

簡易型外乱補償器に基づいた多自由度システムの運動制御 Motion Control based on Simplified Disturbance Compensator in MDOF Motion System

80222880 土屋有賢 (Ariyoshi Tsuchiya) Supervisor 村上俊之 (Toshiyuki Murakami)

1 緒論

ロボットの適用範囲が広がるにつれ、より高精度でロバスト性の高い運動制御手法への要求が高まってきている。そのような高度な運動制御手法の1つとして外乱オブザーバがあげられる。

外乱オブザーバはシンプルな構成ながら、システムに加わる外乱を推定、補償することでロバストな加速度制御を実現することができる。一方で、加速度次元での外乱推定を実現するために微分演算を必要とすることから、センサノイズに対する感度が高くなる傾向にあるという問題点も存在する。

そこで本研究では、速度ベースで外乱を推定することでノイズ感度を抑えた、簡易型外乱補償器を提案する。

2 簡易型外乱補償器

次式で表されるモータダイナミクスを考える。

$$\dot{\theta}_{res} = \frac{1}{sJ_m}(K_t I_{ref} - \tau_l) \quad (1)$$

ただし、 $\dot{\theta}_{res}$ はモータの角速度応答、 J_m は慣性モーメント、 K_t はトルク定数、 I_{ref} は電流参照値、 τ_l は摩擦等の負荷トルクである。

従来の外乱オブザーバは、オブザーバ内にモータのノミナルモデル sJ_m を持ち、内部モデルと実際のモータとの誤差を外乱として推定する。このノミナルモデルを低次元化し、定数 D で置き換えたものが簡易型外乱補償器である。簡易型外乱補償器のブロック線図を図1に示す。

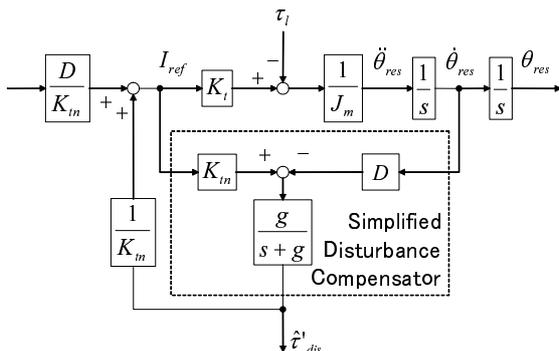


図 1: 簡易型外乱補償器のブロック線図

システムに加わる全外乱トルク τ'_{dis} を次式で定義する。

$$\tau'_{dis} = \tau_l + \left\{ (D - sJ_m) \dot{\theta}_{res} - \Delta K_t I_{ref} \right\} \quad (2)$$

(1) 式のモータダイナミクスは τ'_{dis} を用いて

$$D\dot{\theta}_{res} = K_{tn} I_{ref} - \tau'_{dis} \quad (3)$$

と変形することができる。一方、簡易型外乱補償器により得られる推定外乱 $\hat{\tau}'_{dis}$ は次式で表される。

$$\hat{\tau}'_{dis} = \frac{g}{s+g} (K_{tn} I_{ref} - D\dot{\theta}_{res}) = \frac{g}{s+g} \tau'_{dis} \quad (4)$$

推定外乱をフィードバックすることで (3) 式の τ'_{dis} の影響が相殺され、一切のパラメータ変動や外部入力を含まないロバストな制御系が実現される。

3 実験

SCARA 型 3 リンクマニピュレータに提案する制御法を適用し、先端位置を円軌道に追従させる実験を行った。実験結果を図2に、従来型の外乱オブザーバによる比較実験の結果を図3に、それぞれ示す。これらの結果より、提案法は従来法と同程度の非常に高精度な制御を実現していることがわかる。また提案法がより柔軟なパラメータ設計を可能にすることが確認できた。

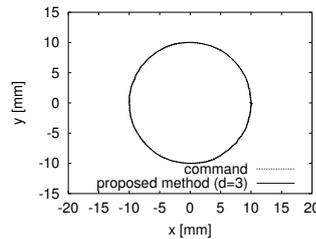


図 2: 提案法実験結果

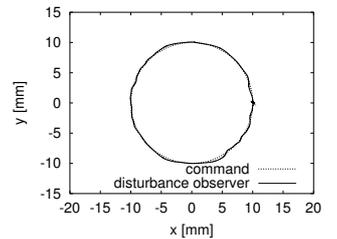


図 3: 従来法実験結果

4 結論

本稿では簡易型外乱補償器に基づいた制御系を提案し、その有効性を検証した。

参考文献

A. Tsuchiya, T. Murakami : "Characteristic Analysis of Feedback Control System with Simplified Disturbance Compensator" Proceedings IECON 2003, Roanoke(USA), pp.2817-2822, Nov. 2003