

Effective Tire Force Vector Control and Maximization Method for Independent-Four-Wheel-Drive Electric Vehicle

H30海自57

派遣先 ITEC 2018 Asia Pacific (タイ・バンコク)
期 間 平成30年6月5日～平成30年6月10日 (6日間)
申請者 東京大学 大学院新領域創成科学研究科
先端エネルギー工学専攻 修士2年 布施 空 由

海外における研究活動状況

研究目的

近年、CO₂排出による環境汚染や地球温暖化を抑制すべく、電気自動車 (EV) の普及が進んでいる。これに伴い、モータースポーツ業界でもフォーミュラ1競技車両のハイブリッド化や、純粋なEVによるレース「フォーミュラE」の誕生など、急速な電動化の流れが来ている。一方、自動車業界で進んでいるもう一つのトレンドとして自動運転が挙げられる。そして、その技術発展を図るべく、自動運転車によるラリーやレースも展開されている。本研究の内容は、このモータースポーツ業界でも大きな発展が期待されるEVと自動運転を組み合わせたものとなっており、概要は以下のようなものである。

EVはモータで駆動するため、そのトルクの測定や制御を極めて高速、正確に行うことができる利点がある。そして、小型モータを4輪独立に搭載することで、4輪独立駆動が可能となり、その運動性能は従来のガソリン自動車を遥かに凌駕するものとなる。また、車両運動制御を自動運転で行えば、予め最適化された制御入力や軌道を正確にトレースできる。想定する車両は4輪独立駆動と、4輪操舵が可能で制御自由度8を持つものとする。車両運動は

3次元の並進運動と回転運動合わせて6自由度持つため、制御入力の冗長性を利用し、ロードレースの至上命題であるラップタイムの最短化を如何に実現するかが本研究の目的となる。

本論文ではその準備段階として、タイヤ力を効果的に制御する方法を提案する。本手法は、 λ -methodと呼ばれるタイヤモデルに基づき、タイヤのスリップ率とスリップ角を効果的に制御することによって、タイヤ力を任意の方向へ最大化することを可能とする。これにより、四輪それぞれの前後力と横力の自在なコントロールが可能となるため、究極の車両運動制御を実現できる。提案手法の有効性をシミュレーションで示し、実車を用いた実験検証も行なった。シミュレーションモデルと現実のタイヤで多少の差異が認められたものの、本提案法がタイヤ力の制御に利用できることが確認された。

本論文はモータースポーツを想定した限界コーナリング制御の一種ではあるが、タイヤ力を最大限に利用することを目的としているため、同時に安全に走行できる領域を拡大することにもなる。つまり、今後の自動運転する電気自動車の制御手法として本手法を適用すれば、効果的に安全な運転を実現することが可能となり、大変有用である。

今回参加した国際会議IEEE Transportation

Electrification Conference & EXPO Asia-Pacific (ITEC-AP2018)は自動車や飛行機などの電動化をテーマとしており、バッテリーや細部に渡るコンポーネントまで包括的に扱う学会である。そのため、本学会に参加する研究者も、私のような制御を専門に専攻する者や、軌道生成や最適化の研究者、パワーエレクトロニクス研究者など非常に多岐に渡る。本学会は世界各国で開催される一連のITECの一つであり、世界中から集まった人々が意見や情報を交換する場としての役割も持つ。

したがって、今回の国際会議では、私の研究成果を発表するとともに、世界各国の研究者と交流を深め、将来的なコラボレーションを行う研究チームを探すことも目的とした。この機会を通じて、様々なことを学ぶと同時に、人脈作りや将来の進路などを考え、今後の研究に活かしていきたい。

海外における研究活動報告

ここでは私が参加したITEC-AP 2018で学んだこと、得られたことについて主に述べる。

学会初日のOpening Ceremonyでは、車両電動化に詳しい様々な教授、企業の方々から電気自動車の普及やその課題について語っていただいた。電気自動車はCO2排出ガスがゼロである優位性はあるが、電気自動車に搭載するバッテリーの航続距離と資源の確保が最大の課題である。その解決策の一つとして、走行中に給電を行う試みや取り組みが多く紹介された。鉄道のように架線を通じて直接給電するものや、電磁界の共鳴を利用して無線で電力を送電するものが特に有力であるようだった。これらはバッテリー搭載量の削減や航続距離の飛躍的な延長が期待できるが、そのためインフラ設備の構築が課題のようである。また、都市部や郊外での限定的な利用を想定

した超小型モビリティ電気自動車もホットな話題として挙げられる。これは、絶対的な走行距離は限定されるが、短距離間の移動に最低限必要なものだけを集約し、コストと使いやすさを両立させることを狙いとしている。Key-Note Speakerの一人であるHonda R&D Asia Pacific Co., Ltd Presidentの青山氏から、この点について直接お話を伺うことができた。消費者の需要やバッテリーなどの供給、インフラの整備を考慮した最適解を見つけることが大切だと私は理解した。同時開催されていた展示会では、同じく電気自動車の超小型モビリティで知名度を上げつつあるFOMMの車両や、電動三輪自転車などに試乗した。個人的にも是非購入を検討するほど大変興味深かったが、少量生産ゆえの高めな値段設定が気になった(軽自動車よりも小さいが、200万円かかる)。やはり、コストを下げるためには販売台数を増やす必要があるのだろう。電気自動車が電池切れを気にせず安心して走れるインフラの確立が必要であるが、そのためにはある程度の数の電気自動車が走る前向きな見通しが必要である。どちらが先かともいえないこの問題に難しさを感じた。

私の研究発表では、内容に対する的確かつ鋭い質問として、「従来法との比較などは行ったのか?」というものがあつた。今回は独自の観点から提案した内容であつたため、投稿時点ではそのような実験検証までは行っていなかった。論文誌投稿へ向け、このアドバイスをしっかりと受け止め、ブラッシュアップしていきたい。今回は国際学会での口頭発表としては3回目であつたが、英語による発表そのものは問題なくできたと考えられる。しかしながら、質問が少なかった点からすると、聴講者の理解度は芳しくなく、プレゼンの構成や抑えるべきポイントに問題があつたのではないかと感じた。聴講者の専門性やレベルにあわせてプレゼ

ンテーションのやり方を変え、初めての人が聞いても分かる発表を意識していきたい。

バンケットでは参加したKey-Note speakersや本学会の主催者(主にElectric Vehicle Association of Thailand: EVAT)らと親睦を深めた。自動運転や電気自動車の普及について意見を交わしたり、それぞれの国における状況を学んだ。ここでの出会いや人脈が将来の仕事や研究で活かされることを願いたい。

最終日のCultural Tourでは、本学会参加者らがタイの歴史や文化についてふれるべく、歴史的な建築物や場所に訪れた。異文化交流や国際理解ができただけでなく、参加者同士で気軽にコミュニケーションし、友好度を深めた。また、移動中のバスから眺めたタイの道路や交通の状況も印象的だった。バンコクの都市部では渋滞がひどく、バイクやタクシーが我先に

と車線変更を繰り返していた。一度だけだが交通事故の現場も目撃した。また、路面状況も良くなく、安全に走ることが困難のように思えた。自動運転や私が研究している運動制御による電気自動車が普及すれば、これらの問題は大きく改善されると思った。私の研究が今後活かされる機会は大いにあることを改めて確認することができた。

**この派遣の研究成果等を発表した
著書、論文、報告書の書名・講演題目**

Hiroyuki Fuse, Hiroshi Fujimoto: Effective Tire Force Vector Control and Maximization Method for Independent-Four-Wheel-Drive Electric Vehicle, The 2018 IEEE International Transportation Electrification Conference & EXPO Asia-Pacific, Bangkok, Thailand, Session 8A2-2, Proceedings pp.54 (2018).