

歯付ベルトにより小型軽量化した携帯型力覚デバイス

中山 功一^{†‡}

Juan Liu[†]

安藤 広志[†]

本稿では、小型軽量化した携帯型力覚デバイスの開発について述べる。また、開発した 2 台の力覚デバイスを用いる映像コンテンツと、力覚情報の双方向通信について述べる。

Development of Lightweights Portable Haptic Devices with Cogged Belt

KOICHI NAKAYAMA^{†‡}

JUAN LIU[†]

HIROSHI ANDO[†]

This paper describes the developed portable haptic devices that were reduced in size and weight. It also describes the demonstration of haptic communication that uses the developed devices and visual content.

1. はじめに

筆者らは、大画面から飛び出して見える仮想物体をつかんで操作する感覚を提示するための携帯型の力覚デバイスを研究開発している (図 1)。

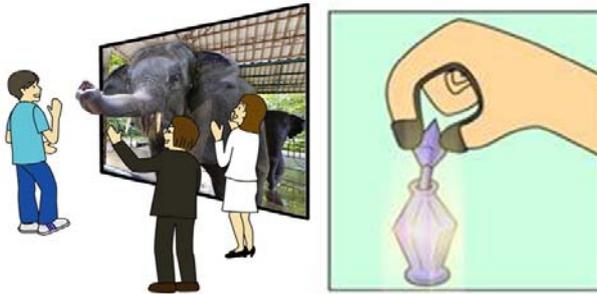


図 1 大画面立体ディスプレイと携帯型力覚デバイスの概念

つかんで操作する感覚を提示するために、特に硬い物体を把持した感覚に注目している。筆者らは、従来の力覚デバイス[1][2]では提示できない硬さまで提示できる携帯型力覚デバイスを製作し、その特性を被験者実験により明らかにしてきた[3][4]。さらに、力覚デバイスと立体映像を同期させ、立体映像中の仮想物体を把持して操作する感覚を提示するシステムを製作した[5][6]。また、硬さだけでなく、様々な材質感を提示するための新たな物理モデルの実装や、2 台のデバイスを用いた力覚情報通信にも取り組んできた[7]。

これまでの携帯型力覚デバイスでは、モータの動力の伝達に、ボールねじ、またはワイヤを用いてきた。動力の伝達にボールねじを用いた場合、強い力が出せ、

制御が安定するという利点がある一方、力覚デバイスが重くなるという欠点があった。ワイヤを用いた場合、デバイスが軽くなるという利点があるが、強い力が出せず、制御が不安定になるという欠点があった。

そこで筆者らは、動力の伝達に歯付ベルトを用いることで、強い力が出せ、制御が安定し、さらに軽いという携帯型力覚デバイスを開発した (図 2)。また、開発した 2 台 (右手用と左手用) の力覚デバイスを用いて、力覚情報通信により、お互いの力を感じるコンテンツを製作した (図 3)。本稿では、開発した力覚デバイスと製作した映像コンテンツ、および力覚デバイスの制御器について述べる。



図 2 開発した携帯型力覚提示デバイス 3 号機

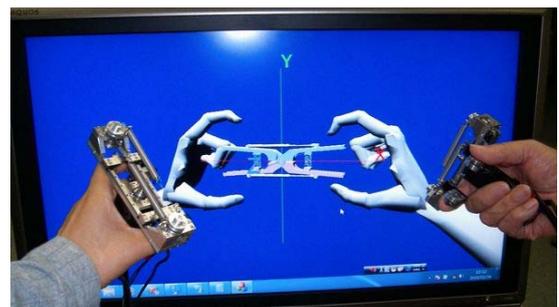


図 3 製作した力覚デバイス用映像コンテンツ

[†] NICT ユニバーサルメディア研究センター

NICT Universal Media Research Center

[‡] 佐賀大学大学院工学系研究科

Graduate School of Science and Engineering, Saga University

2. 携帯型力覚デバイス (3号機)

開発した携帯型の力覚デバイス (図 2) では、握り部分に内蔵されたモータの回転を、歯付ベルトと金属製のスライド部分を介して 2 指 (親指と人差し指) に伝達する。2 指と力覚デバイスの接触部分にはそれぞれ圧力センサが装着され、指がデバイスに加える力 (= デバイスが指に与える反力) をセンシングする。デバイスに内蔵されたモータにはエンコーダが装着されており、2 指の間隔が得られる。

動力の伝達機構がワイヤの場合 [7] には、強い力を加えた場合に、ワイヤが切れたり緩んだりした。歯付ベルトを用いた本デバイスでは、ベルトの伸縮がワイヤに比べ非常に小さく、伝達できる力が非常に大きい。本稿の力覚デバイスでは約 50N (5kg 重) の力を加えても問題なく駆動できた。

また動力の伝達機構がボールねじの場合 [3][4] には、デバイス重量が約 520g であったが、約 350g まで軽量化できた。

3. 映像コンテンツ

製作した映像コンテンツ (図 3) を拡大したものを図 4 に示す。

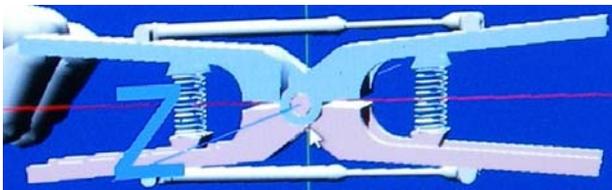


図 4 映像コンテンツ (図 3) の拡大

水色 (上側) のシーソー型の部品と桃色 (下側) のシーソー型の部品が、中央の支点で接続された形状をしている (耳鼻科で医者が鼻の穴を診察する際に用いる鼻鏡と似た構造である)。右手で押した分だけ左手が広がり、左手で押して分だけ右手が広がる。すなわち、右手の 2 指の間隔と左手の 2 指の間隔の和が一定になるものである。なお、支点から指先までの距離を、右手用と左手用で個別に変更可能である。このため、この原理に応じた比率で、動きの大きさや力の強さを制御することも可能である。

4. 力覚デバイスの制御器

力覚デバイスの制御器は、2 台の力覚デバイスに 2 つずつ装着された計 4 つの圧力センサが示す値を取得し、右手の 2 指で押された力を左手の 2 指に伝達し、

同様に左手の力を右手に伝達する。前章で述べたように、力の強さや動きの大きさの拡大や縮小も可能である。力覚デバイスと制御器は、2 メートルほどのケーブルで接続されている。二つのデバイスを一つの制御器で同時に制御しており、デバイス間の通信遅延は 1 ミリ秒以下である。すなわち、一方の力覚デバイスの圧力センサが示す力の値に基づき、もう一方の力覚デバイスを 1 ミリ秒以下の遅延で制御できる。このため、二つのデバイスに同時に強い力を加えても、安定した制御が実現できる。

5. おわりに

本稿では、携帯型力覚提示デバイスとその制御器、および映像コンテンツについて述べた。開発したデバイスにより、比較的強い力覚の双方向通信を実現した。

現在は、遅延がほとんどない環境における力覚の双方向通信を実現している。今後の課題として、より大きな遅延が発生する環境でも安定して力覚の双方向通信が実現できる、新たな制御手法の開発がある。また、人間が力覚に関してどの程度の遅延まで認識できるかを明らかにする心理物理実験にも取り組む予定である。

謝辞 本研究の一部は科研費基盤 B (課題番号 21300088) の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) PHANTOM 製品情報 : <http://www.sensable.com/industries-haptic-gallery.htm>
- 2) 井上雅晴, 長谷川晶一, 金時学, 佐藤誠 : 2 次計画法を用いたワイヤ駆動型力覚ディスプレイのための張力計算アルゴリズム, 日本バーチャルリアリティ学会第 6 回大会論文集, pp.91-95 (2001) .
- 3) 中山功一, 井ノ上直己 : 携帯型力覚提示デバイスの試作と心理実験による評価, 信学技報, Vol.108, No.378, CQ2008-62, pp.17-22 (2009) .
- 4) 中山功一, 井ノ上直己 : 剛体把持感覚の提示に必要な力覚デバイスの性能評価, 日本バーチャルリアリティ学会研究報告 (力触覚の提示と計算研究会), Vol.001, No.HDC01, pp.33-36 (2009) .
- 5) 中山功一, 安藤広志 : 携帯型把持感覚提示デバイスを用いた硬さ認知能力の検討, 信学技報, Vol.109, No.83, HIP2009-48, pp.1-5 (2009) .
- 6) 中山 功一, 井ノ上直己 : 立体映像に同期させた把持感覚提示デバイスの評価, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2009 .
- 7) 中山功一, 大島千佳, 安藤広志 : 弾性/塑性/脆性で材質感を表現する通信遅延が 1ms の力覚デバイス, インタラクシオン 2010 予稿集 (2010) .