

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 11465 号
------	---------------

氏 名 伊藤 章

論 文 題 目

車両に潜在する冗長性を活用した耐故障制御系設計に関する研究
(Fault-Tolerant Control System Design Utilizing Latent Redundancies in a Vehicle)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	早川 義一
委員	名古屋大学	教授	鈴木 達也
委員	名古屋大学	教授	古橋 武
委員	名古屋大学	准教授	浅井 徹
委員	大阪府立大学	教授	小西 啓治

論文審査の結果の要旨

伊藤章君提出の論文「車両に潜在する冗長性を活用した耐故障制御系設計に関する研究」は、Steer-by-Wireと左右後輪にインホイールモータを搭載した電動車両を対象に、アクチュエータおよびセンサの故障に対して、車両に潜在する冗長性を活用した耐故障制御系の設計法を提案するものであり、全6章から成る。

第1章は序章であり、本研究の背景ならびに本研究の目的を述べている。

第2章では、本研究で対象とする車両の等価三輪モデルとSteer-by-Wireの回転二次系モデルを紹介するとともに、本研究で考察するアクチュエータとセンサに関連する故障を定義している。

第3章では、左右駆動系が正常であることを前提に、操舵系アクチュエータの故障によって消失する旋回モーメント制御を左右後輪の制駆動力差によって発生する旋回モーメントを活用する耐故障制御系を提案している。具体的には、外乱オブザーバとロバスト安定解析を用いた制御系設計法である。提案手法は車両の物理パラメータの変化や道路面摩擦状況の変化にもロバストであり、シミュレーションによって、故障発生後の退避行動が安全に達成されることを確認している。

第4章では、操舵系と駆動系のアクチュエータ故障に対する耐故障制御系を提案している。操舵系の故障に対しては第3章の結果を用い、片側駆動輪の故障によって生じる旋回モーメント擾乱と駆制動力劣化に対しては正常な片側駆動輪と操舵系の協調制御で対処するものである。制御器設計では外乱オブザーバ、ゲインスケジューリング H_{∞} 設計、 μ 解析などが適用され、設計された制御器は車速をパラメータとするゲインスケジューリング制御器となっており、その有効性はシミュレーションで検証されている。

第5章では、センサ故障に対する耐故障制御系として、センサ正常時にはドライバ操作を補完するD*制御を実現し、センサ故障時にはドライバ操作に従って「走る・曲がる・止まる」の基本動作だけは維持できる耐故障制御系を提案している。具体的には、D*制御系を基本機能制御ループと付加機能制御ループに分割するものであり、制御系設計には第4章と同じ解析・設計法が適用され、シミュレーションでその有効性が確認されている。

第6章は本研究で得られた成果と今後の研究のまとめである。

以上のように、本研究は、Steer-by-WireとDrive-by-Wireを搭載した電動車両において、操舵系の故障には左右駆制動力差による旋回モーメントで、片側駆動系の故障による旋回モーメント擾乱には操舵系で対応する耐故障制御系を提案し、シミュレーションでその有効性を検証したものであり、学術上、工業上寄与するところが大きい。よって、本論文提出者伊藤章君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があるものと判定した。