

仮想誤差法を利用した相対次数が未知の 線形連続時間系に対する適応制御構成法

Adaptive Control Method for Linear Continuous-Time Systems with Unknown Relative Degree by Using Virtual Error Method

81015672 河内山裕太 (Kochiyama Yuta)

Supervisor : 大森浩充(Hiromitsu Ohmori)

1. 緒 論

モデル規範型適応制御は, Morseらにより理想条件の下で安定性が証明されたことで一応の完成をみた. この理想条件とは, 制御対象を伝達関数で表現したとき,

- (i) 零点はすべて安定 (最小位相系)
- (ii) 分母多項式の次数の上限が既知
- (iii) 相対次数 (極の個数と零点の個数の差) が既知
- (iv) 高周波ゲインの符号が既知

というものであった. しかし (iii), (iv) の情報は事前にわかりにくい情報であり, これらが満たされない場合の適応制御系の設計が問題となった. この問題に対し, 任意の相対次数を有する制御対象に対する制御手法も提案されている. この方法では複数のコントローラを制御対象に応じて切り替えることで, 制御目的を達成する. しかし, 制御系の自動設計の姿をより明確にすると意味でも, 従来の適応制御の安定論の枠内で, 単一の適応機構で厳密なモデル規範形制御を実現できるかどうかという問題は依然として重要である.

本論文では, モデル規範型適応制御に基づき, 連続時間で相対次数が未知な SISO 系に対する 適応制御系の設計法を提案する. 切り替え型でない適応制御理論のうち, 任意の相対次数を有する制御対象に対し有効な理論はまだない.

2. モデル規範型適応制御

この手法では, 制御系として望ましい動特性を持つ規範モデルを用意し, 制御対象の出力がこのモデル出力と一致するように適応パラメータを調整する. いま, 制御対象出力を $y(t)$, 規範モデルの出力を $y_M(t)$ とすれば, 制御目的は次式を達成することである.

$$y(t) - y_M(t) = e(t) \rightarrow 0 \quad (1)$$

現在確立されている設計法では, 相対次数が未知な系の場合, 誤差伝達関数が未知となるために, 一般に MRACS を用いることはできない.

3. 仮想誤差法

離散時間系において, 陽に誤差伝達関数の同定を必要としない, 仮想誤差法が提案されている [1]. 本研究では, この仮想誤差法を連続時間系に拡張し, 誤差伝達関数が未知な連続時間系 MRACS に対する制御系を提案した. 仮想誤差法の特徴は仮想誤差を用いて制御パラメータを調整することであり, これにより相対次数が未知な場合でも制御が可能となる. 仮想誤差は, 次のような特徴を持つ.

$$e_A(t) + e_B(t) \rightarrow e(t) \quad (2)$$

よって, この二つの仮想誤差を低減することができれば, (1) 式を達成することができる. (2) 式が成り立つためには, 推定パラメータが一定値に収束すれば良い. この収束性は, 既存の適応アルゴリズムを用いて示すことができる.

4. 数値シミュレーション

以下に仮想誤差法を用いた数値シミュレーションを示す. ここで用いた例では, 制御対象の相対次数や各パラメータは未知であり, また $T=30s$ で制御対象の構造が変化する. このような制御対象は通常の MRACS で制御することはできないが, 図 2 より, 各誤差は速やかに収束していることがわかり, 仮想誤差法は有効であることがわかる.

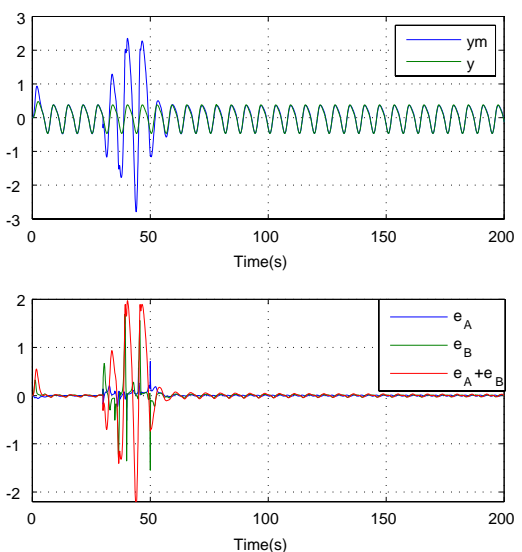


図 1 : 仮想誤差法による出力応答と誤差

5. 結論

本論文では, 仮想誤差法を利用し相対次数が未知となる系に対する適応制御の構成法を示し, その有用性を数値シミュレーションにより示した. 従来型のモデル規範型適応制御に必須とされてきた相対次数に関する条件を, 仮想誤差法により緩和できることが示された.

参考文献

- [1] Yuta Kochiyama, Hiromitsu Ohmori "Design of Model Reference Adaptive Control Systems Based on Virtual Error Method" SICE Annual Conference Waseda (2011)