

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲	第 11045号
------	-----	----------

氏 名 井村 彰宏

論 文 題 目

モデル予測制御に適した永久磁石同期モータシステムのモデル化に関する研究

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	道木 慎二
委員	名古屋大学	教授	松村 年郎
委員	名古屋大学	教授	古橋 武
委員	三重大学	教授	石田 宗秋
委員	千葉大学	准教授	残間 忠直

論文審査の結果の要旨

井村彰宏君提出の論文「モデル予測制御に適した永久磁石同期モータシステムのモデル化に関する研究」は、化学プラントなど非線形制御対象に対して有力な制御法であるとされているモデル予測制御を、永久磁石同期モータとインバータ、モータ制御で構成されるモータシステムへ導入することで新たな価値創造を狙うものであり、特に、モデル予測制御理論の性能を大きく左右するモデルについて、モデル予測制御に適した新しいモータ・インバータモデルを明らかにしている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、本研究の背景について述べている。

第2章では、一般的に多くの計算機資源を必要とするモデル予測制御を車載機器への実機実装することを考慮し、モデル予測制御理論を基にしたオンラインでの瞬時 dq 電流制御法 (MPICC: モデル予測瞬時電流制御法) を提案し、その応答性と安定性に関して周波数特性を定量化している。この構築したアルゴリズムは、従来の三角波キャリア比較 PWM による電流ベクトル制御とは異なり、制御周期ごとにモータモデル、インバータモデルを基に予測する未来の電流と、指令電流との差を評価することでインバータのゲート信号を直接決定する構成が特徴である。更に、モデル予測制御理論自体の強い非線形性が原因で困難であった MPICC の応答性と安定性を把握するため、バッテリーなどの電気化学系交流インピーダンス特性解析で実績ある手法である単一正弦波相関法 (SSC: Single Sinusoidal Correlation) に着目した周波数応答解析法により定量化している。

第3章では、第2章で提案した MPICC を前提とし、インバータのデッドタイムに着目した新規のインバータモデルを提案しその効果を検証している。一般的なインバータモデルは、従来の最終値定理を基にする古典制御に適した平均的な挙動を表現するモデルであり、モデル予測制御で望ましい瞬時的な挙動を表現するモデルとは言えない。本章では、この点に鑑み、モータ用モデル予測制御に適したインバータモデルを提案する。この提案インバータモデルの有効性についてはシミュレーションと実験を通じて定量的に示している。

第4章では、永久磁石同期モータの dq モデルにおいて、瞬時的なインダクタンス変動と定常的な磁束に着目した新規のモータモデルを提案している。これは先述したように、モデル予測制御では瞬時的な挙動を表現するモデルが必須であり、これまでの一般的なモータモデルでは表現能力が不足していることが原因である。この提案モータモデルの有効性についても、シミュレーション、実験を通じて電流高調波に注目した解析結果を示している。

第5章では、本研究のまとめと今後の課題を示している。

以上のように本論文では、モデル予測制御をモータシステムに適用する場合、その性能に大きな影響を与えるモータモデル、インバータモデルを新たに明らかにしている。これらのモデル並びに得られた結果は、モデル予測制御のモータシステムへの応用を実現するために重要であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である井村彰宏君は博士 (工学) の学位を受けるに十分な資格があると判断した。