

仮想筋電義手の開発に関する研究

河合 将暉 指導教官 戸崎 哲也

1 はじめに

上肢切断者が筋電義手を装着する際、自在に扱うことができるように訓練を行う必要があり、VR シミュレータを用いた訓練効果については先行研究 [1] で検討されている。本研究では、仮想筋電義手 3D モデル (VH:Virtual Hand) のリアリティによる訓練効果に着目し 3D スキャナで取り込んだ VH を用いた VR トレーニングシステムを構成し、その見た目によって訓練効果に変化があるかを評価することを目的とする。インタフェースを実際の上肢切断者にも使用可能にするため、筋変位センサである FirstVR を用いて VR トレーニングシステムの構成およびその評価を行った。

2 解説

2.1 FirstVR

FirstVR[2] とは、H2L 株式会社が提供する筋変位 VR コントローラである。コントローラに搭載されているセンサとしては、3 軸ジャイロセンサ、3 軸加速度センサ、3 軸磁気センサ、14 チャンネルの光学筋変位センサが搭載されている。対応している OS は iOS/Android OS に対応しており、OS との通信は BLE 通信で行われている。

2.2 ジェスチャ認識

FirstVR ではジェスチャを認識することができ、その方式として、特定のジェスチャをしている状態の筋変位値を閾値とすることで、何もしていない状態とジェスチャを行っている状態を区別して認識している。

3 研究内容

3.1 FirstVR の性能評価手法

本研究で構成するシミュレータの入力感度を検証するため、実験協力者として電子工学科 5 年生の学生 31 名 (男性 26 名: 女性 5 名) を対象に以下の手順で FirstVR の評価を行う。また、ジェスチャ状態は物体保持のアニメーションと同期させるため、じゃんけん

のグーのジェスチャを学習させる。FirstVR で筋変位を測定した 14 チャンネル光変位センサの測定値を用いてジェスチャ認識の精度を確認するため、各実験協力者・各 sample 数ごとの評価指標として総変化量 X を定める。総変化量の算出は測定回数 $s = 5$ 、チャンネル数 $r = 14$ としてジェスチャ状態で測定した筋変位センサの値を M_{sr} とジェスチャしていない状態の筋変位センサの値 N_r とすると式 1 と示すことができる。この評価指標を用いて各 sample 数ごとに分散を調べ、最適な sample 数の検討を行う。

$$X = \frac{1}{5} \sum_{s=1}^5 \sum_{r=0}^{13} |N_r - M_{sr}| \quad (1)$$

3.2 シミュレータの構成

Blender で処理した VH を Unity にインポートし、入力インターフェースとしてキーボード・マウスを用いる PC 版と、FirstVR を用いる iOS 版の 2 種類を構成した。図 1 にシミュレータの構成図を示す。

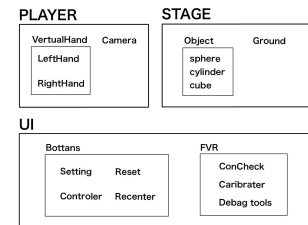


図 1: シミュレータ構成図

3.3 シミュレータの定性評価手法

電子工学科 5 年生の男性 11 名に協力していただき、PC 版シミュレータと iOS 版シミュレータの 2 種類の操作説明を説明した後、5 分程度体験してもらい、各シミュレータにおいての没入感、操作性、応答性の 3 項目について 6 段階リッカート尺度を用いた定性評価アンケート調査を行う。評価点数が高いほどそれぞれの項目において高得点の評価となるように設定し、調査結果に対して分析を行う。

4 研究結果

FirstVR の性能評価用アプリケーションの構成を図 2 に示す。



(a) ジェスチャ未判定時 (b) ジェスチャ判定時

図 2: FirstVR 性能評価用アプリケーションの構成

10 回以上誤検知が起きている実験協力者のデータでは特定の sample 数によらずに誤検知が発生しているため, sample 数によるジェスチャ認識率のデータ含めしまうとノイズによってデータが正しく求められないため除外した. 各 sample 数における総変化量の分散を図 3 に示す.

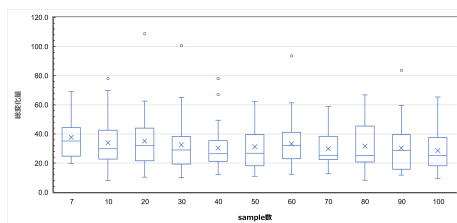
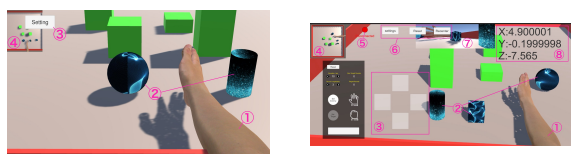


図 3: sample 数ごとの総変化量分散

図 3 より, 標本分散は sample70 が最も小さく, 次いで sample7 が分散が少なくなっていることがわかる. ここで, sample 数 7, 70, 100 以外のデータは分散がこの 3 種類よりも比較的大きく, 外れ値も含んでいるため, 安定して動作していると考えにくい. また, この 3 種類の中で最もシミュレータに対する負荷が小さいデータとして sample7 を選定した.

4.1 シミュレータの構成

PC 版シミュレータの画面構成を図 4 に示す.



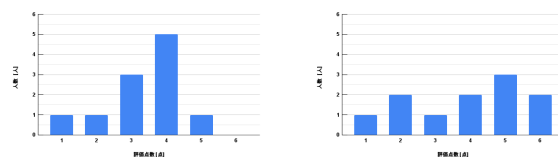
(a) 通常時の構成 (b) メニュー起動時の構成

図 4: シミュレータの実行画面

4.2 シミュレータの定性評価

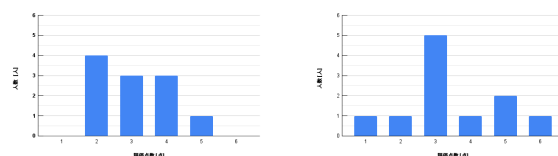
PC 版ではキーボード・マウスを入力インターフェースとしているため, 学習などは必要なく, 基本的な操作説明のあとにシミュレータを評価した. iOS 版では iPhone にシミュレータを表示させ, FirstVR のジェスチャ認識機能によってじゃんけんのゲームの状態を学習することでオブジェクト保持ができる. この

学習が終了してから約 5 分間シミュレータを評価した. 次に, アンケート調査の結果を図 5~7 に示す.



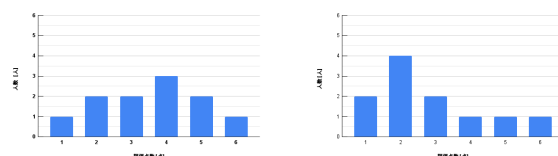
(a) PC 版アンケート結果 (b) iOS 版アンケート結果

図 5: 没入感の評価比較



(a) PC 版アンケート結果 (b) iOS 版アンケート結果

図 6: 操作性の評価比較



(a) PC 版アンケート結果 (b) iOS 版アンケート結果

図 7: 操作遅延の評価比較

5 おわりに

本研究では PC 版のシミュレータと iOS 版のシミュレータの 2 種類を作製し, 健康者に体験してもらい, その定性評価を行うことで FirstVR を用いたシミュレータの方が没入感が高い傾向があることを示した. しかし, 操作性の点では多少の優位性を得ることができたが, 装着者各個人による評価点の分散が大きことが課題となった. また, 遅延に関しても PC 版の方が遅延が少ないという課題点も見つかった. そのうえ, 表示するモニターの違いで没入感が違ったという意見も挙げられており, 実験方法を再検討する必要がある.

参考文献

- [1] H2L.Inc., Tokyo106-0032, Japan; satoshi.hosono@h2l.jp
- [2] Tamon Miyake, et al. "Gait Phase Detection Based on Muscle Deformation with Static Standing-Based Calibration". MDPI. 2021 Feb