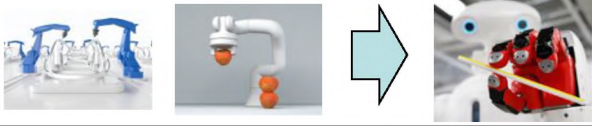


1. Motivation

- 人間の手は5本の指(多指)を用いて様々な作業を行うことができる
- 手全体から伝わる感覚(触覚)を確認しながら巧みに作業を行う



- 現在工場で活躍しているロボットに多指ハンドを付け、人間と同じようにより巧みに多くの作業を行わせたい
- ハンド上の触覚情報を上手く活用する必要がある

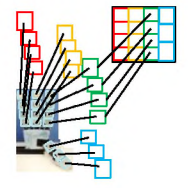


2. Previous Research

- Convolutional Neural Network (CNN) が複数の物体を使ったタスクの学習や多量の触覚センサへ適応し、高い精度を発揮

① CNNへ入力する触覚情報の位置をあらかじめ固定してしまうため指位置が常に動く操りに対しては**精度が不安定**

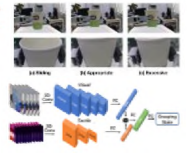
[S. Funabashi, Waseda Univ., ICRA '19]



② 2指ハンドで柔らかさや滑りに合わせて様々な物体の操りを行う

→多指ハンドではどうするか?

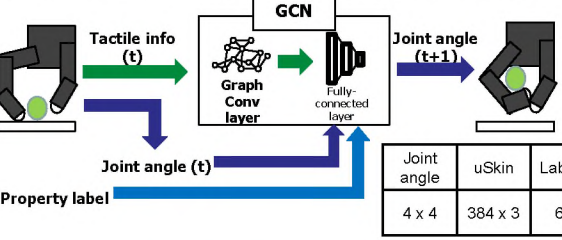
[S. Cui, CASIA, ICRA '20]



ACT-i加速フェーズ目的: 操り中に変化する**センサの配置と様々な物体**に対応して**多指操り**を達成

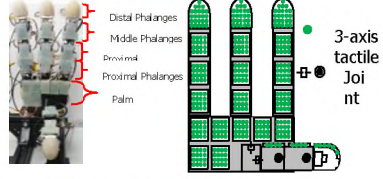
3. Proposed Method

Graph Convolutional Network (GCN)に触覚情報を入力し、物体特性ラベルで物体に合わせて操り動作を変化

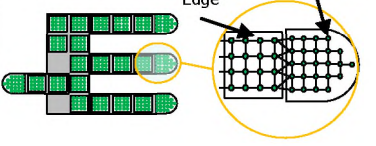


5. Graph & Tactile Sensor

(a) 多指ハンド上の触覚センサの分布



(b) 触覚センサのグラフ構造



4. Data Collection

- 重さ, 柔らかさ, 滑りやすさの3種類で分類



- 人間の手に遠隔操作



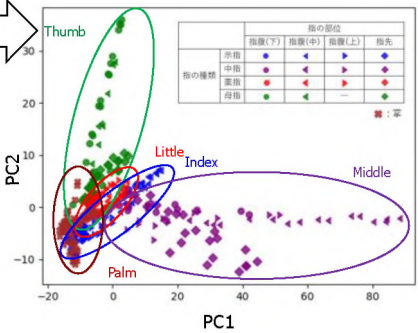
- 触覚の複雑な接触状態



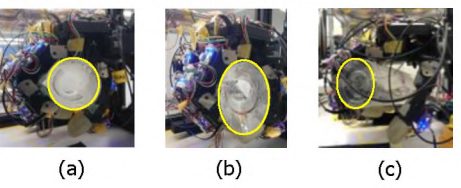
6. Results of Architectures

未学習の物体に対しても巧みな操りに成功
*持ち上げた高さや傾きによる定量評価

操り成功GCNモデルの最終畳み込み層を可視化
ロボットの構造や触覚情報に基づいた分布を生成



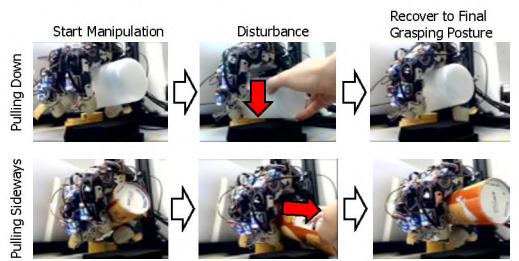
- (a) 正ラベル入力(柔らかい, 滑りやすい, 軽い) → 潰さず操り
- (b) 誤ラベル入力(固い, 滑りやすい, 重い) → 変形
- (c) ラベル無し → 上手く操り動作できない



7. Robustness Test on Untrained Situations

実験者が引っ張ることによる外乱 → 未学習状態でも復帰

未学習物体の操り → 16種類の物体に対し、巧みな操り



8. Future Vision

既に社会実装されているロボットにより多くの作業が行える多指ハンドを

人の手の形を模倣するが故に直観的で親しみやすく、多機能

工場や介護, 量販店, 災害現場などで人間が行うほとんどのタスクに対して触覚を利用した**ロボットが協働する社会**を目指す

