

ハンドジェスチャ学習のための電氣的筋肉刺激を与えるグローブ型デバイスの試作

西川 宜利* 日高 拓真† 志築 文太郎‡

概要. 本研究において、我々はユーザの手指へ電氣的筋肉刺激を与えられるグローブ型デバイスを作製した。ユーザの皮膚に取り付けられた電極から電氣刺激を与えることによって、ユーザの筋肉運動を誘発できる。また、このデバイスを用いることにより、発話に合わせてハンドジェスチャを誘発するシステムを作製した。このシステムを用いて手話を学習することによって、記憶性の向上に寄与できると考えている。また、手話学習の補助だけでなく、手話を知らないユーザがこのシステムを用いることによって、簡単な手話を聴覚障がい者に伝えられると考えられる。

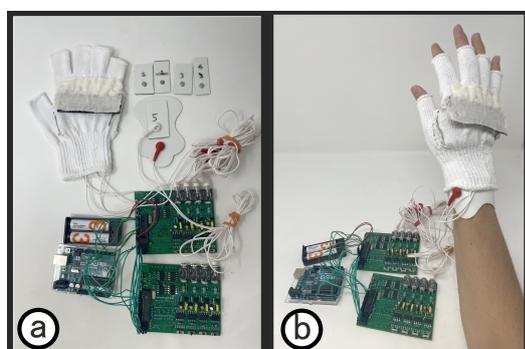


図 1. EMS を与えるグローブ型デバイス. (a) グローブ型デバイスおよび EMS 回路. (b) デバイスを装着している様子.

1 はじめに

電氣的筋肉刺激（以降、EMS:Electrical Muscle Stimulation）とはユーザの皮膚に取り付けられた電極から電氣刺激を与えることによって、ユーザの筋肉運動を誘発できる技術である。また、一般に人は手および指などの体の状態を知覚できるため、EMSによって動かされた体の状態も知覚できる。このことを活かすことによって EMS は運動の学習の補助に役立つことが明らかにされている [1, 4].

我々は、ハンドジェスチャ学習における EMS の記憶性の効果を調査することを考えている。今回、ユーザの手指へ EMS を与えられるグローブ型デバイスを作製した (図 1)。このグローブ型デバイスを用いることにより、手話およびコンピュータの入力

に用いられるハンドジェスチャの学習を補助できると考えている。本稿では、作製したグローブ型デバイスの構成、および本デバイスを用いてハンドジェスチャ学習を補助する方法を述べる。

このグローブ型デバイスを用いることにより、手話およびコンピュータの入力に用いられるハンドジェスチャの学習を補助できると考えられる。

2 関連研究

我々の研究は EMS を用いた研究分野に基づいている。EMS は 1960 年代に医療リハビリテーションとして開発された技術である。近年、EMS は、モータを用いた機械的なデバイスと比較してフォームファクタが小さいため、力覚フィードバックおよび触覚アクチュエーションのための有望な技術として注目されている [9, 8, 3, 1, 4]。このため、EMS を用いて VR [5] および AR [6] における力覚フィードバック、演奏技術の習得の補助、および新しい道具の操作方法の習得の補助 [1, 4] などが行われてきた。また、EMS を用いてそれぞれの手指を独立して制御する研究がなされている [10, 9, 7]。これらにより、細かい手指の制御ができるようになった。例えば、Takahashi ら [9] は EMS を与える電極を手の甲に貼ることによって、手指の付け根の関節を独立して動かせることを示した。Romain ら [7] は機械的なストップと EMS を組み合わせることによって、それぞれの手指の独立性を向上させた。

本研究ではそれぞれの手指を動かすために、EMS を与える電極を手の甲に貼る方法 [9] を用いて、ハンドジェスチャを誘発するグローブ型デバイスを作製した。他の研究の EMS デバイス [7, 1, 4] では前腕部に電極を配置しているが、本デバイスは手のみにて完結している。

Copyright is held by the author(s). This paper is non-refereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

* 筑波大学情報科学類

† 筑波大学情報理工学位プログラム

‡ 筑波大学システム情報系

3 EMSを与えるグローブ型デバイス

我々はEMSを与えるグローブ型デバイスを作製した。本節において、作製したグローブ型デバイスおよび、デバイスの安全性を述べる。

3.1 ハードウェアおよび装着方法

デバイスには、Konoら [2] が提供しているEMSを与える回路（以降、EMS回路）が用いられている。このEMS回路（図1a）は8つの箇所異なるEMSを同時に与えられる。また、このEMS回路はArduino Unoを用いて制御され、EMSのパルス幅、周波数、電圧、および出力時間の4つのパラメータを変更できる。

本デバイスを装着した様子を図1bに示す。グローブ部分にはEMSを与えるための配線が縫い付けられており、5つの配線が虫様筋および短母指屈筋の上部付近に固定されている。装着時にはこの配線の先に湿式の電極パッド（HV-LLPAD, オムロンヘルスケア株式会社）を取り付け、その後、ユーザの手の甲および親指の付け根に電極パッドを貼り付ける。

3.2 安全性およびキャリブレーション

今回用いているEMS回路は、安全性確保のために、電源にアルカリ乾電池2本、出力部にヒューズを用いることによって、ユーザに過電流が流れないようにになっている [2]。

また、我々は、作製したグローブ型デバイスを安全に使うために、Romainら [7] のキャリブレーション手順に従った。キャリブレーションでは、はじめに、グローブ型デバイスの電極から人体に与えられるEMSを電流強度0mA、パルス幅300 μ mから電流強度を1mAずつ上昇させる。これをEMSによって指の屈曲が必要十分になるまで行う。指がうまく屈曲しない場合は電極の位置をずらして調整する。この作業を片手の5本指全てに行う。

4 本デバイスの応用例

我々は本デバイスを用いて、ハンドジェスチャを学習する応用例として、American Sign Language（以降、ASL）における1~10のハンドジェスチャ（図2）を学習できるシステムを作製した。このシステムは、ユーザの発話に合わせてハンドジェスチャを誘発するEMSをユーザの手指に与える。なお、音声認識には、Pythonの音声認識ライブラリであるSpeech Recognition [11]を用いた。

我々は本システムをハンドジェスチャ学習、および実際の会話において用いることを想定している。例えば、記憶が難しいハンドジェスチャを学習する際に、このシステムを用いてハンドジェスチャを誘発しながら学習することによって、ジェスチャの記憶性の向上に寄与できると考えられる。他にも、聴

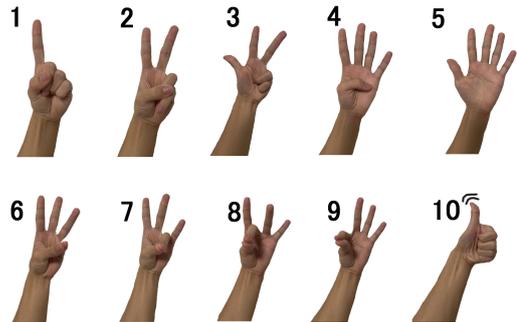


図 2. ASL における 1~10 を表現するハンドジェスチャ

覚障がい者との会話において、ユーザは本システムを用いることによって、発話した内容に対応する手話が誘発されるため、手話を知らない人でも簡単な手話を伝えられると考えられる。

5 議論および今後の課題

本研究において作製したグローブ型デバイスでは、手の甲に電極を配置しているため、誘発可能な関節の動きは、指の付け根の関節の屈曲のみである。このため、本システムを用いて誘発できるハンドジェスチャが少ない。この問題を解決するために、今後はモータを用いたアクチュエータを関節の伸展の動きとして代用すること予定している。これにより、より多くの種類のハンドジェスチャを誘発できると考えられる。

また、本研究では、作製したグローブ型デバイスおよびシステムを用いることによって、ハンドジェスチャの記憶性の向上に寄与できると考えている。このことを検証するために、ASLの1~10のハンドジェスチャを学習する際、紙のみを用いてASLを学習した場合および、EMSを与えながら学習した場合における記憶性を比較し評価する予定である。

6 おわりに

本研究ではEMSを用いて、ハンドジェスチャ学習を補助できるグローブ型デバイスを作製した。また、発話に合わせてハンドジェスチャを誘発するシステムを作製した。今後は、多くの種類のハンドジェスチャを誘発できるよう本デバイスを改良するとともに、本デバイスの記憶性に対する効果を評価する比較実験を行う。

参考文献

- [1] A. Ebisu, S. Hashizume, K. Suzuki, A. Ishii, M. Sakashita, and Y. Ochiai. Stimulated Percussions: Techniques for Controlling Human as

- Percussive Musical Instrument by Using Electrical Muscle Stimulation. SA '16, pp. 37:1–37:2. ACM, 2016.
- [2] M. Kono, Y. Ishiguro, T. Miyaki, and J. Rekimoto. Design and Study of a Multi-Channel Electrical Muscle Stimulation Toolkit for Human Augmentation. AH '18, pp. 11:1–11:8. ACM, 2018.
- [3] P. Lopes, A. Ion, W. Mueller, D. Hoffmann, P. Jonell, and P. Baudisch. Proprioceptive Interaction. CHI '15, pp. 939–948. ACM, 2015.
- [4] P. Lopes, P. Jonell, and P. Baudisch. Affordance++: Allowing Objects to Communicate Dynamic Use. CHI '15, pp. 2515–2524. ACM, 2015.
- [5] P. Lopes, S. You, L.-P. Cheng, S. Marwecki, and P. Baudisch. Providing Haptics to Walls & Heavy Objects in Virtual Reality by Means of Electrical Muscle Stimulation. CHI '17, pp. 1471–1482. ACM, 2017.
- [6] P. Lopes, S. You, A. Ion, and P. Baudisch. Adding Force Feedback to Mixed Reality Experiences and Games Using Electrical Muscle Stimulation. CHI '17, pp. 1–13. ACM, 2018.
- [7] R. Nith, S.-Y. Teng, P. Li, Y. Tao, and P. Lopes. DextrEMS: Increasing Dexterity in Electrical Muscle Stimulation by Combining It with Brakes. UIST '21, pp. 414–430. ACM, 2021.
- [8] M. Pfeiffer, T. Dünthe, S. Schneegass, F. Alt, and M. Rohs. Cruise Control for Pedestrians: Controlling Walking Direction Using Electrical Muscle Stimulation. CHI '15, pp. 2505–2514. ACM, 2015.
- [9] A. Takahashi, J. Brooks, H. Kajimoto, and P. Lopes. Increasing Electrical Muscle Stimulation's Dexterity by Means of Back of the Hand Actuation. CHI '21, pp. 216:1–216:12. ACM, 2021.
- [10] E. Tamaki, T. Miyaki, and J. Rekimoto. PossessedHand: Techniques for Controlling Human Hands Using Electrical Muscles Stimuli. CHI '11, pp. 543–552. ACM, 2011.
- [11] A. Zhang. Speech Recognition(version 3.8). <https://pypi.org/project/SpeechRecognition/>, 2017. 最終参照日: 2021年10月19日.