

姿勢変化するシリアルリンクロボットの節を利用した振動抑制制御

北九州高専 浜松 弘, 北九州高専 専攻科 ○高田 健介

Vibration Suppression Control Using Node for Serial Link Robot with Change of Configuration

Kitakyushu National College of Technology : Hiroshi Hamamatsu , Kensuke Takada

産業用のシリアルリンクロボットの高速高精度な位置決め制御では、アーム動作時に発生する振動が大きな問題となる。本研究では、姿勢が変化するシリアルリンクロボットに対して、姿勢の変化に伴う振動特性の変化を考慮した振動抑制制御を設計することを目的とする。これまでに、腕を伸ばす動作を想定した4つの姿勢においてモーダル解析と、加速度フィードバック実験を行い、振動抑制効果の確認を行った。

1. はじめに

産業用ロボットにおいて、生産性向上のために動作の高速化、高精度化を行うことは重要な課題である。多関節ロボットの関節駆動部には減速機が用いられており、これらの剛性が低いためロボットアームの動作中に振動、および停止時に残留振動が発生し、高速高精度な位置決めが困難となる^[1]。振動抑制の手法としては、PD フィードバック、Input Shaping フィルタなどがある^[2]。

本研究では、振動を抑制する制御を姿勢の変化に対応して設計することを目的としている。姿勢別の振動特性の把握のため、多関節ロボットが腕を伸ばす動作を想定し、4つの姿勢においてモーダル解析を行う。また、4姿勢においてロボットアームの振動特性を考慮した加速度フィードバックによる振動抑制制御を行う。

2. 加速度フィードバックによる振動抑制制御の問題点

ロボットアームの先端部の加速度をフィードバックすることで、振動抑制を行う。しかし、ロボットの姿勢によっては十分な振動抑制効果が得られないことがわかった。

ロボットアームが図1の③に示されるような姿勢をとる場合、アーム先端部において1次と2次の振動モードが逆相となる。そのため、先端部の加速度をフィードバックすると2次の固有振動が励起され、十分な振動抑制効果が得られない。

3. 姿勢変化による振動特性の変化

姿勢の変化に伴う振動特性の変化を知るために、4姿勢においてロボットアームのモーダル解析を行う。モーダル解析を行った4姿勢を図1に示す。①の姿勢においては1次と2次の固有振動の位相は同位相である。②、③、④の姿勢においては逆位相となっている。

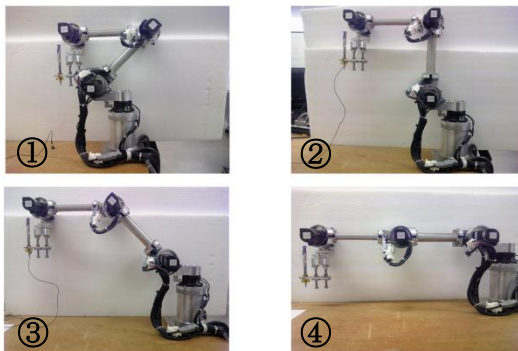


図1. ロボットアームの4姿勢

4. 姿勢を考慮した振動抑制制御

図1に示す4姿勢において加速度フィードバックによる振動抑制制御を行った。②、③、④の姿勢では2次の振動モードの節に加速度センサを取り付け、フィードバック信号に含まれる2次振動モードを遮断し、2次振動を不可観測として制御を行う。

表1と表2に加速度フィードバックを行った場合と、行わなかった場合の実験結果を示す。結果より、4つの姿勢において加速度フィードバックを行うことで残留振動の整定時間が改善されていることが確認できる。ここで、整定時間はモータの位置決め終了時から振幅が最大振幅の5%になるまでの時間と定義する。

表1. 加速度フィードバック無し

姿勢	ゲイン	最大振幅 [m/s ²]	整定時間 [s]
①	0	6.08	0.68
②	0	9.56	2.42
③	0	16.49	1.14
④	0	17.54	1.24

表2. 加速度フィードバック有り

姿勢	ゲイン	最大振幅 [m/s ²]	整定時間 [s]
①	0.005	5.42	0.69
②	0.025	9.54	0.56
③	0.0175	19.14	0.54
④	0.03	17.64	0.56

5. おわりに

多関節ロボットの4つの姿勢において、モーダル解析と加速度フィードバックによる振動抑制制御を行った。各姿勢において、1次と2次の振動の位相差を考慮したフィードバックを行うことで、十分な振動抑制効果が得られることが確認できた。

今後は、より一般的な姿勢において振動抑制制御を行うために、より多くの姿勢においてモーダル解析を行い、姿勢の変化と振動特性の変化の関係について調べる。

参考文献

- [1] 浜松弘・松尾勇志, 多関節ロボットにおける加速度フィードバックによる振動抑制制御, 日本機械学会九州支部第64期総会講演会, No. 118-1, (2011) pp. 125-126
 [2] 林漢揚・山浦弘・小野京右, 弾性基礎上の位置決め機構の制振駆動法に関する研究, 日本機械学会 Dynamics & Design Conference, (2002) CD-ROM 論文集