

フレキシブルマニピュレータによる環境情報を考慮した押し作業の実現

80122303 鈴木 純

指導教員 大西 公平

1 緒論

フレキシブルマニピュレータの位置制御や力制御の研究は多くなされているが、それらを組み合わせた押し作業の研究は数少ない。よって、本論文ではフレキシブルマニピュレータの押し作業を対象物体への接近、接触、移動の3つの部分に分け、それぞれにおいて新しい手法を提案する。さらにフレキシブルマニピュレータのモデルを2慣性共振系から多慣性共振系に拡張する。

2 対象物体への接近

対象物体への接近では正確な位置制御が要求される。従来では反力推定オブザーバを用いて反力を推定しフィードバックする共振比制御が有効とされていた。しかし、これは摩擦モデルを必要とし、実際の摩擦と異なることから制御系に悪影響を与えていた。よって、本論文ではPSDセンサを用いて摩擦モデルを使わずに反力を推定しフィードバックする。

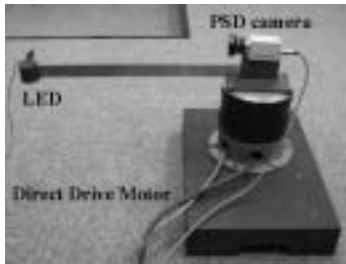


図 1: PSD センサを設置したフレキシブルマニピュレータ

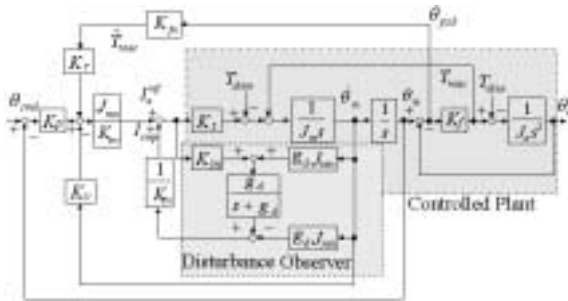


図 2: PSD センサを適用したブロック線図

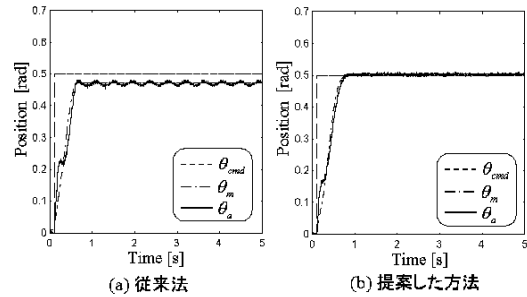


図 3: PSD センサを用いた実験結果

3 対象物体への接触

アームが対象物体へ接触する際に衝撃力緩和を考慮する必要がある。そこで、本論文では位置制御をしながら外界からの力に倣うコンプライアンス制御を適用する。

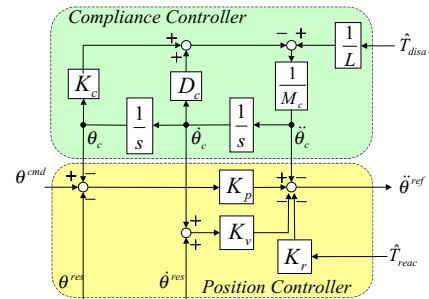


図 4: コンプライアンス制御のブロック線図

実験ではコンプライアンス制御の有効性を示すため、意図的に対象物体の位置より指令値を大きくしている。

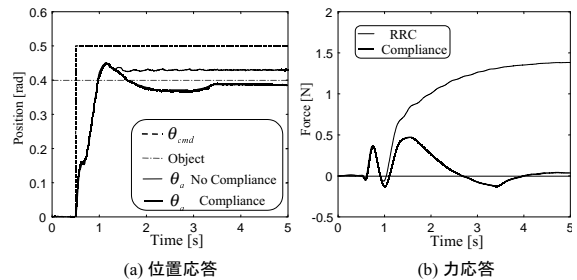


図 5: コンプライアンス制御の実験結果

4 対象物体の移動

対象物体を移動させる場合、床から受ける摩擦を考慮しなければいけない。よって、この環境情報を推定し、推定した環境情報を用いて制御するという二段階の制御を提案する。推定する摩擦モデルを図 6 に示す。

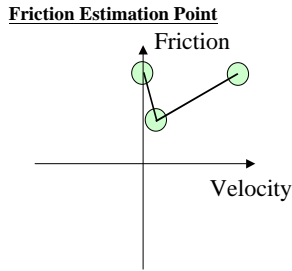


図 6: 摩擦推定

低速度に対し負の勾配特性を持つ粘性摩擦を考慮する事により、止まったり動き出したりという stick-slip motion を補償する。推定する際には図 7 に示す摩擦トルク推定オブザーバを用いる。

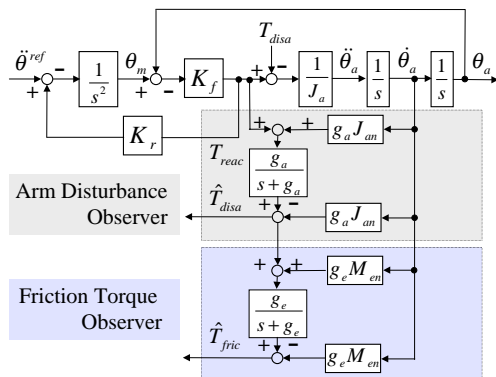


図 7: 摩擦トルク推定オブザーバ

実験結果を図 8 に示す。指令値を二段階にし、一段階目で摩擦を推定し、二段階目で摩擦を補償している。

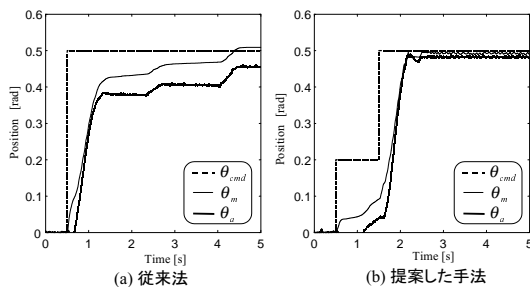


図 8: 二段階制御の実験結果

5 多慣性共振系への拡張

アームの形状によっては 2 慣性共振系モデルでは対応しきれない場合がある。よって、押し作業の際に用いた PSD センサを有効に利用することにより、モデルを 2 慣性共振系から多慣性共振系に拡張する。本論文では複数のアーム外乱オブザーバによる制御と複数の反力推定による制御の 2 つを提案する。

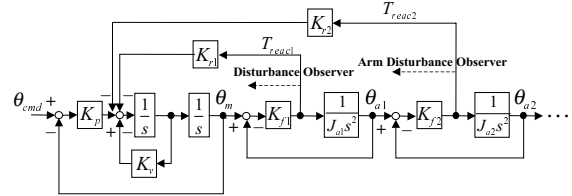


図 9: 複数のアーム外乱オブザーバによる制御

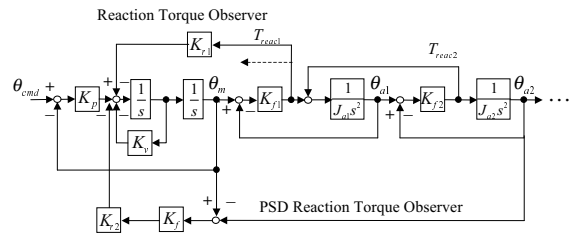


図 10: 複数の反力推定による制御

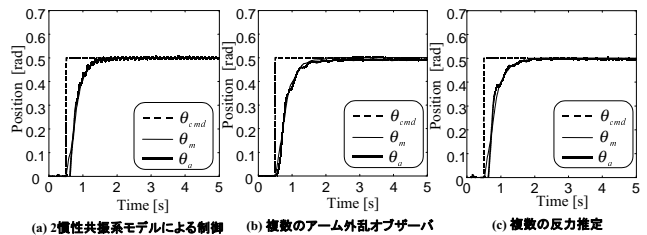


図 11: 多慣性共振系の実験結果

6 結論

環境情報である摩擦を考慮することによるフレキシブルマニピュレータのスムーズな押し作業を提案した。提案した手法の有効性を実験により確認した。

7 参考文献

[1]J.Suzuki, T. Murakami, K.Ohnishi :”Position and Force Control of Flexible Manipulator with Position Sensitive Device”, Proceedings of 7th International Workshop on Advanced Motion Control, pp.414-419, 2002.