

## 視覚障害ユーザのためのタッチスクリーンインタフェースのアクセシブルなボタン配置

## Accessible button allocations of touchscreen interfaces for users with visual impairments

○ 大橋 隆 (筑波技大) 三浦 貴大 (東大) 坂尻正次 大西淳児 小野東 (筑波技大)

Takashi OHASHI, Masatsugu SAKAJIRI, Junji ONISHI, and Tsukasa ONO, Tsukuba University of Technology  
Takahiro MIURA, the University of Tokyo

**Abstract:** Accessibility functions on touchscreen computers improved user experience of people with visual impairments. Regardless of this situation, they have some problems using touchscreen interfaces including smartphones and tablets. The reason includes the arrangements of accessible objects may differ for visually impaired users because of the manipulations under screen readers are different from those without screen readers, the characteristics of desired object sizes and arrangements on the touchscreen computers for the visually impaired remain unclear. In this paper, our objective is to clarify the accessible button arrangement characteristics in smartphones for visually impaired users. We studied these characteristics by evaluating reaction times and error rates in a memory experiment of a single button from some arranged buttons in a smartphone for visually impaired people under a screen reader condition. As a result, performance of reaction time on the button selecting task with a single button increased as the number of buttons increased; buttons aligned more similar to two-dimensional than one-dimensional allocations. However, error rates were generally lower in the case of two-dimensional button arrangements, especially in partially visual impaired users.

**Keywords:** Visually impaired people, touchscreen computers, accessible button arrangements, gestures in screen reader.

## 1. はじめに

晴眼者のみならず視覚障害者においても、スマートフォン・タブレット端末の普及が進んでいる<sup>(1,2)</sup>。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<sup>(1,2)</sup>。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<sup>(3,4)</sup>。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。Miura らはスプリットタップよりもダブルタップの方がよく使われる旨を報告している<sup>(2)</sup>。また、ボタンサイズや場所に対する操作時間などを調査し、タッチスクリーン端末の中央部にボタンがある際が最も操作時間が短く出来る旨を報告した<sup>(5)</sup>。一方で、Kane らはタッチスクリーン端末における使いやすいジェスチャなどについて報告している<sup>(6)</sup>。VoiceOver, TalkBack も OS の発展とともに機能追加が進み、視覚障害者のアクセシビリティは日進月歩で進展している。

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きにくい。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。北村らは、ボタン数が4つ、12つの場合について簡易的な実験を行い、様々な仮説を提案している<sup>(7)</sup>。しかし、これらの仮説については、より実験的に詳細な検討が求められる。

そこで本研究の最終目標を、スマートフォンやタブレットなどのタッチスクリーン端末における開発者向けのガイドライン作成を行うことである。特に本論文では、視覚障害者が使いやすいボタン配置条件を明らかにすることを目的とする。このため、実験用アプリケーションをスマートフォンに実装の上で、ボタン押しを視覚障害ユーザに行わせ、反応時間や正答率などに分析した。

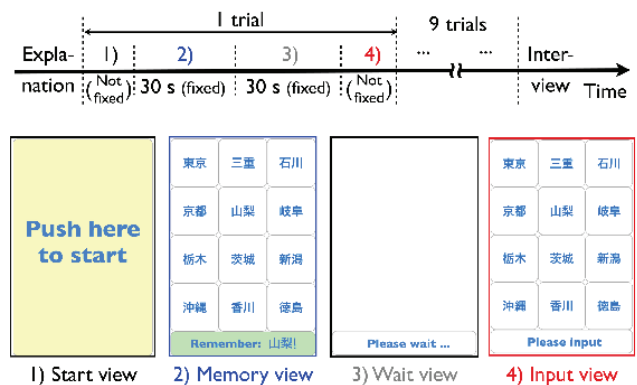


図 1. 実験の流れ(上)と実験アプリケーションの概観(下)

## 2. ボタン押し実験

## 2-1 実験協力者

実験には 10 名の視覚障害者(平均年齢: 24.6 ± 5.3 歳)が参加した。内訳は、全盲者 5 名、弱視者 5 名である。このうち、9 名がタッチスクリーン端末を 1 年以上使用した経験があった。また、全ての全盲者がタッチスクリーン端末におけるスクリーンリーダーの使用経験がある一方で、弱視者では 1 人のみスクリーンリーダーの使用経験があった。7 名が右利きで 3 名が左利きであった。

## 2-2 実験方法

## 2-2-1 実験アプリケーション

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 6.3 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。

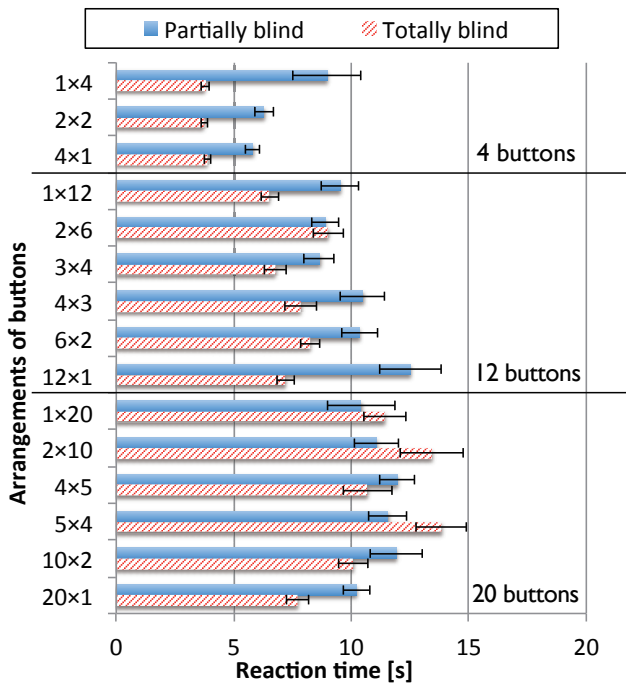


図 2. 各ボタン条件におけるボタン押し実験における反応時間。エラーバーは標準誤差を示す。

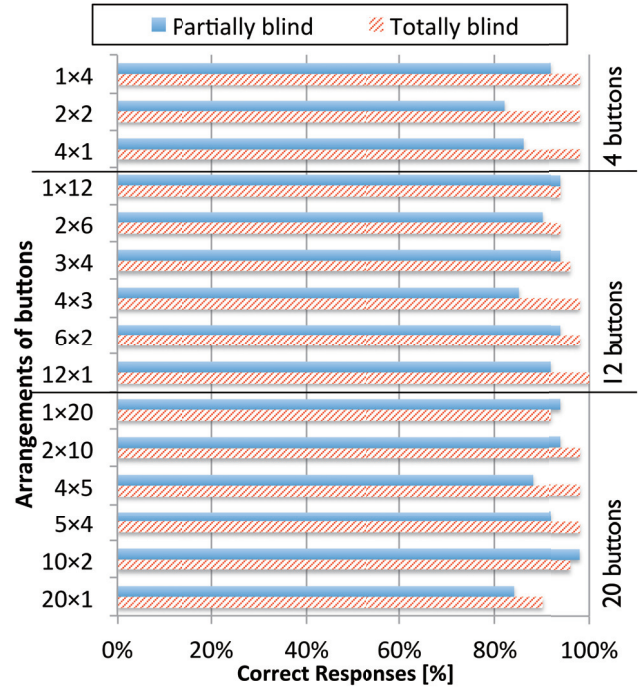


図 2. 各ボタン条件におけるボタン押し実験の正解率

### 2-2-2 実験の流れ

図 1 の上図に実験のタイムラインを示す。まず、図 1 下図の 1)の画面上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 15 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 6 通り(縦 12×横 1, 縦 6×横 2, 縦 4×横 3, 縦 3×横 4, 縦 2×横 6, 縦 1×横 12), ボタンが 20 個の場合で 6 通り(縦 20×横 1, 縦 10×横 2, 縦 5×横 4, 縦 4×横 5, 縦 2×横 10, 縦 1×横 20)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 個および 20 個がテキスト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 150 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。

### 2-2-3 評価項目

評価に当たっては、ボタンの押した位置、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。

#### ▼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

図 2 および 3 に、各ボタン条件におけるボタン押し実験における反応時間と正解率をそれぞれ示す。条件ごとに、全盲者・弱視者ごとに分けて平均値を算出している他、図 2 のエラーバーは標準誤差を示している。3 元配置分散分析の結果から、実験参加者の視覚障害状況、ボタン数、ボタン配置のどの条件においても有意な主効果が確認された ( $p < .01$ )。さらに、Tukey 検定の結果より、全盲者においては、どのボタン条件間においても有意差が確認できることがわかった。しかし、弱視者の場合は、4 個と 12 個、4 個と 20 個のボタン条件間で反応時間に有意差はあったものの ( $p < .01$ )、12 個と 20 個のボタン条件間で反応時間には有意差は確認できなかった ( $p = .49$ )。実験協力者へのインタビュー結果によると、ボタン数が増加するに従って主観的な負担感が増加したとあった。一部の協力者においては、ボタンの記憶方法を言語的に記憶する場合から、空間的に記憶するよう方略を変えたものもいた。なお、この方略変化は、協力者によっては逆になっていた。この方略変化は、弱視者で主に見られ、全盲者ではあまり確認できなかった。この相違点は、情報を普段取得しているモダリティに依存することが示唆される。つまり、主にスクリーンリーダーからの音声を使うか、もしくは視覚情報を用いるかである。よって、弱視者の場合は、双方の操作ができるために、ボタン数ごとに方略を切り替えている可能性がある。

ボタン配置が 1×4, 1×12, 12×1, 20×1 のとき、全盲者は弱視者よりも有意に反応時間が早かった ( $p < .05$ )。しかし、別の条件においては、二者における有意差は確認できなかった。これらの結果は、弱視者の方がボタンを縦方

向・横方向のみになぞる行動に慣れていないためと考えられる。弱視者へのインタビュー結果によると、これらのボタン配置の条件の時に、ボタンの位置を記憶するのに混乱することがあった。特に、20×1のボタン配置条件の時に、ボタンをなぞって覚えることに困難を感じるケースが多かったと言う。さらに、主観的な負担感についても、2次元的なボタン配置を好む参加者ほど、このボタン配置条件の負担感が大きいと回答した。これらの回答があった条件においては、正答率(図3)にも反映されており、他条件と比べて有意に正答率が低いものとなっている。

以上の結果から、本実験から得られた結果をまとめると次の通りである：

- ・ 1次元的なボタン配置は、全盲者にとってスピーディーな操作を助けられる。
- ・ 2次元的なボタン配置は、弱視者にとってより精密な操作を助けられる。

#### 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、正答率などについて検討した。結果より、1次元的なボタン配置は全盲者にとっては迅速な操作に繋がり、2次元的な配置では弱視者の操作の安定性を高められるとわかった。

今後は、ボタンの位置など他の条件についても、詳細な分析を行うとともに、使いやすいスクリーンキーボードについても調査・提案などを行うつもりである。

#### 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年~28年度)より支援を受けて実施された。

#### 参考文献

- (1) 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.
- (2) T. Miura et al., "Usage Situation Changes of Touchscreen Computers in Japanese Visually Impaired People: Question-naire Surveys in 2011-2013," Lecture Notes in Computer Science 8547, pp: 360-368, 2014.
- (3) Apple - Accessibility - iOS - Voiceover, <http://www.apple.com/accessibility/ios/voiceover/> (last checked: 2015/06/30)
- (4) Google TalkBack, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.marvin.talkback> (last checked: 2015/06/30)
- (5) T. Miura, M. Sakajiri, M. Eljailani, H. Matsuzaka, J. Onishi, T. Ono, "Accessible Single Button Characteristics of Touchscreen Interfaces under Screen Readers in People with Visual Impairments," Computers Helping People with Special Needs, Lecture Notes in Computer Science, 8547, 369-376, (2014).
- (6) S. K. Kane, J. O. Wobbrock, and R. E. Ladner. Usable gestures for blind people: understanding preference and performance. In Proc. 2011 Annu. Conf. Hum. factors in Comput. Syst., 413-422. ACM, 2011.

- (7) 北村 直也, 三浦 貴大, 坂尻 正次, 大西 淳児, 小野 東, "視覚障害者に使いやすいボタン配置における検討", 第13回 情報科学フォーラム, 427-428, (2014).