

大型ロボットの制振制御

ロボティクス研究室 伊藤嘉昭

The Vibration Control of an Industrial Robot

Yoshiaki Ito

1. はじめに

近年の産業用ロボットでは、可搬質量の増大や動作の高速化のため、アーム先端の残留振動が増大し、位置決め時の妨げとなっている。

この残留振動の低減を目的とした制振制御を、大型ロボットの第1軸に試みたので紹介する。

2. 特徴・効果

従来の制御方式（PID制御）は、センサで測定できるモータ角度だけをフィードバックしているため、モータの先にある動力伝達系の柔軟性に起因した残留振動を止められなかった。

本制御方式は従来のPID制御と状態フィードバックとを切り換える構成（Fig. 1）とし、ロバストな制振制御を実現する。

状態フィードバックでは、動力伝達系の柔軟性を考慮し、モータの角度・角速度、及び動力伝達系の先に位置するアームの角度・角速度をフィードバックに用い、閉ループ特性を非振動的にすることで、残留振動の低減を図っている。センサがなく測定できないアームの角度等はオブザーバにより推定する。閉ループ特性を非振動的にすることで立ち上がり時間が遅れるのを、フィードフォワードにより対策する。

ロボットの姿勢が変化することで、アームの慣性モーメント等の値が大きく変動し、不安定になる。この問題は、制御系を切り換えることで対策

する。従来用いているPID制御では安定性が保たれているので、振動が問題となる伸びた姿勢の場合だけ、制御系を状態フィードバックに切り換える。切り換え直後の電流指令値が振動しないよう滑らかに制御系を切り換えている。

アームを伸ばしながら第1軸を動作し、動作中にPID制御から状態フィードバックに切り換える実験の結果、残留振動の低減を確認した（Fig. 2）。アーム先端の整定時間はPID制御の57%減を、逆振れ量はPID制御の77%減を達成した。また電流指令値は、制御系切り換え直後でも振動しない。

3. おわりに

センサを追加することなく、またハードウェアを改造することもなく、制御によって残留振動の低減を図ることができた。本手法により、動作の高速化やサイクルタイムの短縮等が期待される。

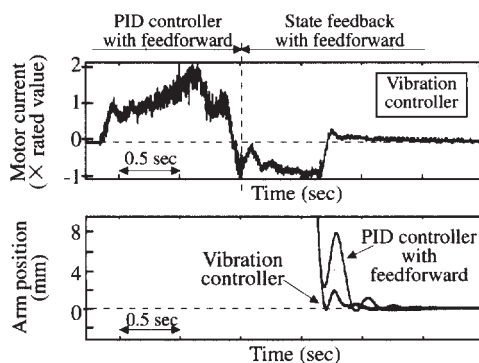


Fig. 2 Time response of motor current and arm position.

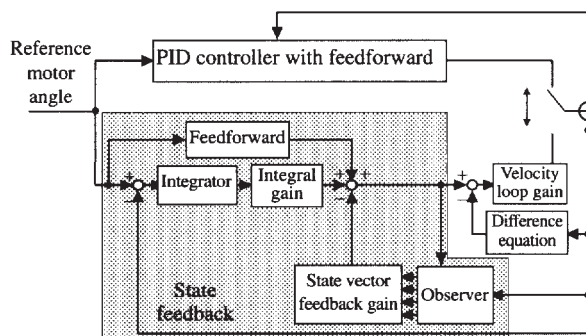


Fig. 1 Block diagram of vibration controller.