

審査の結果の要旨

氏名 Lilit Kovudhikulrungsri

本論文は、「Discrete-Time Observer with Dual Sampling Rates and its Applications to Drive Control with Wide Speed Range (デュアル・サンプリング・レートをもつ離散時間オブザーバと広い速度領域を持つ駆動制御への応用)」と題し、最近の電子計算機技術の発達により演算装置が高速化する中で、離散的な位置センサとしてのエンコーダ情報に基づく高速から低速までの可変速駆動制御に代表されるように、制御用計算機に比べてセンサの速度が遅いため十分な制御性能を得られず、不安定を引き起こすような現象に対し、センサに対するハードウェアの要求を引き上げることなく、制御用計算機の持つ短いサンプル時間と、遅いセンサにより決まる長いサンプル時間を統合的に扱い、制御対象のプラントモデルに応じて有効な状態推定を行う、デュアル・サンプリング・レート・オブザーバの理論を提唱し、その実用的実装手法を示して、実験を通じてその有用性を検証したもので、6章からなる。

第1章は「序論」であり、可変速駆動制御における位置センサの問題と、それらに対する従来の解決方法の概要を、研究の背景として簡潔に示し、本論文の目的と構成を示している。

第2章は「速度推定技術」として、エンコーダ信号からの速度計算あるいはサンプル時刻間の状態推定を行う従来技術进行调查し概説している。特にその中で、本論文で提唱する手法の基礎となっている瞬時速度オブザーバに関して詳細な説明を行っている。その原理は、制御周期ごとに外乱力と速度の予測を行い、エンコーダ・パルスの出力時にその予測値を修正するもので、モータ制御に有用な位置・速度の推定技術となっている。一方で、プラントモデルとして一慣性系のみを仮定する点で適用対象が限定される点と、極低速駆動における厳密な安定性限界を理論的に明示できない点に問題が残っていた点を指摘し、第3章で述べる理論の位置づけを明確化している。

第3章は「2つのサンプル・レートを持つ離散時間状態観測器」として、一般性を持つ状態空間表現から出発し、瞬時速度オブザーバ理論の一般化を図り、これをデュアル・サンプリング・レートを持つ離散オブザーバと定義している。同時に制御用計算機が持つ短い固定周期と、センサが持つ長い可変周期の2つのサンプル時間およびそれに対応する2つの z 平面を明確に区別して扱い、連続時間、長い可変サンプル離散時間系および短い固定サンプル離散時間系の3者の対応関係を明確に記述している。このことにより、提唱する状態推定の速度に応じた安定性限界を明確に示すとともに、ゲインスケジューリングに基づく実用的実装手法を示している。さらに、先行研究である瞬時速度オブザーバも含め、ここまで予測形状状態推定器として記述されてきた、これらの手法を、同時形状状態推定器として定式化できる場合には、ゲイン設計がより簡素化されることを示した。

そして、これらの理論の有用性を、一慣性系・二慣性系のモーション・コントロール実験を通じて検証している。さらに、この同時形状状態推定と、離散時間定常カルマン・フィルタとの関係についても論じた。

第4章は「鉄道車両の駆動制御への適用」として、電気車における電気ブレーキ時の安定駆動速度領域の拡大や、電気車両の持つ複雑な機械的ダイナミクスの考慮、さらに外乱オブザーバとして粘着力を直接推定できる機能を生かした滑走空転検知・制御の可能性を実車データに基づく計算機実験を通じて示している。

第5章は「視覚センサからの情報に基づく位置推定」として、視覚センサを用いて、磁気支持された二次元リニアモータ可動子の位置推定を行う例題を、3章の後半に扱ったデュアル・サンプリング・レートを持つ離散時間定常カルマン・フィルタの応用例としてシミュレーション結果に基づいて論じている。

第6章は「結論」として本研究を総括し、その適用範囲の一般性と広い速度領域、雑音の影響の大きい環境でも安定した推定性能を持たせるための設計法が理論的に導かれたことにより、デュアル・サンプリング・レートを持つ離散時間オブザーバは、鉄道・電気自動車などの駆動制御や視覚センサを持つサーボ・システムなどセンシング周期が制御周期より長くなることのあるシステムの、制御性能を向上させる効果的手法であると結論づけている。

以上これを要するに、本論文は 制御用計算機に比べセンサ速度が遅いため十分な制御性能を得られない場合に対し、低精度センサを用いたまま制御用計算機の持つ短いサンプル時間と、遅いセンサにより決まる長いサンプル時間を統合的に扱い、制御対象のモデルに応じて有効な状態推定を行う、デュアル・サンプリング・レート・オブザーバを提唱・定式化し、その実用的実装手法を示し、可変速駆動実験やフィールド・データに基づく計算機実験を通じて、その有用性を検証し、さらに定常カルマン・フィルタとの関係に対する考察を行って視覚サーボ等への応用可能性も示したもので、電気工学、および制御工学に貢献するところが少なくない。

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。

「審査の結果の要旨」の概要

(課程博士用)

1. 課程・論文博士の別 課程博士
2. 申請者氏名 (ふりがな) Lilit Kovudhikurlungsri
(リリット ゴーウィッティクンランシー)
3. 学位の種類 博士 (工学)
4. 学位記番号 博工 第 5744 号
5. 学位授与年月日 平成 16 年 3 月 25 日
6. 論文題目 Discrete-Time Observer with Dual Sampling Rates and its Applications to Drive Control with Wide Speed Range (デュアル・サンプリング・レートをもつ離散時間オブザーバと広い速度領域を持つ駆動制御への応用)
7. 審査委員会委員

	官 職	氏 名
(主査) 東京大学	<u>助教授</u>	<u>古関隆章</u>
	<u>教授</u>	<u>仁田旦三</u>
	<u>教授</u>	<u>堀 洋一</u>
	<u>教授</u>	<u>横山明彦</u>
	<u>助教授</u>	<u>橋本秀紀</u>
	<u>助教授</u>	<u>大崎博之</u>
8. 提出ファイルの仕様等 提出ファイル名 使用アプリケーション OS
使用文書ファイル lilit.doc Word WIN2000