

指腹部に配置した複数モータによる皮膚変形を用いた 擬似力覚提示

宮上昌大¹⁾, 今悠気¹⁾, Vibol Yem¹⁾, 梶本裕之¹⁾

1) 電気通信大学

(〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1, m1424083@edu.cc.uec.ac.jp, {kon, yem, kajimoto}@kaji-lab.jp)

概要: 小型 DC モータを指先に配置する擬似力覚提示装置が複数提案されているが、その多くは指の背側にモータを配置し、ベルトで指の腹側に皮膚変形を生じさせるものであり、装着の手間・脆弱性などの課題が残っていた。本研究では、これらの課題を解決するために、複数のモータを指腹側に配置し、皮膚変形を生じさせることにより擬似力覚を生じさせる手法を提案する。

キーワード: 皮膚変形, 擬似力覚提示, 粘性感, 弾性感, 横ずれ感

1. はじめに

現在、小型 DC モータを指先に配置することで皮膚変形を生じさせる擬似力覚提示装置が複数提案されている。Minamizawa ら[1], 稲葉ら[2]は、指の背側にモータを配置し、ベルトで皮膚変形を生じさせる手法を提案している。この手法は比較的簡便にウェアラブルな擬似力覚提示を実現できることから多くの研究で採用されているが[3], 指にベルトを巻きつけるという機構から、装着の手間、脆弱性の課題が残っていた。ベルトを用いない手法も複数提案されているものの、その多くがリンク機構等を持ち[4][5][6], 商用ベースでの耐久性が期待できるものではなかった。

本研究は、装着が簡便で安定して駆動する擬似力覚提示装置の開発のため、複数の DC モータを指腹側に配置し、単純にモータ出力軸に取り付けたローラによって皮膚変形を生じさせる手法を提案する。(図 1) これによって生じる引き込み、押し出し、および横ずれの皮膚変形を利用することで擬似力覚を生じさせることを目指す。さらにモータ自体は振動提示にも利用できることから[7]将来的には皮膚変形による擬似力覚と振動感覚を組み合わせた触覚提示を実現する。

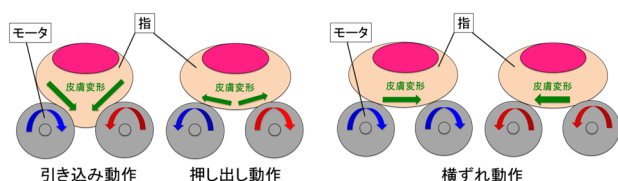


図 1 引き込み動作と押し出し動作, 横ずれ動作による皮膚変形の様子

2. 提案手法

2.1 システム構成

本システムは円柱(樹脂製, 長さ 45mm, 外径 10mm), DC モータ(RE10, ギア比 16:1, 1.5W, Maxson), モータ固定具(樹脂製), 圧力センサ (FSR406, Interlink Electronics Inc.), マイクロコントローラ(mbed LPC1768, NXP)で構成される。(図 2) 圧力センサによって指の押し込みを検出し、これに応じてモータに出力する電圧を PWM 制御にて制御している。円柱にはラバースプレーを吹きかけることで摩擦力を増加させている。

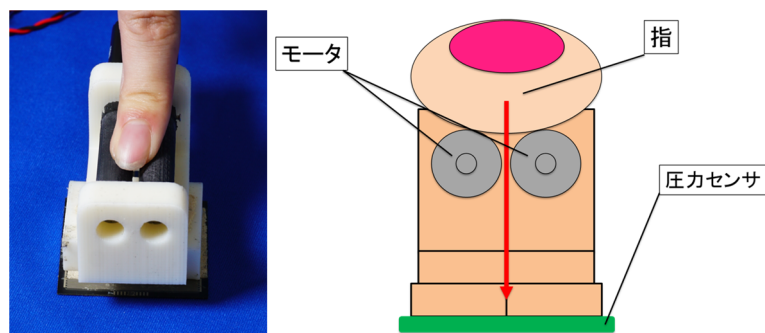


図 2 システム構成

2.2 提示可能な感覚

● 弾性感

弾性の知覚には、指と物体との接触面積の広がりが必要であることが知られている[8][9]。指で物体を押し込んだ場合、柔らかい物体と硬い物体では、柔らかい物体の方が指との接触面積の広がりが速く、また大面積であるため反力が分散する。本デバイスでは指の押し込み時にモータで巻き込むことにより接触面積を急速に広げる。

逆に指の引き上げ時にはモータで押し出すことにより接触面積を低減する。以上により弾性感を提示する。

● **粘性感**

粘性の知覚にも、指と物体の接触面積の変化が重要であること、特に指の押し下げと引き上げの間のヒステリシス性が重要であることが知られている[10]。粘性感では物体から指の引き上げの際、指と物体との接触面積は一時的に変わらない状態が続き、押下力がある一定値以下になると接触面積が急激に減少する。本デバイスでは指の押し下げ動作中にはモータの駆動は行わず、指の引き上げ時にモータで巻き込み動作を行うことで粘性感を提示する。

● **横ずれ感**

横ずれの知覚に関しては、先行研究と同様指腹に横ずれを発生させればよい[1]。本デバイスでは指の押し込み時、モータを同位相の回転で駆動させることにより、指腹との接線方向にせん断力を発生させ、横ずれ感を提示する。

以上の提示手法と生じうる感覚について表 1 にまとめる。

表 1 提示手法と生じうる感覚

状態	非接触時	押し込み動作時	引き剥がし動作時
弾性感	×	巻き込み動作	押し出し動作
粘性感	×	×	巻き込み動作
横ずれ感	×	横ずれ動作	横ずれ動作

3. おわりに

本稿では、皮膚変形を用いた擬似力覚提示のための DC モータとローラを用いた簡便なデバイスを提案した。2 個のモータを用いることで、引き込み動作、押し出し動作、および横ずれ動作を行い、弾性感、粘性感、および横ずれ感を提示する。今後は、本手法を用いて提案したそれぞれの感覚を提示する。

謝辞

本研究は JST-ACCEL 「身体性メディア」プロジェクトの一環として行われた。

参考文献

[1] 南澤孝太, 深町聡一郎, 梶本裕之, 川上直樹, 舘暲: バーチャルな物体の質量および内部ダイナミクスを提示する装着型触力覚ディスプレイ, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 Vol. 13, No. 1, pp15-23, 2008.

[2] Go Inaba, Kinya Fujita: A Pseudo-Force-Feedback Device by Fingertip Tightening for Multi-Finger Object Manipulation, EuroHaptics, pp475-478, 2006.

[3] Claudio Pacchierotti, Gionata Salvietti, Irfan Hussain, Leonardo Meli, Domenico Prattichizzo: The hRing: a Wearable Haptic Device to Avoid Occlusions in Hand Tracking, 2016 IEEE Haptics Symposium, pp134-139, 2016.

[4] Jeremy D. Brown¹, Mary Ibrahim¹, Elyse D. Z. Chase¹, Claudio Pacchierotti², and Katherine J. Kuchenbecker³: Data-Driven Comparison of Four Cutaneous Displays for Pinching Palpation in Robotic Surgery, in Proceedings of IEEE Haptics Symposium, pp147-154, 2016.

[5] D. Prattichizzo, F. Chinello, C. Pacchierotti, and M. Malvezzi: "Towards wearability in fingertip haptics: a 3-dof wearable device for cutaneous force feedback," IEEE Transactions on Haptics, vol. 6, no. 4, pp. 506–516, 2013.

[6] S. Yazdian, A. J. Doxon, D. E. Johnson, H. Z. Tan, and W. R. Provancher: "Compliance display using a tilting-plate tactile feedback device," in Proc. IEEE Haptics Symposium, 2014, pp. 13–18.

[7] Yem Vibol, 岡崎 龍太, 梶本裕之: モータ回転加速度を用いた振動触覚及び擬似力覚提示, 第 16 回 公益社団法人 計測自動制御学会 システムインテグレーション部門 講演会, (2015 年 12 月, 名古屋国際会議場), pp918-920, 2015

[8] 池田義明, 藤田欣也: 指先の接触面積と反力の同時制御による柔軟弾性物体の提示, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 9, No. 2, pp187-194, 2004.

[9] A. Bicchi, E. P. Scilingo, D. De Rossi: "Haptic discrimination of softness in teleoperation the role of the contact area spread rate," IEEE Transactions on Robotics and Automation, vol. 16, no. 5, pp.496-504, 2000.

[10] Masaaki Yamaoka, Akio Yamamoto, Toshiro Higuchi: "Basic Analysis of Stickiness Sensation for Tactile Displays," Haptics: Perception, Devices and Scenarios, Volume 5024 of the series Lecture Notes in Computer Science, pp 427-436, 2008.