

## 2 慣性共振系の FRIT による位置制御器設計に関する研究

児倉 裕樹 金 岐泰 池田 英広  
(西日本工業大学)

### 1 はじめに

産業界において、モータドライブシステムの多くは PID 制御系で構成されている。PID 制御器は、制御構造が簡便で、制御ゲインの組み合わせによって性能を自由に調整できる利点がある。しかしながら、非線形モデルやより複雑なモデルを対象とする場合、所望の応答を簡単に得ることができない。また、実現場において、パラメータ同定や状態推定を実施できないケースも考えられる。そこで、近年データ駆動型制御系の導入が検討されており、我々も、例えば文献[1]において、2 慣性共振系の速度制御器ゲインの設計に FRIT を用いることで、複数の状態量を用いた設計を 1 回の初期実験データのみで行えることを示した。

本稿では、その手法を 2 慣性系の位置制御に展開し、良好な結果を得たので報告する。

### 2 FRIT による位置制御系のゲイン設計

図-1 は、今回使用した 2 慣性系の位置制御システムである。ここで、制御には 2 慣性系のモータ側の状態量のみを用い、位置制御には P 制御器を、速度制御には m-IPD 制御器を、また電流制御には PI 制御器を適用している。

なお FRIT での設計を簡略化するために各制御器は  $C_\theta \sim C_i$  として記述しており、設計する制御器ゲイン  $\rho$  は  $[K_\theta, K_P, K_I, K_D, T, K_{ap}, K_{ai}]$  の 7 個である。

ここで、まず発散しない適当に選定した制御器ゲインを用いて初期実験を行い、制御入力  $u_0$ 、電機子電流  $i_{a0}$ 、角度  $\theta_{M0}$  及びモータ角速度  $\omega_{M0}$  の初期実験データを計測する。その後、(1)式で与えられる擬似参照信号  $\tilde{\theta}_{ref}$  を入力とした、所望の応答を実現する参照モデル  $M$  の時間応答をオフラインで求め、その応答  $\theta_{M0}$  とを一致させる制御器ゲインを探索することにより、最適な制御器ゲインを決定する。なお、探索には DE(差分進化)を用いている。

$$\begin{aligned} \tilde{\theta}_{ref}(\rho) = & (C_\theta^{-1}C_1^{-1}C_2^{-1}C_i^{-1})u_0 + \theta_{M0} \\ & + \{C_\theta^{-1}(1+C_1^{-1}C_3)\}\omega_{M0} + (C_\theta^{-1}C_1^{-1}C_2^{-1})i_{a0} \end{aligned} \quad (1)$$

### 3 実験結果

図-2 は初期実験による  $\theta_{M0}$  の実験結果である。ここで、2 慣性系は 200[W] の DC サーボモータと負荷である DC 発電機をねじりばね定数 18.5[rad/sec] のフレキシブルカップリングで接続して模擬しており、モータと負荷の慣性比は 1.07 である。また制御演算は DSP によって行っており、制御周期は 1[msec]、角度の指令値は 1[rad] である。同図より、角度にオーバーシュートとそれに伴う振動が見られ、また静止摩擦の影響も観測できる。

図-3 は提案手法により設計した制御器ゲインを用いたときの実験結果である。なお、設計に用いた参照モデル(2 次共振要素)の固有角周波数  $\omega_n$  を設定してそれ

ぞれの制御器ゲインを算出している。同図より、初期実験データのみを用いて、 $\omega_n$  を設定することで、自由に対応速度が調整でき、さらに 2 慣性系の共振を抑制する制御器ゲインの設計が良好に行えることが確認できる。

### 4 まとめ

本研究では、2 慣性共振系の位置制御システムに対し、適当に選定した初期ゲインを用いて行った初期実験データのみで最適な制御器ゲインを設計する制御器を提案し、シミュレーションおよび実験にて有効性を確認した。

今後は、様々な制御器への提案手法の応用を行い、さらに制御器ゲインと参照モデルを同時に調整できる E-FRIT を応用した制御器設計を行う予定である。

### 参考文献

- [1] 林雅・池田英広：機械系への制振制御器設計への FRIT と差分進化の適用，電気・情報関係学会九州支部連合大会，02-1P-09，p.87，2015。

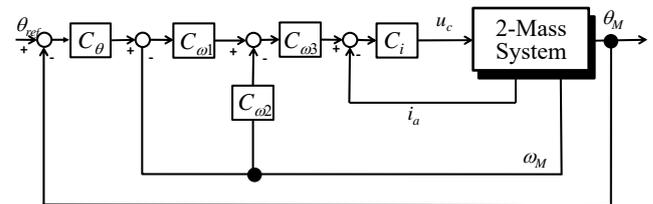


図-1 位置制御システム

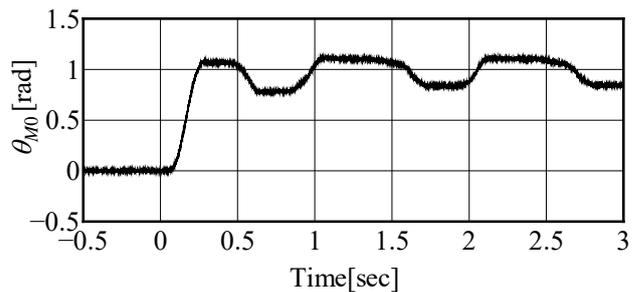


図-2 初期実験データ  $\theta_{M0}$

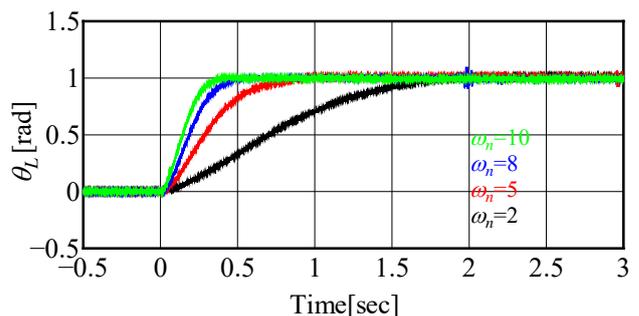


図-3 提案手法を用いた実験結果 ( $\omega_n=2, 5, 8, 10$ )