

片手親指での日本語入力効率化を図った  
 QWERTY 配列ソフトウェアキーボードの開発  
 On a Development of a QWERTY Software Keyboard to  
 Efficiently Input Texts with only a Thumb

中嶋 勇輝<sup>‡</sup>  
 Yuki Nakajima

福光 正幸<sup>‡</sup>  
 Masayuki Fukumitsu

## 1. はじめに

スマートフォン端末の文字入力方法に QWERTY 配列のソフトウェアキーボード (以下, QWERTY キーボード) がある。このキーボードがスマートフォン端末に採用されている主な理由として、タイプライターや PC の入力方法として既に採用され、知名度が高いことが挙げられる[1]。端末用ソフトウェアキーボードとして適用すると、入力範囲問題 (片手親指での入力時には指が届かないキーがある問題) [2]と、誤入力問題 (意図しないキーを誤って押してしまう問題) [3]と言う、相反する問題が発生する恐れがある。そこで本研究では、以上の問題点の同時解決を試みるため、新たな QWERTY キーボードを提案・開発する。

## 2. 先行・関連研究

入力範囲問題を考慮したソフトウェアキーボードとして「Word Flow」[4] (図 1 の左) がある。これは、スマートフォン端末の右下を中心に扇形上にキーを配置することで片手親指での文字入力を考慮している。しかし、Word Flow についてのユーザビリティ評価はなされておらず、日本語入力の議論もなされていない。また、Word Flow 以外にも扇形上にキーを配置することで片手親指での文字入力を考慮したキーボードがいくつかある [5, 6]。

一方、誤入力問題に配慮したタブレット用ソフトウェアキーボード「Blossom」[7] (図 1 の右) がある。Blossom は、QWERTY キーボードにフリック入力を採用したものである。Blossom はフリック入力の採用により、通常の QWERTY キーボードでの文字入力よりもタップ数が少なく済む。また、キーサイズがスマートフォン端末の物より大きい。そのため、Blossom はスマートフォン端末における一般的な QWERTY キーボードより誤入力は少ないと考えられる。しかし、Blossom はタブレットでの使用を前提としており、スマートフォン端末に Blossom を単に移植しても、入力範囲問題は直ちには解決されないと考えられる。

## 3. フリックを用いる片手操作に配慮した QWERTY キーボードの提案

本節では、本稿での提案について述べる。そのため、まず前節の先行・関連研究で述べたキーボードについて考察する。

### 3.1 Word Flow と Blossom に関する考察

前節で述べた通り、片手での入力のしやすさを考慮するには扇形上にキーを配置することは有効と考えられる。また、誤入力問題の緩和のため、Blossom での QWERTY キーボードにフリック入力を付与する手法も有効と考えられる。

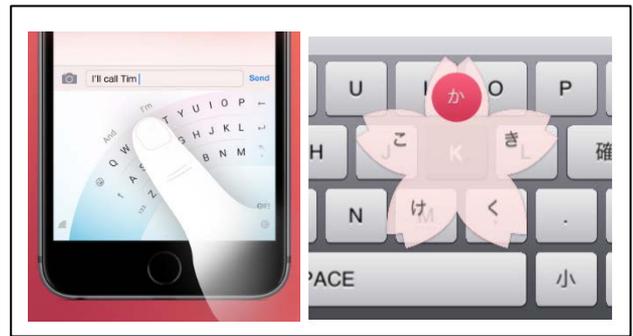


図 1 Word Flow ([4]から一部抜粋) と Blossom ([7]の図 4 から一部抜粋) の画面

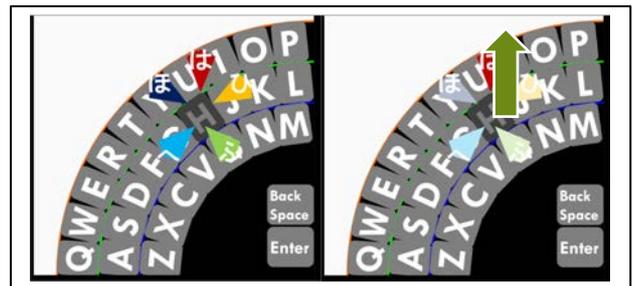


図 2 Word Flow + Blossom での「は」の入力

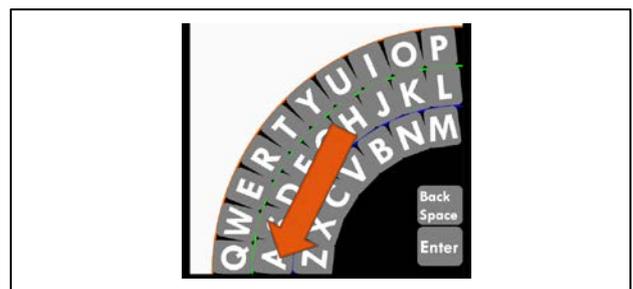


図 3 通常のキーボードでの「は」の入力際の指の動き

そこで、Word Flow に Blossom の手法を併用したキーボード「Word Flow + Blossom」 (図 2) に着目する。

Word Flow + Blossom において、日本語入力するためのフリック入力方向は Blossom 同様、全キー共に母音方向に対しては同じである。例えば、「は」 (母音が[A]のキー) を入力する際には、図 2 の左の様に[H]キーをタップ後、真上にフリックする必要がある (図 2 の右)。一方、通常の QWERTY キーボードで「は」と入力する際には、[H]キー

<sup>‡</sup> 北海道情報大学 情報メディア学部

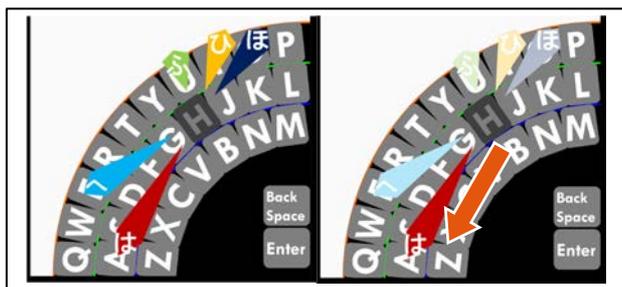


図 4 提案キーボードでの「は」の入力

表 1 実装環境とプロトタイプの実動作環境

実装環境	OS	Windows 10
	Java	java version "1.8.0_101"
	IDE	Android Studio 2.1
動作環境	端末名称(型式)	FTJ152B-Priori3S LTE
	OS	Android 5.1
	ディスプレイ (サイズ/解像度)	5.0 inch/1280×720 (HD IPS)

のタップ後に[A]キーをタップする必要がある。つまり、図 3 の通り、左ななめ下に指を動かさなければならない。この指の動きは Word Flow + Blossom で「は」を入力する時のフリック入力方向とは異なる。そのため、フリック入力が母音方向に対して一律である入力方法よりも、タップした子音から見た各母音方向にフリックする入力方法（以下、相対化されたフリック入力方法）の方が、より直観的に文字入力できると考えられる。つまり、「は」と入力する際には、[H]キーからみて上にフリックするよりも、図 4 の右の様に、[A]キー方向にフリックできる方が直観的かつ容易に入力できると考えられる。そこで本研究では、Word Flow + Blossom に相対化されたフリック入力方法を付与したキーボードを提案する。

### 3.2 提案キーボードの制作

提案キーボードの Android 端末用プロトタイプを制作する。プロトタイプの実装環境と、その動作環境を表 1 に示す。制作したプロトタイプのキャプチャ画面は図 4 の通りである。文字入力の例として、「は」と入力する場合の手順を以下に記す：

- (1) [H]キーをタップし続ける。すると、図 4 の左の様に [H]キー周辺に[は][ひ][ふ][へ][ほ]が表示される。
- (2) ユーザは、[は]が表示されている方向に図 4 の右の様にフリック後、指を離す（つまり、「は」の母音である[A]キー方向に指を動かす）。

一方、「h」などのアルファベットを入力する場合は、[H]キーをタップし、フリックせず、その場で指を離す。

### 4. 提案キーボードの使いやすさに関する評価試験

本節では、提案キーボードの片手操作感の評価のための試験と、その結果について述べる。

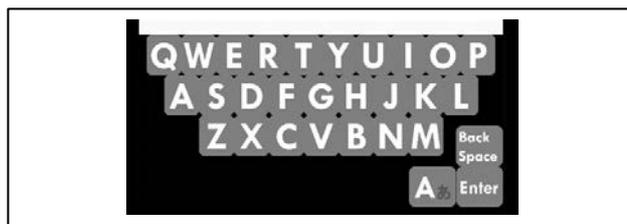


図 5 評価試験用の一般 QWERTY

#### 4.1 試験内容

本評価試験は下記 2 点の調査を目的に行う。

- 提案キーボードが一般的な QWERTY キーボード（以下、一般 QWERTY）よりも文字入力しやすいかどうか
- 提案キーボードにおける改善点

上記の目的のため、被験者には「一般 QWERTY」、 「Word Flow + Blossom」、 「提案キーボード」と言った 3 種類のキーボードを使用してもらい、各キーボードの使いやすさを評価してもらう。本試験は、使用感や改善点評価のため、インタビュー形式で行う。ここで、一般 QWERTY の評価には試験用に制作した図 5 の物を用いる。一方、一般 QWERTY と提案キーボード以外に Word Flow + Blossom を評価試験対象とした理由は、第 3.1 節で述べた Word Flow + Blossom に付与した相対化されたフリック入力方法が有効かどうかを評価するためである。試験手順は以下の通りである。

**事前インタビュー** 試験開始前に、試験概要の説明と共に、事前インタビューを行い、スマートフォン端末を使用する際、普段最も使用する文字入力方法（テンキーのフリック入力、テンキーのトグル入力、QWERTY キーボードでの入力）や、一日におけるスマートフォンの平均使用時間等を回答してもらう。

**評価試験** 被験者には、「一般 QWERTY」、 「Word Flow + Blossom」、 「提案キーボード」それぞれのプロトタイプを使い、以下 4 種類の文章を入力してもらう。

- 1 種目：日本語だけの文章「てんきになるといいな」
- 2 種目：日本語と英語の文章「はじめて pixiv をみる」
- 3 種目：捨て仮名を含む日本語の文章  
「せつけいはしんちょうにおこなう」
- 4 種目：捨て仮名を含む日本語と英語の文章  
「android たんまつをこうにゆうする」

**事後インタビュー** 最後に、各キーボードの文字入力のしやすさを 5 段階評価（1 をとても使いにくい、5 をとても使いやすい）と感想・意見を回答してもらう。

#### 4.2 試験結果と考察

本試験は、本学の学生 10 名に対し実施した。各被験者が述べた各々のキーボードの 5 段階評価の平均値と、被験者が普段最も使用している文字入力方法別の平均値を表 2 に示す。また、各キーボードを使用した被験者の感想・意見の一部を表 3 に示す。

表 2 より、一番文字入力しやすいとの回答があったキーボードは一般 QWERTY であった。その理由は表 3 中の「普段 PC で使用する物と同じであり、普段通りに使用できた」という意見の通り、普段使用していることから生じる慣れ

表 2 各キーボードの使用感に関する 5 段階評価の平均と標準偏差

	全体	テンキー フリック 入力 (7名)	テンキー トグル 入力 (2名)	一般 QWERTY (1名)
一般 QWERTY	3.60 (1.20)	3.43 (1.29)	3.50 (0.50)	5.00 (0.00)
Word Flow + Blossom	2.90 (0.94)	3.00 (1.07)	2.50 (0.50)	3.00 (0.00)
提案 キーボード	3.00 (1.26)	3.43 (0.90)	2.50 (1.50)	1.00 (0.00)

表 3 各キーボードの感想・意見の概要 (一部抜粋)

一般 QWERTY	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 普段 PC で使っている物と同じものであり、普段通りに使えたから</li> <li>・ 片手入力で届かないキーがある問題の改善</li> <li>・ 入力モードの切り替えが面倒な問題の改善</li> <li>・ キーサイズに基因するタップミス問題の改善</li> </ul>
Word Flow + Blossom	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 一部のキー(p,l,m)でフリック画像が見切れている問題の改善</li> <li>・ 全キー共通で、u 段のフリック画像が親指で隠れていて把握が難しい問題の改善</li> </ul>
提案 キーボード	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Word Flow+Blossom と比べてフリック入力方向が自然だった</li> <li>・ 一部のキーにおいて、フリック入力方向が重複する点を改善</li> </ul>



図 6 キーが指で隠れ見えなくなる問題 ([ふ]キーの場合)

からくると考えられる。反対に、一番文字入力しがたいのが Word Flow + Blossom という結果になった。その理由は、「一部のキー(p, l, m)でフリック入力画像が見切れる問題」や「タップ時に展開されるフリック入力画像の内、u 段のキーが指で見えなくなる問題」(図 6)による、文字入力時に文字入力したいフリック入力画像が見えなくなり、入力しがたくなると考えられる。

提案キーボードに関しては、普段最もテンキーのフリック入力を使用する被験者が述べた「Word Flow + Blossom よりフリック入力方向が自然だった」という意見があった。この意見と、Word Flow + Blossom で生じていた問題「一部のキー(p, l, m)でフリック入力画像が見切れる問題」や「タップ時に展開されるフリック入力画像の内、u 段のキーが指で見えなくなる問題」が提案キーボードで生じていないことより、Word Flow + Blossom に付与した相対化されたフ

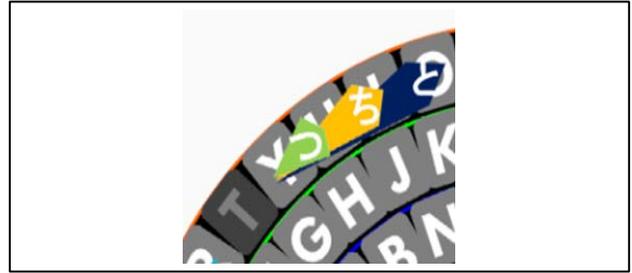


図 7 フリック入力方向の重複問題

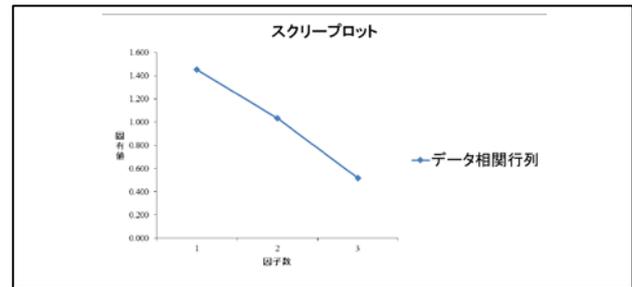


図 8 スクリープロット

表 4 3 種のキーボードの相関行列

	一般 QWERTY	Word Flow + Blossom	提案 キーボード
一般 QWERTY	1.000		
Word Flow + Blossom	-0.035	1.000	
提案 キーボード	0.395	-0.251	1.000

表 5 3 種のキーボードの因子負荷

	Factor 1	Factor 2	共通性
一般 QWERTY	<b>-0.886</b>	0.181	0.817
Word Flow + Blossom	-0.016	<b>-0.957</b>	0.916
提案 キーボード	<b>0.769</b>	-0.401	0.751
因子寄与	1.376	1.109	

リック入力方法は有効であったと考えられる。しかし、この手法を採用したことによって、「一部のキーにおいて、フリック入力方向が重複する問題 (以下、フリック入力方向の重複問題)」(図 7) が発生したと考えられる。

また、本試験の結果において、提案キーボードを使いやすいと評価した被験者と、その被験者の属性の関係性について考察するため、心理統計分析を行うためのソフトウェア「HAD」[8]を用い、因子分析を行った。

因子分析を行う際、因子数はスクリープロットの固有値の傾きの変化箇所より「2」(図 8)、抽出法は主成分法、回転法は直交回転に設定した。因子分析を実行した際に得られた相関行列と因子負荷を表 4、表 5 それぞれに示す。

表 6 Factor 1 の因子得点が正の被験者と負の被験者別の使用時間・評価結果の平均値と標準偏差

	Factor 1 の因子得 点	スマホの 使用時間 /日	一般 QWERTY の得点	提案キー ボードの 得点
因子得 点が正 (5名)	0.81 (0.41)	8.00 (6.16)	4.40 (0.49)	2.00 (0.89)
因子得 点が負 (5名)	-0.81 (0.56)	4.00 (1.67)	2.80 (1.67)	4.00 (0.63)

以降は、提案キーボードと関係性があると考えられる Factor 1 について考察する。Factor 1 はスマートフォン端末や PC の使用頻度に起因しているのではないかと考えられる。以下、その理由を説明する。

まずはスマートフォン端末に関して説明する。事前インタビューで被験者に回答してもらった「1 日のスマートフォン端末の平均使用時間」を Factor 1 の因子得点が正の被験者と負の被験者に分類し、それぞれの平均値を算出した (表 6)。その結果、因子得点が正の被験者はスマートフォン端末の使用頻度が高く、因子得点が負の方向にある場合は使用頻度が低くなっていることが分かった。実際、Factor 1 の因子得点が正の方向にある被験者は総じて一般 QWERTY の評価が高く、提案キーボードの評価は低かった。反対に、Factor 1 の因子得点が負の方向にある被験者は一般 QWERTY の評価が低く、提案キーボードの評価は高かった。このことより、スマートフォン端末の使用頻度が高い人は一般 QWERTY を肯定的に評価し、提案キーボードを否定的に評価する傾向にあり、逆に、使用頻度が低い人は提案キーボードを肯定的に評価し、一般 QWERTY を否定的に評価する傾向にあると考えられる。

次に PC に関して説明する。Factor 1 の因子得点が正の方向にある 5 名の被験者が、一般 QWERTY に関して「普段 PC で使用する物と同じであり、普段通りに使用できた (表 3)」と述べている。この意見より、この 5 名は普段から PC を使用していると考えられる。この 5 名の内、4 名は一般 QWERTY の評価が高く、提案キーボードに対しては評価が低かった。そのため、PC の使用頻度が高い人は一般 QWERTY を肯定する傾向に、提案キーボードを否定する傾向にあると考えられる。

以上より、Factor 1 はスマートフォン端末や PC の使用頻度が起因していると考えられ、スマートフォン端末や PC の使用頻度が低い人に対しては、提案キーボードは有用であることが期待される。

## 5. おわりに

本研究では、入力範囲問題と誤入力問題の同時解決を目指す QWERTY キーボードを提案・開発した。提案のキーボードは Word Flow のキー配置と Blossom のフリック入力を併用し、さらに、相対化されたフリック入力方向を付与した。その後、提案キーボードが一般 QWERTY より文字入力しやすいかどうかの評価試験を実施した。結果として、提案キーボードは一般 QWERTY より使いにくい、被験者が述べていた「Word Flow + Blossom と比べてフリック入力方向が自然だった」と言う提案キーボードを肯定する意

見や、また、「一部のキー(p, l, m)でフリック入力画像が見切れる問題」や「タップ時に展開されるフリック入力画像の内、u 段のキーが指で見えなくなる問題」と言った、提案キーボードの前身である Word Flow + Blossom の問題点が発生しなかったことより、新たなキーボードとしての可能性を秘めている。また、因子分析の結果から、普段からスマートフォン端末や PC の使用頻度が低い人に対しては有用であることが期待される。

今後の課題としては、まず提案キーボードにおけるフリック入力方向の重複問題の改善を行う。また、上記の改善点や問題点の改修を行った後に改めて評価試験を行う。その際には入力速度や誤入力率といったより詳細なデータを取り、因子分析の考察によって得られた「普段からスマートフォン端末や PC の使用頻度が低い人に対しては有用である」という仮説についてより詳細に分析していく。さらに、提案キーボードに対し、スペースキーや [Enter] キー、[BackSpace] キー等、通常用いるキーの配置についても議論していく。

## 参考文献

- [1] 佐藤大介, “ペンによるメニュー選択に基づく日本語入力手法の研究”, 筑波大学大学院博士課程システム情報工学研究科修士論文, (2005).
- [2] 渡部博紀, 佐藤晴彦, 小山聡, 栗原正仁, “片手親指特性に基づくフリック入力手法を用いたソフトウェアキーボード”, FIT2015 (第 14 回情報科学技術フォーラム), pp.379—380, (2015).
- [3] 石井晃, 箱田博之, 志築文太郎, 田中二郎, “Flickey: 超小型タッチパネル端末におけるフリック操作を活用した QWERTY キーボード”, 情報処理学会研究報告 Vol.2015-HCI-164 No.6, pp.1—8, (2015).
- [4] Microsoft Corporation, Word Flow Keyboard[English]with custom backgrounds and one-handed Arc mode, <https://itunes.apple.com/us/app/word-flow-keyboard-english/id1077864246?mt=8> 最終アクセス Jun. 28, (2016).
- [5] 渡部博紀, 佐藤晴彦, 小山聡, 栗原正仁, “片手親指操作における特性に基づいたソフトウェアキーボードの提案”, 情報処理学会北海道支部シンポジウム 2015, pp.125—126, (2015).
- [6] 平山健一, 小枝正直, “スマートフォンにおける片手親指特性を考慮した文字入力方式の提案と実装”, 情報処理学会第 75 回全国大会, pp.73—74, (2013).
- [7] 桜井雄介, 増井俊之, “QWERTY ソフトウェアキーボード上のフリック日本語入力システム”, 情報処理学会研究報告 Vol.2013-HCI-154 No.5, pp.1—4, (2013).
- [8] 清水裕士, “フリーの統計分析ソフト HAD: 機能の紹介と統計学習・教育, 研究実践における利用方法の提案”, メディア・情報・コミュニケーション研究, 1 巻, pp. 59—73, (2016).