

食品材料ハンドリング用ソフトロボットハンド Soft Robotic Hands for Food Material Handling

王 忠奎, 望月 大督, 山田 寛大, 平井 慎一

Zhongkui Wang, Daisuke Mochizuki, Tomohiro Yamada, and Shinichi Hirai

立命館大学ロボティクス学科ソフトロボティクス研究室

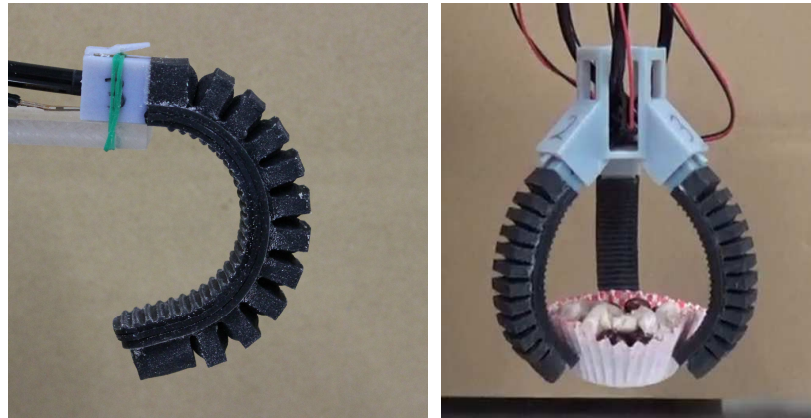
Soft Robotics, Lab., Dept. Robotics, Ritsumeikan Univ.

はじめに

現在、弁当箱等への食材のパッキングは多くを人手に頼っており、その自動化が望まれている。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一方、食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。本研究では、柔軟な材料を導入した数種類のハンドを用いることにより、様々な食材のハンドリングと弁当箱へのパッキングを実現することを目的としている。本発表では、プリンタブルハンドとパッシブハンドを紹介する。

プリンタブルハンド

プリンタブルハンドは、空気圧の加圧によって曲がるゴム製の指（図 1(a)）から構成されている。複数のゴム製の指から成るハンドは、唐揚げや切り身等の不定形素材を把持することができる。ピーナッツが入っているカップを把持している例を図 1(b)に示す。



(a) 空気圧駆動の柔らかい指

(b) カップの把持

図 1 プリンタブルハンド

指の構造を図 2 に示す。図 2(a)に示すように、指の外側の面にスリットが刻まれている。図 2(b)に示すように、指の内部に空気圧室がある。指の製作過程を図 3 に示す。図 3(a), (b), (c)に示す部品は、ゴム材料を使用することができる三次元プリンタで製作した。空気圧室に cover 1 を貼り付けた結果を図 3(d)に示す。曲げを計測する市販のセンサを貼

り付け (図 3(d)), さらに **cover 2** を貼り付けると指が完成する (図 3 (e)). 部屋の内部に空気圧を印加すると, 図 4 に示すように圧力に応じて指が曲がる.

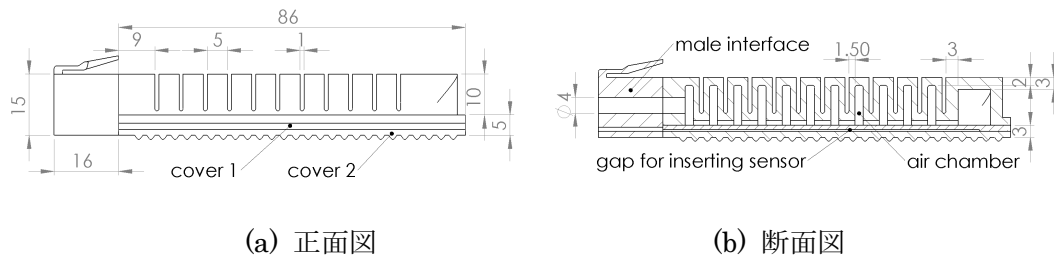


図 2 ゴム製の指の構造



図 3 指の製作過程

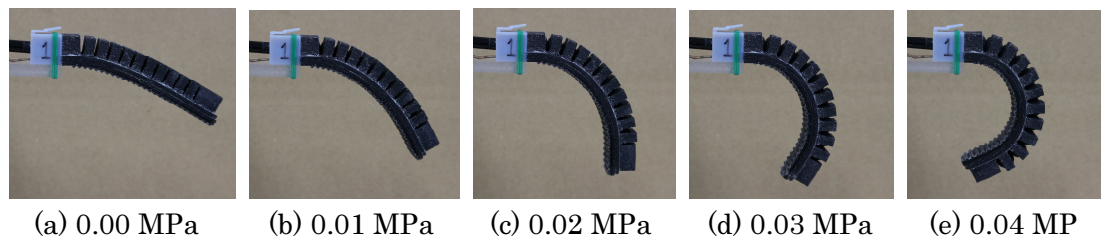
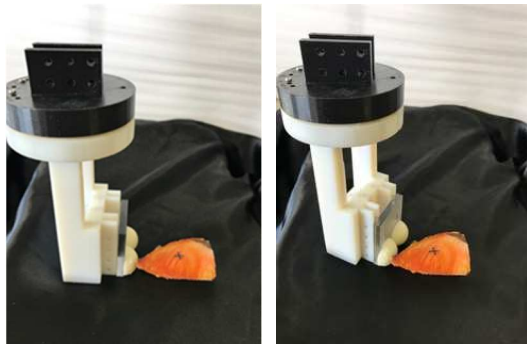


図 4 空気圧印加による指の曲げ

パッシブハンド

パッシブハンドは, 指に受動的な関節を含む. 受動的な関節に外力が作用すると, ある範囲で関節が回転する. 図 5 に受動関節の回転を示す. この受動関節は, ある範囲で左右

に回転可能である．図 5(a)に回転角度 0.0° の状態，図 5(b)に回転角度 25.5° の状態を示す．一対のこのような指を対向させ，図 6 に示すパッシブハンドを構成する．



(a) 回転角度 0.0° (b) 回転角度 22.5°

図 5 受動関節を有する指

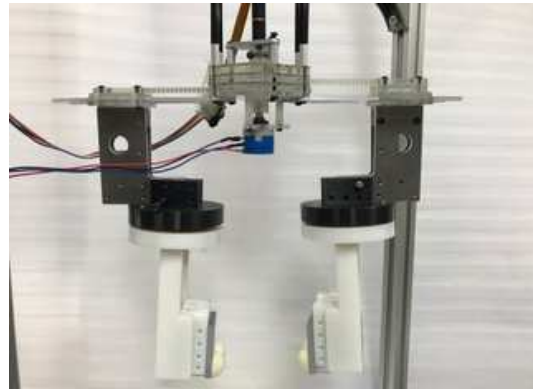


図 6 パッシブハンド



(a) 卵

(b) 唐揚げ

(c) 鮭の切り身

図 7 食品サンプル

図 7 に示す食品サンプルをパッシブハンドが把持できるか否かを，実験的に検証した．一方の指の関節は固定し，他方の関節は $\pm 11.50^{\circ}$ 回転できるように設定した．サンプルの位置と姿勢によって，把持できるか否かを調べた．10 回の試行の内，何回把持に成功したかを図 8，図 9，図 10 に示す．卵のサンプルは，位置や姿勢に関わらず把持可能である．唐揚げのサンプルは，姿勢を選べば位置に関わらず把持可能である．切り身のサンプルの把持は，位置と姿勢に依存することがわかった．

おわりに

本発表では，プリンタブルハンドとパッシブハンドを紹介した．ともに様々な食材をハンドリングする能力を有する．さらに実験を重ねて，それぞれの性能を評価し，ハンドの次の設計に反映させたい．

参考文献

- [1] Zhongkui Wang and Shinichi Hirai, A 3D Printed Soft Gripper Integrated with Curvature Sensor for Studying Soft Grasping, Proc. 2016 IEEE/SICE Int. Symp. on System Integration (SII 2016), pp.629-633, Sapporo, Japan, Dec. 13-15, 2016

[2] 望月 大督, 平井 慎一, 並進 4 自由度柔軟 3 指ハンドによる多様な物体の把持, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015, 京都市・みやこめっせ, May 17-19, 2015

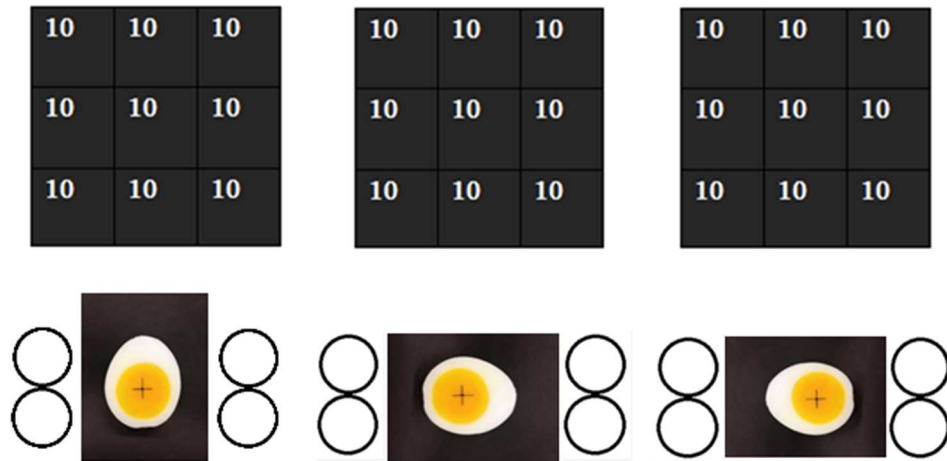


図 8 卵サンプルの把持結果

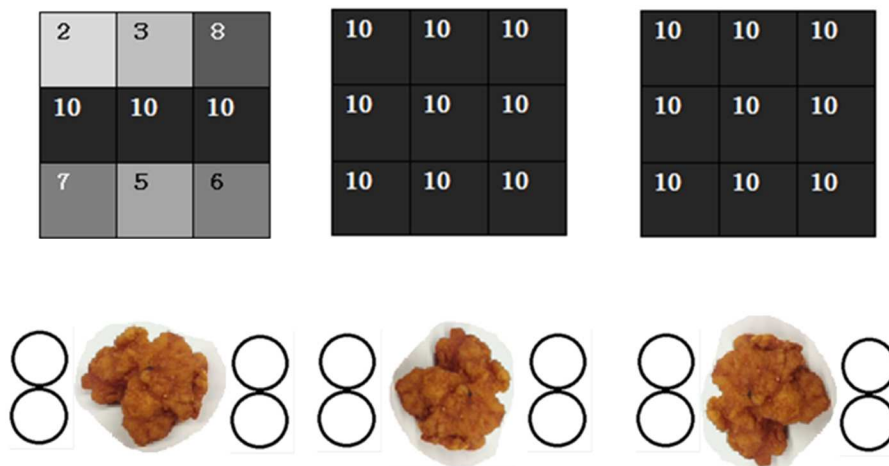


図 9 唐揚げサンプルの把持結果

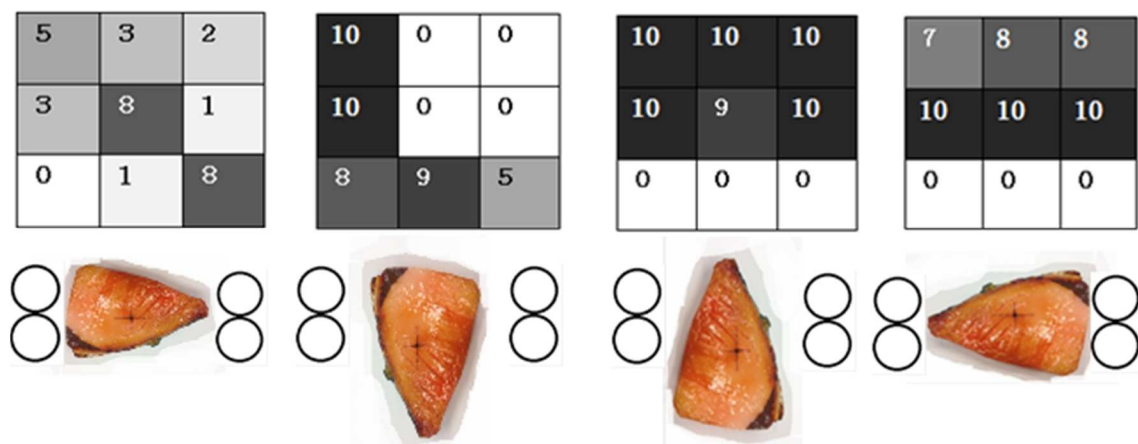


図 10 切り身サンプルの把持結果