

平成 25 年度 卒業論文

タブレット型端末の特性を考慮した
文章範囲選択手法

平成 26 年 2 月 24 日

10111020

最所 賢至

指導教員 三浦 元喜 准教授

九州工業大学 工学部 総合システム工学科

概要

近年のタッチアクション対応デバイスの発達は目まぐるしく、日常のいろいろな場面でそれらを目にすることが多くなった。その中でもタブレット型端末の進歩は顕著で、日々新たな機能が追加されている。しかし、そんなタブレット型端末の機能のうち、クリップボード操作(コピー、カット、ペースト)は、文章の範囲選択がやり辛いことにより、使いにくいものとなってしまっている。そこで、本稿では、タブレット型端末における文章範囲選択操作を従来のものよりも簡略化するため、単語選択手法の提案および評価実験による有用性の検討を行う。

目次

第1章 はじめに

1.1 タブレット型端末	3
1.2 タブレット型端末の特性および問題点	5
1.2.1 タブレット型端末の特性	5
1.2.2 タブレット型端末の問題点	5
1.3 研究目的	6

第2章 従来の範囲選択方法および関連研究 7

2.1 従来の範囲選択方法	7
2.1.1 PCの範囲選択方法	7
2.1.2 iOSの範囲選択方法	8
2.1.3 AndroidOSの範囲選択方法	9
2.2 関連研究	10
2.2.1 Dual Finger Selections	10
2.2.2 ジェスチャーによるテキスト編集手法	12
2.2.3 どこでもコピー	12

第3章 単語選択手法について 14

3.1 単語選択手法概要	14
3.2 単語選択手法のねらい	15

第4章 評価実験	17
4.1 実験装置	17
4.2 実験内容	18
4.3 実験結果	22
4.4 考察	27
第5章 まとめ	30
謝辞	31

第1章 はじめに

近年、タッチアクションに対応したデバイスの発達が目まぐるしく行われている。駅の券売機や、コンビニのレジ、PCやゲーム機、冷蔵庫や電子レンジなど、身近ないろいろな場面でタッチパネルを目にすることも増えてきた。

その中でも特にタブレット型端末の進歩は凄まじい。2008年にiPhone 3Gが日本で発売されて話題を呼び、2010年には日本で初となるAndroid OS搭載タブレット型端末が発売され一気に認知度が上がり、2013年現在ではタブレット型端末契約数は国内で5015万件（MM総研調べ）[1]となっており、携帯電話利用者の42%を占めるまでになっている。

1.1 タブレット型端末

液晶ディスプレイなどの表示部分にタッチパネルを搭載し、指で操作する携帯情報端末の総称。パッド型端末。タブレット端末。タブレット型情報端末。タブレットデバイス。メディアタブレットなどと呼ばれる。

タブレットパソコンとほぼ同義だが、タブレットパソコンが通常のパソコンのオペレーティングシステム（またはその派生版）を採用し、ノートパソコンのキーボードを省いて、小型軽量化を進めたものであるのに対し、タブレット型端末はスマートフォンやデジタルオーディオプレーヤーの延長として、タッチパネルなどのユーザインターフェースやインターネットの通信機能を維持したまま、ディスプレイを大型化し、メディアプレーヤーとしての使いやすさを充実させたものといえる。前者は主に2000年にマイクロソフト社が提唱したタブレットPC構想に基づく一連のコンピューター(図1.1)を

指し、後者は 2010 年にアップル社が発表した iPad(図 1.2)に代表される。[2]



図 1.1 タブレットパソコン(ヒューレット・パッカード /TC1100)

(引用元 : <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%BF%E3%83%96%E3%83%AC%E3%83%83%E3%83%88PC>)



図 1.2 タブレット型端末 (Apple/iPad 第1世代)

(引用元 : <http://ja.wikipedia.org/wiki/IPad>)

1.2 タブレット型端末の特性および問題点

この節で、タブレット型端末における特性と、それに付随して発生している問題点について述べる。

1.2.1 タブレット型端末の特性

タブレット型端末の特性についてここで述べる。タブレット型端末の持つ特性とは、タッチパネルによる直観的な操作である。PCのようにマウスやキーボードなどのデバイスを通じて操作を行うのではなく、自身の指を使って、カーソルの操作、画面切り替え、ボタンの操作などを直接行うことができるということが最大の特性となっている。

また、赤堀侃司 先生（白鷗大学教授（教育学部長）工学博士 東京工業大学名誉教授 NPO 法人教育テスト研究センター（CRET）理事）の『学習教材のデバイスとしての iPad・紙・PC の特性比較』[3]という研究によれば、タブレット型端末の、直接タッチして操作するという特性が、紙やPCとは違う有意性を生むということを立証している。

1.2.2 タブレット型端末の抱える問題点

タブレット型端末が抱える問題点についてここで述べる。ユーザからの声が最も多いのは、バッテリーの持ち時間が物足りないという問題点である。バッテリーの持ち時間については、ディスプレイの大きさゆえに開発初期からのネックとなってきたが、新機種が発売されるごとにバッテリーの性能は向上してきている。また、SHARP が開発した『IGZO』[4]などの液晶画面に関する技術も向上しており、今後より一層性能が向上していくことが予想できる。

また、システムの面では、画面を直接タッチするというタブレット型端末の特性ゆえの問題がいくつかある。直接画面を指で押さえることで、タッチする対象が指で隠れてしまい、その結果自分の思うとおりにタッチできなかったり、個人個人の指の大きさに

よって、押しやすさに差が出てしまったりする。また、画面の質感によってドラッグ操作がし辛いという問題点もある。これらの問題点は、特に文章に関する操作を行う際に影響が顕著になってくる。例えば、文字を選択してコピーペーストなどの作業を行う場合である。コピーペーストを行うには文章に範囲選択を行う必要があるが、その範囲選択を行う際に従来の方法では、文章が指で隠れて見づらかったり、一文字ずつ指でドラッグしていくのがやりづらかったりするのである。

1.3 研究目的

詳しくは後述するが、現状のタブレット型端末では、OS や機種によって個体差があるものの、文章を選択する際に文字列を1文字ずつドラッグしていく必要がある。指で画面を操作する際に、自分の指のサイズよりも小さな文字を1文字ずつなぞっていくという作業は、非常にストレスであり、正確性にかける要因となる。

そこで私たちは、タブレット型端末における文章の範囲選択について、従来の一文字ずつドラッグしていく方法に加えて、単語区切りで一気を選択ドラッグできる単語選択手法を提案する。これは、最初のタップから範囲選択時のドラッグまで、単語が含まれたらその単語の分だけ一気に範囲選択されるという機能であり、これによって最小限の指の動きで、単語単位のスムーズな範囲選択を行うことができるものである。

この単語選択手法を従来の1文字ずつの範囲選択手法と比較実験を行い、有意性を示すことが本研究の目的である。

第2章 従来の範囲選択方法および関連研究

この章では、従来の文章の範囲選択方法とそれに関する関連研究について述べる。

2.1 従来の範囲選択方法

この節で、PC と iOS、AndroidOS のタブレット型端末における範囲選択方法について述べる。機種によって多少異なるのだが、ここで述べるのは大体の機種における方法である。

2.1.1 PC (WindowsOS) の範囲選択方法

WindowsOS の PC では、文章の範囲選択をする方法が複数存在する。大きく分けてドラッグを用いる方法と、クリックで選択するという方法である。範囲選択したい文章にカーソルを合わせると、カーソルがキャレットに変化する。その状態でドラッグを行うとドラッグした分だけ範囲選択を行うことができる。左右にドラッグすると文字ごとに範囲選択され、上下にドラッグすると行ごとに範囲選択される。また、キャレットが表示されている状態でダブルクリックをすると、キャレット直下の文字の品詞ごとに範囲選択がなされる。例えばキャレットの下が名詞であれば、その名詞の文字数に応じた分だけ範囲選択される。更に、キャレットが表示されているときにトリプルクリックを行うと、段落ごとの選択を行うことができるようになっている。

カーソルではなくキャレットを操作するので、文章を隠すことなく操作することが可能で、操作性も良いものとなっている。

2.1.2 タブレット型端末(iOS)の範囲選択方法

iPhone や iPad などでは文章を選択する場合、まず対象となる文章の上でロングタップを行う。すると、ルーペのような拡大画面が出てきて、タップ場所が名詞の近くであればその名詞で、そうでなければ1文字分で範囲選択がされる。その際に、範囲選択の両端にハンドルが表示され、それをドラッグすることで範囲選択を行う。(図 2.1)左右にドラッグすると1文字ずつ指定範囲が広がっていき、上下にドラッグすると1行ごとに指定範囲が広がっていく仕組みになっている。

最初のロングタップ時や、ハンドル操作時にも選択している文字が拡大されて表示されるので、指で文字が隠れてしまうという問題はクリアできているが、1文字ずつしかハンドルを操作できないため、選択範囲の始点と終点を決める際に細かな作業を行わなければならない。

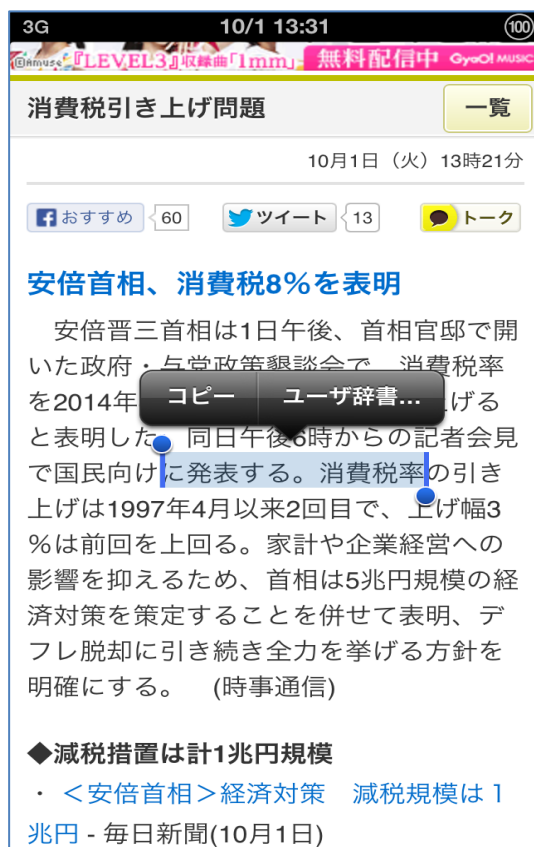


図 2.1 iOS 端末での文章範囲選択画面(Apple/iPhone 4s)

2.1.3 タブレット型端末(AndroidOS)の範囲選択方法

基本的には iOS のものと操作は同じで、対象となる文章上でロングタップを行うと文章の範囲選択が開始される。そして、選択範囲の両端にあるハンドルをドラッグすることで、1文字ずつまたは1行ずつ選択範囲の始点と終点を決めていくというものである。(図 2.2)

iOS と違う点としては、選択している文字の拡大表示がなく、文字サイズによっては指で対象の文章が完全に隠れてしまうことがあるということや、最初のロングタップ時に、名詞などの区別なくある程度の文字数で範囲が表示され、そこからハンドルを操作して範囲選択を行わなければならないという点である。



図 2.2 AndroidOS 端末による文章範囲選択画面 (SONY/XperiaA)

2.2 関連研究

2.1 で述べた、それぞれの端末での範囲選択方法を比較してみると、PC が最もストレスなく作業を行えることがわかる。また、AndroidOS の端末では、指で直接画面を操作することによる問題点の影響を受けやすくなっており、ストレスなく作業を行うことが難しくなっている。こうした問題点を解決するために、今まで色々な視点で研究が行われてきた。この節ではそんな関連研究について述べる。

2.2.1 Dual Finger Selections

2006 年 4 月の CHI (Conference on Human Factors in Computing Systems) にて、コロンビア大学の Hrvoje Benko とマイクロソフト社の Andrew D. Wilson, Patrick Baudisch らによって、「Dual Finger Selections」が発表された。[5]これは、2本の指にそれぞれ役割を与え、それぞれが連動することでタッチパネルの操作を行うというシステムである。このシステムは5つの手法から成り立っていて、それらの比較実験が行われている。

「Dual Finger Offset」は、ユーザーにオン状態のカーソルオフセット値を提供するというもので、そのカーソルオフセット値はデフォルトでは有効になっていないが、画面上のどこかにサブの指を置くことによって、メインの指に事前に定義された一定量のオフセット値を付随させることができる。このオフセット値によって、画面をタッチした指の上に常にカーソルが置かれるのである。メインの指とサブの指の位置関係に応じて、カーソルは左右に配置され、例えば、サブの指をメインの指の左側に置いたとき、カーソルはメインの指の左上に表示されるといった具合である。

「Dual Finger Midpoint」は、両手のオフセットの変数値を提供し、カーソルスピードを指でコントロールできるようにする手法である。この手法は、サブの指を画面上に置くことによって開始され、カーソルはメインの指とサブの指の中間に置かれるという仕組みである。両方の指が接触している間、片方か両方の指を動かすことでカーソルの動作をコントロールできるが、クリックはメインの指でしか行うことはできない。また、

この手法によってカーソルスピードを自在に変化させることができ、例えば、両方の指を同じスピードで動かすとカーソルも同じ速度で動き、片方の指だけを動かすとカーソルは半分の速度で動くといった具合である。

「Dual Finger Stretch」は、メインの指が作業を行っている間に、サブの指で画面の一部を適度に拡大縮小させることができる手法である。拡大動作と選択動作を同時に行うために、メインの指がある場所を初期アンカー位置として、サブの指によってそこを中心とした四角状に拡大縮小エリアを定めている。サブの指をメインの指に近づけたり遠ざけたりすることによって、その四角状のエリアは縮んだり広がったりするのである。また、サブの指を画面から離せばもとのサイズに戻すことができる。このとき、カーソルはメインの指のオフセット値となり、サイズ変更を行っていたときの位置に置かれる。

「Dual Finger X-Menu」は、サブの指が画面に触れたときに、そこを中心として円形のメニューが呼び出され、サブの指を使いたいコマンドのところへ持っていくことで、6つのアシスト機能を選択することができる。そのうちの4つは、カーソルスピードをコントロールするもの（ノーマル、1/4、1/10、静止）で、残りの2つはスナップと拡大機能である。スナップ機能は、カーソルを現在のメインの指が置かれている場所へ持ってくる機能で、拡大機能は、メインの指の周囲を2倍の大きさに拡大して、メニューの真ん中に表示するという機能である。

「Dual Finger Slider」は、指の間の距離によってカーソルスピードの減速モードを切り替えることができるようにした手法である。サブの指をメインの指の方へ動かすと、カーソルの動く速度は3段階で減速する。これは、Dual Finger X-Menu の減速モードと同じである。逆にサブの指をメインの指から遠ざけると、各段階を経てノーマルスピードまで速度を上げることができる。2本の指を遠ざけ続けるとスナップモードとなり、カーソルはメインの指がある場所へとワープする。この際、明確な効果音が鳴ることでスナップモードが行われたことをユーザに通知するようになっている。

これらを比較実験した結果、Stretch手法が最もスムーズに作業を行うことができるということが判明した。

この、2本指で拡大するという技術は、今のタブレット型端末におけるスワイプによる画面の拡大縮小に活かされている。

2.2.2 ジェスチャーによるテキスト編集手法

2013年のCHIにおいて、サレルノ大学の Vittorio Fucella、タンペレ大学の Poika Isokoski、ロレーヌ大学の Benoît Martin らによって、ジェスチャーによるテキスト編集手法についての発表がなされた。[6]この論文では、従来のキャレット操作やハンドル操作を指で行う手法と、キャレット操作からコピーカットペーストなどの作業までを、すべてソフトキーボード上でのジェスチャーで行う手法との比較実験が行われている。

ジェスチャーは全部で11種類あり、大きく分けてキャレットの操作に関わるものと、コピーペーストなどのクリップボード操作に関わるものの2種類に分かれている。全体的な流れとしては、キャレットを操作するジェスチャーを用いて、1文字ずつや行ごとで範囲選択をして、その状態でクリップボード操作のジェスチャーを行うと、ジェスチャーに応じた作業が行われるという感じである。

比較実験の結果、ジェスチャー手法の方が従来のハンドル操作手法よりもタスクにかかる時間が短く、ミスも少なく作業が行えるということが立証された。

ジェスチャーに関しては、現段階では製品に機能として組み込まれてはいないが、タブレット型端末における文章上での作業を容易にする1つの手段として、考慮する価値のあるものであるということがいえる。

2.2.3 どこでもコピー

SHARP から発売されている2012年の夏モデル以降のタブレット型端末には、「どこでもコピー」という機能が搭載されている。[7]これは、タブレット型端末における文章をコピーするための1つの手段として、製品に実装されているものである。その仕組みは、アプリを起動すると画面がスクリーンショット機能によって画像化され、その後リーダー機能によって画面内の文字を判別し、テキスト化するというものである。これによって、webブラウザやメールはもちろん、ステータスバーが表示されない全画面表示

以外の状態の画面ならば、どの画面においても文章をコピーすることができるのである。

また、文章の範囲選択も、文章の周囲を大きめに円を描くように指で囲むことによってより簡単に行えるようになっている。

行をまたぐ文字列の選択を行うときには工夫が必要となるが、簡単な単語やある程度の文章ならば、指で囲むことで簡単に範囲指定を行うことができるという点は、素晴らしいアイデアであるといえる。

第3章 単語選択手法について

この章では、タブレット型端末における文章の範囲選択を簡略化するための手法として、私たちが提案する単語選択手法についての、概要とそのねらいについて述べる。

3.1 単語選択手法概要

私たちが提案する単語選択手法とは、従来の範囲選択とは異なり、最初のタップ時からドラッグするときまで、全て単語ごとで区切って範囲選択できるという機能である。(図 3.1) この機能の利点としては、単語に関する範囲選択ならば1回タップするだけで行え、ある程度の文字数がある文章でも、従来の1文字ずつドラッグする方法に比べると、単語ごとにまとめて選択範囲を変更することができるので、より早く範囲選択が行えることが挙げられる。また、中途半端なところに範囲選択の終点がくるということがないということも利点として考えられる。これは、iOSの端末が持っている範囲選択や、AndroidOS 端末が持っている範囲選択とは違う仕様である。

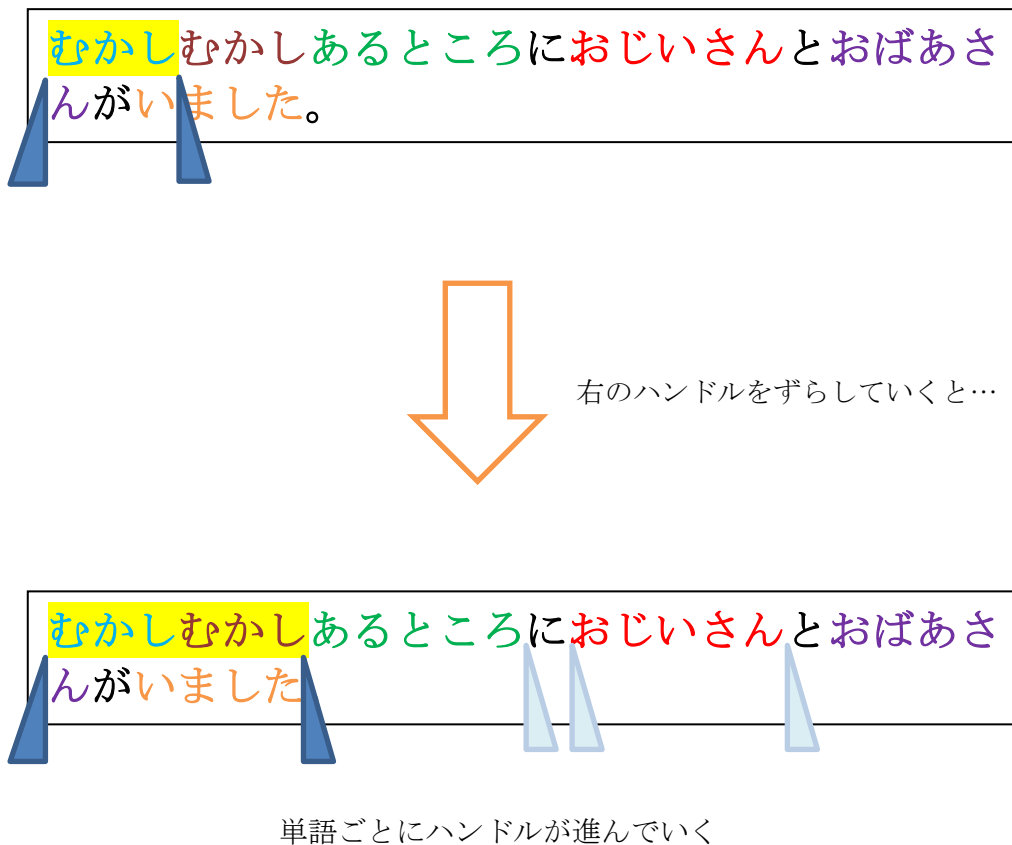


図 3.1 単語範囲選択機能の概要図

3.2 単語選択手法のねらい

では、なぜタブレット型端末における、文章の範囲指定を行う際の問題点に対して、単語ごとに選択範囲を指定できる機能という解決法を選んだかについて述べる。ここでもう一度おさらいしておく、タブレット型端末の文章範囲選択がPCのものよりも使いにくいものとなっている要因の中で、タブレット型端末の特性に起因するところが大きいものとしては、次のような条件がある。

- ▶ 指で直接画面に触れて操作するため、対象の文章が指で隠れてしまい見づらくなってしまう
- ▶ 文字のサイズが指の大きさよりも小さいと、1文字ずつの範囲選択では始点と終点を狙ったところに合わせるのが難しい

これらの問題を解決することを考えたとき、2.2で述べたような過去の研究では、根本的にシステム自体を変更し、2本指での操作、ジェスチャーによる操作、スクリーンショット機能とテキストリーダー機能の応用、などの従来の方法とは全く違う手法を用いて解決を行おうとしている。それぞれの手法に従来の方法に活かされている点や、1文字ずつの範囲選択手法と比べて優れている点がある。だが、今の多くの製品に実装されている、ハンドルを指で操作して範囲選択を行うという手法に、近い形での解決策の提案は未だになされていない。そこで私たちは、実験時の比較の容易さや明確さ、実験環境の開発および将来的な機能実装の容易さ、また、多くの機種で使うことができる汎用性を考慮し、できるだけ従来の機能の延長上に近い形でかつシンプルな機能の提案を心がけることにしたのである。その結果、最もシンプルかつ有効な結果がでると予想されるものとして、単語選択手法の提案を行うに至ったのである。

第4章 評価実験

この章では、第3章で概要を説明した、単語選択手法に関する評価実験の実験装置、実験内容、実験結果、考察、今後の展望について述べる。私たちは、本研究で提案するタブレット型端末の文章の範囲選択を容易にする手法としての、単語選択手法の有用性および有効性を検証するために、評価実験を行った。

4.1 実験装置

今回の実験では開発環境の準備の容易性と結果をより明確に示すために、実験に用いる端末には AndroidOS である Nexus7(Android 4.3)を用いている。また、プログラムの言語には Processing を用いている。

実験アプリを起動すると、画面にタスク文章が黒文字で表示され、各タスクにおける選択目標が青文字と白背景によって表示される。また、画面下部にはモード切り替えボタンと、回答ボタンが並んでいる。選択目標を選択すると、文字色が赤色になり、背景色が薄黄色となる。また、選択目標以外を選択すると、文字色が赤色になり、背景が紫色になる。(図 4.1)これによって、選択している範囲が正しいか間違っているかは一目瞭然となっている。

被験者に本研究で提案する単語選択手法と従来の1文字ずつの選択手法を比較してもらうため、私たちは実験装置に2つのモードを用意した。1つ目は、従来の手法に似せたもので、最初のタップ時から範囲選択時のハンドル操作までを、すべて1文字ずつしか操作できない「文字モード」である。もう1つは、最初のタップ時間からすべての操作を単語ごとに行うことができる「単語モード」である。単語モード時は、ハンドルが単語の文字列の真ん中を越えたときに、単語全体が一気に選択されるようになっている。

る。



図 4.1 実験装置の様子

4.2 実験内容

実験には、学生10名に参加してもらった。ほとんどの人がタブレット型端末をほぼ毎日使用しており、今までにほとんどタブレット型端末を扱ったことがない者が1人いた。また、タブレット型端末を用いた文章の範囲選択の使用頻度については、タブレット型端末を扱ったことがない者を除いて、5人がほぼ毎日使用しており、4人が週1回程程度の使用であった。

実験には、4.1の実験装置を用いる。実験アプリを起動すると、画面上にタスク文章が黒文字で表示され、その中で文字色が青で背景色が白くなっている部分を範囲選択し

て、回答ボタンを押してもらい、正しく選択されていれば効果音とともに次の問題へと移り、1文字でもずれていれば回答ボタンを押しても誤回答の効果音が鳴るだけという仕組みである。

被験者には、文字モードと単語モードの両方の場合で、各14問ずつのタスクを行ってもらった。タスクの内容分類は（表4.1）後述する。またその際には、結果への実験の順序効果の影響を考慮し、5人には先に文字選択モードを使用してもらい、残りの5人には先に単語選択モードを使用してもらった。

タスク番号	タスク分類	選択文字数
1	行跨ぎ文	20
2	短文	11
3	行跨ぎ1単語	5
4	短文	14
5	全文	290
6	右端2単語	6
7	行跨ぎ英文	21
8	中央2単語	7
9	左端2単語	12
10	1単語	11
11	行跨ぎ長文	43
12	行跨ぎ英短文	12
13	行跨ぎ2単語	11
14	行跨ぎ文	21

表 4.1 タスクの分類

この実験では、各タスクにおいて、

- タスク完了までの時間(msec)
- 誤解答の回数
- 文章をタッチした回数
- 左ハンドル(h1)をタッチした回数
- 右ハンドル(h2)をタッチした回数
- ドラッグが開始されてからの h1 の直線移動距離(pix)
- ドラッグが開始されてからの h2 の直線移動距離(pix)
- 指定した範囲外の選択を行っている時間(msec)

の 8 項目の比較を行った。

なお、評価自体はタスク完了までの時間で行うものとする。

また、実験後には、被験者のフィードバックを得るために、アンケート調査を行った。

アンケート内容は以下の 5 問である。

- 1、文字選択モードは使いやすかったか
- 2、 1 の点数の理由
- 3、単語選択モードは使いやすかったか
- 4、 3 の点数の理由
- 5、単語選択機能を自分が持っているタブレット型端末に実装したいか

問 1、3、5 に関しては、(そう思わない) 1～5 (そう思う) で数値をつけてもらった。

実験の様子(図 4.2)を示す。

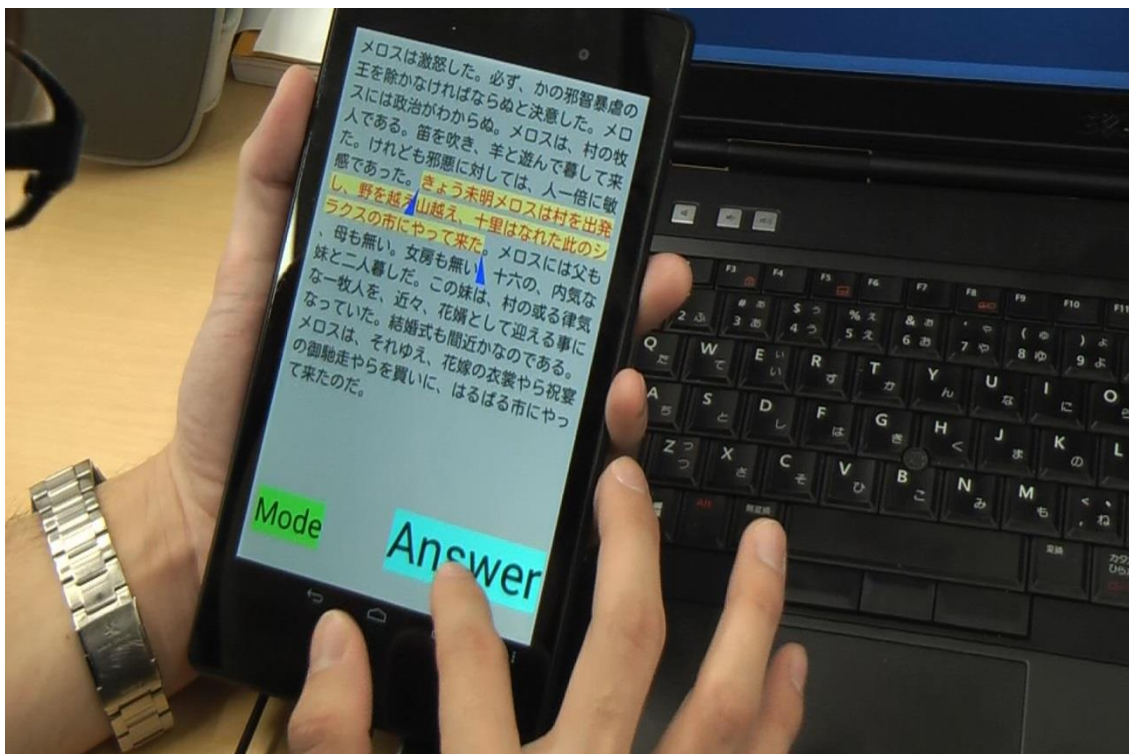


図 4.2 実験の様子

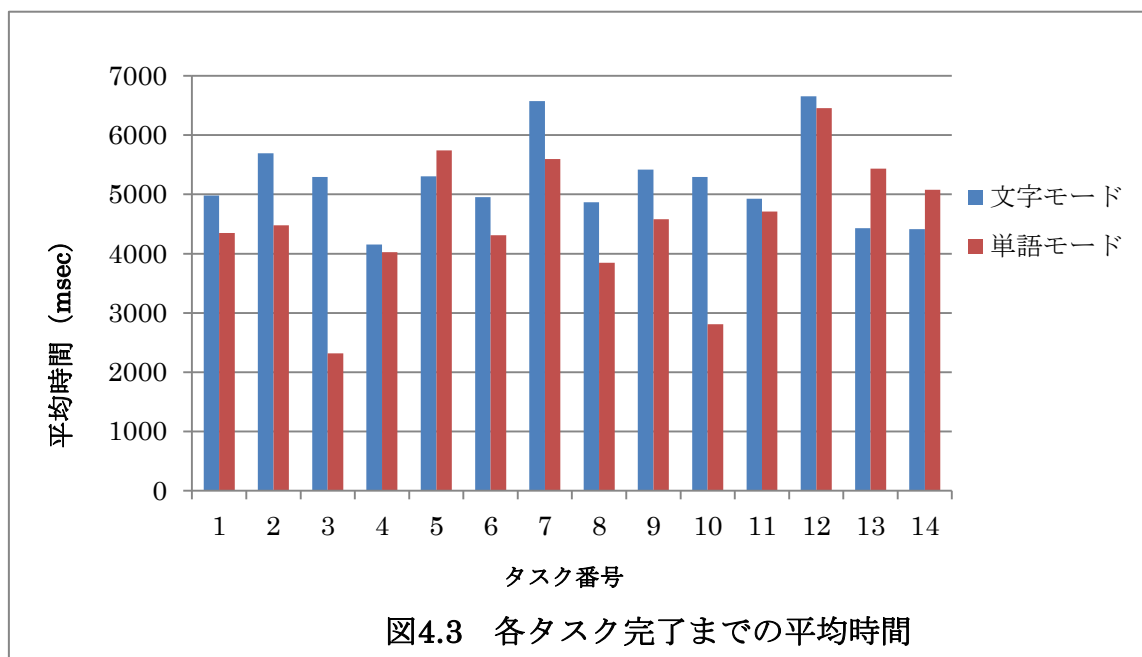
実験前の私たちの予想は、タスク完了までの時間に関しては、どの問題においても単語選択手法の方が短くなり、ハンドルのタッチ回数は少なく、指定範囲外の選択時間も単語選択手法の方が短くなり、より正確性が出るのではないかというものであった。また、ハンドルの移動距離に関して、ハンドル自体のタッチの回数が単語選択手法の方が少なくなると考えていたので、文字選択手法よりも距離は短くなるだろうと考えていた。

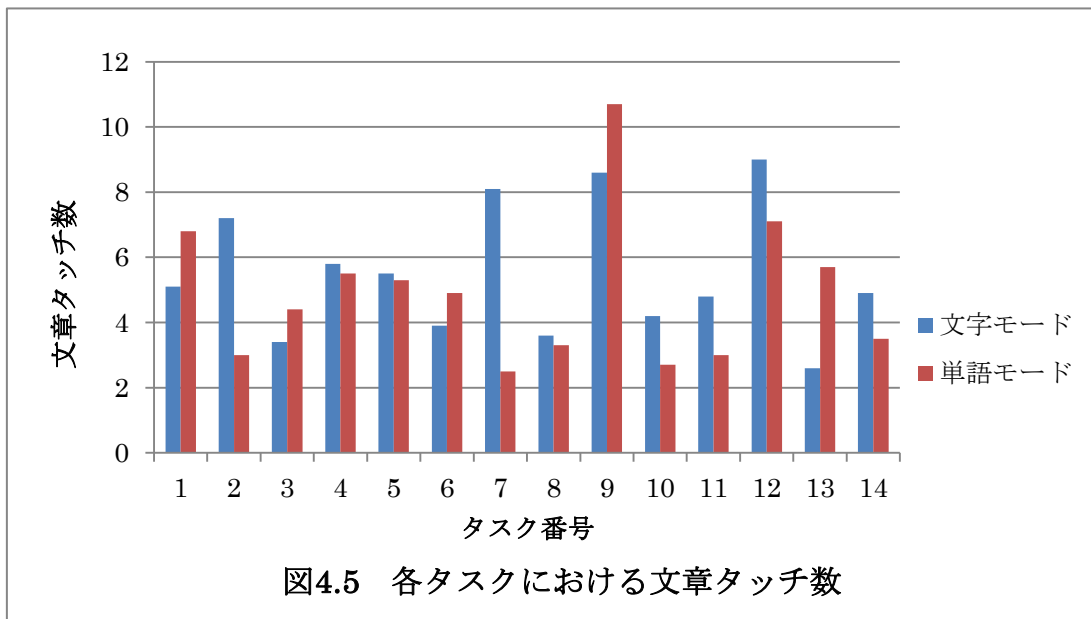
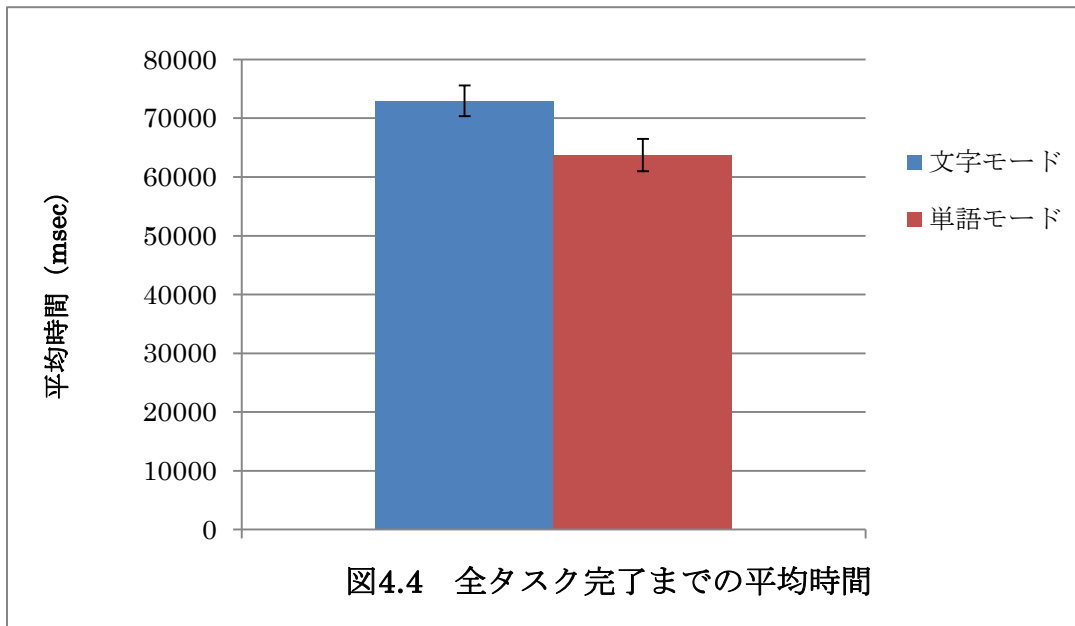
4.3 実験結果

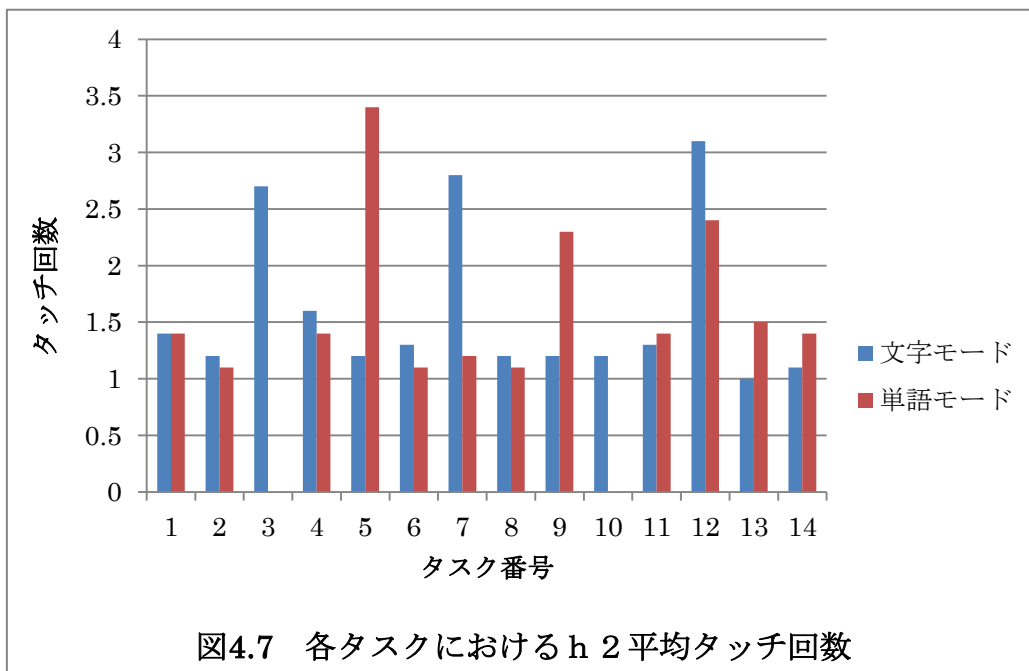
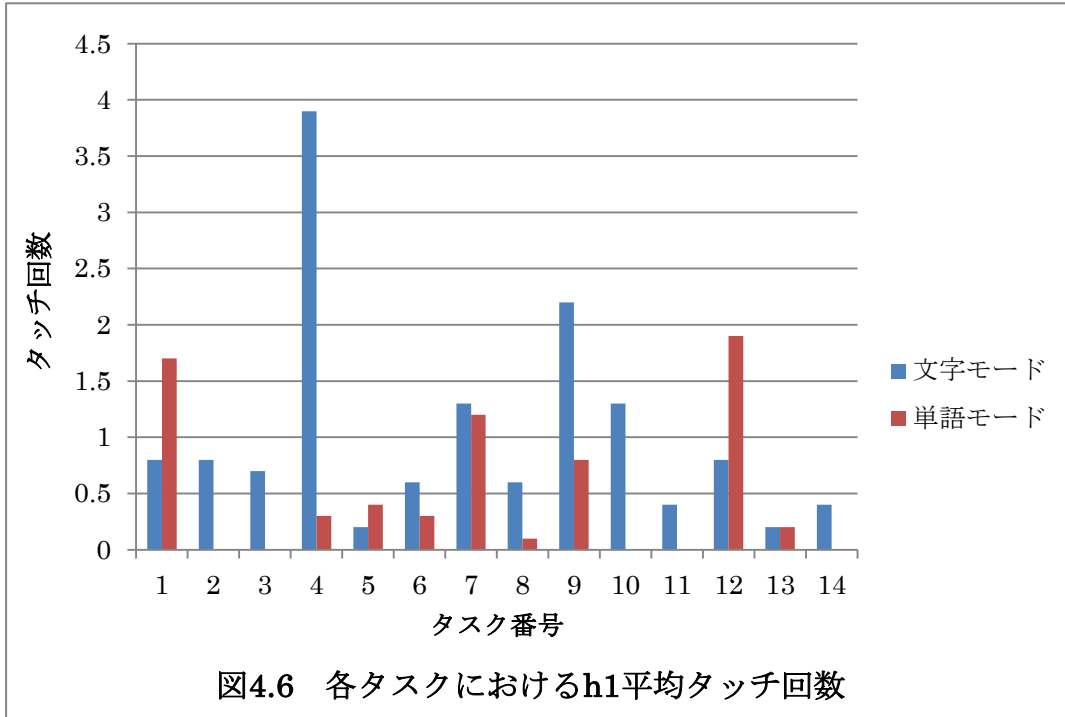
実験結果は以下に示す。

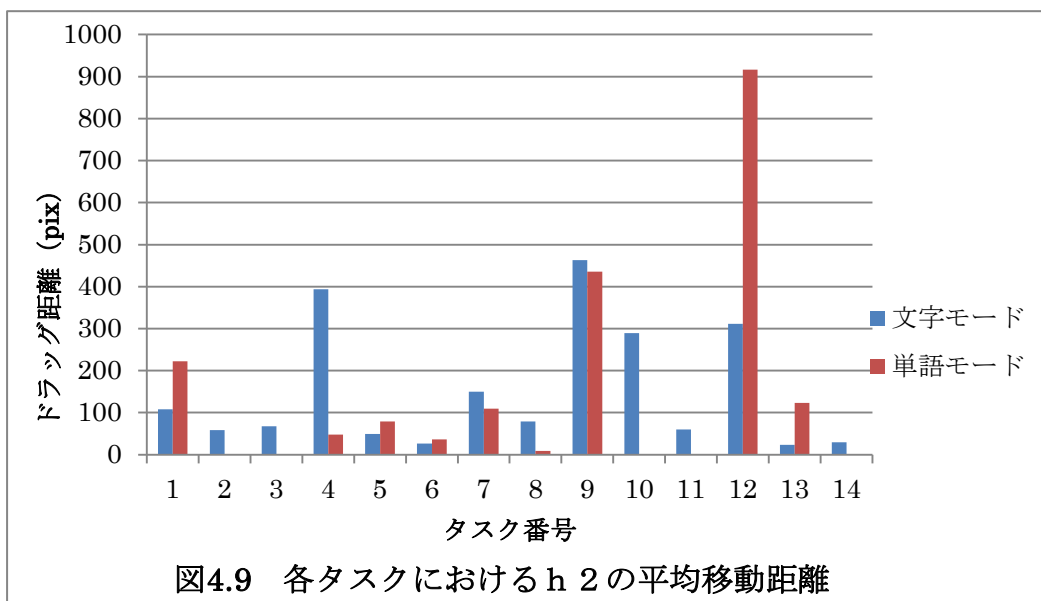
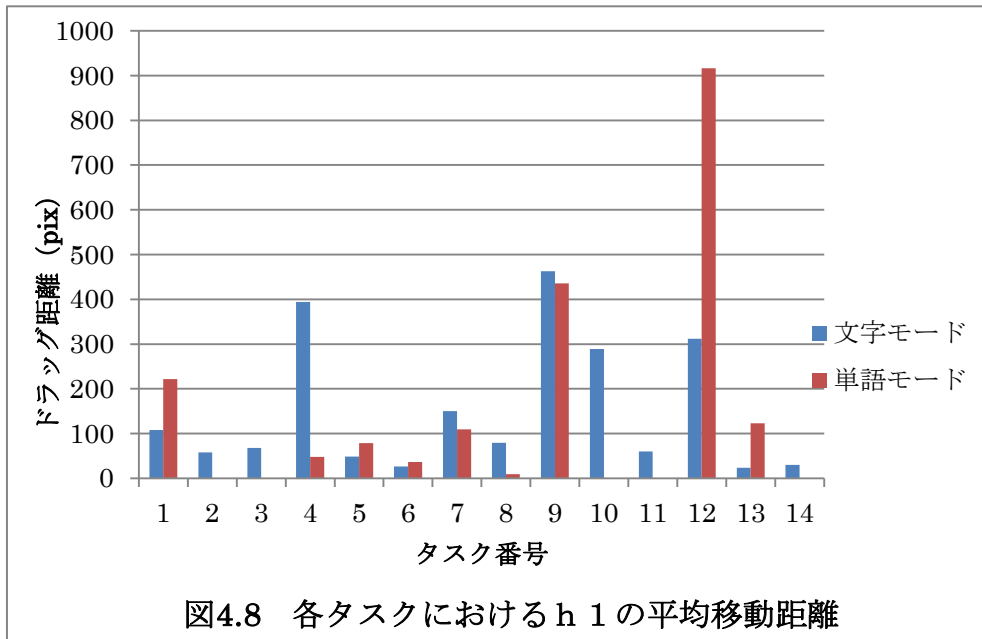
- タスク完了までの時間(図 4.3-4.4)
- 文章をタッチした回数(図 4.5)
- h1 をタッチした回数(図 4.6)
- h2 をタッチした回数(図 4.7)
- h1 のドラッグ距離(図 4.8)
- h2 のドラッグ距離(図 4.9)
- 指定範囲外の選択時間(図 4.10)
- アンケートの間1・3の数値比較(図 4.11)

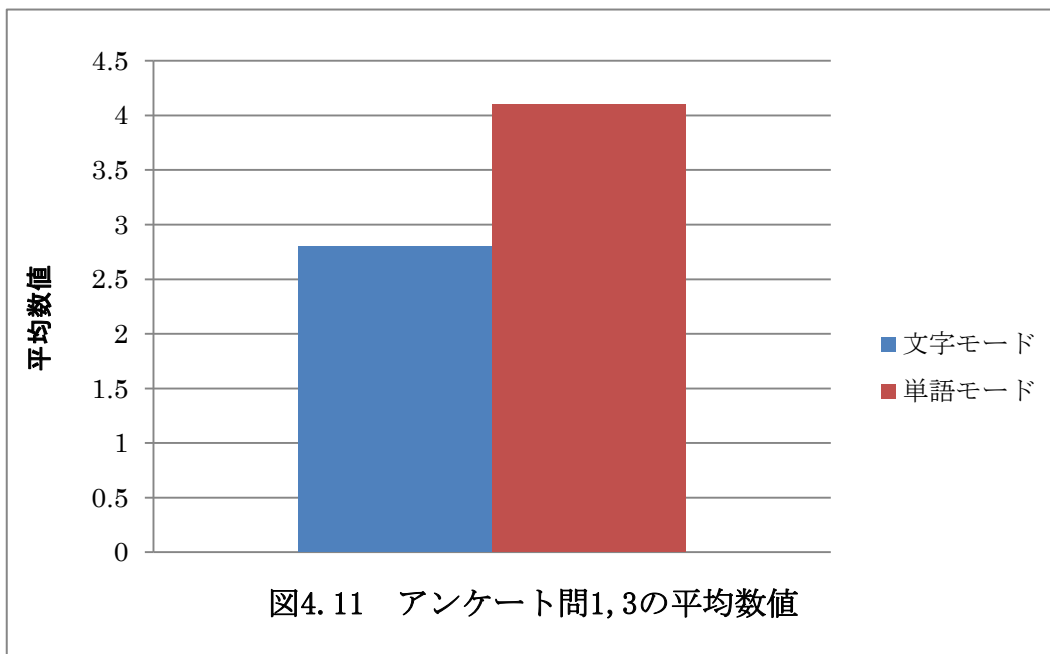
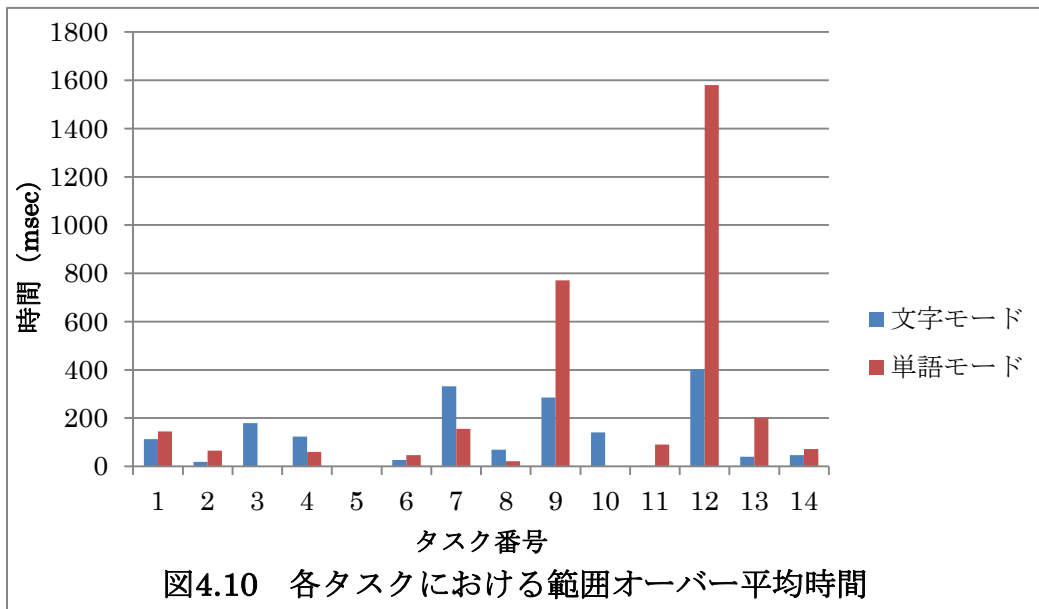
なお、タスク完了時間において、8秒以上のデータは考慮しないものとする。また、誤解答に関しては、全員が誤解答をすることがなくカウントが0であるため、今回の実験では結果に考慮しないこととする。











4.4 考察

実験結果に関する考察をそれぞれの結果を比較しながら述べる。

まず、結果から言ってしまうと、図 4.4 が示すようにタスク完了までの時間は、単語選択手法を用いた方が 2 倍以上早く終わるという結果が出ている。それをふまえて、図 4.3 に示されている、各タスクにおけるそれぞれのモードでの平均時間で、t 検定を行った結果、従来の 1 文字ずつの範囲選択手法に対して、私たちが提案した単語選択手法は、タスク完了時間の平均値に有意な差があった。 $(t(9) = 2.24, p = 0.043)$

また、図 4.11 に示す、実験後に行ったアンケートにおける問 1 と 3 の結果で、マン・ホイットニーの U 検定を用いて有意水準 5% として検定を行ったところ、それぞれのモードの使いやすさのアンケート結果に、有意な差があった。 $(U = 8.00, p = 0.0007)$

さらに、アンケートの問 5、単語選択手法を自分の持っている、あるいは持っているとするタブレット型端末に実装したいと思うか、という質問に対しては、1 人が 2 をつけ、6 人が 4 を、3 人が 5 をつけるという結果になった。大雑把に結果だけを見てみると、単語選択手法は、従来の 1 文字選択手法に比べると、作業時間が大幅に短縮され有意性を持ち、ユーザからのフィードバックもより良いものとなっているようだ。

では次に、それぞれのタスクに関して、単語選択手法がどのように働いたのかという観点で詳しく結果を考察する。今回の実験で用いたタスクは、いくつか種類分けができる。1 単語のタスク (3, 10)、2 単語のタスク (6, 8, 9, 13) 短文のタスク (2, 4, 12)、英語のタスク (7, 12)、行を跨ぐタスク (1, 3, 5, 7, 11, 12, 13, 14) である。そして、単語モードの方が文字モードよりも平均時間が長くなってしまったのはタスク 5, 13, 14 である。

上記のタスクにおいて共通していることは、行跨ぎのタスクであるということである。行を跨ぐタスクに関しては、単語モードと文字モードの両方で必然的に指定範囲外にハンドルが出てしまう。文字モードだと自分が指を置いている位置にハンドルが来るのでそのまま指定位置までハンドルを移動させればよいが、単語モードの場合、行を跨いでハンドルを操作したときに、場所によってはその移動先の単語の文字列だけ勝手に左に移動してしまうということが起こってしまっていたようで、その結果ハンドルが自分の予想していない位置に移動してしまうということがあった。また、時間がかかってしまったこの 3 問に関しては、始点と終点の位置が行を跨いだ先で、左

右に離れてしまっているという特徴があり、ハンドルのぶれの影響が大きく出ているということがわかる。タスク 5 に関しては、全文選択ということで、どちらのモードにおいても h2 を上から下までおろすだけなので、大体両方ともタイム自体に何秒も差がつく人はほとんどいなかった。しかし、参考記録として 10 人のうちの 2 人だけが単語モードの方で 10 秒ほど余計に時間がかかってしまっていた。実験の様子を映像で確認してみたところ、その 2 人に共通することは、ある程度広い範囲選択を行う際に真ん中付近をタップし、そこから始点と終点の両方を順番に合わせていくという方法をとっていたということと、比較的指が大きいということだった。先に始点を合わせてしまえば、あとは h2 を下に下げて終点を合わせるだけで済むのだが、真ん中からスタートするこの方法では、始点と終点の両方を合わせなければならず、行跨ぎのタスクを 2 間解いているような状態になってしまっていたのである。このようなことから、行を跨ぐような範囲選択においては、今回の単語選択手法だとあまり適しているとは言えないようである。

逆に単語モードが明らかに文字モードよりも適しているのは、1 単語のタスクや行跨ぎでない 2 単語のタスクのようだ。これらは、1 回のタップやハンドルを少し動かすだけで容易に選択できるため、タスク完了時間も文字モードに比べると大分短くなっている。また、最小限の動きで選択できるため、指定範囲外の選択時間も短くなっており、より正確に選択ができていることもわかる。特にタスク 1 と 7 に関しては、行跨ぎタスクでありながら行跨ぎの部分が 1 単語になっているので、1 タップで行跨ぎを行うことができ、実質行跨ぎを無視することができることから、文字モードのときよりも短い時間でタスクが完了できるという結果がでている。

また、英語のタスクに関しては、日本語と違って各アルファベットによって文字幅が異なるので、特に i や l や t などの細いアルファベットは、文字モードでは選択しづらくなり、単語モードの方が有利になるであろうと私たちは予想していた。しかし、結果を見てみると、どちらもタスク完了時間は短くなっているものの、こちらが思ったほどの差はでなかった。さらにはタスク 12 が全タスク中最も時間がかかってしまっているものとなっているのだが、これは被験者の間のタイムのばらつきによるところが大きい。単語モードにおいて、最も早い人は 5.8 秒でタスクが完了しているのだが、最も遅い人は 48 秒かかってしまっている。映像で確認してみると、大体の被験者は最初のタップでしっかりと最初の単語を範囲選択できており、そのまま h2 を左にスライドすること

により短時間で範囲選択できていたが、最も時間がかかってしまった被験者は、最初の単語である「it's」の選択に苦しんだようである。比較的細いアルファベットの集合した単語であるため、これ自体も日本語2文字よりも小さいものとなっているのだが、場所が右端にあるということで行跨ぎ時の範囲選択のブレがかなり起きてしまっていたようだ。また、アンケート結果では、文字モードの使いづらさの理由として一番多かったのが、アルファベット1文字ずつでハンドルを動かすことが難しいというものであり、単語モードの使いやすさの理由として1番多かったのが、英文での単語選択が非常に楽であったということだった。

では、各タスクの種類ごとにタスク完了までの平均時間でt検定を行ってみた結果を以下に示す。

1 単語のタスクでは、2つの手法のタスク完了時間の平均値に有意な差があった。

($t(9) = 14.4, p = 0.044$)

2 単語のタスクでは、2つの手法のタスク完了時間の平均値に有意な差があった。

($t(9) = 7.60, p = 0.017$)

短文のタスクでは、2つの手法のタスク完了時間の平均値に有意な差はみられなかった。($t(9) = 1.25, p = 0.430$)

英文のタスクでは、2つの手法のタスク完了時間の平均値に有意な差はみられなかった。($t(9) = 0.98, p = 0.356$)

行跨ぎのタスクでは、2つの手法のタスク完了時間の平均値に有意な差は見られなかった。($t(9) = -0.243, p = 0.816$)

この結果により、今回のシステムでは1単語や2単語の範囲選択においては、従来の手法と比べて、有意差を明確に示すことができたといえる。

今回は実験結果として主にタスク完了までの時間と、指定範囲外選択時間を考察したのだが、他の要因、例えば各ハンドルのタッチ回数などは、ユーザの範囲選択方法による差や、タスクによる差が出てしまい、あまり参考にならない結果となった。これらの反省は次に活かしていきたい。

第5章 まとめ

今回の研究では、画面を直接指で触って操作するという、タブレット型端末の特性を考慮し、文章の範囲選択を簡略化する手法として「単語選択手法」を提案し、評価実験を行った。評価実験の結果と考察をまとめると、単語選択手法が有効にはたらくのは、1単語や2単語などの短い文章を範囲選択する場合であり、長文ではハンドルを上下に動かして行を跨ぐ範囲選択となるので、単語ごとに範囲選択できるという機能性を活かすことはできていなかった。また、単語モードで行を跨ぐ選択を行う際に、今回の実験システムでは、選択範囲のブレが生じてしまい、思うようにハンドル操作ができなくなることがあるということがわかった。さらに、先に始点を決めてしまってから終点を動かして範囲選択するという方法と、真ん中ぐらいから範囲選択を始めて、そこから始点と終点を合わせていくという方法をとる人とは、今回の実験システムでは差が出てしまったように思える。

今後の展望としては、行を跨ぐ範囲選択を行う際にさらなるシステムの工夫が必要となるので、そこを改善していくということが最重要課題となる。また、範囲選択のユーザ側のやり方によるタスク完了時間や正確性の違いなども、比較実験して検証していきたい。それらの結果を踏まえたうえで、単語選択機能としての最適な形を追求していきたい。タブレット型端末における範囲選択の簡略化に貢献できるシステムとしていきたい。

謝辞

卒業論文を完成するにあたり、ご指導ご教授くださいました三浦准教授に御礼申し上げます。また、評価実験およびアンケートにご協力いただいた九州工業大学工学部の有志の方々に対し、心より感謝いたします。

参考文献

- [1] 株式会社 MM 総研, スマートフォン契約者数調べ 2013 年 9 月
(<http://www.m2ri.jp/newsreleases/main.php?id=010120131009500>)

- [2] Prince McLean 「Apple タブレットへの系譜：タブレットコンピューティングの歴史」 2010
(<http://d.hatena.ne.jp/silvervine/20100120/1263980471>)

- [3] 赤堀 侃司, 和田 泰宜. 学習教材デバイスとしての iPad・紙・PC の特性比較. 白鷗大学教育学部論集 6(1), 15-34, April 2012.

- [4] 株式会社半導体エネルギー研究所, SHARP. 新しい結晶性酸化物半導体 CAAC (C-Axis Aligned Crystal) June 1, 2012

- [5] Benko, Hrvoje, Andrew D. Wilson, and Patrick Baudisch. "Precise selection techniques for multi-touch screens." *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems*. ACM, 2006.

- [6] Fucella, Vittorio, Poika Isokoski, and Benoît Martin. "Gestures and widgets: performance in text editing on multi-touch capable mobile devices." *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 2013.

- [7] スマートフォンとモバイルを活用するブログメディア S-MAX
(<http://s-max.jp/archives/1481675.html#more>)