

潜り込み機能を有するソフトグリップによる 平坦食品の把持

○犬飼智博（立命館大学） 平井慎一（立命館大学）

1. 緒言

現在、少子高齢化により労働人口が減少しており、今後も減少が見込まれる。特に食品工場では、同じ姿勢での単調作業が長時間継続することがあり、早期に離職するケースが多い。そのため、食品工場での自動化が求められている。コンビニ弁当に使用される加工済みの食品の詰め込み作業では決められた数を決まった場所に盛り付ける作業が多く、また加工済みの食品のサイズには大きなばらつきはない。食品の把持では、食品の特徴に合わせたハンドの設計を行う必要がある[1]。現在、食品工場によく使用される食品の形状の一つとしてハンバーグやコロッケなどの平坦な食品がある。しかし、平坦な食品の把持は接触面積の確保が困難という問題がある。

そこで本研究では、平坦な食品に限定し、対象物の下に潜り込むような機能を持つソフトグリップが把持に対し、有効かどうか実験を通し、検証していく。

2. 潜り込み機能を有するソフトグリップ

2.1 提案するソフトグリップ

食品を把持する方法の一つとして、シリコンゴムを使用した空気圧駆動のソフトグリップが提案されてきた[2]。空気圧駆動によるソフトグリップでは、空気注入部から空気を注入し、空気室に空気が送られる。すると、シリコン素材の空気室の壁が膨張し、隣接する空気室を圧迫し、指全体が屈曲する。この駆動原理を利用し、平坦な食品の把持を目的とするソフトグリップを提案し、その形状を図1に示す。

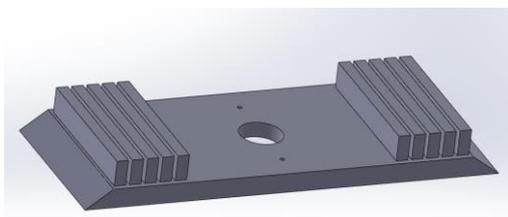


図1 設計したソフトグリップ

2.2 ソフトグリップの製作方法

本研究で製作するソフトグリップは空気を通る通路を確保しなければならないので、一体成

型が困難である。そのため、ソフトグリップを上部と下部に分けて製作し、最後に張り合わせて製作を行う。本研究では Smooth-On 社製のシリコンゴム Dragon skin 30 を使用する。Dragon skin 30 の性質を表1に示す。

表1 Dragon skin 30 性質

ショア硬度	30A
破断伸び率	364%
使用可能温度	-53°C~232°C
硬化開始時間	45分
硬化完了時間	16時間

本節では、シリコンゴム製ソフトグリップの製作方法を示す。Dragon skin 30 はシリコンゴムの素と硬化剤を 1:1 の割合で混ぜ合わせ、真空ポンプを使用してシリコンゴム内の気泡を抜き、3D プリンタで製作した型にシリコンゴムを流し込む。最後に型に蓋をし、硬化を待ち、完成させた。

2.3 シミュレーションによる動作

シミュレーションソフト Abaqus を用いて空気を注入したときの変形シミュレーションの結果を図2に示す。

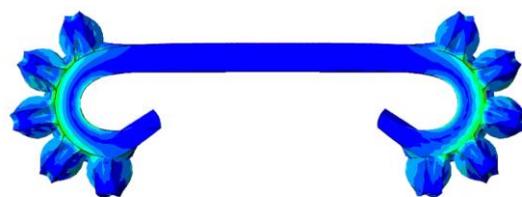


図2 ソフトグリップの変形シミュレーション

3. 把持実験

3.1 実験目的

本実験を行う目的は、平坦な物体に対し、潜り込み機能を有するソフトグリップによる把持が可能かどうか把持実験を通し、検証する。そして、ソフトグリップが対象物に潜り込み、把持ができれば成功とする。

また、実験では、6軸駆動垂直多関節ロボットアームの手先に、製作したソフトグリップを取り付ける。実験環境を図3に示す。

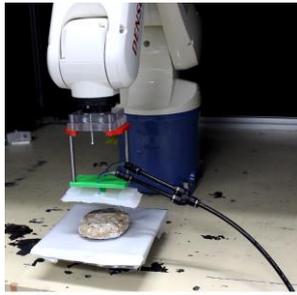


図3 実験環境

3.2 把持対象物

今回の実験で使用する三種類の対象物を図4に示す。対象物として潜り込み機能を確認するために傾斜 60° 持つ下すぼみ物体 1、薄く平坦な物体の把持ができるか確認するために平坦な物体 2 を使用する。そして、平坦な食品 3 を把持対象物とする。使用する対象物の寸法、質量を表2に示す。

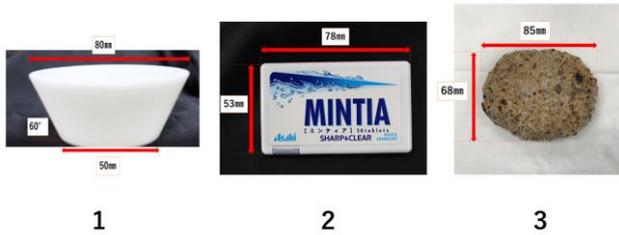


図4 把持対象物

表2 対象物の質量と寸法

	質量	縦	横	厚み
1	20.3[g]	80[mm]	80[mm]	25[mm]
2	9.8[g]	53[mm]	78[mm]	6[mm]
3	79.3[g]	85[mm]	68[mm]	18[mm]

3.3 実験結果

今回の把持実験では、50[kPa]の空気圧を印加し実験を行った。三種類の物体の把持の様子を図5、図6、図7に示す。

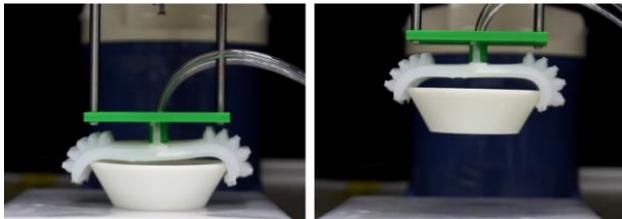


図5 下すぼみの物体の把持

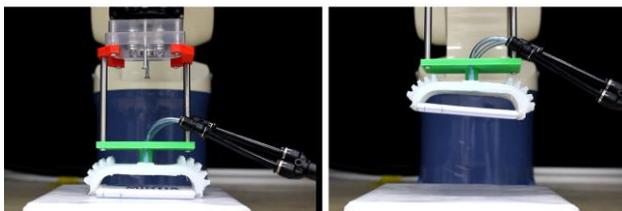


図6 薄く平坦な物体の把持

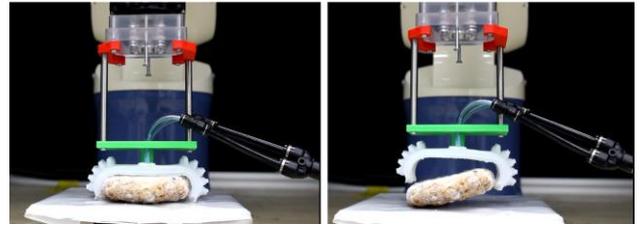


図7 平坦な食品の把持

3.4 許容重量の測定

把持対象物 1 の下すぼみの容器に分銅を入れ、ソフトグリッパによる把持での許容重量を調べる。分銅を入れた状態での把持の様子を図8に示す。

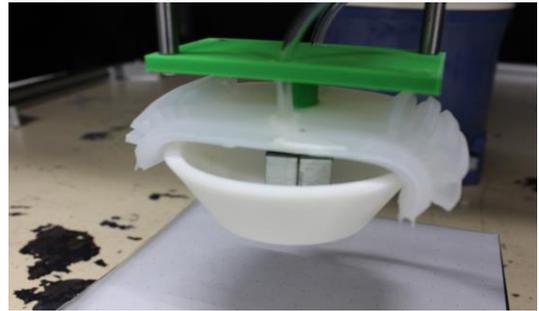


図8 許容重量の把持実験

3.5 考察

把持実験を通して、下すぼみ物体 1 と薄く平坦な物体 2 の把持に成功したが、平坦な食品の把持に失敗した。その後に行った、許容重量の測定実験では、70[g]より重い質量の把持が困難なことがわかった。このことから、平坦な食品 3 の質量は今回実験で使用したソフトグリッパでは把持が困難なことがわかる。

4. 結言

本研究では、潜り込み機能を有するソフトグリッパによる平坦物体の把持が有効かどうか検証した。結果、ソフトグリッパの許容重量の以下の範囲にある質量の平坦な物体の把持が可能であることがわかった。

参考文献

- [1] Yoshiyuki Kuriyama, Yuusuke Okino, Zhongkui Wang, and Shinichi Hirai: "A Wrapping Gripper for Packaging Chopped and Granular Food Materials", IEEE International Conference on Soft Robotics, 2019
- [2] Zhongkui Wang, Yuuki Torigoe, and Shinichi Hirai: "A Prestressed Soft Gripper: Design, Modeling, Fabrication, and Tests for Food Handling", in Proc. IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 2, no. 4, pp. 1909-1916, 2017.