

## 審査の結果の要旨

氏名 安達 和孝

工学修士 安達和孝 提出の論文は「無段変速機を用いた車間距離自動制御システムに関する研究」と題し、本文7章と付録よりなる。

運転者が設定した車速を保持して高速道路などの走行を可能とする車速維持制御装置は、運転者の負担を軽減するために北米などで普及しているが、日本のような混雑した道路事情では、遅い車両が前方を走行する機会が多く、有効には機能しない。そのため、先行車との車間距離を検出し、車速と同時に車間距離を制御する車間距離自動制御システムが開発されている。本論文は、変速比を連続に変更できる無段変速機を用いてエンジン出力と減速比の変化で、ブレーキを用いることなく加減速が可能な車間距離自動制御システムを提案し、外乱やシステム変動および非線形性を考慮したロバスト制御手法と、二自由度制御手法を採用することで、ドライバーに違和感を与えることのない車間距離自動制御システムの構築を試み、シミュレーション及び車両試験によりその有効性を示そうとしている。

第1章は序論で、本論文の背景、本研究着手の動機、研究動向を述べ、車間距離自動制御システムへの制御手法の適用の指針を提示するとともに、制御対象とする無段変速機付き車両の構成などを概観している。そして、提案するシステムは、エンジントルクと無段変速機の変速比をアクチュエータ制御系として駆動力を制御し、さらに車速制御を介して、最終的に車間距離を制御するという構造を取ることを示し、本章の最後で、論文の構成を整理している。

第2章は、本研究で用いる制御理論に関して整理し、各種法の特徴をまとめ車間距離自動制御システムの各要素および全体システムへの適用の方針を示している。

第3章はベルト式無段変速機の変速比制御系の検討を行っている。最初に、実験的に取得した制御対象の動特性を「一次遅れ+無駄時間」系でモデル化することを試みている。このモデルは単純であるが、モデルの定数自体は使用環境、固体差などにより変動するため、モデル変動を加味して所定の変速比を達成できるロバスト補償器と、所定の応答に追従させるモデルマッチング補償器を設計し、過渡応答、および定常応答を車両実験によって確認している。

第4章は自動変速機ロックアップクラッチのスリップ回転速度制御系に関して検討を行っている。エンジンと変速機間に設けられるトルクコンバーターは特性が非線形で応答遅れも大きい。特に低速域ではロックアップクラッチ締結ショックが大きく、正確な制御が必要になる。筆者は、スリップ回転数が、駆動系速度の関数として一次遅れ系でモデル化できることを見出し、環境変動等を不確かさとして扱うロバスト制御系によって制御可能であることをシミュレーションおよび車両実験によって確認し、低速域で確実にロックアップクラッチを締結でき、車間距離自動制御システムに有効に組み込むことが可能であることを示した。

第5章は、上記のエンジン駆動系に対して車間距離自動制御システムを構成するために、車両質量の変化や路面勾配変化などのシステム変動や外乱を考慮できるように車速制御系の検討を行っている。まず、要求される加減速をエンジントルクと無段変速機の変速比に分配する方式を提案し、外乱やシステム変動により応答特性が悪化しないロバストモデルマッチング手法により制御系を構成した。そして構成した車速制御系の評価試験を実施し、最終的に目的とする車間距離制御に対して有効に機能しうる車速制御系が構築できたことを示している。

第6章は、第3章から第5章までに構築した車速制御系に対して車間距離制御系を構成し、その特性を評価している。ここでも、制御システムの安定性と目標への追従性のある程度独自に設定可能なモデル規範型の二自由度制御系を適用している。目標への追従性は、先行車両を認識し、車間距離を目標値に近づける際に主に課題となり、実際のドライバーの操作を参考に、先行車両との相対距離と相対速度によるテーブルを用意し、規範モデルの特性を走行中に逐次選択可能なシステムとし、目標車間距離への追従が適切に行えるように設定した。また、先行車との距離を一定にした後に、その距離を保持するフィードバック補償器の設計に関しては、車間距離が短い場合は、応答性を早め、車間距離が長い場合は応答性を遅くするような設定を行った。こうした設定が、先行車への「接近」、先行車の「割り込み」や「追い抜き」、ならびに先行車への「目標車間距離での追従」といった多彩な状況において、運転者に違和感を与えない制御が可能になることを実証実験によって確認している。

第7章は結論で、本研究の成果を要約するとともに、本研究の成果が既に実用化されていることが、また、本システムの構成要素である駆動制御系が通常の走行においても燃費改善や運転性の改善に活用されていることが示されている。

以上、要するに、本論文は車間距離自動制御システムを、駆動力制御、車速制御、および車間距離制御と階層的に構成し、各要素のモデル化手法を提案し、ロバスト制御手法、および二自由度制御手法からなる制御手法を採用し、その有効性をシミュレーションと実証実験によって確認することで、提案する車間距離自動制御システムが運転者に大きな違和感を与えることなく運転負荷軽減に寄与できることを示したもので、工学上寄与するところが大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。