



Title: Vibration Suppression Based on Improved Adaptive Optimal Arbitrary-Time-Delay Input Shaping
(改良型適応的最適任意時間遅延入力整形に基づく振動抑制)

Authors: Ruoyu Jiang, Jinhua She, Xiang Yin, Lulu Wu, Feng Wang, and Seiichi Kawata
(蒋若愚 (中国地質大学), 余錦華 (東京工科大 工学部 教授), 吳璐璐 (中国地質大学), 王峰 (中国地質大学), 川田誠一 (中国地質大学 教授))

Journal: ASME Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control 147 (2025) 031009: 1-10

掲載年月: 2025 年 5 月

研究概要: 本論文では、改良された適応的最適任意時間遅延入力整形に基づく振動抑制手法を提案する。本手法の特徴は、最小のパラメータ数で高いロバスト性能を得ることである。他の入力整形法との比較により本方法の有効性と優位性を示す。

研究背景: サーボシステムが高速動作中に急停止すると、負荷端で大きな振動が発生する。この振動は、サーボシステムの位置決め性能を低下させるだけでなく、システムを不安定にする原因にもなる。入力整形法はシンプルで実装が簡単のため、振動を抑制するためによく使用されるが、システムの遅延時間が固定されたものだけに対して、単一モード振動だけを完全に抑制できる問題点がある。

研究成果: 本研究は、負荷端振動を抑制する改良型適応最適任意時間遅延(IAOAT)入力整形法を提案する。本入力整形法は、更新パラメータ数が少なく、任意時間遅延に最適に適応できるという特徴を持っている。数値例と実験検証を用いて他の入力整形法との比較により、本手法の有効性が示された。

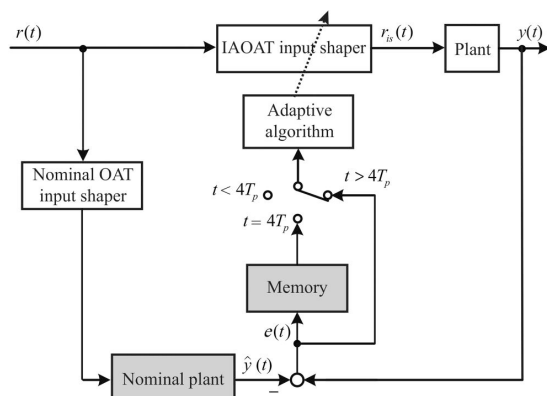


図 1 提案した IAOAT 手法)

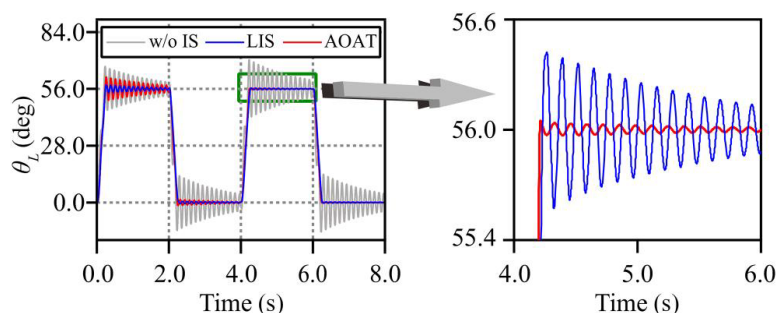


図 2 振動抑制結果比較 (w/o IS: 入力整形なし, LIS: 学習入力整形, IAOAT: 本手法)

社会への影響: 本手法を用いることにより、サーボシステム内のハーモニックギア、減速ベルト、フレキシブルリンク、その他の弾性接続デバイスによるモーション伝送エラーを抑え、サーボシステムの高速度動作と急停止による振動を抑え、サーボシステムの位置決め性能を高め、高精度モーションコントロールの実現に大きく寄与する。

専門用語:

入力整形: 機械が動く時に、過去の制御指令により励起された振動をキャンセルするため、振動と逆位相（振動と逆向きの動き）の動きをするような制御指令信号を生成し、振動を打ち消す制御法である。

適応的アルゴリズム: システムパラメータ変動により、生成される制御指令信号は、振動と逆位相にならなくなり、制御性能が下がる。それを防ぐために、パラメータの変動に適応して修正する手法のことである。