



**Title:** Disturbance Rejection and Performance Improvement for Control Systems Using a Finite-Time Equivalent-Input-Disturbance Approach

(有限時間等価入力-外乱アプローチによる制御系の外乱除去と性能改善)

**Authors:** Hantao Wang, Jinhua She, He Wang, Seiichi Kawata, and Makoto Iwasaki

(王翰韜 (中国地質大学), 余錦華 (東京工科大 工学部 教授), 王赫 (中国地質大学), 川田誠一 (中国地質大学 教授), 岩崎誠 (名古屋工業大学))

**Journal:** IEEE Transactions on Industrial Electronics 72, 5 (2025) 5365-5375

**掲載年月:** 2025 年 5 月

**研究概要:** 本論文では、有限時間で等価入力外乱 (EID) を推定する有限時間等価入力外乱(FTEID)手法を提案する。従来の線形系が指数的に収束されるため、理論上では収束時間は無限大となる。それに対し、本手法は有限時間状態オブザーバと有限時間 EID 推定器を構築することにより、EID 推定の有限時間収束が保証され、制御系の外乱除去性能が向上される。

**研究背景:** 外乱除去は、制御系における本質的な問題である。実際のシステムにおいて外乱は未知のものが多く、外乱を除去する最も効果的な方法の一つとして、外乱を推定して補償することである。等価入力外乱 (EID) 手法は、広く使われている能動的外乱抑制法の一つである。一方、従来の等価入力外乱手法を用いたシステムの外乱抑制特性は漸近収束であり、実際の制御応用によっては、収束時間を速くする必要がある。

**研究成果:** 本研究は、有限時間制御理論を新たに等価入力外乱推定に適用し、漸近収束よりも速い有限時間収束ができる等価入力外乱手法を提案し、制御システムの外乱除去性能改善を図った。また、その有用性はパラレルロボットである Stewart platform を用いて検証した。

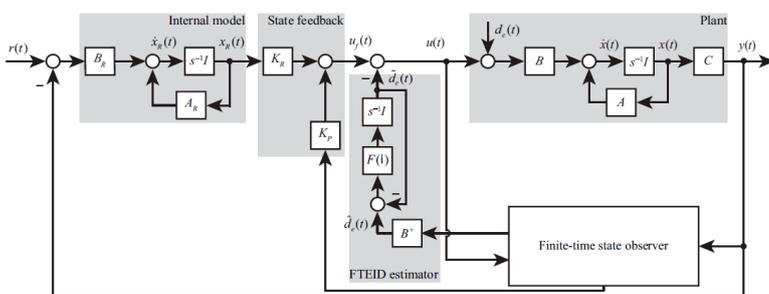


図 1 有限時間等価入力外乱手法に基づく制御系

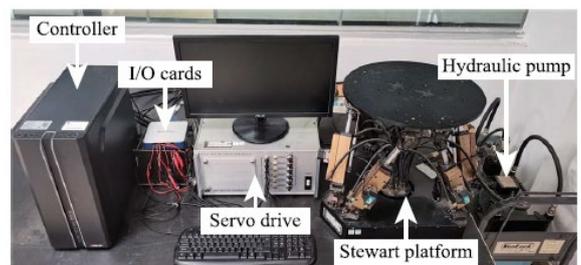


図 2 検証用 Stewart platform

**社会への影響:** 外乱抑制は制御系における本質的な問題の一つであり、システムの高性能と高精度を実現するために解決しなければならない問題である。実制御系において外乱を素早く抑えなければならない場合があり、それを実現する一手法として、本研究は有限時間収束を初めて提案した。本手法を用いることにより、外乱抑制時間は前もって設定することが可能となり、制御系設計のしやすさは飛躍的に向上する。

**専門用語:**

**有限時間収束:** システムの有限時間収束は、システムの軌道が有限時間で平衡状態に収束することである。有限時間収束は後方時間におけるシステム解の非一意性を意味するので、このような系は非リップシッツ的なダイナミクスを持つ。

**スチュワート・プラットフォーム (Stewart platform):** このシステムは 6 つのアクチュエータで 1 つの平面 (天板) を支え、その天板の位置と傾きを制御するロボットである。