

ヒントはイモムシ！ インハンドマニピュレーション可能な ソフトロボットハンド

信州大学繊維学部 機械・ロボット学科
准教授 梅舘拓也

2022年8月4日

Table of contents

- 背景：協調ロボットとソフトロボット
- 梅舘研のイモムシをお手本にしたソフトロボット
- 提案手法：イモムシ型ソフトロボットを素にソフトグリッパーを作る

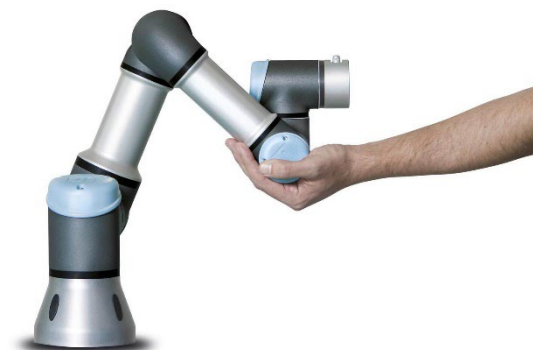
Table of contents

- 背景：協調ロボットとソフトロボット
- 梅舘研のイモムシをお手本にしたソフトロボット
- 提案手法：イモムシ型ソフトロボットを素にソフトグリッパーを作る

背景1: 協調ロボットの躍進

協働ロボットとは？

「人とロボットは分かれて作業をする」という常識を覆す、安全柵なしに人と協働しながら使用できるロボット。



Universal Robot社 Webpageより

今後も、人手不足や人件費の高騰を背景に、人の作業スペースにそのまま置き換えられる利点を活かし、需要は順調に増加するとみられる。参入メーカーの増加も想定され、2026年に向けて市場拡大が予想される。



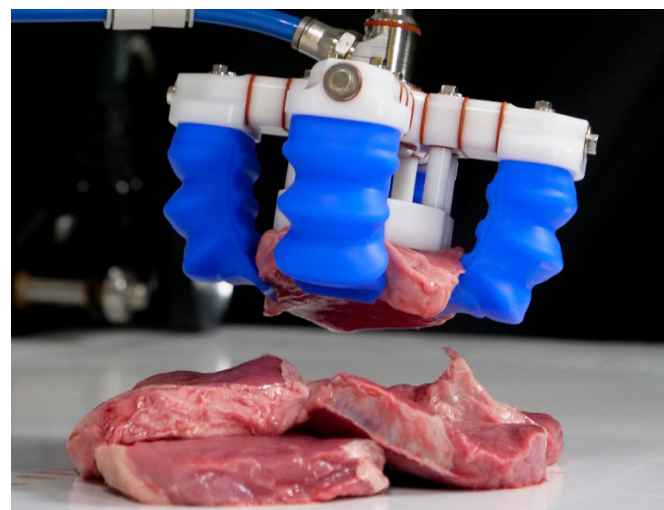
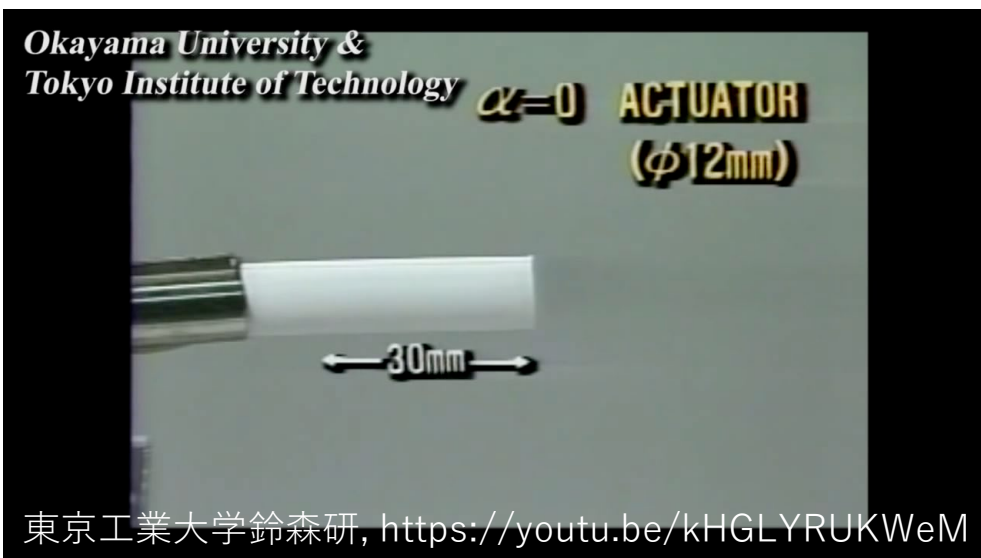
Techman Robot社 Webpageより

●ヒト協調ロボット

2021年	2020年比	2026年予測	2021年比
882億円	126.0%	2,650億円	3.0倍

富士経済「[生産自動化\(FA\)に向けたロボットと構成部材、ソリューション・サービスの世界市場を調査](#)」2022年4月28日より

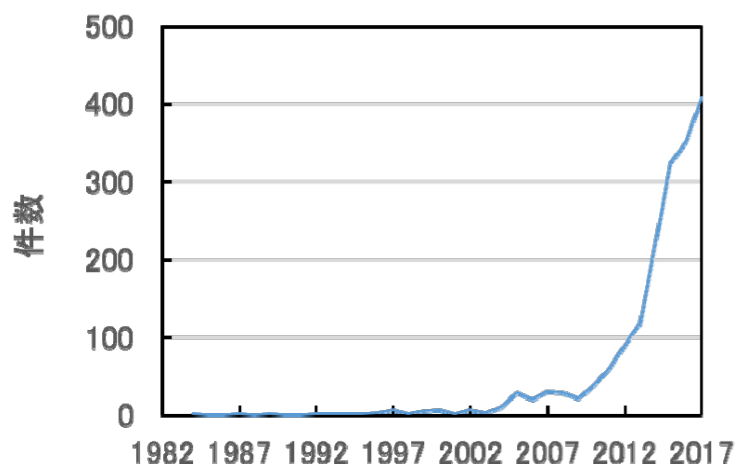
背景2: ソフトロボティクスの躍進



Softrobotics Inc.



Jamming Gripper, シカゴ大 Brownら, PNAS 2010.



ソフトロボティクス関連の論文数の推移

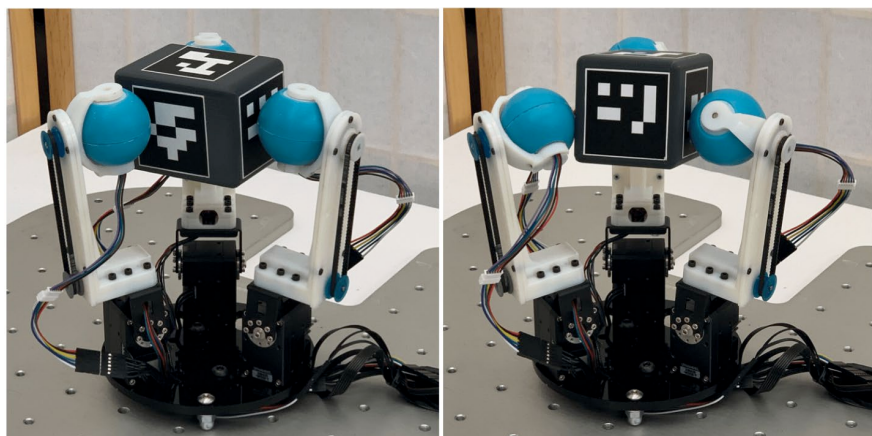
ソフトロボティクスのメリット：

- 把持物の形状に沿った変形
- 点ではなく面で接触，把持できる
- 少ない数のモータ，ポンプなどで駆動可能
- 比較的安価に製造，制御可能

ロボットハンドの躍進とポジショニングマップ

器用さ

ソフトロボティクス



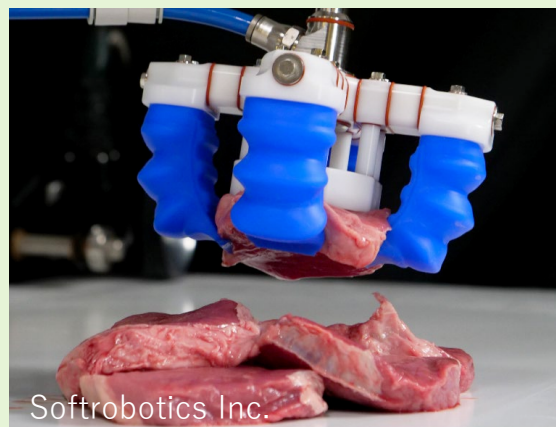
Roller Grasper v2, Yuanら, スタンフォード大.

ここがない！

柔軟さ



レッドオーシャン



Softrobotics Inc.

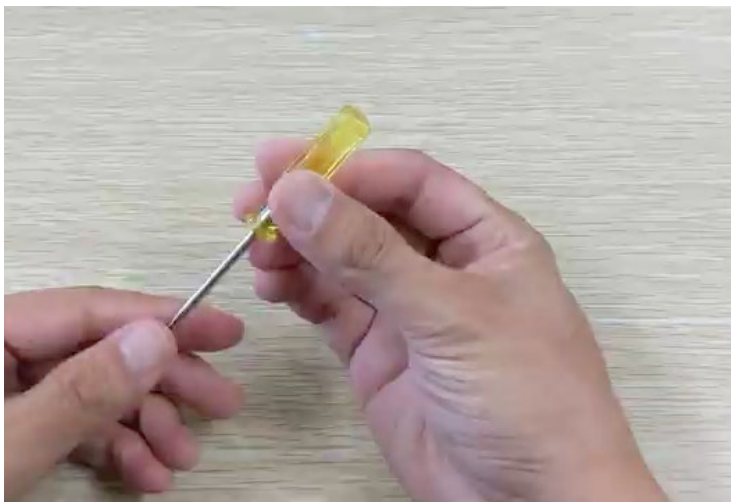


Jamming Gripper, シカゴ大 Brownら, PNAS 2010.

ヒトの手のインハンドマニピュレーション

Translation:

(例) 指先から手のひらへ移動



Shift:

(例) 把持物体を直線的に移動



Rotation:

(例) 把持物体を回転



Framingham, "[The fine Motor Olympics Manual](#)©," 2002を参照して、動画を作成

- ソフトロボティクスで柔軟で器用なロボットハンドを作れないか？
- 必ずしもヒトの手に似せる必要はないのでは？

Table of contents

- 背景：協調ロボットとソフトロボット
- 梅舘研のイモムシをお手本にしたソフトロボット
- 提案手法：イモムシ型ソフトロボットを素にソフトグリッパーを作る

信州大学繊維学部梅舘研究室

Our Vision and Mission

Vision
ビジョン

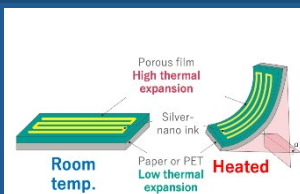
単純な生き物がしぶとく機能する仕組みを解明し、
人工物の設計に応用する



Mission
ミッション

センサ・アクチュエータ

センサも
アクチュエータ
も2D印刷



無線電力伝送

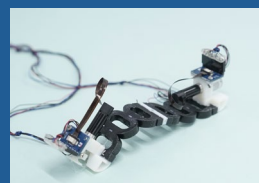


多色方向検知マーカ

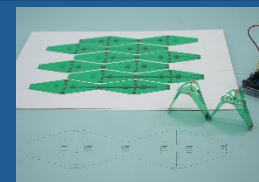


柔軟ボディの設計

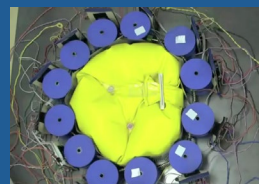
柔軟な形を
3Dプリント



折り紙と
フレキを使って
ロボットを作る

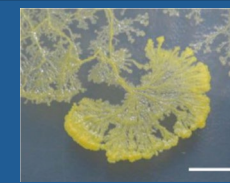


静水骨格を
ボディに取り込む



制御器の設計

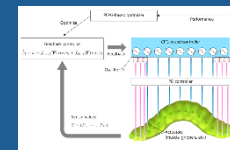
自律分散制御
ボディ各部位間の協調



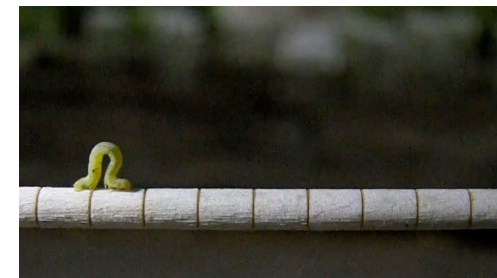
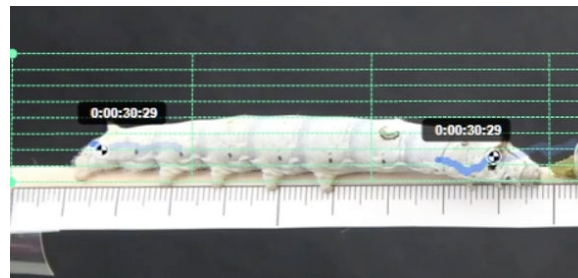
自律分散手応え制御
ボディと環境との相互作用を使う



強化学習を用いて
自律分散制御器を
最適化



ソフトロボティクス視点でのイモムシの価値



Provided by Prof. Barry Trimmer

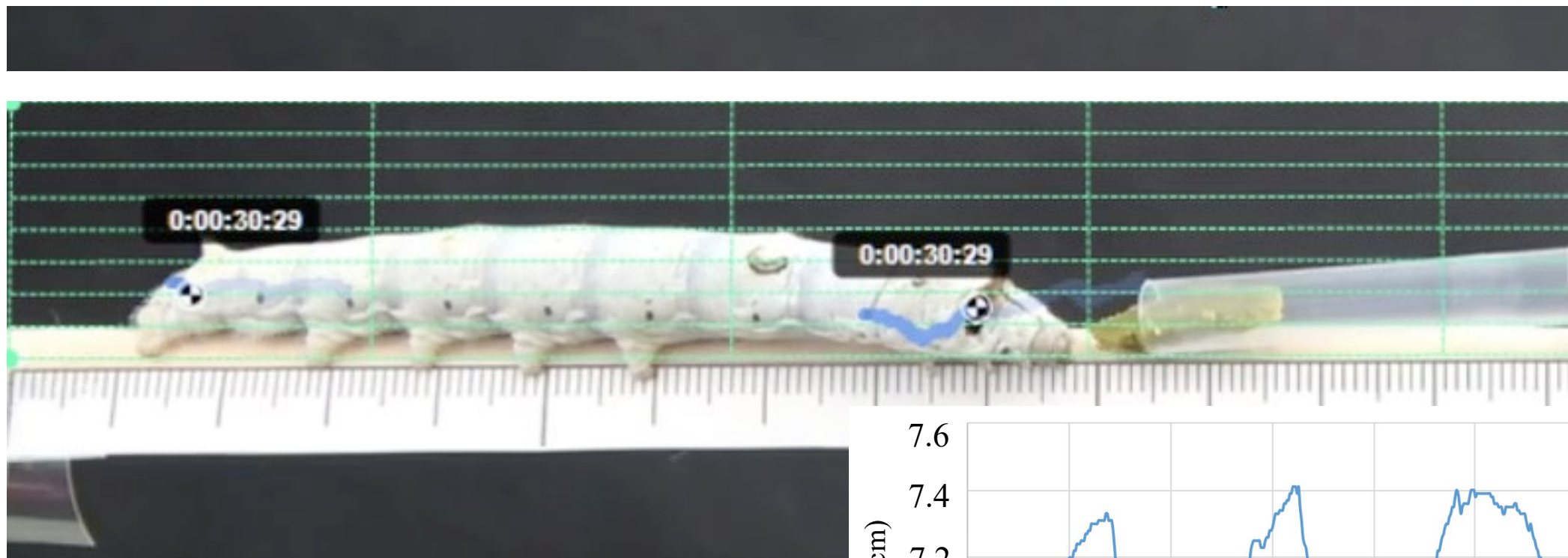
安田 守ら「芋虫ハンドブック」,文一総合出版, 2010

1. 明示的な骨格を持たない生物の基本形態である「円柱形」のボディ
→ 非常に多様で適応的な振る舞い

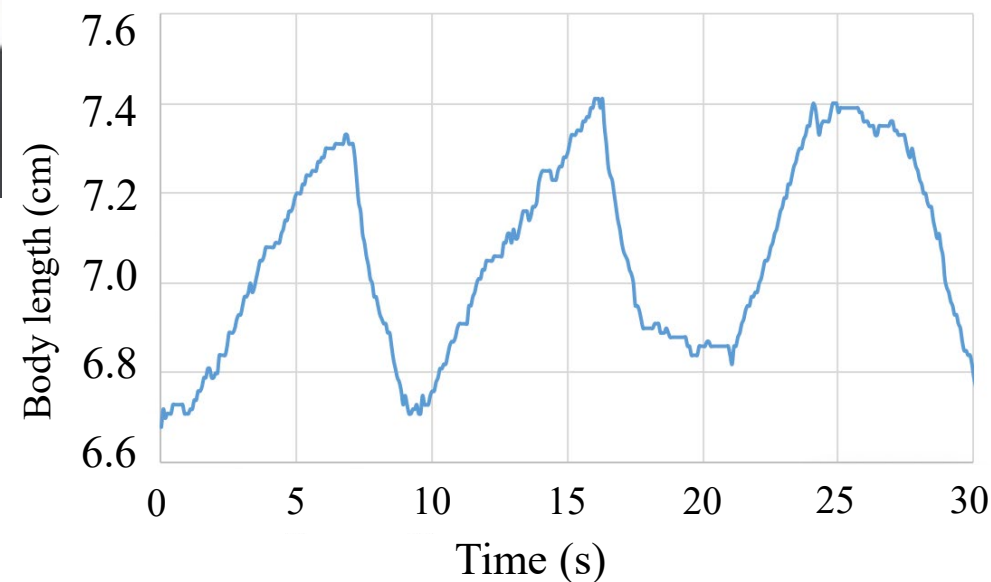
2. 超多自由度を非常に少ないニューロン（計算機）で制御

昆虫のニューロン数: $10^6 \sim$ v.s. 哺乳類のニューロン数: $10^9 \sim$

イモムシは体を伸縮させて動き回る



頭とお尻をトラッキングし、体長の計測すると、**10%も伸び縮みしながら這行（しゃこう）運動**していることが判明



ロボット実機実験：体が伸縮した方が速い！

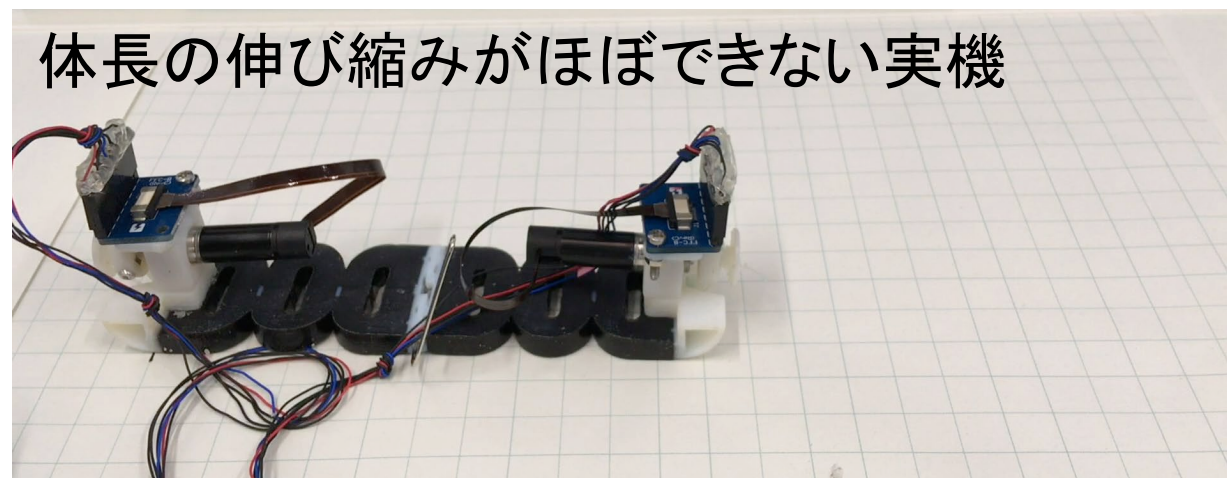
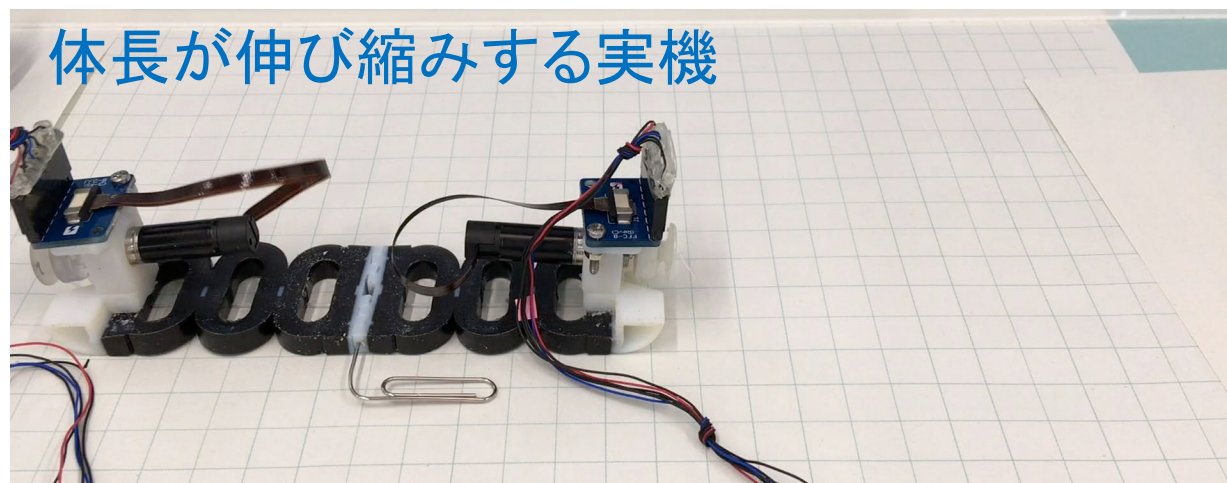
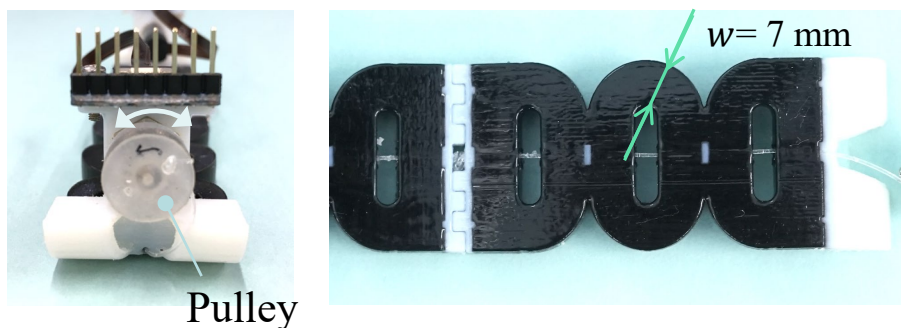
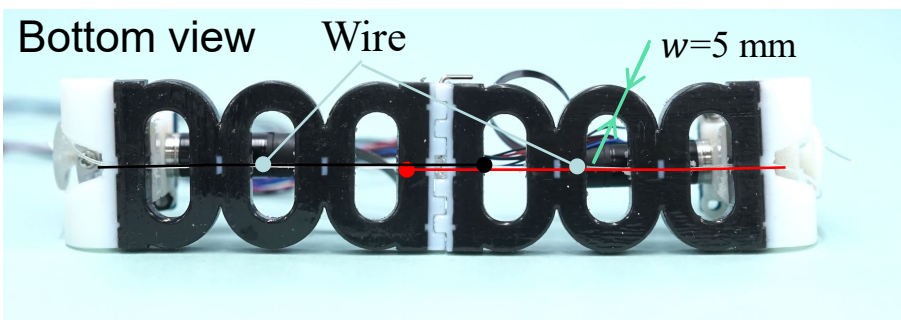
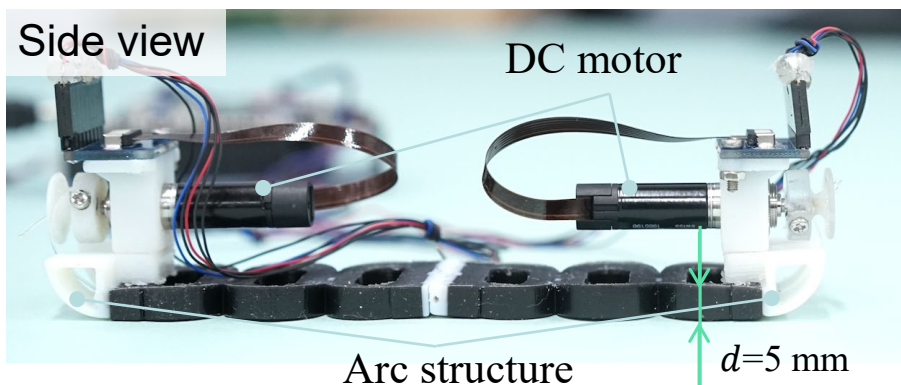


Table of contents

- 背景：協調ロボットとソフトロボット
- 梅舘研のイモムシをお手本にしたソフトロボット
- 提案手法：イモムシ型ソフトロボットを素にソフトグリッパーを作る

イモムシから学び指を作ろう！



In-hand Manipulation Exploiting Bending and Compression Deformations of Caterpillar-Locomotion-Inspired Fingers

Tomoya Onodera¹, Noriyasu Iwamoto¹ and Takuya Umedachi¹

¹Faculty of textile Science and Technology, Shinshu University

モノを持ったまま回転・移動させる

Hardware

モノを持ったまま回転・移動させる

Friction switching mechanism

- Manipulation patterns are adjusted depending on how the stickers are attached.

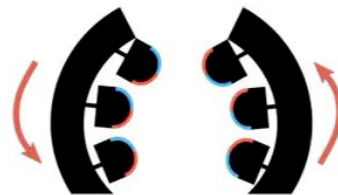
 High friction sticker

 Low friction sticker

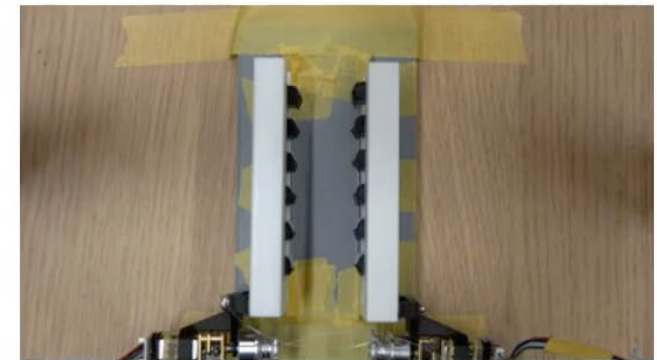
Clockwise



Counterclockwise



Tip to palm



想定される用途

- 唐揚げなどの形の規格化が難しい対象物のピッキングとパッキング.
- りんごなどの果物の摘み取り作業: 把持したまま回転させられるので, 捻りながら摘み取るなどの操作が容易.
- 管子などへの応用: つかみながら回転させる
新たな医療用具

実用化に向けた課題

- 指の本数を増やした時の操作方法の確立
- 把持力の強化.
- 設置摩擦切り替え機構の小型化, 高効率化
- 具体的なアプリケーション先の模索

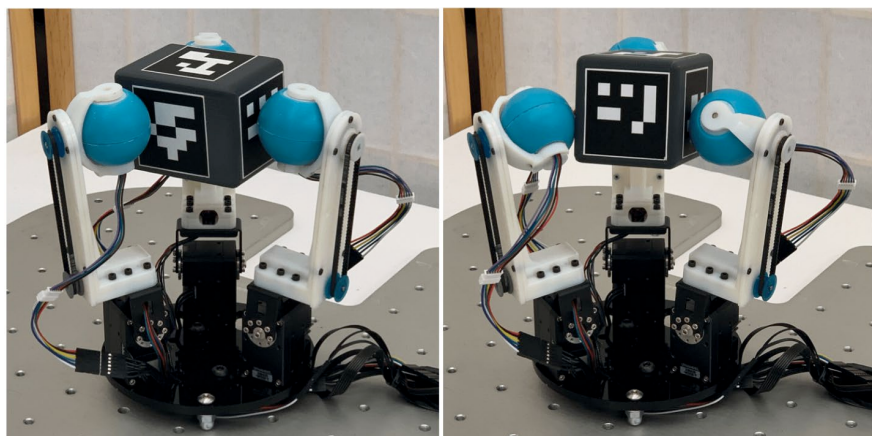
開発者のご紹介と企業への期待

本研究を遂行している小野寺智哉さんのご紹介

まとめ：新技術の特徴・従来技術との比較

器用さ

ソフトロボティクス



Roller Grasper v2, Yuanら, スタンフォード大.



In-hand Manipulation Exploiting Bending and Compression Deformations of Caterpillar-Locomotion-Inspired Fingers

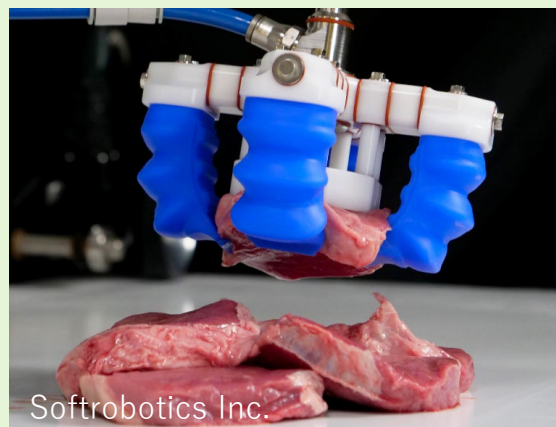
Tomoya Onodera¹, Noriyasu Iwamoto¹ and Takuya Umedachi¹

¹Faculty of textile Science and Technology, Shinshu University

柔軟さ



レッドオーシャン



Softrobotics Inc.



Jamming Gripper, シカゴ大 Brownら, PNAS 2010.

本技術に関する知的財産権と学会発表

- 発明の名称 : 把持装置、把持機構、把持方法、
およびロボット装置
 - 出願番号 : 特願2022-039424
 - 出願人 : 信州大学
 - 発明者 : 梅舘拓也、小野寺智哉
- Onodera et al., “In-hand manipulation exploiting bending and compression deformation of caterpillar-locomotion-inspired fingers,” IEEE IROS 2022 (accepted)

お問い合わせ先

株式会社信州TLO



T E L 0268 – 25 – 5181

F A X 0268 – 25 – 5188

e-mail info@shinshu-tlo.co.jp