

令和 6 年 5 月 30 日現在

機関番号：13801

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K17845

研究課題名（和文）全盲児の能動的なタブレット活用を支援する触運動学習システムの開発

研究課題名（英文）Development of haptic perception training system for children who are blind in order to support their active utilization of tablets

研究代表者

西村 崇宏（Nishimura, Takahiro）

静岡大学・情報学部・講師

研究者番号：70733591

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、全盲児のタブレット操作に対する適切な触運動の獲得を支援する基礎研究の位置づけとして、非視覚環境下での指先の触運動特性の評価を行った。具体的には、タブレット上での指先の検出位置座標の計測やモーションキャプチャによる運動解析を行い、視覚が遮蔽された条件下でタブレットの基本操作に伴う手指運動の特性を調べた。その結果、視覚活用の有無によってタップやドラッグなどの基本操作に伴う指先の運動特性は異なる可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

障害者権利条約への批准に伴い、障害の有無によらずモノやサービスにアクセスしやすい環境の整備が進められている。こうした中、タッチパネルを搭載したスマートフォンやタブレットは視覚障害者の情報保障や学習活動、QOL向上のためのツールとして広く活用されるようになり、もはやなくてはならないものとして認知されている。しかし、触覚フィードバックの少ないタッチパネルは視覚依存性が高く、視覚障害者にとって使いにくい場合も多い。本研究は、視覚障害者のタブレット操作におけるアクセシビリティおよびユーザビリティの向上に寄与するものであり、障害の有無による情報格差の解消に向けて有用な知見を示すことができたと考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we evaluated motion characteristics of haptic perception in a non-visual environment as foundational research to support the acquisition of appropriate finger motion for tablet operation by children who are blind. Specifically, we measured the coordinates of finger detection positions on the tablet and conducted motion analysis through motion capture to examine the characteristics of finger movements associated with basic tablet operations under non-visual conditions. As a result, it was suggested that the motion characteristics of haptic perception associated with basic operations such as tapping or dragging may differ depending on the utilization of vision.

研究分野：人間工学

キーワード：人間工学 視覚障害 ユーザビリティ 触運動

1. 研究開始当初の背景

障害者権利条約への批准に伴い、障害の有無によらずモノやサービスにアクセスしやすい環境の整備が進められている。こうした中、視覚障害者の情報アクセスや学習活動、QOL (Quality of life) 向上のためのツールとして、タブレットなどのタッチパネルを搭載した情報端末が広く活用されるようになった。とくに、外界からの情報取得に制限のある全盲の視覚障害者にとってスマートフォンやタブレットは、音声読み上げ機能などを活用して幅広い情報に主体的にアクセスできるツールとしてなくてはならないものとなっている。

一方、画面上に触覚的な手掛かりがなく、触れただけで操作手順が進んでいくタッチパネルでは、操作結果を視覚以外の感覚器から取得しつつ、GUI (Graphical user interface) と指先の相対位置関係を把握しながら操作しなければならないため、実物体とは異なる触り方 (触運動) が求められる場面が多く存在する。全盲者の多くは音声読み上げ機能を使ってタッチパネルを利用するが、画面を3本指でダブルタップしたり、左右に指を滑らせたりするジェスチャー操作によって読み上げの再生や項目の選択を行う。日常生活ではあまりすることのないタッチパネル操作に特有の手指の使い方が求められるため、左右に指を滑らせたつもりが上下に対する操作と誤って認識されるなど、思い通りに操作ができずにストレスを感じることも多い。

指を真っ直ぐに動かしたり、適切な力で触れたりといった触運動の統制は、タッチパネルの操作だけでなく、点字を読んだり、物の大きさや形を触察したりする際など、全盲児が日常生活を営む上で非常に重要なスキルである。例えば、点字の読み書きに伴う上肢の運動は、肩や肘、手首、手指など複数の関節を起点とした円運動の集合である。そのため、特別支援学校 (視覚障害) などでは、点字学習のレディネスとして、直線的かつ滑らかに点字をなぞる動作を習得するため、スライディングブロック (図1) などの教材を使って指導が行われることもある。しかし、タブレットなどを操作するための触運動に特化した学習はほとんど行われておらず、スライディングブロックに相当する教材も見当たらない。GIGA スクール構想などの後押しを受けて学校教育現場にもタブレットなどの ICT 機器が急速に普及している現状を踏まえると、これらの機器に親しみ、適切に活用していくための素地を養う指導が重要になってくる。

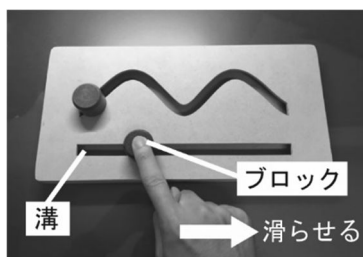


図1 スライディングブロック

2. 研究の目的

本研究の目的は、全盲児のタブレット操作に対する適切な触運動の獲得を支援する基礎研究の位置づけとして、視覚活用の有無による指先の触運動特性の違いに関する知見を収集することである。

3. 研究の方法

まず、視覚を遮蔽した晴眼者を対象として、非視覚環境下での指先の触運動特性の評価を実施した。タブレット上での指先の検出位置座標の分析や、モーションキャプチャシステムによる指先の運動解析を行い、視覚が遮蔽された条件下でタップやドラッグなどのタッチパネル端末の基本操作に伴う手指運動の特性を調べた。具体的には、タッチ位置座標を経時的に記録するアプリケーションソフトウェアを作成し、投影型静電容量方式のタブレット上で動作させた。このソフトウェアを使用し、タブレット上で指を上下左右方向に100mm滑らせる課題を実施した。指先の移動速度は統制せず、普段のタブレット操作を意識するよう教示したうえで参加者の任意とした。また、指先の軌跡や移動速度をより精緻に計測するため、モーションキャプチャシステム (OptiTrack V120: Trio) による計測を行った。

次に、視覚が活用できない条件下で、触覚的な手掛かりがタッチパネル端末のパフォーマンスに及ぼす影響を評価した。ここではまず、より多くの視覚障害者がユーザとして活用しているスマートフォンを対象として実験を行うこととした。触覚フィードバックが得られにくいタッチパネルを非視覚環境下で操作することでパフォーマンスが低下することは自明であるが、スマートフォンの操作パフォーマンスに視覚以外のモダリティがどの程度影響を与えるのかといった基礎的知見は十分に報告されていない。そこで本実験では、触覚的な手掛かりの有無がスマートフォンのテンキー操作に及ぼす影響を調べた。具体的には、テンキーの操作部を参加者から視覚的に遮蔽した状態で0から9までの数字を入力させる課題を参加者に課し、テンキーの5番

キー上に凸点を付した条件とそうでない条件の2水準の下で、操作に要する時間、エラー率、主観的な操作感を計測および比較することで、パフォーマンスに及ぼす影響を調べた。

4. 研究成果

タブレット上で指先を滑らせる実験では、図2に示す右方向の計測例のように、視覚ありの条件では概ね直線的に指先を移動できているのに対し、視覚を遮蔽した条件では、指先の運動軌跡が終端辺りから軌道が弧を描くように下方向に向かってずれていく傾向を確認することができた。

スマートフォンのテンキー操作における触覚的な手掛かりがパフォーマンスに及ぼす影響を調べた実験について、各指標の結果⁽¹⁾を図3に示す。エラー率については凸点の有無の主効果が有意であり [$F(1, 14) = 10.2, p < 0.01, \eta^2 = 0.095$], 凸点ありの条件でエラー率は有意に低下した。操作時間については、凸点の有無による有意差は認められなかった。主観的な操作感については、凸点の有無の主効果が認められ [$F(1, 14) = 7.9, p < 0.001, \eta^2 = 0.426$], 凸点がある条件で操作感は有意に高かった。結果を整理すると、凸点を付すことで正確性と主観的操作感は向上するが、操作時間への影響は小さかった。エラー率低下の理由としては、5番キー上に付された凸点をランドマークとして、各ボタンの相対的な位置関係が把握しやすくなったためであると考えられる。なお、ボタンのサイズや配置間隔、筐体のサイズや形状、実験課題の種類といった因子によっても結果は異なる可能性があるため、今後詳細な検討が必要になると考えられる。

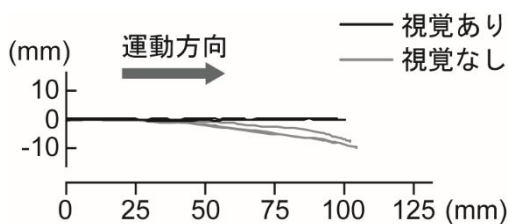


図2 指先の運動軌跡の計測例

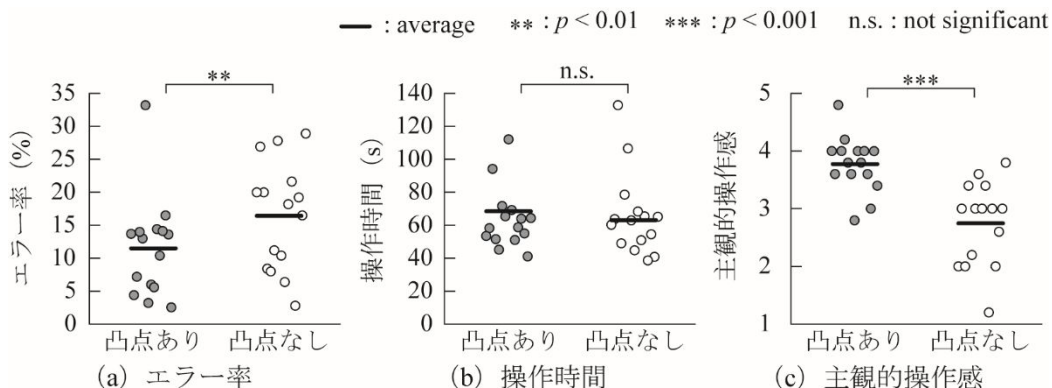


図3 5番キー上の凸点の有無によるスマートフォンの操作パフォーマンスの違い

参考文献

- (1) 西村崇宏, 土井幸輝, 藤本浩志 (2022) 触覚的な手掛かりがタッチパネル携帯端末のテンキー操作に及ぼす影響. 第24回日本感性工学会大会, 1B-2-06.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 西村崇宏, 土井幸輝, 澤田真弓, 米丸加代	4. 巻 47
2. 論文標題 視覚障害のある子どもの教育活動における支援機器の活用	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 バイオメカニズム学会誌	6. 最初と最後の頁 39-44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3951/sobim.47.1_39	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 西村崇宏, 土井幸輝, 藤本浩志
2. 発表標題 触覚的な手掛かりがタッチパネル携帯端末のテンキー操作に及ぼす影響
3. 学会等名 第24回日本感性工学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西村崇宏, 菅間敦, 高橋真吾, 杉木紗矢香
2. 発表標題 特別支援学校中学部での総合的な学習の時間におけるVRを用いた授業実践
3. 学会等名 日本人間工学会第64回大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 西村崇宏	4. 発行年 2023年
2. 出版社 慶應義塾大学出版会	5. 総ページ数 200
3. 書名 視覚障害教育の基本と実践「第7章 視覚障害教育における情報機器の活用」	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------