

多指ハンドアームシステムを用いた動的物体把持・操作

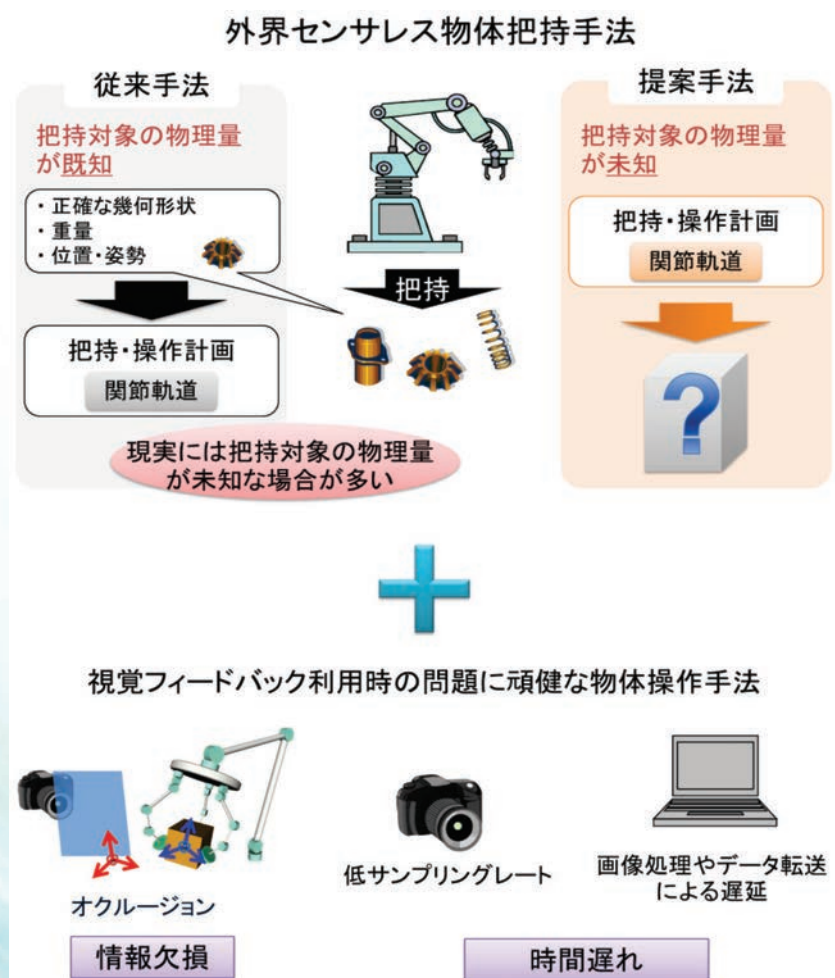
これまでに様々なロボットハンドによる物体把持・操作手法が提案されていますが、その多くは材質や形状、質量、質量中心位置など、把持対象に関する正確な情報が既知であることを前提としています。しかし、実際には把持対象に対する事前知識が全くなく、あるいは不正確な情報しか得られない状況が頻繁に生じます。このような状況下においても多様な物体を安定に把持し、操作する手法の開発が課題となっています。また、工場の生産ラインにおいても、対象物品の変化毎に把持・操作手法を設計するには大きなコストがかかります。

把持した物体はロボットアームを用いて操作することになります。操作精度の向上のためにカメラなどの視覚センサが用いられていますが、オクルージョン（手前にある物体が背後にある物体を隠して見えないようにする状態）の問題や、視覚センサシステムの性能（サンプリングレート、計算時間等）に依存した時間遅れの問題があります。

研究内容

この問題に対し、これまでに半球状の指先を有する多関節多指ロボットハンドを用いた、外界センサレスで物体を安定に把持する手法、および把持物体の操作手法を提案しています。物体操作手法では、視覚センサの時間遅れやオクルージョンに対しても頑健に把持物体の位置・姿勢制御が可能な手法を提案しています。

これらの手法を用いることで、多種多様な物体を物体形状等の事前知識の無い環境でも頑健に把持し、高精度に操作するシステムの構築が可能となります。その際に用いる視覚センサシステムについても比較的安価なセンサの利用が可能で、オクルージョンの問題にも頑健なため、環境づくりも容易になります。



外界センサレス任意多面体把持手法

本手法は、ピンチング動作で把持可能な物体を対象とし、多指ハンドやアームの関節エンコーダから得られる関節角度情報のみを用いて、形状や質量中心位置、指先接触位置などが未知の物体の安定把持を実現します。制御入力は、指先を互いに近づける、指先同士の相対姿勢を維持するといったシンプルなものですが、形状の指先の物体表面上での転がりによって接触点を移動させることで、外界センサを用いずに自動的に物体把持を安定な状態へと遷移させることが可能です。

視覚センサの時間遅れや情報欠損に頑健な視覚サーボ物体操作法

視覚フィードバックを用いたシステムは、高精度な物体操作が可能となる一方で、その性能・安定性は、視覚センサの性能や環境に大きく依存します。提案手法では、視覚センサより得られる実際の把持物体の位置・姿勢情報に加え、安定して高周期で獲得可能な関節角度情報を用いて定義される、仮想的な物体の位置・姿勢情報を組み合わせることで、視覚センサの性能劣化に頑健な物体操作を実現しています。

仮想フレームの導入

実フレーム

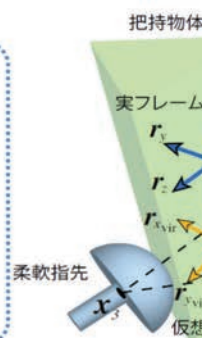
視覚センサによって得られる把持物体の位置・姿勢

問題:

- ・情報欠損
- ・低サンプリングレート
- ・時間遅れが大きい

利点:

- ・把持物体の正確な位置・姿勢制御が可能



仮想フレーム

関節エンコーダから得られる仮想的な物体の位置・姿勢

問題:

- ・把持物体の正確な位置・姿勢制御が困難

利点:

- ・位置・姿勢情報を安定して獲得可能
- ・高サンプリングレート
- ・時間遅れが小さい

提案手法の有効性の検証

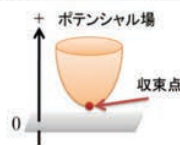
理論的検証

1. 転がり拘束を考慮した運動方程式の導出

- ・多指ロボットハンド・アーム
- ・任意多面体

2. 安定解析

- ・システム全体の運動の収束性の解析
- ・収束点(平衡多様体)の解析



実験的検証

1. 数値シミュレーション

- ・力学シミュレータの開発
- ・多指ハンド・アームシステムを用いたシミュレーション実験

2. 実機実験

- ・実機である多指ロボットハンドを用いた実験

研究者

立命館大学
理工学部 ロボティクス学科

助教 河村 晃宏

情報学
知能ロボティクス

研究テーマ

- ・多指ハンドアームシステムを用いた動的物体把持・操作
- ・機能的カウンタウェイトを持つロボットアームの機構設計・制御
- ・キャリブレーションフリー・エンコーダレス高精度運動制御

問い合わせ先

立命館大学リサーチオフィス(BKC)
〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1
TEL:077-561-2802 FAX:077-561-2811 Email:liaisonb@st.ritsumei.ac.jp