

電子情報工学専攻	学籍番号	983404
申請者氏名	飯 山 真 一	

指導教員氏名	中 島 浩 梅 村 恭 司
--------	------------------

論 文 要 旨(博士)

論文題目	自動車制御システムのリアルタイムスケジューリング理論の適用
------	-------------------------------

(要旨 1,200字程度)

自動車制御システムは、機器を制御するという観点から、制御対象となる機器によって定まる時間制約にしたがって動作することが求められるリアルタイムシステムである。かつ、システムがその時間制約を満たせなかったとき、場合によっては重大な事態を招く恐れがあるハードリアルタイムシステムである。

近年、自動車制御システムの大規模化、複雑化が著しい。システムが大規模化する中で、システムの品質と生産性を高く保つためには、システム開発の効率化を支援するツールの採用や、体系的なリアルタイム性検証手法の導入が必要不可欠となっている。

本研究では、自動車制御システムの時間制約を解析することを目的として、リアルタイムスケジューリング理論に基づいた体系的な手法を開発し、実際のシステムへ適用を行った。具体的には、代表的なリアルタイムスケジューリング理論であるRate Monotonic Analysis (RMA)の適用を、エンジン制御システムと車載ネットワークに対して行った。システムの時間的振舞いを分析し、従来の理論だけでは扱えない部分を解決するために理論の拡張を行った。

まず、エンジン制御システムに対しては、システムを一般化されたマルチフレームタスクからなるシステムとしてモデル化した。さらに、このタスクモデルの仮定を緩めるため、level- i busy period の概念を導入し、相対デッドラインが周期よりも長いタスクも扱えるようにした。次に、一般化されたマルチフレームタスクからなるタスクセットのスケジュール可能性の必要十分条件を効率的にチェックするために、maximum interference function (MIF) を用いた手法を提案する。

提案手法を実際のエンジン制御システムのタスクセットに適用した結果、クリティカルなタスクのリアルタイム性を保証できることが示された。本手法を用いることで、エンジン制御システムの時間制約が満たされるかどうかを設計時に評価することができる。

次に、自動車内の制御系ネットワークにおいて事実上の標準となっているController Area Network (CAN) に対して、リアルタイムスケジューリング理論を適用した。CANのメッセージの最大遅れ時間を正確に求めるためには、従来手法では実際のシステムを検証するためには不十分であることを指摘し、システム構成を考慮した場合のメッセージの最大遅れ時間を求める手法を提案する。提案手法を実際の自動車内ネットワークへの使用が検討されているメッセージセットに対して適用し、提案手法の有効性を確認した。

最後に、グループ分けされたCANメッセージ間で送信要求時刻のオフセットを持つメッセージモデルに対する解析手法を提案した。具体的には、同じ送信ノード内にあるすべてのメッセージを、メッセージボックスに対応した1つ以上のグループにわけ、そのグループの中でオフセットを持たせたメッセージモデルに対する解析手法である。提案手法を用いて、メッセージのグループ分けを行い、送信要求時刻にオフセットを持たせることは、最悪時のメッセージの衝突回数を減らし、優先度逆転による影響を小さくすることに有効であることを実際のメッセージセットにおいて確認した。