



バイディングに基づく 食品ハンドリング用軽量ロボットハンド

平井 慎一
立命館大学ロボティクス学科
<http://www.ritsumeai.ac.jp/~hirai/>

水産機械研究会 2015/12/21



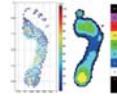
ソフトロボティクス研究室



柔軟物ハンドリング



空気圧駆動ロボット



人体モデリング



飛行ロボット

水産機械研究会 2015/12/21

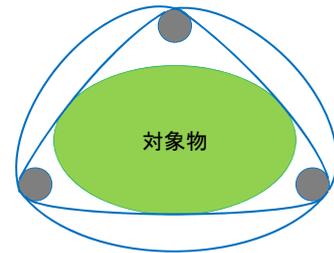
Binding of Food Materials with a Tension-Sensitive Elastic Thread

Hisashi Iwamasa and Shinichi Hirai

Department of Robotics
Ritsumeikan University
Kusatsu, Shiga 525-8577, Japan



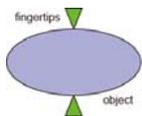
バイディング (binding)



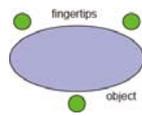
水産機械研究会 2015/12/21



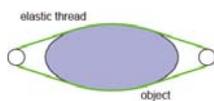
食品の把持



フォースクローージャ (force closure)



ケージング (caging)

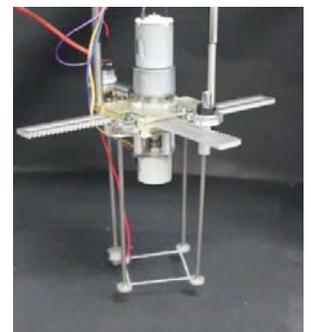
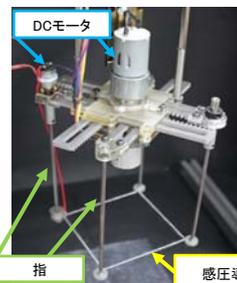


バイディング (binding)

水産機械研究会 2015/12/21



バイディングハンド



重量 [g]	305
把持領域 [mm]	45 × 45 — 135 × 135

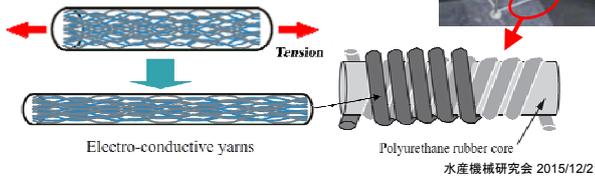
水産機械研究会 2015/12/21



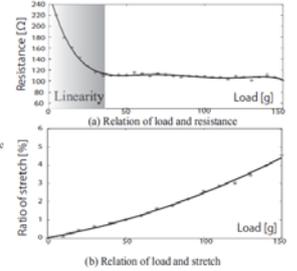
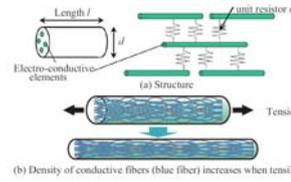
感圧導電糸



- 導電性のステンレス短繊維と絶縁性のポリエステル短繊維の混紡
- 伸縮すると抵抗が変化
- 抵抗を計測することで把持力を推定できる



感圧導電糸

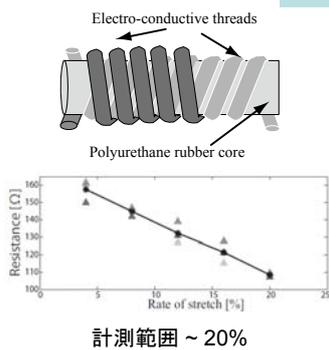


計測範囲 ~ 2%

水産機械研究会 2015/12/21



感圧導電糸



水産機械研究会 2015/12/21



把持力制御



感圧導電性糸の抵抗値の変化を元に感圧導電性糸を巻き取るモータに加える電圧を制御

- 感圧導電性糸の目標抵抗値を変化させることで巻取り力の強弱を制御し、糸の張力を把持力に反映



Control law

$$V_m = K_p (R_d - R) + K_D \dot{R} + K_I \int (R_d(t) - R(t)) dt$$

$R(t)$: resistance of the thread at time t
 $R_d(t)$: desired resistance at time t
 V_m : voltage commanded to a motor driver IC
 K_p, K_D, K_I : proportional, differential, and integrals gains

水産機械研究会 2015/12/21

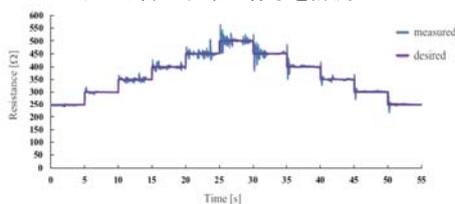


把持力制御



ハンド4指の開閉量を一定に保ち、5 sec毎に目標の抵抗値を50 Ωずつ変化させる

➢ ステップ応答の収束の様子を計測



抵抗値が高い状態(糸が緩んだ状態)で不安定な部分

➢ 糸内部の金属繊維の接触状態が不安定なため

水産機械研究会 2015/12/21

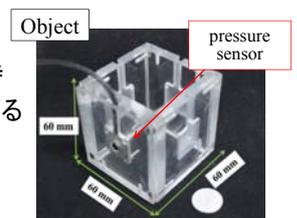


把持力測定



感圧導電性糸の抵抗値と把持力との関係を検証

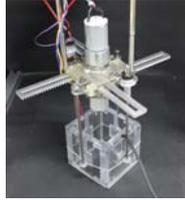
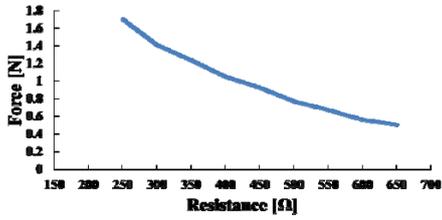
- 把持力測定用の物体を把持
- 目標抵抗値を50 Ωずつ下げる
- 圧力を測定



水産機械研究会 2015/12/21



把持力測定

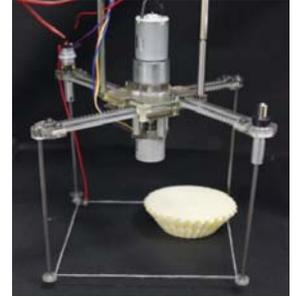
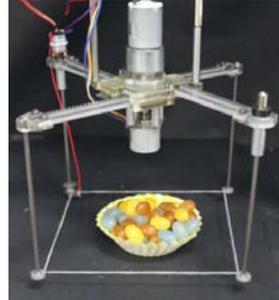


- 50 Ω ごとに把持力は0.1~0.3 N 増加
- 最大把持力は1.7 N

水産機械研究会 2015/12/21



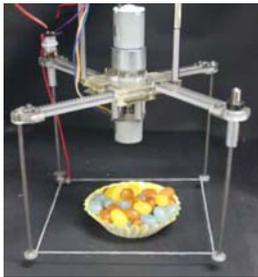
カップの把持



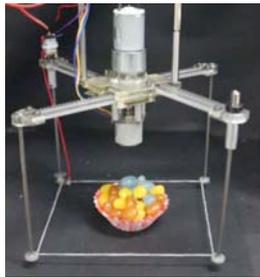
水産機械研究会 2015/12/21



カップの把持



Φ80mm - 47mm

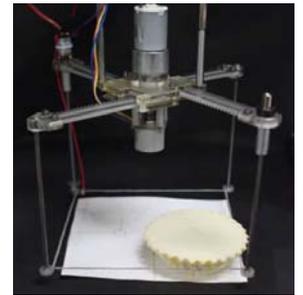
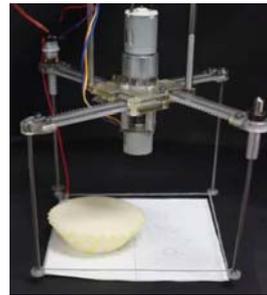


Φ65mm - 35mm

水産機械研究会 2015/12/21



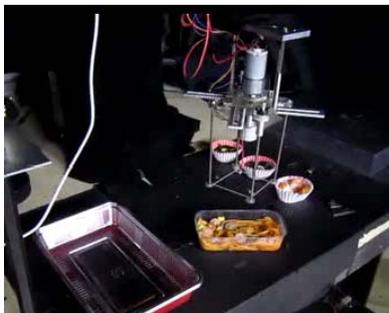
自動センタリング



水産機械研究会 2015/12/21



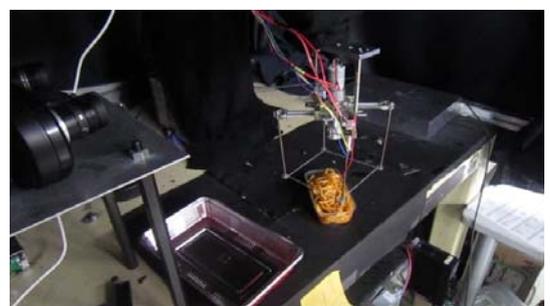
カップのパッキング



水産機械研究会 2015/12/21



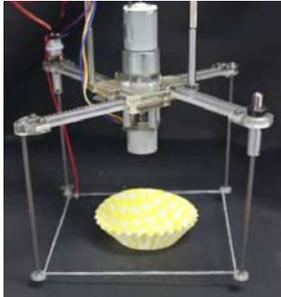
パイレックス容器の把持



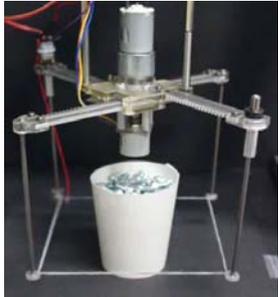
水産機械研究会 2015/12/21



様々な対象物の把持



1 g φ80mm - 47 mm

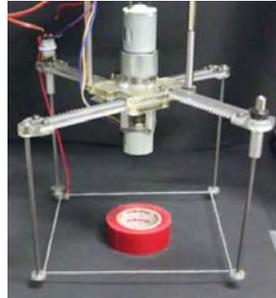


512 g φ65mm - 51 mm

水産機械研究会 2015/12/21



様々な対象物の把持



27 g φ51 mm



102 g φ93 mm

水産機械研究会 2015/12/21



把持能力の評価



傾斜角度の異なる3種類の円錐台を把持

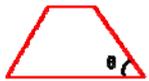


直径: 70 mm
角度: 90°

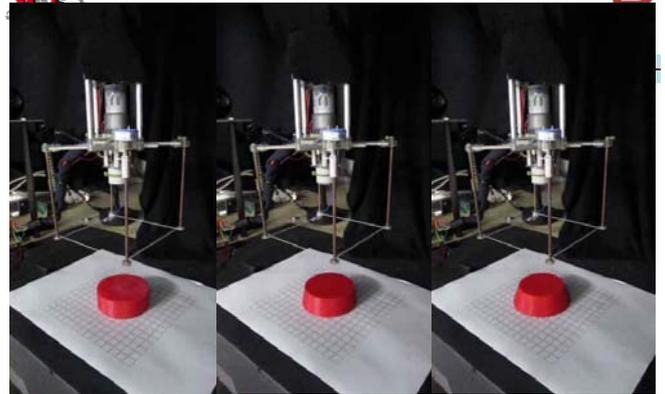
底面: 74 mm
角度: 80°

底面: 78 mm
角度: 70°

いずれも 高さ:25 mm 重量:32 g 材質:ABS樹脂



水産機械研究会 2015/12/21



90°

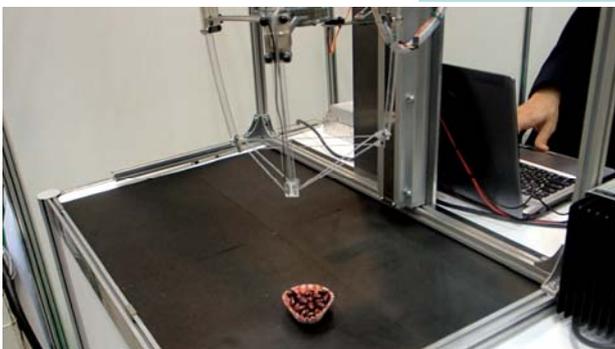
80°

70°

水産機械研究会 2015/12/21



バイディングハンド (ver.2)



水産機械研究会 2015/12/21



詳細



<http://www.ritsumei.ac.jp/~hirai/>



水産機械研究会 2015/12/21