

前腕部皮膚変形による疑似牽引力提示装置

The prototype that presents pulling sensation by stimulation to the forearm skin

○学 國安 裕生 (電通大) 学 中田 五月 (電通大)
学 橋本 悠希 (電通大) 正 梶本 裕之 (電通大)

Yuki KUNIYASU, Satsuki NAKATA, Yuki HASHIMOTO, Hiroyuki KAJIMOTO
The University of Electro-Communications
{kuniyasu,nakata,hashimoto,kajimoto}@kaji-lab.jp

When we teach skills related to hand motion such as calligraphy, it is important to instruct the motion of the arm. Haptic cues is superior to visual cues since they can directly tell the motion. However, previous works had tradeoff between “directness” and “proactiveness”, If vibratory cues are presented, the user must interpret the vibration, which is not perfectly direct. If, on the other hand, the hand is pulled, the resultant motion is direct, but it is a passive motion so that the users do not acquire the motion as their own skill. To solve this contradictory condition, we proposed to present “pseudo pulling force sensation” by tangential skin deformation. In this paper, we made the system compact, and improved the attachment part so that the pulling sensation is generated stably.

Key Words: haptic teaching, pulling sensation, forearm skin,

1. 研究背景

書道やスポーツなどの教示の場面において腕の動作情報を伝達することは重要である。もっとも効果的に動作情報を伝達する手法として考えられることは、熟練者から腕を牽かれながらの教示である。腕を牽く教示は例えば書道の教示において熟練者が訓練者の腕を牽いて教示をする場面で見られ、非常に直感的に動作情報を伝達することができる。しかし、直近に熟練者がいない場合、腕を牽く教示を受けることができない。

一方、横小路らは映像を用いた動作情報の教示を提案している[1]。しかし、ユーザは映像を自ら解釈し、動作方法を判断する必要があるため誤った動作を学習する恐れがある。

また、Liebermanらは振動触覚を用いて動作情報を教示する手法を提案している[2]。これは振動している方向をユーザが判断し、ユーザの意志で腕を動作させる必要がある。そのためやや直感性に欠け、ユーザへの負担も大きくなる。

そこで我々は直感的に動作情報を伝達するため、先に述べた腕を牽く教示に着目した。我々は、腕を牽いた際に生じる現象のうち、腕を牽いた際の皮膚の変形の部分に注目した。この皮膚変形を試作した装置を用いて再現することで、上下左右方向への牽引力を知覚させることができた[3]。

本稿ではより高精度に牽引方向を提示できるように、前装置の改善を試みる。

2. 前装置概要

図1(左)に前装置の外観、図1(右)に装着時の様子を示す。

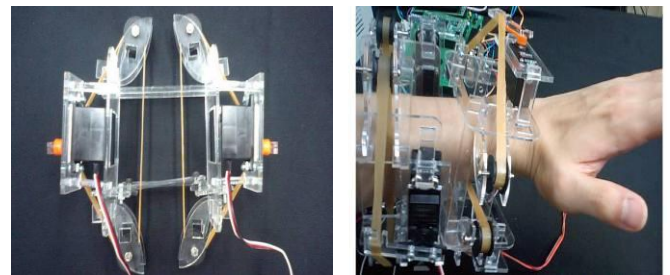


Fig 1. Overview of the previous prototype(left). Appearance of wearing the prototype(right)

装置はサーボモータ、プーリ、ゴムベルトおよびアクリル製のフレームから構成される。

2.1 動作原理

本装置の動作原理を図2に示す。図2(左)は定常状態、図2(右)は上方向への牽引感覚を提示した状態を示している。

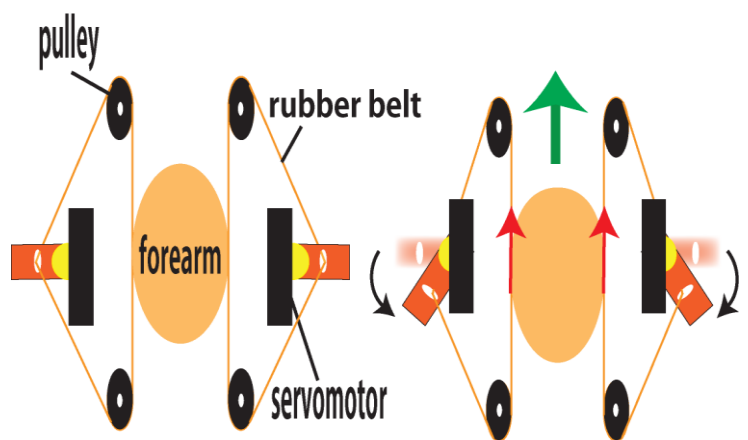


Fig 2. Principle of operation: Steady state(left), Presentation pulling sensation for upper direction(right)

定常状態からサーボモータを下方に駆動させることにより、前腕接触部のゴムベルトが上方へ牽かれる。これにより、腕を上方向に牽かれた際の皮膚変形を再現し、上方への牽引感覚を提示する。また、サーボモータを上方向に駆動させることで逆の挙動を示すため、下方への牽引感覚を提示可能である。この装置を2つ装着することで上下左右への牽引感覚提示を可能としている。

2.2 実験概要

上下左右の4方向に対してランダムに方向提示を行った際、どの方向に牽引力を知覚するかを上下左右の4方向の中から回答させた。実験は上下左右各方向に対し10試行ずつ、計40試行を22歳の男女5名に対して行った。実験中、被験者は常に起立し、腕を肩の位置まで上げた状態で回答させた。なお装置は利き腕に関係なく右前腕に装着させた。被験者には常にホワイトノイズを提示し、閉目させた。

2.3 実験結果

図3に前装置を用いて方向知覚実験を行った際被験者ごとの方向正解率を示す。

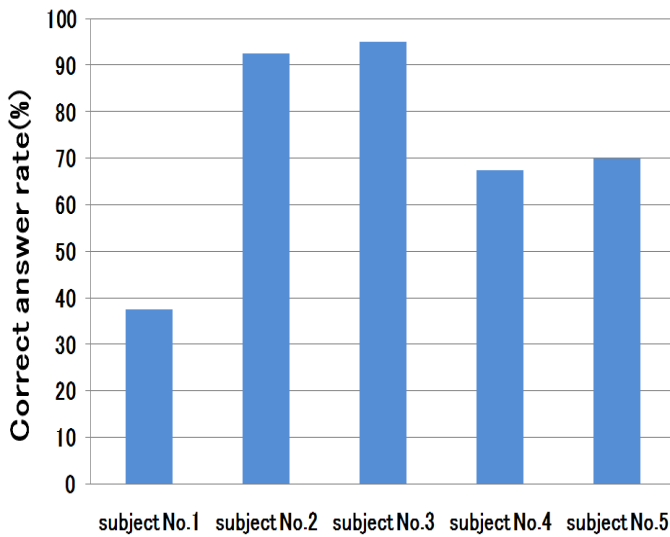


Fig 3. Correct answer rate for each subject

グラフより被験者ごとに正解率に差があることが分かる。このような差が生じる一因として、装置を前腕に装着するための固定機構を設けなかったことが挙げられる。固定機構を設けないことで、被験者ごとの前腕の形状により図1(右)で見られるような装置のずれが生じてしまう。このずれが原因で、方向の正解率に個人差が生まれてしまったと考えられる。

3. 本装置概要

前腕への装置の固定機構を設けなかったことが前装置の課題として考察された。

本装置では、前腕の形状に左右されにくく、装置のずれが生じにくくなるようリストバンドを用いた前腕への固定機構を取り付けた。図4(左)に本装置外観、図4(右)に装着時の様子を示す。

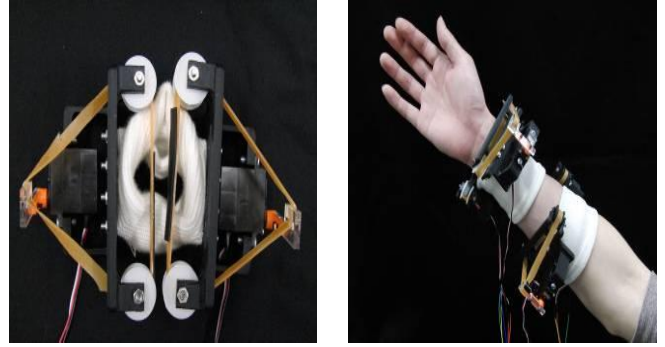


Fig 4. Overview of the new prototype(left). Appearance of wearing the prototype(right)

使用したリストバンドはゴム・ポリエステル製であるため伸縮性があり、前腕の太さや硬さによらず、装置を固定できる特徴を持つ。

3.1 実験

上下左右の4方向に対してランダムに方向提示を行った際、どの方向に牽引力を知覚するかを上下左右の4方向の中から回答させた。なお実験は前装置で行った実験と同様の手順、同様の条件の下で行った。実験時の様子を図5に示す。



Fig 5. View of experiment

3.2 実験結果

実験結果を被験者ごとの正解率についてまとめたものを図6に示す。

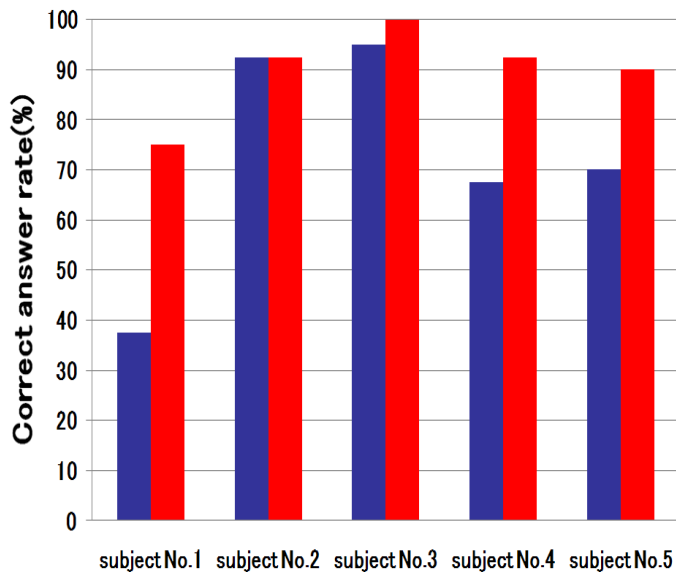


Fig 6. Correct answer rate of each subject wearing new prototype

青のグラフは前装置を用いて行った実験結果，赤のグラフは本装置を用いて行った実験結果を示している。

グラフよりほぼ全ての被験者の正解率が上昇したことが分かる。従って，本装置で用いた固定機構により，高い知覚率で方向提示を可能であることが確認された。

なお，被験者 2 に関しては前装置を用いて行った実験結果が他の被験者と比較して高い正解率であったため，今回の実験では変動が観察されなかったと考えられる。

4. まとめと今後の課題

本稿では，前装置の課題の 1 つとして前腕への固定機構についての改善を行った。その結果，リストバンドを用いた固定機構を設けることにより方向知覚率が上昇したことを確認した。今後は，より強い牽引力を提示できるように前腕接触部分のゴムベルトの選定などを行い，装置の最適化を行っていく所存である。

文 献

- [1] 横小路，北岡，吉川 “動作者の視点からのカメラ画像によるモーションキャプチャとロボット作業教示への応用”，情報処理学会論文誌:コンピュータビジョンとイメージメディア，vol.43，No.SIG 4(CVIM 4)，2002
- [2] Jeff Lieberman, Cynthia Breazeal :TIKL: Development of a Wearable Vibrotactile Feedback Suit for Improved Human Motor Learning, Robotics IEEE Transactions on Oct.2007
- [3] 國安，中田，橋本，梶本”前腕部牽引触覚を用いた方向提示装”，インタラクション 2010，PA17，2010