

筑波大学 情報学群 情報メディア創成学類

卒業研究論文

片手親指タッチ特性に基づく
縦型 QWERTY キーボード

箱田 博之

指導教員 志築 文太郎 三末 和男 田中 二郎

2014年2月

概要

本研究では、タッチパネル端末向けの縦型 QWERTY キーボードと、その性能評価について示す。まず、スマートフォンにおける片手親指タッチ入力の特徴を調査する予備実験を行った。この予備実験から、縦長の領域をキーボードとして用いることの妥当性を、ポインティング精度、時間から示した。そして、縦型 QWERTY キーボードの設計、及び表示位置の決定を行った。これにより、QWERTY キーボードの片手入力が容易となる。縦型 QWERTY キーボードを、Android 端末上にて動作するアプリケーションとして実装し、入力精度および速度を検証する実験を行った。被験者毎のエラー率は 4.3% から 11.4%，平均 7.3% であった。また、入力速度は 6.5wpm から 13.1wpm，平均 9.4wpm であった。

目次

第1章	序論	1
1.1	背景	1
1.2	目的	1
1.3	貢献	1
1.4	本論文の構成	2
第2章	関連研究	3
2.1	タッチ特性を調査する研究	3
2.2	キーボードレイアウトに関する研究	4
2.3	ソフトウェアキーボードの配置に関する研究	4
第3章	予備実験	5
3.1	被験者	5
3.2	実験機器	5
3.3	予備実験1：ポインティング性能の高い領域の調査	5
3.3.1	タスク	5
3.3.2	実験結果と考察	6
3.4	予備実験2：最適なキーボード領域の調査	13
3.4.1	タスク	14
3.4.2	実験結果と考察	15
第4章	キーボードの設計・実装	18
4.1	設計指針	18
4.2	プロトタイプ	18
第5章	評価実験	20
5.1	実験設計	20
5.1.1	実験機器	20
5.1.2	タスク	20
5.1.3	アンケート	20
5.2	被験者実験	21
5.2.1	被験者	21
5.2.2	実験結果と考察	21

5.3	筆者による実験	23
第 6 章	議論	26
6.1	レイアウト	26
6.2	学習のしやすさ	27
6.3	コンテンツ表示領域の遮蔽	28
第 7 章	まとめと今後の課題	30
	謝辞	31
	参考文献	32
付 録 A	予備実験 1：同意書	35
付 録 B	予備実験 1：アンケート	37
付 録 C	予備実験 2：同意書	42
付 録 D	予備実験 2：アンケート	44
付 録 E	評価実験：同意書	48
付 録 F	評価実験：アンケート	50

図目次

3.1	端末画面に提示されるターゲット	6
3.2	予備実験 1 の結果	7
3.3	キーボード領域の抜き出し	8
3.4	領域毎のポインティング精度	9
3.5	領域毎のポインティング精度（ソート済み）	9
3.6	領域毎のポインティング時間	10
3.7	領域毎のポインティング時間（ソート済み）	10
3.8	縦長領域のポインティング精度	11
3.9	縦長領域のポインティング時間	11
3.10	領域毎のポインティング性能	12
3.11	予備実験 1 のアンケート結果	13
3.12	予備実験 2 における 5 つの領域	14
3.13	領域毎のポインティング精度	16
3.14	ターゲットからの距離	17
3.15	領域毎のポインティング時間	17
4.1	縦型 QWERTY キーボード	19
5.1	評価実験のキーボードレイアウト	21
5.2	被験者毎のエラー率	22
5.3	被験者毎の入力速度	22
5.4	セッション毎のエラー率	23
5.5	セッション毎の入力速度	23
5.6	文字入力実験のキーボードレイアウト	25
5.7	色分けしたキーボードレイアウト	25
6.1	縦型 QWERTY キーボードにおけるキーの向き	27
6.2	縦型キーボードにおけるキー配列	28
6.3	引き出しジェスチャによるキーボードの表示	29

第1章 序論

本章では，研究背景と目的，および本論文の構成を述べる．

1.1 背景

近年，スマートフォンに代表されるタッチパネル端末のサイズが大きくなり，コンテンツの表示領域が拡大されている．このような表示領域の拡大の需要は大きく，その需要は今後も大きくなっていくとされている [Bro12]．また，これらの端末のユーザは，端末を片手把持かつ親指操作を望んでいることが報告されている [PKB06]．その一方で，端末サイズが大きくなると，片手把持時に親指が届かない領域が発生し，端末画面内のオブジェクトにタッチできない問題が起こる．そのため，ユーザは両手操作，あるいは端末の持ち替えを余儀なくされる．

タッチパネル端末における文字入力にはソフトウェアキーボードが用いられる．ソフトウェアキーボードも同様に，親指が届かず，片手親指による入力が困難なことがある．画面端に配置されているキーの入力を行うために，不自然な持ち方を強いられることがあるため，操作性の悪化につながる．

1.2 目的

本研究は，タッチパネル端末を片手把持した際に，無理なく入力可能なキーボードの設計を目的とする．片手入力が容易な，特別な入力インタフェースを開発するアプローチも考えられるが，これらは学習コストが高い．そこで本研究は，QWERTY キーボードを採用することにより，学習コストの低減を図る．本研究は，親指による QWERTY キーボードの入力が容易なキーボードを示す．

1.3 貢献

本研究の貢献を以下に記す．

- 予備実験を行い，タッチパネル端末において，横長領域より縦長領域の方がポインティング性能が高いことを明らかにした．
- 予備実験の結果から，ポインティング性能が高い領域を明らかにした．

- 縦長領域を用いたキーボードを設計，実装した．
- QWERTY 配列を縦長に並べ替えたキーボード配列の可能性を示した．

1.4 本論文の構成

第1章では，研究背景と目的を述べた．第2章では，関連研究を述べる．第3章では，キーボード設計のための予備実験を述べる．第4章では，予備実験から得た知見を用いて設計，実装したキーボードを述べる．第5章では，実装したキーボードを用いて行った評価実験を述べる．第6章では，実装したキーボードの改善点について議論する．第7章では，本研究の結論，および今後の課題を述べる．

第2章 関連研究

本研究は、片手親指タッチ入力特性の調査結果を用いてキーボードの設計を行った。よって、関連する研究として、「片手親指タッチ特性」を調査する研究、およびキーボードのレイアウトと配置に関する研究が挙げられる。

本章ではまず、携帯情報端末における片手親指タッチ入力の特性を調査する研究を述べる。次に、キーボードのレイアウトに関する研究を述べる。最後に、ソフトウェアキーボードの配置に関する研究を述べる。

2.1 タッチ特性を調査する研究

タッチパネル端末におけるタッチ入力の特性を調査した研究がある [WYLS13, HRB11, PH10, PH08, 松浦 07]。多くのユーザが片手による携帯情報端末の操作を望んでいるため [PKB06]、これらの研究は、特に、端末を片手親指で操作する際のタッチ特性について調査している。その結果、端末画面の位置によってタッチ精度および速度が異なることが示された。また、いずれの研究においても、親指を自然に伸ばした状態で届く位置のタッチ精度が高く、反対に、親指の届きにくい画面領域へのタッチ精度が低い傾向にあることが示された。

この知見を活かした文字入力手法が開発されている [高濱 10, KST11]。高濱ら [高濱 10] は、親指の届きやすい円弧状にボタンを配置し、円弧上をなぞってこする様な動作（ラビング入力）により文字を入力する手法を提案した。Kimioka ら [KST11] は、同様に円弧状にボタンを配置することにより、両手親指マルチタッチジェスチャによって文字を入力する手法を提案した。これらの研究では、既存の入力手法と異なる新しい文字入力手法を提案している。一方で、我々の提案する縦型 QWERTY キーボードは、既存の QWERTY キーボードと同様の入力手法であるため、初心者でも入力に慣れやすいと考える。

また、両親指、片手人差指、片手親指の3通りの入力姿勢におけるスマートフォンの QWERTY キーボードの入力特性を調査した研究がある [AZ12]。入力姿勢によって入力特性が異なるため、それぞれに適応したキーボードの必要性が明らかにされた。ContextType[GJM⁺13] は、これらの入力姿勢ごとの入力特性のモデルと言語モデルを用いて入力性能を向上させる研究である。また、入力特性のモデルと階層的適応空間モデルを用いて、入力姿勢ごとにキーの判定領域を適応させる研究も存在する [YOPZ13]。本研究は、片手親指による入力に特化したキーボードに焦点を絞った。

2.2 キーボードレイアウトに関する研究

キーボードのレイアウトや表示位置など、文字入力性能を向上させるために様々な工夫がされている。指の動きを効率化することにより、入力性能を高めるレイアウトを提案した研究がある [MZ99, ZHS00]。また、学習のしやすさの面から最適化を図ったレイアウトも研究されている [BSZ10]。これらは、いずれも QWERTY 配列より高い性能を示しているが、QWERTY 配列に取って代わるほど劇的な改善は見られなかった。The 1Line Keyboard [LGYT11] は、QWERTY 配列の縦に並んでいるキーをひとつのキーとして、キーボード領域を小さくしたソフトウェアキーボードである。辞書データを用いて曖昧性を解消することにより、従来に比べて少ないキーからなるキーボードにおける文字入力を実現している。Harf-QWERTY [MMB93] は、片手入力をするために、従来の QWERTY 配列を 2 分割してキーの数を半分にしたキーボードである。スペースバーをファンクションキーとして用いることにより、ユーザはすべてのキーを入力することができる。

その一方で、ユーザが新たなレイアウトの学習をする意欲がないことが示されている [MZS99, BSZ10]。このことから、本研究は QWERTY 配列を採用した。

2.3 ソフトウェアキーボードの配置に関する研究

携帯情報端末における、ソフトウェアキーボードの表示位置について評価した研究がなされている。中川ら [中川 12] は、ソフトウェアキーボードを画面上部、画面下部、入力部直下の 3 通りで表示し、それぞれにおいて文字入力タスクを被験者に課し、入力速度、精度、および使用感を評価した。その結果、キーボードを画面下部に表示したときに入力速度が最も速いものの、入力ミスが頻発することがわかった。iGrasp [CLWC13] は、タブレットの持ち方に応じてソフトウェアキーボードの配置や表示位置を自動で変更するシステムである。予備実験の結果から、持ち方によって好まれるソフトウェアキーボードの配置や表示位置が異なることを示した。さらに、iGrasp が入力速度と使いやすさを有意に向上させたことを評価実験によって示した。また、ソフトウェアキーボードのキーの形状と位置を動的にユーザに合わせる研究がある [KSTar, SLL11]。物理的なフィードバックがないために、タッチタイピングが困難なソフトウェアキーボードにおいて、タッチタイピングを行うことが可能となる。本研究では、予備実験で端末画面へのタッチ特性を調査し、これを基にキーボード領域として妥当な領域を決定する。

第3章 予備実験

本章では，縦型 QWERTY キーボードの設計のための予備実験を述べる．本研究では，端末サイズが大きいスマートフォンにおけるタッチ入力の特徴を調査する予備実験を2つ行った．

予備実験1は，ポインティング性能の高い領域の調査を行う実験である．予備実験2は，最適なキーボード領域の調査を行う実験である．

3.1 被験者

大学生・大学院生のボランティア6名（男性6名，年齢21-24）を被験者とした．すべての被験者が，日常的にスマートフォンを使用し，右手によって操作していた．また，スマートフォンの利用歴は，10-36ヶ月，平均21.8ヶ月であった．

3.2 実験機器

実験用端末として，Android 端末（LG Electronics Optimus G L-01E，端末サイズ：高さ137mm × 幅69mm × 厚さ9.6mm，画面サイズ：4.7 インチ（高さ103.6mm × 幅58.3mm），OS：Android 4.1.2）を用いた．

3.3 予備実験1：ポインティング性能の高い領域の調査

予備実験1の目的は，ポインティング性能の高い領域を調査することである．そのために，まず実験用端末への親指によるポインティング精度と速度を測定する．その結果からキーボードの配置として最適な領域，つまりポインティング精度が高いかつポインティング時間も短い領域を検討する．

3.3.1 タスク

被験者には，着座姿勢にて，実験用端末を片手で把持してもらった．なお，被験者全員が日常的に右手でスマートフォンを操作していたため，把持する手を右手とした．実験条件を統一するため，肘から先を身体や机等で支えないように端末を保持してもらった．また，予備実験1においては把持姿勢を固定せず，ターゲットに応じて自由に動かしてよいこととした．

被験者が端末画面の実験開始ボタンをタッチすると実験が開始され、端末画面に黒い矩形のターゲットが表示される（図 3.1）。端末画面比が 16:9 であったため、端末画面を 16×9 で分割した。分割したマスそれぞれをターゲットとして用いた。その結果ターゲットの幅を 6.5mm、面積を 42.25mm^2 とした。各マスにつきターゲットを 5 回ずつ無作為に提示した。その結果、各被験者に計 720 回（5 回 $\times$ （16 $\times$ 9）箇所）のポインティングを行ってもらった。被験者には、できる限り正確にターゲットをポインティングすることと、届かないターゲットの場合にはできる限りターゲット付近をポインティングするよう教示した。また、実験終了後にアンケートに答えてもらった（付録 B）。実験所要時間は、一人当たり 20-25 分であった。

図 3.1 の各マス毎のポインティングの成功数を総ポインティング数で除したものを、ポインティング精度とする。

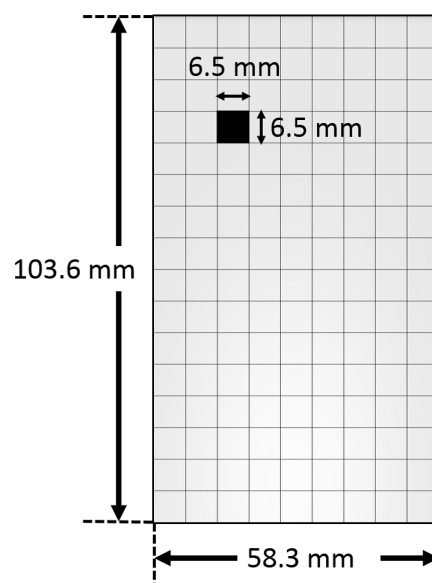


図 3.1: 端末画面に提示されるターゲット

3.3.2 実験結果と考察

ポインティング精度を図 3.2a に示す。また、ターゲットが表示されてから被験者がタッチを行うまでのポインティング時間を図 3.2b に示す。また、ポインティングの際のタッチ面積を図 3.2c に示す。それぞれ、色が濃いほど精度が高く、時間が短く、タッチ面積が大きい。

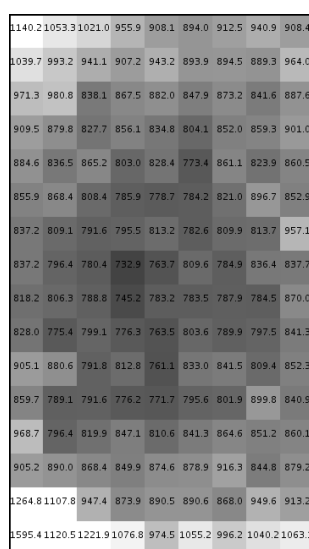
ポインティング精度に関しては、各ターゲット間に有意傾向が見られたが ($p = .057 < .10$)、図から傾向を読み取ることが出来なかった。この理由は、ポインティングタスクにおいて、把持姿勢を固定しなかったことによって安定したポインティングがなされず、雑音が多いためであると考えられる。また、サンプル数が少ないことも要因の 1 つとして考えられる。よって、予備実験のサンプル数を増やすことが今後の課題として挙げられる。

ポインティング時間に関しては、端末画面の中央ほど短いことがわかる。また、この理由は、端末画面の中央ほど、親指を自然にスライドする動作のみでポインティングが可能なためであると考えられる。ポインティング時間が長い領域をポインティングするには、親指を伸ばす、あるいは曲げる動作に加え、端末の把持姿勢を変えなくてはならないと考えられる。また、表示されたターゲットとポインティング時間との相関は見られなかった。

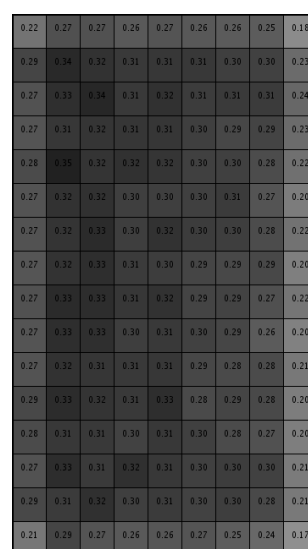
タッチ面積に関しては、画面中央ほど大きいいため、平均時間と似た傾向にあることがわかる。タッチ面積と平均時間の相関係数が -0.342 であったため、弱い負の相関があることがわかる。また、実験中に被験者の手元を観察していると、端末画面の端ほど、親指の先を用いてタッチしていた。このことが、端末画面端のタッチ面積が小さいことに起因していると考えられる。



(a) ポインティング精度 (%)



(b) ポインティング時間 (ms)



(c) タッチ面積

図 3.2: 予備実験 1 の結果

次に、キーボードの配置場所を決定するための分析を行った。本研究では QWERTY 配列を採用するため、以降キーボードとして QWERTY キーボードを用いる。図 3.3 のように QWERTY キーボードと同じ形状および大きさの領域を抜き出し、平均精度と時間を求めた。これらを比較してポインティング性能が高い領域を明らかにし、採用するキーボード領域を決定した。実験端末に搭載されている QWERTY キーボードを実測したところ、キーボードサイズは、高さ 38.9mm × 幅 58.3mm であった。今回のタスクにおけるターゲットは 6.5mm であったため、キーボードサイズを 6 マス × 9 マスで近似した。16 マス × 9 マスから、キーボードサイズで抜き出すことができる領域は、横長の領域が 11 通り、縦長の領域が 32 通りで計 43 通りである。

次に、領域毎のポインティング性能の比較を行った。領域毎のポインティング精度および時間を図 3.4, 3.6 に示す。それぞれをポインティング精度および時間順にソートした結果を

図 3.5, 3.7 に示す. ポインティング精度に関してソートした結果において, ポインティング精度が高い領域として縦長領域が多いことがわかる. また, ポインティング時間に関しても, 縦長領域の方がポインティング時間が短い傾向にある. よって, ポインティング精度および時間共に, 縦長領域の結果の方が良い傾向にある. また, 一般的なキーボード領域 (領域 11) へのポインティング精度は低く, ポインティング時間も長い. このことから, 一般的なキーボードの配置領域は, 片手親指入力時に最適でないことがわかる.

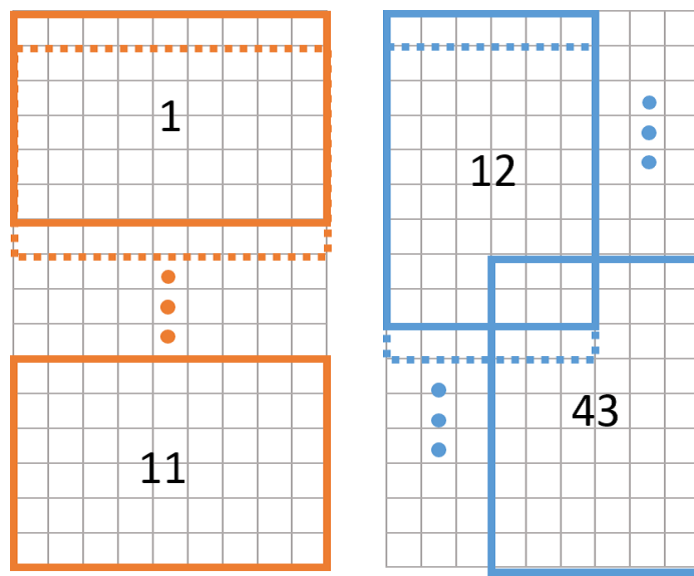


図 3.3: キーボード領域の抜き出し

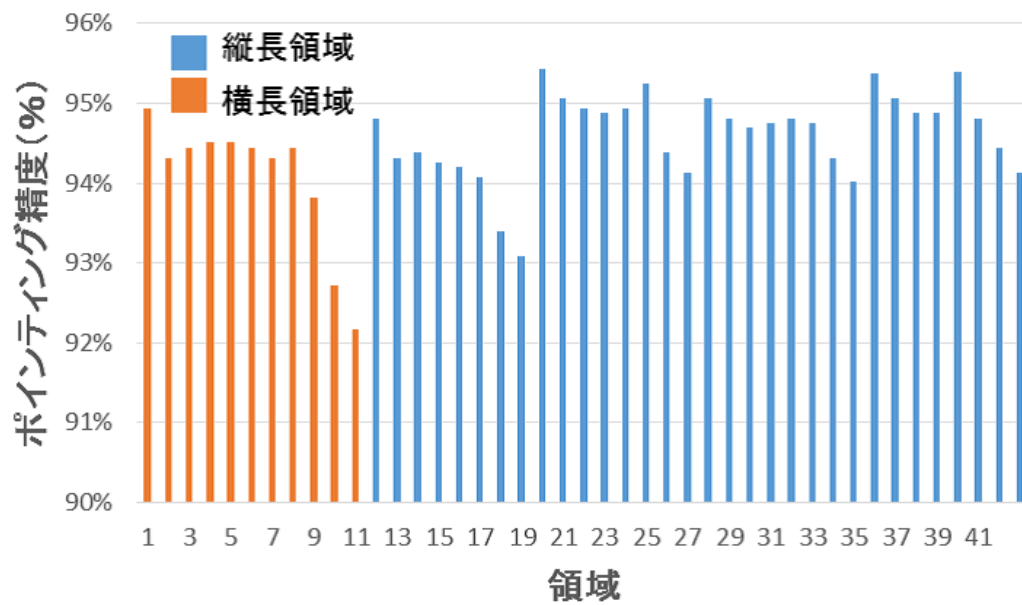


図 3.4: 領域毎のポインティング精度

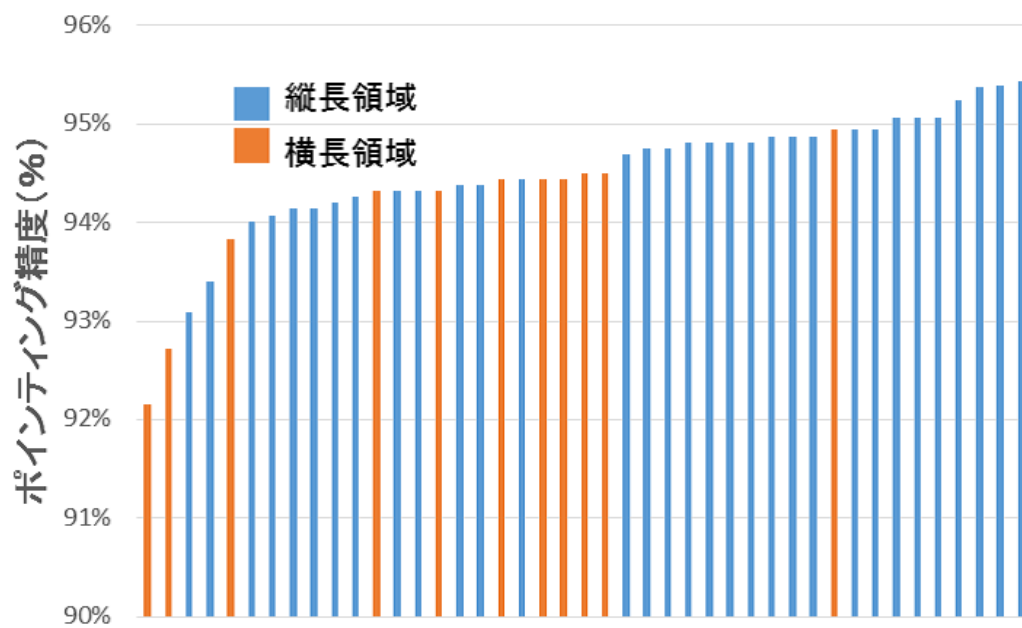


図 3.5: 領域毎のポインティング精度（ソート済み）

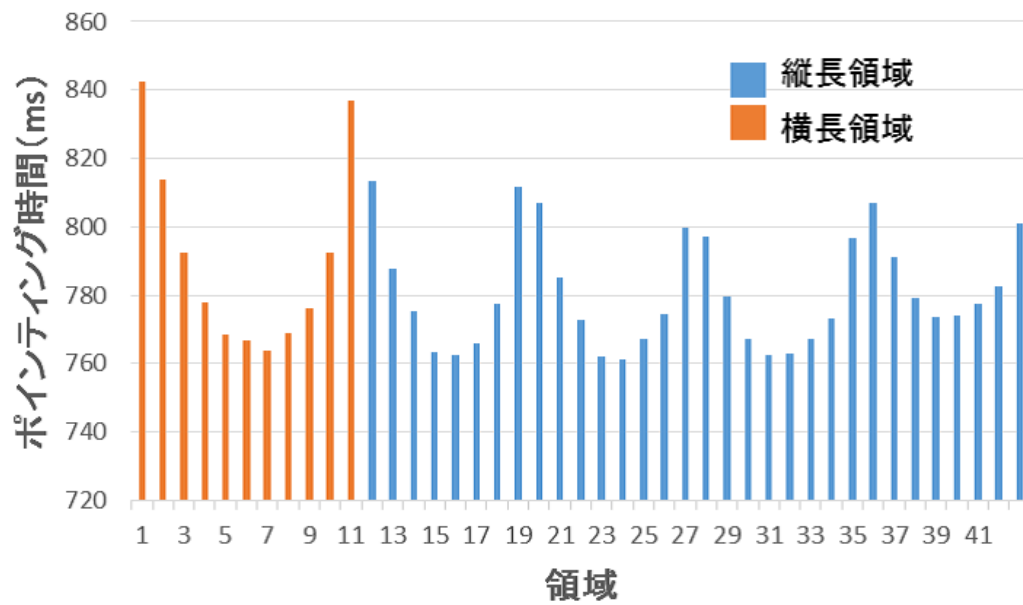


図 3.6: 領域毎のポインティング時間

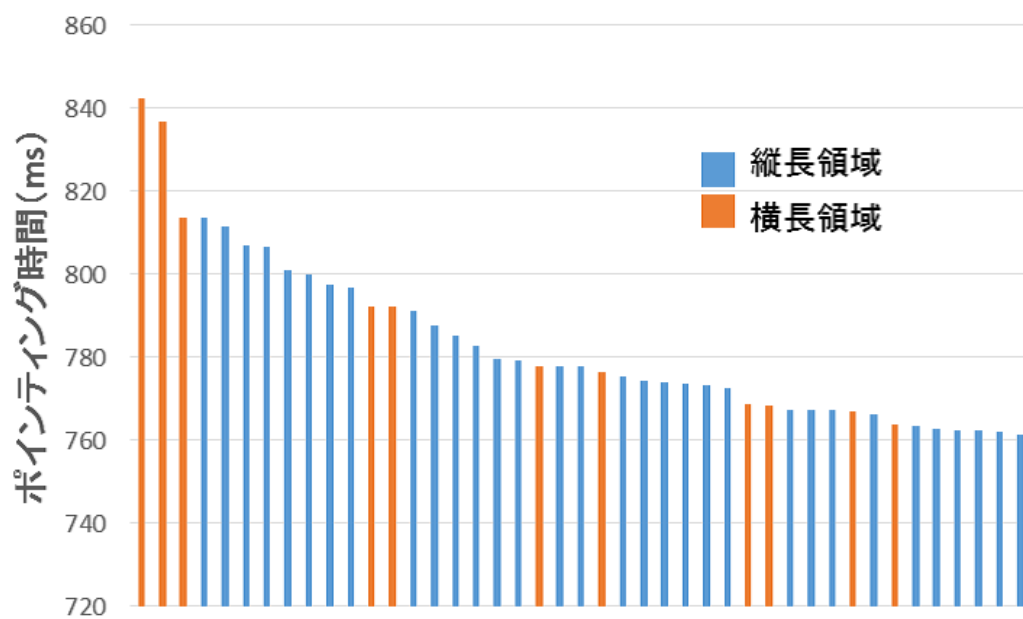


図 3.7: 領域毎のポインティング時間 (ソート済み)

次に、縦長領域のポインティング特性に関する分析、および優位性を示す。縦長の領域として抜き出した領域内のポインティング精度の平均を図 3.8 に、ポインティング時間の平均を図 3.9 に示す。精度に関しては、中央・右端中央・上端の付近に高い精度の領域が存在することがわかる。時間に関しては、上端・下端領域のポインティング時間が長く、中央ほど短い。両者の特性を考慮すると、中央および右端中央領域付近にキーボードを配置することにより、文字入力の性能が向上することが期待される。また、精度と時間の関係を散布図として表したものを図 3.10 に示す。右下の点の領域ほど、ポインティング精度が高く、かつポインティング時間が短い領域である。この図において、縦長領域が右下に集まっているため、縦長領域の方がポインティング性能に関して優位であることがわかる。

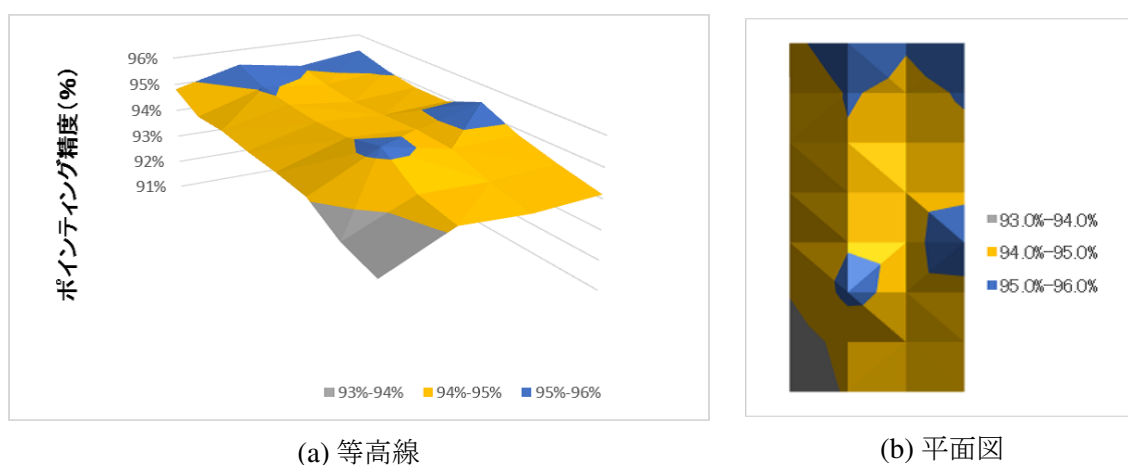


図 3.8: 縦長領域のポインティング精度

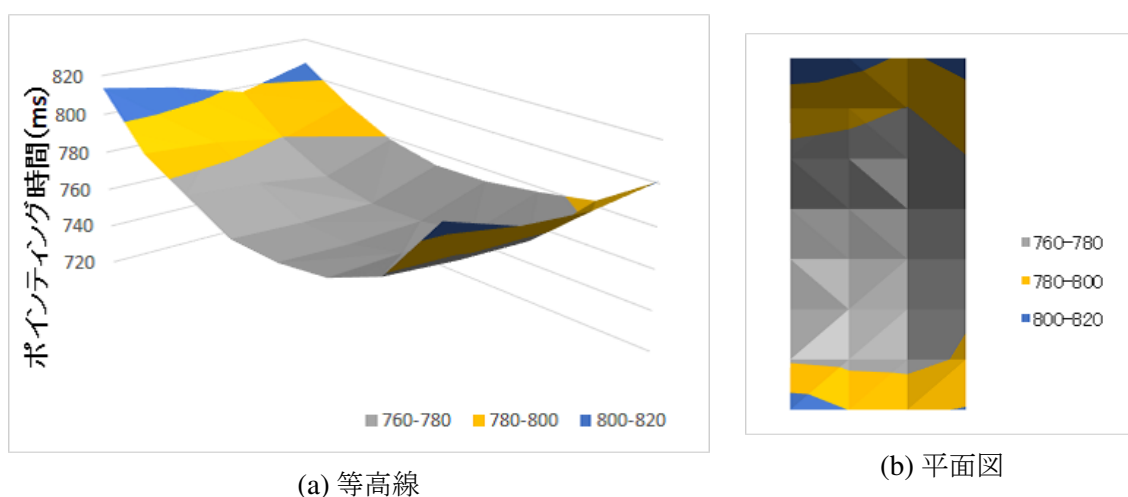


図 3.9: 縦長領域のポインティング時間

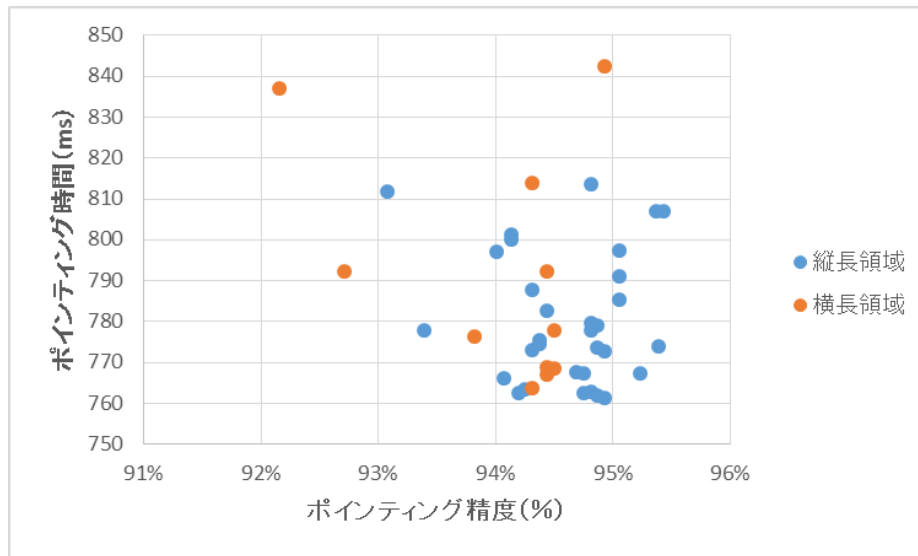


図 3.10: 領域毎のポインティング性能

最後に、アンケート結果の考察を行った。アンケートでは、端末画面のタップしやすかった場所としにくかった場所を答えてもらった。その結果を図 3.11 に示す。各ターゲットの中央に表示されている数字は、それぞれタップしやすかった、しにくかったと回答した人数を表す。また、人数が多いほど各ターゲットを濃い色で描画している。結果から考察すると、端末画面中央ほど、タップしやすく感じていることがわかる。逆に、それ以外の領域はタップしにくいと感じていることがわかる。この結果は、ポインティング時間、およびタッチ面積の分布に類似している。つまり、無理なくタッチできる領域ほど、ポインティング時間が短く、タッチ面積が広い。逆に、無理な力をかけている領域ほど、ポインティング時間がかかり、指先でタッチするためタッチ面積が小さくなる。よって、タッチ面積が小さい領域を多用しないキーボード設計をすることにより、効率的な入力が期待される。

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	3	3	3	3	1	1
0	0	1	4	4	4	4	1	1
0	0	2	5	5	5	4	1	1
0	0	2	5	5	5	4	1	1
0	0	2	5	5	5	4	1	1
0	0	2	5	5	5	4	1	1
0	0	2	5	5	5	4	1	1
0	0	2	5	5	5	4	1	1
0	0	2	4	4	4	4	1	1
0	0	2	3	3	3	3	1	1
0	0	2	2	2	2	2	0	0
0	0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

(a) タップしやすかった場所

5	5	5	2	1	1	2	4	4
5	3	1	0	0	0	0	2	4
5	2	0	0	0	0	0	1	3
3	1	0	0	0	0	0	1	2
2	1	0	0	0	0	0	1	2
2	1	0	0	0	0	0	2	3
2	1	0	0	0	0	0	2	3
2	1	0	0	0	0	0	2	3
2	1	0	0	0	0	0	2	3
2	1	0	0	0	0	0	2	3
2	1	0	0	0	0	0	1	2
2	1	0	0	0	0	0	1	3
2	1	1	1	1	1	1	1	3
5	2	1	1	1	1	1	1	4
6	5	2	2	2	2	2	3	5
6	6	5	4	4	4	4	5	5

(b) タップしにくかった場所

図 3.11: 予備実験 1 のアンケート結果

これらの知見から、縦長の領域を使ったキーボードを用いることが妥当であると考えられる。

3.4 予備実験 2：最適なキーボード領域の調査

予備実験 1 の結果から、縦長の領域を使ったキーボードの優位性が示された。一方予備実験 1 を行っている被験者を観察したところ、端末画面全域にターゲットが表示されるため、親指でポインティングするために把持姿勢が絶えず変化していた。理想的なソフトウェアキーボードならば、入力を行う際に把持姿勢を変えることなく入力が可能であると著者は考えた。そこで予備実験 2 によって、端末の把持姿勢を固定することによって縦長キーボードの最適な位置を探る。予備実験 1 の結果から、端末画面中央のポインティング性能が高いことが判明したが、端末画面中央にキーボードを配置すると、コンテンツを覆い隠すことになる。そのため、予備実験 2 にて調査対象とするキーボード位置の候補を、画面端に接する領域に絞りこんだ。

3.4.1 タスク

画面端に存在する領域のうち，ポインティング性能が高い領域を調査するために，図 3.12 に示す ABCDE の 5 つの領域にて予備実験 1 と同様のポインティングタスクを行ってもらった．5 つの領域はすべて，実験端末に搭載されている QWERTY キーボードと同じサイズである．すべての領域を端末画面の右端に接するように配置し，端末画面上端からの距離をそれぞれ，0 マス（上端），1.5 マス，3.5 マス（中央），5.5 マス，7 マス（下端）とした．

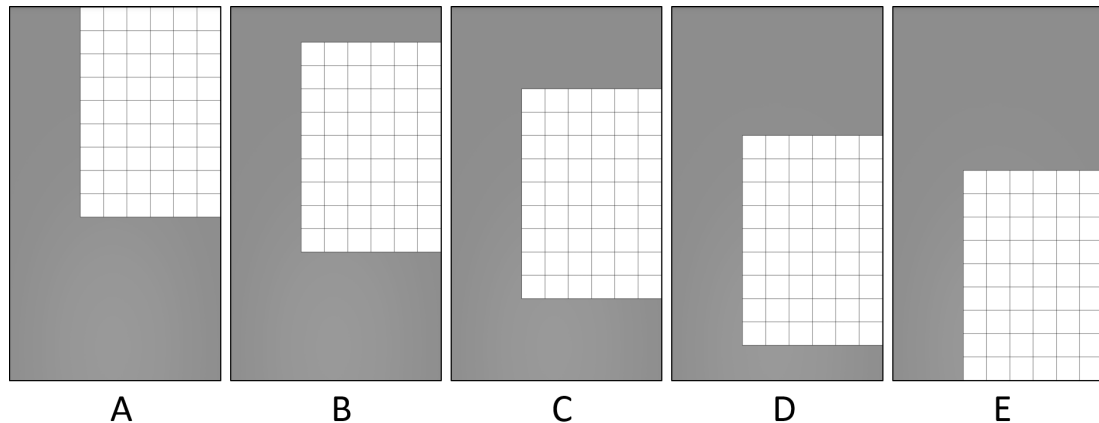


図 3.12: 予備実験 2 における 5 つの領域

下記のタスクの組合せを 1 セットとし，1 人あたり 5 セット行ってもらった．また，疲労による影響を軽減するため，セット間には十分な休憩を取ってもらった．

キャリブレーションタスク

領域の四隅に黒い矩形を表示する．被験者には，この矩形をポインティングしながら，把持姿勢を変えずにすべてのターゲットをポインティングできる持ち方を探し，決めてもらった．

ポインティングタスク

被験者にキャリブレーションタスクで決めた把持姿勢をできる限り変えないように教示し，予備実験 1 と同様にポインティングタスクを行ってもらった．

被験者毎に，タスク時の領域の順番を無作為に決定した．また，それぞれの領域内の各ターゲット箇所につき 5 回ずつ無作為にターゲットを提示した．その結果，各被験者毎に計 1350 回（5 領域 × 5 回 × （9 × 6）箇所）ターゲットを提示した．また，タスク終了後にアンケートに答えてもらった（付録 D）．実験所要時間は，一人当たり 45-55 分であった．

3.4.2 実験結果と考察

領域毎にポインティング精度およびミスポインティング時のターゲットからの距離をピクセル単位で表したものをそれぞれ図 3.13, 3.14 に示す. また, ポインティング時間を図 3.15 に示す.

ポインティング精度に関しては, 領域 C が最も高く, また領域 CD 間 ($p < .05$), 及び領域 CE 間 ($p < .01$) に有意差が認められた. また, 領域 B も領域 D, E に比べ有意に高かった ($p < .05$). よって, 端末下端から中央にかけての領域より, 中央から端末上端にかけての領域の方がポインティング精度が高いことがわかる.

ポインティング時間に関しては, 領域 D が最も低く, その他の領域との有意差が認められた ($p < .01$). 領域 BE 間には有意差が見られなかった ($p = .626$). その他のすべての領域間には有意差が認められた ($p < .01$). よって, 端末画面中央から少し下にかけての領域へのポインティングが速いことがわかる.

ポインティングタスクの行いやすさについてのアンケートを取ったところ, 領域 D が最も好まれ, 次いで C が好まれた. 領域 A が最も評価が低い結果となった. その理由として, 領域毎に端末の把持姿勢のキャリブレーションを行った結果, 領域 A をポインティングしやすいように端末を把持すると, 端末の重心が崩れ, ポインティングをしやすいものの持ちにくくなっていたためと考えられる. また, 領域 D および C が好まれた理由としては, 端末の下端を支えることで安定すること, および普段のスマートフォン使用時の把持姿勢と変わらないためと考えられる.

以上の結果から, 本研究では端末画面中央かつ右端に QWERTY キーボードを配置することとした.

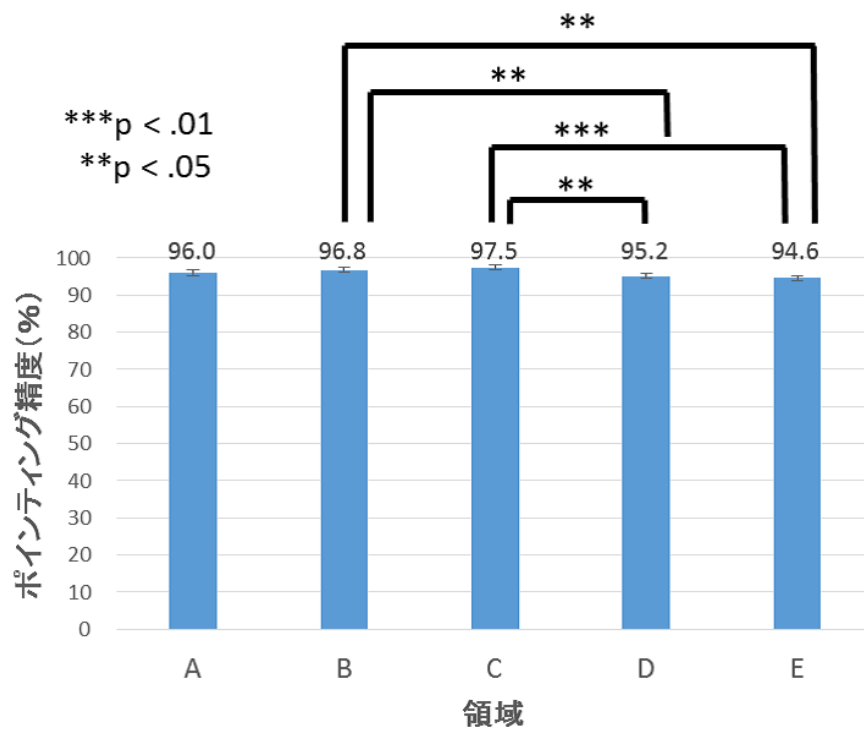


図 3.13: 領域毎のポインティング精度

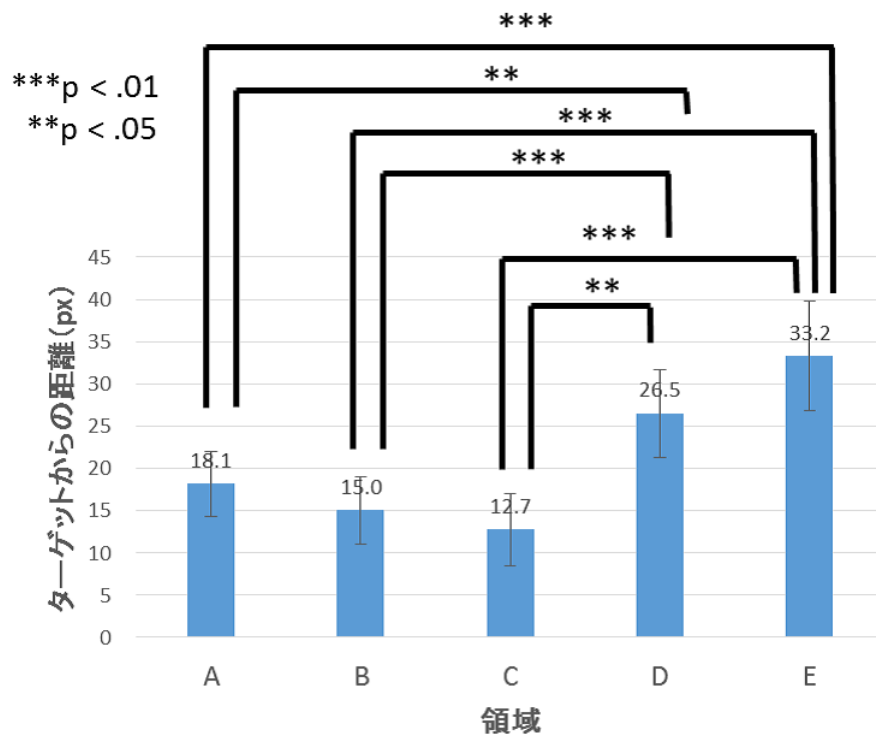


図 3.14: ターゲットからの距離

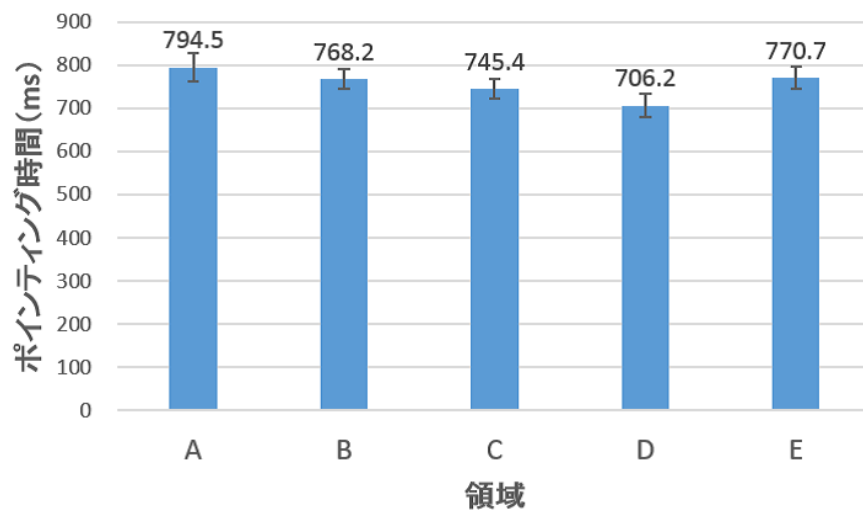


図 3.15: 領域毎のポインティング時間

第4章 キーボードの設計・実装

本章では，予備実験から得た知見を用いたキーボードの設計，および実装を述べる．

4.1 設計指針

3.3 節の予備実験 1 から得られた知見は，以下の通りである．

- 横長領域に比べ，縦長領域においてポインティング性能が高い．
- 端末画面の中央，右端中央，上端付近のポインティング精度が高い．
- 端末画面の中央ほど，ポインティング時間が短い．

また，3.4 節の予備実験 2 から，縦長キーボードを端末画面中央かつ右端に配置することの妥当性を示した．よって端末画面中央かつ右端にキーボードを配置することにより，キーボードの入力速度，精度の向上が見込めると考えられる．

また本研究では，学習のコストを抑えるために，キーボードの配列として QWERTY 配列を用いた．

4.2 プロトタイプ

設計指針を基にキーボードのプロトタイプを IME として実装した（図 4.1）．キー配列として QWERTY 配列を用いている．また，縦長のキーボード領域を用いているため，実装したキーボードを縦型 QWERTY キーボードと呼ぶこととする．図 4.1 は，プロトタイプを用いてブラウザの検索バーに文字を入力している様子である．

キーボードのサイズとして，実験端末に搭載されていた QWERTY キーボードと同様のサイズを用いた．従来の QWERTY キーボードを 90° 回転させて端末画面の右端中央に配置したレイアウトとなっている．キーの文字の向きに関しては，ユーザ側に向ける形とした．

このキーボードの利点を以下に挙げる．

- QWERTY 配列を用いているため，学習コストが低い．
- 親指が届く範囲にすべてのキーが収まっているため，端のキーも無理なく入力することが可能である．

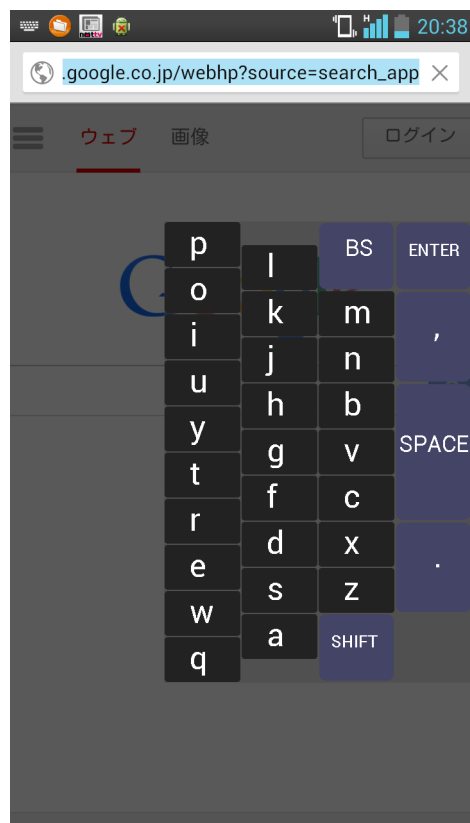


図 4.1: 縦型 QWERTY キーボード

第5章 評価実験

本章では，4章にて設計，実装した縦型 QWERTY キーボードを用いて行った被験者実験，および筆者による実験について述べる．

5.1 実験設計

5.1.1 実験機器

実験端末として，予備実験と同様に Android 端末を用いる（3.2 節）．

5.1.2 タスク

被験者には，従来の画面下端に表示された QWERTY キーボードと，縦型 QWERTY キーボードの両方を用いて英文入力を行ってもらい．それぞれのレイアウトを図 5.1 に示す．評価実験において条件をそろえるために，両キーボードの領域面積を統一した．それに伴い，各キーのサイズと配置も統一した．まず被験者は，各キーボードにつき 5 文を入力する練習タスクを行う．その後，1 セッション 10 文の入力を行い，各キーボードにつき 3 セッションのタスクを行う．タスクにおいて使用した英文 [MS03] は 16-43 文字，平均文字数は 28.61 文字である．用意されている 500 文のうち，練習タスク用英文を 10 文，本番タスク用英文を 240 文，計 250 文をランダムに用いた．

5.1.3 アンケート

タスク終了後に，被験者に 3 つの設問からなるアンケートに答えてもらう（付録 F）．設問 1 では入力のしやすさ，設問 2 ではキーボードレイアウトの覚えやすさに関して，5 段階リッカート尺度（5：最高，1：最低）を用いて評価してもらい，その評価理由を自由記述してもらう．設問 3 では，感想等を自由に述べてもらう．

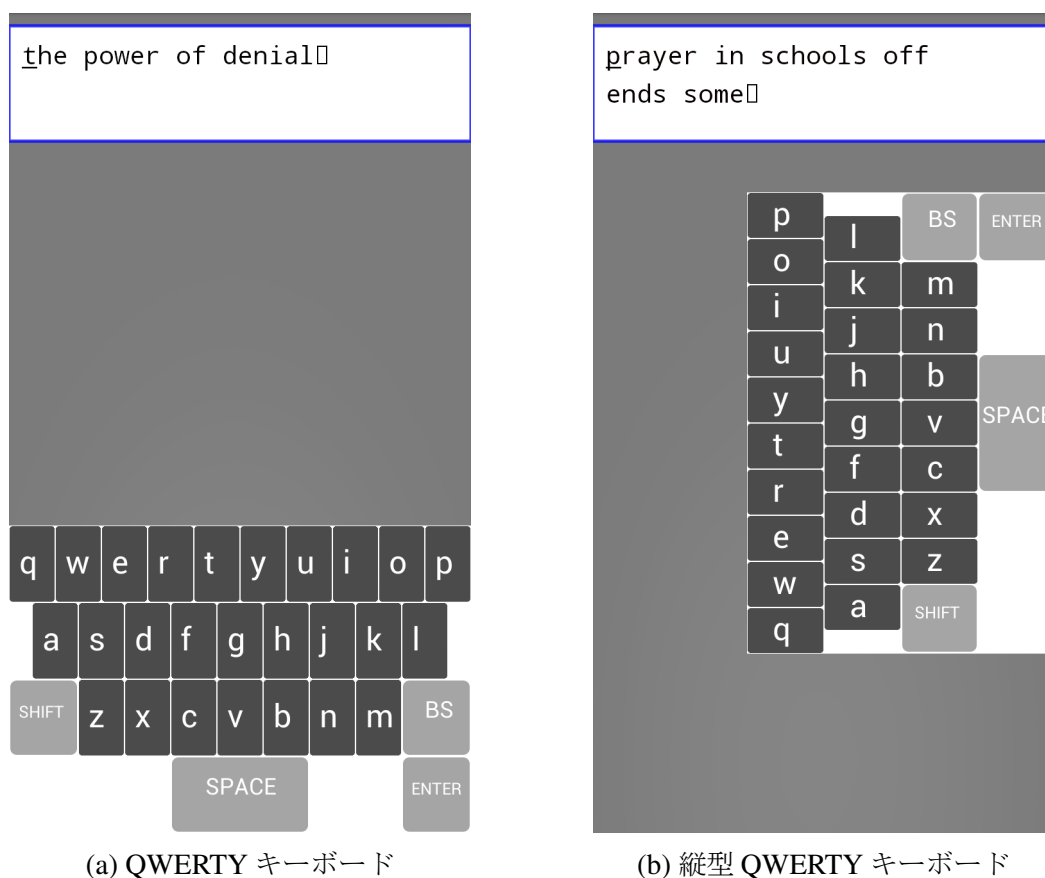


図 5.1: 評価実験のキーボードレイアウト

5.2 被験者実験

5.2.1 被験者

大学生および大学院生のボランティア 4 名 (21-23 歳) を被験者とした。すべての被験者が、日常的にスマートフォンを使用し、右手によって操作していた。また、スマートフォンの利用歴は、14-36 ヶ月、平均 23.5 ヶ月であった。

5.2.2 実験結果と考察

実験の所要時間は、40-45 分であった。被験者毎にそれぞれのキーボードを用いてタスクを行ったときのエラー率を図 5.2 に、入力速度を図 5.3 に示す。エラー率に関しては、縦型 QWERTY キーボードの方が 2.0% 低い結果となったが、有意差は認められなかった。速度に関しては、縦型 QWERTY キーボードの方が 42.6% 遅い結果となった。この理由は、縦型 QWERTY キーボードのレイアウトが、被験者が普段使用しているキーボード（従来の QWERTY キーボード）のレイアウトと異なるためであると考えられる。セッション毎のエラー率を図 5.4 に、

入力速度を図 5.5 に示す．セッション数が増えるにつれ，縦型 QWERTY キーボードの入力速度が向上した．縦型 QWERTY キーボードのレイアウトに慣れるに従って，速度が向上すると思われる．加えて，縦型 QWERTY キーボードのレイアウトは従来の QWERTY キーボードと同様のレイアウトであるため，学習速度は速いと考えられる．

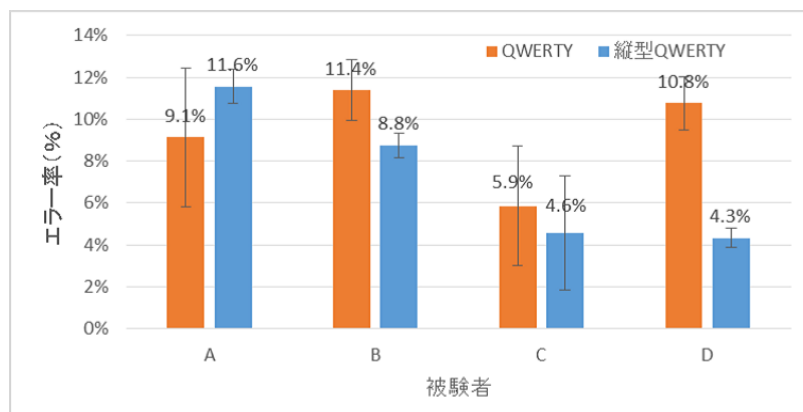


図 5.2: 被験者毎のエラー率

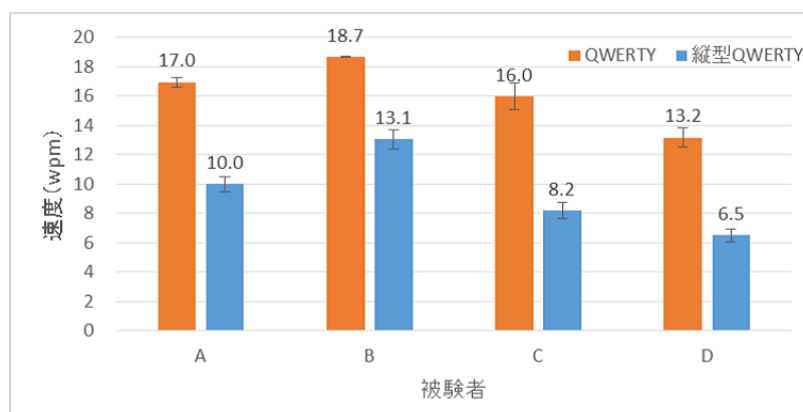


図 5.3: 被験者毎の入力速度

また，アンケートの設問 1, 2 の結果は，どちらも平均 3 となった．入力のしやすさ，およびレイアウトの覚えやすさに関してはどちらともいえない結果となった．設問 3 の自由記述欄には，「手を伸ばさなくても入力できるのは楽」(2 名) という意見があった．この理由は，タッチ特性に基づいた設計を行ったためであると考えられる．その一方で，「縦型 QWERTY キーボードで持ち直すことがあった」(2 名) および，「キーボードを小さくすると入力しやすいかもしれない」(1 名) という意見もあった．今回の評価実験では，実験条件をそろえるために，従来の QWERTY キーボードと縦型 QWERTY キーボードのキーボードの領域面積を統一した．今後は縦型 QWERTY キーボードとして最適な領域の大きさの検討を行う．

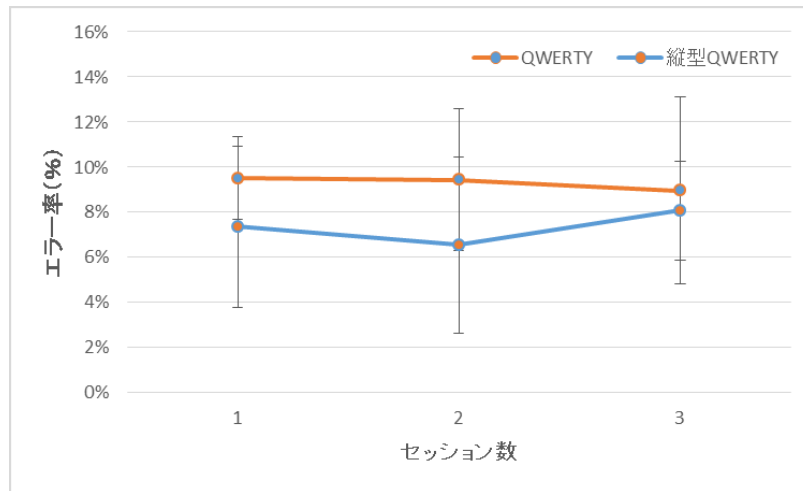


図 5.4: セッション毎のエラー率

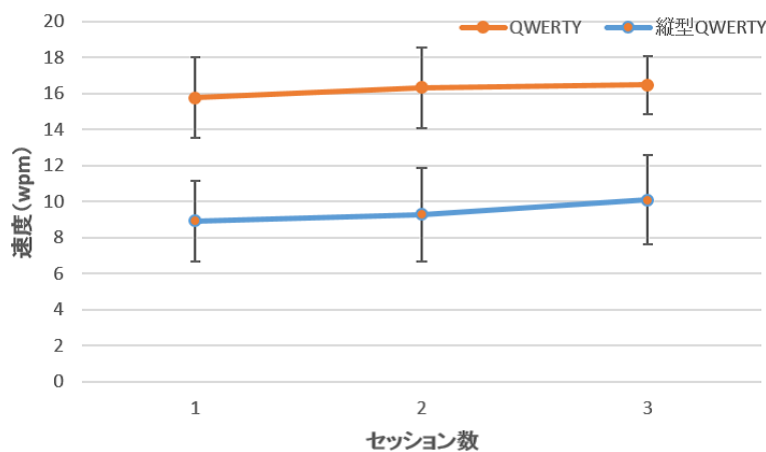


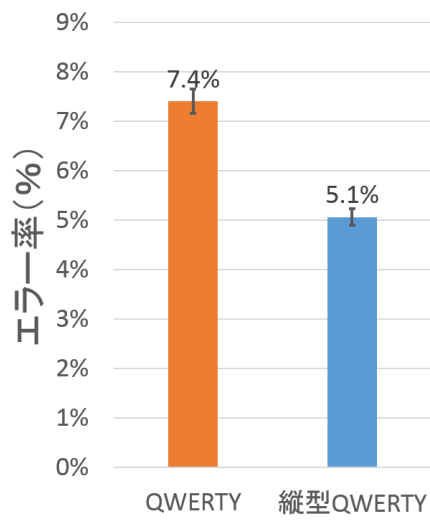
図 5.5: セッション毎の入力速度

5.3 筆者による実験

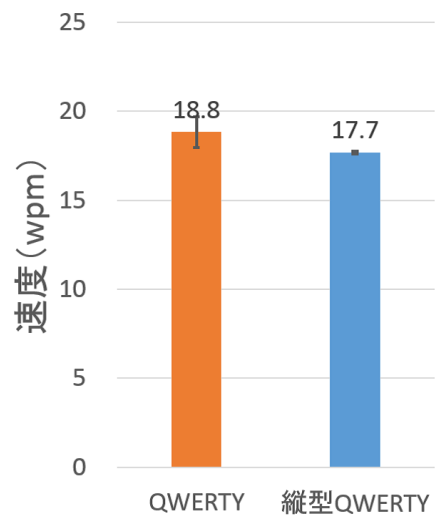
筆者が同様の実験を行った結果を、図 5.6 に示す。エラー率に関しては、縦型 QWERTY キーボードの方が有意に低い結果となった ($p < .05$)。入力速度に関しては、4%低い結果となったが、有意差は認められなかった。結果として、縦型 QWERTY キーボードの方が優位だった。筆者は、事前に英文 200 文相当のトレーニングを積んだ状態で文字入力タスクを行っている。被験者実験における縦型 QWERTY キーボードの入力速度は、セッション毎に向上していたが、筆者による実験においてはセッション間に差がなかった。この結果の違いは、トレーニングに起因すると考えられる。そのため、被験者実験を行う際に長期的な実験設計を

行うことにより，縦型 QWERTY キーボードの性能をより正確に調査することができる．

また，通常の QWERTY キーボードとは異なり，縦型 QWERTY キーボードではキーボードの中心が把握しづらく，キーの探索時間が多くかかってしまった可能性がある．これを解決するために，ユーザがキーボードの中心を意識できるようにするため，通常の QWERTY キーボード入力における左右の手が担当するキーの色を分ける（図 5.7a）方法が考えられる．あるいはホームポジションのキーである「f」と「j」キーの色を変える（図 5.7b）等の工夫をすることにより，キーの特定が容易になるため，キーの探索時間が短くなると考えられる．

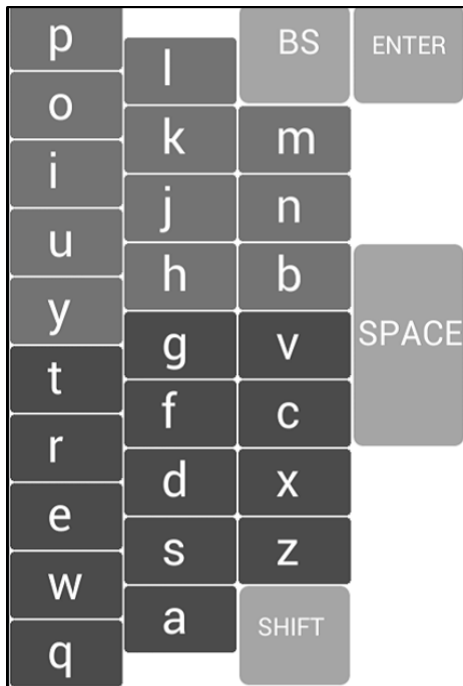


(a) エラー率

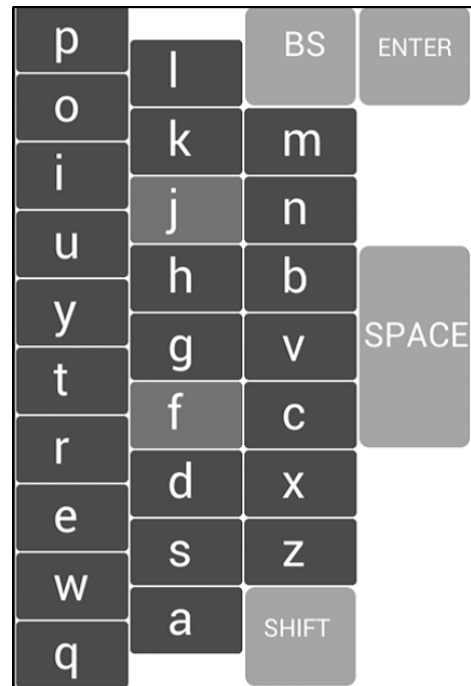


(b) 入力速度

図 5.6: 文字入力実験のキーボードレイアウト



(a) 左右で区別



(b) ホームポジションキーのみ

図 5.7: 色分けしたキーボードレイアウト

第6章 議論

本章では，縦型 QWERTY キーボードの改善点を議論する．

6.1 レイアウト

5 章の評価実験の結果から，縦型 QWERTY キーボードレイアウトに関する検証の必要性が示唆された．

(1) キーのサイズ

本研究における実験では，従来の QWERTY キーボードと同様のサイズとした．しかし，入力する親指の向きおよび長方形のキーの向きの条件が異なるため，それぞれに最適なサイズが異なる可能性がある．従来の QWERTY キーボードのキーは縦長の長方形であるが，現在の縦型 QWERTY キーボードは横長の長方形となっている．今後は，被験者実験を行い，キーサイズおよびキーボードの最適なサイズを被験者による主観的な評価によって決定する．

(2) 配置

本研究の設計では，スペースキーやエンターキー等の，文字キー以外のキーの位置も，従来の QWERTY キーボードと同様の配置を用いた．しかし，これらのキーの位置に関しても，縦型 QWERTY キーボードに最適な配置があると考えられる．これに関しては，アンケート調査を行うことにより，違和感のない位置を決定する．その後，実際に使ってもらい，その感想を基に配置の調整を行う．

(3) キーの向き

縦型 QWERTY キーボードにおけるキーの向きも，入力性能の向上のための重要な要素である．本研究の設計では，図 6.1a のように，ユーザ側にキーを向けている．しかし，この向きでは，従来の QWERTY キーボードと見た目が異なり，ユーザの混乱を招く恐れがある．そこで，図 6.1b のような，従来の QWERTY キーボードのキーの向きをそのまま取り入れる方法を考える．これにより，不要な混乱を取り除くことができると考えられる．

p		BS	ENTER
o	l		
i	k	m	,
u	j	n	
y	h	b	
t	g	v	SPACE
r	f	c	
e	d	x	.
w	s	z	
q	a	SHIFT	

(a) ユーザ向きのキー

p		BS	ENTER
o	l		
i	k	m	,
u	j	n	
y	h	b	
t	g	v	SPACE
r	f	c	
e	d	x	.
w	s	z	
q	a	SHIFT	

(b) 外向きのキー

図 6.1: 縦型 QWERTY キーボードにおけるキーの向き

6.2 学習のしやすさ

本研究では、学習コストを抑えるために QWERTY 配列を採用したが、実際にどれほど学習コストを抑えることができるのかを調査する必要がある。そこで、縦型 QWERTY キーボードにおいて、通常の QWERTY 配列と、他の配列における入力速度や精度の差を確かめる。また、入力速度や精度の上昇率を長期的な実験によって調査し、学習の度合いを測る。たとえば、図 6.2 のような QWERTY 配列と ABC 配列の 2 種類のキー配列を用いて実験を行うことにより、縦型キーボードにおける QWERTY 配列の有用性を示す。

p	l	BS	ENTER
o	k	m	
i	j	n	
u	h	b	
y	g	v	SPACE
t	f	c	
r	d	x	
e	s	z	
w	a	SHIFT	
q			

(a) QWERTY 配列

a	b	BS	ENTER
d	e	c	
g	h	f	
j	k	i	
m	n	l	SPACE
p	q	o	
s	t	r	
v	w	u	
x	y	SHIFT	
z			

(b) ABC 配列

図 6.2: 縦型キーボードにおけるキー配列

6.3 コンテンツ表示領域の遮蔽

本研究では提案した縦型 QWERTY キーボードを，画面中央の右端に配置した．そのため，キーボードがコンテンツの表示領域を遮蔽する可能性がある．この問題の解決方法として，以下の 2 つが考えられる．

- キーボードの半透明化

キーボードを半透明化することにより，ユーザはキーボードの下に隠れたコンテンツを見ることができる．

- 引き出しジェスチャ

縦型 QWERTY キーボードは，右端に配置されているため，Bezel Swipe[RT09] と相性が良い．そこで，図 6.3 のように，引き出し量に応じてキーボードの表示領域を変化させることにより，表示領域の遮蔽を最小限に抑える．

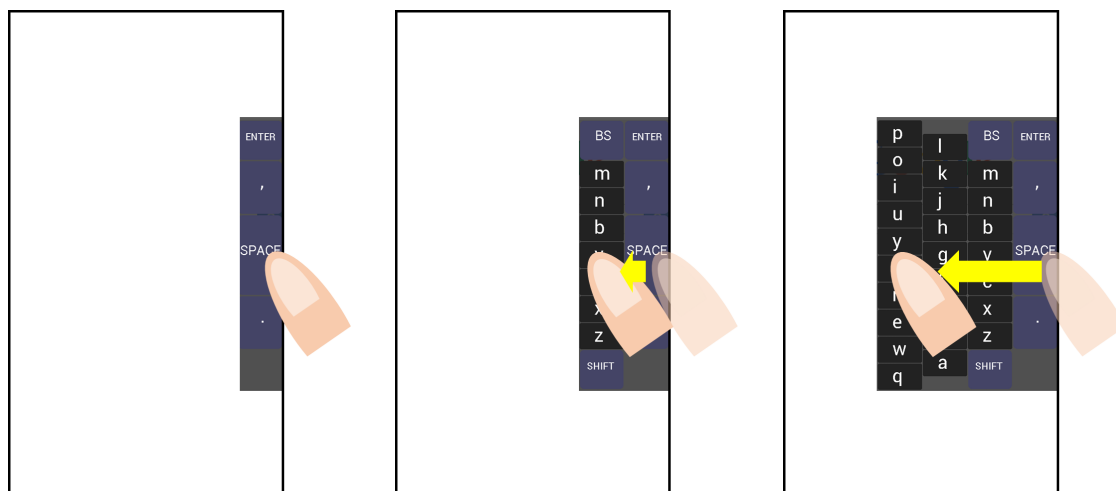


図 6.3: 引き出しジェスチャによるキーボードの表示

第7章 まとめと今後の課題

本論文では、まずスマートフォンにおける片手親指タッチ入力の特徴を調査する予備実験を行った。結果を分析し、縦長領域のキーボードの可能性を示した。また、その表示位置の妥当性についても検討した。この予備実験を基に、縦型 QWERTY キーボードの設計、及び表示位置の決定を行った。縦型 QWERTY キーボードを、Android 端末上にて動作するアプリケーションとして実装し、入力精度、速度、使用感を検証する実験を行った。被験者実験の結果、通常の QWERTY キーボードに比べ性能は劣るが、筆者による実験では、同等以上の性能を示した。これにより、新たなキーボードとしての可能性を示した。

本研究では、日常的に右手でスマートフォンを使用している人に被験者となってもらったが、タッチ特性に関しては左右対象の特性が得られると考えられる。そのため、左利きのユーザは縦型 QWERTY キーボードを左端に配置することになる。そのときの QWERTY キーボードの向きについても検討する必要がある。

本研究では、縦長のキーボードの妥当性をポインティング精度および時間から示した。今後は縦型 QWERTY キーボードの学習の容易さやキーの探索の容易さなど、他の視点から妥当性を示す。それに伴い、縦型 QWERTY キーボードを用いた長期的な被験者実験を行い、縦型 QWERTY キーボードの入力特性を詳細に調査する。

謝辞

本研究を進めるにあたり，志築文太郎先生，三末和男先生，田中二郎先生，高橋伸先生には多くのご意見とご指導をして頂きました．特に志築文太郎先生には，日頃から研究の相談や論文執筆に関して多くのご助言を頂きました．深く感謝致します．

田中研究室の皆様には，研究活動において様々のご助言を頂きました．また，被験者実験の被験者としてご協力頂いた皆様に，感謝申し上げます．WAVE チームの皆様には，チームゼミをはじめ，様々な場面で研究のアドバイスを頂きました．先輩方には，論文執筆に関して手厚くご指導頂きました．深く感謝致します．

最後に，筆者の生活面を支えてくださった家族と友人，研究生生活においてお世話になった全ての方々に心より感謝致します．

参考文献

- [AZ12] Shiri Azenkot and Shumin Zhai. Touch behavior with different postures on soft smartphone keyboards. In *Proceedings of the 14th International Conference on Human-computer Interaction with Mobile Devices and Services*, MobileHCI '12, pp. 251–260, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- [Bro12] Paul Brown. Smartphone owners want thin devices with larger displays. Technical report, Wireless Device Lab, 2012.
- [BSZ10] Xiaojun Bi, Barton A. Smith, and Shumin Zhai. Quasi-qwerty soft keyboard optimization. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '10, pp. 283–286, New York, NY, USA, 2010. ACM.
- [CLWC13] Lung-Pan Cheng, Hsiang-Sheng Liang, Che-Yang Wu, and Mike Y. Chen. iGrasp: Grasp-based adaptive keyboard for mobile devices. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '13, pp. 3037–3046, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [GJM⁺13] Mayank Goel, Alex Jansen, Travis Mandel, Shwetak N. Patel, and Jacob O. Wobbrock. Contexttype: Using hand posture information to improve mobile touch screen text entry. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '13, pp. 2795–2798, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [HRB11] Niels Henze, Enrico Rukzio, and Susanne Boll. 100,000,000 taps: Analysis and improvement of touch performance in the large. In *Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, MobileHCI '11, pp. 133–142, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- [KST11] Gimpei Kimioka, Buntarou Shizuki, and Jiro Tanaka. Niboshi for slate devices: a japanese input method using multi-touch for slate devices. In *Proceedings of the 14th international conference on Human-computer interaction: interaction techniques and environments - Volume Part II*, HCII'11, pp. 81–89, Berlin, Heidelberg, 2011. Springer-Verlag.
- [KSTar] Yuki Kuno, Buntarou Shizuki, and Jiro Tanaka. Long-term study of a software keyboard that places keys at positions of fingers and their surroundings. In *Proceedings of*

the 15th International Conference on Human-Computer Interaction, HCI International 2013, 2013 to appear.

- [LGYT11] Frank Chun Yat Li, Richard T. Guy, Koji Yatani, and Khai N. Truong. The 1line keyboard: A qwerty layout in a single line. In *Proceedings of the 24th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, UIST '11*, pp. 461–470, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- [MMB93] Edgar Matias, I. Scott MacKenzie, and William Buxton. Half-qwerty: A one-handed keyboard facilitating skill transfer from qwerty. In *Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '93*, pp. 88–94, New York, NY, USA, 1993. ACM.
- [MS03] I. Scott MacKenzie and R. William Soukoreff. Phrase sets for evaluating text entry techniques. In *CHI '03 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, CHI EA '03*, pp. 754–755, New York, NY, USA, 2003. ACM.
- [MZ99] I. Scott MacKenzie and Shawn X. Zhang. The design and evaluation of a high-performance soft keyboard. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '99*, pp. 25–31, New York, NY, USA, 1999. ACM.
- [MZS99] I. Scott Mackenzie, Shawn X. Zhang, and R. William Soukoreff. Text entry using soft keyboards. *Behaviour & Information Technology*, Vol. 18, No. 4, pp. 131–144, 1999.
- [PH08] Keith B. Perry and Juan Pablo Hourcade. Evaluating one handed thumb tapping on mobile touchscreen devices. In *Proceedings of Graphics Interface 2008, GI '08*, pp. 57–64, Toronto, Ont., Canada, Canada, 2008. Canadian Information Processing Society.
- [PH10] Yong S. Park and Sung H. Han. Touch key design for one-handed thumb interaction with a mobile phone: Effects of touch key size and touch key location. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 1, No. 40, pp. 68–76, 2010.
- [PKB06] Pekka Parhi, Amy K. Karlson, and Benjamin B. Bederson. Target size study for one-handed thumb use on small touchscreen devices. In *Proceedings of the 8th Conference on Human-computer Interaction with Mobile Devices and Services, MobileHCI '06*, pp. 203–210, New York, NY, USA, 2006. ACM.
- [RT09] Volker Roth and Thea Turner. Bezel swipe: Conflict-free scrolling and multiple selection on mobile touch screen devices. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '09*, pp. 1523–1526, New York, NY, USA, 2009. ACM.

- [SLL11] Christian Sax, Hannes Lau, and Elaine Lawrence. LiquidKeyboard: An ergonomic, adaptive QWERTY keyboard for touchscreens and surfaces. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Digital Society, ICDS '11*, pp. 117–122. XPS, 2011.
- [WYLS13] Yuntao Wang, Chun Yu, Jie Liu, and Yuanchun Shi. Understanding performance of eyes-free, absolute position control on touchable mobile phones. In *Proceedings of the 15th International Conference on Human-computer Interaction with Mobile Devices and Services, MobileHCI '13*, pp. 79–88, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [YOPZ13] Ying Yin, Tom Yu Ouyang, Kurt Partridge, and Shumin Zhai. Making touchscreen keyboards adaptive to keys, hand postures, and individuals: A hierarchical spatial backoff model approach. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '13*, pp. 2775–2784, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [ZHS00] Shumin Zhai, Michael Hunter, and Barton A. Smith. The metropolis keyboard - an exploration of quantitative techniques for virtual keyboard design. In *Proceedings of the 13th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, UIST '00*, pp. 119–128, New York, NY, USA, 2000. ACM.
- [高濱 10] 高濱健児, 郷健太郎. 親指の往復運動に基づく小型タッチ画面端末向けソフトウェアキーボード. ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 12, No. 3, pp. 269–275, 2010.
- [松浦 07] 松浦吉祐, 郷健太郎. 小型タッチ画面における片手親指の操作特性. ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 9, No. 4, pp. 455–461, 2007.
- [中川 12] 中川尊雄, 上野秀剛. 携帯端末におけるソフトウェアキーボードの表示位置に着目した使いやすさの評価. モバイル研究論文集, pp. 3–8, 2012.

付 録 A 予備実験 1：同意書

**スマートフォンへのタッチ特性の
データ収集およびアンケートのお願い**

文責：箱田博之

この度は実験にご協力いただき、ありがとうございます。

- 本調査の目的は、箱田の研究「縦型 QWERTY キーボード」を行うにあたり、スマートフォンへのタッチの特性を調査し、キーボードのデザイン設計の指針とすることです。
- スマートフォンの画面に表示されるターゲットをタップしていただきます。
- 実験中に、写真および動画の撮影を行う場合がありますが、これは実験の様子を撮影するために行い、その写真および動画を発表において利用する場合は、本人の確認を得た上で、研究目的においてのみ利用いたします。
- この実験によって得られたデータは、個人が特定できないように処理いたします。
- 実験への参加は、協力者の自由意思によるものであり、実験への参加を随時拒否・撤回することができます。
- 学内外において発表する論文に実験内容を利用することがありますが、いかなる場合においても協力者のプライバシーは保全されます。

平成 年 月 日

所属 _____	署名 _____
説明者 所属 情報学群 情報メディア創成 _____	署名 _____

付 録 B 予備実験 1 : アンケート

実験に関するアンケート

文責：箱田博之

1. 年齢、性別、利き手についてお答えください。

年齢： 歳 性別： 男・女 利き手： 右・左

2. 普段使用しているスマートフォンの機種は何ですか？

(例 : iPhone4S, docomo Galaxy S II)

3. 普段、日本語入力を行う際に用いる手についてお答えください。(複数回答可)

右・左・両手

4. スマートフォンの利用歴はどのくらいですか？

年 月

5. フリック入力の利用歴はどのくらいですか？

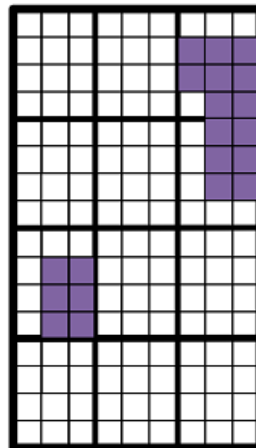
年 月

6. 普段、携帯情報端末において利用している日本語入力方式は何ですか？（複数回答可）

1. フリック入力
2. QWERTY キーボードを使用したローマ字入力
3. トグル打ち
4. ベル打ち
5. その他 ()

7. タップしやすかった場所と、タップしにくかった場所を別紙に図示してください。

(例)



8. その他感想をご記入ください。

アンケートは以上になります。ご協力ありがとうございました。

タッチしやすかった場所

[illegible]

3/4

タッチしにくかった場所

[illegible]

付 録 C 予備実験 2：同意書

**スマートフォンへのタッチ特性の
データ収集およびアンケートのお願い**

文責：箱田博之

この度は実験にご協力いただき、ありがとうございます。

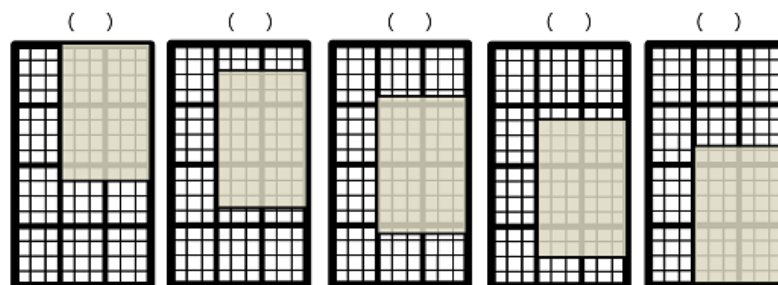
- 本調査の目的は、箱田の研究「縦型 QWERTY キーボード」を行うにあたり、スマートフォンへのタッチの特性を調査し、キーボードのデザイン設計の指針とすることです。
- スマートフォンの画面に表示されるターゲットをタップしていただきます。
- 実験中に、写真および動画の撮影を行う場合がありますが、これは実験の様子を撮影するために行い、その写真および動画を発表において利用する場合は、本人の確認を得た上で、研究目的においてのみ利用いたします。
- この実験によって得られたデータは、個人が特定できないように処理いたします。
- 実験への参加は、協力者の自由意思によるものであり、実験への参加を随時拒否・撤回することができます。
- 学内外において発表する論文に実験内容を利用することがありますが、いかなる場合においても協力者のプライバシーは保全されます。

平成 年 月 日

所属 _____	署名 _____
説明者 所属 情報学群 情報メディア創成 _____	署名 _____

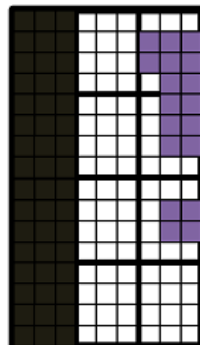
付 録 D 予備実験 2 : アンケート

1. 実験タスクは5つの領域にわけて行われましたが、どの領域がタップしやすかったですか？タップしやすかった順に番号をつけてください。



2. タップしやすかった場所と、タップしにくかった場所を別紙に図示してください。

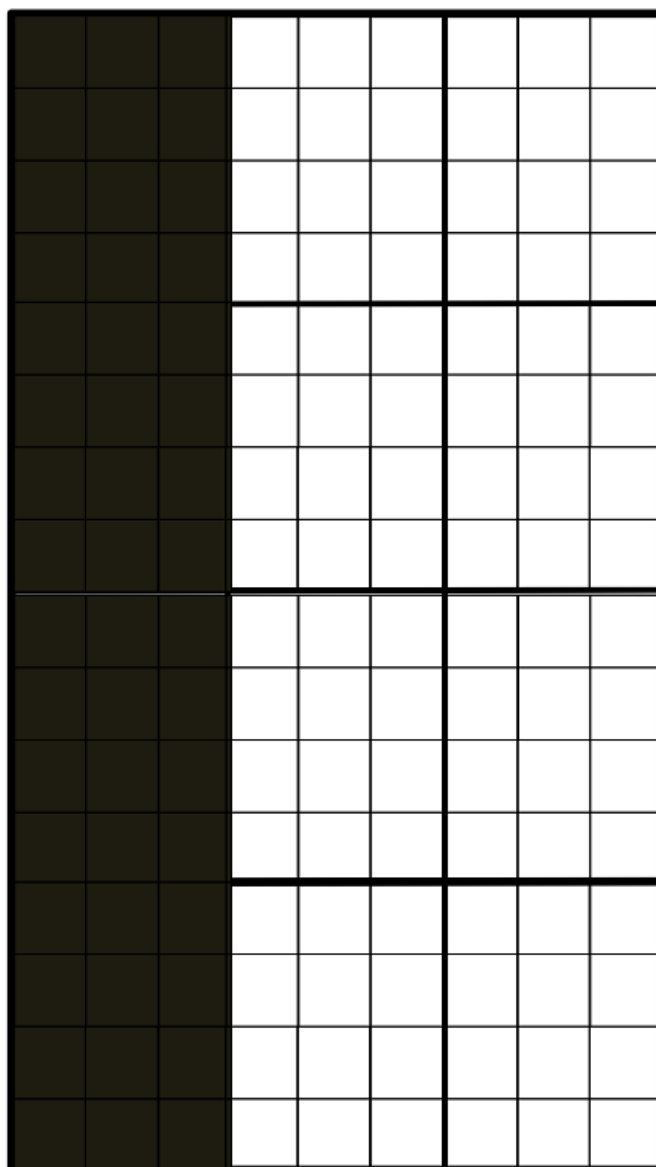
(例)



3. その他感想をご記入ください。

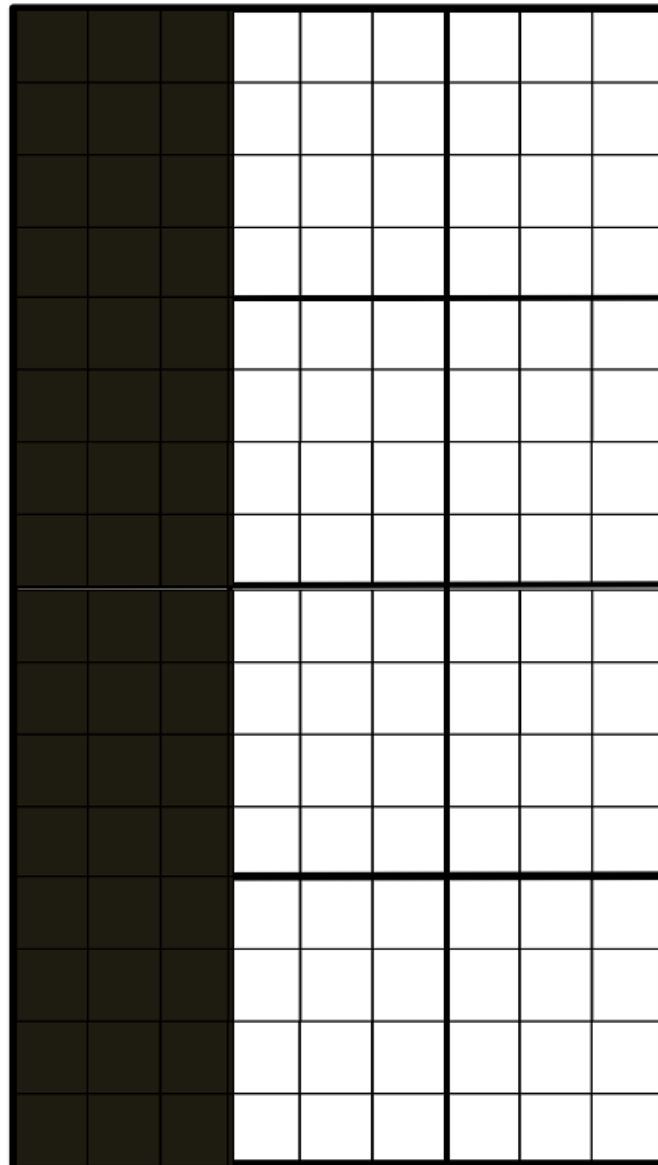
アンケートは以上になります。ご協力ありがとうございました。

タッチしやすかった場所



2/3

タッチしにくかった場所



3/3

付 録E 評価実験：同意書

縦型 QWERTY キーボードの文字入力特性

データ収集およびアンケートのお願い

文責：箱田博之

この度は実験にご協力いただき、ありがとうございます。

- ☐ 本調査の目的は、箱田の研究「縦型 QWERTY キーボード」の文字入力特性を調査することです。
- ☐ 2 種類のキーボードを用いて文字入力タスクを行っていただきます。
- ☐ 実験中に、写真および動画の撮影を行う場合がありますが、これは実験の様子を撮影するために行い、その写真および動画を発表において利用する場合は、本人の確認を得た上で、研究目的においてのみ利用いたします。
- ☐ この実験によって得られたデータは、個人が特定できないように処理いたします。
- ☐ 実験への参加は、協力者の自由意思によるものであり、実験への参加を随時拒否・撤回することができます。
- ☐ 学内外において発表する論文に実験内容を利用することがありますが、いかなる場合においても協力者のプライバシーは保全されます。

平成 年 月 日

所属 _____ 署名 _____

説明者 所属 情報学群 情報メディア創成 _____ 署名 _____

付 録F 評価実験：アンケート

実験に関するアンケート

文責：箱田博之

1. 年齢、性別、利き手についてお答えください。

年齢： 歳 性別： 男・女 利き手： 右・左

2. 普段使用しているスマートフォンの機種は何ですか？

(例 : iPhone4S, docomo Galaxy S II)

3. 普段、日本語入力を行う際に用いる手についてお答えください。(複数回答可)

右・左・両手

4. スマートフォンの利用歴はどのくらいですか？

年 月

5. 普段、携帯情報端末において利用している日本語入力方式は何ですか？（複数回答可）

- フリック入力
- QWERTY キーボードを使用したローマ字入力
- トグル打ち
- ベル打ち
- その他 ()

6. 縦型 QWERTY キーボードは、入力しやすいと思いますか？

(そう思う) 5・4・3・2・1 (まったく思わない)

理由

7. 縦型 QWERTY キーボードのレイアウトは覚えやすいと思いますか？

(そう思う) 5・4・3・2・1 (まったく思わない)

理由

8. その他、感想等をご記入ください。

アンケートは以上になります。ご協力ありがとうございました。