

片手持ち VR コントローラのための日本語入力 UI の提案

竹永正輝^{†1} 橋本直^{†1}

VR アプリケーション用の日本語文字入力 UI について提案する。提案手法では、ジャイロセンサとタッチパッドを搭載した片手持ちコントローラを使用する。入力方式として、ポインティングとフリック入力を組み合わせた方法、ポインティングと手首の回旋を組み合わせた方法、円状に並べられたキーをタッチパッドで入力する方法の3種類を提案する。提案手法について入力時間と文字入力精度を評価した結果について報告する。

1. はじめに

バーチャルリアリティ (VR) 用のコントローラとして、ジャイロセンサとタッチパッド、2~3個のボタンを搭載した片手操作型のものがある。このタイプのコントローラは、手首のひねりと指先の動作によってポインティングや決定の操作を行うことができ、VR空間内での動画鑑賞におけるメニュー選択やタイトル検索などの目的で使用される。片手持ち VR コントローラで利用できる日本語入力の方法として、五十音表による入力や QWERTY 配列のキーボードを用いてローマ字入力を行う方法があるが、選択対象が多いため小さなキーを正確に狙うことは難しい。そのためキーボードのデザインと選択方法を工夫し、キーの数を減らすアプローチをとった。本研究ではポインティングとフリック入力を組み合わせた方法 (Pointing and Flick: PF 法)、ポインティングと手首の回旋を組み合わせた方法 (Pointing and Rotation: PR 法)、円状に並べられたキーをタッチパッドで入力する方法 (Dial and Touch: DT 法) の3種類を提案する。本稿では、各手法について説明し、入力時間と文字入力精度を評価した結果について報告する。

2. 関連研究

2.1 VR における文字入力手法

VR での文字入力手法には様々なものが提案されている。Speicher ら[1]は VR 環境上にて6種類の文字入力手法の性能比較を実施している。QWERTY 配列のキーボードを入力する際に6手法において最も性能の良い手法は、コントローラによりキーをポインティングして選択する手法 (CP 法) であると述べている。柳原ら[2]はキューブキーボードを用いて3次元的なストローク入力を行っている。カーソルの移動速度からキーを選択する手法と軌跡から単語予測を行う手法を比較した結果、単語予測の方が優れた結果を示した。福仲ら[3]は日本語入力において、空中にあるフリックキーボードを人差し指で操作する手法と、CP 法をもとにローマ字入力を行う手法の性能比較を実施している。その実験の結果として、人差し指によるフリック入力手法は CP 法をもとにローマ字入力を行う手法に比べ、同等以上の

速度で入力ができる一方、誤入力の頻度が高かったと述べている。

本研究では片手持ち VR コントローラで利用できる日本語入力手法を作成し、検証を行った。本研究で提案する PF 法、PR 法は CP 法をもとにした方式である。

2.2 タッチパネルにおける文字入力手法

タッチパネルの文字入力手法において、フリック操作を用いる手法には様々なものが提案されている。安福らは、キーの数を最小化したフリックキーボードを提案している[4]。この手法では、上下左右へのフリック入力に加え、隣接するキーへスライドを行うことでキーを切り替えてフリック入力を行うことができる。No-look Flick[5]では、スクリーンを3領域 (2種類の母音選択領域、1種類の子音選択領域) に分割している。子音選択領域でフリックすることで子音選択し、その後母音選択領域でフリックすることで母音選択を行う文字入力方式である。BubbleFlick[6]は環状に並んだ文字をタッチするとその周りに当該行の文字が放射状に表示され、対象文字の方向へフリックすることで文字を入力する。この手法と同様に、本研究で提案する DT 法では、外周で行を選択する方式を採用した。

3. 提案手法

片手持ち VR コントローラのための日本語入力手法として、以下の3種類の手法を提案する。各手法は Oculus Go のアプリケーションとして Unity2018.1.6f1 で実装を行った。

3.1 Pointing and Flick (PF 法)

PF 法はスマートフォンで用いられているフリック入力をベースにした手法である。フリックキーボードの外観を図1に示す。コントローラからポインタが出力されており、眼前にはフリックキーボードが表示されている。フリックキーボードの文字の割り当ては POBox Plus のテンキー1)と同様である。コントローラによりキーをポインティングすると行が選択でき、タッチパッドに触れることで行を確定する。タッチパッドから指が離れる際に指の移動量を取得し、その移動方向で段を指定する。例えば「ぎ」を入力したい場合は、フリックキーボードの「か」にポインタを当てる。ポインタを当てたままタッチパッドに触れ、か行の

^{†1} 明治大学

1) “POBox Plus” <https://www.sonymobile.co.jp/ad/menu/poboxplus/index.html> (参照 2019-08-02)

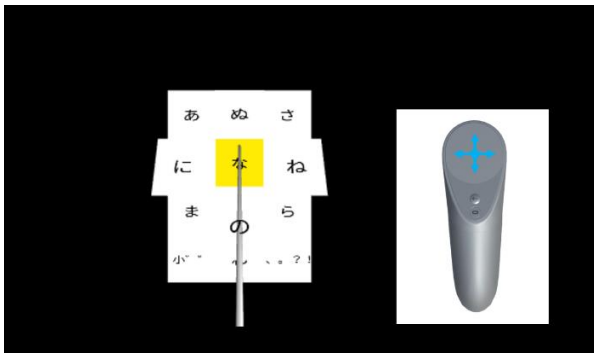


図 1 Pointing and Flick (PF 法)

キーボードを出現させる。コントローラのタッチパッドを左向きにフリックすることで「き」を入力する。その後フリックキーボード左下の変換キーにポインタを当て、タッチパッドをタップすることで「ぎ」に変換を行う。

今回実装に使用した Oculus Go のコントローラでは、タッチパッドのタッチ位置を縦軸・横軸それぞれ-1.0~1.0 の範囲で取得できる。文字の段を変化させるための指の移動量は各軸方向で 0.35 とした。各キーの大きさは縦横 20cm に設定し、キー同士の間隔はサイズ縮小のために空けなかった。

3.2 Pointing and Rotation (PR 法)

PR 法はコントローラの 3 軸姿勢センサを利用した手法である。PR キーボードの外観を図 2 に示す。コントローラからポインタが出力されており、眼前には PR キーボードが表示されている。PR キーボードの文字の割り当てはフリック入力と同様であるが、段選択 UI は扇状に逆時計回りで表示される。なお、ユーザが左利きの場合は時計回りに表示する。ポインティングで選択した文字はボタンまたはタッチパッドを押し込むことで行を選択し、離すことで入力される。決定の際にコントローラのロール回転を取得し、その傾きで段を指定する。例えば「ぎ」を入力したい場合は、PR キーボードの「か」にポインタを当てる。ポインタを当てたままボタンまたはタッチパッドを押し込むことでか行のキーボードを出現させる。右利きの場合、逆時計回りに手首を回転させて「き」まで選択を行う。指を放して「き」を入力する。その後ポインタを PR キーボード左下の変換キーに当て、タッチパッドを押し込んで「ぎ」に変換を行う。

今回の実装では、段選択 UI の配置は図 3 のようにした。各キーの大きさは縦横 20cm に設定し、キー同士の間隔はサイズ縮小のために空けなかった。

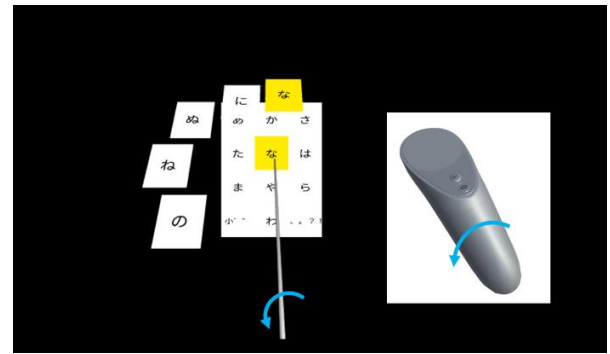


図 2 Pointing and Rotation (PR 法)

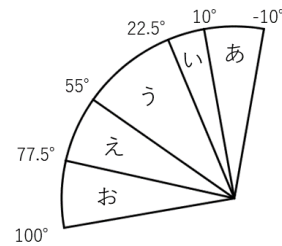


図 3 PR 法段選択角度

3.3 Dial and Touch (DT 法)

DT 法はコントローラのタッチパッドを利用した手法である。タッチパッド上における指の接触位置によってキー選択を行う。DT キーボードの外観を図 4 に示す。このキーボードは、BubbleFlick[6]の Dial&Flick インタフェースと同様に、外周で行を選択する。できる限り外円の音数を減らすため、句読点はわ行に割り当てた。タッチパッドに触れることで行を指定する。外円を選択すると内円の文字が対応して切り替わり、打つ文字まで指をスライドさせて離すことで入力を行う。タッチパッドに触れていない状態では、内円に濁音・半濁音・促音のキーが表示されており、文字入力後にそれらをタップすれば変換を行うことができる。例えば「ぎ」を入力したい場合は、タッチパッドの外円に触れて「か」まで指をスライドさせる。このとき内円の文字はか行に変化する。そのまま「き」まで内側に指を滑らせ、指を放し文字入力を行う。その後内円をタップすることで「ぎ」に変換を行う。

今回の実装において、各キーに対応するタッチパッド上の領域は図 5 のようになっている。選択しやすくするために、内円のキーに対応する領域は、外円よりも大きく設定している。なお、画面上に表示される各キーの大きさはすべて縦横 10cm に設定した。

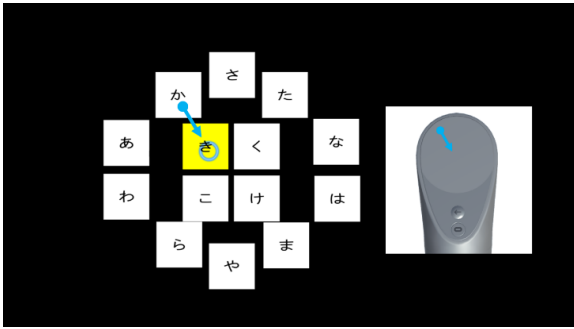


図 4 Dial and Touch (DT 法)

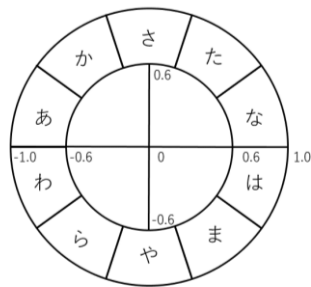


図 5 タッチパッドにおける DT キーボード領域

4. 実験

評価実験として、提案手法である PF 法, PR 法, DT 法の 3 種類と既存手法である五十音表による入力の比較を行った。

4.1 実験環境

研究室において、参加者に椅子に着席させた状態で実験を行った。デバイスには、Oculus Go と付属の片手持ちコントローラを使用した。実験中、実験者は説明のために参加者のそばに待機した。また、実験者はヘッドマウントディスプレイ (HMD) に提示している映像をモニタリングし、システムの動作確認と操作している様子の観察を行った。HMD に提示している映像のキャプチャには `scrcpy2` を使用した。

4.2 実験条件

情報系の大学生 5 名 (21~24 歳, 男性:3 名, 女性 2 名) を対象に実験を行った。参加者全員が右利きであり, 5 名中 2 名は日常的に VR での映像鑑賞目的で Oculus Go を利用していた。また, 5 名中 3 名は日常的にスマートフォンでフリック入力を行っていた。

VR 空間の外観を図 6 に示す。四方は壁に囲まれている。中央下部に評価対象のキーボードが表示されており, 中央上部のパネルには練習課題の文字列と入力中の文字列が表示される。文字消去のためのボタンはコントローラのトリガーに設定した。VR 空間内で参加者からキーボードまで

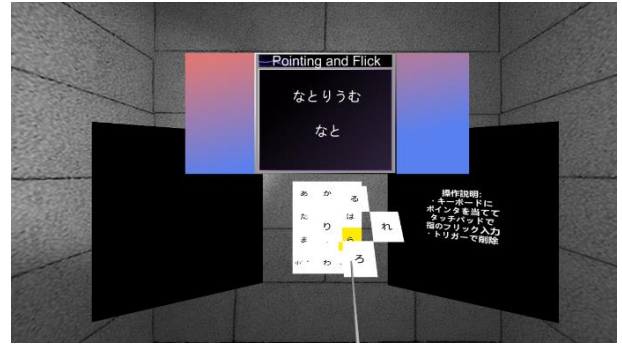


図 6 VR 空間の外観

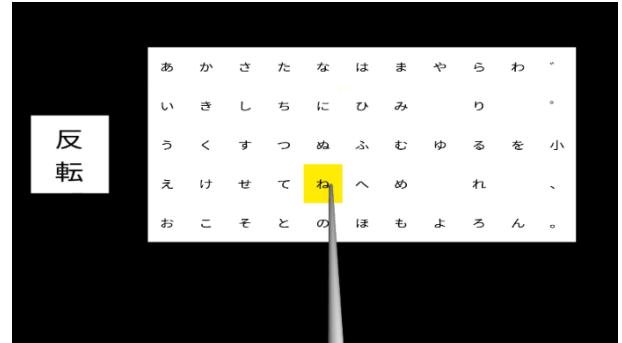


図 7 五十音入力方式

の距離は 1.5m とした。

比較のために作成した五十音表入力法について説明する。本手法はポインティングによって五十音表のキー選択を行う手法である。五十音表キーボードの外観を図 7 に示す。コントローラからポインタが出力されており, 眼前には五十音表キーボードが表示されている。ポインティングで選択した文字はボタンまたはタッチパッドを離すことで入力される。五十音表の配置には, 左を各行としたものと右を各行としたものがあり, 一般的に統一されていない[7]。そのため入力しやすい方を使えるように画面左側に左右反転ボタンを設置し, 実験時はどちらか一方の配置に固定して入力を行った。どちらの配置にするかは参加者に選択させた。各キーの大きさは縦横 10cm に設定し, キー同士の間隔はサイズ縮小のために空けなかった。

4.3 実験手順

実験は参加者内比較とし, 各参加者に 4 種類すべての入力手法を体験させた。各条件において, 入力手法の説明を行った後, 練習として 5~6 文字の単語または 1 文節を転写するタスクを 3 分間行った。その後, 本番のタスクとして山崎ら[8]が評価実験に使用した 4 種類の単語と 1 文を入力させた (表 1)。各文字列において, 入力にかかった時間とエラー回数を記録した。実験終了後に, 最もやりやすかった入力手法や改善点などについてインタビューを行った。実験は順序効果をなくすために入力手法の順序を参加者ごとに変えて実施した。

2) “Scrcpy”. <https://github.com/Genymobile/scrcpy> (参照 2019-08-02)

表 1 評価実験に使用した文字列

1	ほうれんそう
2	とうもろこし
3	あすばらがす
4	ばいナップる
5	きょうは、いいてんきだ。

入力性能の評価には、1 分間あたりの単語入力速度 (Word Per Minute: WPM) と正誤率を算出する。WPM と正誤率の算出式を以下に示す。

$$\text{単語入力速度} = \frac{(\text{入力した文字数}) - (\text{削除回数})}{\text{入力時間}} \times 60 [\text{WPM}]$$

$$\text{正誤率} = \frac{(\text{入力した文字数}) - (\text{削除回数})}{\text{入力した文字数}} [\%]$$

入力文字数は、ひらがな 1 文字で 1 文字とカウントした。

4.4 結果

4 条件の入力時間の平均、WPM の平均、正誤率の平均をそれぞれ図 8、図 9、図 10 に示す。すべての入力文字において五十音表入力法と PF 法が 20WPM 以上かつ 70%以上の正誤率となっており、両者はほぼ同等の入力性能を示している。

5. 議論

PF 法では「ん」を入力するとき、手首を下に倒しながらタッチパッドを上向きにフリック操作を行う。この姿勢はコントローラの把持が難しいため、ポインタがずれてしまい誤入力が発生することが多かった。改善法としてキーボードの表示位置を上にならすか、文字の段を変化させるための指の移動量を小さくする必要がある。PR 法では、あ段を入力する際に手首の軽度の傾きから、い段を誤入力していた参加者がいた。角度をさらに調整することで入力精度の向上が期待できる。DT 法では、操作方法への理解が不十分な参加者が見受けられた。一方で「タッチパッドだけで入力が行えるため、手首を楽にして入力を行えた」と述べた参加者もいた。

実験後にどの入力手法が一番やりやすかったかどうかについて、インタビューを行った。回答を表 2 に示す。

参加者は入力性能が良かったものが一番やりやすかったと答えた傾向があるものの、完全に一致したわけではなかった。インタビューを受けて回答理由を尋ねたところ、以下の結果が得られた。

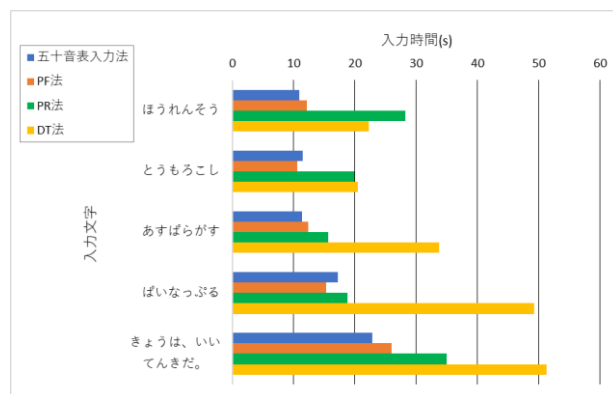


図 8 参加者 5 人の入力時間(s)の平均

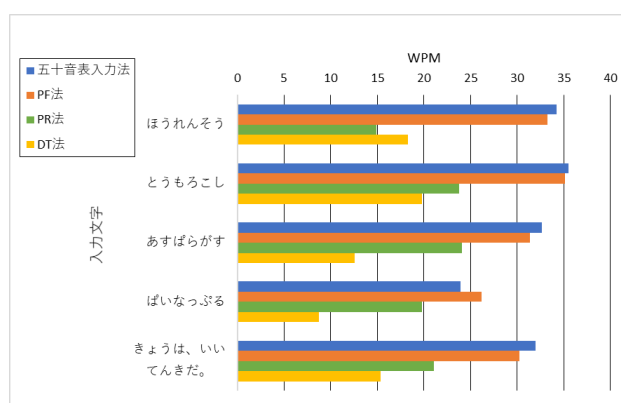


図 9 参加者 5 人の WPM の平均

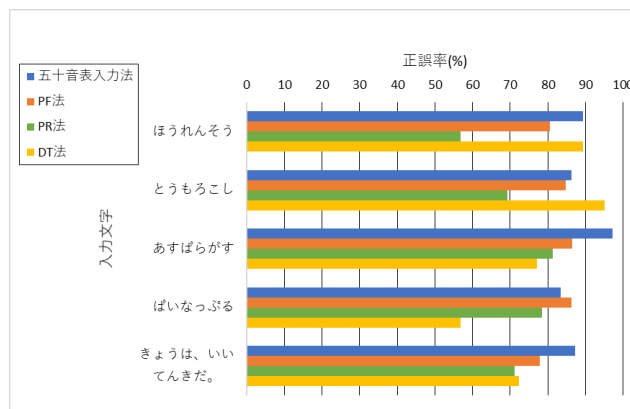


図 10 参加者 5 人の正誤率(%)の平均

表 2 参加者の最大 WPM 手法とやりやすい入力手法の比較

参加者	入力性能が最も良かった手法	WPM	やりやすい入力手法	WPM
A	五十音表	36.57	五十音表	36.57
B	PF 法	41.68	PF 法	41.68
C	五十音表	29.99	PR 法	18.57
D	五十音表	39.30	五十音表	39.30
E	PF 法	37.64	DT 法	19.54

- 普段から HMD でポインタ選択を行っているため入力に慣れている。(参加者 A)
- スマートフォンをフリックの感覚で入力できるため。(参加者 B)
- 手首の回転を覚えていればうまく入力できそうである。(参加者 C)
- 手首を使う必要がないことがよい。(参加者 E)

6. おわりに

片手持ち VR コントローラで使用できる日本語入力方法として、五十音表入力法に加え、PF 法、PR 法、DT 法を提案し、入力速度、正誤率に関する評価実験を行った。結果は五十音表入力法、PF 法で同程度の WPM、正誤率を示した。

今後は得られた結果をもとに UI の改善を行い、今回同様の入力速度、正確性に加えて操作感などの評価をする予定である。

参考文献

- 1) Marco Speicher, Anna Maria Feit, Pascal Zieler, Antonio Krüger. Selection-based Text Entry in Virtual Reality. CHI 2018, 647p
- 2) 柳原直貴, 志築文太郎, 高橋伸. 3次元ストロークを用いた文字入力手法. HCI, 2019.
- 3) 福仲伊織, 謝浩然, 宮田一乗. VR 環境におけるフリック入力形式インタフェースの開発. HCI, 2019.
- 4) 安福和史, 中村喜宏. キーの数を最小化したスマートウォッチ向け文字入力方式の提案. 情報処理, 2018. no.4, p.360-361.
- 5) 深津佳智, 志築文太郎, 田中二郎. No-look Flick: 携帯情報端末のタッチパネルにおけるアイズフリーな片手文字入力システム. WISS, 2012.
- 6) Takaki Tojo, Tsuneo Kato, Seiichi Yamamoto. BubbleFlick: Investigating Effective Interface for Japanese Text Entry on Smartwatches. MobileHCI, 2018, p44:1-12
- 7) 小林夏子. 日本語入力におけるかな 50 音表の配列. 千葉大学卒業論文, 2007.
- 8) 山崎宏樹, 渡辺大地. 両手の動きによる母音と子音の組み合わせを用いた仮名文字入力手法の研究. 東京工科大学卒業論文, 2017.