筑波大学 情報学群 情報メディア創成学類

卒業研究論文

タブレット端末における範囲選択のための マルチタッチジェスチャ

島 佳吾

指導教員　志築 文太郎　三末 和男　田中 二郎

2015年1月

概要

タッチパネル端末において，ユーザは画面をロングタップすることにより，文字列選択などの範囲選択を行う．しかし，ロングタップは時間がかかるという欠点を有する．そこで我々は，範囲選択のためのマルチタッチジェスチャとして Leaving Select を開発した．本手法を用いるユーザは，複数の指でタッチした後，指を 1 本残してその他の指を離し，残した指をスライドすることにより範囲選択する．本手法はロングタップのように範囲選択開始までの待ち時間が発生しないため，素早く範囲選択を行うことが可能である．本手法の有用性を示すため，文字列および画像の複数選択速度を検証する実験を行った．その結果，文字列選択において，従来手法が複数回タッチを必要とする場合には，本手法は従来手法よりも素早く範囲選択できることが分かった．また，画像選択において，本手法はロングタップよりも有意に素早く範囲選択を開始できることが分かった．

目 次

第 1 章　序論 **1**
1.1 背景 1
1.2 目的 1
1.3 アプローチ 2
1.4 貢献 2
1.5 本論文の構成 2

第 2 章　関連研究 **3**
2.1 範囲選択に関する研究 3
2.2 タッチジェスチャに関する研究 4

第 3 章　Leaving Select：範囲選択のためのマルチタッチジェスチャ **5**
3.1 範囲選択のためのマルチタッチジェスチャ 5
3.2 Leaving Select の有用性 5
3.3 実験用アプリケーション 6
3.3.1 文字列選択アプリケーション 6
3.3.2 画像選択アプリケーション 8

第 4 章　評価実験：スマートフォンにおける文字列選択 **11**
4.1 被験者 11
4.2 実験機器 11
4.3 試行 11
4.4 用意した問題 12
4.5 実験タスク 12
4.6 計測方法 15
4.7 実験結果 15
4.8 考察 17
4.8.1 選択速度 17
4.8.2 エラーを排除した速度比較 18
4.8.3 Leaving Select の使用感 19

第 5 章　評価実験：タブレット端末における画像の複数選択 **23**
5.1 被験者 23

5.2 実験機器 23
5.3 試行 23
5.4 用意した問題 26
5.5 実験タスク 26
5.6 実験結果 28
5.7 考察 32
5.7.1 選択速度 32
5.7.2 起動速度 33
5.7.3 Leaving Select の使用感 36

第 6 章 議論 **40**
6.1 タッチ本数 40
6.2 範囲選択後のさらなる操作 40
6.3 ペイントアプリケーションへの実装 42

第 7 章 まとめと今後の課題 **45**

謝辞 **46**

参考文献 **47**

付 録 A 各開始点ごとの選択開始までの時間 **49**
A.1 2 点タッチセッション 49
A.2 3 点タッチセッション 54

付 録 B 評価実験の際に用いた実験同意書およびアンケート用紙 **59**
B.1 スマートフォンにおける文字列選択 60
B.1.1 同意書 60
B.1.2 事前アンケート 61
B.1.3 実験手順書 62
B.1.4 アンケート 65
B.2 タブレット端末における画像の複数選択 67
B.2.1 同意書 67
B.2.2 事前アンケート 68
B.2.3 実験手順書 69
B.2.4 アンケート 73

図 目 次

3.1 Leaving Select による範囲選択 5
3.2 作成した文字列選択アプリケーション 7
3.3 画像選択アプリケーション 9
3.4 参考にしたギャラリーアプリケーション 10

4.1 実験に使用した端末 12
4.2 実験に用いたアプリケーションの画面 13
4.3 実験の様子 14
4.4 単語選択における選択時間 15
4.5 文字列選択における選択時間 16
4.6 アンケート結果 16
4.7 指で文字が隠れる問題とその対策 19
4.8 Leaving Select の起動時間 21
4.9 著者による文字列選択における選択時間 21

5.1 実験に使用した端末 24
5.2 実験に用いたアプリケーションの画面 25
5.3 画面の分割 26
5.4 実験の様子 27
5.5 1×1 の選択における，各開始点ごとの選択時間 28
5.6 3×3 の選択における，各開始点ごとの選択時間 29
5.7 5×5 の選択における，各開始点ごとの選択時間 29
5.8 設問 1：良いと思った順 30
5.9 設問 2：使いやすいと思うか 30
5.10 設問 3：今後使いたいと思うか 31
5.11 設問 4：分かりやすかったか 31
5.12 設問 5：慣れやすいと思うか 32
5.13 2 点タッチにおける，各開始点ごとの起動時間 34
5.14 3 点タッチにおける，各開始点ごとの起動時間 34
5.15 ダブルタップにおける，各開始点ごとの起動時間 35
5.16 ロングタップにおける，各開始点ごとの起動時間 35
5.17 起動時間の平均 36

5.18 各セッションにおけるジェスチャの所要時間 38

6.1 パイメニューの表示 41
6.2 実装したペイントアプリケーションの画面 44

A.1 2 点タッチ, 左上 49
A.2 2 点タッチ, 中央上 50
A.3 2 点タッチ, 右上 50
A.4 2 点タッチ, 左中央 51
A.5 2 点タッチ, 中央 51
A.6 2 点タッチ, 右中央 52
A.7 2 点タッチ, 左下 52
A.8 2 点タッチ, 中央下 53
A.9 2 点タッチ, 右下 53
A.10 3 点タッチ, 左上 54
A.11 3 点タッチ, 中央上 54
A.12 3 点タッチ, 右上 55
A.13 3 点タッチ, 左中央 55
A.14 3 点タッチ, 中央 56
A.15 3 点タッチ, 右中央 56
A.16 3 点タッチ, 左下 57
A.17 3 点タッチ, 中央下 57
A.18 3 点タッチ, 右下 58

第1章　序論

本章において，まずタッチパネル端末における範囲選択の問題について述べる．次に本研究の目的について述べ，問題解決のためのアプローチを示す．その後，本研究の貢献について示し，本論文の構成を述べる．

1.1　背景

スマートフォンに代表されるタッチパネル端末において，ユーザが文字列や画像をコピーするために範囲選択を行う際，画面をロングタップ，またはダブルタップする．しかしロングタップにて範囲選択する場合，ユーザがロングタップを行ったことを端末が判定するまでに一定の時間を要する．そのため，ユーザが画面に触れてから範囲選択を開始するまで，操作を行うことができない時間が存在する．また，ダブルタップは範囲選択以外の操作を行う際にも用いられる．例えば，Web ブラウザや画像ビューワ，地図アプリケーションにおける画面の拡大，縮小操作を行う際にダブルタップが用いられることがある．そのためダブルタップを拡大縮小操作に用いる場合，オブジェクト選択のジェスチャとすることはできない．これは，タッチパネル端末におけるジェスチャの種類が少ないために発生した問題であるタッチパネル端末におけるジェスチャの種類を増やすため，新たなタッチジェスチャを開発する研究が多くなされてきた．研究の例として，ユーザが行ったタップの強弱を識別する研究 [HL11]，タッチパネル上で指を転がすことにより入力を行う研究 [RLG09]，タッチ面積の大小を識別し片手操作時の入力語彙の拡張を行った研究 [BLC$^+$12]，離れた座標に対し連続タップするジェスチャを開発した研究などがあげられる [HGL14]．本研究においても，新たなタッチジェスチャを開発し，範囲選択のための新たなジェスチャとすることで，ダブルタップが拡大縮小操作に用いられる場合であっても，範囲選択を可能とする．

1.2　目的

本研究の目的は，タブレット端末において，先述のようにダブルタップに拡大縮小操作が割り当てられている場合であっても，ロングタップより素早い複数のオブジェクト選択を可能とすることである．

1.3 アプローチ

近年，スマートフォンやタブレット端末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．表示領域の拡大の需要は大きく，今後も需要が大きくなるとされている．コンテンツの表示領域が拡大されることにより，複数の指にて画面を操作することが容易になった [井上 14, 池松 14]．そこで本研究では，タブレット端末における素早いオブジェクト選択のためのマルチタッチジェスチャ，Leaving Select の開発を行う．Leaving Select を用いるユーザは，複数の指でタッチした後，指を 1 本タッチした状態で残して他の指を離し，残した指をスライドすることにより範囲選択する．Leaving Select にはロングタップのように操作を行うことができない時間が存在しないため，ユーザはタブレット端末を操作する場合に Leaving Select を用いることにより，素早く範囲選択することができる．

1.4 貢献

本研究の貢献を以下に記す．

- タブレット端末における範囲選択のためのマルチタッチジェスチャとして Leaving Select の設計，実装を行った．
- Leaving Select，ロングタップ，およびダブルタップによる範囲選択の速度や使用感を比較し，本手法の有用性を示した．

1.5 本論文の構成

第 1 章では，本研究の背景と目的を述べる．第 2 章では，関連研究と本研究の位置付けを述べる．第 3 章では提案手法の方法，アイデア，および実験用アプリケーションを述べる．第 4 章では，スマートフォンにおける文字列選択において，提案手法の特性調査を行った被験者実験を述べる．第 5 章では，タブレット端末における画像の複数選択において，提案手法の特性調査を行った被験者実験を述べる．第 6 章では，実験の結果から，マルチタッチに用いる指の数と，範囲選択後のさらなる操作について議論を行う．また，本手法のアプリケーションへの実装例を示す．第 7 章では，本研究のまとめと今後の課題を示す．

第2章　関連研究

タッチパネル端末におけるジェスチャの種類は少なく，1つのジェスチャに複数の異なる操作が割り当てられているという問題がある．例えばダブルタップには，範囲選択の他に，拡大縮小操作に用いられることがある．そこで本研究は，範囲選択のための新たなジェスチャを提案する．よって，関連する研究として，範囲選択手法，およびタッチパネル端末における新たなジェスチャ開発に関する研究が挙げられる．本章では，これらに関する研究を示す．

2.1　範囲選択に関する研究

タッチパネル端末において範囲選択を行う手法はいくつか存在する．Bezel Swipe[RT09] はベゼル（画面の縁）からのスワイプジェスチャを用いて範囲選択を行う手法である．片方のベゼルから選択範囲の開始点まで指をスワイプさせ，もう片方のベゼルから選択範囲の終了点まで指をスワイプさせる手法，および片方のベゼルから選択したい対象まで指をスワイプさせる手法が提案されている．また，これらの手法を利用する，文字列および画像の範囲選択をするアプリケーションを示している．BezelCopy[CPZO14] も同様にベゼルからのジェスチャを用いて文字列選択を行う手法である．ベゼルから選択したい文字列のある一文まで指をスワイプさせ，その文を専用のパネルにコピーする．その後，パネル上にて細かい文字列選択を行うことにより，Bezel Swipe より速い範囲選択を可能にした．これらの研究にて用いられるジェスチャは，端末のベゼルから実行されるが，本研究にて提案した Leaving Select による範囲選択はタッチパネル上の任意の場所から開始できる．Fuccella ら [FIM13] は文字列選択時に，ソフトウェアキーボード上のジェスチャ操作を使用している．キーボード上にて指を左右にスワイプすることにより，選択範囲を 1 文字単位にて調節することができる．この手法を用いて文章を選択する場合，選択したい範囲にある文字の数だけスワイプを必要とするが，本研究にて提案した手法では，範囲選択開始から終了まで手を画面から離すことなく操作することができるため，より素早く範囲選択することができると考えられる．三浦ら [三浦 14] は文字列選択時のドラッグにおいて，1 文字ずつではなく単語単位にて選択する手法を提案している．通常の文字列選択においては，ユーザは選択ハンドルをスライドさせ選択範囲を 1 文字単位にて調節する．単語単位にて選択することにより，範囲選択にかかる時間を短縮することができる．この手法を本手法と組み合わせることにより，文字列選択をより素早く行うことができると考えられる．

2.2 タッチジェスチャに関する研究

タッチパネル端末の新たなジェスチャに関する研究は数多く存在する．その方法の 1 つとして，スマートフォンのようなタッチパネル端末に内蔵されているセンサ，アクチュエータを用いて新たなジェスチャを提案した研究がある．ForceTap[HL11] は，ユーザが端末をタッチする際の加速度を内蔵センサによって取得することにより，強いタップと弱いタップを識別する．Sensor Synaesthesia[HS11] は，加速度センサおよびジャイロセンサから取得した情報と，タッチ入力を組み合わせた新たな入力体系である．GripSense[GWP12] は，端末に内蔵されている加速度センサとバイブレータを併用することにより，端末を握る強さを認識する．また，端末の傾きを入力語彙の拡張に用いた研究もある [TABB14]．これらの研究は，タッチパネル端末に内蔵されているセンサ，およびアクチュエータのみを用いているため，追加のセンサを用意する必要が無い．例えば ForceTap を用いて強いタップを範囲選択開始のジェスチャとすることも考えられるが，タブレット端末における新しいジェスチャの可能性を探るために，本研究においては Leaving Select を採用した．

タッチパネル端末に対するタッチの振る舞いによるインタラクションも研究されている．MicroRolls[RLG09] は，親指をタッチパネル上で転がすタッチ入力手法である．The fat thumb[BLC$^+$12] は，ユーザがタッチパネル端末を片手親指を用いてタッチする際の，タッチ面積の大小を識別することにより，片手タッチ入力の語彙を拡張している．同様に，Benko ら [BWB06] は，タッチ面積に応じたインタラクションにより，マルチタッチ環境における選択操作を可能にした．また，タッチの方向によるインタラクションについても研究されている [WR09, WCRI09]．さらに，離れた座標に対する連続タップによる，新たなタッチ入力が提案されている [HGL14]．本研究は，これらの入力手法とは異なる，新たなタッチジェスチャを提案する．

第3章　Leaving Select：範囲選択のためのマルチタッチジェスチャ

本章において，まず，範囲選択のためのマルチタッチジェスチャである Leaving Select を示す．次に，Leaving Select のアイデアを述べる．その後，本手法の特性調査のための 2 種類の実験用アプリケーションについて説明する．

3.1　範囲選択のためのマルチタッチジェスチャ

Leaving Select による範囲選択の方法を示す．まず，図 3.1a に示すように，ユーザは画面を複数の指を用いてタッチする．次に，図 3.1b に示すように選択範囲の開始点としたい文字列上の指を 1 本だけ残して他の指を離す．この時残す指は，タッチした指のうちどの指でもよい．残した時点の位置を開始点として，指をスライドさせることにより，図 3.1c に示すように範囲選択する．

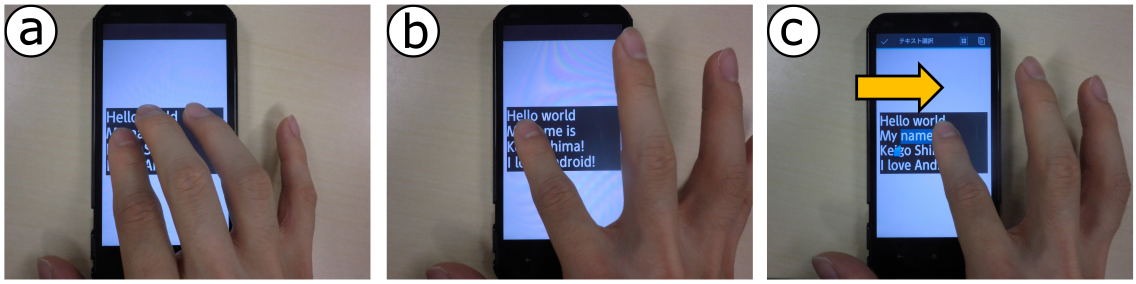

図 3.1: Leaving Select による範囲選択

3.2　Leaving Select の有用性

Leaving Select は，マルチタッチ後に指を 1 本残すことをにより，範囲選択を開始するジェスチャである．マルチタッチジェスチャには，画像の拡大縮小に用いる 2 本指のピンチジェスチャ，および画像や地図の回転に用いる 2 本指の回転ジェスチャなどがあげられる．マルチタッチ時に使用する指を 3 本とすることにより，これらの 2 本指ジェスチャと競合することなく使用することができると考えた．そこで，第 4 章における実験では，3 本指による Leaving

Select を用いた．しかし端末によっては 3 本指ジェスチャが実装されているものもある．例えば iPad には 3 本指でダブルタップすることにより，画面の拡大縮小を行う機能がある．これらの 2 本指および 3 本指を用いる既存ジェスチャと Leaving Select を比較すると，既存ジェスチャはタッチした指すべてを画面から離すことなく使用するが，Leaving Select は範囲選択をする指のみを残して他の指を離す．そのため，これらの既存ジェスチャが実装されたアプリケーションにおいても，既存ジェスチャと競合することなく Leaving Select を用いることができると考えた．そこで第 5 章における実験では，Leaving Select を用いる際にマルチタッチ時に使用する指を 2 本または 3 本とし，それらの使用感を比較する．

3.3 実験用アプリケーション

第 4 章および第 5 章における評価実験に用いた 2 種類のアプリケーションを説明する．

3.3.1 文字列選択アプリケーション

図 3.2 に示すような，Android 端末（スマートフォン）上にて動作する文字列選択アプリケーションを実装した．ユーザは図 3.2a に示す黒枠内の文字列を，本手法，ロングタップ，およびダブルタップを用いて文字列選択することができる．以下に本アプリケーションにおける文字列選択の方法を示す．

Leaving Select

ユーザはまず画面を 3 本の指を用いてタッチする．次に，選択したい文字列上の指を 1 本だけ残して他の指を離す．この時残す指は，3 本のうちどの指でもよい．残した時点の位置を開始点として，指をスライドさせることにより終了点を調整する．

ロングタップおよびダブルタップ

ユーザは選択したい文字列上にてロングタップまたはダブルタップを行う．すると，タップした指の下にある単語が選択状態となり，単語の開始点と終了点にそれぞれ選択ハンドルが出現する．それぞれの選択ハンドルをタッチした後，指をスライドすることにより，選択範囲の開始点，終了点を調節する．

共通の操作

ユーザが文字列選択を開始すると，図 3.2b に示すように，選択した文字の範囲が青枠にて示される．選択中の文字列の開始点，終了点にはそれぞれ選択ハンドルが表示される．この時ユーザは，選択ハンドルをタッチした後，指をスライドすることにより，選択範囲の開始点，

終了点を調節することができる．範囲選択の後，ユーザは図 3.2b に示す画面上部の ActionBar 上に表示されるコピーボタン（2 つのボタンのうち右側のボタン）をタップすることにより，選択範囲をコピーすることができる．なお，全選択ボタン（2 つのボタンのうち左側のボタン）をタップすることにより，画面上の全ての文字列を選択状態にすることができる．

実験において範囲選択以外の条件を統一するため，選択ハンドルおよび ActionBar は，Android の EditText のデフォルトの機能を模したものを実装した．

図 3.2: 作成した文字列選択アプリケーション

3 点タッチの認識手法

ユーザが 3 点タッチを行った際に，指同士が近いとタッチ点が 2 点であると認識されることがある．そこで本アプリケーションにおいて，タッチ点が 2 点であると認識された場合，その 2 点の面積比に応じてタッチした指の本数を予測することとした．すなわち，大きい方のタッチ面積が，小さい方のタッチ面積の 1.7 倍以上であれば，3 点タッチであるとしている．これは，著者のタッチ点が 2 点だと認識された時の面積比から，実験的に求めた値である．

3.3.2　画像選択アプリケーション

図 3.3 に示すような，Android 端末（タブレット）上にて動作する画像選択アプリケーションを実装した．ユーザは図 3.3a に示す画面に表示された画像を，本手法およびロングタップ，ダブルタップを用いて複数選択することができる．以下に本アプリケーションにおける画像選択の方法を示す．

Leaving Select

ユーザはまず画面を 3 本（または 2 本）の指を用いてタッチする．次に，選択したい画像上の指を 1 本だけ残して他の指を離す．この時残す指は，タッチしたどの指でもよい．残した時点の位置を開始点として，指をスライドさせることにより終了点を調節する．開始点と終了点を頂点とする矩形内の画像が選択状態となる．

ロングタップおよびダブルタップ

ユーザは範囲選択を開始したい画像上にてロングタップまたはダブルタップを行う．すると，タップした指の下にある単語が選択状態となる．タップした位置を開始点として，指をスライドさせることにより終了点を調節する．開始点と終了点を頂点とする矩形内の画像が選択状態となる．

共通の操作

ユーザが画像選択を開始すると，図 3.3b に示すように，画面上部の ActionBar が青色に変化する．また，選択中の画像が青くハイライトされる．範囲選択の後，ActionBar 上に表示されるコピーボタンをタップすることにより，選択範囲を終了することができる．

参考にしたアプリケーション

本アプリケーションを実装するにあたり，タブレット端末にインストールされていた画像のギャラリーアプリケーションを参考にした．以下にその概要を示す．アプリケーションを起動すると，図 3.4a に示すように，端末内に保存された画像が一覧表示される．ユーザは選択したい画像をロングタップすると，図 3.4b に示すように，ロングタップした画像が選択状態となる．複数選択を行う場合は，続けて選択したい画像をタップすることにより，図 3.4c に示すように，複数の画像を選択することができる．

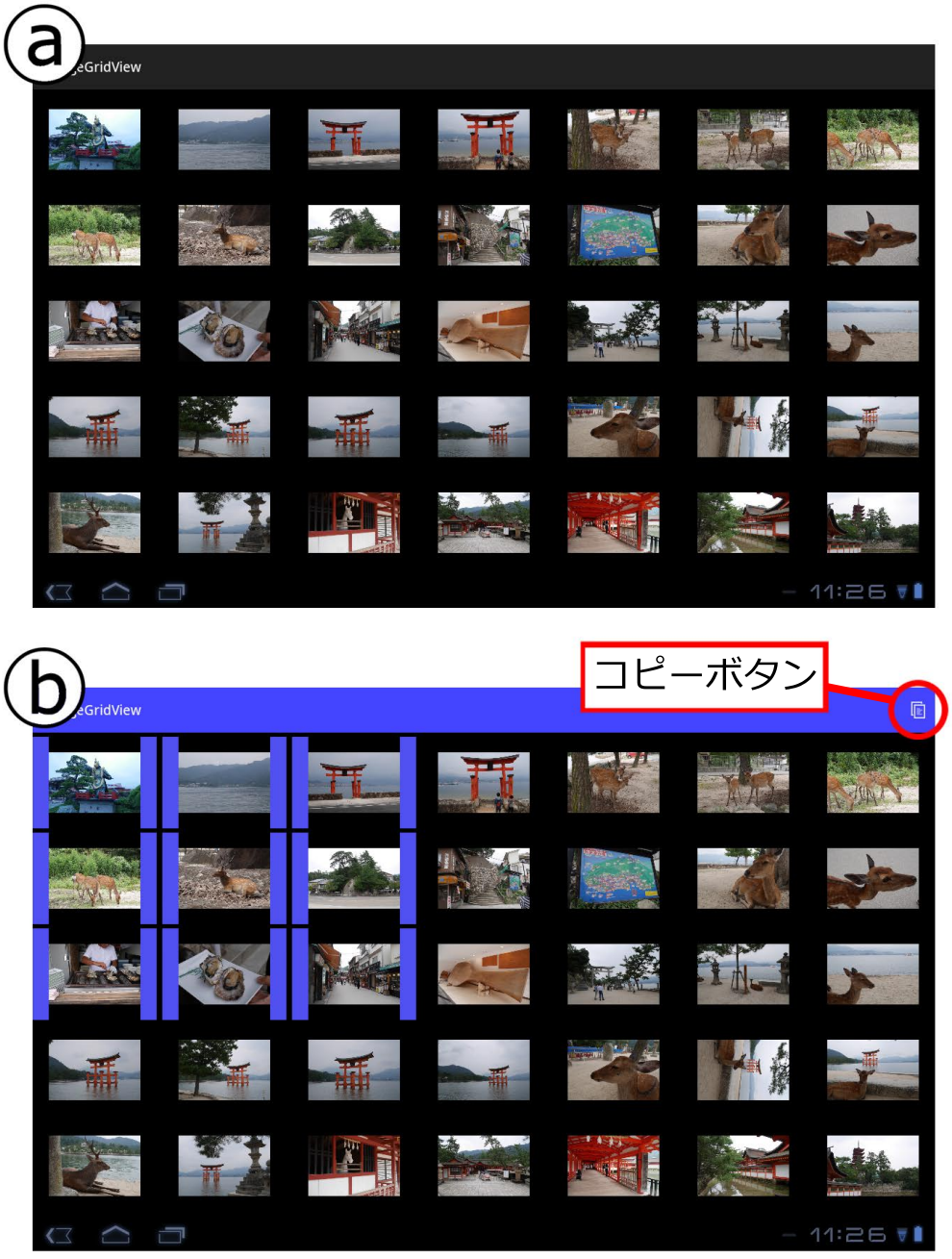

図 3.3: 画像選択アプリケーション

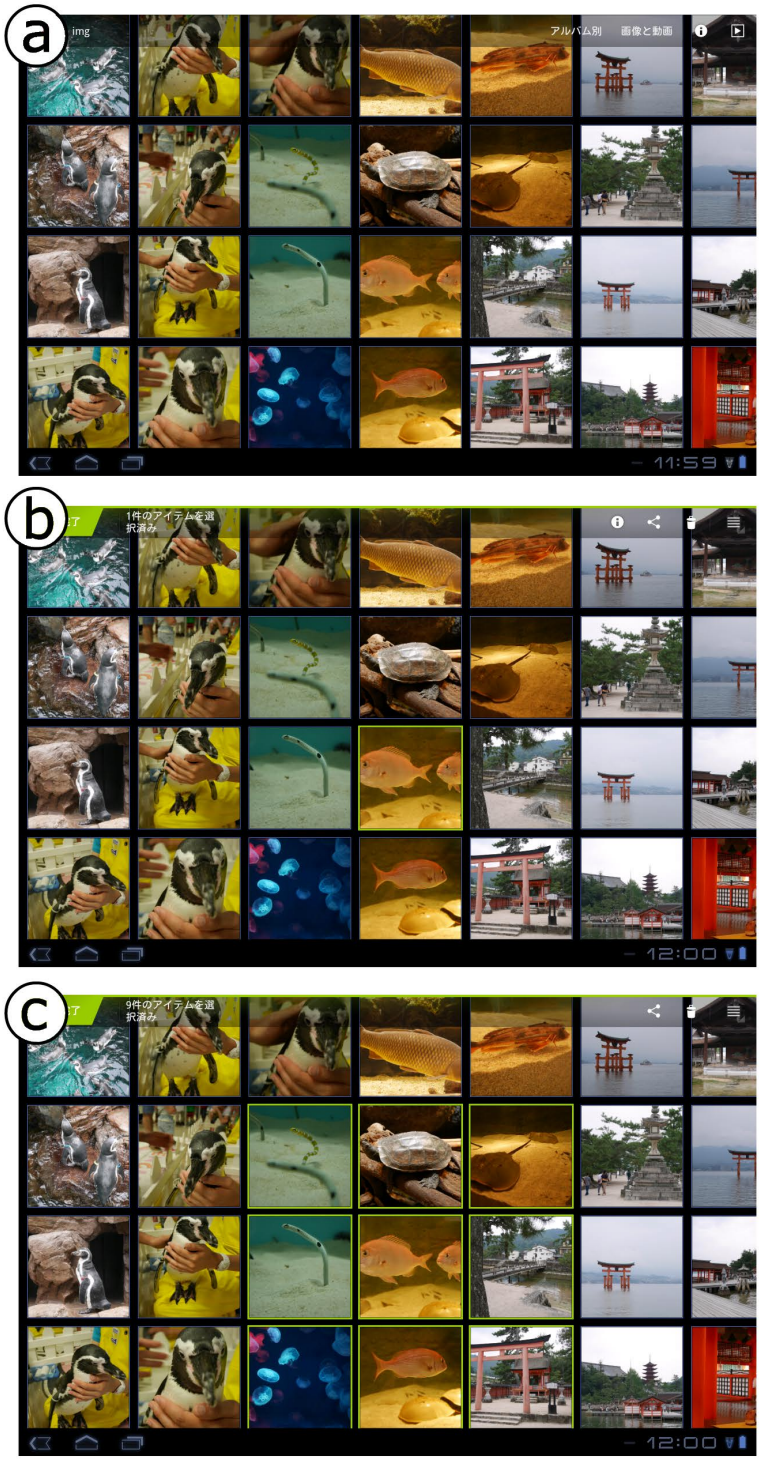

図 3.4: 参考にしたギャラリーアプリケーション

第4章　評価実験：スマートフォンにおける文字列選択

本章において，スマートフォンにおける文字列選択のための Leaving Select（3 点タッチ）の特性調査を被験者実験を通して行う．本被験者実験では，第 3.3.1 節にて示した文字列選択アプリケーションを用いて．Leaving Select と，ロングタップおよびダブルタップによる文字列選択の速度および使用感を比較した．

4.1　被験者

大学生のボランティア 6 名（20–23 歳）を被験者とした．全ての被験者が日常的にスマートフォンを利用し，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平均 33.7ヶ月（14–86ヶ月）であった．

4.2　実験機器

実験用端末として，図 4.1 に示す Android 端末（AQUOS PHONE SERIE SHL22，端末サイズ: 高さ 142mm×幅 70mm×厚さ 9.9mm，画面サイズ:4.9 インチ（高さ 107.52mm×幅 60.48mm），OS：Android 4.2.2 ）を用いた．

4.3　試行

以下に実験タスク中の各手法における 1 試行を示す．

Leaving Select（3 点タッチ）

被験者はまず，図 4.2b に示す問題を確認する．確認後，被験者は右手の 3 本の指（人差し指，中指，薬指）にて図 4.2b の選択欄をタッチする．次に被験者は人差し指を残し，他の指を画面から離す．被験者は人差し指をスライドして文字列選択を行う．うまく文字列を選択できなかった場合は，選択ハンドルを用いて選択範囲を調整する．文字列の選択が完了したら，コピーボタンを押す．問題と選択文字列が一致していたら，端末の画面は図 4.2c の状態になる．この状態において被験者は「次の問題」ボタンをタッチすることにより，次の試行に移る．またこの時，問題と選択文字列が一致しない場合はエラー音が鳴る．その場合，被験者は正しい範囲を選択しなおし，コピーボタンを押す．

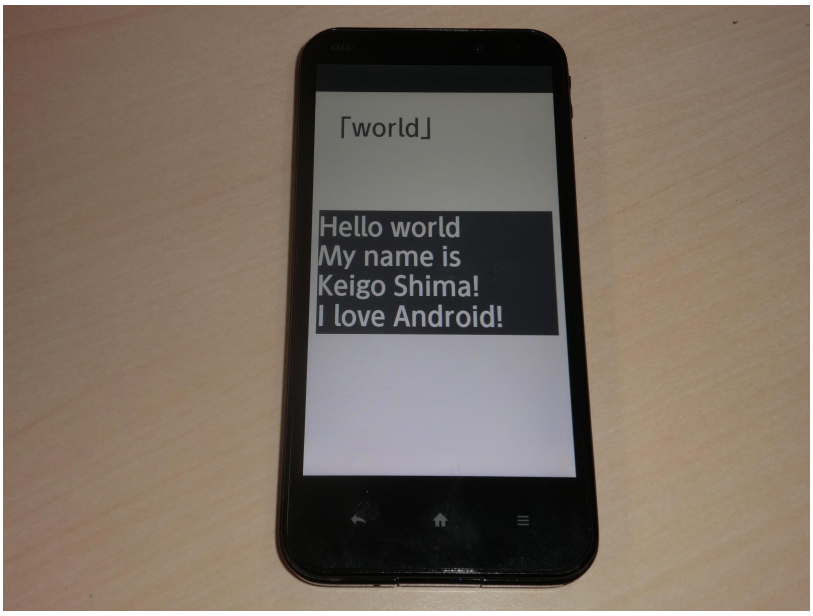

図 4.1: 実験に使用した端末

ロングタップおよびダブルタップ

被験者はまず，図 4.2b に示す問題を確認する．確認後，被験者は人差し指にて図 4.2b の選択欄をロングタップ（またはダブルタップ）する．次に被験者は，選択ハンドルを用いて文字列選択を行う．文字列の選択が完了したら，コピーボタンを押す．問題と選択文字列が一致していたら，端末の画面は図 4.2c の状態になる．この状態において被験者は「次の問題」ボタンをタッチすることにより，次の試行に移る．またこの時，問題と選択文字列が一致しない場合はエラー音が鳴る．その場合，被験者は正しい範囲を選択しなおし，コピーボタンを押す．

4.4 用意した問題

実験タスクにおける選択対象を，単語と文字列（複数単語もしくは単語の一部）の 2 通りとした．そのため，実験者は問題として単語 10 種類，文字列 10 種類を用意した．このうち選択対象とした文字列については表 4.1 に示す分類に基づき用意した．

4.5 実験タスク

被験者に行ってもらったタスクは，10 試行を 1 セッションとするタスクである．セッション内の問題の種類は単語もしくは文字列に統一され，実験者はランダムな順で被験者に提示した．

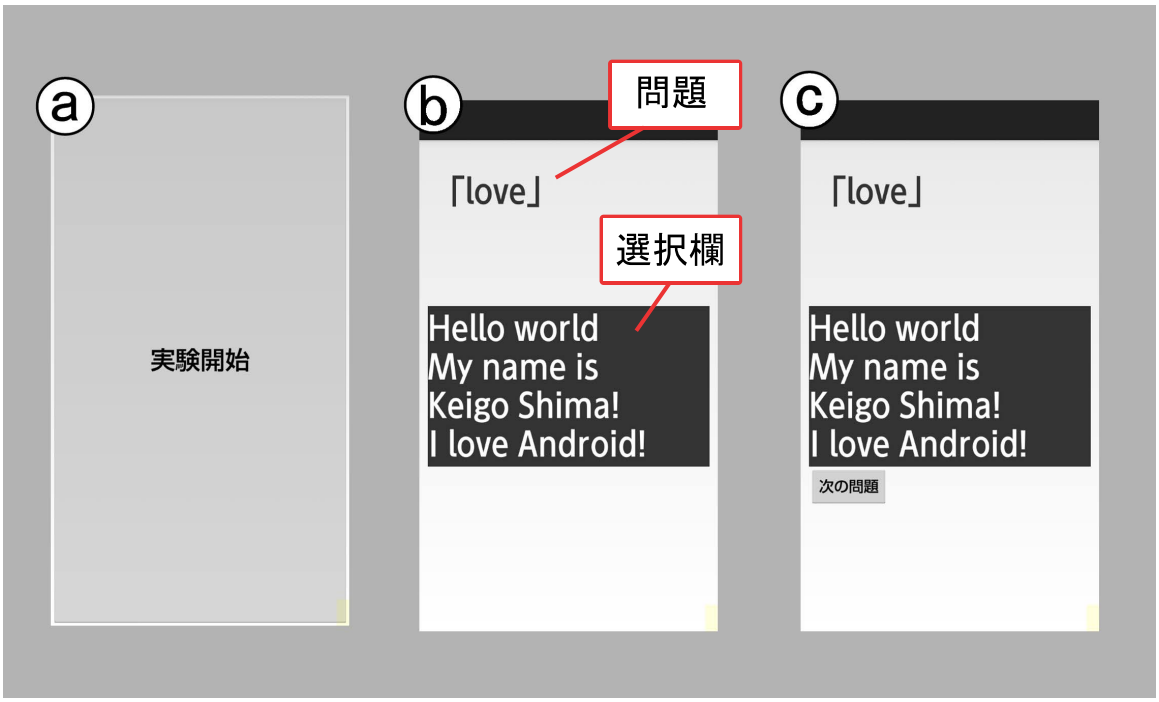

図 4.2: 実験に用いたアプリケーションの画面

被験者にはまず，問題となる単語 10 種類を各手法にて選択できるまで練習を行ってもらった．練習後，6 通り（3 種類の起動ジェスチャ × 2 種類の問題）のセッションをランダムな順番にて被験者に行ってもらった．これを 2 回行い，被験者には合計 12 セッション行ってもらった．結果として，各被験者には

3（種類の起動ジェスチャ）
× 2（単語および文字列）
× 10（試行）
× 2（回）
= 120 試行

を行ってもらった．セッションの開始時に実験者は図 4.2a の状態にて被験者に端末を渡した．被験者が画面をタッチすると図 4.2b が表示されるので，被験者は画面に示された問題を確認し，試行を開始した．また，疲労による影響を軽減するために，セッション間に 3 分以上の休憩をとってもらった．

実験者は被験者に，各試行においてなるべく素早く操作を行うよう指示した．また，実験条件をそろえるために，被験者は左手で端末を把持し，Leaving Select 以外の画面操作はすべて，右手の人差し指のみを用いることとした．被験者は，図 4.3 に示すように，実験中は椅子に座り，肘をどこにも支えることなく操作を行うこととした．被験者には実験中に可能な限り使用感などの考えたことを発話するよう依頼し，実験者は録音およびメモにて発話内容を

(1) 1 行選択	Hello world
	My name is
	Keigo Shima!
	I love Android!
(2) 複数行選択	world My name
	Shima! I love
(3) 開始点もしくは終了点の どちらかが単語の途中にある選択	orld
	My na
(4) 開始点および終了点の 両方が単語の途中にある選択	igo Shi
	ve Andr

表 4.1: 文字列選択問題の分類

記録した.

図 4.3: 実験の様子

タスク終了後に，被験者にはアンケートに答えてもらった．アンケートの設問 1–4 にて Leaving Select の使いやすさ，今後も使いたいか，わかりやすさ，慣れやすさに関して，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，その評価理由を記述してもらった．また，設問 5 にて，感想等を自由に述べてもらった．実験は各被験者ごとに，事前説明からアンケート解答まで，75 分程度の時間を要した．被験者に記入してもらったアンケート，同意書および実験手順書を付録 B.1 に示す.

4.6　計測方法

実験者は各試行において，被験者が問題を確認後初めに画面に触れた瞬間から，文字列選択を完了した時点までの時間を測定した．実験に用いたアプリケーションは，被験者のタッチ操作を記録し，CSV（Comma-Separated Values）形式にてログファイルを書き出す機能を備えている．なお，実験条件の統制のために選択ハンドラを Android のデフォルトのものを使用したため，選択ハンドラを操作したときに発生するイベントを取得することができなかった．その対策として，実験用アプリケーションでは 15 ミリ秒間隔で選択範囲を監視するスレッドを動作させている．15 ミリ秒とした理由は，実験端末において ACTION_MOVE（指をスライドさせたときに発生するイベント）の間隔を測定したところ，約 16–17 ミリ秒間隔にてイベントが発生していることが分かったからである．そのため，15 ミリ秒ごとに選択範囲を監視し，選択範囲が 15 ミリ秒前と異なる場合，アプリケーションは新しい選択範囲とともに，選択ハンドラ操作の発生を記録することとした．

4.7　実験結果

各問題ごとの，選択が完了するまでの時間を図 4.4（単語），図 4.5（文字列）に示す．また，3 点タッチを用いた文字列選択について行ったアンケートの結果を，図 4.6 に示す．設問 1（使いやすいと思うか）の評価平均は 3.2，設問 2（今後使いたいと思うか）の評価平均は 3.7，設問 3（分かりやすかったか）の評価平均は 2.8，設問 4（慣れやすいと思うか）の評価平均は 4.3 であった．

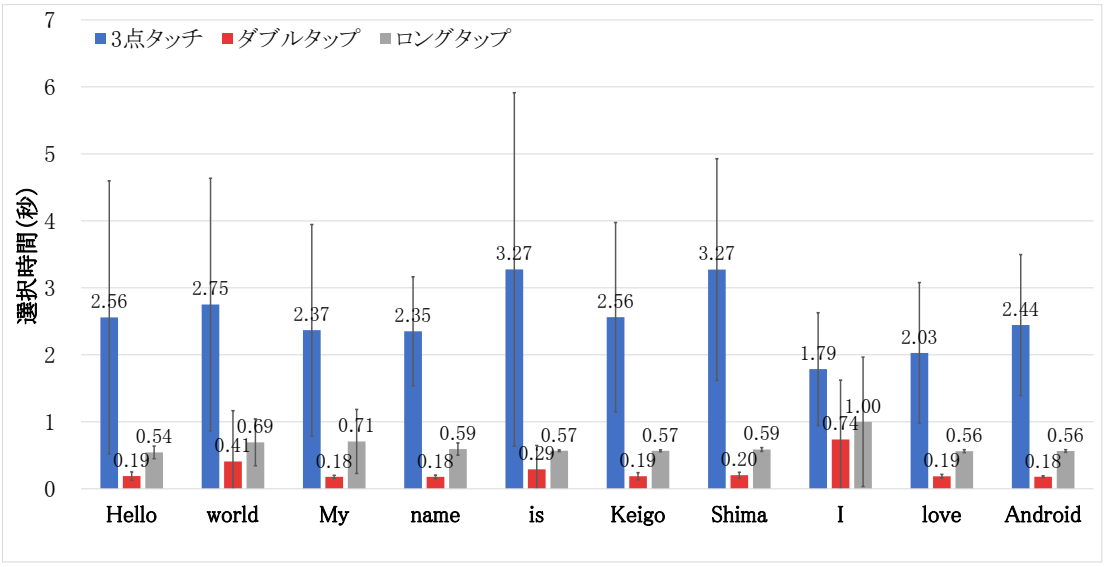

図 4.4: 単語選択における選択時間

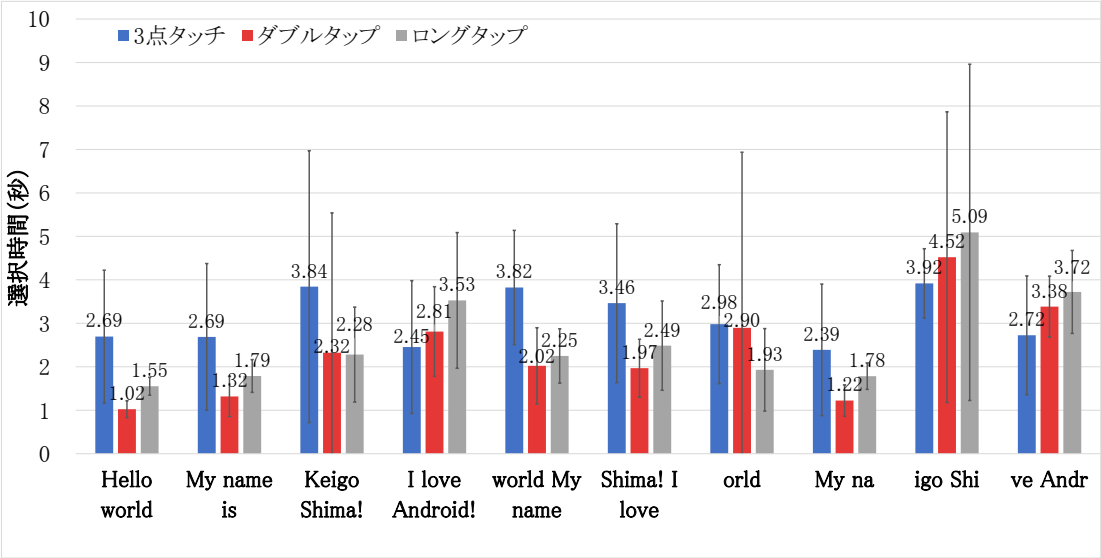

図 4.5: 文字列選択における選択時間

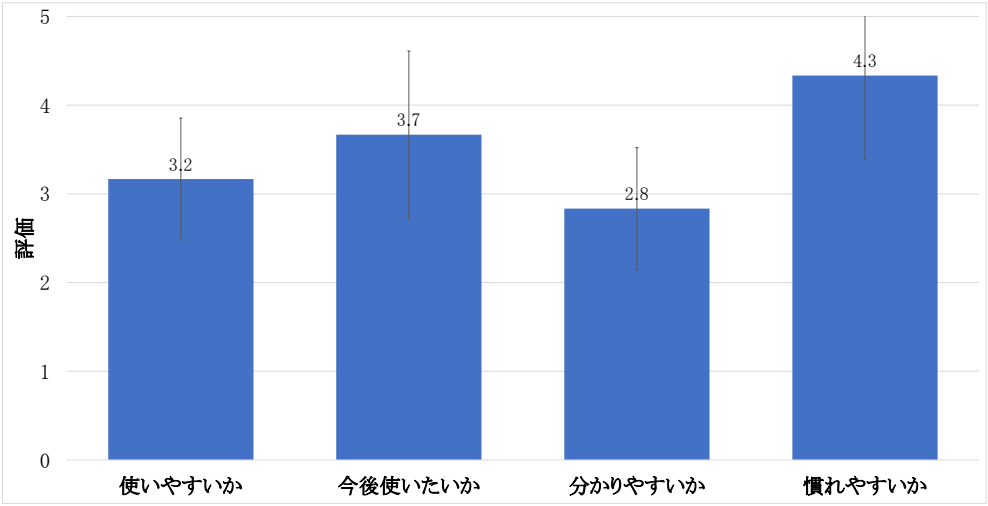

図 4.6: アンケート結果

4.8 考察

以下にまず実験の結果から得られた選択速度についての考察を示す．次に，ユーザが操作に慣れることによりエラーなく選択できるようになった場合の選択速度を示すため，エラーを排除した速度比較を行う．その後，実験後のアンケートから得られた Leaving Select の使用感についての考察を示す.

4.8.1 選択速度

単語の選択速度については，図 4.4 に示されるように，早い順にダブルタップ，ロングタップ，Leaving Select であった．ダブルタップのほうがロングタップより素早く単語を選択できた理由として，ダブルタップのほうが起動時間が短いためであると考えられる．これに関して実験端末において調査したところ，約 400 ミリ秒以内にユーザが画面を 2 回タッチしたときにダブルタップイベントが発生しており，またロングタップイベントはユーザが画面を 500 ミリ秒以上タッチし続けた時に発生していた．さらに，ロングタップおよびダブルタップは，ユーザが押下した点の直下にある「単語」を選択状態にする．それに対し Leaving Select は，ユーザが残した指の直下にある「1 文字」を選択状態にする．つまり，ロングタップおよびダブルタップ時は，Leaving Select とは異なり，文字列選択を起動するのみで選択操作が完了する．そのため，単語選択のタスクにおいては，Leaving Select は他の手法より遅くなったと考えられる．

文字列の選択速度については，図 4.5 に示されるように，ロングタップおよびダブルタップにおいては，ダブルタップの方が素早く選択することができている．また，Leaving Select は他の 2 手法と比較すると，問題の種類によって選択速度に差が出ている．

（1）1 行選択

図 4.5 の左から 4 問までは，1 行を選択する問題である．そのうち，左から 3 問目までは，Leaving Select が他の 2 手法と比較して選択速度が遅い結果になっている．しかし，4 問目の「I love Android!」という文字列のみ Leaving Select が最も素早く選択できていることがわかる．これは，ロングタップおよびダブルタップにより行の開始単語である「I」を選択する場合,「I」という単語の占める領域が狭く，被験者が正確にタップすることができなかったためだと考えられる．その根拠として，図 4.4 において問題「I」の選択速度が，ロングタップ，ダブルタップともに他の単語の選択速度より遅いことが挙げられる．また，行末の「Android!」をロングタップおよびダブルタップする場合,「!」は選択状態とならない．ゆえに被験者が領域の狭い「I」という単語を避けて「love」もしくは「Android」から選択を開始する場合，開始点と終了点をそれぞれ操作する必要があり，少なくとも 2 度のハンドル操作を行うこととなる．つまり,「I love Android!」という文字列をロングタップおよびダブルタップにより選択する場合,「I」の選択，もしくは複数回のハンドル操作に時間を要したと考えられる．それに対し Leaving Select は選択の開始点を空間の広い「!」の右側にとり，左に指をスライドすることにより一度

に「I love Android!」を選択状態にすることができる．これらのことから，4 問目の「I love Android!」という文字列において，Leaving Select が最も素早く選択できたと考えられる．また，被験者が「I love Android!」以外の行を選択する場合は，行の開始単語は全て 2 文字以上であり，被験者がロングタップおよびダブルタップにて開始単語を選択する場合，1 度のハンドル操作にて文字列を選択できる．以上の結果より，1 度のハンドル操作にて文字列を選択できる場合，ロングタップおよびダブルタップは Leaving Select より素早く文字列選択できるのだと考えられる．

（2）複数行選択および（3）開始，終了点のどちらかが単語の途中にある選択
図 4.5 の左から 5，6 問目は複数行に渡る文字列選択，7，8 問目は単語の途中から単語の終了点，または単語の開始点から単語の途中までの文字列選択である．これら 4 問はいずれも，ロングタップおよびダブルタップにおいて開始点を適切に設定することにより，2 文字以上の単語を開始点として，1 度のハンドル操作にて文字列を選択することができる．したがって，(1）にて述べたように（2）および（3）においても 1 度のハンドル操作数にて文字列を選択でき，結果は（1）において 1 度のハンドル操作で選択可能な 1–3 問目と同様の結果となった．

（4）開始，終了点ともに単語の途中にある選択
図 4.5 の左から 9，10 問目は，単語の途中から別の単語の途中までの文字列選択である．この 2 問に関しては，Leaving Select が他の 2 手法より素早く選択できていた．その理由として，この 2 問はロングタップおよびダブルタップにおいて，被験者は少なくとも 2 度以上のハンドル操作をする必要がある一方，Leaving Select において，開始点を適切に選択することができた場合，選択ハンドルを操作する必要がないためであると考えられる．

これらのことから，ハンドル操作が必要になるような自由選択を行う際は，ロングタップおよびダブルタップに比べ，Leaving Select の方が素早く選択できることがわかった．つまり，ハンドル操作が必要となるような多量の選択をする際に Leaving Select を用いることによって，素早く範囲選択をすることができると考えられる．

4.8.2 エラーを排除した速度比較

慣れによりエラーなく範囲選択できるようになった場合の選択速度を調べるため，実験データからエラーを除いたデータのみを比較した．まず今回の被験者実験は実利用環境を想定して行われたため，被験者が最初に画面にタッチした瞬間からコピーボタンを押すまでの間に何度タッチを行ったとしても，すべて結果の時間に含めている．そこで Leaving Select において 2 度以上 ACTION_DOWN（1 本目のタッチ押下時に発生する．2 本目以降は ACTION_POINTER_DOWN というイベントが発生する.）イベントが発生した場合をエラー [1] とすることとした．

[1] 選択ハンドルタッチ時の ACTION_DOWN は取得していないため，正しく Leaving Select を用いた場合は 1 度しか ACTION_DOWN は発生しない.

エラーが発生していないデータのみを抽出したところ，文字列選択において平均 2470 ミリ秒であった．また，図 4.5 における Leaving Select の平均は 3098 ミリ秒であった．これらを比較すると，Leaving Select による文字列選択速度が平均 500 ミリ秒前後速くなった．このことから，操作の慣れに伴い，速度も向上する可能性があることがわかった．

4.8.3 Leaving Select の使用感

設問 1（使いやすいと思うか）

設問 1 の評価平均は 3.2 であった．設問 1 の評価理由に関する回答として，「他の 2 つの方法と比べて，どこに開始点が置かれるのか分かりにくいように感じた．」（2 名）や，「文字が隠れてしまうのが難点だった」（1 名），「残りの 2 本の位置を確保しなければならない」（1 名）など，複数指を画面上に配置することによる選択範囲の視認の困難さを指摘していた．また，「片手でスマートフォンを扱えないのは不便」（1 名）と，片手操作ができないため，使用機会が限られるという意見もあった．

文字列選択の開始点の分かり辛さに対する指摘があるように，文字などの対象が小さい場合には図 4.7a に示すように指で隠れるため，正確に開始点をタッチすることが困難となる．そこで図 4.7b に示すように，指の下にガイドを表示しタッチ位置を明確に表すという対策を検討する．

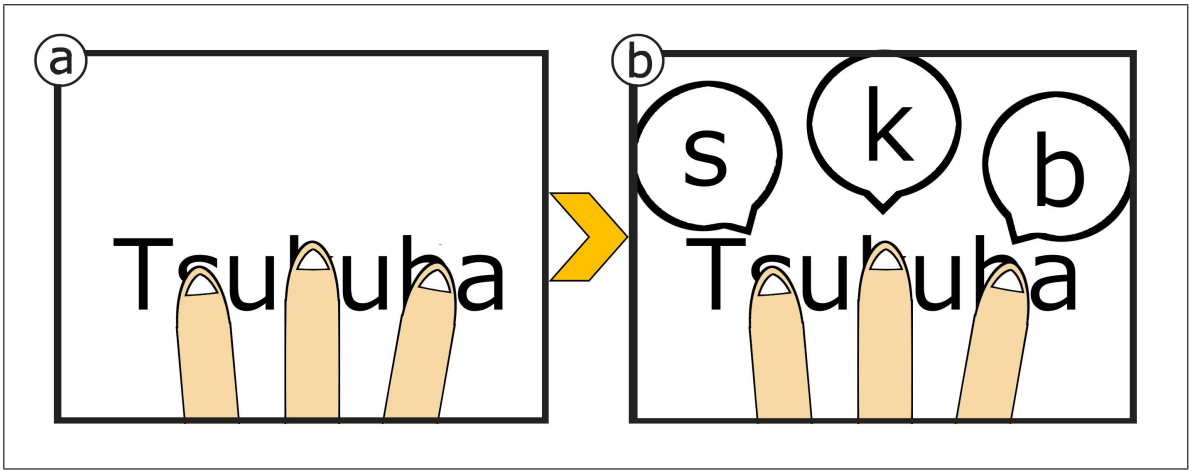

図 4.7: 指で文字が隠れる問題とその対策

指の位置の確保の難しさの問題は，今回の実験において条件の統制のために被験者に人差し指を残すよう指示したために起こったと考える．このことは，人差し指にて画面右端の文字を選択をする場合，人差し指以外の指を画面の枠に収めることが困難であると示唆している．しかし実際のアプリケーションにおいてはタッチした 3 本のどの指を残しても良いため，選択範囲に応じて残す指を使い分けることにより，位置の確保の難しさの解消につながると

考える．また，Leaving Select は片手操作時には行うことができないジェスチャであるため，両手把持が想定されるタブレット端末向けに Leaving Select を活用することが考えられる．

設問 1 の評価理由に関する回答には,「選択へのアクセスが 1 タップで済む」（1 名）という肯定的な意見もあった．これは，Leaving Select がダブルタップのように複数回タップする必要がなく，ロングタップのように，起動するまでの時間も存在しないためである．

設問 2（今後使いたいと思うか）

設問 2 の評価平均は 3.7 であった．設問 2 の評価理由に関する回答として,「タブレット端末等だとより使いやすそう」（1 名）,「長文をコピーしやすいと思った」（2 名）,「アクセス速度が速いのでストレスが少ない」（1 名）という意見が得られた．これらの意見も，今後のタブレット端末への応用が有効であることを示唆している．また，複数行にわたる長文を一度に選択する場合に使いやすいと考えれる．

設問 3（分かりやすいと思うか）

設問 3 の評価平均は 2.8 であった．設問 3 の評価理由に関する回答として,「慣れるまでは指を離すタイミングに少し戸惑う」（1 名）,「人差し指による選択の開始位置が，慣れていないためかわかりにくかった」（1 名）,「3 点同時に押す動作を普段しない」（1 名）という意見が得られた．これらの意見は，Leaving Select がスマートフォンにおいて行わることのない操作であり，実験において十分な練習時間を確保できていなかったことを示唆している．さらに実験端末の画面サイズが，指の本数に対して十分な画面領域を確保できていなかったと考えられる．そこで，第 5 章において，より画面サイズの大きなタブレット端末にて Leaving Select を用いた際の使用感を比較する，

設問 4（慣れやすいと思うか）

設問 4 の評価平均は 4.3 であった．設問 4 の評価理由に関する回答として,「普段スマートフォンを使う人ならすぐ慣れると思う」（1 名）,「コツをつかめば簡単」（1 名）,「2 回目のタスクでは実行速度が上がった」（1 名）という意見が得られた．

Leaving Select の慣れやすさを示すため，図 4.8 に，被験者が実験中に行った 4 回の Leaving Select のセッションの結果を抜き出し，時系列順に並び替たものの平均起動時間を示す．図 4.8 の 1 回目と 4 回目を比較すると，4 回目が有意に速くなっていることが認められた（$p < .05$）．このことは，ユーザが少ない学習コストにて Leaving Select を習得できることを示唆している．

また，操作への慣れと文字列選択速度との関係を調べるため，被験者実験と同様のタスクを，操作に慣れた著者が行った．図 4.9 にその結果を示す．図 4.5 と比較して，文字列選択における速度が向上し，ロングタップおよびダブルタップよりも素早く文字列を選択できるようになっていることが分かる．このことから，操作に慣れることにより，ダブルタップよりも素早く選択できるようになると考えられる．

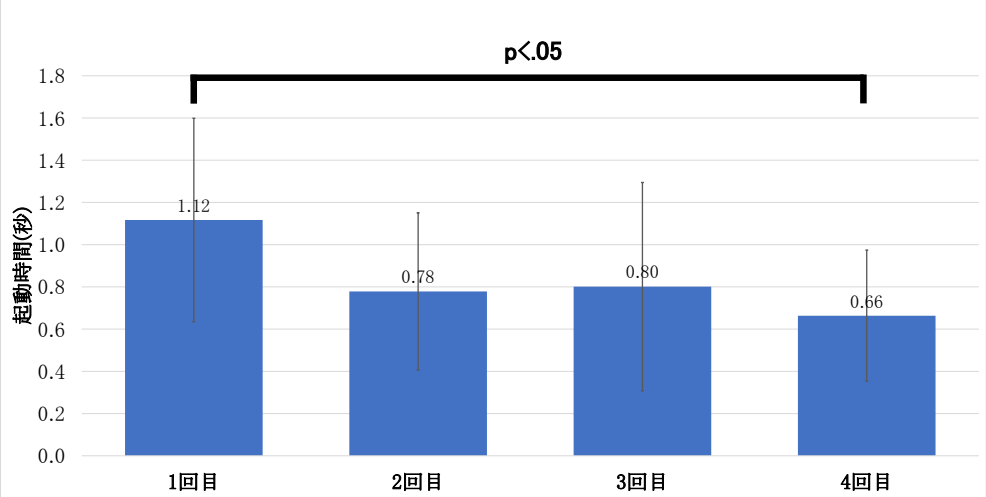

図 4.8: Leaving Select の起動時間

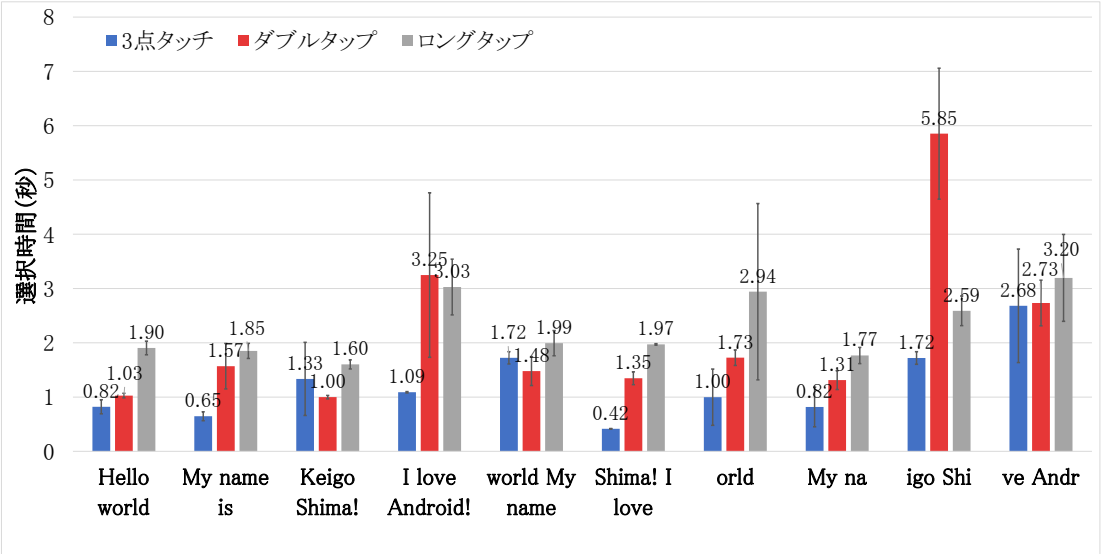

図 4.9: 著者による文字列選択における選択時間

自由記述

被験者に実験の感想を述べてもらったところ，改善すべき点として「Leaving Select の判定を改善してほしい」（3 名）という意見が得られた．また,「単語単位で自動選択してくれるといいと思った」（1 名）,「単語を選択するときは従来のタップにかなわなかった」（1 名）とい

う意見が得られた．Leaving Select の判定についての意見は，Leaving Select の判定が正しく行われていないことを示唆している．その理由は，ユーザのタッチする 3 点すべてが近い場合に正しくタッチ点数の認識が行われなかったためである．実験に用いたアプリケーションは，第 3.3.1 節にて述べたように，ユーザのタッチする 3 点のうちの 2 点が近い場合，その面積に応じて 2 点タッチであると認識されているかどうかを判断している．しかし，実験時の実装においては，ユーザのタッチする 3 点すべてが近い場合，それらが 1 点であると認識されているかどうかを判断することができない．そのため，3 点すべてが近い場合，文字列選択を起動できないという問題が発生した．3 点すべてが近い場合の判定処理も加えることにより，Leaving Select の判定が改善されると考えられる．

一方良かった点として,「一度に大量の文をコピーしたい時は，範囲の調整が気にならないので使いやすそう」（2 名）,「大まかな選択がしやすい」（1 名）という意見が得られた．今回の被験者実験においては，選択文字列は多くても 3 単語であった．今後 Leaving Select の性能を比較していくにあたり，より長い行に渡る選択，あいまいな選択（必要な文字列の前後に不必要な文字を含んでも良いとする）も考察していく必要があると考えられる．

本章で得られた結果から，画面の大きな端末において Leaving Select は有効であることが示唆された．そこで第 5 章においては，より画面の大きなタブレット端末を用いて実験を行う．実験では画面内に大きく渡る選択についても調査を行い，タブレット端末において Leaving Select を用いる場合の有用性について述べる．

第5章　評価実験：タブレット端末における画像の複数選択

本章において，タブレット端末における画像選択のための Leaving Select の特性調査を被験者実験を通して行う．本実験では，第 3.3.2 節にて示した画像選択アプリケーションを用いて，Leaving Select と，ロングタップおよびダブルタップによる画像選択の速度，使用感を比較した．

5.1　被験者

大学生のボランティア 5 名（22–23 歳）を被験者とした．全ての被験者が日常的にスマートフォンを利用し，右手によって操作していた．スマートフォンの利用歴は平均 35.8ヶ月（17–60ヶ月）であった．また，3 名の被験者はタブレット端末利用歴があり，全員が左手で端末を把持し，右手によって操作していた．3 名の被験者のタブレット利用歴は平均 18ヶ月（6–36ヶ月）であった．

5.2　実験機器

実験用端末として，図 5.1 に示す Android 端末（ICONIA TAB A500，端末サイズ:高さ 260mm×幅 177mm × 厚さ 13mm，画面サイズ : 10.1 インチ（高さ 217mm × 幅 137mm），OS : Android 3.2.1 ）を用いた．

5.3　試行

以下に実験タスク中の各手法における 1 試行を示す．

Leaving Select（3 点タッチおよび 2 点タッチ）

被験者が選択すべき画像は図 5.2b に示すように，赤および黄色にてハイライトされるので，被験者はまず，ハイライトされた範囲を確認する．確認後，被験者は右手の 3 本の指（人差し指，中指，薬指）または 2 本の指（人差し指，中指）にて画面をタッチする．この時人差し指は赤くハイライトされた画像の上に置く．次に被験者は人差し指を残し，他の指を画面から離す．その後被験者は人差し指をスライドして画像の複数選択

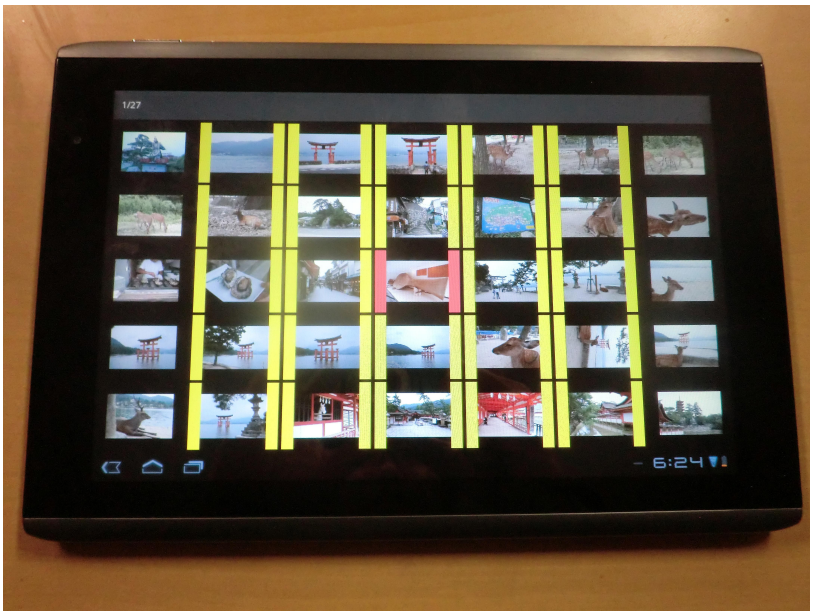

図 5.1: 実験に使用した端末

を行う．一度にすべての画像を選択できなかった場合は，一度画面から手を離し，もう一度 3 点（または 2 点）タッチすることにより追加の画像選択を行うことができる．画像の選択が完了したら，図 5.2c のコピーボタンを押す．ハイライトされた画像と選択した画像が一致していたら，次の試行に移る．この時，ハイライトされた画像と選択した画像が一致ない場合はエラー音が鳴る．その場合，被験者は正しい範囲を選択しなおし，コピーボタンを押す．

ロングタップおよびダブルタップ

被験者が選択すべき画像は図 5.2b に示すように，赤および黄色にてハイライトされるので，被験者はまず，ハイライトされた範囲を確認する．確認後，被験者は右手の人差し指にて赤くハイライトされた画像をロングタップ（またはダブルタップ）する．その後被験者は人差し指をスライドして画像の複数選択を行う．一度にすべての画像を選択できなかった場合は，一度画面から手を離し，もう一度ロングタップ（またはダブルタップ）することにより追加の画像選択を行うことができる．画像の選択が完了したら，図 5.2c の，コピーボタンを押す．ハイライトされた画像と選択した画像が一致していたら，次の試行に移る．この時，ハイライトされた画像と選択した画像が一致ない場合はエラー音が鳴る．その場合，被験者は正しい範囲を選択しなおし，コピーボタンを押す．

図 5.2: 実験に用いたアプリケーションの画面

5.4　用意した問題

選択対象となる問題として 2 種類の条件（開始点条件，枚数条件）に従い，27 パターンを用意した．第 4 章のアンケート結果にて，場所によっては人差し指を残すことが難しいという意見を得た．そこで図 5.3 に示すように端末画面を 9 分割し，範囲選択の開始点（赤くハイライトされる画像）を
左上（図 5.3a），中央上（図 5.3b），右上（図 5.3c），
左中央（図 5.3d），中央（図 5.3e），右中央（図 5.3f），
左下（図 5.3g），中央下（図 5.3h），右下（図 5.3i）
の 9 点とした（開始点条件）．また，選択数として，隣り合う 1，9，25 枚（それぞれ 1×1，3×3，5×5 の矩形）の画像とした（枚数条件）．枚数条件として 3 条件用意した理由は，1 枚は場所による位置の確保の困難さの調査を目的とし，9 枚は画面の縦幅の半分に渡る選択，25 枚は画面の縦幅全てに渡る選択の速度比較を目的としたためである．以上の 9（開始点条件）$\times$ 3（枚数条件）$=$ 27（パターン）が選択対象となる問題である．

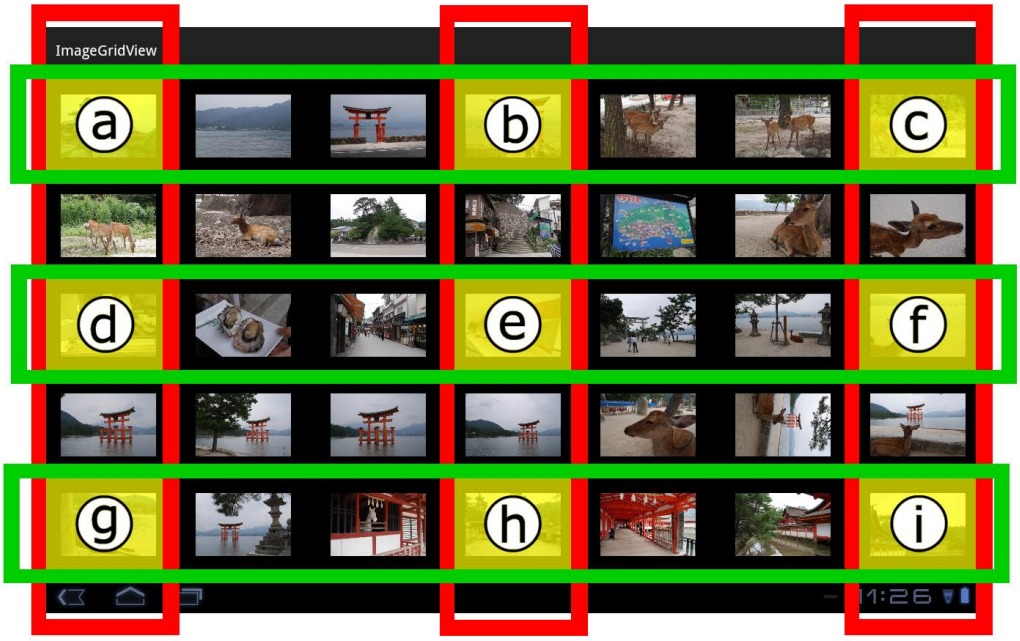

図 5.3: 画面の分割

5.5　実験タスク

被験者に行ってもらったタスクは，27 試行を 1 セッションとするタスクである．各セッションにおいて，実験者は 27 パターンの問題をランダムな順で被験者に提示した．

被験者にはまず，練習タスクとして 5 分間自由に各手法による選択を行ってもらった．このとき実験者は，開始点条件となる 9 点から範囲選択ができるかを被験者に確認した．練習タスク終了後，4 通り（3 点タッチ，2 点タッチ，ロングタップ，ダブルタップ）のセッションをランダムな順番にて被験者に行ってもらった．これを 2 回行い，被験者には合計 8 セッション行ってもらった．結果として，各被験者には

4 (3 点タッチ, 2 点タッチ，ロングタップ，ダブルタップ)
× 27 (試行)
× 2 (回)
= 216 (試行)

を行ってもらった．セッションの開始時に実験者は図 5.2a の状態にて被験者に端末を渡した．被験者が画面をタッチすると，図 5.2b のように選択用の画像が表示されるので，被験者は画面に示された問題を確認し，試行を開始した．また，疲労による影響を軽減するために，セッション間に 3 分以上の休憩をとってもらった．

実験者は被験者に，各試行においてなるべく素早く操作を行うよう指示した．また，実験条件をそろえるために，被験者は 3 点タッチ，2 点タッチ以外の画面操作はすべて右手の人差し指のみを用いることとした．被験者は，図 5.4 に示すように，実験中は椅子に座り，端末を机に置き，右肘をどこにも支えることなく操作を行うこととした．被験者の左手は膝上に置き，端末に触れないようにした．被験者には実験中に可能な限り使用感などの考えたことを発話するよう依頼し，実験者は録音およびメモにて発話内容を記録した．

図 5.4: 実験の様子

タスク終了後に，被験者にはアンケートに答えてもらった．アンケートの設問 1–5 にて各手法の使いやすさ，今後も使いたいか，わかりやすさ，慣れやすさに関して，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，その評価理由を記述してもらった．また，設問 6–8 にて，感想等を自由に述べてもらった．実験は各被験者ごとに，事前説明からアンケート解答まで，75 分程度の時間を要した．被験者に記入してもらったアンケート，同意書および実験手順書を付録 B.2 に示す．

5.6　実験結果

各問題ごとの，選択が完了するまでの時間を図 5.5–図 5.7 に示す．

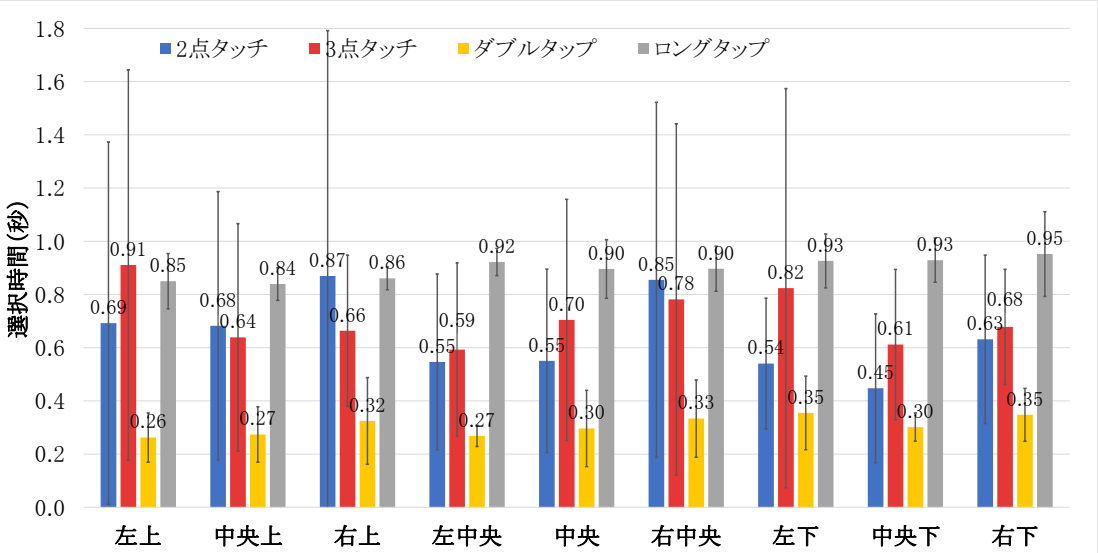

図 5.5: 1 × 1 の選択における，各開始点ごとの選択時間

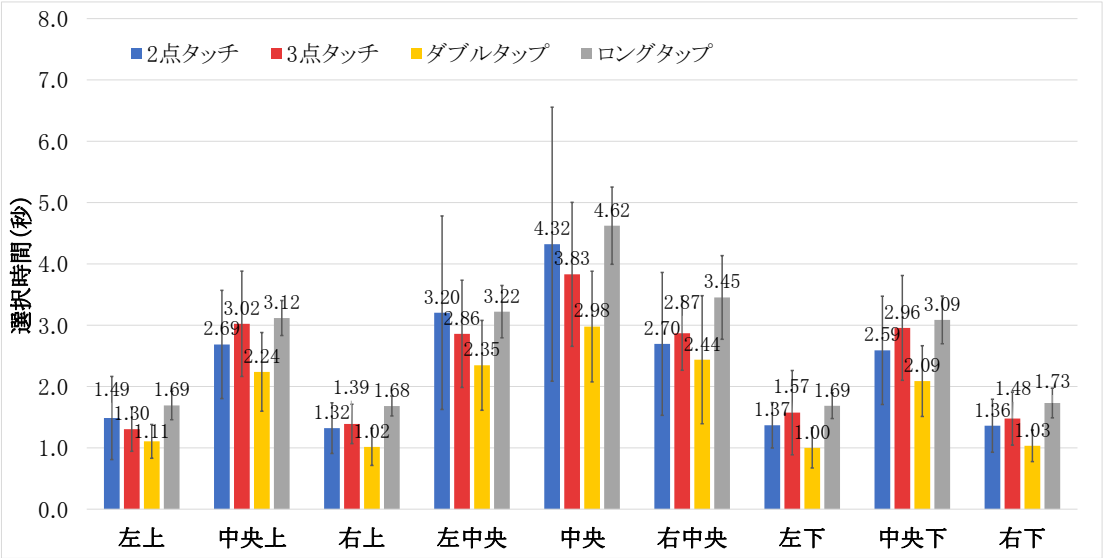

図 5.6: 3 × 3 の選択における，各開始点ごとの選択時間

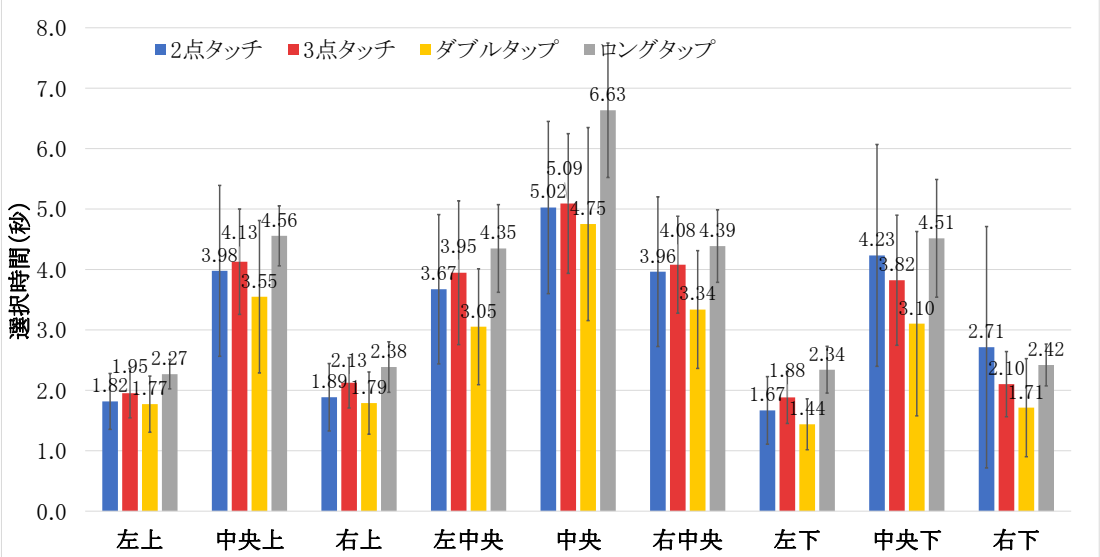

図 5.7: 5 × 5 の選択における，各開始点ごとの選択時間

また，各手法を用いた画像の複数選択について行ったアンケートの結果を，図 5.8–図 5.12 に示す．設問 1（良いと思った順に 1–4）の評価平均は，3 点タッチ，2 点タッチ，ロングタップ，ダブルタップの順に 3.0，2.2，3.2，1.6 であった．設問 2（使いやすいと思うか）の評価平均は，3.0，3.8，3.4，4.4 であった．設問 3（今後使いたいと思うか）の評価平均は，3.2，3.8，3.6，3.8 であった．設問 4（分かりやすかったか）の評価平均は，3.2，3.4，4.4，4.4 であった．設問 5（慣れやすいと思うか）の評価平均は，3.8，4.0，4.4，4.4 であった．

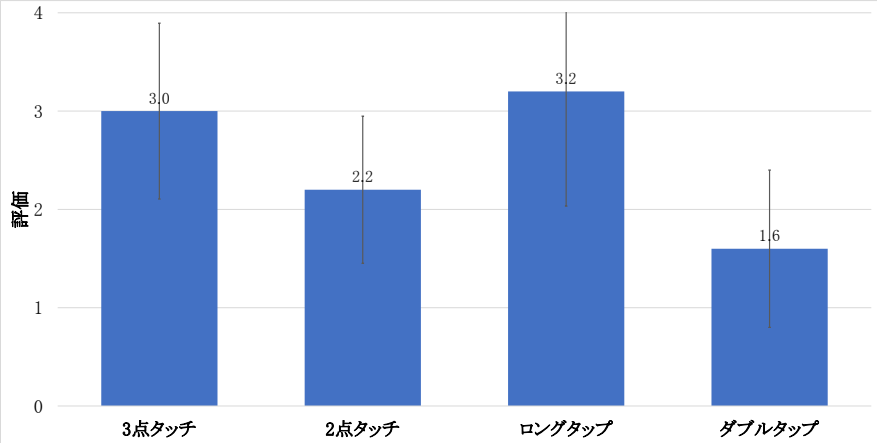

図 5.8: 設問 1：良いと思った順

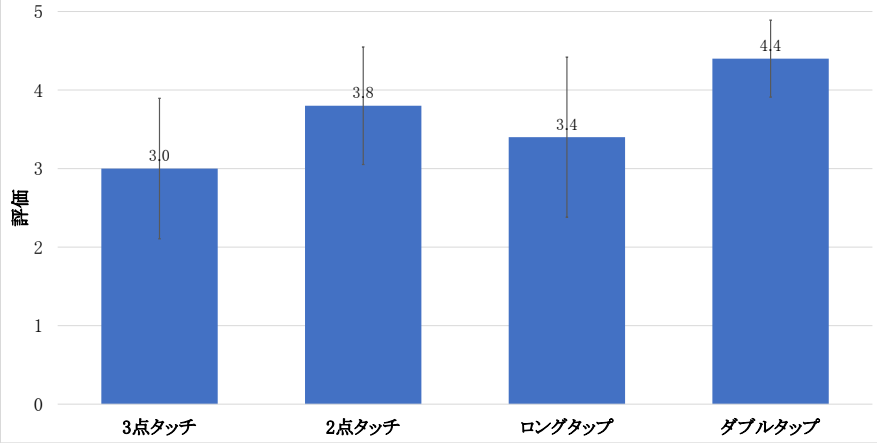

図 5.9: 設問 2：使いやすいと思うか

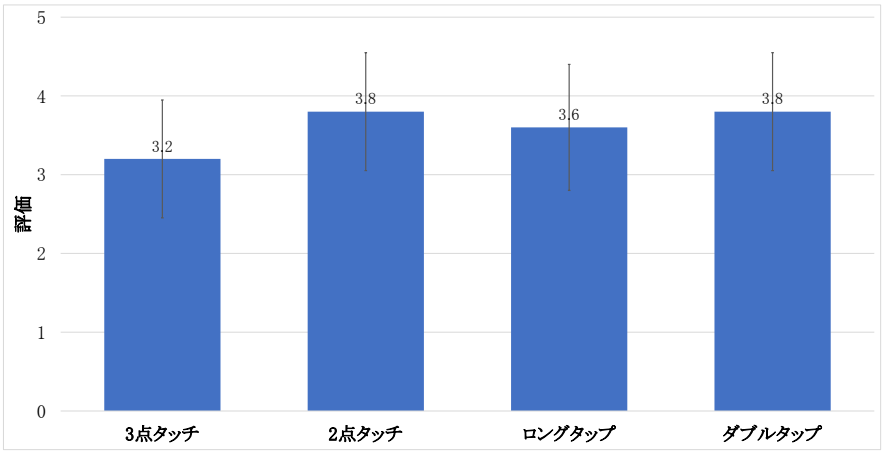

図 5.10: 設問 3：今後使いたいと思うか

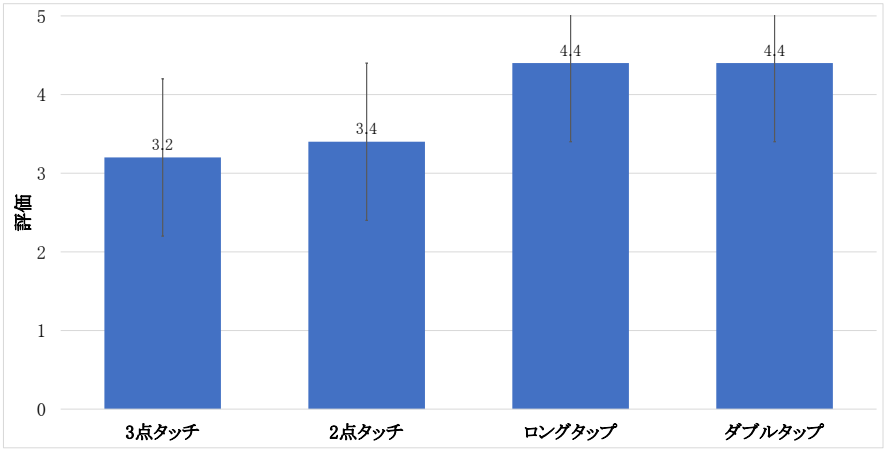

図 5.11: 設問 4：分かりやすかったか

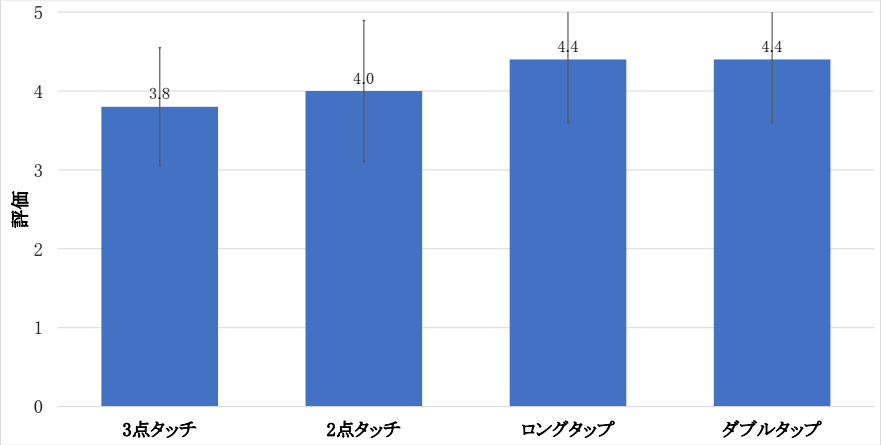

図 5.12: 設問 5：慣れやすいと思うか

5.7 考察

以下にまず，実験の結果から得られた選択速度についての考察を示す．次に，選択の開始位置による範囲選択の起動速度に差があるか調査を行う．その後，実験後のアンケートから得られた使用感の比較結果についての考察を示す．

5.7.1 選択速度

選択速度については，図 5.5–図 5.7 に示されるように，ダブルタップが最も早く，次いで 3 点タッチおよび 2 点タッチが同程度，そしてロングタップが最も遅い傾向がみられる．ダブルタップがロングタップより素早く選択できた理由として，ダブルタップのほうが起動時間が短く，かつ慣れているためであると考えれられる．実験アプリケーションにおいて，第 4 章の時と同様に，400 ミリ秒以内にユーザが画面を 2 回タッチしたときにダブルタップイベントが発生しており，ロングタップイベントはユーザが画面を 500 ミリ秒以上タッチし続けた時に発生していた．一方，2 点タッチおよび 3 点タッチは普段行わない操作であり，被験者が慣れておらず，選択開始に時間がかかることがあったため，ダブルタップより遅くなったと考えられる．

また，3 × 3 の選択時間を見てみると，開始点が左上，右上，左下，右下（以下，総称して四隅開始とする）の選択はすべての手法において 2 秒以内に完了しており，対する開始点が中央上，左中央，中央，右中央，中央下（以下，総称して中央開始とする）の選択はすべての手法において 2 秒以上かかっている．同様に 5 × 5 の選択時間を見てみると，四隅開始の選択はすべての手法において 3 秒以内に完了しており，対する中央開始の選択はすべての手法に

おいて 3 秒以上かかっている．これは，四隅開始の選択は開始点から終了点まで 1 回のジェスチャで完了するのに対し，中央開始の選択は 2 回以上のジェスチャが必要となるからである．

5.7.2 起動速度

選択の開始位置による範囲選択の起動速度に差があるのか調べるため，各ジェスチャにおいて被験者が画面に触れてから選択開始までの時間を比較した．図 5.13–図 5.16 に，2 点タッチ，3 点タッチ，ダブルタップ，およびロングタップのセッションにおける各開始点ごとの選択開始時間の平均を示す．また，付録の図 A.1–A.18 に，2 点タッチおよび 3 点タッチのセッションにおける，各開始点ごとの，6 回の試行の起動時間を示す．

図 5.14 に示すように，3 点タッチにおいて，画面右側に開始点がある場合，ジェスチャの開始に時間がかかっている傾向がみられる．これは，被験者に 3 点タッチ後人差し指を残すよう指示したため，右端では中指，薬指の場所の確保が難しく，被験者が慎重に操作を行ったためだと考えられる．

それに対し図 5.14 に示すように，2 点タッチでは，画面右端に開始点がある場合でもその他の場所と同程度の速さでジェスチャを開始できていた．つまり，2 点タッチであれば右端に開始点がある場合であっても，タッチ位置の確保が困難ではないことを示唆している．

図 5.15，図 5.16 に示すように，ダブルタップ，ロングタップはどの開始点であっても開始速度に差は見られなかった．また，図 5.17 に示すように，全体の平均を見ると，平均起動速度は順に，0.31，0.32，0.20，0.53 秒であった．全体の平均において 2 点タッチと 3 点タッチの間に有意な差はなく，2 点タッチとダブルタップおよび 3 点タッチとダブルタップは両者ともダブルタップのほうが有意に速いことが認められた（$p < .05$）．また，2 点タッチとロングタップおよび 3 点タッチとロングタップは両者ともロングタップの方が有意に遅いことが認められた（$p < .05$）．これらの結果より，Leaving Select はロングタップよりは素早く範囲選択を起動することができるジェスチャであるとわかる．

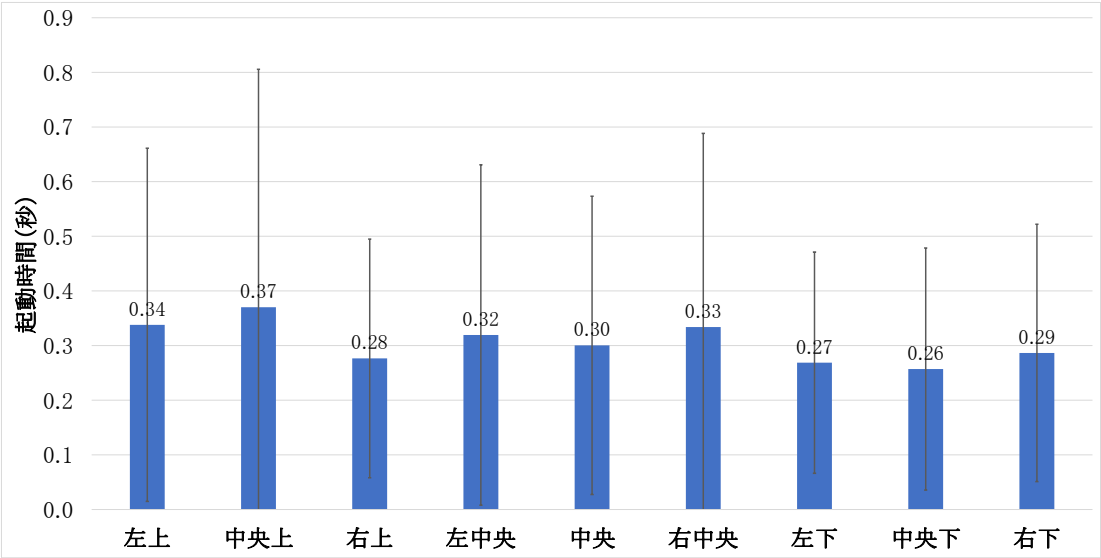

図 5.13: 2 点タッチにおける，各開始点ごとの起動時間

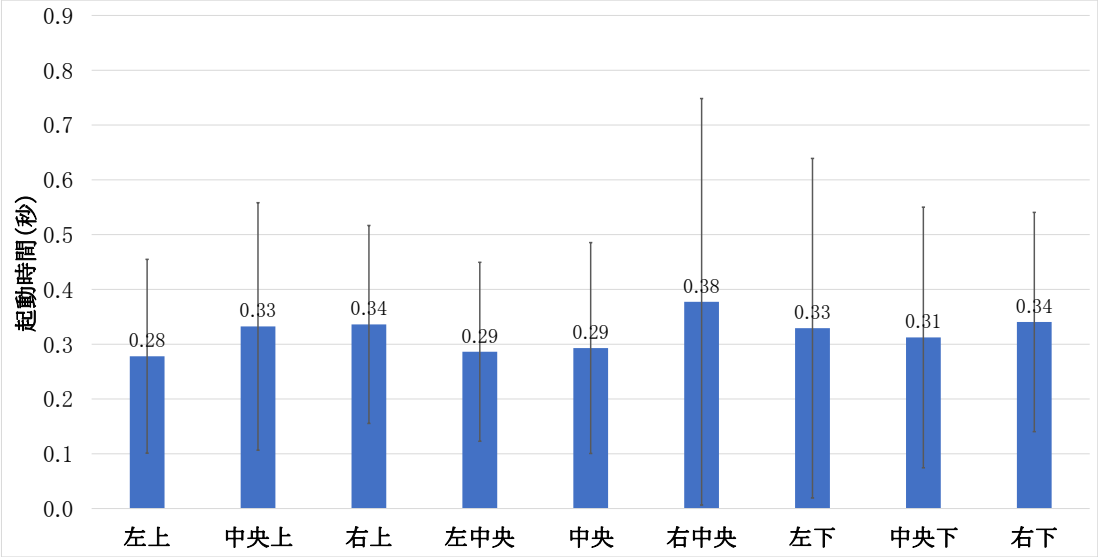

図 5.14: 3 点タッチにおける，各開始点ごとの起動時間

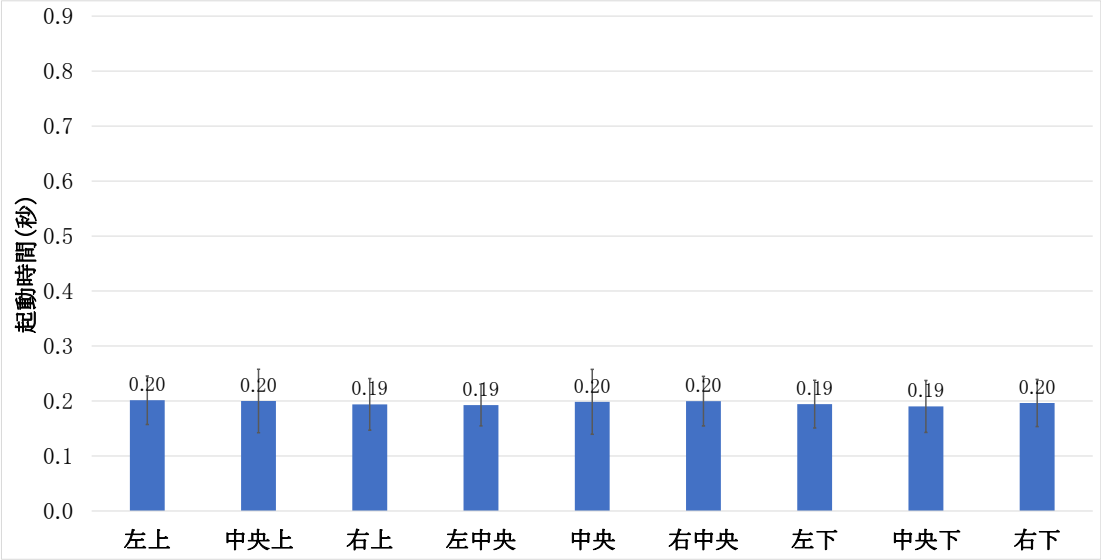

図 5.15: ダブルタップにおける，各開始点ごとの起動時間

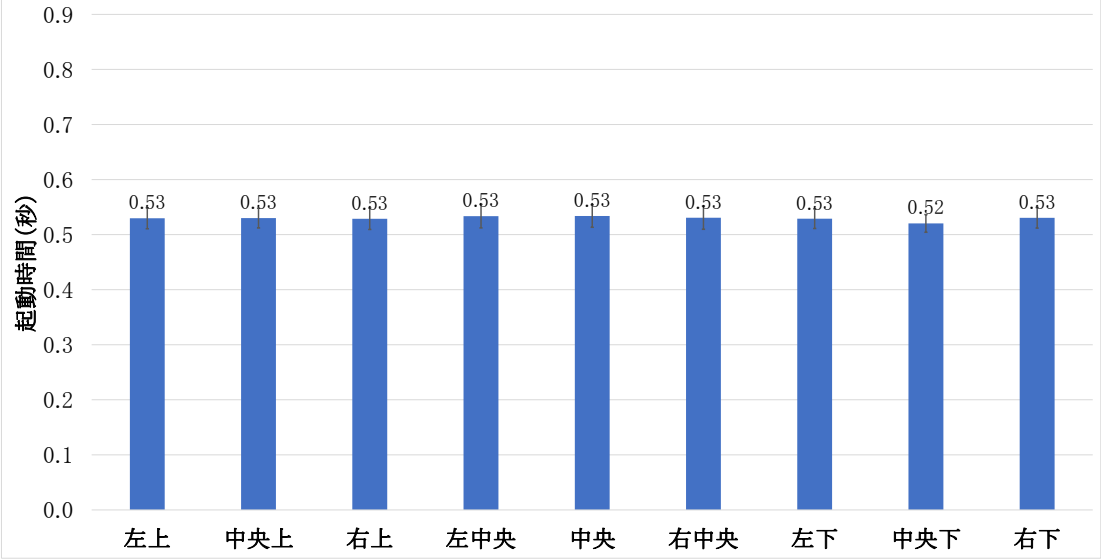

図 5.16: ロングタップにおける，各開始点ごとの起動時間

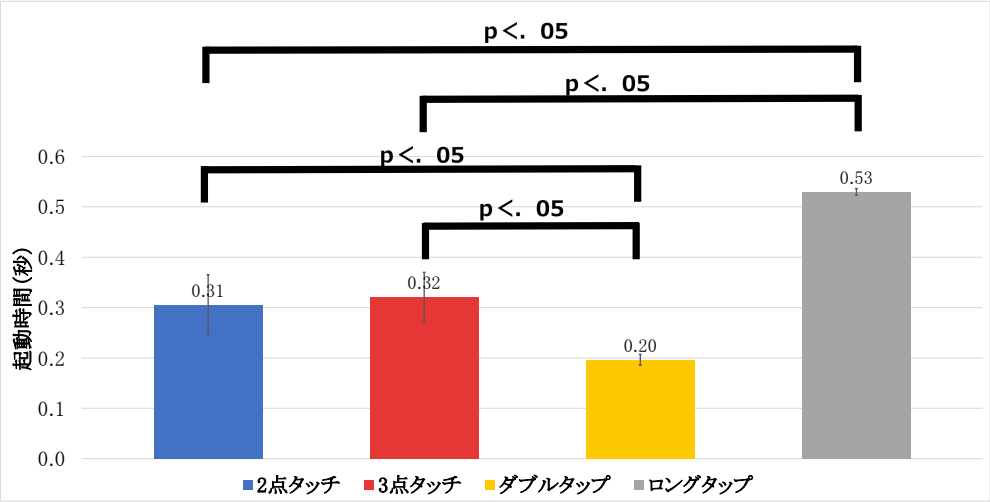

図 5.17: 起動時間の平均

5.7.3 Leaving Select の使用感

設問 1（良いと思った順に 1–4）

設問 1 の評価平均は 3 点タッチ，2 点タッチ，ロングタップ，ダブルタップの順に 3.0，2.2，3.2，1.6 であった．素早く使用でき，慣れた操作であるダブルタップの順位を最も高くした回答が多くみられた．また，同様に慣れた操作であるロングタップと，素早く操作できる 2 点タッチが同程度の順位となった．3 点タッチについては，普段使用しない指も使用するため，操作のし辛さによりこのような結果になったと考えられる．

設問 2（使いやすいと思うか）

設問 2 の評価平均は 3 点タッチ，2 点タッチ，ロングタップ，ダブルタップの順に 3.0，3.8，3.4，4.4 であった．設問 2 の評価理由に関する回答として，「3 点タッチは選択開始場所が右端にあると大変だった」（1 名），「慣れもあると思うが，3 点タッチは押すのが難しかった」（1 名）と，指を複数使用する場合の位置の確保の困難さや，不慣れなジェスチャに対する難しさへの指摘があった．指の位置の確保の難しさの問題は，今回の実験において条件の統制のために，被験者に人差し指を残すよう指示したために起こったと考える．実際のアプリケーションにおいては，複数点タッチ後に残す指はどの指でもよいため，選択範囲に応じて残す指を使い分けることにより，位置の確保の難しさの解消につながると考える．使い分けを許可する場合，画面右端だと薬指を残すことも考えられるが，これにより不慣れなジェスチャ

に対する難しさへの指摘がなされる可能性もある．そこで今後は，開始位置に応じて使い分けを許可した場合の使用感についても調査が必要であると考える．

また，設問 2 に関する回答には,「ダブルタップは 2 回目のタップで思ったところと別のところをタッチしそう」（1 名）,「ダブルタップに他の操作が割り当てられていることもある」（1 名）と，最も評価の高かったダブルタップに対する指摘もあった．今回の実験においては選択対象が比較的大きいものであったため，指摘のように 1 回目と 2 回目で別の場所をタップすることはなかった．しかし，文字列選択のような小さい対象を選択する場合には，ダブルタップを使用するとこのような問題が発生することも考えられる．また，ダブルタップは Web ブラウザアプリケーションにおける拡大縮小操作など，アプリケーションによっては別の操作に用いられることがある．このような場合に範囲選択のためのジェスチャとして Leaving Select を使用することにより，他の操作と競合することなく正確に範囲選択をすることができる．

設問 3（今後使いたいと思うか）

設問 3 の評価平均は 3 点タッチ，2 点タッチ，ロングタップ，ダブルタップの順に 3.2，3.8，3.6，3.8 であった．設問 3 の評価理由に関する回答として,「3 点タッチは選択対象が小さいと難しいと思う」（1 名）という意見が得られた．また，実験中に被験者から「3 点タッチは難しい操作である」（3 名）という意見も得られた．3 点タッチは普段使用しない中指，薬指を用いるため，難易度が高いと感じることが多く，最も低い評価となった．それに対し 2 点タッチについては，事件中に被験者から「不自然な感じがせず，自然に使うことができる」（1 名）という意見が得られた．このことから，Leaving Select に使用する指の本数を 2 本とすることにより，ユーザが自然に使用することができるようになると考えられる．

設問 4（分かりやすいと思うか）

設問 4 の評価平均は 3 点タッチ，2 点タッチ，ロングタップ，ダブルタップの順に 3.2，3.4，4.4，4.4 であった．設問 4 の評価理由に関する回答として,「2 点タッチ，3 点タッチは日常あまり使わないので分かりにくかった」（1 名）,「2 点タッチは多少混乱したもののすぐに慣れた．3 点タッチは少し慣れるのに時間が必要だと思った.」（1 名）という意見が得られた．これらの意見は，Leaving Select がタブレット端末において行われることのない操作であるため得られた意見だと考えられる．しかし「方法は分かりやすかった」（1 名）という肯定的な意見も得られ，Leaving Select の操作は複雑ではないことを示唆している．

設問 5（慣れやすいと思うか）

設問 5 の評価平均は 3 点タッチ，2 点タッチ，ロングタップ，ダブルタップの順に 3.8，4.0，4.4，4.4 であった．設問 5 の評価理由に関する回答として,「3 点タッチは少し練習が必要だと思う」（1 名）,「2 点タッチは多少複雑だが，すぐに慣れる」（1 名）,「3 点タッチはしばらく使わないと忘れそう」（1 名）という意見が得られた．これらの意見から，3 本指を使うジェ

スチャは普段使わないこともあり，慣れるまでに時間がかかること，慣れたとしても使用しないとまた使えなくなることを示唆している．2 点タッチにおいては前の設問においても回答があったように，すぐに慣れるという指摘が多かった．そのため今後は，Leaving Select に使用する本数を 2 本とすることが考えられる．

Leaving Select における 2 点タッチ，3 点タッチの慣れやすさを示すため，図 5.18 に各ジェスチャ毎 2 回のセッションの結果をそれぞれ抜き出しジェスチャの所要時間を求めたものを示す．2 回のセッションの結果を比較すると，ダブルタップおよびロングタップはほぼ変化が見られなかった．それに対し 2 点タッチおよび 3 点タッチは，どちらの結果も 2 回目が有意に速くなっていることが認められた（$p < .05$）．このことは，ユーザが少ない学習コスト（2 セッション ＝ 54 試行）にて 2 点タッチおよび 3 点タッチができるようになることを示唆している．

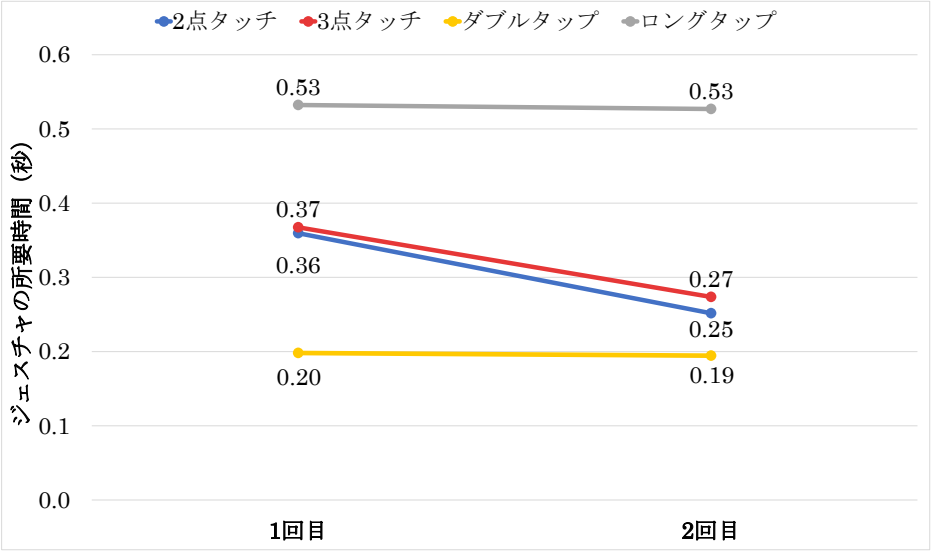

図 5.18: 各セッションにおけるジェスチャの所要時間

自由記述

被験者に実験の感想を述べてもらったところ，3 点タッチの改善すべき点として,「2 点タッチに余計に指を足しているだけに思える．3 点ならではの操作ができるとよいと思う」（1 名）という意見が得られた．3 点ならではの操作として，タッチする指に応じて操作を使い分けるという発展が考えられる．3 点タッチ後 1 本残して範囲を選択した後，再び 2 点タッチをすることでコピー，3 点をタッチすることでカットするという操作をできるようにすると，3 点を用いる利点とすることができると考えられる．そこで第 6 章において，範囲選択後のさらなる操作について考察する．また，2 点タッチと 3 点タッチにおいて共通の改善すべき点とし

て,「2 点（3 点）タッチ後に，タッチしたことを表す表示をしてほしい」（1 名）という意見が得られた．これに対し，アプリケーションがマルチタッチを認識すると端末を振動させる，タッチ点の色を変化させるといった改善が考えられる．

一方良かった点として,「ロングタップより速いところが良かった」（1 名）,「他のジェスチャと競合せず，誤タップが少ない」（1 名）という意見が得られた．このことから，Leaving Select は範囲選択においてロングタップに代わる新たな操作として使用できると考えられる．

第6章　議論

本章において，実験によって得られた結果と考察から，Leaving Select にて使用する指の本数と，選択後の範囲に対する操作について議論する．また，本手法の応用例を示すため，Leaving Select を実装したペイントアプリケーションを示す．

6.1　タッチ本数

Leaving Select は 3 点タッチ，もしくは 2 点タッチ後に 1 本指を残すことで範囲選択することができる．3 点タッチを採用した理由は，2 本指ジェスチャは，アプリケーションによっては拡大縮小操作のためのピンチジェスチャに用いられており，そのようなアプリケーションでは 2 点タッチを採用すると競合すると考えたためである．しかし，ピンチジェスチャは 2 点タッチ後に両方の指をスライドさせるのに対し，Leaving Select では 2 点タッチ後，どちらかの指をすぐに離す．そのため，ピンチジェスチャが用いられるアプリケーションにおいても，2 点タッチのみで競合することなく Leaving Select を用いることができると考えた．そこで今後は，Web ブラウザのようなピンチジェスチャを用いるアプリケーションにおいて Leaving Select を実装し，ピンチジェスチャと競合することなく Leaving Select を使用できるかを調査する必要がある．競合なく使用できると判断される場合，第 5 章における実験の結果から，Leaving Select に用いるタッチは 2 点タッチとするのが望ましいと考えられる．

6.2　範囲選択後のさらなる操作

ユーザが範囲選択を行う場合，選択後に行う操作は選択範囲のコピーやカットをすることであると推測できる．つまり，範囲選択を行った後，手を離すことなくこれらの操作を行うことができれば，より素早い操作を行うことができると考える．現在の実装において，ユーザは複数点タッチ後に 1 本指を残し，スライドすることによって範囲選択する．そこで，範囲選択を完了した後，指を離さず再び複数点タッチすることにより，選択範囲に対する処理を行うことを考えた．

案 1 ：パイメニュー表示　ユーザは Leaving Select を用いて図 6.1a に示すように範囲選択を行う．その後指を離さず，再び複数点タッチすることにより，図 6.1b に示すように，範囲選択をしていた指の下にパイメニューを表示する．図 6.1c に示すように，範囲選択に用いた指

をメニューへとスライドすることにより，コピー操作を手を離すことなく素早く行うことができると考える．

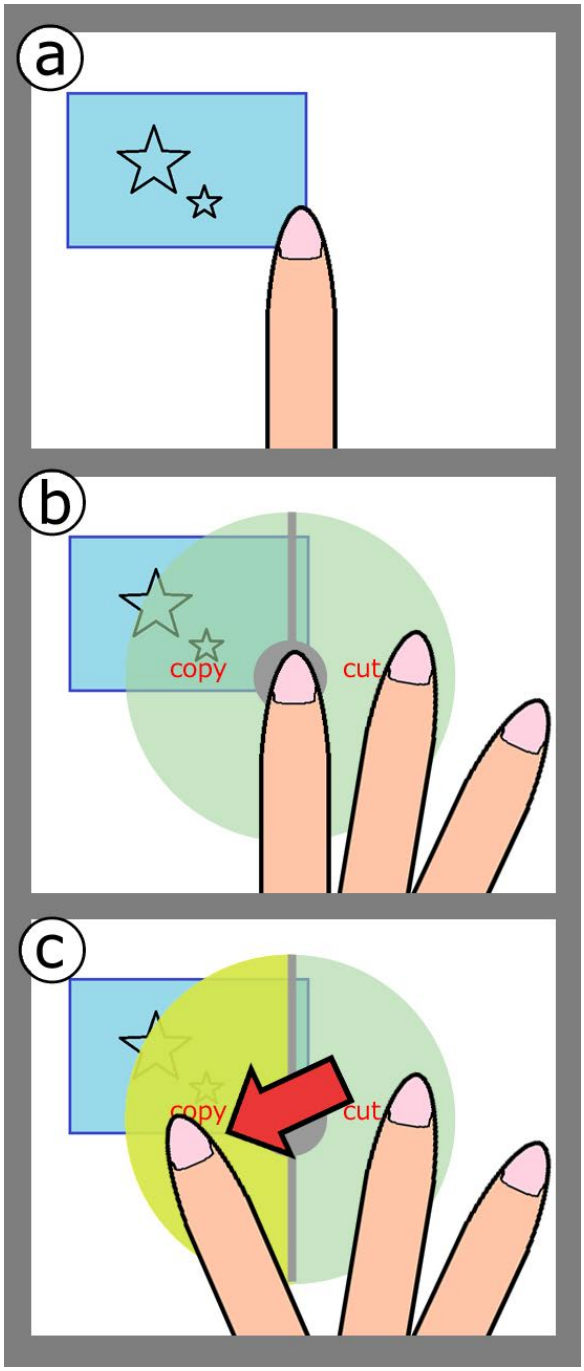

図 6.1: パイメニューの表示

案 2 : コピー操作のショートカットジェスチャの実装　範囲選択後指を離さず，2 点タッチすることによりコピーを，3 点タッチすることによりカットを行う．案 1 では，メニューを表示すると，メニューが指で隠れたり，画面端だとメニューが画面外にはみ出し操作を行うことができない問題がある．ショートカットジェスチャ操作を実装することにより，画面端であっても 2 点タッチすることができれば範囲をコピーすることができる．

6.3　ペイントアプリケーションへの実装

Leaving Select により範囲選択できるペイントアプリケーションを，Android 端末上にて動作するアプリケーションとして実装した．本アプリケーションにおいては，ピンチ操作による拡大縮小は実装されていないため，Leaving Select を用いる場合は 2 点タッチでよい．以下に，ペイントアプリケーションにおける操作を示す.

線を描く，消す

ユーザは画面を 1 本指にてタッチ後，スライドすることにより，線を描画することができる．また，ユーザは図 6.2a に示すように，画面上部の ActionBar 上の消しゴムボタンをタッチすることにより，描画した線の一部を消すことができる．そのユーザは後 ActionBar 上のペンボタンをタッチすることにより，再び線を描画することができる．

範囲を選択する

ユーザはまず，画面を 2 本指にてタッチする．その後，範囲選択の開始点としたい指を 1 本残して他の指を離す．指をスライドすることにより，残した時点の位置を開始点として範囲選択する．ユーザが範囲選択を開始すると，図 6.2b に示すように，ActionBar の色とボタンが変化する．選択範囲は青枠にて表示される．

範囲選択後に指を画面から離し，選択範囲内を再びタッチしスライドすることにより，選択範囲を移動することができる．ユーザが選択範囲外をタッチすることにより，範囲選択を終了し，再び線を描画することができる．

選択範囲をコピー，カットする

範囲選択後，ユーザは ActionBar 上のコピーボタンをタッチすることにより選択範囲のコピーを行うことができる．また，ユーザは ActionBar 上のカットボタンをタッチすることにより選択範囲のカットを行うことができる．

コピー内容をペーストする

ユーザは図 6.2c に示すように，ActionBar 上に表示されたペーストボタンをタッチすることにより，コピーした範囲をペーストすることができる．この時ペーストされる範囲は画面の左上に赤枠にて表示される．ユーザはこの赤枠内をタッチし，スライドすることにより，自由にペースト位置を移動することができる．ユーザは赤枠外をタッチすることにより，ペースト位置を決定する．

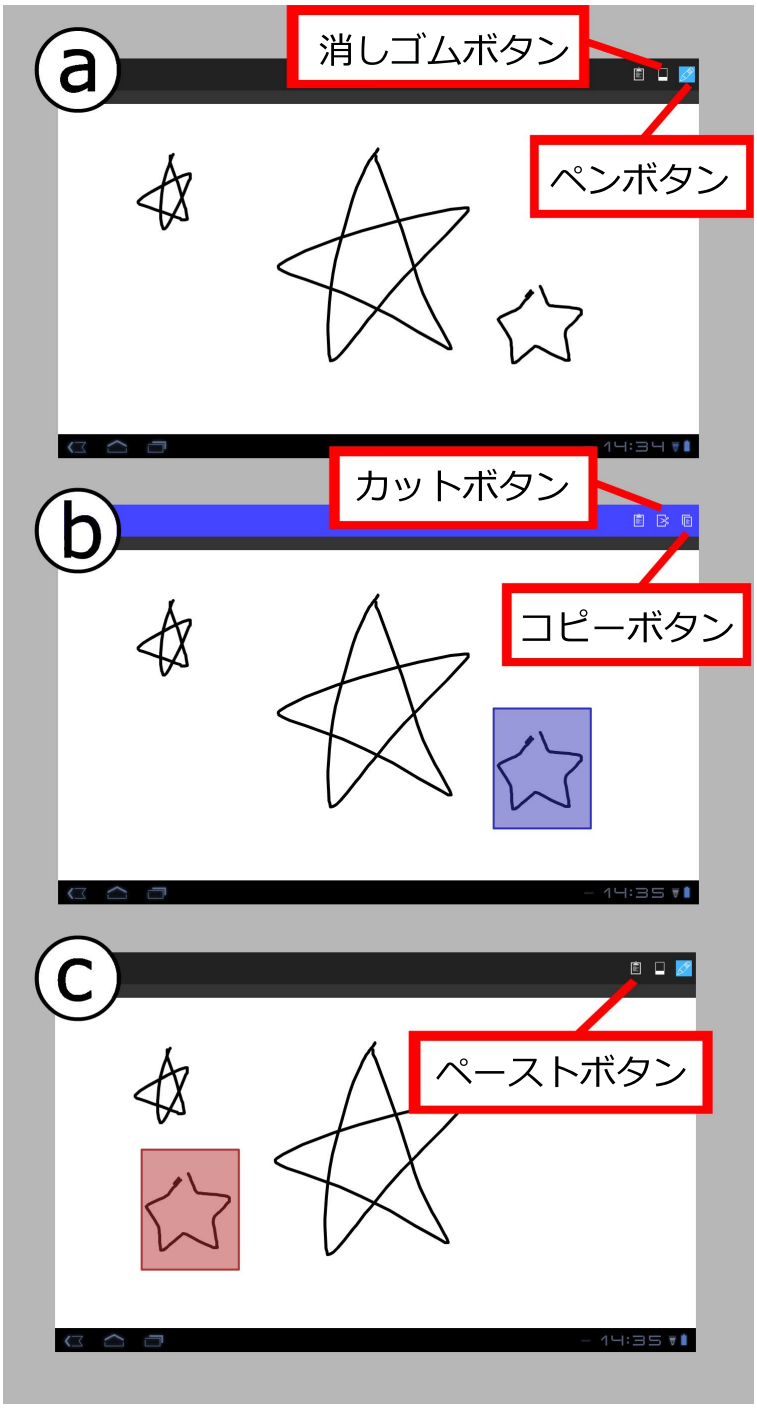

図 6.2: 実装したペイントアプリケーションの画面

第7章　まとめと今後の課題

タブレット端末における範囲選択のためのジェスチャとしてLeaving Selectの設計，実装を行った．本手法を用いて，Android端末上にて動作する実験用アプリケーションを実装し，文字列選択速度および画像の複数選択速度を検証するための評価実験を行った．文字列選択速度に関する実験の結果，単語の選択時間においては既存の手法であるロングタップおよびダブルタップと比較して明らかに遅い結果が得られたが，文字列選択においては大きな差は得られなかった．また著者が実験を行ったところ，3点タッチが他の2手法と比較して素早く文字列選択することができる結果も得られた．さらに慣れやすさについて検討してみると，40回の試行を重ねることにより3点タッチの起動時間が有意に短くなることが分かった．そのため，ユーザは少ない学習コストにて，新たな範囲選択手法である3点タッチを使用することができると考えられる．また，画像の複数選択速度に関する実験の結果，Leaving Selectによる選択の起動時間は，ロングタップより有意に速く起動できることが分かった．また，3点タッチよりも2点タッチの方がより操作しやすく，ユーザに好まれることが分かった．

今後は文字列選択についても2点タッチを含めた実験を行う．その後，実験から得られた知見をもとに，範囲選択を行うアプリケーションを実装する．具体的にはWebブラウザとファイルマネージャアプリケーションの実装を考えている．これらの実装を行った後，実際に使用してもらい，使用感の調査を行いたい．

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実験設計について，また論文執筆に関することなど，多くのご指導を頂きました．無事本論文を執筆することができたのは，志築文太郎先生のご助力があってのことです．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なご助言を頂きました．特に WAVE チームの皆様には，チームゼミをはじめ，多様な場面にて研究の進め方やアプリケーションの実装まで様々なアドバイスを頂きました．論文執筆の際には，忙しい中，多くのご助言や添削をしていただきました．深く感謝いたします．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．

最後に，筆者の生活面，精神面を支えてくださった家族と友人，大学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

[BLC+12] Sebastian Boring, David Ledo, Xiang 'Anthony' Chen, Nicolai Marquardt, Anthony Tang, and Saul Greenberg. The Fat Thumb: Using the thumb's contact size for single-handed mobile interaction. In *Proceedings of the 14th International Conference on Human-computer Interaction with Mobile Devices and Services Companion*, MobileHCI '12, pp. 207–208, New York, NY, USA, 2012. ACM.

[BWB06] Hrvoje Benko, Andrew D. Wilson, and Patrick Baudisch. Precise selection techniques for multi-touch screens. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '06, pp. 1263–1272, New York, NY, USA, 2006. ACM.

[CPZO14] Chen Chen, Simon T. Perrault, Shengdong Zhao, and Wei Tsang Ooi. BezelCopy: An efficient cross-application copy-paste technique for touchscreen smartphones. In *Proceedings of the 2014 International Working Conference on Advanced Visual Interfaces*, AVI '14, pp. 185–192, New York, NY, USA, 2014. ACM.

[FIM13] Vittorio Fuccella, Poika Isokoski, and Benoit Martin. Gestures and Widgets: Performance in text editing on multi-touch capable mobile devices. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '13, pp. 2785–2794, New York, NY, USA, 2013. ACM.

[GWP12] Mayank Goel, Jacob Wobbrock, and Shwetak Patel. GripSense: Using built-in sensors to detect hand posture and pressure on commodity mobile phones. In *Proceedings of the 25th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '12, pp. 545–554, New York, NY, USA, 2012. ACM.

[HGL14] Seongkook Heo, Jiseong Gu, and Geehyuk Lee. Expanding touch input vocabulary by using consecutive distant taps. In *Proceedings of the 32nd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '14, pp. 2597–2606, New York, NY, USA, 2014. ACM.

[HL11] Seongkook Heo and Geehyuk Lee. ForceTap: Extending the input vocabulary of mobile touch screens by adding tap gestures. In *Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, MobileHCI '11, pp. 113–122, New York, NY, USA, 2011. ACM.

[HS11] Ken Hinckley and Hyunyoung Song. Sensor Synaesthesia: Touch in motion, and motion in touch. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '11, pp. 801–810, New York, NY, USA, 2011. ACM.

[RLG09] Anne Roudaut, Eric Lecolinet, and Yves Guiard. MicroRolls: Expanding touch-screen input vocabulary by distinguishing rolls vs. slides of the thumb. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '09, pp. 927–936, New York, NY, USA, 2009. 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.

[TABB14] Theophanis Tsandilas, Caroline Appert, Anastasia Bezerianos, and David Bonnet. Coordination of tilt and touch in one- and two-handed use. In *Proceedings of the 32nd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '14, pp. 2001–2004, New York, NY, USA, 2014. ACM.

[WCRI09] Feng Wang, Xiang Cao, Xiangshi Ren, and Pourang Irani. Detecting and leveraging finger orientation for interaction with direct-touch surfaces. In *Proceedings of the 22nd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '09, pp. 23–32, New York, NY, USA, 2009. ACM.

[WR09] Feng Wang and Xiangshi Ren. Empirical evaluation for finger input properties in multi-touch interaction. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '09, pp. 1063–1072, New York, NY, USA, 2009. ACM.

[井上 14] 井上育美, 棟方渚, Rzepka Rafal, 荒木健治. 3 指を用いたタッチパネル入力の評価と考察について. 第 2014 巻, pp. 1–6. 一般社団法人情報処理学会, 2014.

[三浦 14] 三浦元喜, 最所賢至, 清弘祥太. タブレット型端末における日本語形態素を考慮した文字列範囲選択手法. WISS '14, pp. 45–46, 2014.

[池松 14] 池松香, 椎尾一郎. 記憶の石:マルチタッチを利用したデバイス間情報移動. 情報処理学会論文誌, Vol. 55, No. 4, pp. 1344–1352, 2014.

付 録A　各開始点ごとの選択開始までの時間

第 5 章において，Leaving Select の起動時間の変化を調査するため，被験者が行った 54 回の試行を時系列順に並べ，9 つの開始点ごとに 6 回の試行の，画面に触れてから範囲選択を開始するまでの時間を調査した．以下に 2 点タッチおよび 3 点タッチセッションの各開始点における，選択開始までの時間を示す.

A.1　2 点タッチセッション

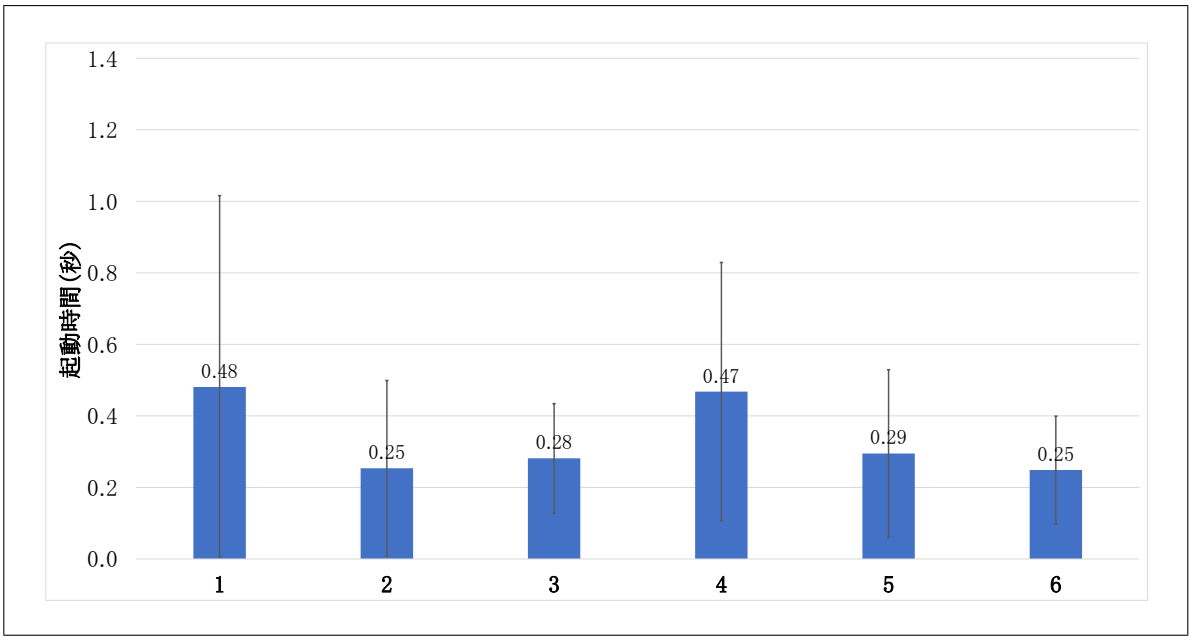

図 A.1: 2 点タッチ，左上

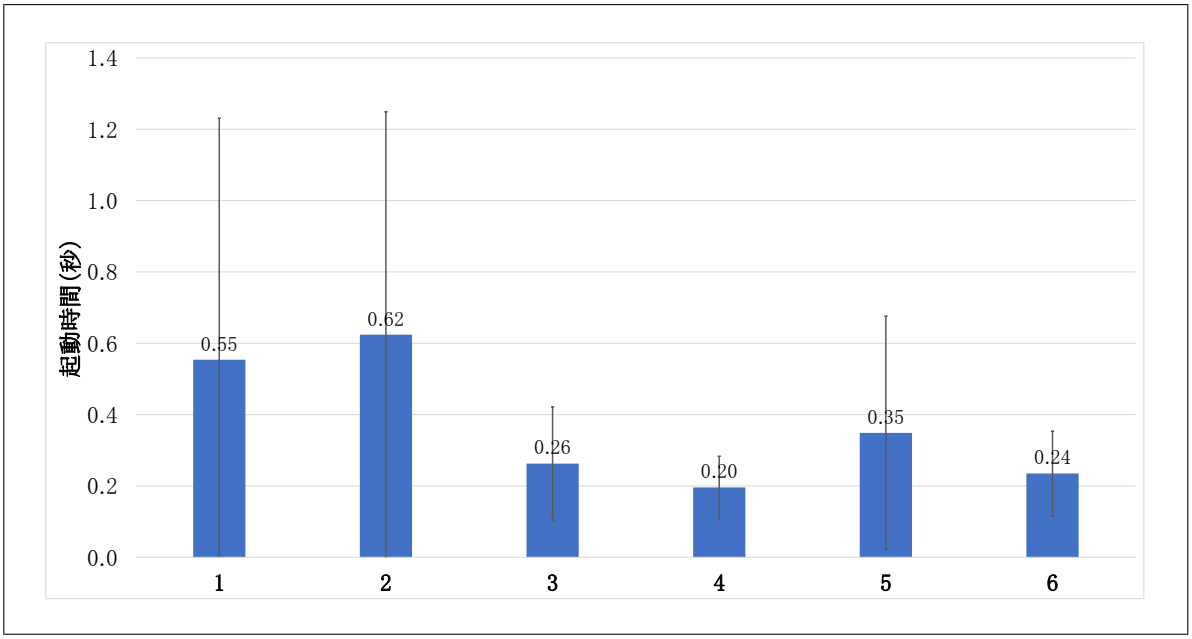

図 A.2: 2 点タッチ，中央上

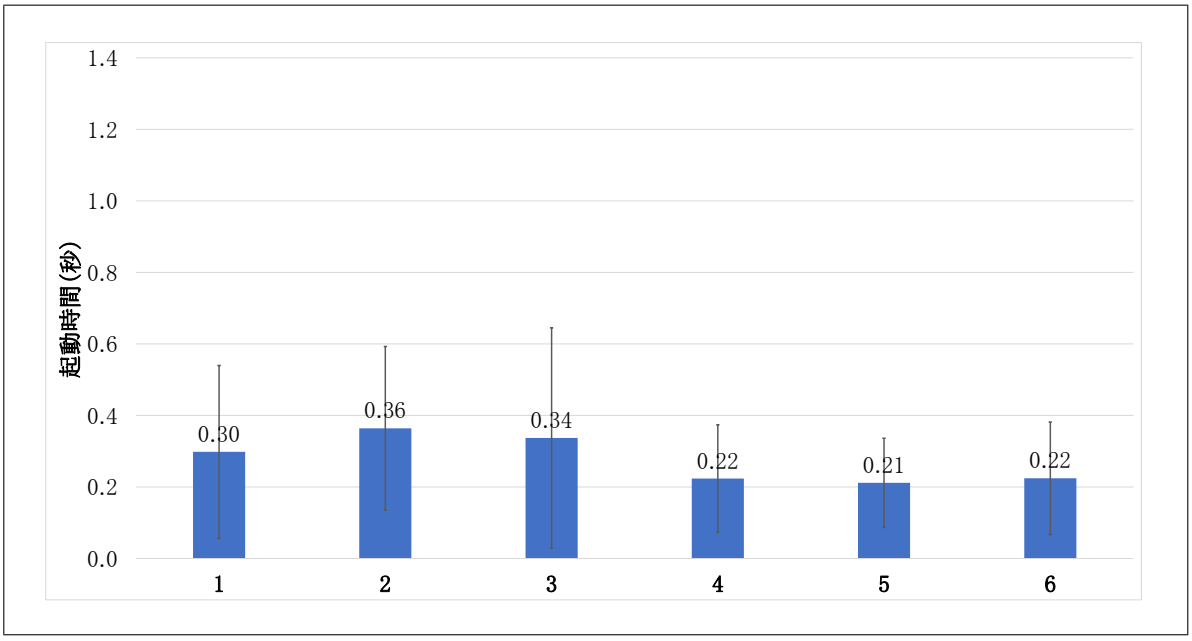

図 A.3: 2 点タッチ，右上

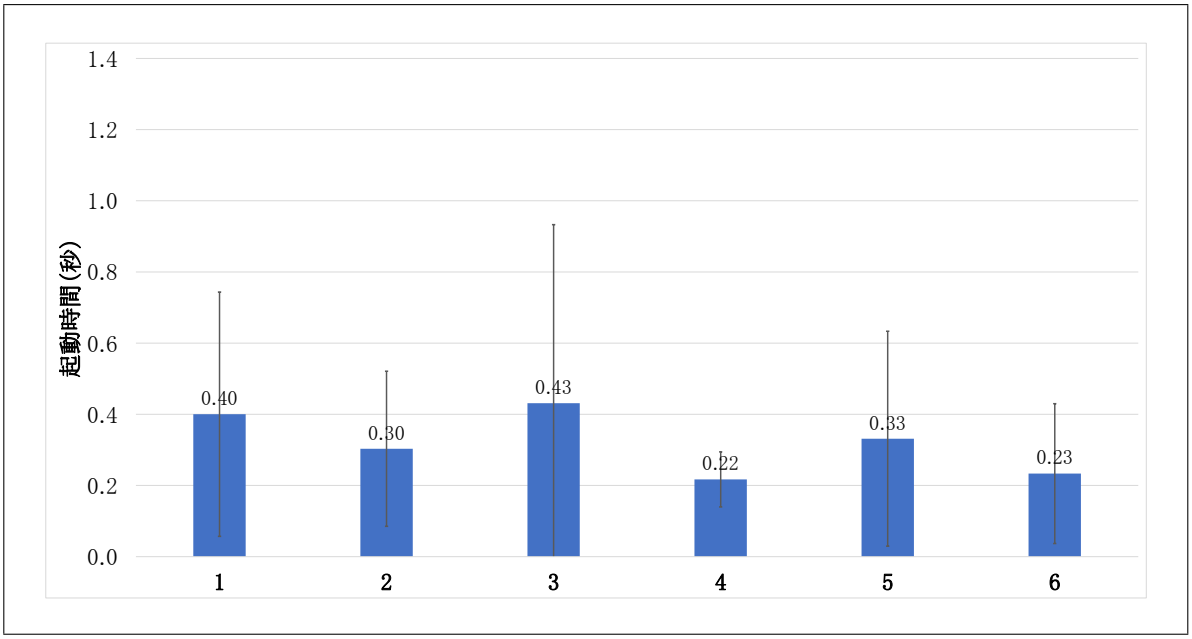

図 A.4: 2 点タッチ，左中央

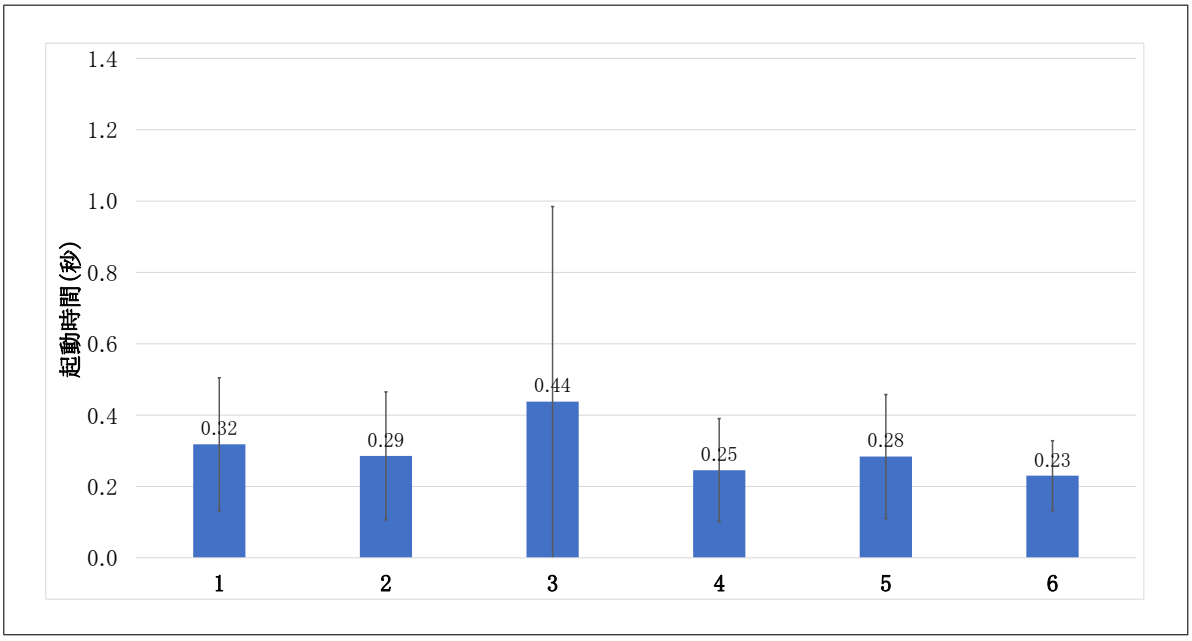

図 A.5: 2 点タッチ，中央

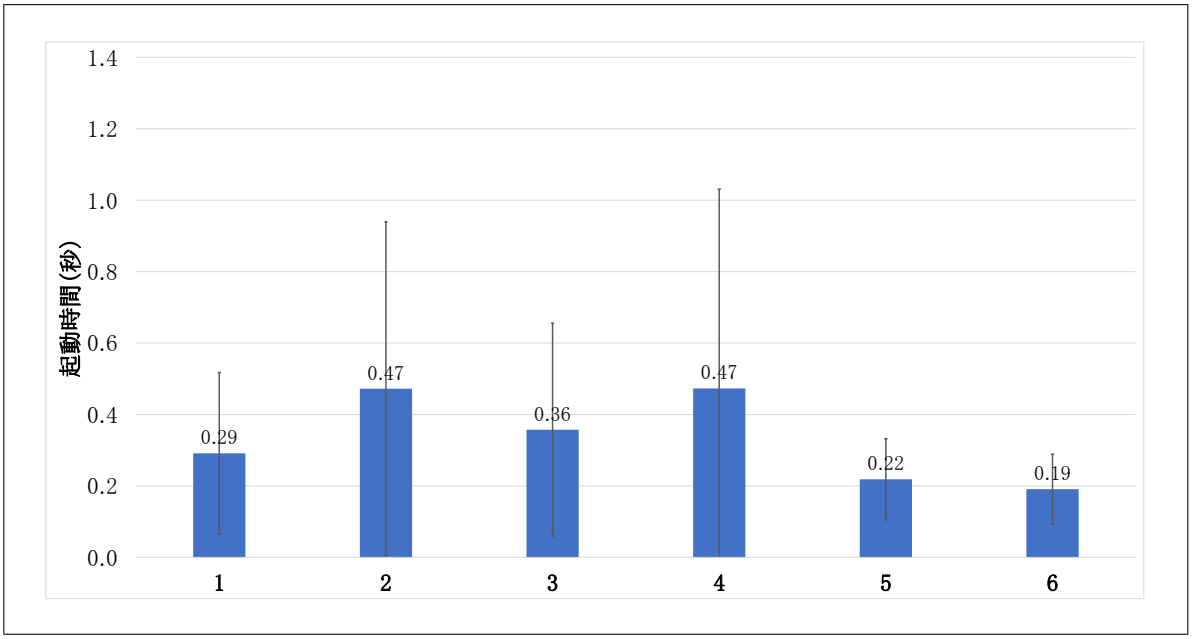

図 A.6: 2 点タッチ，右中央

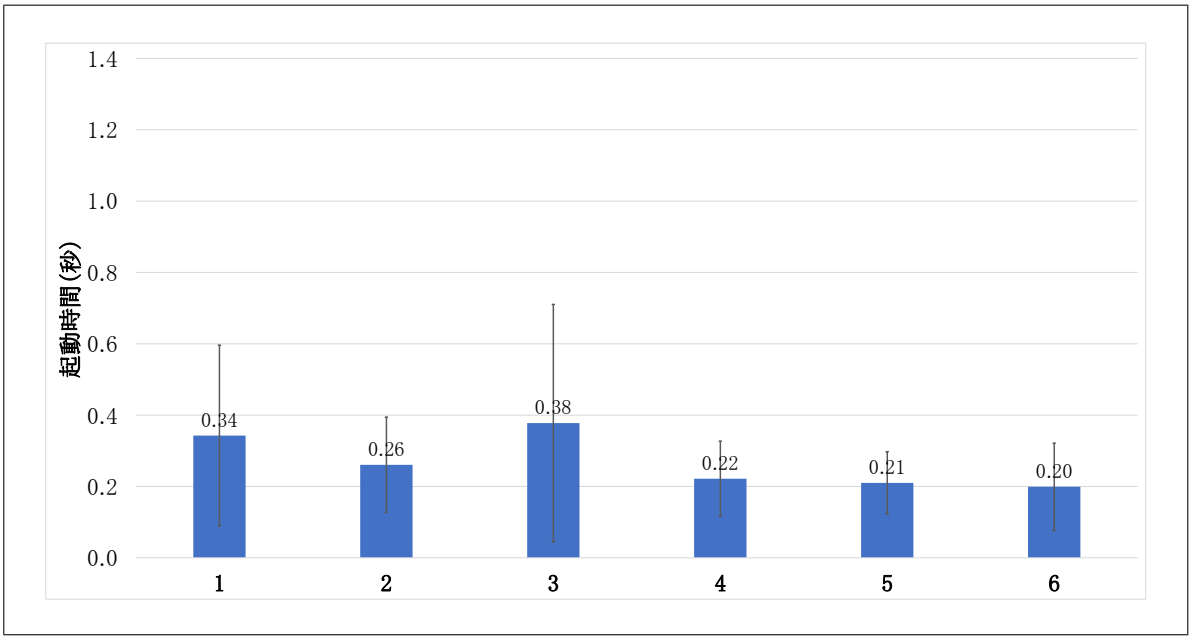

図 A.7: 2 点タッチ，左下

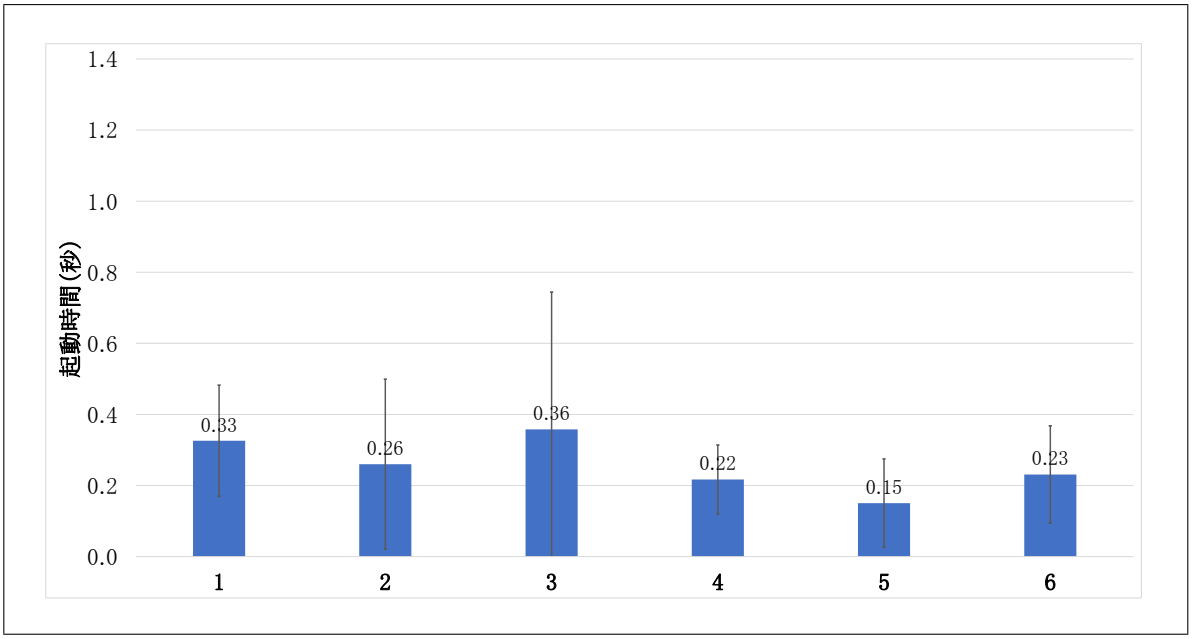

図 A.8: 2 点タッチ，中央下

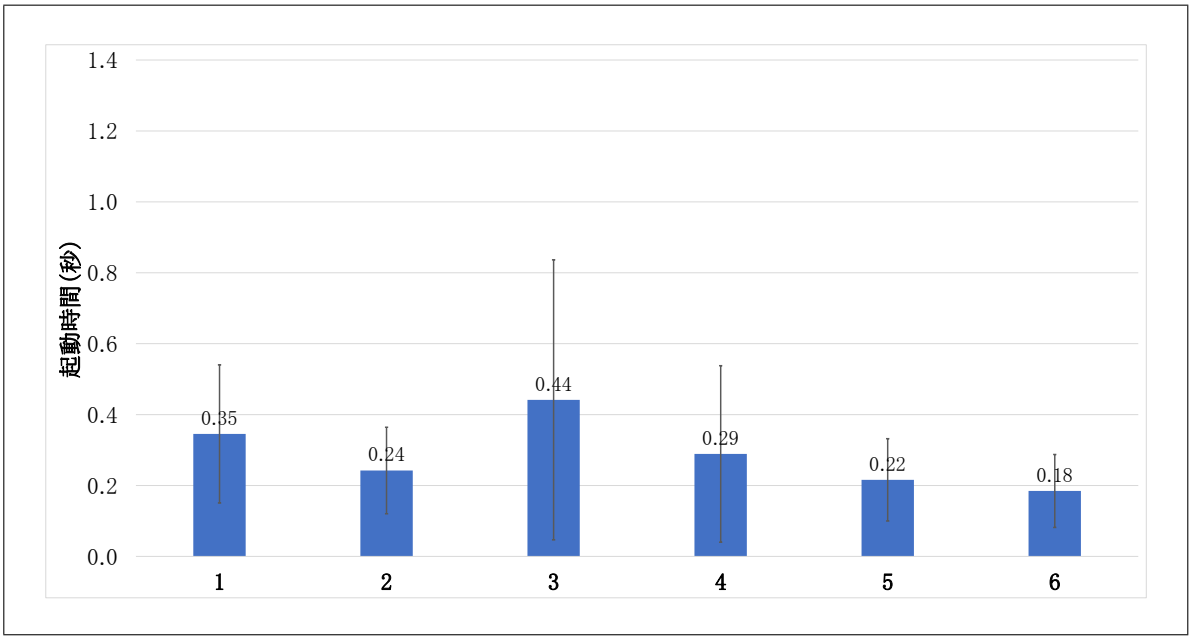

図 A.9: 2 点タッチ，右下

A.2　3 点タッチセッション

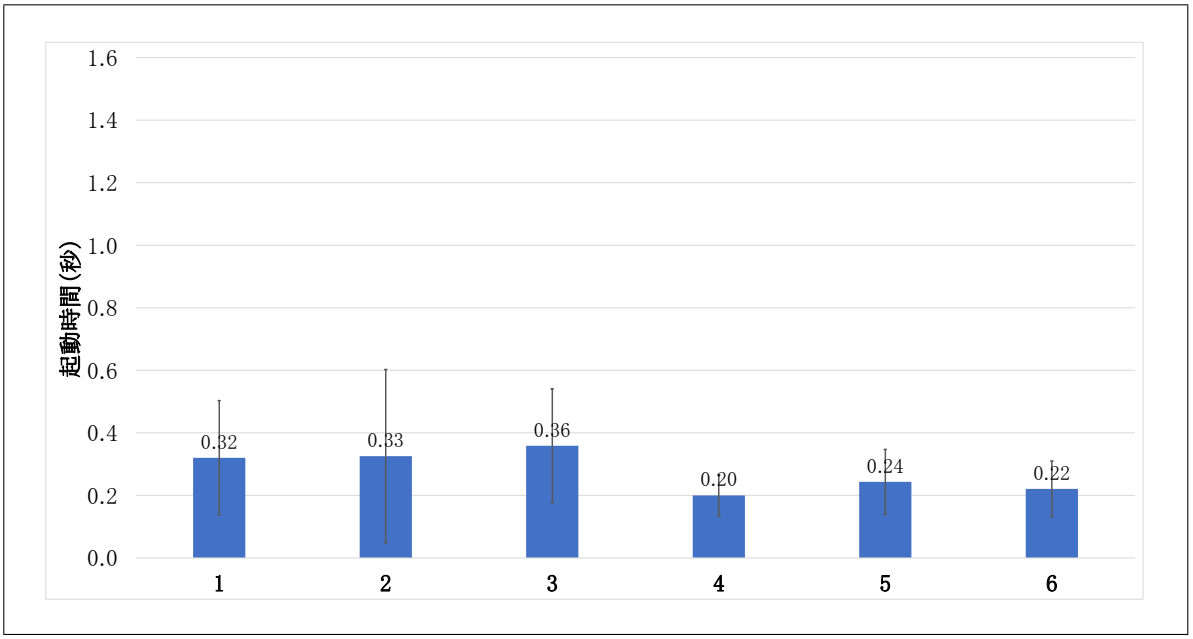

図 A.10: 3 点タッチ，左上

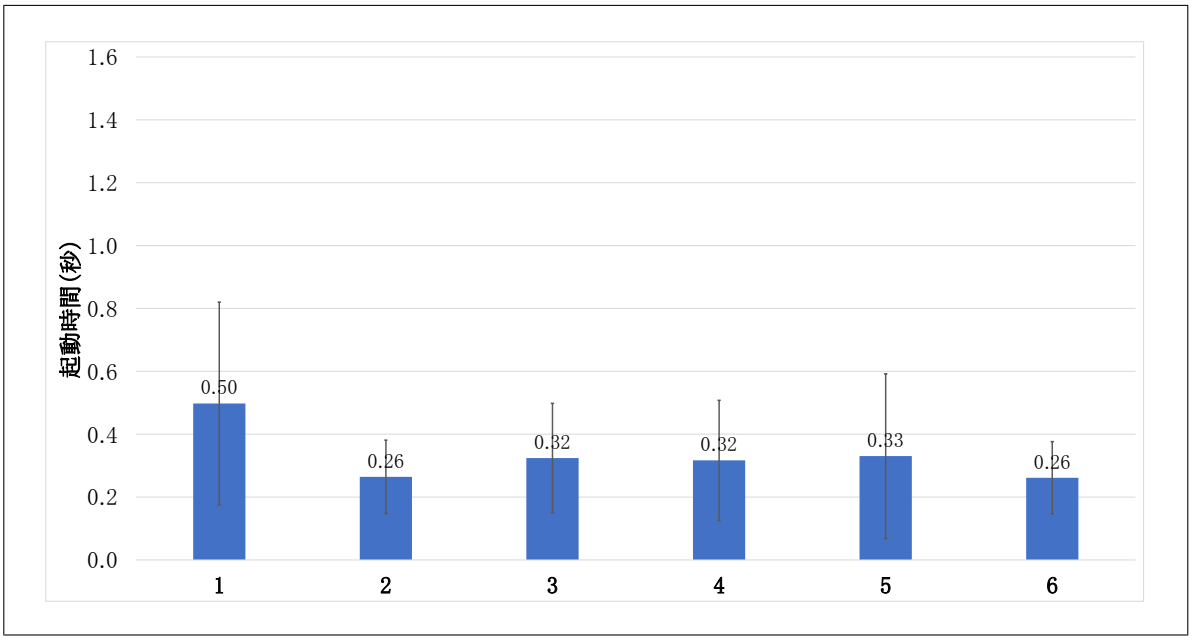

図 A.11: 3 点タッチ，中央上

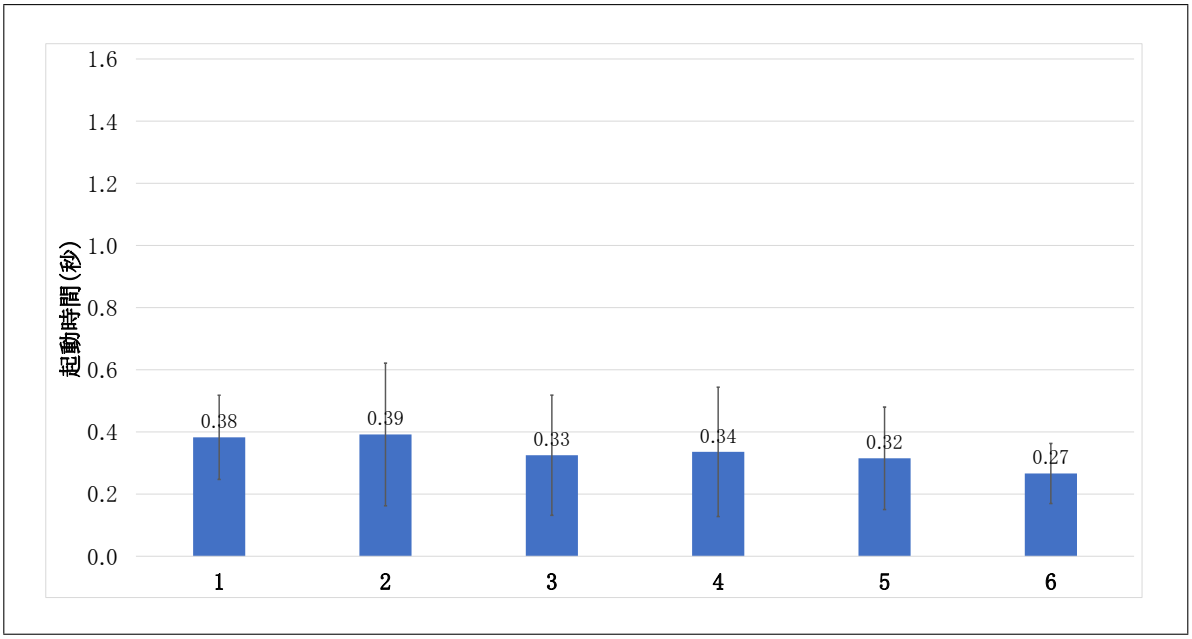

図 A.12: 3 点タッチ，右上

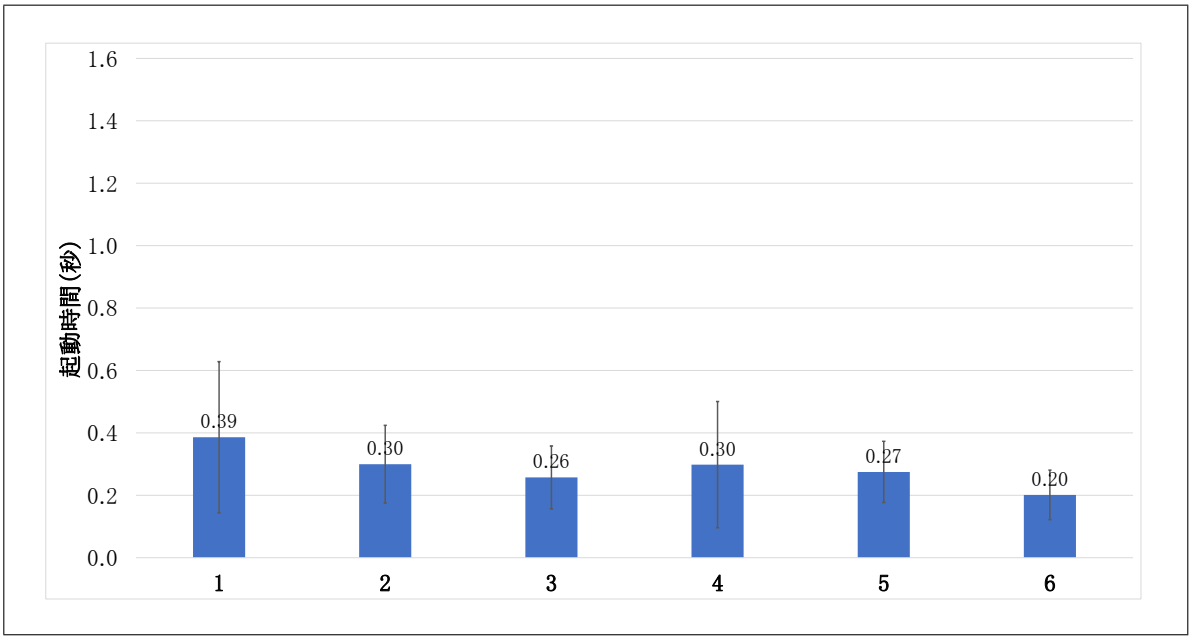

図 A.13: 3 点タッチ，左中央

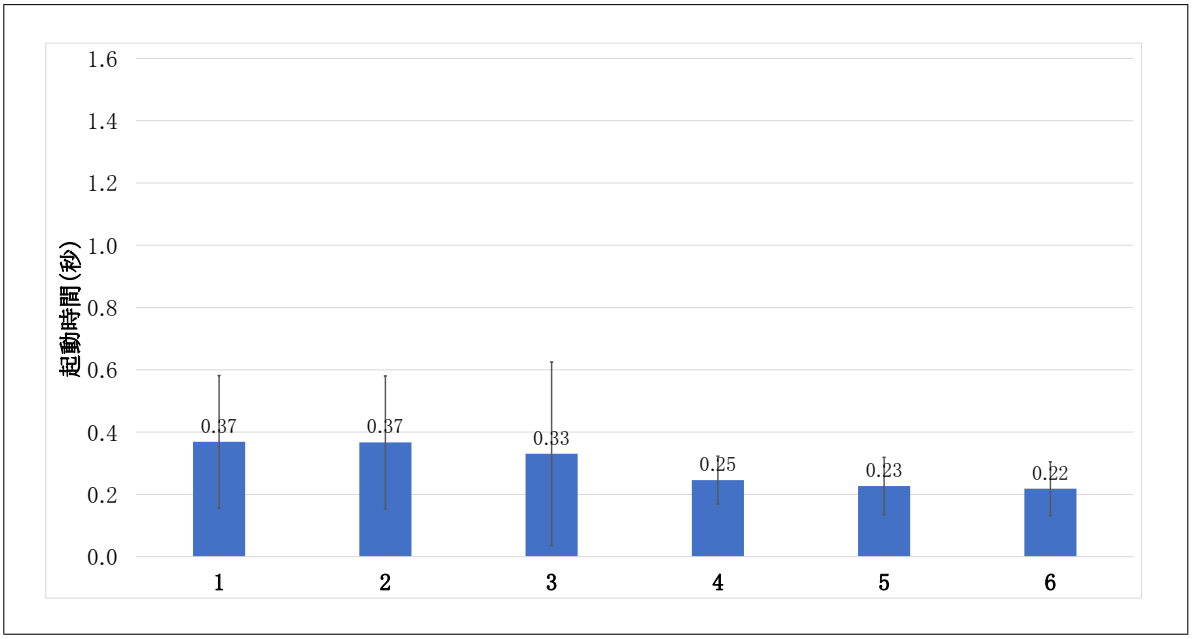

図 A.14: 3 点タッチ，中央

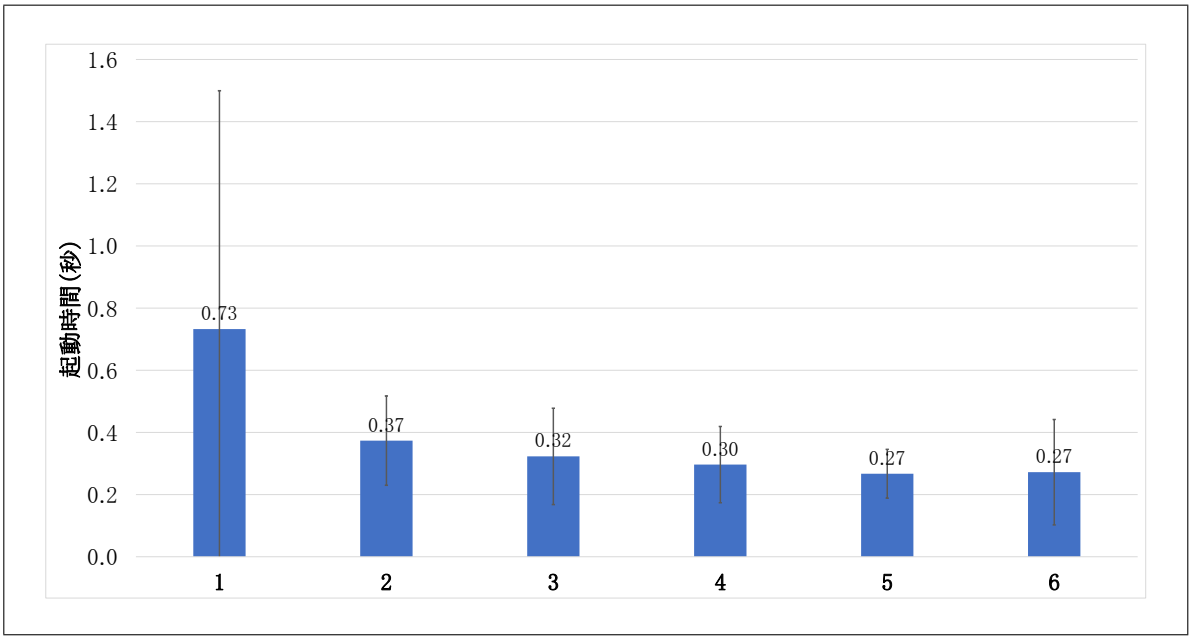

図 A.15: 3 点タッチ，右中央

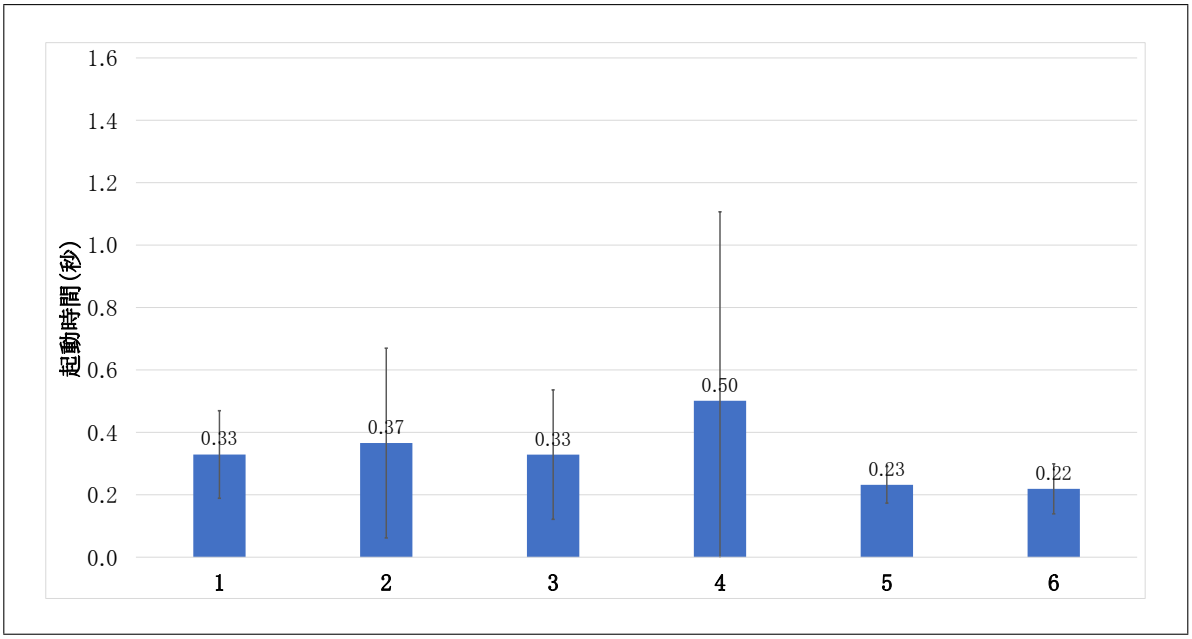

図 A.16: 3 点タッチ，左下

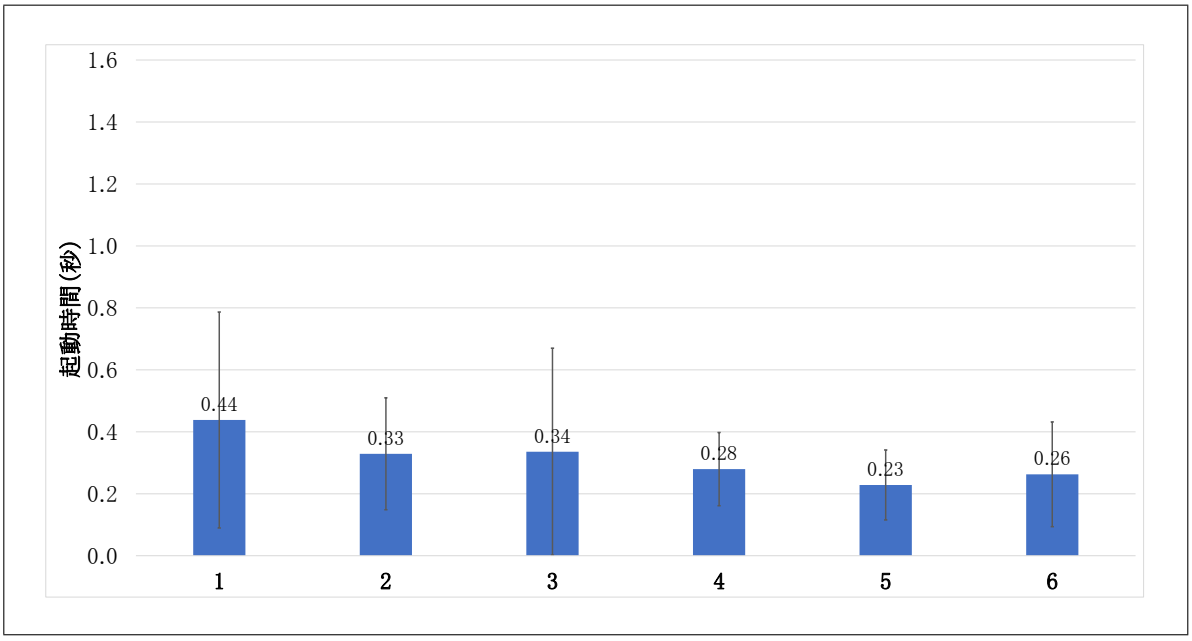

図 A.17: 3 点タッチ，中央下

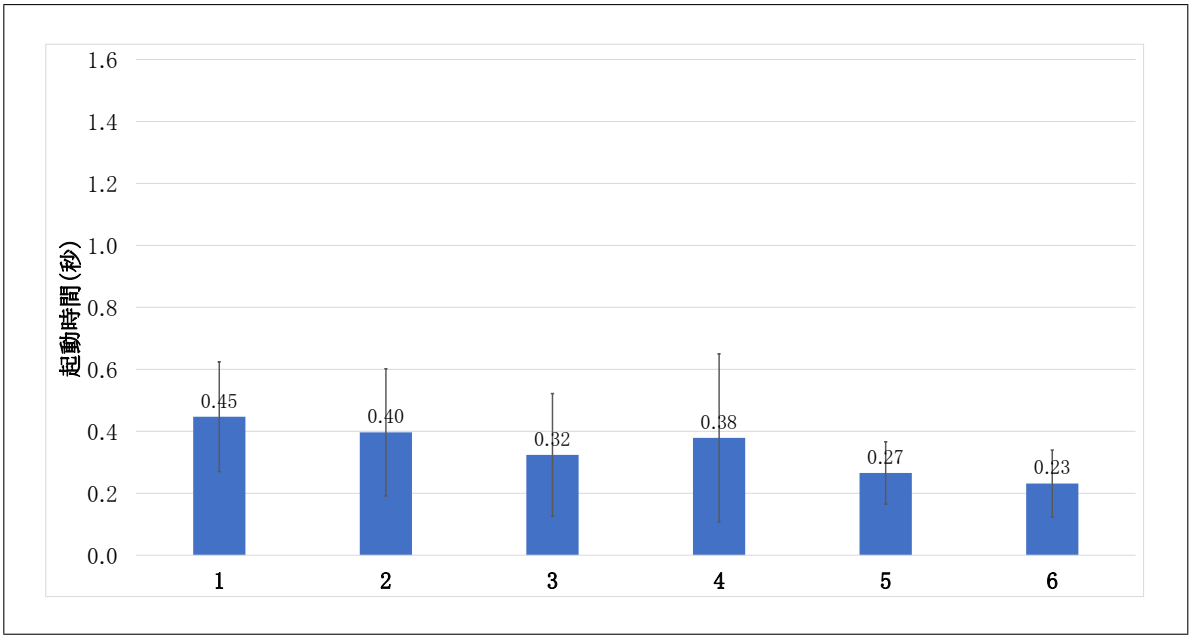

図 A.18: 3 点タッチ，右下

付 録B　評価実験の際に用いた実験同意書およびアンケート用紙

第 4 章および第 5 章における評価実験の際に使用した実験同意書，実験手順書，及びアンケート 2 種類の用紙を以下に示す.

B.1　スマートフォンにおける文字列選択

B.1.1　同意書

3 点タッチを起動ジェスチャとする範囲選択の性能評価実験のお願い

文責：島 佳吾

この度は実験にご協力いただき、ありがとうございます。

- 本実験の目的は、島の研究「3 点タッチを起動ジェスチャとする範囲選択」の性能を評価することです。

- 実験中に、写真および動画の撮影、音声の録音を行う場合がありますが、これは実験の様子を記録するために行い、その写真、動画および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＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

B.1.2　事前アンケート

実験に関する事前アンケート

文責：島 佳吾

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 SⅡ, docomo AQUOS PHONE ZETA SH-01F)

   ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

3. スマートフォンの利用歴はどのくらいですか？

   ＿＿＿＿年＿＿＿＿ヵ月

4. 普段どのように文字列を選択しますか？ （複数選択可）

   1. 端末を持つ手：利き手・非利き手

      使用する手：利き手・非利き手

      使用する指：親指・人差し指・中指・薬指・小指

      選択方法：ロングタップ・ダブルタップ・その他（　　）

   2. 端末を持つ手：利き手・非利き手

      使用する手：利き手・非利き手

      使用する指：親指・人差し指・中指・薬指・小指

      選択方法：ロングタップ・ダブルタップ・その他（　　）

   3. 端末を持つ手：利き手・非利き手

      使用する手：利き手・非利き手

      使用する指：親指・人差し指・中指・薬指・小指

      選択方法：ロングタップ・ダブルタップ・その他（　　）

B.1.3　実験手順書

実験に関する説明

- 3 点タッチ、ロングタップ、ダブルタップを用いて、「文字列」および「単語」の範囲選択を行っていただきます。
- まず、各選択手法について説明します。

3 点タッチ

- まず、利き手の「人差し指」、「中指」、「薬指」で画面をタッチします。
- その後すぐに、「人差し指」のみ画面に残して、他の 2 本の指を画面から離します。
- すると、人差し指の真下の文字を起点として、範囲選択することができます。
- 指を離した後、表示される選択ハンドル（図 1）を用いて範囲を調節できます。

ロングタップ・ダブルタップ

- まず、利き手の「人差し指」で画面をロングタップ、ダブルタップします。
- すると、タップした点の真下の単語が範囲選択された状態になります。
- 文字列を選択する場合、表示される選択ハンドル（図 1）を用いて範囲を調整してください。

- 実験中は椅子に座った状態で、肘をどこにも支えることなく操作を行ってください。

1/3

□　以下に実験のタスクを示します

実験タスク

- 「実験開始」ボタン（図 2）を押すと、画面に選択用文字列と問題が表示（図 3）されます。
- タスク開始時に指示する選択手法を用いて、問題に示された単語、文字列を選択していただきます。
- 選択完了後、画面右上のコピーボタン（図 1）をタッチすることにより、選択範囲の正誤判定が行われます。
- 正解の場合、問題文の下に「次の問題」ボタン（図 4）が現れ、ボタンをタッチする以外の操作ができなくなります。
- 不正解の場合、エラー音が鳴り、次の問題には進みません。すぐにもう一度正しく文字列を選択しなおしてください。
- 「次の問題」ボタンを押すと、問題が更新され、範囲選択を行うことができます。
- 10 問正解するまでを 1 セッションとし、条件を変えて 12 セッション行っていただきます。
- セッションごとに、約 3 分間の休憩をとるものとします。

実験中の注意

- 「実験開始」および「次の問題」ボタンを押した次の画面操作から時間を計測するので、問題が表示されたら、まずその選択位置を確認してから操作を開始してください。
- 選択位置がわからない場合は、実験者に聞いてもらっても構いません。
- 選択位置がわかっていない状態で画面をタッチしないでください。

□　操作中に思ったこと、考えたことがあれば、その都度口に出して言ってください。

□　できるかぎり速く、かつ正確にタスクを行ってください。

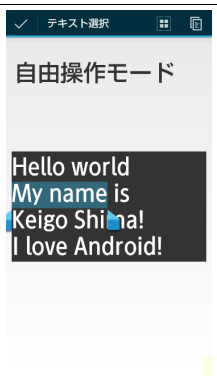
テキスト選択
自由操作モード
Hello world
My name is
Keigo Shima!
I love Android!

図 1

実験開始

図 2

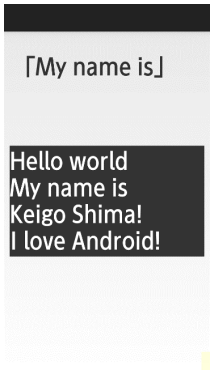
「My name is」
Hello world
My name is
Keigo Shima!
I love Android!

図 3

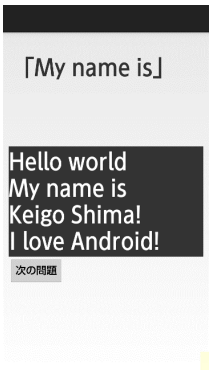
「My name is」
Hello world
My name is
Keigo Shima!
I love Android!
次の問題

図 4

B.1.4　アンケート

実験に関するアンケート

文責：島 佳吾

1. 単語を選択する方法として、良いと思われた順に番号をつけてください。

   3 点タッチ（　　）　ロングタップ（　　）　ダブルタップ（　　）

2. 文字列を選択する方法として、良いと思われた順に番号をつけてください。

   3 点タッチ（　　）　ロングタップ（　　）　ダブルタップ（　　）

3. 3 点タッチを起動ジェスチャとする範囲選択は、使いやすいと思いますか？

   （とてもそう思う）　5・4・3・2・1　（まったく思わない）

理由

4. 3 点タッチを起動ジェスチャとする範囲選択を、今後使いたいと思いますか？

   （とてもそう思う）　5・4・3・2・1　（まったく思わない）

理由

5. 3 点タッチを起動ジェスチャとする範囲選択は分かりやすかったですか？

   （とても分かりやすい）　5・4・3・2・1　（とても分かりにくい）

理由

1 / 2

6. 3 点タッチを起動ジェスチャとする範囲選択は慣れやすいと思いますか？

（とてもそう思う）　5・4・3・2・1　（まったく思わない）

理由

7. 本起動ジェスチャについて、良かった点、改善すべき点、感想をご記入ください。

良かった点
改善すべき点
その他・感想

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。

B.2　タブレット端末における画像の複数選択

B.2.1　同意書

範囲選択のためのタッチジェスチャ性能評価実験のお願い

文責：島 佳吾

この度は実験にご協力いただき，ありがとうございます．

- 本実験の目的は，島の研究「範囲選択のためのタッチジェスチャ」の性能を評価することです．

- 実験中に，写真および動画の撮影，音声の録音を行う場合がありますが，これらは実験の様子を記録するために行い，その写真，動画および音声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

実験者　所属＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　署名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

説明者　所属　情報学群 情報メディア創成学類　署名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

B.2.2　事前アンケート

実験に関する事前アンケート

文責：島 佳吾

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，タブレット端末の機種は何ですか？

   （例：iPhone4S, docomo Galaxy SⅡ, docomo AQUOS PHONE ZETA SH-01F)

   ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

3. スマートフォンの利用歴はどのくらいですか？

   ＿＿＿年＿＿＿ヵ月

4. タブレット端末の利用歴はどのくらいですか？

   ＿＿＿年＿＿＿ヵ月

5. 普段文字や画像をコピーするために選択する場合，どのように操作しますか？

   （回答例１：左手でスマホを持って左手の親指でロングタップする.）

   （回答例２：左手でタブレットを持って右手の人差し指でコピーメニューを開き，

   画像を選択する）

   ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

B.2.3　実験手順書

実験に関する説明

- 3 点タッチ，2 点タッチ，ロングタップ，ダブルタップを用いて，「画像」の複数選択を行っていただきます.
- まず，各選択手法について説明します.

3 点タッチ

- まず，右手の「人差し指」,「中指」,「薬指」で画面を同時にタッチします.
- その後,「人差し指」のみ画面に残して，他の指を画面から離します.
- 人差し指をスライドすることにより，人差し指を残した点の画像を起点として，範囲を選択できます.
- 指を離した後，再び 3 点タッチする，もしくは画像をタップすることにより範囲を調節できます.

2 点タッチ

- まず，右手の「人差し指」,「中指」で画面を同時にタッチします.
- その後,「人差し指」のみ画面に残して，他の指を画面から離します.
- 人差し指をスライドすることにより，人差し指を残した点の画像を起点として，範囲を選択できます.
- 指を離した後，再び 2 点タッチする，もしくは画像をタップすることにより範囲を調節できます.

ロングタップおよびダブルタップ

- まず，右手の「人差し指」で画面をロングタップ（ダブルタップ）します.
- 人差し指をスライドすることにより，ロングタップ（ダブルタップ）した点の画像を起点として，範囲を選択できます.
- 指を離した後，再びロングタップ（ダブルタップ）する，もしくは画像をタップすることにより範囲を調節できます.

- 画像選択中は椅子に座った状態で，右肘を他の物に触れさせずに操作を行ってください.
- 左手は膝の上において，端末に触れないようにしてください.

1/4

□　以下に実験のタスクを示します．

実験タスク

- 「実験開始」ボタン（図 1）を押すと，画面に選択用画像が表示されます．
  選択すべき画像は赤および黄色にてハイライトされています（図 2）．

- 開始時に指示する選択手法を用いて，枠内の画像をすべて選択状態にしていただきます．
  選択を開始する場所は赤くハイライトされています．
  必ずその画像から選択を開始してください．
  選択を開始すると，画面上部のバーの色が青く変化します．また，選択中の範囲は青く
  ハイライトされます（図 3）．

- 選択完了後，画面右上のコピーボタン（図 4）をタッチすることにより，選択範囲の正誤判定
  が行われます．

- 正解の場合，次の問題が表示されます．
  不正解の場合，エラー音が鳴り，次の問題には進みません．もう一度正しく画像を選択しなお
  してください．

- 27 問正解するまでを 1 セッションとし，条件を変えて 8 セッション行っていただきます．
  セッションごとに，約 3 分間の休憩をとるものとします．

実験中の注意

- 選択は必ず赤くハイライトされた画像から開始してください．
- 問題が表示されたら，まずその位置を確認してから操作を開始してください．
- 選択すべき位置がわからない場合は，実験者に聞いてもらっても構いません．
- 選択すべき位置がわかっていない状態で画面をタッチしないでください．

- 操作中に思ったこと，考えたことは，その都度口に出して言ってください．
- できるかぎり速く，かつ正確にタスクを行ってください．

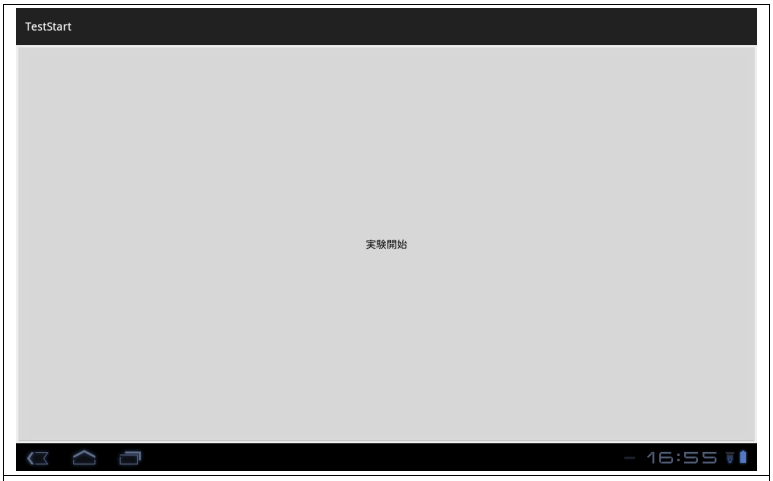

図 1

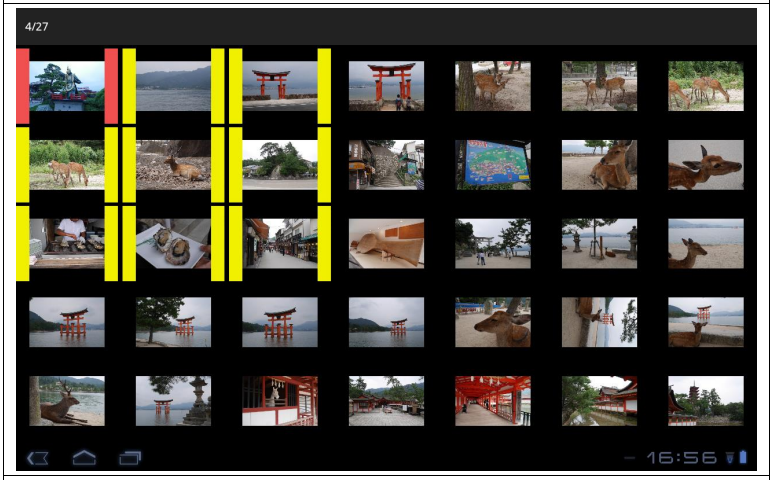

図 2

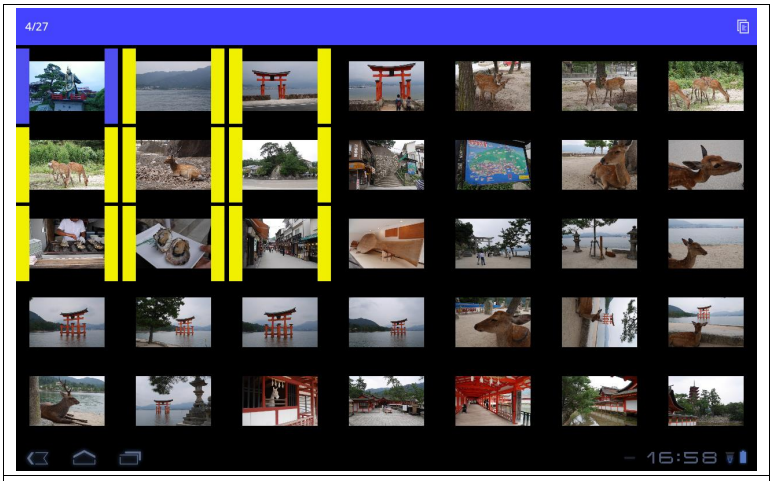

図 3

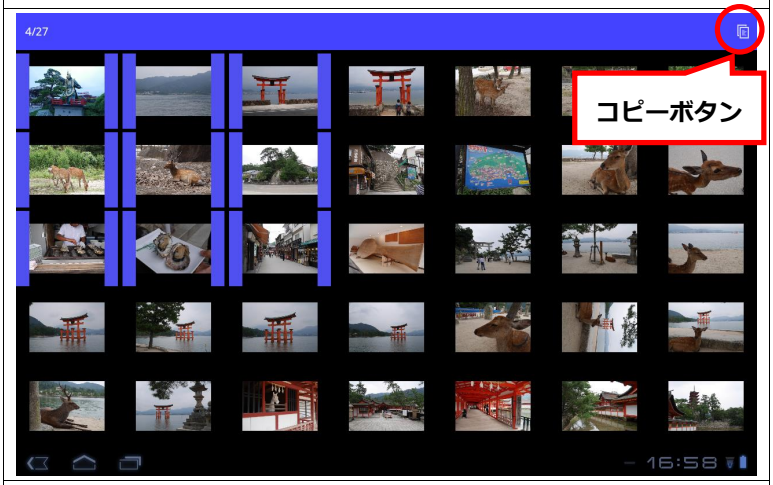

図 4

B.2.4　アンケート

実験に関するアンケート

文責：島 佳吾

1. 画像を選択する方法として，良いと思った順に１～４の番号をつけてください.

　３点タッチ　（　　）　　２点タッチ　（　　）

　ロングタップ（　　）　　ダブルタップ（　　）

2. 各選択方法について，使いやすいと思いますか？

　３点タッチ　：（とてもそう思う）　５・４・３・２・１　（まったく思わない）

　２点タッチ　：（とてもそう思う）　５・４・３・２・１　（まったく思わない）

　ロングタップ：（とてもそう思う）　５・４・３・２・１　（まったく思わない）

　ダブルタップ：（とてもそう思う）　５・４・３・２・１　（まったく思わない）

理由

3. 各選択方法について，今後使いたいと思いますか？

　３点タッチ　：（とてもそう思う）　５・４・３・２・１　（まったく思わない）

　２点タッチ　：（とてもそう思う）　５・４・３・２・１　（まったく思わない）

　ロングタップ：（とてもそう思う）　５・４・３・２・１　（まったく思わない）

　ダブルタップ：（とてもそう思う）　５・４・３・２・１　（まったく思わない）

理由

1 / 3

4. 各選択方法は分かりやすかったですか？

3 点タッチ　:（とても分かりやすい）　5・4・3・2・1　（とても分かりにくい）

2 点タッチ　:（とても分かりやすい）　5・4・3・2・1　（とても分かりにくい）

ロングタップ :（とても分かりやすい）　5・4・3・2・1　（とても分かりにくい）

ダブルタップ :（とても分かりやすい）　5・4・3・2・1　（とても分かりにくい）

理由

5. 各選択方法について，慣れやすいと思いますか？

3 点タッチ　:（とてもそう思う）　5・4・3・2・1　（まったく思わない）

2 点タッチ　:（とてもそう思う）　5・4・3・2・1　（まったく思わない）

ロングタップ :（とてもそう思う）　5・4・3・2・1　（まったく思わない）

ダブルタップ :（とてもそう思う）　5・4・3・2・1　（まったく思わない）

理由

6．3 点タッチについて，良かった点，改善すべき点をご記入ください．

良かった点
改善すべき点

7．2 点タッチについて，良かった点，改善すべき点をご記入ください．

良かった点
改善すべき点

8．本実験についての感想，意見等あればご記入ください．

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．