

氏 名	ひら 平 おか 岡 とし 敏 ひろ 洋
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	論 情 博 第 64 号
学位授与の日付	平 成 17 年 7 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	自動車横運動制御に関する研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 熊 本 博 光	教 授 片 井 修	教 授 杉 江 俊 治
--------	----------------------	-----------	-------------

論 文 内 容 の 要 旨

近年、交通事故による死者数は減少傾向にある。その要因として、法改正による罰則規定の強化や、救急医療体制の整備、車両の衝突安全性向上などが挙げられる。しかし、交通事故件数と死傷者数は依然として増加傾向にあるうえに、高齢社会が進むにつれて、身体能力の劣る高齢ドライバーの割合が増加することは明白である。そこで、事故が起きた際の衝突安全性以外に、事故を未然に防ぐ予防安全技術に対する期待が高まっている。本研究では車両の横運動に着目して、自動操舵、アクティブ操舵、直接ヨーモーメント制御などの横運動制御則について論じた。

はじめに、四輪操舵車両の自動操舵則を提案した。自動運転はヒューマンエラーに起因する交通事故を防ぐ究極的な手段である。また、未知要素の多いドライバーのモデル化が不要なために理論的な考察を行いやすい。本研究では、スライディングモード制御理論に基づくことで、コーナリングパワーの変動に対してロバストな制御則を導出した。提案する四輪操舵車両の自動操舵則は、前輪操舵車両の自動操舵則に比べて、目標軌道への追従性向上だけでなく、姿勢安定化を実現した。

自動運転は究極の予防安全技術といえるが、インフラ整備や車両に取り付けるセンサやアクチュエータなどの費用の問題から、近い将来に普及が急速に進む技術ではない。本研究では、上述の自動操舵則を参考にして、前輪アクティブ操舵による撃心横加速度制御を提案するとともに、アクティブ操舵に必要な横すべり角の推定法を示した。前輪アクティブ操舵とは、ドライバーが入力するステアリングホイール角と各種の車両センサの情報に基づいてアクチュエータが前輪を操舵するシステムである。本研究で提案する前輪アクティブ操舵則を適用することによって、ドライバーは制御基準点である後輪に関する撃心を容易に目標コースに追従させることができた。

ただし、上記の前輪アクティブ操舵則は、制御基準点以外のコース追従性は保証していないので、ヨー回転運動などによって車両姿勢が不安定化するという問題を有する。これを解決するために、後輪アクティブ操舵を加えて横すべり零化撃心横加速度制御を実現した。さらに、コーナリングパワーの変動や横風外乱などの系の不確かさに対するロバスト性を保証するために、スライディングモード制御を付加した制御系を設計し、非線形車両モデルを用いた計算機シミュレーションにより、提案手法の有効性を示した。

これらのアクティブ操舵則は一定車速を前提とした制御則である。そこで、急な加減速時においても横すべり零化撃心横加速度制御を実現するために、制駆動力配分による直接ヨーモーメント制御と統合した。所定のヨーモーメントを発生させるための制駆動力配分則に関して、従来研究ではあまり理論的な手法は提案されていない。本研究では、タイヤ負荷の最大値を最小化する最適配分問題の厳密解を導出し、その有効性を示した。

本研究で提案する制御則によって、乾燥路や圧雪路などのさまざまな路面や、急な加減速を行うような走行条件においても、高い操縦安定性を有する車両を実現し、交通事故の発生防止につながることが期待される。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

近年、交通事故による死者数は減少傾向にある一方で、事故件数と死傷者数は増加傾向にあり深刻な社会問題となってい

る。そこで本論文では、事故を未然に防ぐ予防安全技術の一つである車両の横運動制御について論じている。

- (1) はじめに、スライディングモード制御理論に基づいて、路面状態の変化や横風外乱に対してロバストな四輪操舵車両の自動操舵則を導出している。自動運転はヒューマンエラーに起因する事故を防ぐ究極的な手段であり、未知要素の多いドライバのモデル化が不要なために理論的な考察を行いやすい。
- (2) しかしながら、インフラ整備や車両に取り付けるセンサやアクチュエータの費用など問題が山積しており、自動運転はすぐに普及する技術ではない。「走る、止まる、曲がる」という車の基本性能を高めることで運転しやすい車両を実現することこそが、現実的で効果的な予防安全技術といえる。そこで、四輪自動操舵則を参考にして、前輪アクティブ操舵による撃心横加速度制御を提案している。これにより、制御基準点である後輪に関する撃心を容易に目標コースに追従できることをシミュレーションにより確認している。
- (3) つづいて、前輪アクティブ操舵に後輪アクティブ操舵を加えた横すべり零化撃心横加速度制御則を導出したうえで、コーナリングパワーの変動や横風外乱などの系の不確かさに対するロバスト性を保証するため、スライディングモード制御を付加した制御系を提案している。
- (4) さらに、急加減速時においても横すべり零化撃心横加速度制御を実現するために、制駆動力配分による直接ヨーモーメント制御との統合を図っている。所定のヨーモーメントを発生させるための制駆動力配分則に関して、従来研究ではあまり理論的な手法は提案されていないが、本論文ではタイヤ負荷の最大値を最小化する最適配分問題の厳密解を導出し、非線形車両モデルを用いた計算機シミュレーションにより、その有効性を示している。

以上のように、本論文は、さまざまな運転状況下において高い操縦安定性を実現する車両の横運動制御則を提案するものであり、深刻な社会問題となっている交通事故の発生防止につながることが期待される。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成17年5月30日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果、合格と認めた。