

# 組込み型メカトロニックシステムの実用化に関する研究

## 平成25年度 研究成果

### リアルタイムシステムモデリング手法の開発

#### 本研究で提案したモデリング手法の特徴

- 適応型オブザーバにおいて通常の $z$ 変換ではなくデルタ形式で制御系を表現することによりパラメータを直接物理量として推定する。(図1)
- 最適化のため、最小二乗法など多量かつ高精度が要求される演算が不要なため、語長が短く、固定小数点演算を基本としたマイロプロセッサにより、リアルタイム処理が可能である。

#### 平成25年度の成果

- パラメータ推定速度を調節するため、適応制御手法でよく用いられる手法、すなわち、元の伝達関数を任意の極を用いて実現する手法を本手法に応用した<sup>1)</sup>。
- A-Dコンバータやデジタル通信などの分野で多用されているデルタシグマ変換をパラメータ推定に応用することにより、S/N比が小さい場合でもパラメータ推定誤差が小さくなる手法を提案した<sup>2)</sup>。(図2)
- 固定小数点演算における本手法の有効性をシミュレーションにより検証した<sup>3)</sup>。その結果、本手法の実装は、語長が8ビットの場合、オーバーフローやアンダフローのため困難であり、語長が16ビットの場合、その実装は十分可能であることがわかった。

#### 本研究のまとめ<sup>3)</sup>

従来のパラメータ推定手法では実現が困難であった固定小数点演算に基づいたパラメータ推定手法の実現可能性を示した。任意のプラントに関して固定小数点演算に基づいた適応型オブザーバの安定条件を導出することが課題である。

今後、提案手法を実際のマイクロプロセッサへ実装し、組込みシステムとして実機による検証を行う予定である。

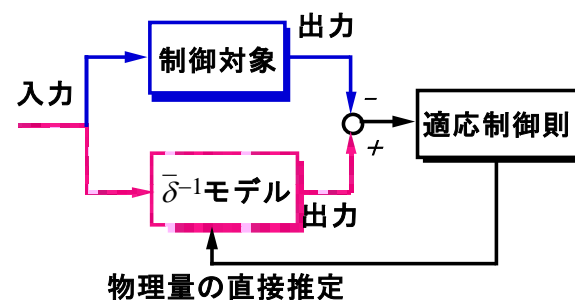
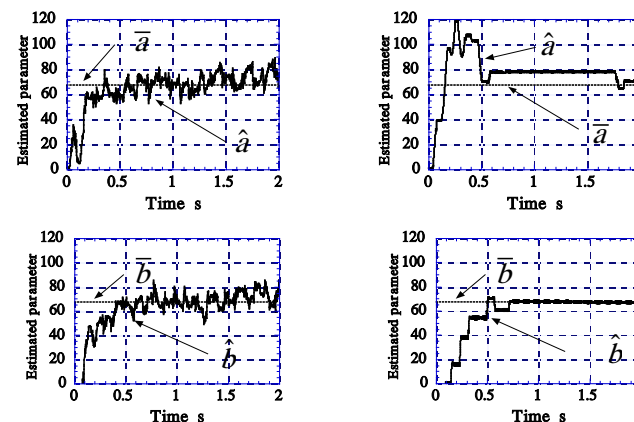


図1 提案した適応型オブザーバ



(a) 逆デルタオペレータ手法

(b) デルタシグマ手法

図2 プラント  $70/(s+70)$  に関するパラメータ推定

## 1chip マイクロプロセッサPSoCの組み込みシステムへの応用

### 目的

低コスト、低消費電力、コンパクトな1chipマイクロプロセッサPSoCの組み込みシステムへの応用可能性を卒業研究を通して検証する。

### PSoCの特徴

サイプレス社が開発し、アナログ信号を扱うアナログ・ブロック、デジタル信号を扱うデジタル・ブロック、8ビット・ワンチップ・マイコンを1パッケージにまとめたプログラム可能なシステムである。近年、PSoCはiPodなどに使われ、注目されているマイクロプロセッサである。

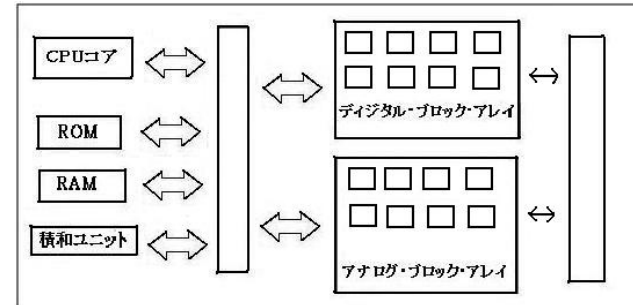
### 機械制御における摩擦補償とオブザーバの導入<sup>4)</sup>

機械制御では、一般的に、制御対象に関する摩擦補償やセンサノイズの影響を軽減するオブザーバが実装される。これらの効果をDCモータの位置フィードバック制御系を例に、実機により検証した。なお、制御系にダンピングを与えるため、速度フィードバックを付加している。摩擦補償に関しては、モータ印加電圧に一定のオフセット電圧を加えるという簡便な手法でも十分な効果が得られた。一方、モータの回転速度を推定するオブザーバに関しては、差分により求めた速度をフィードバックした場合とほとんど変わらなかった。これは、制御対象がローパスフィルタの特性を持つため、速度情報に混入するノイズがフィルタリングされるためと考える。

### PSoCの消費電力の測定<sup>5)</sup>

PSoCによる組み込みシステムを実現するため、システム全体の消費電力が少なくなるような内蔵回路の動作条件を求めた。ここでは、DCモータの位置フィードバック制御系を例に、モータの回転位置はポテンショメータの電圧をA-Dコンバータにより変換し、モータへの指令電圧はD-Aコンバータを介して駆動アンプに供給する。内蔵されたD-Aコンバータの実動数をパラメータにしてPSoCの消費電力を実測した。その結果、実動数に比例して消費電力は増大した。次に、内蔵されたA-Dコンバータの変換ビット数を8ビットから14ビットまで変化させた。その結果、変換ビット数に拘わらず消費電力はほぼ同一であった。従って、A-Dコンバータは最大の変換ビット数に設定し、不要なD-Aコンバータは動作させないように設定すればよいことがわかった。

## ●PSoCの内部構成



## 研究業績等リスト

### ●国際会議

- 1) Tatsu Aoki, Seiichi Kawata: MRAC Based Parameter Estimation by Using Built in Filter, Proc. of SICE Annual Conference 2013, pp. 733-737, 2013年9月

### ●国内学会

- 2) 青木立, 川田誠一: デルタ形式に基づいた適応型オブザーバによる物理パラメータのリアルタイム推定  
- デルタシグマ変調に基づいた手法によるロバストパラメータ推定 -  
第56回自動制御連合講演会 講演論文集, pp.358-361, 2013年11月

### ●紀要

- 3) 青木立, 川田誠一: 固定小数点演算に基づいた適応型オブザーバ  
- 固定小数点マイクロプロセッサへの実装に関する課題 -  
東京都立産業技術高等専門学校 研究紀要 Vol. 8, pp.52-56, 2014年3月

### ●東京都立産業技術高等専門学校

#### 電気電子工学コース卒業論文及び抄録

- 4) 佐々木 慶太: 実機を用いたメカトロニクス教育の展開
- 5) 塩 見 杏太: PSoCを用いた組み込みシステムに関する研究