

VR と Leap Motion による上肢位置感覚の定量的評価

黒田航平[†] 菅野正嗣[†] 高畑進一[†] 内藤泰男[†] 中岡和代[†]
大阪府立大学[†]

1. はじめに

脳卒中片麻痺などにより、深部感覚が障害されると上肢の位置感覚の欠如が症状の一つとしてあらわれる[1]。このような障害では、実際に目で見ていないと手がどこにあるのかわからなくなるため、日常生活に支障をきたす恐れがある。したがって、症状の早期発見、予後の判定の為に上肢の位置感覚を定量的に評価することは重要である。

これまで提案されてきた定量的評価方法の一つに母指探し試験がある[2]。測定者が被測定者の測定側の上肢を無作為に動かした後、任意の位置で固定し、目をつむった状態で固定肢の母指の先を反対側の母指と示指でつまむ。これを数回繰り返し、つまむ時のずれの大きさ、探索動作で障害の重症度を判別する方法である。簡単な試験であり、被測定者も理解しやすい簡単な方法であるため時間もかからない。

しかし、従来の方法では両手を使って測定するため、脳の異常部位が特定しにくく、また、測定も目測で行われるため、測定の結果の正確性が問題点であった。この問題点の解決するため、本研究ではVR技術と手指のモーションキャプチャであるLeap Motionを組み合わせた、新たな定量的評価ツールの開発を試みた。

2. 手法

VR技術を実現する機器はいくつもあるが、本研究ではOculus Riftを用いて開発を行った。Oculus Riftは、開発ツールであるUnity上で動作するLeap Motion用のVRパッケージがLeap Motion社により公開されていることにより開発が比較的容易であり、またパッケージが公開されているVR機器の中でも比較的軽く、装着が容易であることから本研究の評価ツールの開発に最適であると考え採用した。

2.1 測定手順

被測定者は、VRによって提示される3次元空間内の立方体の頂点に表示されるターゲットに利き手の人差し指を持っていき、ターゲットの色が変わるのを確認してから手を下ろす。次に測定者がターゲットを消し、被測定者に先ほど指示したターゲットの位置に人差し指の先端を持ってもらう。これをターゲットの位置を変え8回繰り返す(図1)。ターゲットの位置関係を図2に示す。ターゲット

の位置関係は立方体頂点であり、図の数字昇順に測定を行う。

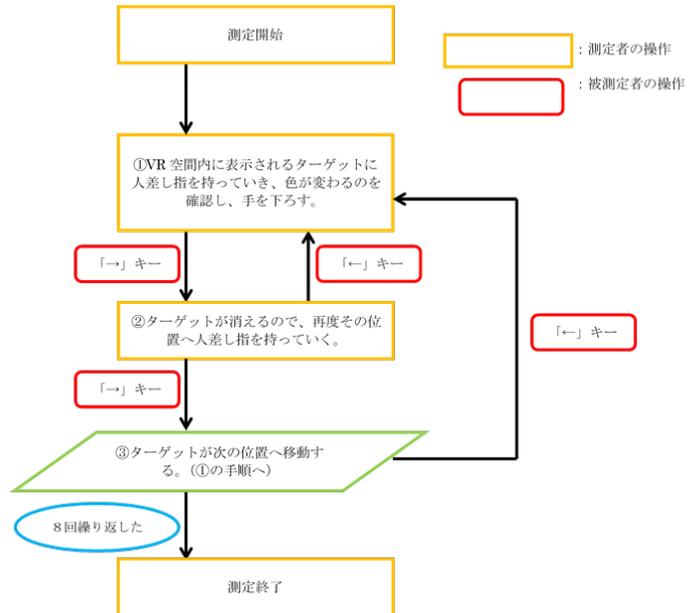


図1 測定手順

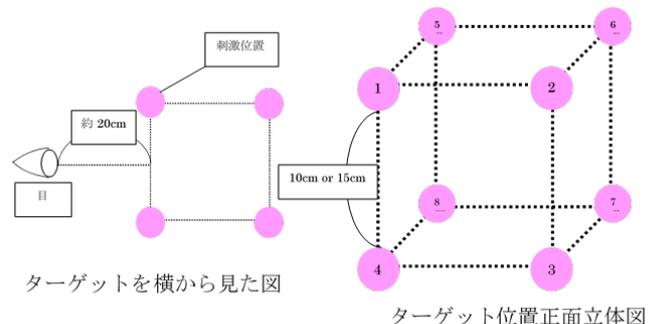


図2 ターゲット位置図

2.2 分析

被測定者の上肢位置感覚を定量化するにあたって、本研究では、ターゲットの座標を真の値とした人差し指座標との距離により判定する。位置感覚を視覚に頼っているほど消えたターゲットを補足することが難しく、ターゲットとの距離が安定しない、もしくは大きい値を示す。逆に、深部感覚が備わっていれば、消去されたターゲットとの距離は短くなると考えられる。

2.3 実装

本研究のシステム概要図を図3に示す。Oculus Riftの要求スペックと持ち運びの観点からゲーミングノートPC

Quantitative evaluation of upper limb position sensation by VR and Leap Motion
Masashi Sugano[†], Kohei Kuroda[†], Shinichi Takabatake[†], Yasuo Naitoh[†], Kazuyo Nakaoka, [†]Osaka Prefecture University

を使用した。また、Leap Motion は専用のアタッチメントでOculus Rift 前面に取り付けている。(図4) 被測定者の人差し指の座標を Leap Motion にて取得し、unity 上でターゲットごとに誤差を算出し、測定データを csv ファイルとして表で出力する。

測定中の画面を図5に示す。図中のピンクの球がターゲットであり、ターゲット上部の数字が測定位置を表している。測定の性質上ターゲットを凝視することになるため、ターゲットの色の補色がターゲット消去時に表れてしまい再現のヒントとなる可能性がある。これを避けるため、背景色とターゲットの色を補色関係にした。

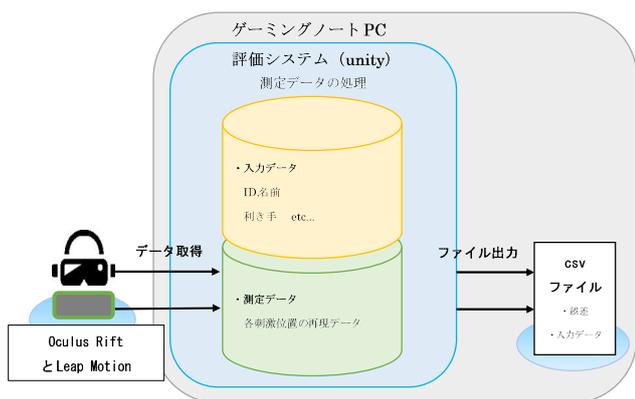


図3 システム概要図



図4 Leap Motion と Oculus Rift



図5 VR空間の被測定者の手とターゲット

3. 評価

3.1 アンケート

本研究では、本評価ツールの有効性の検証のため、臨床経験のある療法士10名を対象に測定者、被測定者両方で体験していただき、アンケートを行った。質問項目と回答平均を表1に示す。質問項目には五段階(5: そう思う~1: そう思わない)で回答していただいた。測定者に対するアンケート結果によると、質問項目1、2、3の平均が4を超えており、質問項目3からVRによる位置感覚測定の必要性がうかがえる。しかし、Oculus Riftの周辺機器などがかさばることからか、質問項目4では比較的低い値が見られた。被測定者のアンケート結果では質問項目1、3、4、5では4を超えており、特に質問項目1が高かった。測定が5分程度で終わるため、VR画面を長い時間見なくてもよい

ことが一つの要因であると考えられる。しかし、Leap Motionの仕様により手指が手の甲で隠れてしまうと手の認識ができない等の要因からか質問項目2は比較的低い値であった。

また、これらの質問とは別に本ツールの応用方法や改善点や問題点を自由記述で回答をしていただいた。応用方法としてはリハビリテーションへの応用についての記述が多くみられ、また数値が具体的に算出されることから能動的なトレーニングとしての応用方法も挙げられた。問題点としては、視力によって画面が見にくいことが多く挙げられた。VRのレンズ調整機能によりある程度裸眼でも視力を補うことができるが、乱視などの場合は補うことができず画面がぼやけてしまうものと考えられる。

表1 測定者用(上)と被測定者用アンケート(下)

質問項目 (測定者用)	回答平均
1 操作方法は分かりやすいですか。	4.6
2 上記の能力の測定方法として適切ですか。	4.4
3 上記の能力を図るためにVRは必要ですか。	4.3
4 持ち運びなどの利便性は良いですか。	3.4

質問項目 (被測定者用)	回答平均
1 VR酔いはなかったですか。(なければ5)	4.9
2 手の操作はしやすかったですか。	3.9
3 画面は見やすかったですか。	4.1
4 測定方法は分かりやすかったですか。	4.7
5 ストレスなく測定を終えることができましたか。	4.6

4. おわりに

本研究ではVRとLeap Motionを用いた上肢位置感覚測定ツールの開発を行った。本ツールの実用可能性が明らかになった一方、問題点も明らかとなった。今後はさらなるデータ収集と検証、改善を行う。

参考文献

- [1] 末松英文ほか, "脳卒中片麻痺における感覚障害の出現頻度と特徴及び歩行能力・ADLへの影響" 神大医保険紀要第14巻, pp35-40, 1998
- [2] 福武 敏夫, "母指探し試験・母趾探し試験-古くて新しい鋭敏な深部感覚検査法," 脊椎脊髄ジャーナル10巻6号, pp. 569-573, 2016