

軽量ロボットシステムによる食品材料のハンドリング Handling of Food Materials by Lightweight Robot System

立命館大学・理工学部・ロボティクス学科
平井研究室／川村・河村研究室

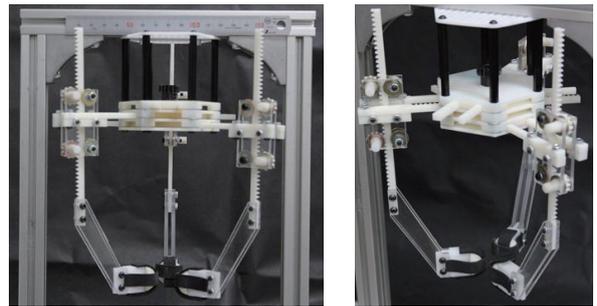
Hirai Lab./Kawamura Lab., Dept. Robotics, Ritsumeikan Univ.

連絡先：平井慎一 立命館大学ロボティクス学科
滋賀県草津市野路東 1-1-1

Contact: Shinichi Hirai, Dept. Robotics, Ritsumeikan Univ,
Kusatsu, Shiga 525-8577, Japan

1 はじめに

本報告では、食品材料のハンドリングのための軽量ロボットシステムについて述べる。食品産業におけるハンドリングでは、精度はそれほど要求されないが、部材の形状や特性のばらつきに対応する必要がある、さらに価格競争力が望まれる。従来のオートメーションで広く用いられてきた多関節型アームや平行ロボットを、食材のハンドリングに用いる研究開発が進められている。これらのロボットシステムは高価であり、また対象物の形状が既知である必要があり、形状や特性のばらつきが大きい食材に対応することには課題が多い。そこで、軽量で安価なロボットハンドとロボットマニピュレータを用いて、形状や特性にばらつきが大きい食品材料のハンドリングを実現する手法を提案する。ロボットハンドは、柔軟指先を有する複数の指から構成されており、様々な形状の物体を把持することができる。ロボットマニピュレータは、空気の膨張で駆動するインフレータブル構造をリンクやアクチュエータに採用しており、自重



(a) 正面図

(b) 投影図

図 1: 柔軟指先を有する 3 本指ハンド

以上の可搬重量を実現することができる。このようなハンドとマニピュレータを組み合わせることで、食品材料のハンドリングを実現することを目指す。

2 不定形物体を把持するハンド

図 1 に、柔軟指先を有する 3 本指ハンドを示す。把持力を制御するために、3 本の指を連動して開閉する自由度を導入する。把持物体の姿勢を制御するために、各指に並進 1 自由度を導

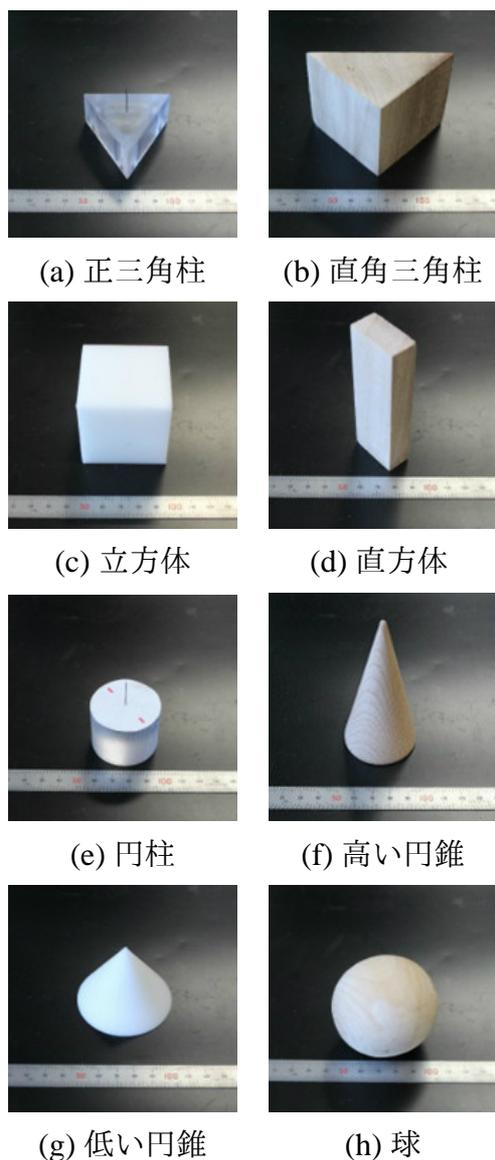


図 2: 8 種類の把持物体

入する。このハンドの重量は 900g である。

このハンドを用いることで、形状が異なる 8 種類の物体を把持が可能であるかを実験的に確認する。図 2 に今回の実験で使用した 8 種類の物体を、表 1 に各物体の詳細を示す。図 3 に、把持実験の結果を示す。図に示すように、8 種類の形状が異なる物体を把持できることがわかった。対象物の初期位置に多少の位置誤差があっても、3 本の指が連動し把持動作を行うことで対象物を中心に巻き込みながら把持ができるこ

表 1: 8 種類の把持物体の詳細

物体	重量	材料
正三角柱	33g	ポリカーボネート
直角三角柱	30g	木材
立方体	177g	POM
直方体	11g	木材
円柱	47g	ポリカーボネート
高い円錐	33g	木材
低い円錐	20g	ABS
球	64g	木材

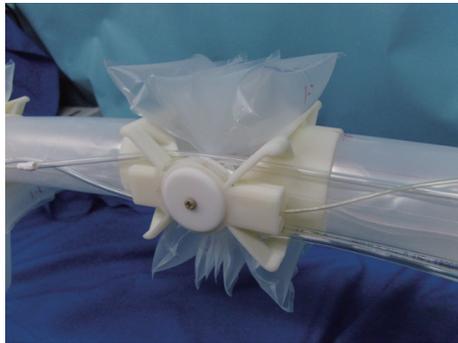
とがわかった。このハンドによる把持においては、図 3-(c), (d) に示すように、対象物の形状に沿うように指が変形する。すなわち、把持する物体に合わせて指の配置が変化する。結果として、把持に用いる関節の 1 自由度のみで、様々な形状の物体を把持することが可能になった。

3 インフレータブル構造を用いたマニピュレータ

軽量なマニピュレータを実現するために、インフレータブル構造を導入した。インフレータブル構造では、樹脂製の膜の内部に空気圧を印加することで構造を保つ。図 4-(a) にインフレータブル構造を用いたリンクを、図 4-(b) にアクチュエータを示す。アクチュエータにおいては、空気圧を印加することで回転運動を生じるインフレータブル構造を拮抗的に 2 個用いることにより、軸周りの回転運動を実現している。このようなインフレータブル構造を用いたリンクとアクチュエータから、マニピュレータを構成した。図 5 に、インフレータブルマニピュレータによるピックアンドプレースの過程を示す。このマニピュレータの重量は約 500g である。自重の 2 倍の約 1000g の物体を持ち上げることができた。



(a) リンク



(b) アクチュエータ

図 4: マニピュレータの要素

4 おわりに

本報告では、柔軟指先を有する3本指ハンドとインフレータブルマニピュレータに関する研究開発を紹介した。これらの技術により、軽量で安価なロボットシステムを構築することができ、結果としてロボットシステムによる食品材料のハンドリングを実現できると考えている。

現在、ロボットハンドとインフレータブルマニピュレータを用いた食品材料のハンドリングを試みている。また、位置や形状バラツキがある食材が入っているカップを把持するために、複数のロボット指とそれらを結ぶ弾性体から構成されるロボットハンドを開発している。形状や特性にバラつきが大きい食品材料のハンドリングを実現するために、軽量で安価なロボットハンドとロボットマニピュレータに関するさらなる研究開発を進める予定である。



(a)



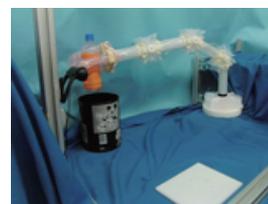
(b)



(c)



(d)



(e)

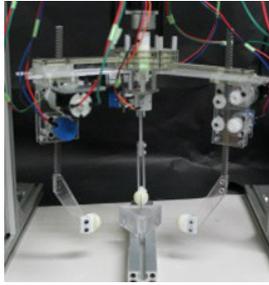


(f)

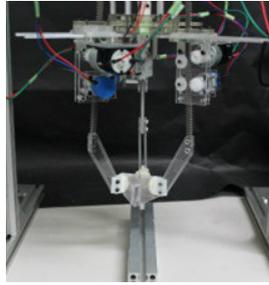
図 5: インフレータブルマニピュレータによるピックアンドプレース

参考文献

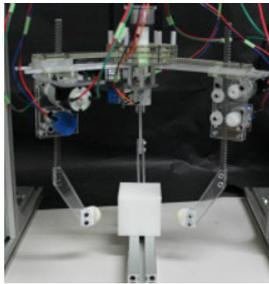
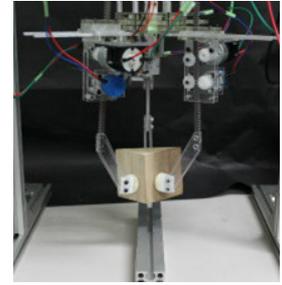
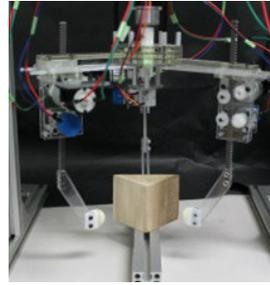
- [1] 石川, 平井, 柔軟指ハンドによる多種類の物体のハンドリング, 第31回日本ロボット学会学術講演会, 2013
- [2] 金, 脇谷, 堀池, 西岡, 河村, 川村, 極軽量インフレータブル構造ロボット用関節構造部の設計と実現, 第31回日本ロボット学会学術講演会, 2013



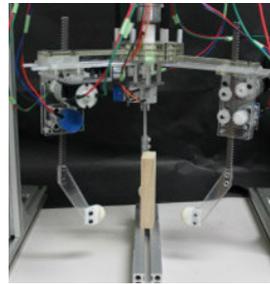
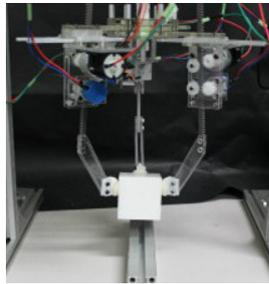
(a) 正三角柱の把持



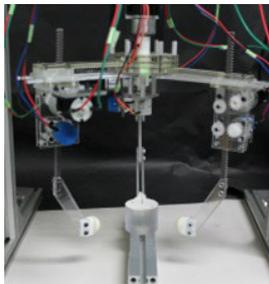
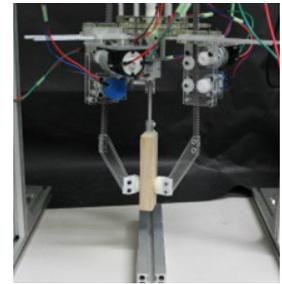
(b) 直角三角柱の把持



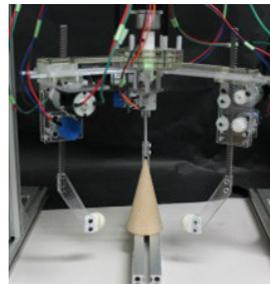
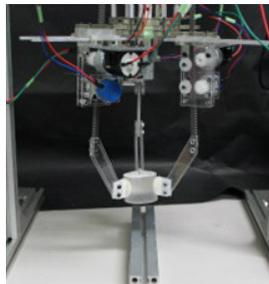
(c) 立方体の把持



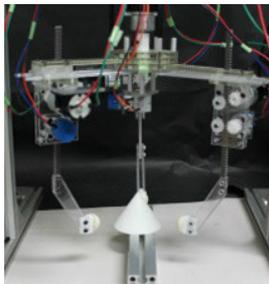
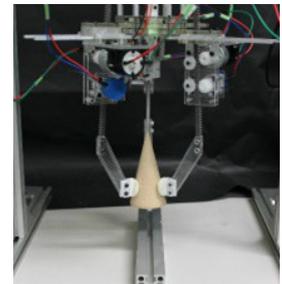
(d) 直方体の把持



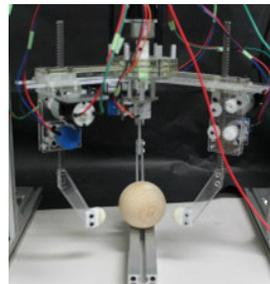
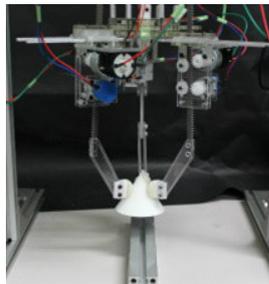
(e) 円柱の把持



(f) 高い円錐の把持



(g) 低い円錐の把持



(h) 球の把持

図 3: 把持実験の結果