

# プリンタブルハンドとプレストレッチ指ハンドによる食品材料ハンドリング Food Material Handling by Printable Soft Hands and Pre-stretched Soft Hands

王 忠奎, 松野 孝博, 犬飼 智博, 岡田 育実, 平井 慎一

Zhongkui Wang, Takahiro Matsuno, Tomohiro Inukai, Ikumi Okada, 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

ソフトロボティクス研究室で開発している, 食品材料をハンドリングするロボットハンドを紹介する. 現在, 弁当箱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, 部材の形状や特性のばらつきに対応する必要がある.

本発表では, プリンタブルハンドとプレストレッチ指ハンドを紹介する. プリンタブルハンドは, 複数のチャンバーを有する, ゴム製の指から構成されている. 指に空気圧を印加すると, 指が曲がる. 複数の曲がる指から成るハンドは, 様々な食材を把持することができる. プレストレッチ指ハンドは, 伸ばした指に薄いフィルムを貼ることにより, 自然状態で外側に曲がった指を実現している. 空気圧を印加すると, 指が真っ直ぐになり, 食材を把持することができる. 本稿では, プリンタブルハンドとプレストレッチ指ハンドの試作と実験の結果を報告する.

## プリンタブルハンド

プリンタブルハンド (図 1) は, 空気圧の加圧によって曲がるゴム製の指から構成されている [1]. 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. このプリンタブルソフトハンドの製作工程を図 2 に示す. まず, 三次元プリンタ (Stratasys 社製 Objet260Connex) で, 指の部品 (図 2(a)) を製作する. 一つの指は二つの部品から成る. 複数のチャンバーを有する部品と, 蓋となる部品である. 部品の黒い部分はエラストマー (TangoBlack+), 白い部分は硬い樹脂 (VeroWhite) から成る. さらに, ベース (図 2(b)) を硬い樹脂で印刷する. 次に, 指を構成する二つの部品を接着する (図 2(c)). 製作した三本の指をベースのスナップショットに差し込むと, プリンタブルソフトハンドが完成する. 指に空気圧を印加すると, チャンバーが膨張し, 指に印加した圧力に応じて曲げ変形が生じる.

プリンタブルハンドは, 食材入りにカップや卵等, 様々な食材を把持することができた (図 3). ロボットマニピュレータの先端にプリンタブルハンドを設置することにより, 複数の食材入りカップを箱にパッキングすることができた (図 4).

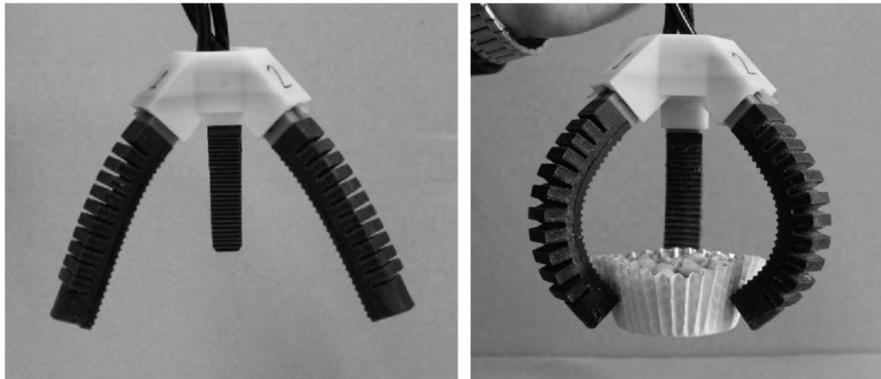


図1 プリントブルハンドのプロトタイプ (左：自然状態, 右：加圧状態)



(a) 指の部品

(b) ベース

(c) 指

図2 プリントブルハンドの部品

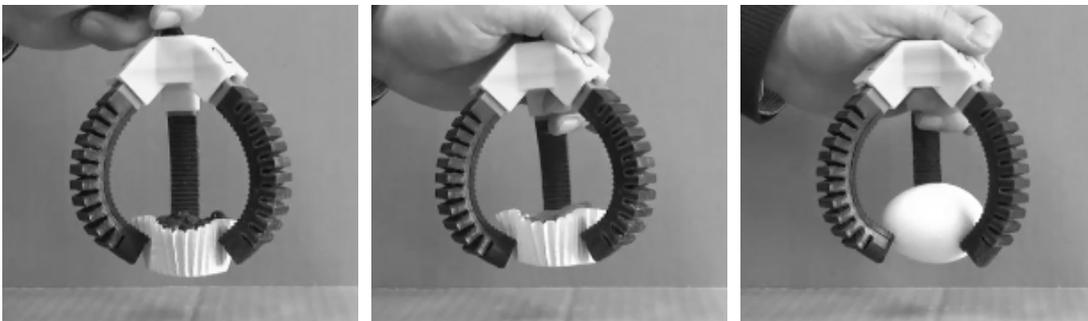


図3 プリントブルハンドによる食材の把持

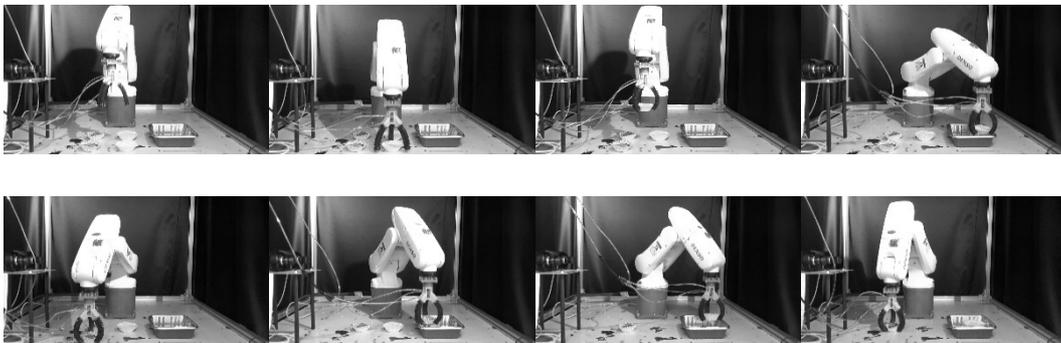


図4 食材入りカップの箱へのパッキング

## プレストレッチ指ハンド

プリンタブルソフトハンドでは、指が下方を向いており、対象物を指の間に入れることが難しい。図5に示すプレストレッチ指ハンドは、自然状態で指が外側に開いており、対象物を指の間に入れやすい[2]。プレストレッチ指の構造を図6に示す。プレストレッチ指は、プリンタブルハンドの指と曲げ変形のみ可能でほとんど伸縮しないフィルムから成る。プリンタブルハンドの指をあらかじめ引っ張り、伸ばしたままの状態フィルムを張り付ける。引っ張りを解除すると、指はフィルムを貼っていない側に曲がる。すなわち、フィルムを貼っている面は伸縮せずに曲がり、フィルムを貼っていない側は縮みながら曲がる。この曲がっている自然状態において、対象物に接近する。

プレストレッチ指ハンドは、スパゲティが入ったカップを把持することができた(図7(a) 9)。さらに、唐揚げ(図7(b))、鮭の切り身(図7(c))、卵焼き(図7(d))等、カップに入っておらず、表面に凹凸のある食品を把持することが可能であった。このように、プレストレッチ指ハンドを用いることにより、様々な食品を把持することができる。

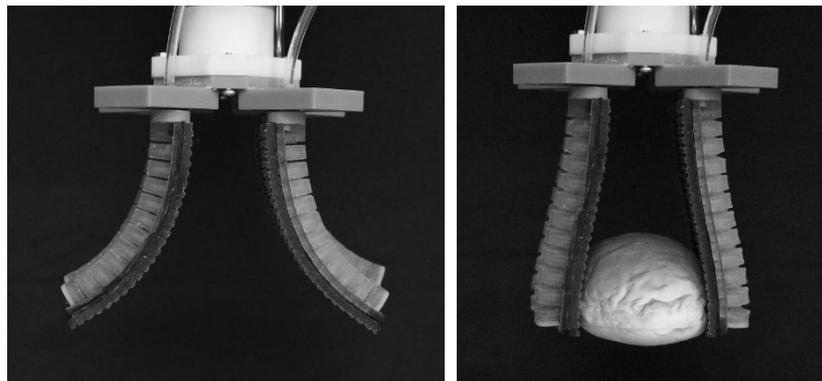


図5 プレストレッチ指ハンド (左：自然状態，右：加圧状態)

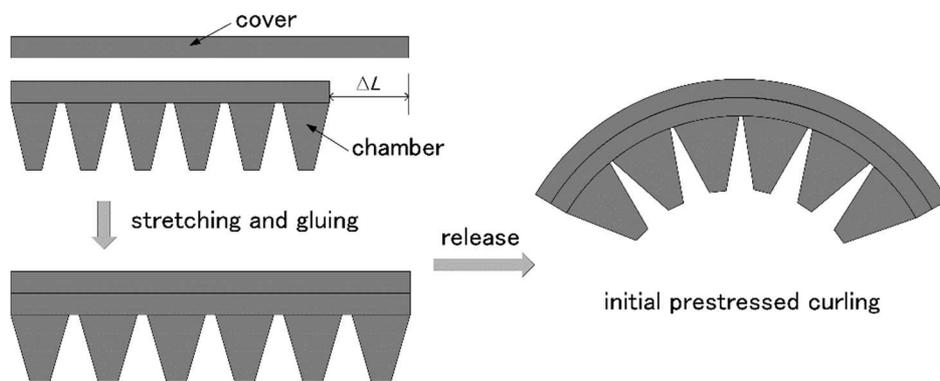


図6 プレストレッチ指の製作

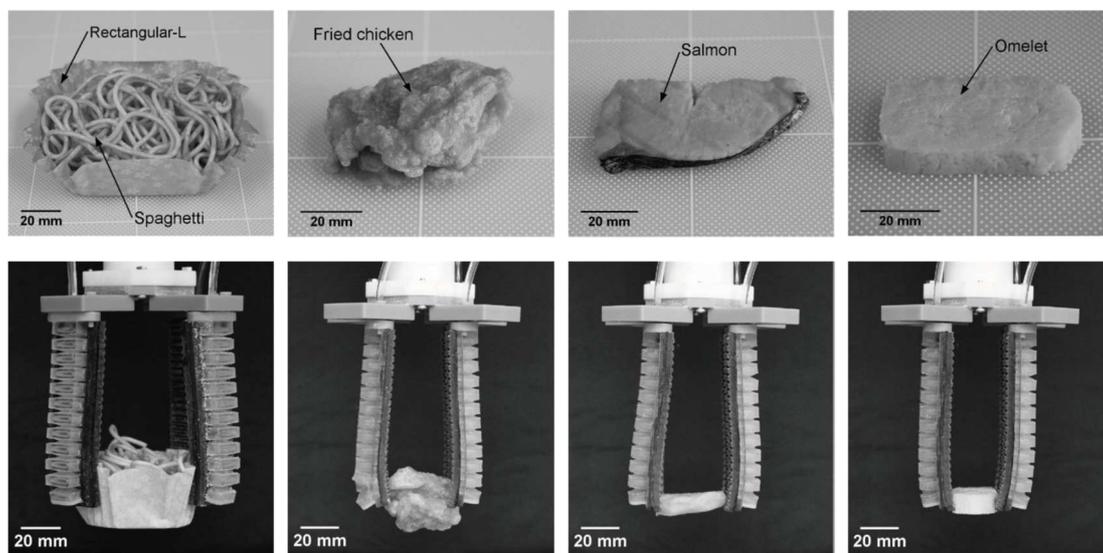


図 7 プレストレッチ指ハンドによる食材の把持

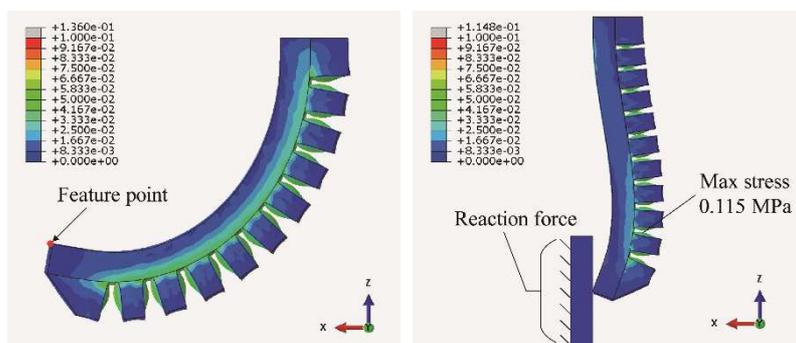


図 8 柔軟指の変形の有限要素解析

おわりに

本発表では、プリンタブルハンドとプレストレッチ指ハンドを紹介した．ともに様々な食材をハンドリングする能力を有する．実験的な分析に加えて，有限要素解析（図 8）を通して，ハンドの設計を進める予定である．

参考文献

- [1] Zhongkui Wang, Mingzhu Zhu, Sadao Kawamura, and Shinichi Hirai, Fabrication and Performance Comparison of Different Soft Pneumatic Actuators for Lunch Box Packaging, 2017 IEEE Int. Conf. on Real-time Computing and Robotics (IEEE RCAR 2017), pp.22-27, Southern Beach Hotel & Resort Okinawa, Itoman, Japan, July 14-18, 2017
- [2] Zhongkui Wang, Yuuki Torigoe, and Shinichi Hirai, A Prestressed Soft Gripper: Design, Modeling, Fabrication, and Tests for Food Handling, IEEE Robotics and Automation Letters, Vol.2, Issue 4, pp.1909-1916, 10.1109/LRA.2017.2714141, Oct., 2017