

# タッチスクリーン機器における 視覚障害者に使いやすいボタン配置に関する検討

## Accessible button arrangements of touchscreen interfaces for visually impaired people

北村 直也<sup>†</sup> 三浦 貴大<sup>‡</sup> 坂尻 正次<sup>†</sup> 大西 淳児<sup>†</sup> 小野 東<sup>†</sup>  
Naoya Kitamura<sup>†</sup> Takahiro Miura<sup>‡</sup> Masatsugu Sakajiri<sup>†</sup> Junji Onishi<sup>†</sup> Tsukasa Ono<sup>†</sup>

### 1. はじめに

タッチスクリーン機器の普及が進み、銀行の ATM のような設置型のみならず、スマートフォン・タブレット端末のモバイル型などの増加も著しい。しかし、これらタッチスクリーン機器は、ハードウェアスイッチが少なく触覚フィードバックがない。このため、視覚障害者を想定したアクセシビリティ機能が導入されており、彼らへの普及も進んでいる[1,2]。代表的なアクセシビリティ機能は、iOS の VoiceOver, Android の TalkBack が挙げられる[3,4]。これら機能の起動時には、ユーザがスクリーン上のアイコンに触れると、そのアイコンの内容が読み上げられる。このアイコンの選択には、このアイコン上で二回素早くタップ(ダブルタップ)するか、アイコンに指を当てたまま他指で画面上の別地点をタップ(スプリットタップ)すれば良い。

しかし、特に全盲者においては、このようなアクセシビリティ機能の使用下でも、オブジェクトの配置のされ方によっては目的の操作を行いにくい。また、全盲者が使いやすい画面の設計指針などは、あまり検討されていない。

そこで本研究では、全盲者が使いやすいボタン配置の提案を最終目的とする。このために、ボタンを一次元的(縦／横のみ)もしくは二次元的に配置したときの、ボタン数ごとの使いやすさについて実験的に検討した。

### 2. ボタン配置ごとの押し易さに関する検討

#### 2.1 実験協力者

実験には 9 名の視覚障害者(男性 8 名、女性 1 名、年齢: 20~24 歳)が参加した。内訳は、全盲者(VoiceOver ユーザ) 4 名、弱視者(VoiceOver を使い始めて半年以内のユーザ) 2 名、弱視者(VoiceOver 使って半年以上) 3 人である。5 人が先天性、4 人が後天性の視覚障害である。彼らのタッチスクリーン端末の使用経験は、2 年が 5 人、4 年が 2 人、5 年および 6 年がそれぞれ 1 人ずつであった。

#### 2.2 実験方法

本実験は、タッチスクリーン端末向けの実験用アプリケーションを作成の上、ボタン数ごとの押しやすさについて検討した。

実験アプリケーションの概観を、実験の流れと共に図 1 に示す。このアプリケーションは、1)開始画面、2)記憶画面、3)待機画面、4)入力画面の 4 つが順次提示されるようになっている。本アプリケーションは Xcode 5.1.1 上で開発され、Apple iPhone 5s (OS: iOS 7.1)に実装された。本アプリケーション上の各ボタンは VoiceOver 利用時に、各ボタンに書かれた文字が音声読み上げされるよう、都道府県

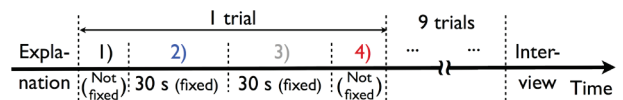


図 1. 実験の流れ(上)と実験アプリケーションの概観(下)

名をランダムで表示した。また、画面遷移された旨が解るよう、その旨を音声で提示した。

実験の流れを述べる。まず、1)の画面がタップされた直後に、2)記憶画面に遷移する。この画面は 30 秒間提示され、実験協力者は表示されたボタン配置を覚えるように教示される。ボタン配置は 4 条件あり、ボタンが 4 個の場合で 3 通り(縦 4×横 1, 縦 1×横 4, 縦 2×横 2)、ボタンが 12 個の場合で 1 通り(縦 4×横 3)である。ボタン数の選定理由は、4 個が最小の平方数であること(最も 2 次元配置を簡単にできる条件)、12 個が 5 タッチ入力の際に使われるボタン数であることに依る。

3)待機画面(30 秒間表示)に遷移後には、実験協力者は画面から手を離すよう教示される。この後に、入力画面に遷移した後で、実験協力者は 2)の画面で覚えたボタンを押す。その後で再度 1)の画面に戻る。この流れを、同一のボタン配置で 10 回繰り返す。実験協力者は、合計で 40 回のボタン押しを行なった。また、実験終了後にインタビューを実施し、覚えやすさや操作上の方略について質問した。

上記の実験は、VoiceOver などの読み上げ音声聞きやすいよう、静かな環境で行った。また、視覚情報なしでの記憶しやすさを調べるため、スクリーンカーテンモードを使用し、ディスプレイ上に各画面が表示されないようにした。

#### 2.3 評価項目

評価に当たっては、ボタンの押し位置、表示後時間やエラー率を実験アプリケーション上で取得した。また、実験終了後のインタビューで次の 12 項目について質問を行なった。

##### ▼これまでの操作状況(6項目):

(1) 端末を持つ/操作する手、(2) 端末を把持して/置いて使うか、(3) タッチスクリーン端末の使用経験(年数)、(4) 音声読み上げ機能の使用経験(年数)、(5) 普段使用している端末、(6) 普段使用しているジェスチャ。

<sup>†</sup> 筑波技術大学 保健科学部

<sup>‡</sup> 東京大学 高齢社会総合研究機構

### ▼本実験での使用状況(6項目):

(7)ボタン4つの時の使いやすいボタン配置, (8)押しやすいボタン形状, (9)ボタンの探索方法, (10)ボタンの記憶方法, (11)ボタン数による主観的負担, (12)自由回答.

## 3. 結果と考察

### 3.1 ボタン押しの所要時間とエラー率

図2にボタン押しの際の所要時間を示す。エラーバーは標準偏差を示している。ボタンが4個の際を比較すると、配置方法ごとの所要時間の有意差は見られなかった(Tukey-Kramer法,  $p > .10$ )。概ねどの条件においても、3~4秒ほどかかっていた。ただし、本実験で得られた結果を見ると、2×2の場合が最も所要時間が短かく、ばらつきも小さかった。この結果として、ボタンが4個と12個の場合の所要時間で比較すると、2×2の配置のみ、4×3の配置と比べて有意に時間が短くなる傾向が得られた(Tukey-Kramer法,  $p < .10$ )。4×3の配置の場合では、所要時間が4秒前後となっており、ばらつきも大きいものであった。ボタン数4において、縦横のいずれかのみに配置した場合では、ボタン数12の場合と有意差・有意傾向がなかった。よって、ボタンを二次元的に配置した方が、より所要時間が短縮され、操作の安定性も高まると考えられる。

なお、エラー率は、どの場合でも0%であった。本実験では、ボタン記憶がしにくい事を想定して、記憶するボタンを1つ、押すボタンを1つと設定したが、結果として天井効果が起こってしまったと言える。上記のボタン押しの所要時間は、ボタン数や配置ごとの押し易さを反映できたと考えられる一方で、エラー率を見ると、記憶しやすさを実験的には検討できなかった。今後、記憶すべきボタン数や押すべきボタン数、ボタン配置を変更するなどして難易度の調整を再度行なった上で、追加検討が必要である。

### 3.2 インタビュー結果

本予稿での実験からは、記憶しやすさについて定量的な検討は出来なかったが、インタビューにより定性的な傾向などは確認できた。この結果について考察することで、押しやすい・記憶しやすいボタン配置方法に関して追検討するための指針の具体化を狙う。

#### 3.2.1 これまでのタッチスクリーン端末の使用状況

全ての実験協力者が一方の手で把持し、もう一方の手で操作すると回答した。ただし、ボタン数や配置方法によっては、両手で把持しつつ操作するという意見も得られた。例えば、ソフトウェアキーボードの使用時などが挙げられる。今回の実験では確認できなかったが、両手・片手での操作に適した配置方法の実験的検討が必要である。

なお、全ての実験協力者はiOS機器を使っている者であった。1人がiPadのみ、7人がiPhoneまたはiPod Touchのみ、1人がiPad, iPhoneの双方を使っていると回答した。ただし、これら使用している端末による所要時間やエラー率の差は確認されなかった。画面のなぞり方について確認すると、5名が左上から、2名が左下から、1名が右側から、残りの1名が(iPadのみを使用する者)画面のなぞり方に規則性がないと答えた。普段使用する端末となぞり方の関係については今後調べる必要がある。

なお、タッチスクリーン端末や音声読み上げ機能使用年数と、所要時間の関係は特に確認できなかった。本研究での実験協力者は全て2年以上のタッチスクリーン端末の使

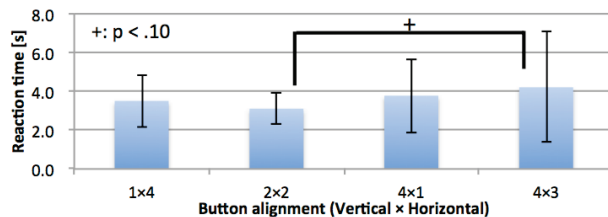


図2. ボタン押し実験の所要時間(エラーバー:標準偏差)。

用経験があり、不慣れな者がいなかったためと考えられる。

#### 3.2.4 実験条件に対する回答

ボタン数が4の場合における使いやすいボタン配置を確認した結果、2次元配置(2×2)で5人、1次元配置(1×4, 4×1)で4人が答えやすいと回答した。また、押しやすいボタン形状を確認した結果、5人が横長ボタンを、4人が縦長ボタンを押しやすいと回答した。ボタン数が4の場合では、大きな差が出なかったと言える。ボタン数が増加した場合については、更なる検討を行う予定である。

ボタンの探索方法は、実験協力者によって異なっていた。ボタン探しの順番は、左側からが8人、右側からが1名であった。ボタンの記憶方法に関しては、1名が言語的に記憶する、5名が空間的配置を記憶すると答えた。ボタン数が増加すると、ユーザの記憶方略が変わる可能性があるため、空間的・言語的要素に関する検討が必要と考えられる。

また、ボタン数の増加に伴う負担の増加を、4名が報告した。特に、一列あたりのボタン数が多い場合の負担が大きいと回答した者がいた。今回の実験協力者が横なぞりを主に行う者が多かったため、縦に配置されるボタンが多い場合は、初見の場合に負担が大きくなると予想される。

## 4. まとめと今後の展望

視覚障害者が使いやすいボタン配置を調べるため、アクセシビリティ機能使用時のボタン探索時間、エラー率、主観的負担などを検討した。結果より、1次元的なボタン配置よりも2次元的な配置の方が、操作時間の短縮や操作の安定性向上を見込めるとわかった。また、実験後のインタビュー結果を基に、更なるボタン数・配置などを検討する際の指針について考察した。この指針を基に、今後は条件を変えて追検討を実施する予定である。

### 謝辞

本研究は科学技術研究費補助金 基盤研究(B) (課題番号: 26285210, 平成26~28年度)の援助の基で実施された。

### 参考文献

- [1] T. Miura et al., "Usage Situation Changes of Touchscreen Computers in Japanese Visually Impaired People: Questionnaire Surveys in 2011-2013," Lecture Notes in Computer Science 8547, pp: 360-368, 2014.
- [2] 渡辺 哲也, 山口 俊光, 南谷 和範, "視覚障害者の携帯・スマートフォン等利用状況調査 2013," 電子情報通信学会技術研究報告 福祉情報工学, 113(481), pp:25-30, 2014.
- [3] Apple - Accessibility - iOS - Voiceover, <http://www.apple.com/accessibility/ios/voiceover/> (last checked: 2014/06/30)
- [4] Google TalkBack, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.marvin.talkback> (last checked: 2014/06/30)