯渇などの環境問題が顕在化しており、その解決策の一つとして環境負荷の少ない電気自動車 (Electric Vehicle: EV) が注目されている。EVは走行中に二酸化炭素を排出せず、電気を動力源とし石油代替エネルギーの利用が可能であるため、前述の問題の解決策となり得る。

一方で、従来の内燃機関自動車と比較して一充電走行距離が短く、十分に普及していないのが現状である。この問題を解決するためにハード面、ソフト面から様々な研究が行われている。著者らの研究グループでは、この問題に対し、車両に変更を加えずに、制御のみによって航続距離を延長する航続距離延長制御システム (Range Extension Control System: RECS) を提案してきた。RECSでは運転者が速度を決定するという前提の下で消費電力を最小化することが可能である。直進走行のみを考慮したRECSでは、前後輪モータの効率特性の違いに着目し、効率が最大となるようにトルクを前後輪に配分することで航続距離延長を実現する。また、旋回を考慮したRECSでは左右の駆動力差モーメントを利用することで、コーナリング時に生じる抵抗を削減し、航続距離延長を実現する。

しかし、今後は、高度道路交通システム (Intelligent Transport Systems: ITS) の進展と共に自動運転技術が普及していくと考えられ、車両速度の決定権はドライバーからITSへと移行していくと考えられる。これにより、車両の速度軌道を最適化することで移動時間を変化させることなく、航続距離を延長することが可能となる。このような前提に基づき、著者らの研究グループでは、直進走行のみを想定し、勾配や信号情報を考慮して速度軌道を最適化する航続距離延長自動運転 (Range Extension Autonomous Driving: READ) を提案してきた。READでは、車両の運動、消費電力をモデル化した上で、最適制御問題を数値的に解くことで最適な速度軌道を導出することが出来る。しかしながら、実際の道路への適用を考えると、直進走行だけでなく、旋回も考慮する必要がある。

そこで、本論文では旋回を考慮したREADを提案する。旋回時にはタイヤの横滑りによる抵抗や左右輪の車輪速差が生じるので、これらをモデル化した上で最適制御問題を数値的に解くことで最適な速度軌道を求めることが出来る。また、インホイールモータ搭載車両では左右輪の駆動力差を利用することが可能なので、速度軌道に加えて左右輪の駆動力配分を同時に最適化する手法を提案する。本来であれば、速度と駆動力配分の2次元の探索を行う必要があるが、提案手法では制御入力の取り方を工夫することで、この問題を1次元の最適化問題2つに分離することが出来、速度軌道が定めれば左右の配分比が自動的に決定されるようにすることが出来る。これに加え、車両追い越し時等の走行軌跡に自由度がある場合についても適用できるように、速度、ヨーレート、横滑り角の同時最適化手法を提案する。一般的な自動車の走行では、主にヨーレートを用いて車の軌道を変更するが、前後輪アクティブステアの車両であれば、横滑り角を積極的に使用して走行することで、タイヤの横滑りによる抵抗を抑えつつ軌道を変更することができることを示す。これらの提案法の有効性をシミュレーション及び実験で示した。

| | 4章 | 5章 | 6章 |
|------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Variable | 速度軌道 | 速度軌道 左右駆動力配分 | 速度軌道 ヨーレート 横滑り角 |
| Invariable | 走行経路 初期条件 終端条件 | 走行経路 初期条件 終端条件 | 初期条件 終端条件 |