

【学位論文審査の要旨】

高齢化社会の到来に伴って、高度な運転支援や自動運転システムに対する必要性が益々高まりつつある。車両自動制御の究極の姿である運転の完全自動化の実現には、いまだ多くの技術的課題が存在するものの、既に大衆車にも広く採用されているアンチロックブレーキシステムや緊急自動ブレーキシステム、あるいはトルクコントロールシステムなど、運転操作の一部をアシストする機能の自動化は盛んに研究がなされ、商品化競争が激しさを増している。

車線変更する際に突風に煽られたとき、あるいは、突然現れた障害物を回避するとき、車両の動的制御を行うアシスト機能があれば衝突事故や横転事故を減らすことが可能となる。

本論文では、車線変更や障害物回避において、軌道追従と車体方向安定性を重視して車両を動的制御する手法を提案している。特に、トラックの様に重心の高い車両の走行安定化制御は難しく、横転防止と車体方向安定性を確保しつつ、速やかな車線変更を実現しなくてはならない。本研究では制御手法として、制約を考慮できるとともに多変量を扱うことができるモデル予測制御を用いている。

本論文で得られた成果は以下のように要約できる。

(1) 軌道追従、車体方向安定化そして横転防止をアシストするためのアクチュエータとして、後輪操舵機能と後輪差動ブレーキ（左右異なる制動力）を持つ車両の動的モデルを新たに構築した。この動的モデルでは、非線形のタイヤモデルを用いていること、横風、バンクを考慮できることが特徴である。また、ロール運動を発生する垂直方向の力と横加速度も考慮し、さらには、横転の危険度を表す Load Transfer Ratio(負荷移動比率)も導入した。

(2) 従来のモデル予測系にPI制御を並列に施すことで制御性能の強化を目指した。提案する新しいモデル予測制御系の構造と各制御部の役割を紹介した上で、モデル予測制御部とPI制御部それぞれの設計方針を解説した。

車線変更において、ロール角の情報に基づいての動的制御を実施することで車体方向安定性と軌道追従性能の改善に成功した。モデル予測制御を採用することによって、アクチュエータの動作限界範囲を守れていることは実用性の観点から重要である。また、線形最適制御と比較検討することで、提案する制御系の有効性を検証した。

加えて、上記の制御系に差動ブレーキの機能を付加すれば、車体方向安定化においてさらに制御効果を増すことを示した。

(3) 重心の高い車両を対象に、車線変更時に突風に煽られても、横転防止と車体方向安定性を確保しつつ、速やかな車線変更を実現する自動アシスト機能の実現を検討した。

横転防止ばかりに気を取られると軌道追従がおろそかになる。そこで、軌道追従、車体方向安定化、横転防止、これら3者間のトレードオフについて議論し、モデル予測制御系内に設ける切換え装置を通して制御構造を適切に切換えることで後輪操舵機能と後輪差動

ブレーキによる車体運動への影響を調整する方法を提案した。従来型のモデル予測制御に比べて、ここで提案する制御系が車線変更や障害物回避において有効であることを示した。

以上のように本論文では、車両を運転するのはあくまでも人であるという観点から、運転操作の一部をアシストする機能を自動化することで車両の安定走行を実現する新しい方法を提案し、その有効性の評価を行った。得られた成果は、今後のこの分野の発展に寄与することが期待され、工学的に重要な意義を有する。よって博士（工学）の学位を授与するに十分な価値があるものと認められる。

（最終試験又は試験の結果）

本学の学位規則に従い、最終試験を行った。公開の席上で論文発表を行い、学内外の教員による質疑応答を行った。また、論文審査委員により本論文及び関連分野に関する試問を行った。これらの結果を総合的に審査した結果、専門科目についても十分な学力があるものと認め、合格と判定した。