

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	不連続動特性をもつシステムに対する推定法とその応用
Title(English)	Estimation for Discontinuous Dynamical Systems and its Applications
著者(和文)	SrangSarot
Author(English)	Sarot Srang
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9668号, 授与年月日:2014年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:山北 昌毅,三平 満司,倉林 大輔,大山 真司,早川 朋久
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9668号, Conferred date:2014/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	11D51321	号	学位申請者氏名	Sarot Srang		
論文審査 審査員		氏名		職名	氏名	職名	
	主査	山北 昌毅		准教授			
	審査員	三平満司		教授	審査員		
		倉林大輔		教授			
		大山真司		准教授			
		早川朋久		准教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Estimation for Discontinuous Dynamical Systems and its Applications」(不連続動特性をもつシステムに対する推定法とその応用)と題し、英文7章より成っている。

第1章「Introduction」(序論)では、不連続な動特性を持つシステムとしてモデル化されるものが、生物や工学的なシステムに多く見られ、不連続な動特性を持つシステムの研究が盛んにされている背景を述べている。その上で、本論文の目的を不連続な動特性を持つシステムに対する状態とパラメータの同時推定を行う新しい推定手法の提案とその応用を論じていると述べている。

第2章「Kalman Filter for Linear and Nonlinear Systems」(線形及び非線形システムに対するカルマンフィルタ)では、一般の離散・連続の確率システムを定義した後、従来のカルマンフィルタ(KF)、拡張カルマンフィルタ(EKF)、無香料カルマンフィルタ(UKF)、連続-離散無香料カルマンフィルタ(CDUKF)などのカルマンフィルタ・タイプのフィルタリングの考え方やアルゴリズムについて要約している。

第3章「Friction Estimation using CDUKF for Adaptive Control」(適応制御のためのCDUKFによる摩擦推定)では、DCモータの確定及び確率速度モデルに、摩擦項をStribek曲線により表す項を導入し、回転速度とStribek曲線の係数の両方を状態変数の要素とする拡大系を定義し、CDUKFにより推定する適応制御手法を提案している。また、平衡点のところで不連続にシステムが切り替わる1次元のシステムに対して、平衡点近傍に指定した精度で制御するための制御周期の関係を導き、DCモータの制御に適用している。更に、Stribek効果が働く領域での可観測性について考察している。最後に、提案している手法の有効性を数値シミュレーションにより確認している。

第4章「Filippov's Convex Method for the Improvement of the Adaptive Control」(適応制御の性能向上のためのフィリポフ凸化手法)では、前章と同じシステムに対して粘性項がある場合について考察し、一つ又はそれ以上のすべり面を持つシステムに対してフィリポフの手法を拡張している。具体的には、切り替え面にそった状態軌道を正確に計算するために、切り替え面近傍でチャタリング現象を抑え、かつすべり面上を軌道が移動するようにフィリポフの手法の拡張法を提案している。更に、提案手法を用いた場合のシステムの可観測性についても議論している。最後に、提案している手法のパラメータ推定性能を数値シミュレーションにより確認している。

第5章「Estimation of Discontinuous Dynamical Systems using CDUKF」(CDUKFを用いた不連続動特性をもったシステムの推定)では、複数の不連続性を持つシステムに対して、システムの動特性を時間に依存した複数の既知不連続基底関数と誤差関数で近似するモデルを導入し、その重みと元の状態を同時に推定するCDUKFを用いた計算負荷を抑えたアルゴリズムを提案している。この手法のロバスト性を示すために2つの数値例を与えている。更に、パラメータと状態を同時に推定する手法の拡張として、アクチュエータに非線形性を持つシステムの適応出力追従制御手法を、従来からある指数収束適応制御法を確率システムに適用できるように修正する形で提案している。提案している手法の有効性は数値シミュレーションにより確認している。

第6章「Receding-horizon UKF」(後退時間区間UKF)では、後退時間区間の考えかたと無香料変換を組み合わせた後退時間区間UKF(RUKF)を提案している。この手法は後退時間区間非線形カルマンフィルタ(RNKF)の考えかたをUKFに応用したものである。摩擦推定を用いた適応制御系を、UKF、CDUKFとRUKFのそれぞれの手法で構成した場合の性能を比較し、提案手法であるRUKFの優位性を示している。

第7章「Conclusion」(結言)では、本論文で得られた結果を総括するとともに、将来の拡張について展望を述べている。

以上を要するに、本論文は、機械系や生物系に多く見られる不連続な動特性を持つシステムに対する、新たな状態とパラメータの同時推定の手法をカルマンフィルタの考え方に基づいて提案し、その有効性を検証したもので、工学上工業上寄与するところ大である。よって本論文は、博士(学術)論文として十分価値あるものと認められる。