

# F-1202 人間を模擬したロボットハンドのソフト指先と つまみ上げ動作

Anthropomorphic Soft Fingertip of Robot Hand and Pick Up Motion

○正 毛利 哲也 (岐阜大学) 正 川崎 晴久 (岐阜大学)  
加藤 大作 (岐阜大学) 伊藤 聡 (岐阜大学)

Tetsuya MOURI, Haruhisa KAWASAKI, Daisaku KATO and Satoshi ITO  
Gifu University, Yanagido1-1, Gifu-City, Gifu

This paper presents a soft fingertip to equip the Gifu Hand II, which has been developed by our group as the anthropomorphic robot hand. The previous fingertip was rigid body and spherical. It was easy to slip a contact point between a grasped object and the fingertip because of a point contact type. Hence the robot hand could not pick up the small object. Therefore we develop the soft fingertip such as the human finger in order to manipulate the small object.

**Key Words:** Robot Hand, Soft Finger, Dexterous Manipulation, Anthropomorphic Hand

## 1. はじめに

宇宙や医療の分野では、人間とコミュニケーションを図りながら複雑で多様な作業を行うことが望まれるため、人間の手に類似した人間型ロボットハンドの開発が求められている。しかし、これまで多くのロボットハンドでは、指先形状が球状・剛体であったため、把持対象物との接触点では滑りが生じやすく小物体の把持等が困難であった。

本研究では小物体のつまみ上げを目的とし、人間の指先に着目してその特性を模したソフト指先を研究開発する。

## 2. 研究の目的

目的を明確にするため、従来のロボットハンド指先の問題点を考える。外部環境に置かれた小物体のつまみ上げには指先と物体との間で少なくとも2点の接触点が必要である。しかし、多くのロボットハンドの指先は球状であった

ため、Fig. 1 の斜線部で示すような2本の指先が干渉し、2点での接触が実現できない領域が存在する。例えば、円形物体を外部環境からつまみ上げる場合には、

$$r_o \geq r_f / 4 \quad (1)$$

の条件を満たす物体でなければ指先と物体との間で2点の接触を実現できない。ただし、 $r_o$ は物体の半径、 $r_f$ は指先の半径とする。

そこで、本研究では

$$0 < r_o < r_f / 4 \quad (2)$$

を満たす小物体をつまみ上げることを目的としたソフト指先を研究開発する。

## 3. 指先の開発

人間は指の半径より明らかに小さな物体（例えば針など）でも爪を物体の左右から押し込み（Fig. 2）、くさび効果<sup>[1]</sup>を利用し外部環境から引き離し器用につまみ上げを

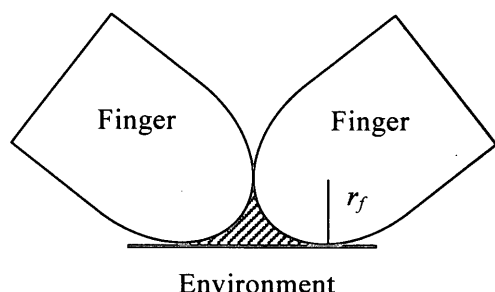


Fig.1 Unreached area

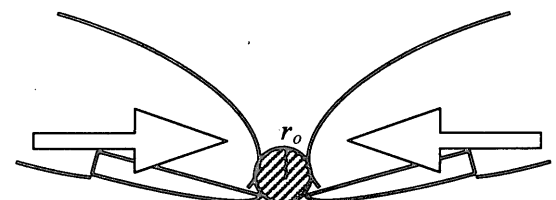


Fig. 2 Pick up motion

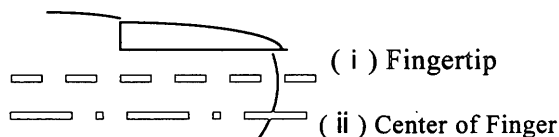


Fig. 3 Human finger

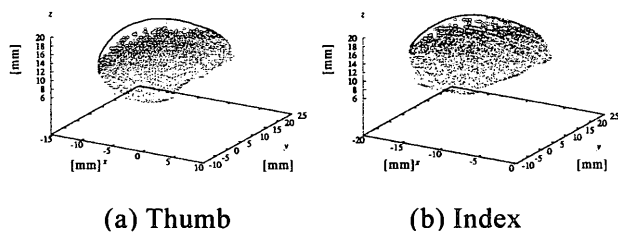


Fig. 4 Measurement data of fingertip

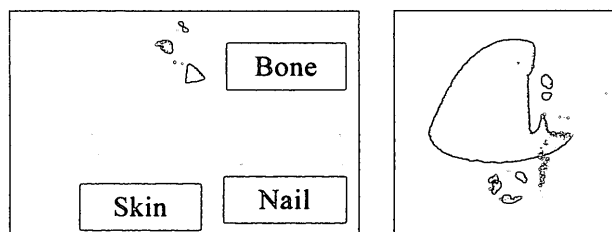


Fig. 5 Soft fingertip

行うことができる。人間の指先には、①柔軟性、②形状、③爪の3点の特徴を有する<sup>[2, 3]</sup>。これらの特徴が小物体のつまみ上げ動作に対して果たす具体的な機能は

- ① 接触面積を変化させて、摩擦力を調節する。
- ② 指先頂点が指中心より爪側に偏り (Fig. 3)，指先が球状では接触し得ない部分を軽減している。
- ③ 物体の下に爪を押し込み、物体を持ち上げる。

そこで、このような機能をロボットハンドで実現するため、本研究では以下の手順でソフト指先を開発した。

人間の指先 (拇指、示指) 形状を三次元計測 (Fig. 4) し、Fig. 3 に示すような指先中心と指先頂点の偏りも考慮して楕円近似した。そして、ロボットと人間の指との大きさの違い、指先部と力覚センサとの接合部分なども考慮してロボットハンド用の指先形状の数式モデルを作成し、ソフト指先を試作した。Fig. 5 に試作した指先の外観写真を示す。この指先は皮膚、爪、骨格からなる。材質にはそれぞれシリコンゴム (硬度 20)、ステンレス、アルミニウムを採用した。

#### 4. 実験

開発したソフト指先の有効性を検証するため、式 (2) の条件を満たす小物体のつまみ上げ動作を試みる実験システムを構築中である。実験システムは Fig. 6 に示すようにロボットハンドとロボットアームからなる。ハンド部には本

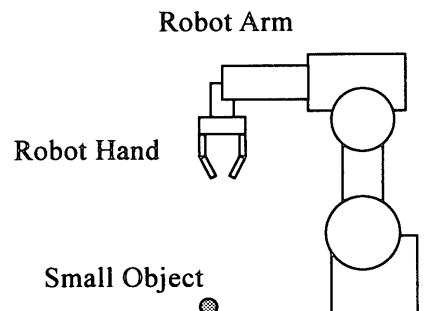


Fig. 6 Experiment

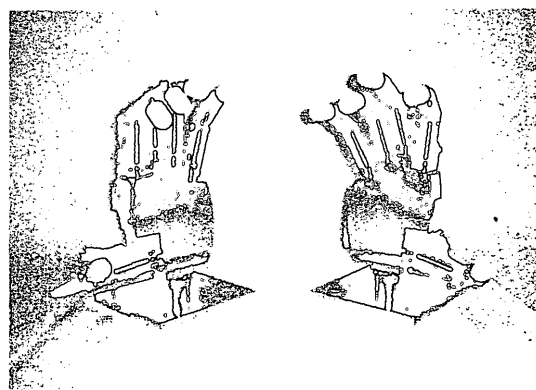


Fig. 7 Gifu Hand II

研究室で開発した人間型ロボットハンド「Gifu Hand II<sup>[4]</sup>」 (Fig. 7) を、アーム部には小型垂直多関節ロボット (デンソー製) を用いる。このシステムでは、ハンド及びアームのサーボモータのエンコーダと、ハンド指先に装着した6軸力覚センサ (ビー・エル・オートテック製) の情報から、位置および力の制御が可能である。なお、リアルタイムな制御を実現するため、OSにはART-Linuxを採用する予定である。

#### 5. おわりに

本研究では、人間の指先を模した形状、柔軟性を備えたソフト指先を試作した。これにより、従来ほとんどのロボットが有した球状・剛体の指先ではつまみ上げることができなかった小物体などの把持・操作が期待できる。今後は前述した実験システムを構築し、小物体のつまみ上げ動作を行い、ソフト指先の有用性を検証する予定である。

#### 参考文献

- [1] 白井達也ほか, “スケール依存型把握”, 日本ロボット学会誌, Vol.17, No.4, pp.567-576, 1999
- [2] 韓鉉庸ほか, “人間の手指組織の剛性解析と人工指との比較”, 日本ロボット学会誌, Vol.17, No.8, pp.1141-1148, 1999
- [3] 菅野重樹ほか, “指先柔軟性・関節連動性を備えたロボットハンドの開発”, 第17回日本ロボット学会学術講演会, pp.939-940, 1999
- [4] H Kawasaki, et. al, “Dexterous Anthropomorphic Robot Hand with Distributed tactile Sensor : Gifu Hand II”, Proc of 1999 IEEE ICSMC, Vol. II, pp. II 782-II 787, 1999