

## 仮想空間でのハンドトラッキングを用いた筆記システムの構築 Construction of Writing System Using Hand Tracking in VR

柴田 凌輔<sup>†</sup>      中井 満<sup>†</sup>  
Ryosuke Shibata   Mitsuru Nakai

### 1. はじめに

近年、仮想空間を利用したコミュニケーション手段が開発されており<sup>[1]</sup>、手書きの図や文字を用いると意図の伝達が正確に行えるという研究報告がある<sup>[2]</sup>。仮想空間でより直感的に没入するためには書く動作も現実の書き方に近い方がよいと考える。そこで本研究では、仮想空間での仮想ホワイトボードを用いた筆記システムを構築し、筆記具や筆記面の条件が筆記に与える影響を報告する。

### 2. 仮想ホワイトボードの概要

仮想ホワイトボードは、空中に筆記面と人差し指を使用して筆記が行えるシステムである。図 1 に仮想ホワイトボードシステムの概要を示す。仮想空間上のホワイトボードに見立てた平面に指を使って線を引くことができるシステムである。システムのハードウェアは HMD の Oculus Rift S とハンドトラッキングデバイスの Leap Motion、ソフトウェアはゲームエンジンの Unity で構成されている。

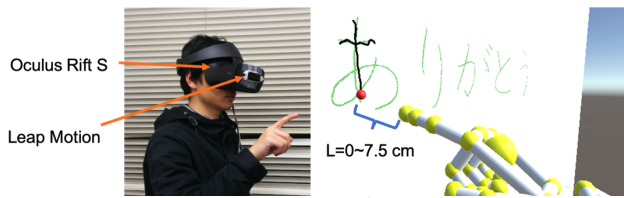


図 1 : 仮想ホワイトボードの概要

#### 2.1 筆記の流れ

筆記の流れを図 2 に示す。筆記者はシステムを開始して仮想空間上の Leap Motion より取得された人差し指の先端から  $L$  cm 先に取り付けたプロッター P (球) で、仮想空間上にあるホワイトボードに対してプロッターを押し付けると指先からプロッターまでの線分とホワイトボードの交点を筆点 C として線を描画する。

#### 2.2 線の描画方法

Unity での線の描画には Mesh を利用する。Mesh は三角形や、四角形の平面の集合である。Mesh を作成するためには、三角形を構成するための Vertex と、頂点を結ぶ順番を指定する Index と、三角形の平面に画像を貼り付けるための uv を設定し、値を Mesh Filter にまとめ Mesh Renderer に渡すことで線をレンダリングできる。

### 3. なぞり書きによる評価実験

筆記面のプロッターの長さによる筆記への影響を明らかにすることを目的とした。「ありがとう」のお手本文字を

<sup>†</sup> 富山県立大学 Toyama Prefectural University

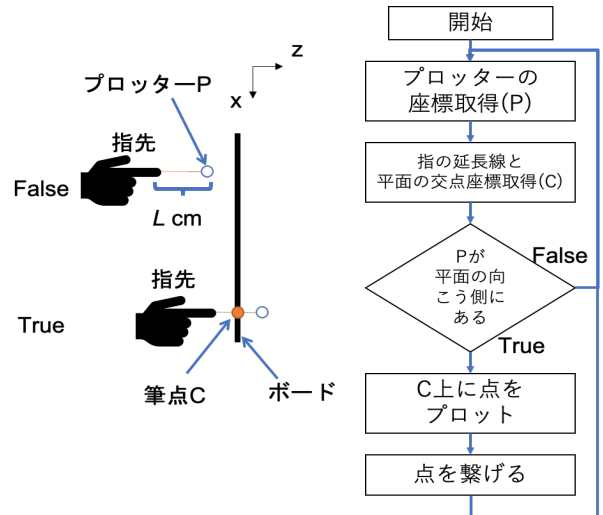


図 2 : 筆記の流れ

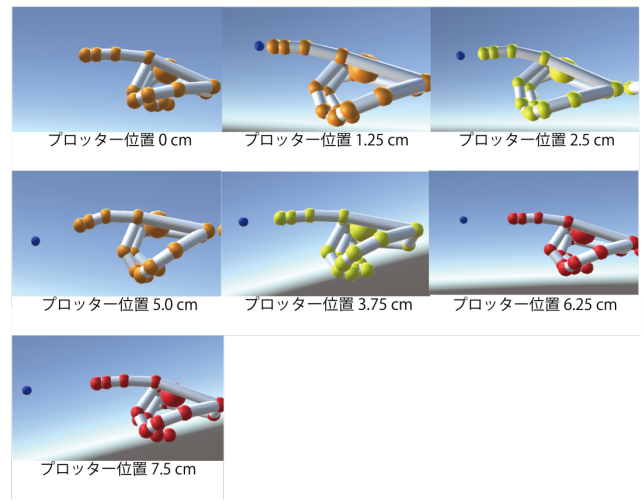


図 3 : プロッターの位置

10 人の被験者になぞらせ、課題達成時間と筆跡誤差を求めた。また、アンケートでは「Q1:速くスムーズに書けたか」、「Q2:書き損じは少なかったか」、「Q3:書くことに集中できたか」の三項目について 5 段階評価で回答してもらった。最後に被験者に一番よい条件を選んでももらった。比較条件として、プロッターの位置を変えた。プロッターの位置は図 3 に示すように人差し指の先端 0 cm から 1.25 cm 刻みで 7.5 cm まで変更した。これをランダムに提示し、全通りの試行を 1 セッションとし 3 セッション収集した。

#### 4. なぞり書きによる実験結果

各被験者の 1 回目のセッションには慣れるまでの影響が見られたので 2 回目と 3 回目のセッション (合計 20 セッション) を分析に用いた。

プロッターの位置を変えたときの誤差を図 4 に示す。一番誤差の小さかったのは、指先 1.25 cm (誤差 0.271 cm) のときであり、プロッターの位置が長くなるほど、誤差が増加した。誤差について一元配置分散分析を行った結果、 $p$  値は  $p < 0.001$  で有意差が見られた。Tukey 検定を行った結果 0 cm および 1.25 cm は 7.5 cm と比べ  $p < 0.05$  で有意差があった。また、達成時間には有意な差がなかったのでグラフは割愛するがいずれも 19 秒程度であった。

アンケート結果を図 5, 図 6, 図 7 に示す。Q1, Q2, Q3 ともにプロッターの位置が 0 cm, 1.25 cm のときに「良い」と「まあまあ良い」を合わせた好意的な回答が 8 割程度であった。プロッターの位置が 2.5 cm 以降は好意的な回答が徐々に減っていき、7.5 cm のときには好意的な回答が 2 割程度になった。

プロッターの位置の条件で被験者が一番良い感じた条件を図 8 に示す。被験者が一番多く選んだ条件は、プロッターの位置が 0 cm のときであった。したがって、プロッターの位置が短いほど被験者は良いと感じていることが分かった。正確な筆記を行う際には指先からプロッターの距離がなるべく離れないことが必要である。

#### 5. まとめ

本研究では仮想ホワイトボードのための筆記システムを開発した。指先のプロッターの位置 1.25 cm のときが一番誤差が小さく、被験者が一番良かったと感じた条件は 0 cm のときであることが分かった。今後の課題として、自由筆記を行った場合の評価を行う必要がある。

#### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 17K00275 の助成を受けて行った。

#### 参考文献

- [1] Synamon Inc.: NEUTRANS BIZ, < <https://neutrans.space/> >, 2020 年 6 月 18 日アクセス
- [2] 久木元 伸如, 江原 康生, “没入型共有 VR 空間での遠隔協調作業における手書き注釈 付与を用いた思考支援に関する実験的検証”, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No. 6 (2007).

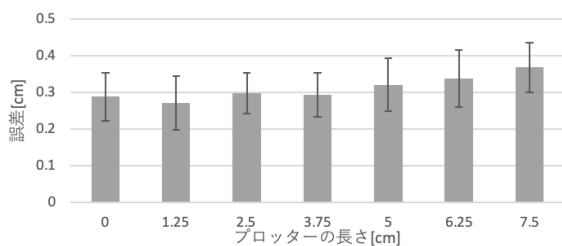


図 4 : プロッターの位置と誤差の関係

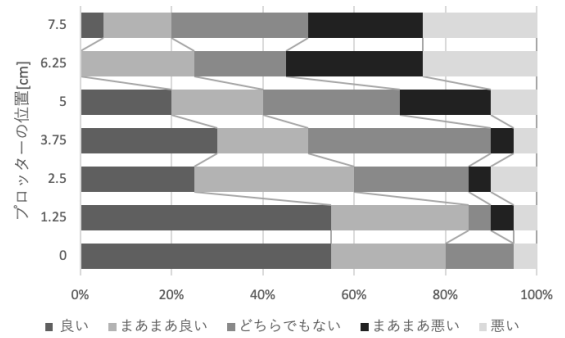


図 5 : Q1:速くスムーズに書けたか

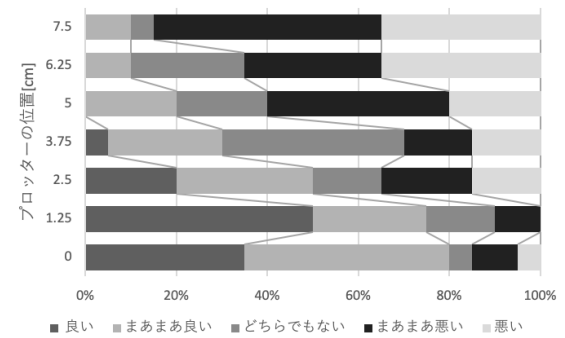


図 6 : Q2:書き損じは少なかったか

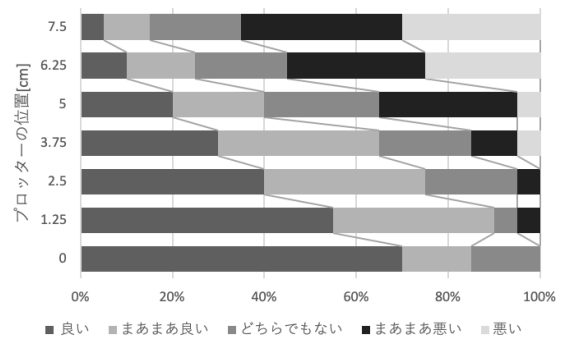


図 7 : Q3:書くことに集中できたか

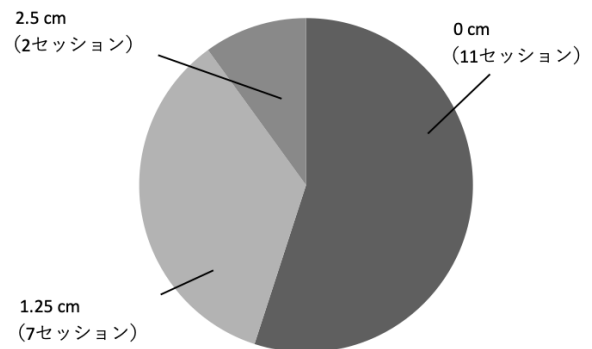


図 8 : 一番良かったプロッターの位置