

研究タイトル：

動的変数誤差モデルの同定に関する研究



氏名： 池之上 正人 / IKENOUE Masato E-mail: ickenoue@ariake-nct.ac.jp

職名： 准教授 学位： 博士(工学)

所属学会・協会： 電気学会、計測自動制御学会、システム制御情報学会

キーワード： システム同定、モデリング、パラメータ推定、バイアス補償法、変数誤差モデル

技術相談

提供可能技術：

・システム同定理論

研究内容： バイアス補償法による動的変数誤差モデルの同定

動的システムとは、現在のシステムの挙動(出力)が、現在の入力だけでなく過去の入出力にも依存しているシステムであり、自然界に存在する現象や人工的なモノのほとんどを動的システムとみなすことができる。このようなシステムの動特性を記述する「数学モデル」が得られれば、現在の出力と過去の入出力との因果関係を把握することができ、このモデルをベースとして、システムの予測・制御、現象の解析だけでなく、システムの異常や故障の検出・診断も行うことが可能となる。そのため、あらゆる科学技術分野において質の良い数学モデルを構築するための「モデリング技術」を確立することが重要不可欠な課題となっており、観測データと統計的手法に基づくモデリング手法である「システム同定」が注目を集めている。

一般的に、動的システムは外乱や雑音の影響を受けており、これらの影響が大きい場合、精度良くモデリングを行うことは容易ではない。そのため、同定アルゴリズムを導くにあたっては、雑音の影響を十分に考慮する必要がある。そこで本研究では、特にランダムな誤差(雑音)が出力信号だけでなく、入力信号にもある場合について考える。この入出力データが共に雑音に乱されているシステムの入出力関係を表すモデルは、「変数誤差(Errors-In-Variables)モデル」と呼ばれており、システムの基礎的な関係を決定する際に重要となるモデルである。

システム同定法として良く用いられる方法に最小 2 乗法があるが、入出力観測雑音がある場合、最小 2 乗推定値は漸近的にさえバイアスを持ち一致推定値とならないことが知られている。そこで、我々の研究では推定値の漸近バイアスを雑音分散(共分散)の推定値を用いて補償することにより一致推定値を得る「バイアス補償法」について検討を行っている。特に、バイアス補償推定値の推定精度は雑音分散の推定精度に依存しているため、プレフィルタを用いることにより精度の高い雑音分散推定値を得る手法を提案している。従来のバイアス補償法では、推定値が大きく変動し不安定となる場合があったが、我々の手法を用いることにより、より精度の高い推定値を得られることを確認している。現在までに以下のような結果が得られている。

1. 白色雑音下、有色雑音下でのバイアス補償最小 2 乗(BCLS)法：プレフィルタを用いた補助統計量(一般化最小 2 乗タイプの統計量)を導入し、入出力雑音分散の推定精度を向上させた。
2. 白色雑音下、量子化雑音環境下、有色雑音下でのバイアス補償補助変数タイプ(BCIV-type)法：安定な補助変数タイプの統計量を導入し、この統計量の漸近バイアスを補償することにより一致推定値を得る手法を提案した。本手法は様々な雑音環境下で適用可能であり、出力雑音分散の推定値を必要としない形式へも拡張可能であることを示した。また、入出力信号に白色雑音と量子化誤差が共に存在する場合でも適用が可能であることを示した。
3. バイアス補償最小相関(BCLC)法：安定な最小相関タイプの推定値を定義し、この推定値の漸近バイアスを補償することにより一致推定値を得る手法を提案した。また、本手法がフィルタ係数の選択によりBCIV-type法と漸近的に等価になることを示した。

提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)	

A Study on Identification of Dynamic Errors-In-Variables Models



Name	IKENOUE Masato	E-mail	ikenoue@ariake-nct.ac.jp
-------------	----------------	---------------	--------------------------

Status	Associate Professor
---------------	---------------------

Affiliations	IEEEJ (The Institute of Electrical Engineers of Japan), SICE (The Society of Instrument and Control Engineers) and ISCIE (The Institute of Systems, Control and Information Engineers)
---------------------	--

Keywords	System identification, Modeling, Parameter estimation, Bias-compensation principle based methods, Errors-in-variables models
-----------------	--

Technical Support Skills	· System identification
---------------------------------	-------------------------

Research Contents

Identification of Dynamic Errors-In-Variables Models via Bias-Compensation Principle Based Methods

Many identification methods are based on the assumption that the input measurements are noise-free. However, this condition is not satisfied in most practical situations. In the presence of input noises, those methods have been shown to give erroneous results. The systems where the measurement noises are present on both the inputs and outputs are usually called “Errors-In-Variables” (EIV) models.

In the EIV models identification, the least-squares method gives biased parameter estimates. To cope with this bias problem, we are investigating some Bias-Compensation Principle (PCP) based approaches, such as Bias-Compensated Least-Squares (BCLS) method, Bias-Compensated Instrumental Variable (BCIV) type method and Bias-Compensated Least-Correlation (BCLC) method. Since the BCP based methods require the unknown input-output noise variances estimates for compensation of the asymptotic bias of parameter estimates, the estimation of these noise variances plays an important role in BCP based methods. If the good estimates of noise variances are obtained, the estimation accuracy of resulting parameter estimates can be improved. For this purpose, we propose a generalized least-squares type estimator using pre-filter in order to obtain good estimates of noise variances. We demonstrate the improvement in the estimation accuracy of noise variances estimates and the resulting parameter estimates is achieved.

The main results of this study are as follows:

1. A new BCLS algorithm has been proposed by introducing a generalize least-squares type estimator. Since this method can give the good estimates of the noise variances, the estimation accuracy of the resulting BCLS estimates can be improved compared with previously proposed BCP based methods.
2. Some BCIV-type algorithms using stable IV-type estimators have been proposed to deal with the cases where the input-output measurements are corrupted by white noises, colored noises, quantization errors and the multiple noises. Moreover, we show that this method can extend to the version which does not require any information of output noise variances.
3. A BCLC algorithm using stable LC-type estimators has been proposed by introducing the pre-filter (a generalized LC estimates) and the extended vector (an extended LC estimates). Moreover, we show that the BCLC method becomes the BCIV-type method asymptotically under a given set of conditions.

Available Facilities and Equipment
