

薄型離型フリー両面シェルグリッパの開発

○青山 大樹（立命館大） 王 忠奎（立命館大） 平井 慎一（立命館大）

1. 緒言

近年、少子高齢化に伴う労働人口の減少が著しく、ロボットによる仕事の代替が期待されている。実際に、倉庫などでは、ロボットを活用したマテリアルハンドリングの自動化や省人化が進められてきた。ロボットは、形状が既知の対象物のピックアンドプレイスを得意としている。しかし、食品などの個体差の大きい対象物を把持することを得意としていないため、食品業界は自動化が難しい業界であると言われてきた。自動化が難しい中、世界中では食品把持用のソフトグリッパの研究開発が進められている。一方で、一つのハンドで異なる食品のピックアンドプレイスをするロボットハンドは存在するものの、異なる複数の食品を同時に把持し、一度でピックアンドプレイスするハンドは存在しない。想定される同時ピックアンドプレイスを行う環境として、複数種類の食品がバラ積みされている食品生産ラインや農作物の選果場が挙げられる。また、従来のエンドエフェクタはグリッパの駆動に広い空間が必要であったが、バラ積みピッキングの状況下では対象物間の距離が小さいため、グリッパの薄型化が求められる。したがって、異なる食品のバラ積みピッキングなどにおいて、薄型の柔軟エンドエフェクタが必要とされている。

先に述べた個体差の大きい食品の一例として、きゅうりが挙げられる。きゅうりは時期によって曲率、太さや表面形状が変化するため、選果場における自動化が難しい農作物の一つである。現在きゅうり箱詰め作業に使用されている吸着パッド式ハンドは、きゅうり表面の凹凸が原因で、多くの把持失敗が発生している。また、きゅうりの箱詰めは狭空間での作業になるため、薄型のグリッパを用いたハンドで作業する必要がある。本研究では、複数食品の同時把持の一例として、複数きゅうりの同時把持を想定する。すでに開発されている薄型離型フリーシェルグリッパ [1] の原理をもとに、きゅうりの同時把持を行うハンド作製を目的とした薄型離型フリー両面シェルグリッパを開発した。本稿では、薄型離型フリー両面シェルグリッパの作製方法と性能評価について述べる。

2. 両面シェルグリッパ

2.1 シェルグリッパの定義と駆動原理

図 1 に示すように、樹脂や金属で作製した硬質部品と柔軟なシリコンゴムで作製した柔軟部品を組み合わせたグリッパを総称して“シェルグリッパ”と定義する。特に、平面形状のシェルグリッパを“平面シェルグリッパ”と呼称する。

すでに我々の研究チームで開発されている環状シェルグリッパ [2] や平面シェルグリッパ [3] を含む全てのシェルグリッパは、硬質部品と柔軟部品の間に空気を印加することで表面の柔軟膜が膨張する。駆動する様



図 1 平面シェルグリッパ



図 2 駆動状態

子を図 2 に示す。

2.2 両面シェルグリッパ

図 3 に示すように、硬質部品の両側にシリコンゴムが塗布されたシェルグリッパを“両面シェルグリッパ”と定義する。本研究では、離型フリー製法を用いて、両面シェルグリッパを作製する。両面シェルグリッパは、平面シェルグリッパのように一方向のみに柔軟膜が膨張するのではなく、図 4 に示すように硬質部品の両側の柔軟膜が膨張する。



図 3 両面シェルグリッパ



図 4 駆動状態

2.3 作製方法

図 5 に示すように、両面シェルグリッパの作製は四つの工程から成る。第一工程では、図 5(a) 中央と右の硬質部品を、図 5(a) 左の硬質部品の両面に接着することで、図 5(b) のような両面シェルグリッパの硬質部品が完成する。第二工程では、図 5(c) のように、作製した薄いシリコンゴムで硬質部品の空気穴を覆う。第三工程では、硬質部品と柔軟部品を組み合わせた図 5(d) のような部品を作製する。その際、第二工程で使用した薄いシリコンゴムと同様の材質の液体シリコンゴムを両面に塗布し、硬化させる。最後に第四工程では、グリッパ上部の空気穴にエアチューブを差し込み、接着することで図 5(e) のような両面シェルグリッパが完成する。本製法のメリットとして、両面のシリコンゴム

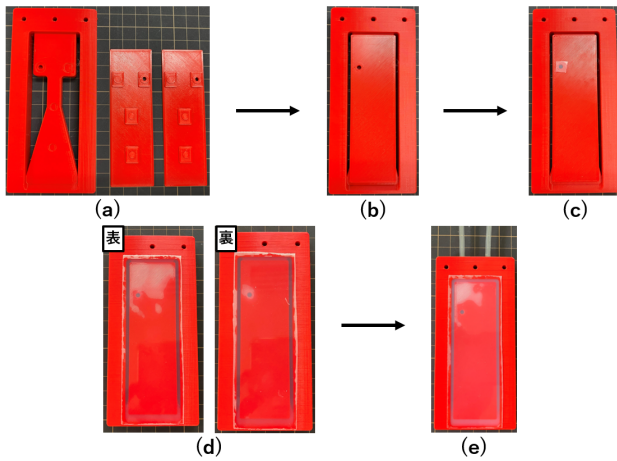


図5 両面シェルグリップパ作製手順

を一度に作製することができ、作製時間の短縮が可能となる点が挙げられる。一方で、デメリットとして、グリップパが分厚く、液体シリコンゴム内の気泡が抜けづらいため、脱気が困難である点が挙げられる。したがって、硬化させる際、表面に気泡が残る可能性がある。

3. 両面シェルグリップパの性能評価

波状コンベアの横幅の制約がある中で、従来の平面シェルグリップパを使用すると、グリップパを互い違いに配置する必要があった。したがって、従来の平面シェルグリップパを使用したハンドでは、図6のようにきゅうりを中心で把持することができなかった。

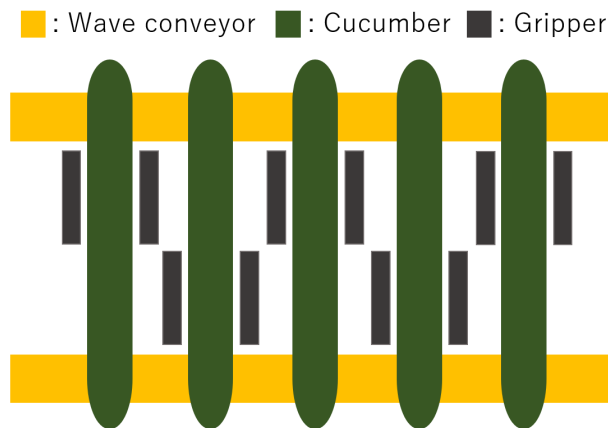


図6 平面シェルグリップパを用いた複数きゅうり同時把持

しかし、両面シェルグリップパを使用すると、より単純なハンドを作製することが可能となり、図7のように複数きゅうりをそれぞれの中心で把持することができる。また、きゅうりをより安定して把持することが可能となる。

図8のように、両側の平面シェルグリップパは強度の強くない樹脂製であるため、グリップパにたわみが生じていることが分かる。一方で、両面シェルグリップパは硬質部品の両側に対象物を把持するため、平面シェルグリップパと同じ樹脂で硬質部品を作製しているにも関わらず、グリップパがたわむ問題は生じていないことが分かる。また、きゅうりをそれぞれの中心で把持できているため、安定した把持を実現できている。

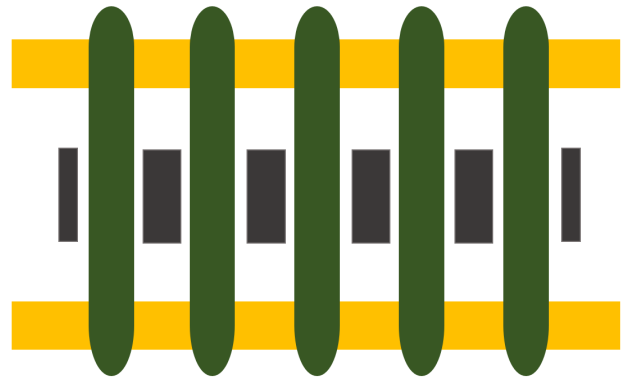


図7 両面シェルグリップパを用いた複数きゅうり同時把持

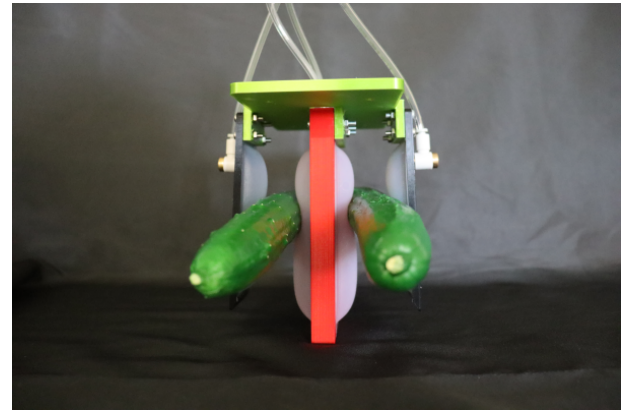


図8 両面シェルグリップパを用いたきゅうり把持

4. 結言

本研究では、複数の食品を同時に把持し、一度でピックアップアンドプレイスするハンドの作製を目的とした薄型離型フリー両面シェルグリップパを開発した。一例として複数きゅうりの同時把持を行うロボットハンドの単純化を実現した。強度の強くない樹脂でのグリップパ作製であっても、把持した際にグリップパがたわむことなく、安定してきゅうりを把持することができた。今後の展望として、両面シェルグリップパを用いた新たなハンドを作製し、様々な対象物を同時に把持することが挙げられる。

謝辞 本研究の一部は、内閣府が進める「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期／フィジカル空間デジタルデータ処理基盤」（管理法人：NEDO）によって実施された。この場をお借りして、関係者に謝意を表す。

参考文献

- [1] 青山 大樹, 王 忠奎, 平井 慎一, "複数きゅうりの同時把持と箱詰め作業を目的とした薄型離型フリーシェルグリップパの提案", ロボティクス・メカトロニクス講演会, June 1-4, 2022.
- [2] Z. Wang, R. Kanegae, S. Hirai, "Circular Shell Gripper for Handling Food Products", Soft Robotics, Vol.8, No.5, 2021.
- [3] R. Kanegae, Z. Wang, S. Hirai, "A Easily Fabricatable Shell Gripper for Packing Multiple Cucumbers Simultaneously", IEEE International Conference on Real-time Computing and Robotics, September 28-29, 2020.