

令和 3 年 4 月 28 日現在

機関番号：82705

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K18142

研究課題名（和文）デジタル教科書・教材のためのユーザビリティ技術基盤の確立

研究課題名（英文）Establishment of the foundation of usability engineering for digital textbooks and other materials

研究代表者

西村 崇宏（Nishimura, Takahiro）

独立行政法人国立特別支援教育総合研究所・発達障害教育推進センター・研究員

研究者番号：70733591

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、タブレットなどのタッチパネル情報端末に取り込んだデジタル教科書・教材のユーザビリティ向上を目指して、ドラッグに関する操作性および運動特性を評価した。その結果、ドラッグで操作するスライダについて、指先とスライダサムの移動比率を変化させることで操作性は向上する可能性が示唆された。また、ピーク速度の出現時点を境界としたときの運動成分の比率など、ドラッグの運動特性に関する基礎的な知見を得ることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

タッチパネルのユーザビリティについて、タップやスタイラスによる入力を対象とした研究はこれまで数多く行われてきたが、基本的な操作方法の一つであり、教育用コンテンツでも頻繁に利用されるドラッグのユーザビリティについては十分な知見を得られていなかった。これに対して本研究では、ドラッグの操作性および運動特性に関する基礎的な知見を示すことができた。本研究で得られた知見は、タブレットなどで動作させるデジタル教科書・教材のユーザインタフェース設計において有益であると考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to evaluate the operability and motion characteristics of drag to improve the usability of digital textbooks and other materials incorporated into touch screen devices. From this study, it was suggested that the operability of a slider operated by drag could be improved by changing the movement ratio between the fingertip and the slider-thumb. We also obtained basic knowledge about motion characteristics of drag, such as the ratio of motion components when the point of appearance of the peak velocity is the boundary.

研究分野：人間工学

キーワード：デジタル教科書・教材 ユーザビリティ タッチパネル

1. 研究開始当初の背景

本格的な高度情報社会の到来を受けて、我が国の学校教育においても、情報教育の推進や ICT (Information and Communication Technology) 技術の導入が進んでいる。その一つとして、タッチパネル情報端末に取り込んだデジタル教科書・教材が教育現場に積極的に導入され、子どもたちの学習や教員の指導のためのツールとして活用されている。しかし、子どもたちが学習で使う教材としてタッチパネルを見たときに、改善すべきユーザビリティ要件は依然として残されている。特に、子ども自身が操作して学習で使用する学習者用デジタル教科書・教材では、操作性の良し悪しが子どもの学習環境に直接的な影響を及ぼすことから、使いやすいインタフェース設計のために必要不可欠となる人間工学的知見の収集や、それに基づくユーザビリティ技術基盤の確立が課題となっている^(1,2)。

タッチパネルを入力インタフェースとして捉えた場合、正確に効率良く快適に使用できることは UI (User Interface) 設計上重要な視点であり、ユーザビリティ向上に寄与する知見を得るために数多くの研究が行われてきた。タッチパネルでは、アイコンやボタンをタップして選択したり、スタイラスを使って文字や数字を記入したり、指先でオブジェクトをドラッグして移動させたりするなど、様々な操作方法が採用されている。しかし、タッチパネルのユーザビリティに関する先行研究の多くはタップやスタイラスによる入力を対象としており、基本的な操作方法の一つであるドラッグについては十分な知見が得られていない。

タッチパネルでは、ボタンやスクロールバーなどのコントロールに指で直接触れて操作を行うため、他のポインティングデバイスにみられる間接的な操作要素がない。指先がポインティングデバイスの役割を担うタッチパネルでは、手先の運動特性が比較的強く操作性に影響を及ぼすと考えられる。そのため、パフォーマンスによる作業効率の評価に加えて、操作過程から得られる運動特性を解析し、UI の設計指針に還元することも必要であると考えられる。

随意運動の制御にはフィードフォワード制御とフィードバック制御の二つの方法があり、これらの制御に基づいた運動として弾道運動と修正運動が知られている (図 1)。こうした運動特性の解析に基づく知見は、適切な UI デザインを検討したり、新たなインタラクション支援技術を開発したりする際に有益であり、マウスやスタイラスを対象として多くの研究がなされている。一方、ドラッグの操作性についてはマウスとの比較や振動フィードバックの影響が調べられており、UI 設計に関する有益な知見が示されているが、運動特性に着目した研究はみられない。

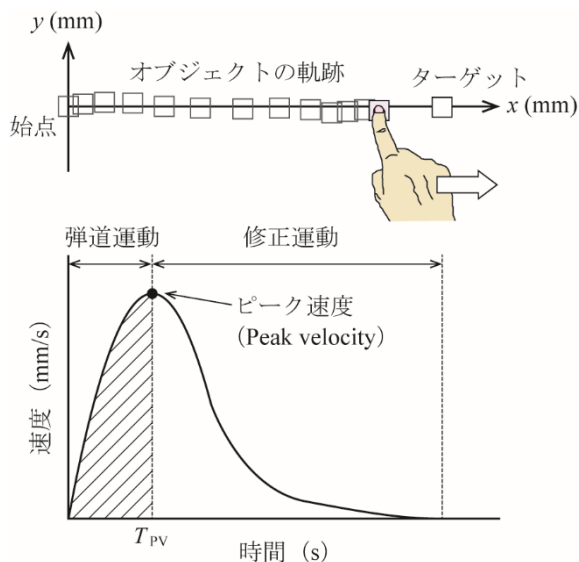


図 1 ドラッグの速度波形と運動成分の概念図

2. 研究の目的

本研究では、タブレットなどのタッチパネル情報端末に取り込んだデジタル教科書・教材のユーザビリティ向上を目指して、ドラッグに関する操作性および運動特性を評価することを目的とした。

3. 研究の方法

本研究の目的の達成に向けて、二つの研究課題を設定した。

まず、研究課題 I として、ドラッグで操作する GUI コンポーネントとして代表的なスライダに着目し、指先とスライダサムの移動比率を因子とした評価実験を通じて、ドラッグの操作性について検討を行うこととした。なお、ターゲット周辺までスライダサムを移動させる時間と、そこから最後の位置合わせを行う時間の 2 相に分けて操作時間を分析し、運動成分に基づいて操作性を評価した。

次に、研究課題 II として、ターゲットまでの距離と方向を因子とした評価実験を行い、ドラッグに関する運動特性を解析することとした。

各研究課題における倫理的配慮については、倫理審査委員会からの承認を受けるとともに、実験参加者に対して事前に実験内容やデータの扱い等に関する説明を行い、インフォームドコンセントを得た。

4. 研究成果

研究課題 I では、スライダサムの移動比率を変化させた際の 1 相と 2 相の操作時間は互いに

トレードオフの関係にあり、移動比率が 0.7~0.8 のときに操作性は向上することや、1pixel 単位の位置合わせには移動比率 0.3 以下が望ましいことなどが明らかになった。

研究課題Ⅱでは、ドラッグの操作時にピーク速度の出現時点で運動成分が切り替わると仮定した場合、指先を大まかに移動させる弾道運動よりも、目標への位置合わせを行う修正運動の割合が多くを占めることがわかった。あわせて、操作時間や主観評価による操作性の評価を行い、Fitts の法則に基づくパフォーマンスモデルによく適合することや、指先の運動方向によらず長い距離のドラッグでは操作の困難さ (Index of difficulty) が増して主観的にも操作しにくいと感じること、ピーク速度はターゲットまでの距離と概ね線形関係にあり上下よりも左右方向のほうが大きいことなどがわかった。

以上のとおり、本研究では、ドラッグの操作性および運動特性に関する基礎的な知見を示すことができた。本研究で得られた知見は、タブレットなどで動作させるデジタル教科書・教材のユーザインタフェース設計において有益であると考えられる。

参考文献

- (1) 斉藤進 (2016) 子どもの ICT 活用の現状とガイドラインの検討—人間工学ガイドラインの考え方—. 人間工学, 52(Suppl.), 38-39.
- (2) 柴田隆史 (2017) 学校教育での ICT 活用における人間工学的課題とガイドライン策定の検討. 電子ディスプレイの人間工学シンポジウム 2017.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 大島康暉, 西村崇宏, 土井幸輝, 藤本浩志	4. 巻 20
2. 論文標題 タッチパネル携帯端末におけるスライダの操作性評価	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ヒューマンインタフェース学会論文誌	6. 最初と最後の頁 361-370
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11184/his.20.3_361	査読の有無 有
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 -

1. 著者名 西村崇宏, 土井幸輝, 藤本浩志	4. 巻 19
2. 論文標題 タッチパネルでの指先によるドラッグを対象としたピーク速度に基づく運動特性解析 ターゲットまでの距離と方向を因子とした評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本感性工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 291-299
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/jjske.TJSKE-D-20-00008	査読の有無 有
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4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Nishimura, T., Doi, K., & Fujimoto, H.
2. 発表標題 Evaluation example of touch screen operability of children for improvement of usability in digital textbooks for learners
3. 学会等名 2018 World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nishimura, T., Doi, K., & Fujimoto, H.
2. 発表標題 Effect of slider thumb/finger movement ratio on drag operability of slider in touch screen
3. 学会等名 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西村崇宏, 土井幸輝, 藤本浩志
2. 発表標題 タッチパネル用画面保護フィルムの表面性状と指先の滑りやすさの関係
3. 学会等名 第15回日本感性工学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nishimura, T., Doi, K., & Fujimoto, H.
2. 発表標題 Ballistic and corrective movements of drag for touch screens
3. 学会等名 44th Canadian Medical and Biological Engineering Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔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