

2017年度 卒業論文

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

指導教員：渡辺 大地 准教授

メディア学部 ゲームサイエンス プロジェクト
学籍番号 M0114454
山崎 宏樹

2018年3月

2017年度 卒業論文概要

論文題目

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

メディア学部

学籍番号：M0114454

氏名

山崎 宏樹

指導
教員

渡辺 大地 准教授

キーワード

Leap Motion、文字入力、仮名文字、ハンズフリー、ジェスチャー

近年普及し始めた仮想現実と複合現実における文字入力手法は様々な手法がある。その多くは手に機器をつけるか手で機器を持った状態での入力方法である。これらの入力手法は機器を装着する煩わしさや機器が大きく変わったとき、入力方法も変わる可能性があることが問題点として挙げられる。本研究では機器を装着したり手で持った状態ではなく、ハンズフリーで手の動きによって文字入力を行う手法を提案する。既存の VR コントローラの仮名文字入力手法をハンズフリー版にする際に発生する問題点である、コントローラのボタンを手のジェスチャーに割り振った手法を実装した。本研究で対象とする入力可能な文字は仮名文字とし、50音全ての文字が入力可能な手法を提案する。また、本研究では手の角度と指の開閉によって母音と子音をそれぞれ選択する手法を提案する。右手の角度で子音を選択し、左手の指の開閉で母音を選択することで、選択された母音と子音の組み合わせによって文字を入力する。手の角度や指の開閉といった必要最低限の手の動きによる入力は、手の動作量が少ないため高速な入力手法になると考えた。手の動きを認識するために Leap Motion を用いた。評価実験として、対象的な空中ポインティング手法と比較し検証を行った。実験は、被験者に両手法とも入力を行ってもらい、入力速度と正誤率を記録した。その結果、本手法より空中ポインティング手法の方が入力速度・正誤率ともに高く、本手法の実用性を証明することはできなかった。実験より、指の可動域が人によって違うことが問題点として発覚し、本手法は一般的でないため改善の必要があることがわかった。一方で、本手法を習熟していた場合、本研究の目的である必要最低限の手の動きによって高速な文字入力を行うことができた。

目次

第1章	はじめに	1
1.1	研究背景と目的	1
1.2	本論文の構成	5
第2章	研究手法	6
2.1	手法説明	6
2.2	子音の選択方法	6
2.3	母音の選択方法と50音の入力方法	8
2.4	特殊な文字	9
2.5	文字削除	10
第3章	検証内容と結果	11
3.1	仕様検証	11
3.2	実証実験	12
3.2.1	空中ポインティング手法	13
3.2.2	実験内容	14
3.2.3	評価単位の定義	15
3.2.4	実験結果	15
3.2.5	考察	17
第4章	終わりに	20
	謝辞	22
	参考文献	23

目 次

1.1	Leap Motion の外観	2
1.2	Leap Motion を用いた文字入力インタフェースにおける文字選択手法	3
1.3	Leap Motion を用いた文字入力方法の提案	4
2.1	子音の選択表示	7
2.2	切り替えた際の表示	7
2.3	具体的な角度	7
2.4	母音の選択表示	8
2.5	人差し指を曲げた状態	8
2.6	実際の入力画面	9
2.7	入力補助の表示	9
3.1	空中ポインティング手法の実行画面	13
3.2	空中ポインティング手法の文字配置を反転させた時	14
3.3	被験者 14 人の入力速度の平均	16
3.4	筆者の入力速度	18

表 目 次

2.1	本手法の特殊な割り振り	10
3.1	一般的な 50 音表	12
3.2	本手法で入力可能な濁点と半濁点と小文字と句読点と読点	12
3.3	両手法による「ほうれんそう」の入力時間と正誤率	16
3.4	被験者 14 人の入力時間の平均と正誤率の平均	17
3.5	筆者の入力時間と正誤率	18

第 1 章

はじめに

1.1 研究背景と目的

VR 元年 [1] と呼ばれる 2016 年以降、PS VR[2] などヘッドマウントディスプレイが普及し始め仮想現実や複合現実是一般に周知してきている。仮想現実や複合現実にはゲーム以外にも医療や教育、エンターテインメントにも応用が期待できる。実際に医療の現場では手術のシミュレーションなどに使われている事例がある。東京大学は VR を用いた新しい幻肢痛治療 [3] のシステムを開発し、幻肢痛患者の痛みの改善することができたという研究結果もある。今後も仮想現実や複合現実には様々な分野で用途が増えると予想する。

仮想現実や複合現実での文字入力手法は、手に機器をつけるか手で機器を持った状態での入力方法が多い。「TAP Strap Keyboard」[4] は機器に片手の各指を入れ、その動作で文字入力を行うことができるデバイスである。同時に動かす指の違いでアルファベットを入力することができる。「VR 日本語入力」[5] は Oculus Touch[6] という VR 向けコントローラを用いて、日本語入力を行うシステムである。コントローラの角度によって文字を選択し、ボタンを押すことで決定する。コントローラの角度による文字選択は正確で使用者の狙った文字を選択できる。しかしこれらの入力手法は、機器を装着するわずらわしさや機器が大きく変わったとき入力手法も変わる

可能性があることが問題点として挙げられる。これらの問題点は、ハンズフリーで手の動きを認識し入力とすることで解決できると考えた。



図 1.1 Leap Motion の外観

手の動きを認識できるデバイスとして Leap Motion[7] がある。図 1.1 が Leap Motion の外観である。Leap Motion は赤外線カメラと赤外線照射 LED を搭載し、両手と 10 本の指をそれぞれ独立して同時に認識することができるデバイスである。この Leap Motion を用いた文字入力の研究がいくつかある。九州大学の星野ら [8] は空中にキーボードを配置し指の座標から文字を選択し入力する「AirKey」を開発した。一般的に使われている QWERTY 配列のキーボードを空中に表示し、手の動きからどのボタンが押されたかを認識することでアルファベットの文字入力を行うことができる。図 1.2 は安部ら [9] による、「AirKey」に視覚的フィードバックを付与した文字入力インターフェースの実行画面である。視覚的フィードバックによってタイピングが不慣れな人でも使いやすいシステムを開発した。



図 1.2 Leap Motion を用いた文字入力インターフェースにおける文字選択手法

[参考文献 [9] の図 4.3 より転載]

大西ら [10] や Vikram ら [11] はジェスチャーと空中に描いた線を認識し文字を入力する手法を提案した。デバイスを用いて空中の線を認識する研究は、藤井ら [12] や園田ら [13] などの研究がある。中村ら [14] は手の移動方向や回転をジェスチャーとしメニュー操作を行う手法を示しており、その精度についても一定の評価を得た。一方、大西らや Vikram らは Leap Motion を用いハンズフリーで空中に線を描く手法を実装したが、空中に描く線は Leap Motion の認識率にも影響を受けるため思い通りに線を描くことは難しく、その線を認識し正確に意図した文字を入力することも困難である。また、入力パターンが増えた時、線の認識が甘くなると予想する。

宮田ら [15] は右手の位置によって表示されている文字の中から選択し、左手のジェスチャーによって入力を行う手法を提案した。図 1.3 はそのシステムの実行画面である。右手の高さと左右への移動によって文字のポインティングを行い、左手のグラブ (手を握っている状態) で文字の決定や削除などを行う。

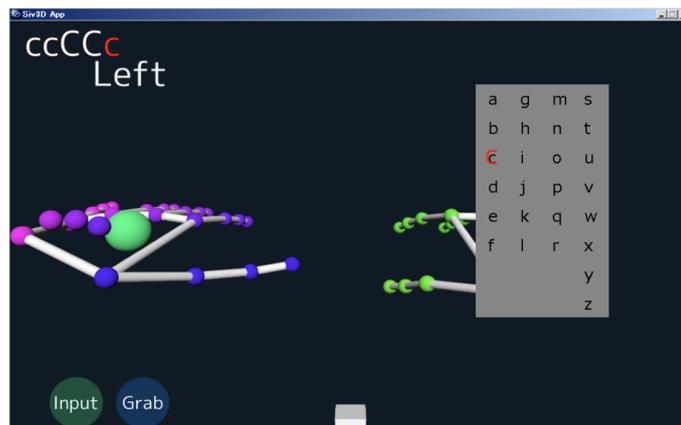


図 1.3 Leap Motion を用いた文字入力方法の提案

[参考文献 [15] の図 2 より転載]

細野ら [16] は右手で子音、左手で母音を選択しその組み合わせによってひらがなを入力する手法を提案した。指をさした状態から手が動いた方向によって子音と母音の選択を行った。句点や読点などの特殊な文字をジェスチャーに割り振ったが、ジェスチャーは誤認識が多く正確な入力が必要な文字入力には向いていない。これらの手法はハンズフリーで文字入力が可能であるが、使いにくく誤認識もあるため実用的ではないという研究結果となった。

本研究ではハンズフリーの文字入力手法として、既存の入力手法で評価の高い「VR 日本語入力」を参考にコントローラを用いない手法を提案する。しかしコントローラを使わない場合、手の角度によって文字を選択することはできるが、選択した文字を決定するためのボタンがないため、参考手法をそのまま実装することは不可能である。ジェスチャーなど手の動きによる動作に文字決定のトリガーを割り振る必要があるが、細野らなど先に紹介したジェスチャーを用いた研究で文字入力においてジェスチャーは直感的な操作でないことと認識率が悪いという問題点を指摘している。上記を踏まえてキーボード等の物理的なボタンを用いず、必要最低限のジェスチャーによって高速な文字入力を行う実用的な手法を提案することを本研究の目的とした。本手法では母音と子音の組み合わせに着目し、右手の角度で子音を選択し、左手の各指に割り振られた母音を選択することで、その組み合わせによって仮名文字を入力する手法を提案する。また、実用的な

入力手法を想定しているため 50 音全ての仮名文字を入力可能とし、既存手法を参考に実装した空中ポインティング手法と比較検証を行い、入力速度と入力精度の評価を行った。その結果、本手法より空中ポインティング手法の方が入力速度・精度ともに高く、本手法の実用性を証明することはできなかった。実験より、指の可動域が人によって違い、薬指や小指が独立して動く人は少数であり、一般的に使いやすい入力手法とは言えない結果となった。よって、本手法は改善の必要があることがわかった。しかし、本手法を習熟していた場合、本研究の目的である必要最低限の手の動きによって高速な文字入力を行うことができた。

1.2 本論文の構成

本論文の構成を述べる。第 2 章では本研究の手法を述べる。母音と子音の組み合わせによって文字を選択する手法や実装内容を解説する。第 3 章では検証内容と結果を述べる。そして第 4 章では終わりにとしてまとめを述べる。

第 2 章

研究手法

本章では本研究で提案する文字入力手法の解説と実装方法を述べる。

2.1 手法説明

本研究の目的の 1 つである 50 音全てを入力可能にするために、細野らの手法を参考に母音と子音の組み合わせに着目した。母音と子音をそれぞれの手に割り振ることで 50 音全ての入力パターンを確保した。本研究では右手で子音、左手で母音を選択する手法を提案する。具体的な各文字の割り振りや入力方法については後述する。本研究では開発ツールとして、Unity[17] を用い、両手の動きを認識するために入力機器として Leap Motion を用いた。Leap Motion は前述の通り、手や指の位置や角度、速度などの情報を取得することができるモーションセンサーデバイスである。

2.2 子音の選択方法

本節では子音の選択方法について述べる。本手法では右手の甲を水平にした状態から腕を軸にした角度によって子音を選択する。図 2.1 は本手法における子音の選択表示である。Leap

Motion に右手をかざすと画面内の右手のモデルに表示が追従する。



図 2.1 子音の選択表示

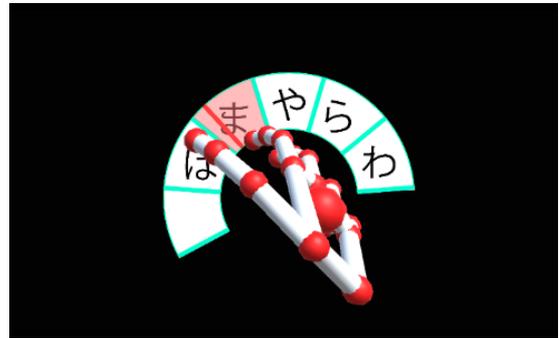


図 2.2 切り替えた際の表示

図 2.1 の表示内にある赤線が現在の手の甲の角度を示している。操作者が手の甲を回転すると表示内にある赤線のカーソルが回転移動し、枠内の子音を選択した状態となる。また、操作者が右手を握ってから開く動作を行うと、画面内の右手のモデルに追従している表示が切り替わる。図 2.2 は切り替えた際の表示である。「あかきたな」を表示しているときに右手を握って開くと「はまやらわ」を表示し、もう一度行くと「あかきたな」に戻る。右手を認識している限り常に何かしらの子音を選択した状態となる。図 2.3 は具体的な角度である。単純に 180° を 5 等分した 36° 間隔に判定を行う。手を水平にした状態を 0° としたとき、手の角度が 0° 以上 36° 未満の場合「あ」を選択した状態となる。表示内左下の空欄については後述する。

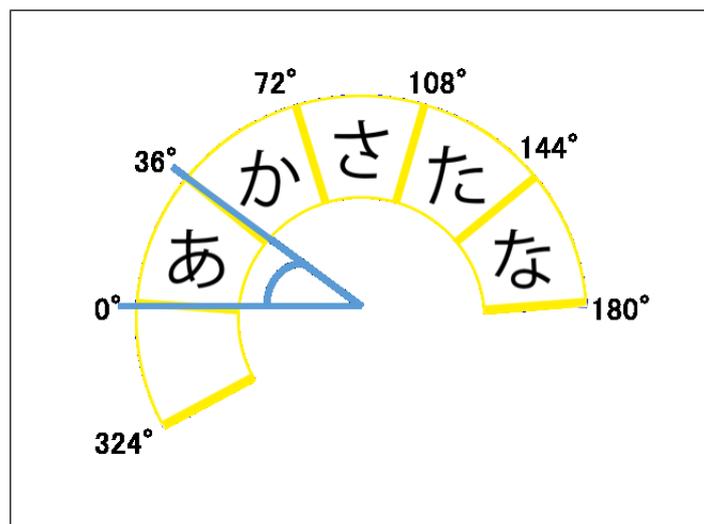


図 2.3 具体的な角度

2.3 母音の選択方法と 50 音の入力方法

本節では母音の選択方法と本手法の入力方法について述べる。母音の選択は左手の各指で行う。左手の親指に「あ」、人差し指に「い」、中指に「う」、薬指に「え」、小指に「お」を割り振った。図 2.4 は母音の選択表示である。この表示は右手の子音選択表示と同様に左手に追従する。



図 2.4 母音の選択表示



図 2.5 人差し指を曲げた状態

そして左手を開いた状態からひとつの指を曲げて戻したときに、右手で選択されている子音と左手の曲げた指に対応する母音の組み合わせで文字を入力する。図 2.5 は人差し指を曲げた状態である。指を曲げた際は、曲げた指に対応する表示内の枠の色が変化し、曲げた指を戻すことで入力が完了する。指を曲げる事のみを入力トリガーとしてしまうと、指同士で判定のバッティングが起こり意図せず連続的な入力が発生してしまう為、5つの指のうち1つでも曲げた状態のときは、他の指の入力判定は行わない。これを解決するために5つの指のうちどれか1つでも曲げた状態のときは、その入力が終わるまで他の指を入力できなくする必要があった。指が曲げられているかの判定は Leap Motion の SDK から得られる `isExtended` プロパティを用いた。`isExtended` が `true` のときは指が伸びている状態で、`false` のときは指が曲げられた状態を取得することができる。各指に対して毎フレームで判定を行う。図 2.6 は実際の入力画面である。図 2.6 のように、右手で「か」を選択しているときに左手の薬指を曲げて戻すと「け」が入力できる。

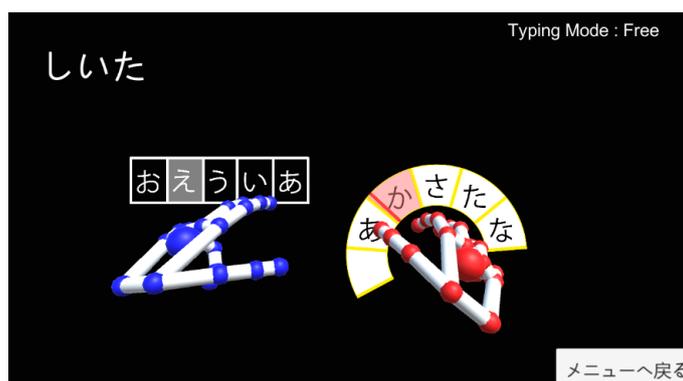


図 2.6 実際の入力画面

2.4 特殊な文字

本節では 50 音の規則的な文字以外の特殊な文字の入力方法について説明する。本手法では、濁点、半濁点、小文字、句読点、読点が入力可能である。

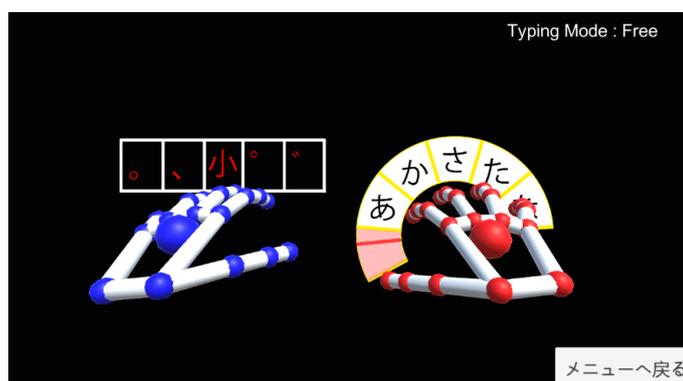


図 2.7 入力補助の表示

図 2.7 は特殊な文字を入力する際の表示である。操作者が右手の角度により赤線のカーソルを合わせ選択することで、左手の表示を切り替えた。この状態で左手の指を母音の選択と同様にひとつの指を曲げて戻すと、対応する文字を入力する。親指には濁点、人差し指には半濁点、中指には小文字、薬指には句読点、小指には読点に対応している。濁点は既に入力した最後の文字を対象に濁点をつけることが可能な場合、その文字を削除し濁音を入力する。対象とする文字が既に濁点がついている文字の場合、その文字を削除し濁点なしの文字を入力する。対象とする文字

が濁点をつけられない場合、何も処理を行わない。例えば、「き」を入力しているときに濁点を入力すると「ぎ」を入力し、もう一度濁点を入力すると「き」を入力する。半濁点や小文字も同様に、入力している最後の文字に半濁点や小文字にすることが可能な場合、その処理を行う。句読点と読点についてはいつでも入力可能である。

や行とわ行のい段とえ段についても特殊な文字を割り振った。表 2.1 は本手法の特殊な割り振りの対応表である。や行のい段は鍵括弧始め、え段は鍵括弧終わりを割り振り、わ行のい段とえ段には長音記号を割り振った。例えば、子音に「わ」を選択中に母音の「い」を選択すると、「一」を入力する。

表 2.1 本手法の特殊な割り振り

	や行	わ行
あ	や	わ
い	「	ー
う	ゆ	を
え	」	ー
お	よ	ん

2.5 文字削除

本節では文字の削除方法について述べる。本手法では左腕を軸とした手の甲が水平状態から 90° 以上回転したときに入力している最後の文字を削除する。また、90° 以上回転した状態を 3 秒以上続けると入力している文字を連続的に削除する。

第 3 章

検証内容と結果

本章では検証内容と結果を述べる。まず、第 1 章で挙げた仕様が実装されているかの検証について述べる。次に実証実験として被験者を用いた検証方法について述べる。最後に検証結果と考察を述べる。

3.1 仕様検証

本節では仕様検証について述べる。第 1 章で挙げた仕様を実装されているかを自分で検証を行った。

キーボード等物理的なボタンを用いないことは、Leap Motion による手の動きのみで入力が可能であることから仕様を満たしている。また、仮名文字の 50 音全ての文字を入力できることも、仕様を満たしている。本手法では表 3.1 で示す一般的な 50 音加え、濁点と半濁点と小文字と句読点と読点を入力できる。表 3.2 が一般的な 50 音以外で入力可能な文字の一覧である。

手の角度によって子音を選択する機能も、第 2 章で解説した通り実装した。感度もかなり正確で、自分の意図した子音を選択することができた。

指の開閉によって母音を選択する機能は、場合によっては上手く機能しないことがあった。

表 3.1 一般的な 50 音表

あ	か	さ	た	な	は	ま	や	ら	わ	ん
い	き	し	ち	に	ひ	み		り		
う	く	す	つ	ぬ	ふ	む	ゆ	る		
え	け	せ	て	ね	へ	め		れ		
お	こ	そ	と	の	ほ	も	よ	ろ	を	

表 3.2 本手法で入力可能な濁点と半濁点と小文字と句読点と読点

が	ざ	だ	ば	ぱ	あ	や	,
ぎ	じ	ぢ	び	ぴ	い	ゆ	。
ぐ	ず	づ	ぶ	ぷ	う	よ	
げ	ぜ	で	べ	ぺ	え		
ご	ぞ	ど	ぼ	ぽ	お	っ	

Leap Motion に対する手の位置や方向によっては、Leap Motion 自体が誤認識し左手の中指、薬指、小指の位置が定まらないことがあった。これにより、誤認識があった場合自分の意図した指と違う指が反応してしまい、意図しない文字を入力してしまうケースがある。例えば、「け」を入力しようとしたとき実際は母音の「え」である薬指を開閉しているのに対して、Leap Motion によって認識した手では小指が動いていることがあった。しかし、この誤認識は Leap Motion の認識精度の問題であり、Leap Motion の認識精度が向上すれば本手法で誤入力は起こらないと考える。実際、Leap Motion の誤認識が起これるような手の位置や方向を避け、検証を行なったところ誤認識は起こらず意図した入力が可能であった。

3.2 実証実験

本節では実証実験について述べる。まず、本手法と比較する空中ポインティング手法について述べる。次に実験内容について述べ、最後に結果と考察を述べる。

3.2.1 空中ポインティング手法

本手法の入力速度と正誤率を検証するにあたり、比較となる手法が必要となった。手の角度や指の開閉といった最低限の手の動きによって文字を選択する本手法とは対象的である、空中ポインティングを採用した。宮田らの手法を参考に手の位置によって文字を選択する手法を実装した。手の位置による文字選択は本手法と比べて手の動作量が多く、手の動作量の差によって入力速度が変わると予想し空中ポインティング手法を採用した。



図 3.1 空中ポインティング手法の実行画面

図 3.1 が実装した空中ポインティング手法の実行画面である。片方の手の位置によって画面内にあるカーソルが移動し、文字を選択する。文字を選択した状態で親指を曲げて戻した時に、選択している文字が入力できる。図 3.1 の状態のとき親指を曲げて戻すと「と」が入力できる。

空中ポインティング手法においても本手法と比較するため、50音全ての仮名文字を入力可能とする必要があり、50音表を画面上に配置した。や行とわ行については、実際の50音表とは異なり表 2.1 のようにした。小林ら [18] が述べているように、銀行の ATM や図書館の蔵書検索などのタッチパネルでは50音表を用いているが、左をあ行とした配置と右をあ行とした配置は機器によって違い、一般的に統一できていない。小林らの調査ではサンプルの中で左をあ行とした配置が最も多いため、空中ポインティング手法では50音表の左をあ行とした配置をデフォルトとした。

しかし、右を各行とした配置の機器も多く存在しているので、人によって使いやすい方を使えるように、配置を切り替えることができるようにした。図 3.1 の表示内右上の「配置反転」にカーソルを合わせ、文字入力と同様に親指を曲げて戻すと文字の配置が反転する。



図 3.2 空中ポインティング手法の文字配置を反転させた時

図 3.2 は文字配置を反転させた時の画面である。配置が反転しているときは図 3.2 の表示内左上の「配置反転」をもう一度選択し親指を曲げて戻すことで、再度反転しデフォルトの左を各行とした配置に戻る。

3.2.2 実験内容

本研究では被験者に本手法と空中ポインティング手法で同じ文字を入力してもらい、その入力時間と正誤率を計測する実験を行なった。被験者にはまず、片方の手法について説明を含めた 10 分ほど練習を行った後、以下の 4 つの単語と 1 つの文を入力する計測を行なった。その後同じように、もう片方の手法についての説明を含めた 10 分ほどの練習を行った後、同じ単語と文を入力する計測を行った。

1. ほうれんそう
2. どうもろこし
3. あすばらがす

4. ばいなっぶる

5. きょうは、いいてんきだ。

1 と 2 は濁点・半濁点・小文字がない単語、3 と 4 は逆に濁点・半濁点・小文字がある単語として採用した。5 は句読点や読点のある文として採用した。被験者として 20 代の男女 14 人に対して実験を行った。順序効果をなくすため、本手法から行う 7 人と空中ポインティング手法から行う 7 人に分けた。

3.2.3 評価単位の定義

本実験結果を評価するにあたり、計測した入力時間を入力速度に変換した。本研究では入力速度を 1 秒間に入力した文字数と定義し、単位は Characters per second の略で cps とした。式 (3.1) で示したように入力した文字数から入力にかかった時間で割った値が入力速度となる。

$$\frac{\text{文字数 (文字)}}{\text{入力時間 (秒)}} = \text{入力速度 (cps)} \quad (3.1)$$

3.2.4 実験結果

表 3.3 は「ほうれんそう」を両手法で入力した被験者の入力時間と正誤率である。他の単語は割愛する。表内のグループは本手法から実験を行った被験者を A、空中ポインティング手法から実験を行った被験者を B としたグループである。本手法では誤認識が多く発生し、本手法の正誤率は誤認識を含めた数値である。図 3.3 は両手法の入力速度の平均を比較したグラフである。表 3.4 は両手法の入力時間の平均と正誤率の平均を示した実験結果である。入力速度は全ての入力文字において本手法より空中ポインティング手法のほうが速かった。また正誤率においてもほぼ全ての入力文字で本手法より空中ポインティング手法の方が高かった。結果として、空中ポインティング手法の方が本手法より速く正確に入力できる手法であると言える。

表 3.3 両手法による「ほうれんそう」の入力時間と正誤率

	グループ	本手法		空中ポインティング手法	
		入力時間 (秒)	正誤率 (%)	入力時間 (秒)	正誤率 (%)
被験者 1	A	15.17	100	11.41	100
被験者 2	A	10.22	100	10.37	85.71
被験者 3	A	11.12	75	7.31	100
被験者 4	A	12.59	66.67	17.1	100
被験者 5	A	14.88	75	8.48	85.71
被験者 6	A	10.59	60	12.09	100
被験者 7	A	13.44	60	6.31	100
被験者 8	B	18.92	42.86	9.38	85.71
被験者 9	B	10.5	60	10.85	100
被験者 10	B	15.42	85.71	12.59	75
被験者 11	B	9.18	100	8.5	66.67
被験者 12	B	10.11	60	10.54	100
被験者 13	B	7.89	60	7.42	100
被験者 14	B	10.52	85.71	8.6	100
平均		12.18	76.50	10.07	92.77

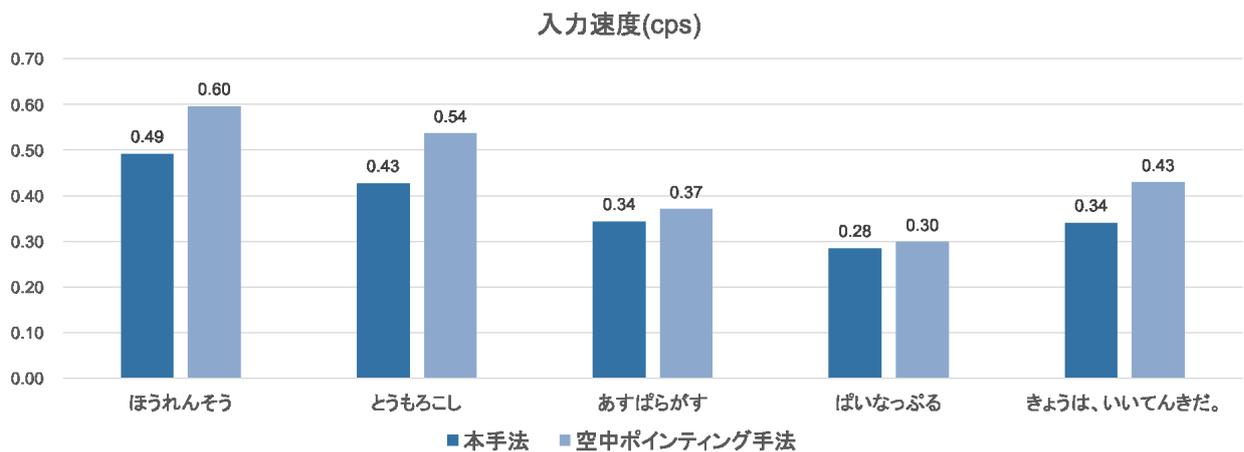


図 3.3 被験者 14 人の入力速度の平均

表 3.4 被験者 14 人の入力時間の平均と正誤率の平均

入力文字	手法	入力時間 (秒)	正誤率 (%)
ほうれんそう	本手法	12.18	76.50
	空中ポインティング手法	10.07	92.77
とうもろこし	本手法	14.03	81.14
	空中ポインティング手法	11.18	91.33
あすばらがす	本手法	17.48	78.81
	空中ポインティング手法	16.18	81.77
ばいなっぷる	本手法	21.08	74.46
	空中ポインティング手法	20.06	73.77
きょうは、いいてんきだ。	本手法	35.21	69.76
	空中ポインティング手法	27.94	73.72

3.2.5 考察

入力時間と正誤率から読み取れる結果として空中ポインティング手法の方が総合的にハンズフリーの文字入力手法として適していることがわかった。しかし被験者によって、10分ほどの練習では本手法を十分に習得していない状態での計測となった。両手法ともに習熟した例として筆者の入力速度を図 3.4 に示す。また、表 3.5 は筆者の入力時間と正誤率をまとめた表である。両手法とも自分ができる限界の速さで入力した結果、空中ポインティング手法より本手法の方が速く入力することができた。もし被験者らも十分に習得した状態で実験を行った場合、空中ポインティング手法より本手法の入力速度が速くなる可能性もあると考える。逆に空中ポインティング手法はほとんどの被験者が数分で習得できた。本実験で扱った空中ポインティング手法の文字配置は ATM や図書館の蔵書検索など一般的に見慣れた配置であったことで、文字配置を覚える必要がなかった。また、入力動作もシンプルだったため習得が速かったと考える。

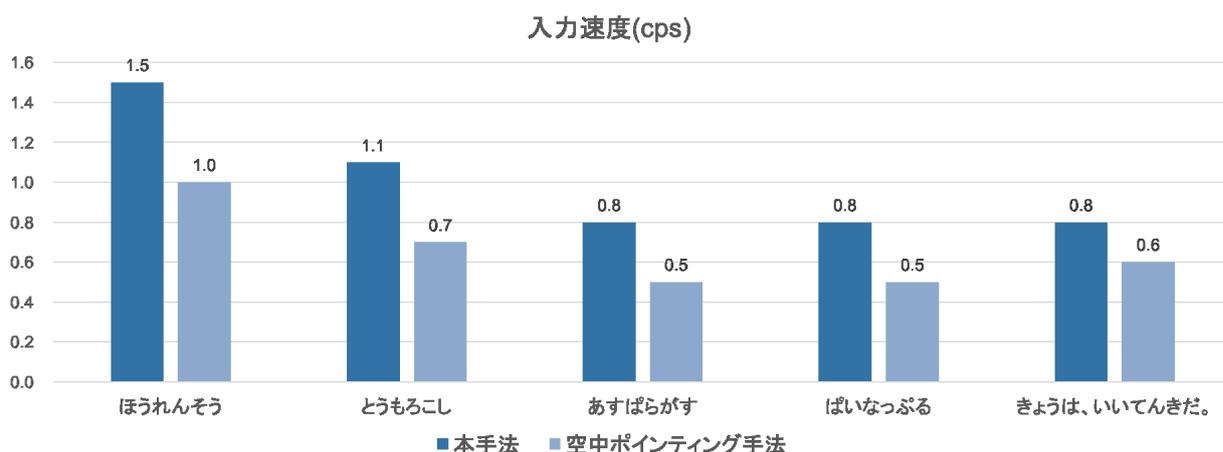


図 3.4 筆者の入力速度

表 3.5 筆者の入力時間と正誤率

入力文字	手法	入力時間 (秒)	正誤率 (%)
ほうれんそう	本手法	4.01	100
	空中ポインティング手法	5.96	100
とうもろこし	本手法	5.22	100
	空中ポインティング手法	8.86	100
あすばらがす	本手法	7.64	100
	空中ポインティング手法	12.74	85.71
ばいナップる	本手法	7.72	100
	空中ポインティング手法	12.94	85.71
きょうは、いいてんきだ。	本手法	14.16	100
	空中ポインティング手法	21.09	100

実験中、本手法では Leap Motion の誤認識が多く発生した。第 3.1 節で指摘した、左手の薬指を曲げたのに対して Leap Motion は小指を曲げたと認識する現象である。被験者によっては中指を曲げた時に薬指を曲げたと認識することもあった。この現象が起こる被験者には練習中に、この現象がなるべく起こらない手の位置や角度をアドバイスし改善を図ったが、薬指が独立して動かない被験者においては体感的に 40 % くらいの確率で入力成功する状態であった。表 3.4 の正誤率はこの誤認識によるミスを含む。薬指が独立して動かない被験者には共通点があり、「普段の

キーボード入力の際、薬指や小指を使っているか」と質問したところ、質問をした全ての被験者が「使っていない」と答えた。このことより、普段から薬指や小指を単体で使わないため指を単独で動かすことが難しく、そういった人に本手法は適していない。

両手法とも入力中は腕を上げていなければいけないため、「疲れる」という意見を多く受けた。この問題は本手法と空中ポインティング手法だけでなくハンズフリーの入力方法全てに言えることだが、長時間入力するような場面には適していないと言える。しかし、局所的に短時間の文字入力を行いたい場面も多々あるため、ハンズフリーの入力方法が活躍する場面もあると考える。

第 4 章

終わりに

本研究では、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を提案し、既存手法を参考に作成した空中ポインティング手法と比較検証を行った。検証結果として、入力速度・正誤率ともに本手法より空中ポインティング手法の方が高く、本手法の実用性を証明することはできなかった。しかし、本手法を習熟していた場合、本研究の目的である必要最低限の手の動きによって高速な文字入力を行うことができた。

今後の展望として本研究で行った実験から本手法の問題点を挙げる。1 点目の問題点はデバイスである。今回使用した Leap Motion は手の位置や角度によっては誤った認識をする場合があり、指の認識精度が重要な本手法でも誤認識は多く発生した。現状の Leap Motion では指一本一本の精度が重要な手法は実現不可能であると言える。しかしデバイスは日々進歩しているため、Leap Motion や他のモーションセンサーデバイスの発展によって改善できる問題点である。2 点目の問題点は薬指と小指の独立した動きである。本手法では左手の各指を独立して動かす動作が必要になるが、人によっては薬指や小指を独立して動かすことができないことが実験からわかった。指を独立して動かせない人の中にはキーボード入力においても薬指や小指は使っている人が多かった。そういった人は普段から薬指や小指を使わないため指の可動域が狭くなったと考えら

れる。逆に普段から薬指や小指を使っている人が何をしているかを考えた時、キーボード入力の他にピアノやギターなどの楽器演奏も挙げられるが、普段からそれらを行っている人は少数派である。ブラインドタッチをしている全ての人が薬指や小指を使っているとは限らないが、ブラインドタッチができる人は37% [19] というデータもある。よって、一般的には薬指や小指が独立して動く人は少数であり、より多くの人を使用することを想定している文字入力手法に少数しかできない動作を要求するのは問題である。上記を踏まえ、より一般的に多くの人が使しやすい入力手法とするため、手法自体を改善していく必要がある。

なお本研究は、芸術科学会 NICOGRAPH2017 における“物理ボタンを必要としない仮名文字入力の提案” [20] として発表した内容を含む。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導いただいた渡辺先生、三上先生、阿部先生に深く感謝申し上げます。また、日々の議論の中で知識を共有したゲームサイエンス研究室の皆様にも深く感謝いたします。

参考文献

- [1] TECK::CAMP. 【3分でわかる】2016年VR元年とは？VRの可能性まとめ. <https://tech-camp.in/note/technology/8526/>. 参照:2018.1.14.
- [2] Playstation. Playstation official site. <http://www.jp.playstation.com/psvr/>. 参照:2017.12.25.
- [3] 東京大学. バーチャルリアリティを用いた幻肢痛の新しい治療 . <http://www.u-tokyo.ac.jp/ja/utokyo-research/research-news/effective-rehabilitation-of-phantom-limb-pain-with-virtual-reality.html>. 参照:2017.12.19.
- [4] Tap System Inc. TAP Strap Keyboard. <https://www.tapwithus.com/>. 参照:2017.12.19.
- [5] ゆとくん.com. VR日本語入力. <http://yutokun.com/vr/jpinput/>. 参照:2017.12.19.
- [6] Oculus. Oculus official site. <https://www.oculus.com/rift/#oui-csl-rift-games=star-trek>. 参照:2017.12.22.
- [7] Leap Motion official site. <https://www.leapmotion.com/>. 参照:2017.12.16.
- [8] 星野元気. Leapmotioncontroller による空中キーボード AirKey の開発. 九州大学学部卒業論文, 2014.

- [9] 安部弘樹. Leap motion を用いた文字入力インターフェースによる文字選択手法. 九州大学学部卒業論文, 2017.
- [10] 大西未来. ジェスチャー操作とグラフィティ操作による簡易的な文字入力方法の提案. 東京工科大学学部卒業論文, 2017.
- [11] Sharad Vikram, Lei Li, and Stuart Russell. Handwriting and gestures in the air, recognizing on the fly. In *Proceedings of the CHI*, Vol. 13, pp. 1179–1184, 2013.
- [12] 藤井祐介, 竹沢恵, 真田博文, 渡辺一央ほか. 空中手書き文字入力システムの構築に関する一考察. 研究報告モバイルコンピューティングとユビキタス通信 (MBL), Vol. 2009, No. 6, pp. 1–4, 2009.
- [13] 園田智也, 村岡洋一. 空中での手書き文字入力システム. 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. 86, No. 7, pp. 1015–1025, 2003.
- [14] 中村卓, 高橋伸, 田中二郎. Hands-popie: 両手の動きを利用した日本語入力手法. 第 14 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ, pp. 151–152, 2006.
- [15] 宮田明宏, 伊與田光宏. Leap motion を用いた文字入力手法の提案.
- [16] 細野敬太, 笹倉万里子, 田邊浩亨, 川上武志. Leap motion を用いたジェスチャー操作による文字入力方法の提案. 人工知能学会全国大会論文集, Vol. 28, pp. 1–4, 2014.
- [17] Unity official site. <https://unity3d.com/>. 参照:2017.12.16.
- [18] 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.
- [19] マイナビ. 意外と多い? 「ブラインドタッチ」ができない社会人は約 6 割! <https://gakumado.mynavi.jp/freshers/articles/47594>. 参照:2018.1.19.
- [20] Hiroki Yamazaki, Masaki Abe, Taichi Watanabe, and Koji Mikami. 物理ボタンを必要としない仮名文字入力の提案. 芸術科学会 NICOGRAPH, 2017.