

2015年度 卒業論文

スマートフォンでのタッチ操作における
画面サイズによる操作性変化に関する研究

指導教員：渡辺 大地 講師

三上 浩司 准教授

メディア学部 ゲームサイエンス ゲームイノベーション プロジェクト

学籍番号 M0111259

高橋 翔吾

2016年3月

2015年度 卒業論文概要

論文題目

スマートフォンでのタッチ操作における
画面サイズによる操作性変化に関する研究

メディア学部

学籍番号：M0111259

氏名

高橋 翔吾

指導
教員

渡辺 大地 講師
三上 浩司 准教授

キーワード

スマートフォン、タッチ操作、画面サイズ、片手操作、アプリケーション

現在スマートフォンは普及し続けている。2015年には世界で14億台のスマートフォンが出荷される見込みになり、世界中で多くの人がスマートフォンを所有しているということが分かる。それに伴い徐々にスマートフォンのサイズは拡大化しており、最近ではiPhone 6 plus など5.5インチクラスの大きなサイズのスマートフォンも発売されている。このようなスマートフォンは「デカスマホ」と呼ばれ多くの企業が5インチクラスのスマートフォンが多く発売し始めた。2015年には世界のスマートフォン出荷台数の48%が5インチ以上という統計が出ていることから世界で普及していることが分かる。しかしユーザーはモバイル端末において片手かつ親指で操作することを望んでいるということが調査によって明らかになっている。特に日本では通勤や通学で電車やバスなどを利用する人が多く、片手で操作することを中心としたアプリも存在する。街中でスマートフォンを使用していたユーザーを対象にしたスマートフォンの持ち方に関する統計では、49%のユーザーが片手で操作しているという結果である。このことからスマートフォンにおいても片手で持つということをユーザーが望んでいるものと考えられる。スマートフォンのタッチ操作に関する研究は数多く行われているが、本研究では最近になって普及し始めた大きいサイズのスマートフォンと従来の小型のスマートフォンの際に着目した。4.3インチスマートフォンと5.5インチスマートフォンとのタッチ操作の時間と精度を計測、比較し両者の片手では届きにくい場所にどの程度の差があるのかを検証した。それによってスマートフォンのサイズ間における操作の差を調査することによって、5インチクラスの大きいサイズのスマートフォンにおけるアプリケーションのボタン配置を提案した。

目次

第1章	はじめに	1
第2章	測定検証	4
2.1	検証方法	4
2.2	実験機器	7
2.3	検証	8
2.4	4.3 インチスマートフォンの調査結果	8
2.5	5.5 インチスマートフォンの調査結果	10
2.6	手のサイズ別のレスポンス時間の調査結果	11
2.7	手のサイズ別のポインティング成功率の調査結果	13
2.8	手のサイズ別の調査結果まとめ	15
2.9	検証結果比較	15
2.10	検証結果まとめ	17
第3章	コンテンツ評価	18
3.1	評価方法	19
3.2	評価結果	20
第4章	まとめ	22
	謝辞	23
	参考文献	24

目 次

1.1	サイズ比較	2
2.1	アプリケーション操作	5
2.2	アプリケーション操作	6
2.3	アプリケーションの実行結果 1	7
2.4	アプリケーションの実行結果 2	7
2.5	4.3inch レスポンズ時間	9
2.6	4.3inch ポインティング成功率	9
2.7	5.5inch レスポンズ時間	10
2.8	5.5inch ポインティング成功率	10
2.9	小サイズ 4.3inch レスポンズ時間	11
2.10	小サイズ 5.5inch レスポンズ時間	11
2.11	中サイズ 4.3inch レスポンズ時間	12
2.12	中サイズ 5.5inch レスポンズ時間	12
2.13	大サイズ 4.3inch レスポンズ時間	12
2.14	大サイズ 5.5inch レスポンズ時間	12
2.15	小サイズ 4.3inch ポインティング成功率	13
2.16	小サイズ 5.5inch ポインティング成功率	13
2.17	中サイズ 4.3inch ポインティング成功率	14
2.18	中サイズ 5.5inch ポインティング成功率	14
2.19	小サイズ 4.3inch ポインティング成功率	14
2.20	中サイズ 5.5inch ポインティング成功率	14
2.21	レスポンズ時間比較	16
2.22	ポインティング成功率比較	17
3.1	Exsoul Web Browser	19
3.2	Habit Browser	19

3.3	アプリケーションの実行図 1	20
3.4	アプリケーションの実行図 2	20
3.5	評価実験結果	21

第 1 章

はじめに

現在スマートフォンは普及し続けており、多くの人がスマートフォンを所有している。2015 年には世界で 14 億 4,411 万台のスマートフォンが出荷される見込みになり 2016 年には 15 億台を超えると予測 [1][2][3] している。徐々にスマートフォンのサイズは拡大化しておりアプリケーションの表示領域も拡大している。Henze ら [4] は表示領域の拡大によるメリットは大きくその需要は今後増えていく傾向にあると述べている。多くの世代で画面サイズの大きいスマートフォンは受け入れられているという調査 [5][6] もある。最近では iPhone 6 plus など 5.5 インチクラスの大きなサイズのものも普及している。Kim ら [7] によるスマートフォンのサイズにおける使いやすさをアンケート調査により比較した研究では大きいサイズのスマートフォンのほうが知覚的に使いやすいという統計が出ている。しかし日本では電車やバスなどを利用する人が多く、片手で操作することを中心としたアプリも存在する。

ユーザーはモバイル端末において片手かつ親指で操作することを望んでいるということが Parhi ら [8] の調査によって明らかになっている。このことからスマートフォンにおいても片手で持つということをユーザーが望んでいるということが分かる。

日常生活においてスマートフォンは電車やバスなど片手で操作することが多い。街中でスマー

トフォンを使用していたユーザーを対象にしたスマートフォンの持ち方に関する統計 [9][10] では、片手で操作しているユーザーが最も多く 49% となっており、続いて通話が 36%、両手での操作が 15% となっている。すべての操作を含めると 7 割の人間が右手の親指で操作しているという結果である。

近年、「デカスマホ」と言われる 5.5 インチクラスのスマートフォンが多く発売し始めた。2014 年には世界のスマートフォン出荷台数の 34% が 5 インチ以上となっているという統計 [11][12] があり、2015 年には世界のスマートフォン出荷台数の 48% が 5 インチ以上という統計 [13] も出ていることから多く普及していることが分かる。図 1.1 は 5.5 インチスマートフォンと 4.3 インチスマートフォンとのサイズ比較である。



図 1.1 サイズ比較

多くのユーザーが片手で操作することを望んでいる中、大きいスマートフォンを扱う場合片手では操作しづらい場所があると予測できる。画面の端にボタンがあり持ち手から離れている場合、小さいスマートフォンよりも大きいスマートフォンのほうが持ち手からボタンが離れること

になるという問題がある。スマートフォンのタッチ操作の研究は盛んに行われており、スマートフォンの利き手とタッチ操作を調査した研究 [14] やスマートフォンをアイズフリーに片手入力する際の成功率を向上するためのスマートフォンケースの研究 [15]、スマートフォンにおけるタッチ入力を調査しスマートフォンのキーボードのレイアウトを提案した研究 [16] などさまざまな研究 [17][18][19][20] おいて調査が行われている。これらの研究の時点では 5.5 インチクラスの画面サイズの大きいスマートフォンはあまり普及しておらず、比較的小さいサイズのスマートフォンを対象に調査が行われている。本研究では 5.5 インチクラスのスマートフォンにおけるタッチ時間とタッチ成功率に基づいた片手で操作可能なブラウザのボタン配置を提案する。画面を 6 × 8 に分け画面上の分けたマスに四角いターゲットを表示しターゲットを押すことで時間と成功率を計測するアプリケーションを制作した。実際に 4.3 インチスマートフォンと 5.5 インチスマートフォンでアプリケーションを操作してもらい操作の時間と成功率を計測、比較した。それによってスマートフォンのサイズ間におけるタッチ操作の差を調査、時間と成功率の良好な場所を検証した。その調査では、サイズごとに画面隅における時間と成功率に差異があり、5.5 インチスマートフォンでは時間が長くなり、成功率が悪くなるという結果になった。その結果から 5.5 インチクラスの大きいサイズのスマートフォンにおける片手で操作可能なブラウザアプリのボタン配置を提案する。制作したアプリケーションを実際に操作してもらった結果、従来のブラウザを模したアプリケーションよりも成功率が増しており、片手で操作が可能になっているという結果になった。

第 2 章

測定検証

2.1 検証方法

本研究では android のタッチイベント取得を用いて 4.3 インチスマートフォン、5.5 インチスマートフォンにおいて調査をする。

画面にタッチする場合タッチまでに時間がかかれば指が押す場所まで遠く、成功率が悪ければ指で押しづらい位置であると考えられる。画面を 6 × 8 に分けスマートフォン画面上に四角いターゲットを表示させ、ターゲットを押すまでの時間と成功率を取得するアプリケーションを制作した。

図 2.1 は 6 × 8 に分けた場合のマス目の図である。

	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

図 2.1 アプリケーション操作

本実験のプログラムは Processing を用いて行った。ArrayList クラスを用い数値が入ったリストを作成し、そのリストの内容をシャッフルすることによってランダムな配列を作り出した。ランダムな配列で指定した座標に Processing の描画機能を用い四角いターゲットを表示することによってアプリケーションを制作した。この研究では片手操作の調査を目的とするため、片手のみで操作してもらう。実験条件を均一にするため被験者は右利きに限定し、アプリケーション実行時に右手片手持ちにするよう指示した。図 2.2 は片手でアプリケーションを操作している際の実行図である。

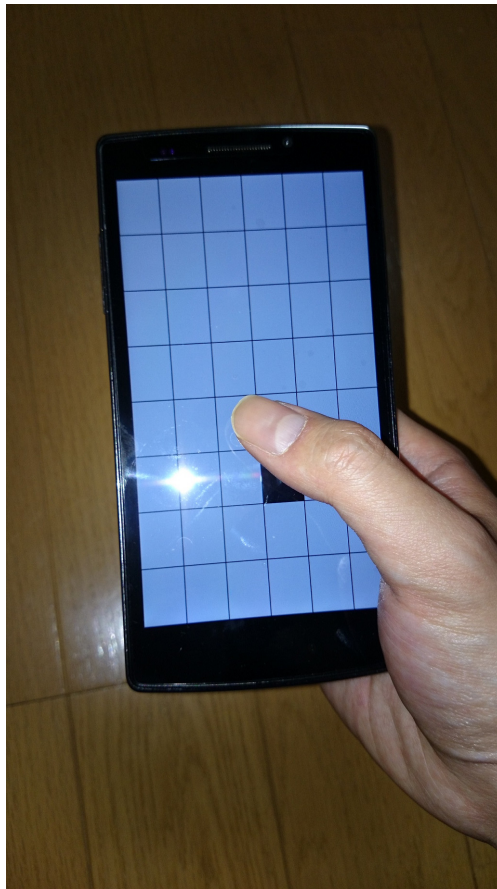


図 2.2 アプリケーション操作

アプリケーションを被験者に操作してもらい、その結果を分析する。22-24 歳の男性 12 名を被験者とした。被験者の手の長さは 16.8-19.5cm だった。端末画面の実験開始ボタンをタッチすると実験が開始し、端末画面に黒い四角のターゲットを表示する。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、手がターゲットに届かない場合には手をずらしてもかまわないが押しした後には元の位置に戻すように指示した。どうしてもターゲットに指が届かない場合には出来る限りターゲットの付近をポインティングするよう指示した。この実験を被験者 1 人に対し 5.5 インチと 4.3 インチのスマートフォンで各 2 回ずつ行い、結果を比較検証する。図 2.3、2.4 はアプリケーションの実行画面である。



図 2.3 アプリケーションの実行結果 1

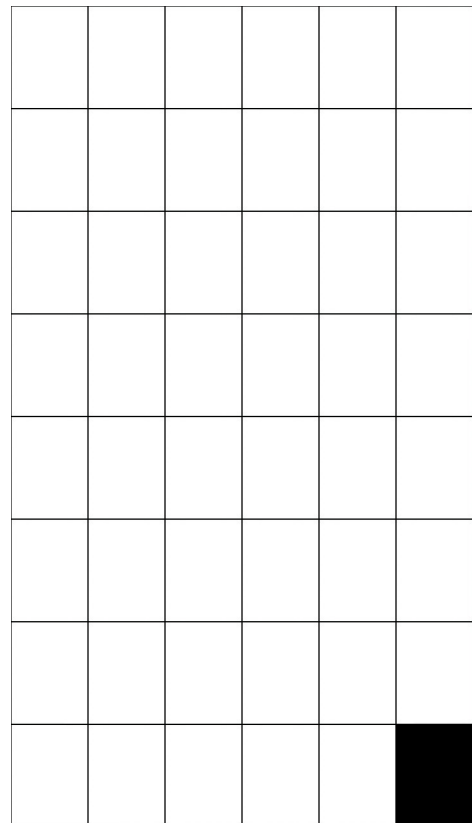


図 2.4 アプリケーションの実行結果 2

また、被験者の手のサイズにより時間や成功率に変化がある可能性がある。被験者の手の長さを計測し時間と成功率との比較を行った。男女での手の長さの差はほとんどないという調査結果 [21] があるため男女の差については考慮しない。

2.2 実験機器

実験用の端末として、2 台の android 端末 (XPERIA Z1f SO-02F、端末サイズ:高さ 約 127mm × 幅 約 65mm × 厚さ 約 9.4mm、画面サイズ:4.3 インチ、OS:Google Android 4.2.2) (P7 PLUS、端末サイズ:高さ 約 152mm × 幅 約 77mm × 厚さ 約 8mm、画面サイズ:5.5 インチ、OS:Google Android 4.2.2) を用いた。

2.3 検証

被験者に対し実際にアプリケーションを実行してもらいレスポンス時間と成功率の検証を行った。検証結果から 4.3 インチスマートフォンと 5.5 インチスマートフォンの各ターゲットにおけるレスポンス時間とポインティング成功率をまとめた。手のサイズの差におけるレスポンス時間とポインティング成功率の変化の検証を行うため手の長さをを 3 つの区分 (小:16.8-17.7cm、中:17.8-18.6cm、大:18.7cm 以上) に分けスマートフォンのサイズ別に検証結果をまとめた。

2.4 4.3 インチスマートフォンの調査結果

4.3 インチのスマートフォンの調査結果を以下にまとめた。図 2.5 はレスポンス時間の平均、図 2.6 はポインティング成功率の平均を出したものである。

1.017	0.920	0.930	0.870	0.773	0.937
0.953	0.874	0.810	0.823	0.827	0.758
0.866	0.753	0.645	0.712	0.690	0.676
0.800	0.688	0.652	0.690	0.701	0.789
0.773	0.728	0.634	0.658	0.703	0.691
0.793	0.765	0.664	0.661	0.746	0.700
0.882	0.706	0.710	0.691	0.687	0.718
1.049	0.881	0.761	0.745	0.813	0.912

図 2.5 4.3inch レスポンス時間

79.44%	73.89%	94.44%	100.00%	84.22%	91.11%
96.67%	86.94%	100.00%	100.00%	92.50%	91.11%
100.00%	100.00%	95.83%	100.00%	100.00%	100.00%
100.00%	100.00%	100.00%	91.11%	100.00%	100.00%
100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	95.83%
100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	91.11%	100.00%
87.78%	86.94%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
59.72%	90.28%	95.83%	82.78%	96.67%	96.67%

図 2.6 4.3inch ポインティング成功率

4.3 インチスマートフォンの調査結果では画面端のレスポンス時間は長くなる傾向にあり 0.8 秒から 0.9 秒台、左隅の上下の箇所が特に長く 1 秒を超えるという結果になった。しかしそれ以外のレスポンス時間に関しては多少の差異はあるものの 0.6 秒から 0.7 秒に落ちついた。ポインティング成功率に関しては隅の箇所は成功率が落ちており 70% から 80% 程度、左下は特に低く 50 % 台であったが全体的に見ればミスがなく押すことが出来ている箇所が多く、平均的に高い数値となりほぼ間違える事なく押すことができているということがわかった。

2.5 5.5 インチスマートフォンの調査結果

5.5 インチのスマートフォンの調査結果を以下にまとめた。図 2.7 はレスポンス時間の平均、図 2.8 はポインティング成功率の平均を出したものである。

1.167	1.015	0.919	0.928	0.888	0.802
0.984	0.861	0.870	0.867	0.795	0.788
1.058	0.812	0.709	0.734	0.670	0.745
0.780	0.739	0.681	0.661	0.638	0.719
0.818	0.703	0.674	0.656	0.649	0.723
0.878	0.705	0.686	0.648	0.697	0.766
0.902	0.815	0.785	0.736	0.714	0.806
1.185	1.052	0.887	0.865	0.870	0.920

図 2.7 5.5inch レスポンス時間

36.94%	83.61%	86.94%	92.50%	92.50%	83.61%
57.50%	73.99%	100.00%	100.00%	86.94%	100.00%
59.88%	89.17%	100.00%	100.00%	96.67%	100.00%
50.00%	96.67%	100.00%	94.44%	100.00%	100.00%
53.33%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
36.94%	79.44%	100.00%	94.29%	100.00%	100.00%
33.61%	54.04%	86.94%	100.00%	100.00%	100.00%
26.11%	33.61%	66.39%	73.89%	100.00%	92.50%

図 2.8 5.5inch ポインティング成功率

5.5 インチスマートフォンの調査結果では親指の位置である中央付近のレスポンス時間は 0.6 秒から 0.7 秒程度であったものの画面の端になればなるほどレスポンス時間は長くなる傾向が見られ画面端部分になるほど顕著に見られ、1 秒以上かかっている箇所も 5 箇所存在した。中央付近以外の箇所では 4.3 インチスマートフォンに比べ操作時間が長くなっていることがわかった。ポインティング成功率に関しては画面左端一列は全て低く 60% 以下となっており 30% ほどしか成

功していない場所も存在した。中央付近の成功率は高く間違いなく押すことができていることが分かった。

2.6 手のサイズ別のレスポンス時間の調査結果

手のサイズの区分ごとにレスポンス時間の結果をまとめた。図 2.9、2.10 は小サイズ (16.8-17.7cm) のレスポンス時間、図 2.11、2.12 は中サイズ (17.8-18.6cm) のレスポンス時間、図 2.13、2.14 は大サイズ (18.7cm 以上) のレスポンス時間である。

1.127	1.043	0.919	0.877	0.794	1.108
1.007	0.905	0.87	0.793	0.93	0.805
0.806	0.719	0.635	0.664	0.681	0.667
0.813	0.688	0.727	0.719	0.727	0.862
0.824	0.742	0.673	0.722	0.707	0.559
0.89	0.777	0.636	0.674	0.734	0.575
0.885	0.72	0.834	0.726	0.75	0.785
1.119	0.865	0.802	0.775	0.817	0.968

図 2.9 小サイズ 4.3inch レスポンス時間

1.207	1.074	0.85	0.936	0.986	0.829
0.972	0.829	0.913	0.91	0.819	0.802
1.123	0.82	0.689	0.759	0.659	0.755
0.798	0.712	0.694	0.631	0.642	0.745
0.828	0.718	0.668	0.652	0.675	0.746
0.849	0.721	0.673	0.691	0.699	0.74
0.937	0.819	0.797	0.754	0.714	0.783
1.162	1.097	0.912	0.855	0.888	0.92

図 2.10 小サイズ 5.5inch レスポンス時間

1.026	0.883	0.896	1.028	0.826	0.883
1.122	0.892	0.77	0.914	0.76	0.821
0.985	0.822	0.666	0.809	0.708	0.695
0.887	0.765	0.595	0.757	0.71	0.85
0.775	0.734	0.604	0.652	0.77	0.875
0.711	0.721	0.732	0.683	0.856	0.886
0.944	0.738	0.696	0.736	0.679	0.72
1.123	0.926	0.827	0.771	0.889	0.873

図 2.11 中サイズ 4.3inch レスponse時間

1.177	1.002	0.968	0.895	0.868	0.806
1.031	0.847	0.855	0.875	0.795	0.79
1.041	0.779	0.724	0.736	0.682	0.737
0.786	0.741	0.683	0.667	0.654	0.704
0.839	0.695	0.674	0.652	0.61	0.723
0.884	0.709	0.686	0.638	0.71	0.793
0.896	0.831	0.773	0.742	0.702	0.806
1.244	1.02	0.889	0.873	0.87	0.909

図 2.12 中サイズ 5.5inch レスponse時間

0.898	0.835	0.974	0.704	0.698	0.819
0.73	0.824	0.791	0.761	0.791	0.649
0.806	0.719	0.635	0.664	0.681	0.667
0.699	0.612	0.633	0.594	0.667	0.656
0.719	0.708	0.624	0.601	0.631	0.638
0.779	0.796	0.625	0.625	0.649	0.639
0.816	0.659	0.601	0.611	0.633	0.65
0.904	0.852	0.653	0.689	0.732	0.895

図 2.13 大サイズ 4.3inch レスponse時間

1.118	0.968	0.938	0.954	0.809	0.77
0.948	0.906	0.843	0.816	0.77	0.773
1.011	0.838	0.713	0.706	0.67	0.743
0.757	0.765	0.665	0.684	0.619	0.709
0.786	0.695	0.68	0.664	0.663	0.699
0.902	0.686	0.698	0.614	0.681	0.764
0.872	0.795	0.785	0.712	0.725	0.83
1.15	1.038	0.86	0.867	0.853	0.932

図 2.14 大サイズ 5.5inch レスponse時間

両サイズ共に左端のレスポンス時間に関しては手のサイズの小さい方が大きい方よりも時間がかかる傾向があり 0.1 秒ほど遅れている箇所も存在した。しかし持ち手側である中央や右側のレスポンス時間に関しては大きな差は無かった。

2.7 手のサイズ別のポインティング成功率の調査結果

手のサイズの区分ごとにポインティング成功率の結果をまとめた。図 2.15、2.16 は小サイズ (16.8-17.7cm) のポインティング成功率、図 2.17、2.18 は中サイズ (17.8-18.6cm) のポインティング成功率、図 2.19、2.20 は大サイズ (18.7cm 以上) のポインティング成功率である。

83.33%	66.67%	83.33%	100.00%	83.33%	83.33%
100.00%	83.33%	100.00%	100.00%	100.00%	83.33%
100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
100.00%	100.00%	100.00%	83.33%	100.00%	100.00%
100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	83.33%	100.00%
83.33%	83.33%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
66.67%	83.33%	100.00%	83.33%	100.00%	100.00%

図 2.15 小サイズ 4.3inch ポインティング成功率

33.33%	83.33%	83.33%	100.00%	100.00%	83.33%
50.00%	83.33%	100.00%	100.00%	83.33%	100.00%
57.14%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
50.00%	100.00%	100.00%	83.33%	100.00%	100.00%
50.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
33.33%	83.33%	100.00%	92.86%	100.00%	100.00%
33.33%	66.67%	83.33%	100.00%	100.00%	100.00%
33.33%	33.33%	66.67%	66.67%	100.00%	100.00%

図 2.16 小サイズ 5.5inch ポインティング成功率

80.00%	80.00%	100.00%	100.00%	81.82%	90.00%
100.00%	90.00%	100.00%	100.00%	90.00%	90.00%
100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
100.00%	100.00%	100.00%	90.00%	100.00%	100.00%
100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.00%	100.00%
80.00%	90.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
50.00%	100.00%	100.00%	90.00%	90.00%	90.00%

図 2.17 中サイズ 4.3inch ポインティング成功率

40.00%	80.00%	90.00%	90.00%	90.00%	80.00%
60.00%	63.64%	100.00%	100.00%	90.00%	100.00%
60.00%	80.00%	100.00%	100.00%	90.00%	100.00%
60.00%	90.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
60.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
40.00%	80.00%	100.00%	90.00%	100.00%	100.00%
30.00%	45.45%	90.00%	100.00%	100.00%	100.00%
20.00%	30.00%	70.00%	80.00%	100.00%	90.00%

図 2.18 中サイズ 5.5inch ポインティング成功率

75.00%	75.00%	100.00%	100.00%	87.50%	100.00%
90.00%	87.50%	100.00%	100.00%	87.50%	100.00%
100.00%	100.00%	87.50%	100.00%	100.00%	100.00%
100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	87.50%
100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
100.00%	87.50%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
62.50%	87.50%	87.50%	75.00%	100.00%	100.00%

図 2.19 小サイズ 4.3inch ポインティング成功率

37.50%	87.50%	87.50%	87.50%	87.50%	87.50%
62.50%	75.00%	100.00%	100.00%	87.50%	100.00%
62.50%	87.50%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
50.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
50.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
37.50%	75.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
37.50%	50.00%	87.50%	100.00%	100.00%	100.00%
25.00%	37.50%	62.50%	75.00%	100.00%	87.50%

図 2.20 中サイズ 5.5inch ポインティング成功率

ポインティング成功率については箇所により成功率の差が見られたものの場所は疎らに存在し、一定の箇所に差が見られるということにはなかった。

2.8 手のサイズ別の調査結果まとめ

レスポンス時間に関しては左端の部分小さい方が大きい方よりも時間がかかる傾向があったが中央や右側の部分にはあまり差が見られなかった。ポインティング成功率について差が見られる箇所が一定の箇所に存在するということがなかった。このことから手のサイズの小さい人は手から遠い場所を押す場合は少し時間がかかるが成功率は変わらず、持ち手側である中央や右側に関しては時間、成功率共に差は見られないということが分かった。

2.9 検証結果比較

4.3 インチスマートフォンと 5.5 インチスマートフォンの検証結果の数値を色の濃淡で分け比較を行った。以下の図 2.21 はレスポンス時間の比較を行ったものである。

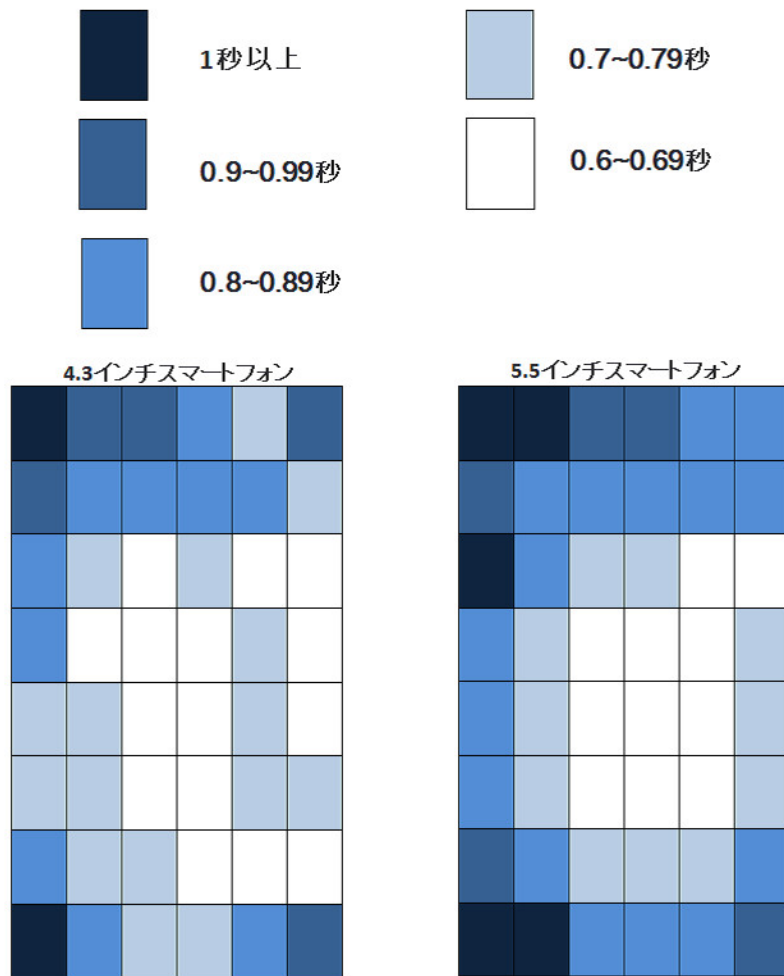


図 2.21 レスポンス時間比較

秒数が短い0.6~0.69秒の部分が4.3インチスマートフォンに多く存在した。4.3インチスマートフォンは多くの場所で時間が変わることなく押せていることが分かる。4.3インチスマートフォンには1秒以上の箇所が2か所しかなかったにもかかわらず、5.5インチスマートフォンは1秒以上かかった箇所が5か所した。

以下の図 2.22 はポインティング成功率の比較を行ったものである。

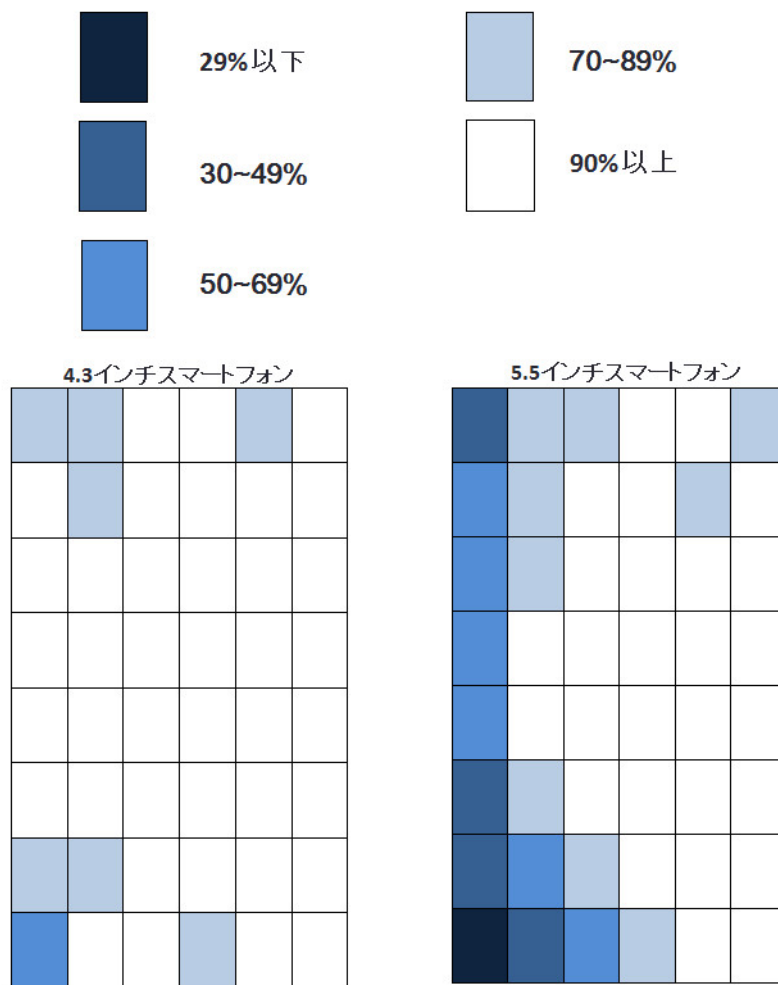


図 2.22 ポインティング成功率比較

ミスのない箇所が両サイズとも親指の位置である中央付近に集中している。4.3 インチは全体的にミスなく押すことが出来ており成功率が非常に高いのに対し、5.5 インチは左端に 60% 以下の箇所が多くほとんど正確に押すことができていないことが分かる。

2.10 検証結果まとめ

5.5 インチスマートフォンは 4.3 インチスマートフォンに比べ画面端の部分の結果が悪くなっている。以上の結果から大きいスマートフォンは小さいスマートフォンに比べ届きにくい場所が多く存在することが分かる。

第 3 章

コンテンツ評価

4.3 インチスマートフォンと 5.5 インチスマートフォンのレスポンス時間、ポインティング成功率を調査した。その結果レスポンス時間では普段親指で操作する範囲の近くである画面中心の時間は違いがあまり無かったが、画面端になるにつれて 5.5 インチサイズのほうが時間が遅くなる傾向になった。ポインティング成功率に関しては差が顕著で 4.3 インチでは隅のターゲットの成功率は悪くなっていたものの全体的に高い成功率を保っていた。しかし 5.5 インチでは調査対象の右手親指から離れる画面の端に行くほど成功率が落ちる傾向が強いという結果になった。5.5 インチスマートフォンを片手で持つ場合、画面の端のボタンに対してタッチするまでに時間がかかり、誤タッチが増えるという結果になった。手のサイズと比較した調査では手の小さい人は左端の部分のレスポンス時間が少し長くなるという結果になった。

スマートフォンに対応しているブラウザには「戻る、進む、更新」など端末の既存のボタンを
用ず独自のボタンを画面下部や上部に配置しているブラウザがある。実験結果からこのような配置では大きいスマートフォンの場合押しにくい場所が存在する可以考虑することができるため、検証結果を用いた大きいスマートフォンでも片手操作可能なブラウザのアプリケーションの製作を行った。

図 3.1、3.2 はボタンが配置されているブラウザの例である。

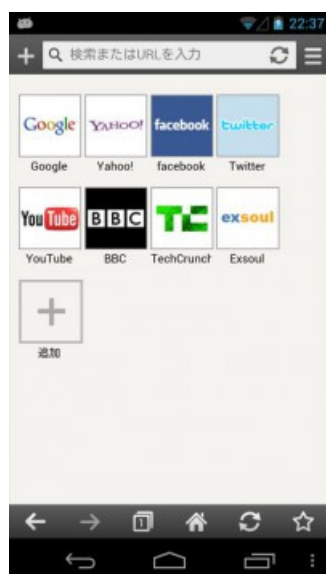


図 3.1 Exsoul Web Browser



図 3.2 Habit Browser

このようなボタン配置をしているブラウザを参考にし、従来のボタン配置を模したアプリケーションと検証結果を用いたボタン配置のアプリケーションを作成した。

3.1 評価方法

アプリケーションを実際に被験者に操作してもらい実際に成功率が向上しているか検証を行った。従来のブラウザでは下部や上部の端からボタンが配列されており、検証結果のレスポンス時間、ポインティング成功率が悪かった部分にもボタンが配置されている。検証結果からレスポンス時間やポインティング成功率が悪かった部分である画面左を除外し、ボタン配置をした。5.5インチスマートフォンを対象に行い、被験者に各アプリケーションのボタンを順番に5回ずつボタン押しってもらう。その結果からボタンを押した際の成功率を測定し各アプリケーションの比較を行った。図 3.3 は従来のブラウザのボタン配置を模したアプリケーション、図 3.4 は従来のブラウザのボタン配置を参考に検証結果から時間と成功率がより良好である位置にボタンを配置したアプリケーションの実行図である。

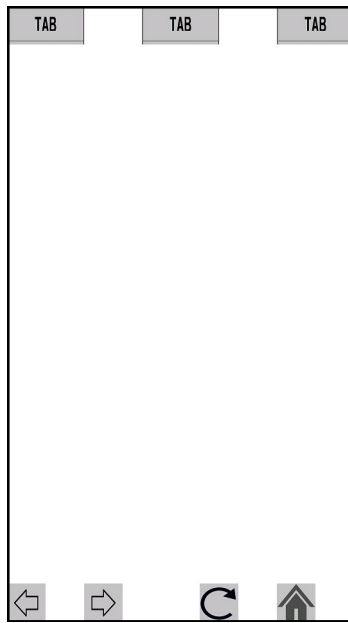


図 3.3 アプリケーションの実行図 1



図 3.4 アプリケーションの実行図 2

3.2 評価結果

実際に被験者に対し各アプリケーションを操作してもらい検証を行った。図 3.5 は、各ボタン名を拡大表示し、ボタン名ごとに回数を表にしたものである。

TAB1	TAB2	TAB3
戻る	進む	更新 ホーム

	TAB1	TAB2	TAB3	戻る	進む	更新	ホーム
従来のブラウザ	2.58	3.25	4.17	2.42	4.25	4	3.92
検証結果を用いたブラウザ	4.08	4.42	4.5	4.08	3.83	4.58	4.17

図 3.5 評価実験結果

検証の結果として従来のボタン配置のアプリケーションでは端のボタンの成功率が低く、平均 2.5 回ほどの場所もある。ミスしている箇所も多く、正確に押せている箇所は少ない。このことから検証結果通り片手では操作しづらい場所にボタンが配置されているといえる。検証結果を用いたボタン配置のアプリケーションでは、ほとんどの場所で従来のボタン配置のアプリケーションよりも成功率が高く、平均 4 回以上押すことが出来ている場所が多い。この結果から片手で操作が可能になっているといえる。

第 4 章

まとめ

実験の結果、片手操作では 5.5 インチクラスのサイズのスマートフォンは 4 インチクラスのサイズのスマートフォンよりも画面端の部分の操作時間が増え、成功率が悪くなっているということが分かった。特に成功率の差が大きく、5.5 インチスマートフォンでは箇所によっては 30 パーセントほどしか正確に押せていない場所もあった。この結果から片手操作では 4.3 インチスマートフォンよりも 5.5 インチスマートフォンの方が操作しづらい箇所が多いことが分かる。調査のポインティング時間や成功率のデータから片手操作可能なブラウザを提案した結果、従来のブラウザのボタン配置よりも成功率が上がっていたということが分かった。今後の課題として提案したブラウザは確かに従来のブラウザに比べ成功率が上がっていたが、箇所によっては成功率が低くなっている場所もあるため今後改善する余地がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり、様々なご指導をいただきました先生方に心から感謝いたします。また研究のプログラムの指導をしてくださった小島先輩、並びに検証の協力をいただいた GIGS のメンバーや院生の方々に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 矢野経済研究所. 携帯電話の世界市場に関する調査結果 2015. <http://www.yanoict.com/report/10404.html?gclid=C0eXt7qktcoCFQ18vQodf0sFvw>. 参照:2015.12.27.
- [2] garbagenews. スマートフォンとタブレット型端末の普及率推移をグラフ化してみる. <http://www.garbagenews.net/archives/2257046.html>. 参照:2016.01.02.
- [3] スラド. 2015 年第 3 四半期のスマートフォン出荷台数は 3 億 5,520 万台. <http://mobile.srad.jp/story/15/10/31/211227/>. 参照:2016.01.21.
- [4] Niels Henze, Enrico Rukzio, Susanne Boll. 100,000,000 taps: analysis and improvement of touch performance in the large. *Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, Vol. 11, pp. 133–142, 2011.
- [5] ITmedia Mobile. 切り替えの決め手は「インターネット機能」「画面の大きさ」 シニア世代スマートフォン利用動向調査. <http://www.itmedia.co.jp/mobile/articles/1507/06/news116.html>. 参照:2016.01.21.
- [6] マイナビニュース. ユーザーはスマートフォンの「画面の大きさ」を重視、MMD 研究所が調査. <http://news.mynavi.jp/news/2014/11/12/003/>. 参照:2016.01.21.

- [7] Kim Ki Joon, Sundar S. Shyam. Does screen size matter for smartphones? utilitarian and hedonic effects of screen size on smartphone adoption. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, Vol. 17, pp. 466–473, 2014.
- [8] Pekka Parhi, Amy K. Karlson, Benjamin B. Bederson. Target size study for one-handed thumb use on small touchscreen devices. *Proceedings of the 8th conference on Human-computer interaction with mobile devices and services*, Vol. 06, pp. 203–210, 2006.
- [9] Steven Hooper. How Do Users Really Hold Mobile Devices? <http://www.uxmatters.com/mt/archives/2013/02/>. 参照:2015.12.27.
- [10] orefolder. スマホの持ち方教えてください！結果分析編. <http://www.orefolder.net/blog/2014/12/hands-enquete-result/>. 参照:2016.01.21.
- [11] canalys. A third of smart phones shipped in Q1 had 5”-plus displays. <http://www.canalys.com/newsroom/third-smart-phones-shipped-q1-had-5-plus-displays>. 参照:2015.12.27.
- [12] APP LAND. 大画面化の波は本当か？スマホの最適化スクリーンサイズからベストアプリ開発の道を究める！ <http://www.appland.co.jp/blog/qhd%E5%A4%A7%E7%94%BB%E9%9D%A25%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%83%81galaxy-note-2%E3%83%95%E3%83%ABhd%E3%82%B9%E3%82%AF%E3%83%AA%E3%83%BC%E3%83%B3%E3%82%AD%E3%83%BC%E3%83%9C%E3%83%BC%E3%83%891080p/>. 参照:2015.12.27.
- [13] PRNewsWire. 4G Smartphones Unit Share More Than Doubles in a Year, Capturing 58 Percent in Q2 2015. <http://www.prnewswire.com/news-releases/4g-smartphones-unit-share-more-than-doubles-in-a-year-capturing-58-percent-in-q2.html>. 参照:2016.01.02.

- [14] Keith B. Perry, Juan Pablo Hourcade. Evaluating one handed thumb tapping on mobile touchscreen devices. *GI '08 Proceedings of Graphics Interface 2008*, Vol. 08, pp. 57–64, 2008.
- [15] 深津 佳智, 箱田 博之, 野口 杏奈, 志築 文太郎, 田中 二郎. 凹凸付きスマートフォンケースにおけるタッチ精度の評価. *コンピュータ ソフトウェア*, Vol. 31, pp. 325–335, 2014.
- [16] 箱田博之, 志築文太郎, 田中二郎. タッチパネル端末向け縦型 qwerty キーボードの性能評価. *研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション*, Vol. 18, pp. 1–7, 2014.
- [17] 平部裕子, 荒川 豊, 安本 慶一. TouchContext: タッチ操作の挙動分析に基づく人のコンテキスト認識. *科学研究費補助金実績報告書*, 日本, 2015.
- [18] 井上 育美, 棟方 渚, Rafal Rzepka, 荒木 健治. 指を用いたタッチパネル入力の評価と考察について. *エンタテインメントコンピューティング研究発表会*, Vol. 32, pp. 1–6, 2014.
- [19] 平部裕子, 荒川 豊, 安本 慶一. Touchanalyzer: タッチ操作ログ分析システム. *マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集*, Vol. 6, pp. 77–79, 2013.
- [20] 中村優理子, 工藤慎也, 岡崎龍太, 梶本裕之. 弾性素材のせん断変形を用いた. タッチパネルへの水平方向力入力. *エンタテインメントコンピューティングシンポジウム*, 2015.
- [21] Kaori.H. Male Female Body Sizes. <http://homepage3.nifty.com/orangejuice/hand1.html>. 参照:2016.02.19.