

## 腕の筋電位を利用した視覚障がい支援の検討

筑波技術大学 保健科学部 情報システム学科<sup>1)</sup> 日本薬科大学 薬学部 医療ビジネス薬科学科<sup>2)</sup>

巽 久行<sup>1)</sup>, 村井 保之<sup>2)</sup>

キーワード： 視覚障がい, PossessedHand, 手形状制御, 電気刺激誘導, 認知支援

### 1. 目的

強度の視覚障がい者は、聴覚や触力覚で空間や事物を認識する。その際、少しでも視覚を補償するならば、疑似的や仮想的な感覚でも積極的に利用する方が良い。近年、バイオメカニズム技術が発達して、人の動作を非浸食の筋電位で追跡する研究が盛んに行われている。更に、この逆として、電気刺激を与えて人間の手指をコンピュータで制御するという研究も開始されている（人の手指を乗っ取ってロボットハンド化する研究である）<sup>[1]</sup>。この技術は、リハビリ、仮想現実、技術習得支援などの分野で期待されているが、これを視覚障がい支援にも展開できるか否かを検討するのが、本課題の目的である。もしもそのような補償が可能ならば、手指の単純動作に限定されるものの、大掛かりな機器を必要としない支援として期待できる。

### 2. 成果の概要

視覚障がい者に物の位置を説明する場合、クロックポジションと呼ばれる方法がある。例えば食事の際など、“おかずが12時の方向”、“ご飯が7時の方向”などと説明する。目の前にある物の位置に手を誘導することで、近接環境の認知創生を助けることができる。著者等は既に、対象物の位置をクロックポジションで教示して、対象に向かう腕の移動を音で誘導するシステムを開発している<sup>[2]</sup>。図1は、位置を取得する対象にマーカーを貼り付けた動作例である。位置追跡装置で捉えた手と対象物に対して、手から対象物への距離および位置を測定して誘導する。マーカーを必要としないシステムも検討したが、現状ではリアルタイムな処理や精度に難点があり、その解決は簡単ではない。



図1. クロックポジション誘導



図2. 喪失した空間認知地図

また、著者等は以前、力覚装置を用いた視覚障がい者の書字を訓練するシステムの開発を行った。漢字は字形が複雑で筆運びが大きく、視覚による確認がないと、書字中に筆画の位置関係が不安定になる。そこで、力覚装置からペンに適当な力覚(抵抗)を送ることで、字形に安定感ができると共に、手を取って教えてくれる書写に類似したような感覚を筋運動パターンとして学習できたが、力覚装置の使用ゆえの制限や限界もあった。

視覚障がい者は物を置く行為に注意を払う。位置はもちろんのこと、物への手の姿勢から動作に至るまで、すべての保証を要求する。それが一転、例えば図2のように物(例えば貨幣)を落とした場合、想定した認知地図が消失したことで狼狽する。そこで、電気刺激誘導という、PossessedHandで簡易に実現できる方法で、新たな視覚障がい者の手の誘導を検討するに至った。

- 文献 1 では、手形状の制御段階を 4 つに分けている。
- ・段階 1 : 視覚的な変化は少ないが、手形状の変化を使用者本人が体勢感覚として感じる。
  - ・段階 2 : 視覚的にみて手形状が変化している。
  - ・段階 3 : “把持”と“開く”の手形状、または、それに類似した形状が各指で独立して制御できる。
  - ・段階 4 : “挟む”, “つまむ”などの母指と示指を使った細かな手形状が制御できる。

著者等が考える視覚障がい者のための電気刺激誘導は、利き手を右として、左方向に誘導する際は橈骨側（母指側）の刺激や偏位を、右方向に誘導する際は尺骨側（小指側）への刺激や偏位を、更に、物に近づくと従って手形状を変化させる（物に合わせる）というような、手形状の段階 1～段階 2 で実現できる。図 3 に、本報告で使用した PossessedHand（14 チャンネルの電気刺激装置）を示す<sup>[3]</sup>。この装置はスイッチング基盤を Arduino MEGA 2560 で操作しており、MEGA と PC を USB2.0（9600bps のシリアル通信）で接続する。また、Arduino UNO は昇圧基板を制御している。Arduino プログラムは書き込み済みであるが、電気刺激の初期設定を変更したい場合は MEGA に、電気刺激の範囲を変更したい場合は UNO に、書き込むためのサンプルプログラムが用意されている。また、スイッチング基盤からグランド用（GND）と通電用（V）の、各 14 本の信号線からなる 2 本のケーブルが出ており、それぞれ 14 個の電極パッドが付いた 2 つの前腕ベルト（GND ベルトと V ベルト）に接続する。各ベルトは、肘と手首の中間に GND ベルトを、その位置から手首の中間に V ベルトを、それぞれ装着する。

前腕の筋群は、前面側の屈筋群と後面側の伸筋群に分けることができる。指の運動を行う屈筋群（浅指屈筋、深指屈筋、長母指屈筋）と伸筋群（総指伸筋）、手首の運動を行う屈筋群（橈側手根屈筋、尺側手根屈筋、長掌筋）は前腕にあるので、PossessedHand はこれらの筋群を使用する手形状の動作を行うことが可能である。

PC から MEGA の操作は Processing 環境で行うので、最初に Processing をインストールする。PossessedHand は、GUI 画面で操作ができるプログラムが用意されて

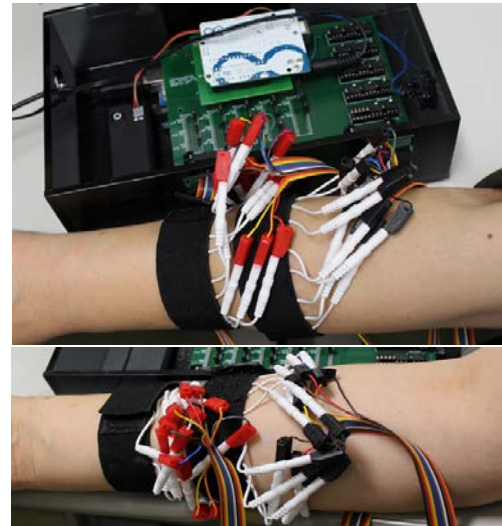


図 3. 実験で使用した PossessedHand

いるので、予備知識は全く必要としない。Arduino に対しては、USB 用デバイスドライバのみが必要であるが、統合開発環境（IDE）をインストールすると便利である。PC と PossessedHand の接続は、シリアル通信番号さえ間違わなければ問題はない。PossessedHand は、14 チャンネルの電気刺激の確認後、数分間の初期設定で手指の 16 関節の刺激動作を学習し、制御できる。初期設定で入力された関節を動作させるデモ動作機能もあるので、本報告の内容程度は GUI 操作のみで充分であり、Processing プログラミングの必要はなかった。

本報告は侵襲を伴わない研究なので倫理的に問題はないものの、電気刺激は多少の痛み（ピリピリ感）があるので実験は著者等自身のみで行った。視覚を補償する誘導に電気刺激が有効か否かは、現時点では判断できないものの、手指に何も装着しない PossessedHand は魅力的であり、大いなる可能性を秘めた技術である。

### 3. 参考文献

- [1] 玉城, 味八木, 暦本: “PossessedHand: 電気刺激を用いた人体手形状の直接制御システム”, インタラクシオン 2010 論文集, 情報処理学会シンポジウムシリーズ Vol.2010, No. 4, pp.231-234, 2010.3.
- [2] 村井, 巽, 宮川: “ニューラルネットによる混雑認識を用いた視覚障がいの腕の誘導”, FIT2009 講演論文集, Vol.3, No.K-016, pp.559-560, 2009.9.
- [3] <http://h2l.jp/products/>