JoyFlick: フリック入力に基づくゲームパッド向けかな文字入力手法

横山　海青 *　　髙倉　礼 †　　志築　文太郎 ‡

概要.　本稿では，ハードウェアキーボードが接続されていない家庭用ゲーム機において，ゲームパッドを用いてかな文字を入力する手法である JoyFlick を示す．JoyFlick は，スマートフォンのかな文字入力手法として利用率の高いフリック入力に基づくことにより，ユーザの学習コストを抑えている．9 名を参加者とした実験により，JoyFlick が限られた練習量において現在の家庭用ゲーム機に搭載されている手法と同程度の入力速度（36 CPM）に到達すること，またユーザのフリック入力の経験が JoyFlick の習熟に良い影響を与えることが分かった．

1　はじめに

家庭用ゲーム機のユーザは，SNS への投稿およびゲーム内においてのチャットなどのために，日本語の文字入力を行うことがある．その際，多くのゲーム機では，ハードウェアキーボードを接続して文字入力に用いることができる．しかし，ハードウェアキーボードは机の上の手の届く空間の一部を占有する．さらに，文字入力の前後において，ゲームパッド（本稿においては，2 本のスティックと多数のボタンを持ち，ゲームの操作のために設計された，両手把持される機器を指す）とハードウェアキーボードの 2 つの入力装置を適宜切り替える必要がある．

一方，ゲームパッドのみを用いてかな文字を入力するためのソフトウェアキーボードを使用する方法がある．PlayStation 4（ソニー・インタラクティブエンタテインメント）および Nintendo Switch（任天堂）などの家庭用ゲーム機は，50 音表および 1 つのカーソルを利用したソフトウェアキーボード（以下，50 音キーボードと呼ぶ）を提供している．50 音キーボードを用いることにより，ユーザはゲームパッドのみを用いてかな文字入力を行える．しかし，この入力手法を用いた場合，カーソルの現在位置と入力したいかな文字の距離に応じてボタンやスティックを操作する回数が増え，入力に要する時間が増える．

これらの問題を解決する入力手法として，我々は “JoyFlick” を示す．JoyFlick において，入力されるかな文字は 2 本のスティックの状態により選択される（濁音，半濁音および捨て仮名は変換にて入力される）．1 文字を入力するのに必要な操作は 2 回以下であるため，ユーザは 50 音キーボードよりも少ない操作数によるかな文字の入力が可能である．また，学習コストを抑えるために，JoyFlick のキーはスマートフォンのフリックキーボードに基づいて配置されている．フリックキーボードは利用率が高いため [12]，ユーザが使い慣れている入力手法であると考えられる．

本研究では，実験により JoyFlick を用いたかな文字入力の速度，精度および SUS [3] のスコアを既存手法と比較した．またユーザのフリック入力の経験が，JoyFlick を用いた文字入力に与える影響を調査した．本研究の貢献を以下に示す．

- フリック入力に基づくゲームパッド向けのかな文字入力手法である JoyFlick を示した．
- 限られた練習量において現在の家庭用ゲーム機に搭載されている手法と同程度の入力速度（36 CPM）に到達することを実験により示した．
- ユーザのフリック入力の経験が習熟に良い影響を与えることを実験により示した．

2　関連研究

JoyFlick はゲームパッド向けのかな文字入力手法であり，なおかつフリック入力に基づくかな文字入力手法である．本節では，この 2 つの側面についてそれぞれ関連研究を述べる．

2.1　ゲームパッドなどを用いた文字入力手法

JoyFlick と同じく，左右のスティックにそれぞれ複数の操作を割り当てることにより，ユーザがソフトウェアキーボードに対して行える操作の数を増やすというアプローチを用いて，ゲームパッドを用いた高速な文字入力を可能とする研究がなされている [6, 8]．

PizzaText [8] はゲームパッドを用いたアルファベット入力手法である．ユーザは左スティックを倒して文字のグループを選び，その後右スティックを倒してグループの中から実際に入力する文字を選ぶ．文字のグループはアルファベット順に基づいて決定されており，4 文字ずつのグループが 7 グループ存在

Copyright is held by the author(s).

* 筑波大学情報科学類
† 筑波大学情報理工学位プログラム
‡ 筑波大学システム情報系

する．JoyFlick も片方のスティックで文字のグループを選び，もう片方のスティックでグループ内から入力する文字を選択する．ただし，JoyFlick にて入力できる文字はアルファベットではなくかな文字である．なお，一般に，かな文字は母音と子音の組み合わせにより一意に定まる．この規則の存在によって，かな文字はアルファベットよりも，まず文字のグループを選び，グループ内から実際に入力する文字を選択するという入力方式に適していると考えられる．

IToNe [6] は，ゲームパッドを用いたかな文字入力手法である．ユーザは片方のスティックを倒して子音を選び，もう片方のスティックを倒して母音を選ぶことにより入力する文字を選択する．母音と子音の選択順は任意である．その後，どちらかのスティックを無操作状態に戻すことにより文字が入力される．キー配置は 50 音表に基づいており，左スティック上部には「あ」「か」「さ」「た」「な」，右スティック上部には「は」「ま」「や」「ら」「わ」が左から右にこの順に配置されている．左右のスティックの下部には，どちらも「あ」「い」「う」「え」「お」の 5 つの母音が左から右にこの順に配置されている．したがって，それぞれのスティックのパイメニューには 10 分割された領域が存在する．

IToNe の左右のスティック下部には，どちらも 5 つの母音が並んでいる．JoyFlick においてはこの重複をなくすこと，およびスティックの無操作状態・押し込み操作にキーを割り当てることによりパイメニューの分割数を減らし，ひとつひとつの領域の内角をより大きく取った．これによりユーザの操作に要求される精度が下がり，より高速な入力ができるようになっている．

中村らの手法 [11] は，2 つのトラックボールマウスを用いたかな文字入力手法である．ユーザは左手に把持したマウスのトラックボールを用いて子音を選択し，右手に把持したマウスのトラックボールを用いて母音を選択する．一方，JoyFlick は母音および子音の選択にゲームパッドのスティックを用いる．

2.2 フリック入力に基づくかな文字入力手法

JoyFlick と同じく，フリック入力に基づくかな文字入力手法がこれまでに多く提案されている．

井川らの手法 [9]，および Fukatsu らの手法 [5] は，母音選択のみならず子音選択にもフリック操作を用いている．どちらの手法もタッチパネルを持つ端末向けに考案された．一方，JoyFlick はゲームパッド向けに考案されている．

竹永らは，VR 空間におけるフリック入力に基づいた入力手法 [10] を提案している．この手法は片手持ち VR コントローラのために開発されたものである．また福仲らは，VR 空間においてフリック入力を行うためのインタフェース [13] を提案している．

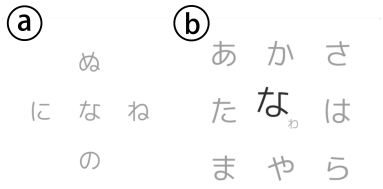

図 1. 左右のスティックが無操作状態にあるときの JoyFlick の画面表示．

図 2. 「ひ」を選択した状態の a) 画面表示，および b) コントローラへの操作順．

この手法はコントローラを使用せず，手指のトラッキングを用いて VR 空間上のキーを操作する．これらの手法に対し，JoyFlick は入力にゲームパッドを使用する．

3 JoyFlick

JoyFlick はフリック入力に基づくゲームパッド向けのかな文字入力手法である．左右のスティックが無操作状態（スティックが押し込まれておらず，かつその傾斜角度が一定の閾値以下である状態）にあるときの JoyFlick の画面表示を図 1 に示す．選択されている母音および子音に対応する文字は拡大され，かつ文字色が灰色から黒色に変わる．（図 2a）．

3.1 文字の入力方法

ユーザはまず子音を選択し，次に母音を選択し，最後にゲームパッドの左スティックを無操作状態に戻して入力を確定する．

3.1.1 子音選択

子音の選択には，ゲームパッドの右スティックを操作する．右スティックが無操作状態にある場合には，子音「な」が選択される．「な」および「わ」を除く 8 つの子音は，それぞれ図 1b の対応する方向に右スティックを倒すことにより選択される．「わ」は右スティックを押し込むことにより選択される．子音の選択状態が変化する毎に，ゲームパッドのバイブレーション機能を用いてユーザへ振動フィードバックが与えられる．

図 3. JoyFlick において使用するボタンおよびスティックの位置（Nintendo Switch Pro コントローラー）．a) 側部，b) 上部．

3.1.2 母音選択

母音の選択には，ゲームパッドの左スティックを操作する．左スティックが無操作状態にある場合には，母音は選択されない．「あ」を除く 4 つの母音は，それぞれ図 1a の対応する方向に左スティックを倒すことにより選択される．「あ」は左スティックを押し込むことにより選択される．母音の選択状態が変化する毎に，ゲームパッドのバイブレーション機能を用いてユーザへ振動フィードバックが与えられる．ただし左スティックを無操作状態に戻す際，すなわち文字入力の際にはこの振動フィードバックが与えられない．

3.1.3 入力

ユーザは子音および母音を選択した状態（図 2b）から，左スティックを無操作状態に戻すことにより，選択した文字を入力できる．

3.1.4 特殊入力

文字入力後，ZL ボタンまたは ZR ボタン（図 3a）を押すことにより入力した文字を濁音化，半濁音化，または捨て仮名化できる．ボタンを押すことによる変化は濁音化，半濁音化，捨て仮名化，清音化の順に起こる．該当する文字が存在しない場合，直後の変化が適用される．例えば半濁音のない「つ」の場合は「つ → づ → っ → つ」の順に変化する．

B ボタン（図 3b）を押すことにより，最後に入力した文字を消去できる．

3.2 JoyFlick の設計の特徴

JoyFlick の入力は，スマートフォン向けのかな文字入力手法として広く普及しているフリック入力に基づくため，多くのユーザにとって習熟が容易であることが期待される．

また，スティックの無操作状態および押し込み状態にもキーを割り当てることにより，母音および子音の選択に用いるパイメニューの領域数が IToNe よりもさらに少なくなっている．これにより各領域の内角が大きくなり，ユーザはより粗い操作による入力が可能になる．これに伴って高速な入力が期待される．

なお，母音のキー配置は，Gboard [7] の日本語フリックキーボードの実装に倣った．子音のキー配置も同様に可能な限り Gboard の日本語フリックキーボードの実装に倣った．ただし，子音「わ」の表示位置はフリック入力と異なる．

4 実験

JoyFlick と既存手法の文字入力の速度（CPM: Characters Per Minute），トータルエラー率 [1]，および SUS [3] のスコアを測定した．

比較対象として選んだ既存手法は，IToNe および 50 音キーボードである．ユーザが 2 つのスティックを動かすことにより入力する文字を選択する点，ならびにゲームパッドのみを用いてかな文字入力を行う点が JoyFlick と共通するため，IToNe を比較対象とした．また，JoyFlick の使用が想定される環境において広く用いられているかな文字入力手法であるため，50 音キーボードを比較対象とした．

4.1 実験参加者

著者らと同じ研究室に所属する，21 歳以上 27 歳以下（M=23 歳，SD=1.8 歳）の大学生および大学院生 9 名を参加者とした．すべての参加者は右利きかつ男性であった．スマートフォンのフリック入力の使用頻度について，参加者のうち 5 名は「日常的に使用する」，1 名は「ときおり使用する」，1 名は「まれに使用する」，2 名は「まったく使用したことがない」と回答した（以降，前者 5 名を熟練者，それ以外の 4 名を非熟練者）．JoyFlick および IToNe を用いた文字入力経験のある参加者はいなかった．

4.2 実験に用いた装置・ソフトウェア

実験に用いたゲームパッドは，Nintendo Switch Pro コントローラー（図 3）である．また，JoyFlick を含む実験用のアプリケーションを，Rust を用いて MacBook Pro（macOS 10.15.6）上にて実装した．実験用のアプリケーションが表示する画面の例を図 4 に示す．

4.3 実験内容

実験参加者はまず，年齢，性別，利き手，スマートフォンのフリック入力の使用頻度についてのアンケートに回答した．

実験中に行われたセッションの内容は，以下の通りであった．まず，実験参加者は 28 文の短文からな

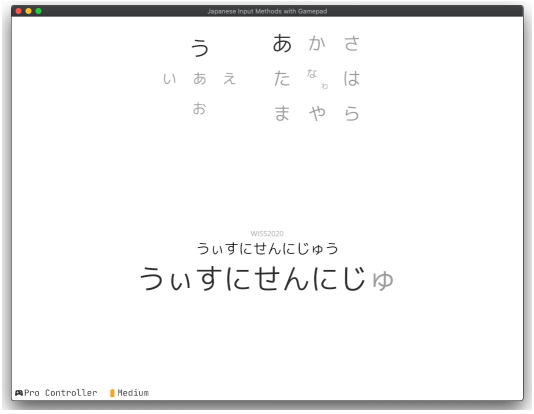

図 4. 実験用のアプリケーションが表示する画面の例.

る合計 289 文字の練習文を入力する練習を行った. 習熟の様子を評価するため, 参加者は練習中の入力速度を測定された. 練習文の入力が終わったのち, 参加者は 24 文の短文からなる合計 167 文字の課題文を入力した. 練習文および課題文には, 50 音, 濁音, 半濁音, 捨て仮名および長音記号からなる, 意味のある短文を用いた. 参加者には高速かつ正確に入力するよう依頼した. その後, 実験参加者はセッションにおいて使用した入力手法に対する SUS および自由記述からなるアンケートに回答した.

参加者はセッションを入力手法ごとに 1 回ずつ, 合計 3 回行った. すべてのセッションは参加者が椅子に座った状態において行われた. 各セッションの間に, 参加者は 5 分以上の休憩を行った. 実験に要した時間は 90 分以下であった.

セッションの実行順はラテン方格法を用いて参加者ごとに決定された. 練習文および課題文はいずれの手法および参加者においてもそれぞれ共通のセットが用いられた. ただし, 出題順はセッションごとにランダムである.

4.4 実験結果

実験により明らかになったそれぞれの手法の入力速度, トータルエラー率, SUS のスコア, および習熟の様子を示し, またそれらの分析結果を述べる. 統計解析のため, それぞれの評価指標に対して入力手法およびフリック入力の使用頻度を独立変数とした二元配置分散分析を行ったのち, Tukey の多重比較法を用いて事後検定を行った. 2 群検定には t 検定を用いた. また, 有意水準は 0.05 とした. なお, 課題文に対する入力のみを検定の対象とした.

4.4.1 入力速度

各入力手法の入力速度の平均はそれぞれ, JoyFlick が 36 CPM（SD=9.0 CPM), 50 音キーボードが 34 CPM (SD=9.9 CPM), IToNe が 23 CPM (SD=5.7 CPM）であった.

統計解析の結果, JoyFlick と IToNe（$p=1.4 \times 10^{-2}$）および IToNe と 50 音キーボード（$p=4.8 \times 10^{-2}$）間に有意差が示された. JoyFlick と 50 音キーボード間に有意差は示されなかった.

フリック入力の熟練者と非熟練者の間には, JoyFlick の入力速度に有意差が存在することが t 検定により示された（$p=1.9 \times 10^{-2}$）. それぞれの参加者の JoyFlick の平均入力速度は, 熟練者が 42 CPM（SD=8.0 CPM), 非熟練者が 29 CPM（SD= 2.3 CPM）であった.

4.4.2 トータルエラー率

各入力手法のトータルエラー率の平均はそれぞれ, JoyFlick が 6.9 %（SD=3.1 %), 50 音キーボードが 4.0 %（SD=2.9 %), IToNe が 11 %（SD=4.3 %）であった.

統計解析の結果, IToNe と 50 音キーボード（$p=3.7 \times 10^{-3}$）間に有意差が示された. JoyFlick と 50 音キーボードおよび JoyFlick と IToNe 間に有意差は示されなかった.

また, t 検定の結果, フリック入力の熟練者と非熟練者の間には, JoyFlick のトータルエラー率に有意差は示されなかった.

4.4.3 SUS のスコア

各入力手法の SUS のスコアの平均は, JoyFlick が 48（SD=8.8), 50 音キーボードが 60（SD=7.8), IToNe が 36（SD=10）であった.

統計解析の結果, JoyFlick と IToNe（$p=4.3 \times 10^{-3}$), IToNe と 50 音キーボード（$p=5.0 \times 10^{-6}$), JoyFlick と 50 音キーボード（$p=5.6 \times 10^{-3}$）間に有意差が示された.

また, t 検定の結果, フリック入力の熟練者と非熟練者の間には, JoyFlick の SUS のスコアに有意差は示されなかった.

4.4.4 習熟

練習中および測定中の, 手法ごとの平均入力速度の変遷および近似曲線を図 5 に示す. また, 練習中および測定中の, フリック入力の熟練者と非熟練者の JoyFlick の入力速度の変遷および近似曲線を図 6 に示す.

4.5 考察

本節では, 実験により明らかになったそれぞれの手法の入力速度, トータルエラー率, SUS のスコア, および習熟の様子を考察する.

4.5.1 入力速度

平均入力速度および図 5 より, 限られた練習量においても, JoyFlick を用いた入力は 50 音キーボードを用いた入力と同程度の入力速度に達すると言え

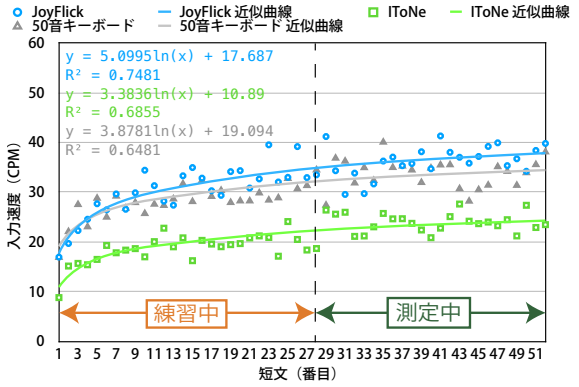

図 5. 練習中および測定中の，手法ごとの平均入力速度の変遷および近似曲線．

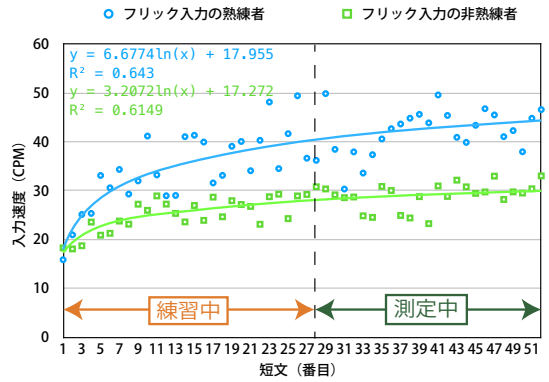

図 6. 練習中および測定中の，**JoyFlick** の平均入力速度の変遷および近似曲線．

る．また，入力速度に対して JoyFlick と IToNe 間に有意差が認められたことおよび平均入力速度より，限られた練習量においては JoyFlick の方が IToNe よりも高速に入力ができると言える．

さらに，JoyFlick を用いた入力の速度に対して，フリック入力の熟練者と非熟練者の間に有意差が示されたこと，および両者の平均入力速度から，フリック入力の経験が JoyFlick の入力速度に良い影響を与えることがわかる．このことは，JoyFlick のフリック入力に基づくキー配置が，設計において意図されたように学習コストの軽減に寄与したことを示唆している．

4.5.2 トータルエラー率

トータルエラー率に対して JoyFlick と 50 音キーボード間に有意差が認められなかったことから，限られた練習量においても，JoyFlick は 50 音キーボードと同程度に正確な入力ができると言える．

4.5.3 習熟

フリック入力の熟練者は，非熟練者に比べて JoyFlick の習熟が早いと考えられる（図 6）．

4.5.4 使用感

Bangor らの letter grade scale [2] において，JoyFlick および IToNe の SUS のスコアは最低評価の F である．すなわち，ユーザは JoyFlick および IToNe を使いづらい，あるいは覚えづらいと評価していることが示された．

また，参加者全員が，JoyFlick のスティックを押し込む操作を不便だと報告した．さらに，スティックを押し込む際に誤ってスティックを倒した，子音「わ」および子音「な」と他の子音との操作の違いに違和感を覚えたという意見があった．これらは，スティックの押し込み操作が JoyFlick の使いづらさの原因の 1 つであることを示唆している．

5 議論と今後の展望

本節では，JoyFlick のさらなる改善，発展，および活用方法を述べる．

5.1 母音および子音の入力順

JoyFlick における母音および子音の入力順は子音，母音の順である．これは，JoyFlick がスマートフォンのフリック入力に基づいているためである．しかし，ユーザが JoyFlick を用いたかな文字入力に習熟するに従って，母音選択と子音選択の間隔が短くなり，2 つの選択がほぼ同時に，あるいは逆の順に行われることが予想される．しかし，現在の JoyFlick においてユーザがこれらの入力を行った場合，意図した通りの文字入力を行うことができない．そのため，母音および子音の入力順を限定しないという改良を検討している．この改良により，母音および子音の入力順に起因する誤入力が減り，削除と再入力の回数が減ることにより，エラー率，入力速度およびユーザビリティが改善する可能性がある．

5.2 パイメニューの領域の最適化

ゲームパッドのスティックを倒す操作について，0 度，90 度，180 度，および 270 度の方向への操作は 45 度，135 度，225 度，および 315 度の方向への操作に比べて精度が高いという調査結果がある [4]．スティックを倒すよう指示された方向と，実際にスティックが倒された方向およびスティックを倒すのに要した時間の関係を調べることにより，JoyFlick のパイメニューの領域の内角および方向を最適化できる可能性がある．

5.3 スティックの押し込み操作の影響および改善案の検討

参加者全員がスティックを押し込む操作の不便さを指摘していた．このことは入力誤り率にも現れていた．実験において，入力すべき文字を誤って入力する率は 7.7 %であるのに対して，入力にスティッ

クの押し込み操作が必要な，あ列の文字およびわ行の文字の場合，その率はいずれも 12 %だった．これらは，スティックの押し込み操作が参加者の誤入力の原因の 1 つであることを示唆している．

また，参加者の 1 人が，押し込みの際に意図せずスティックを倒してしまい，「わ」ではない子音が選択されることがあったと報告した．この現象は，無操作状態の判定に用いる傾斜角度の閾値を調整することにより改善できると考えられる．したがって，さらに多くの参加者から入力例を集め，最適な閾値を調査する必要がある．

5.4 JoyFlick の利点および活用

JoyFlick はカーソルを用いない入力手法であるため，習熟したユーザは図 1 のような画面表示を見ずにかな文字入力を行える可能性がある．この場合，かな文字入力のための画面表示を省略できるため，入力した文字列および予測変換を表示する領域を除く，画面の殆どの領域を文字入力以外の用途に用いることが可能となる．余った領域の活用法としては，例えばオンラインゲームにおいて自他のキャラクタおよびフィールドを表示するなどが考えられる．

若年層の人々の多くは PC の QWERTY キーボードを用いた文字入力に不慣れであることが指摘されている [12]．一方，大学生の 90 %がスマートフォンのかな文字入力手法としてフリック入力を用いており，フリック入力に基づいて開発された JoyFlick はそのような人々にとって有力な文字入力手法の選択肢になりうると考えられる．

また，VR 向けのコントローラには 2 本のスティックを有するものがあるため，VR 環境においても JoyFlick を利用できると考えられる．

6 まとめ

本稿では，ハードウェアキーボードの接続されていない家庭用ゲーム機において，ゲームパッドを用いてかな文字を入力する手法である JoyFlick を示した．また，9 名を参加者とした実験により，JoyFlick が限られた練習量において 50 音キーボード手法と概ね同じ入力速度（36 CPM）に到達することを示し，またユーザのフリック入力の経験が JoyFlick の習熟に良い影響を与えることを示した．今後は 5 節に述べた議論および展望をもとに，JoyFlick の改善および発展を図る．

参考文献

[1] A. S. Arif and W. Stüerzlinger. Analysis of Text Entry Performance Metrics. In *2009 IEEE Toronto International Conference Science and Technology for Humanity*, TIC-STH '09, pp. 100–105, 2009.

[2] A. Bangor, P. Kortum, and J. Miller. Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. *Journal of Usability Studies*, 4(3):114–123, 2009.

[3] J. Brooke. SUS: A Quick and Dirty Usability Scale. *Usability Evaluation in Industry*, pp. 189–194, 1996.

[4] K. Fris. Touch Typing on a Gamepad. `https://darkshadow.io/2020/07/07/touch-typing-on-a-gamepad.html`. 最終確認日：2020 年 9 月 30 日.

[5] Y. Fukatsu, B. Shizuki, and J. Tanaka. No-look Flick: Single-Handed and Eyes-Free Japanese Text Input System on Touch Screens of Mobile Devices. In *the 15th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, MoblieHCI '13, pp. 161–170, 2013.

[6] K. Go, H. Konishi, and Y. Matsuura. IToNe: A Japanese Text Input Method for a Dual Joystick Game Controller. In *CHI '08 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '08, pp. 3141–3146, 2008.

[7] Google, LLC. Gboard - Google キーボード - Google Play のアプリ. `https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.inputmethod.latin&hl=ja`. 最終確認日：2020 年 9 月 30 日.

[8] D. Yu, K. Fan, H. Zhang, D. Monteiro, W. Xu, and H. Liang. PizzaText: Text Entry for Virtual Reality Systems Using Dual Thumbsticks. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 24(11):2927–2935, 2018.

[9] 井川洋平，宮下芳明. アイズフリーで速記できる「方向のみ」のフリック入力手法. インタラクション 2013, pp. 651–656, 2013.

[10] 竹永正輝, 橋本直. 片手持ち VR コントローラのための日本語入力 UI の提案. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2019 論文集, pp. 12–16, 2019.

[11] 中村聡史, 塚本昌彦, 西尾章治郎. ウェアラブルコンピューティングのためのダブルマウスを用いた文字入力方式. 情報処理学会研究報告 (1999-HI-86), pp. 63–68, 1999.

[12] 長澤直子. 大学生のスマートフォンと PC での文字入力方法—若者が PC よりもスマートフォンを好んで使用する理由の一考察—. コンピュータ＆エデュケーション, pp. 67–72, 2017.

[13] 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. 情報処理学会研究報告 (2019-HCI-182), pp. 1–8, 2019.