

仮想身体への介入によるボディイメージの補正訓練手法の提案

村田真矢¹ 吉元颯¹ 武藤剛¹

文教大学 情報学部 情報システム学科¹

1. はじめに

脳梗塞などの脳神経系疾患によって生じてしまう片側性肢体麻痺は、人間が動作を事前にシミュレートできる心的なはたらき（ボディイメージ）を変容させることがあり、運動機能障害の原因となることが指摘されている^[1]。従来、腕や手指の運動機能障害を回復させるリハビリテーション手法として、ミラーセラピーが提案されている^[2]。しかし、ミラーセラピーでは患側の動きを健側で再現する必要があり、より複雑な動作を対象とした訓練を行うことが困難である。そこで、本研究では、新たにHMDと非接触型モーションキャプチャ装置を用いた、ボディイメージの補正訓練を支援する技術を提案する。具体的には、キャプチャされる手の動作へ介入できる機能を実装した訓練装置の作成と、それを用いた、仮想空間上に提示される課題の遂行による、ボディイメージの補正訓練手法を構築した。本稿では、実際のリハビリ訓練への活用を念頭においた訓練課題の1例として、仮想空間上のパネルスイッチを仮想空間上の手により押す課題と、健常者を対象とした検証実験の結果を紹介する。

2. 実験方法

2.1 参加者

参加者は21-22歳（平均21.8）の男性5名であった。参加者は十分な説明を受け同意の上実験に参加した。

2.2 実験手順

実験参加者は、Oculus Rift Development Kit 2（Oculus社製）を装着し、手の動きを計測するための非接触型モーションキャプチャ装置Leap Motion（Leap Motion社製。以下、LM）がおかれたテーブルの前に着座する。装置には、仮想空間上の手の動きが、LMによりキャプチャされた動きをそのまま表示する機能と、変容した

ボディイメージを模した動作を実現するための機能として、手の位置、向き、動きを全て左右入れ替え表示する機能を実装されている。HMD上の仮想空間には「右」と「左」と書かれている二つのパネルと、LMによってモーションキャプチャされた手の動きを表すCGが表示される（図1）。その後、3sec後に表示されたパネル2枚をそれぞれのパネルに書かれている側の手でタッチすることを課題とし（図2）、パネルが表示された時刻から、パネルがタッチされる時刻までの時間が課題達成時間として記録される。また、パネルの表示位置は5パターン用意され、実験参加者は全パターンを1回ずつ、連続で遂行する。これを1サイクルとし、左右の反転のない通常の状態7サイクル（通常条件）行う。その後、手の動き及び、映像を左右反転した状態（反転条件）で通常条件と同じ課題を7サイクル行うこととした。

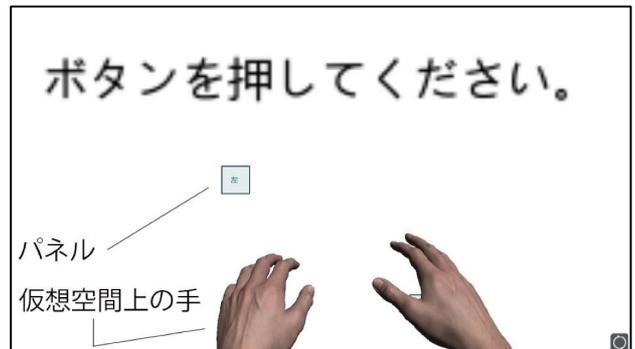


図1 作成したシステムの画面



図2 実験の様子

Proposal of the Adjust Body Image Training Method Using the Intervention in the Virtual Body:

Shinya Murata¹, Hayate Yoshimoto¹, Takeshi Muto¹

¹ Department of Information Systems, Faculty of Information and Communications, Bunkyo University

3. 結果

図3に、参加者Aの1サイクルごとの課題達成時間の平均値を示す。すると、1回目の試行では、左右の動きの反転のない通常条件と比べ、反転条件では、課題達成時間が有意に長くなっていることがわかる (Student t-test, $p < 0.05$)。その後、試行回数が進むにしたがって、通常条件と比べ、大きな変動を伴ってはいるが、反転条件では、課題遂行時間が減少している様子がわかる (one-way ANNOVA, $p < 0.05$)。次に、図4に全参加者の平均値を示す。すると、図3の例と同様に、1サイクル目の試行では、左右の動きの反転のない通常条件と比べ、反転条件では、課題達成時間が長くなっていることがわかる (Student t-test, $p < 0.05$)。また、反転条件に関しては、試行が進むに従い、課題遂行時間が減少している (one-way ANNOVA, $p < 0.001$)。また、反転条件では2サイクル目以降は、有意な変化は見られなかった (one-way ANNOVA, $p = 0.45$)。

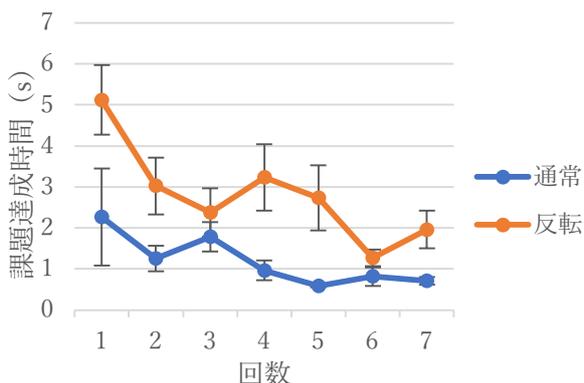


図3 参加者Aの平均課題達成時間の推移

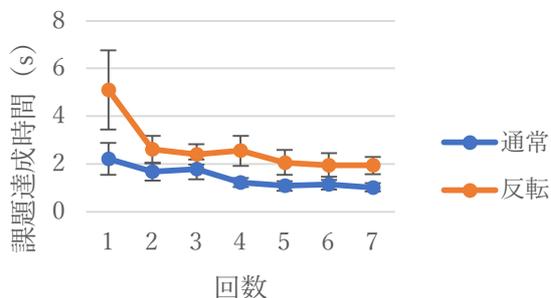


図4 参加者全員の平均課題達成時間の推移

4. 考察

実験の結果から、1回目の試行では、左右の動きの反転のない通常条件と比べ、反転条件では、課題達成時間が長くなっていることが明らかと

なった。また、その後の試行に関しては、試行回数が進むにしたがって、反転条件のみ、課題遂行時間が減少することも明らかとなった。

通常条件では、ボディイメージに基づき脳から発せられた運動命令に対し、日常で知覚する情報と矛盾の無い形で提示されている。一方、反転条件では、運動命令と視覚から知覚される情報が、日常で知覚される情報とは異なっている。このことから、反転条件下で、課題を遂行するための正しい動作の実現には、運動命令の根拠となっているボディイメージの補正が必要であるといえる。従って、反転条件下での1サイクル目の試行では、そのような補正が十分なされる機会のない状態で行われたため、通常条件と比べ課題の遂行に時間を要したと考えられる。その後、課題遂行の時間が、試行が進むにしたがって減少したことから、本課題を繰り返し行うことで、そのようなボディイメージの補正が適切になされていったことが示唆される。

また、反転した状態では1サイクル目と2サイクル目の間に有意な違いがみられたが、それ以降は、有意な変化は見られないことも示された。このことから、このようなボディイメージの補正が訓練の1サイクル目において実現されていたことが言える。以上のことから、本システムが、ボディイメージの補正訓練に有効であることが示唆される。

5. おわりに

本研究では、脳梗塞などの脳神経系疾患を原因とする片側性肢体麻痺により変容するボディイメージの補正を支援する技術の提案を目指し、健常者を対象とした動作実験を行った。その結果、本システムが、ボディイメージの補正訓練として活用できる可能性が示唆された。

今後は、システムで提示するLMによって計測された手の動きを、左右の動きを反転させるだけでなく、あらかじめ用意したお手本となる動きの提示や、健常者の動きをリアルタイムで提示する機能を実装し、実際の臨床の現場での検証を進めていくことを予定している。

参考文献

- [1] 木野田典保: 脳卒中片麻痺例にみられるボディイメージに関する質的研究, 理学療法科学, Vol. 23, No. 1, pp. 97-104 (2008).
- [2] 平上尚吾, 井上優, 佐藤ゆかり, 原田和宏, 香川幸次郎: 脳卒中片麻痺患者の手指運動機能障害に対するミラーセラピーの効果, 理学療法学, Vol. 39, No. 5, pp. 330-337 (2012).