

前腕部触覚提示による「手を牽く」方向提示

Presentation of direction by stimulation to the forearm skin

國安 裕生¹⁾, 中田 五月²⁾, 橋本 悠希²⁾, 梶本 裕之²⁾

Yuki KUNIYASU, Satsuki NAKATA, Yuki HASHIMOTO and Hiroyuki KAJIMOTO

1) 電気通信大学 人間コミュニケーション学科

2) 電気通信大学大学院 人間コミュニケーション学専攻

(〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1, {kuniyasu, nakata, hashimoto, kajimoto}@kaji-lab.jp)

Abstract: There are many kinds of project to navigate user's way by tactile sensation. However, devices that use mechanical vibrations are not intuitive because we judge a meaning of vibration pattern. In addition, devices that use gyro effect or nonlinearity of human perception are not natural due to unnecessary vibration, and we should hold them in user's hand. In order to resolve these problems, we propose a new wearable navigation method that pulls forearm skin. In our method, user's both hands can be free. In addition, tactile stimulation is very soft and natural. In this paper, we report a tractive capability of the method.

Key Words : navigation, forearm skin, wearable.

1. はじめに

近年、携帯電話や PDA 等の通信端末を利用したナビゲーションシステムが大きく普及しつつある。これらはリアルタイムに我々の目的地まで誘導可能な利便性を持つ一方、情報は映像や音声で伝達されるため、情報に気を取られてしまうと歩行時の安全性が低下してしまう。また、情報からユーザが進行方向を判断する必要があるため、直感的とは言い難い。

一方、より直感的で安全なナビゲーション手段として、触覚を用いたナビゲーション技術の研究が近年広まっており、振動を用いたもの[1]、偏加速度運動を用いたもの[2]、ジャイロ効果を用いたもの[3]、電気刺激を用いたもの[4]等が既に発表されている。しかしながら、振動刺激を用いたものは知覚した振動を基にユーザが進行方向を判断する必要があり、映像・音声の場合と同様に直感的ではない。また、方向指示の精度も低い傾向にある。偏加速度運動やジャイロ効果を用いた場合は大きな牽引力が得られる一方、デバイスを把持する必要があるため片手がふさがってしまうという問題がある。電気刺激を用いた方法は、装着する人の体の抵抗値によって刺激を感じにくくなる場合や感じすぎて痛みの感覚になってしまう場合がある。

これらの状況を踏まえ、我々は直感的で且つ把持を必要としないウェアラブルなナビゲーションシステムの実現について考えた。

ここで、日常生活における自然なナビゲーションを考えると、子供が親に手を牽かれるという光景が思い浮かぶ。通常、手を牽く行為は外力が働くため、ウェアラブルなナビゲーションには向いていない。しかし、皮膚触覚刺激による錯覚を用いて擬似的に力覚を知覚させることができれば、このアナロジーは有効となる可能性がある。ここで近年の触覚研究に目を向けると、皮膚刺激のみで質量感覚や力覚を提示する研究が既に存在しており[6][6]、手を牽く行為は直感的で且つ把持を必要としないウェアラブルなナビゲーションシステムの実現という本目的に適用できる可能性がある。

よって本研究では、手を牽く行為を擬似的に再現する触覚提示手法を確立することで、両手が自由な状況で安全且つ直感的なウェアラブルナビゲーションシステムの構築を目指す。

本稿では、手を牽く行為の疑似再現に関する基礎検討として、皮膚触覚刺激による手の牽引効果について検証したので、これを報告する。

2. 基本概念

図 1に手を牽かれた際の皮膚変形の様子を示す。

「手を牽く」という行為は、相手に手または腕を掴まれた際、相手の手と摩擦により牽かれている方向に皮膚が変形し、牽かれている方向に手が動く、というような過程で実現される。よって、この過程における皮膚変形を再現することで手を牽かれている感覚が提示できると推測される。

今回我々は、両手が自由となる状態を保持するため、手ではなく腕に対する皮膚刺激のみで手を牽く感覚を再現することを試みる。

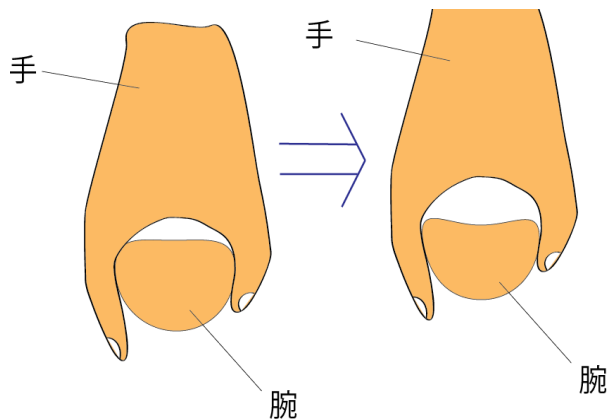


図 1:腕を牽く際に生じる皮膚変形

3. システム概要

3.1 実験装置概要

エラー! 参照元が見つかりません。に実験装置概要を示す。アクリル板が前腕部の側面に接触しており、スピーカをアクチュエータとして駆動することでアクリル板が上下に持ち上げられる。これにより前腕が牽引されたときの皮膚変形を再現する。図 3に実験装置の写真を示す。

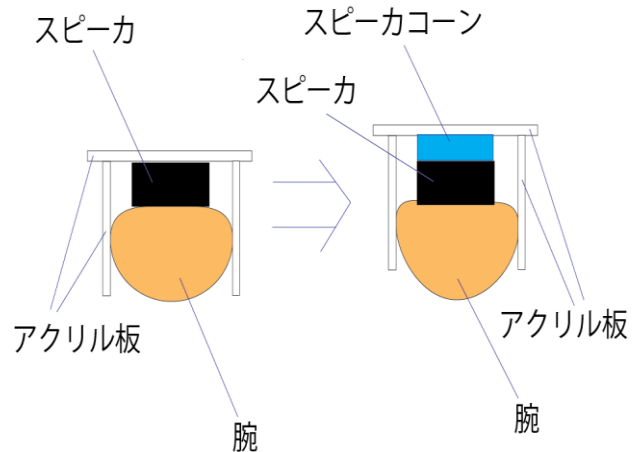


図 2: 実験装置概要

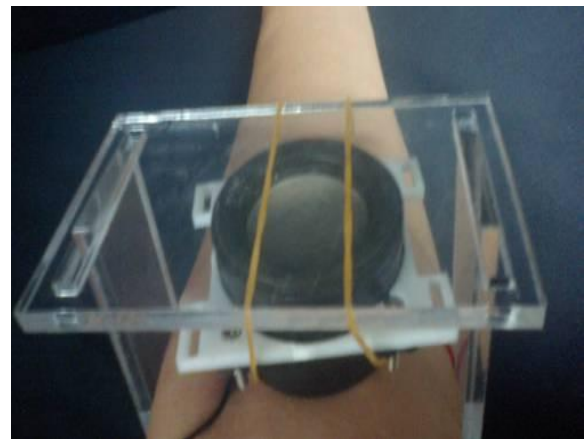


図 3: 実験装置外観

3.2 システム構成

実験で用いたシステムの構成を図 4に示す。本実験システムは、スピーカ(AURA SOUND, NSW2-326-8)、アクリル製刺激子、デジタルステレオアンプ (RASTEME SYSTEMS CO, LTD. RSDA202)、インタフェースボード (Interface 社 PCI-3523A)、PC から構成される。

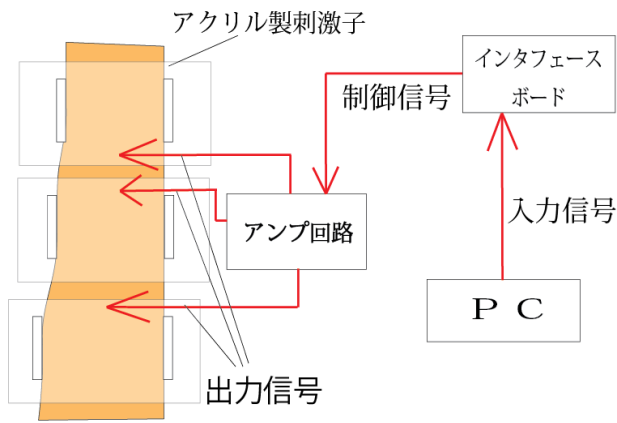


図 4： システム構成図

4. 実験

まず予備実験として、刺激子を前腕の 1 カ所だけに装着して刺激したところ、複数の被験者から手に牽引力を感じるとの報告を得た。このことから、腕への触覚刺激によって手を牽く感覚を得られることが分かった。

そこで次に、前腕のどの位置を刺激すれば、手の牽引を最も強く感じるかを実験により調べた。

4.1 実験方法

実験は 21~24 歳の男女 5 人で行った。被験者の右手前腕を均等に 3 地点に分け、図 5 のように実験装置を装着する。実験に用いた刺激子は、前腕に接触する面積が同じとなるよう被験者毎に前腕 3 カ所の幅を測定し、それぞれ製作した。

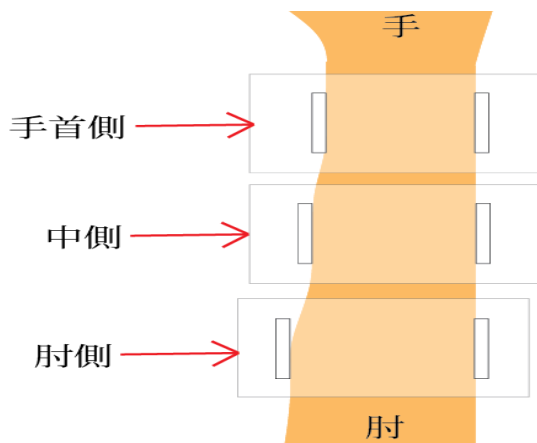


図 5： 実験装置の装着位置

4.2 実験手順

実験時の様子を図 6 に示す。

実験前段として、各部の装置を動かして刺激位置をそれぞれ確認させた。その後、中側の刺激を基準とし、この基準刺激による牽引力と同じになるよう手首側と肘側の刺激

強度を調整法により調整した。なお、基準刺激は 1 試行毎に提示した。

本実験で用いた基準刺激は、PC から振幅 6V の正弦波を指令値として与えた時の刺激である。なお、入力する正弦波の周波数は 0. 28Hz である。この周波数は予備実験により様々な周波数を試した結果、牽引力が強く、手を牽引されている感覚に近かったことから定めた。比較刺激は、上昇系列、下降系列の 2 通りで行った。この 2 通りの試行を、1 カ所の刺激位置につき 5 回ずつランダムで行った実験中、被験者にはホワイトノイズを提示し、目は閉じているよう指示した。

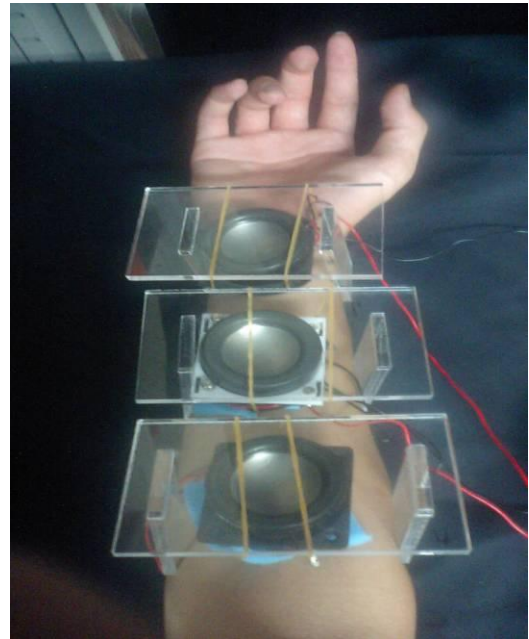


図 6： 実験の様子

5. 実験結果

実験結果を図 7 に示す。このグラフは実験データを平均化した後、中側に与えた PC からの指令値を 1 として正規化したものである。グラフより中側の基準刺激に対して手首側、肘側ともに基準以上の値が出ていることがわかる。これはすなわち、手首側および肘側では、中側よりも強い刺激を与えなければ同じ強さで牽引されたと感じないということである。以上の結果から、中側に刺激を与えた場合に最も効率的な牽引感覚提示が行えると考えられる。

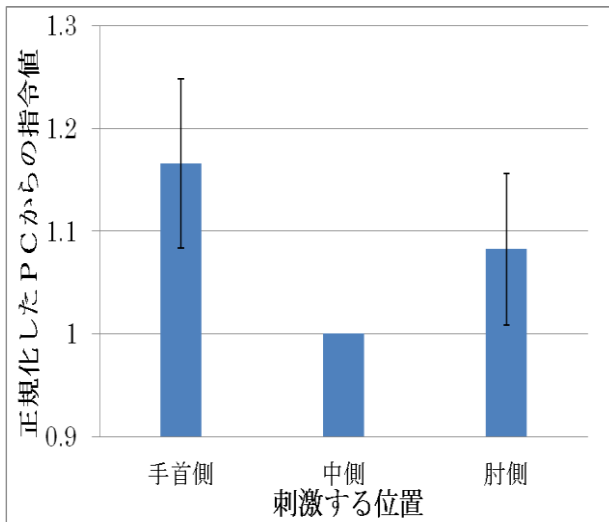


図 7: 各部位で同等の牽引力を感じる際の PC の指令値 (中側の指令値で正規化)

6. まとめと今後の課題

本研究では「手を牽く」ことに着目し、皮膚変形を用いたナビゲーションの提案を行った。また、このデバイスで最も効率良く腕の牽引が行える位置を特定した。今後は前腕側面に接触する装置の幅を変えさせ、より効率良く牽引

力を提示できる刺激幅を調べるための実験を行う。

参考文献

- [1]松岡, 鶴田, 石井, 下田, 吉川: 頭部への振動刺激を用いた方向情報提示手法に関する実験研究, ヒューマンインタフェースシンポジウム2006, Vol. 1, No. 1312, p. 139-p. 144, 2006.
- [2]雨宮, 安藤, 前田: 偏加速度周期運動による把持型方向誘導デバイスの開発, 日本バーチャルリアリティ学会 第9回大会論文集, pp. 215-218, 2004
- [3]吉江, 矢野, 岩田: ジャイロモーメントを用いた力覚提示装置, 日本バーチャルリアリティ学会論文集, Vol. 7, No. 3, pp. 329-337, 2002.
- [4]杉本, 渡邊, 安藤, 前田: 前庭感覚刺激による歩行方向の誘導, 日本バーチャルリアリティ学会第8回大会論文集, pp. 339-342, 2003.
- [5]南澤, 深町, 梶本, 川上, 舘: 物体把持時の指変形に着目した重さ感覚提示手法の提案, 日本バーチャルリアリティ学会第11回大会論文集, pp. 27-28, 2006.
- [6]Karlin Bark, Jason Wheeler, Gayle Lee, Joan Savall: A Wearable Skin Stretch Device for Haptic Feedback, Eurohaptics 2009, pp. 464-469, Salt Lake City, UT, USA 2009.