

ルベークサンプリングのもとでの  
システム同定と状態推定に関する研究

2017 年度

川 口 貴 弘

# 主 論 文 要 旨

No.1

報告番号	㊦ 乙 第	号	氏 名	川口 貴弘
主 論 文 題 名 : ルベージサンプリングのもとでのシステム同定と状態推定に関する研究				
(内容の要旨) システム同定と状態推定は、システムの入出力信号をもとにシステムのモデリングと内部状態の推定を行う方法である。従来のシステム同定や状態推定では、出力信号を時間に関して等間隔にサンプリングするのが一般的である。これに対して本論文では、信号があらかじめ定められた値になったときにサンプリングを行うルベージサンプリングに着目する。ルベージサンプリングを用いると、信号がサンプリングされなかったときにも「信号値が定められた値にならなかった」というサンプル点間情報を得ることができる。本論文では、この情報を用いたシステム同定法と状態推定法を提案する。提案法では、サンプル点間情報の活用により、データ数を減らしながらもモデリングや状態推定精度を高めることができる。 第1章では、本論文の目的について述べる。本論文の目的はルベージサンプリングのもとでのシステム同定法と状態推定法を提案し、データ数を減らしても高精度なモデリングと状態推定を可能にすることである。 第2章では、本論文のもとになる数学的な基礎知識について述べる。特に、統計的な推定の基礎とそれに基づいたシステム同定法、状態推定法についてまとめる。 第3章では、ルベージサンプリングのサンプル点間情報に対応する尤度関数を導出し、最尤推定に基づいたシステム同定法を提案する。また、提案法を用いたときのシステム同定結果の統計的な性質を明らかにする。数値例を通して提案法によるシステム同定精度を評価し、サンプル点間情報を用いることの有用性を示す。また、提案法を用いると、時間に関して等間隔なサンプリングを用いた場合に比べてデータ数が減少したときのシステム同定精度を高めることができることを示す。 第4章では、ルベージサンプリングのもとでサンプル点間情報を活用した状態推定法を提案する。ルベージサンプリングのサンプル点間情報を用いると、尤度関数が正規分布でなくなるため、従来の状態推定法を用いることはできない。そこで、非正規分布を扱える粒子フィルタを用いて状態推定を行うことを提案する。サンプル点間情報の活用により状態推定精度が向上することを数値例で示す。 第5章では、提案したシステム同定法と状態推定法の応用例として、二次電池への適用について述べる。本論文で提案したシステム同定法を用いて、二次電池の内部抵抗を特徴付ける未知パラメータの推定を行う。また、提案した状態推定法を用いて二次電池の充電率を推定する。二次電池の電気自動車での利用を模擬した数値実験を行い、提案法の有用性を示す。 第6章では、各章で得られた内容をまとめ、本研究の成果を述べる。				

# Thesis Abstract

No. 1

Registration Number	<input checked="" type="checkbox"/> “KOU” <input type="checkbox"/> “OTSU” No. <span style="float: right;">*Office use only</span>	Name	KAWAGUCHI, Takahiro
Thesis Title			
System Identification and State Estimation under Lebesgue Sampling			
<p>In the ordinary system identification and state estimation problems, it is commonly assumed that the output signal of a dynamical system is measured at regular time intervals. This thesis proposes system identification method and state estimation method under the Lebesgue sampling: an irregular sampling rule in which the signal is sampled only when it crosses specific thresholds. In addition to information on the sampled points, the data sampled by the Lebesgue sampling has inter-sample information; namely, a time interval between consecutive two samples informs us that the signal does not cross the thresholds. Such inter-sample information is utilized in the proposed system identification and state estimation methods. The identification and estimation accuracy with a little amount of data is improved by proposed methods.</p> <p>This thesis is organized as follows. In the first chapter, the purpose of the proposed methods in this thesis is described. The purpose is to propose system identification and state estimation methods under the Lebesgue sampling to estimate the parameter of the model and the state of the system accurately with only a little amount of data.</p> <p>In the second chapter, some related mathematical bases are described. System identification and state estimation methods based on statistical inference are described.</p> <p>In the third chapter, a system identification method under the Lebesgue sampling is proposed. In the proposed method, inter-sample information is utilized to improve estimation accuracy in system identification. Moreover, we analyze the statistical property for the estimated model obtained by the proposed identification method. Through numerical experiments, the effectiveness of the use of the inter-sample information is verified. It is also illustrated that the deterioration of the accuracy by decreasing amount of sampled data is reduced compared to the periodic sampled method.</p> <p>In the fourth chapter, a state estimation method under the Lebesgue sampling is proposed. The proposed method also utilizes the inter-sample information. In particular, we employ a particle filter for the estimation since the inter-sample information makes the distribution of the estimates non-Gaussian. The effectiveness of the proposed state estimation method is examined through numerical examples.</p> <p>In the fifth chapter, the proposed system identification and state estimation methods are implemented for a more application level by considering rechargeable batteries. The model of the rechargeable batteries is identified and used to estimate the state of charge using measurable electric current and voltage. The practical usefulness of the proposed methods is verified by performing simulations under the condition that emulates an electric vehicle.</p> <p>In the sixth chapter, this thesis is summarized.</p>			