

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 14 日現在

機関番号：82705

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2014～2015

課題番号：26880032

研究課題名(和文) デジタル教科書・教材のユーザビリティ向上に向けたタッチパネルの操作特性評価

研究課題名(英文) Evaluation of operational characteristics of touch-sensitive screen for improvement of usability in 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・教育情報部・研究員

研究者番号：70733591

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、デジタル教科書・教材の操作性向上に向けて、知見の不足する子供のタッチパネル操作特性に関する基礎的知見を得ることを目的として評価実験を行った。具体的には、実験プロトコルを確立して比較対象となる成人のデータを獲得するための成人を対象とした評価実験と、そこで確立した実験プロトコルを活用して子供の操作特性に関する基礎的データを獲得するための子供を対象とした評価実験を実施した。子供を対象とした評価実験による計測事例を通じて、知見の不足する子供のタッチパネル操作特性やその評価方法に関する基礎的知見を得ることができた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to obtain basic knowledge of the operational characteristics of a touch-sensitive screen for children in order to improve its usability in digital textbooks and other materials. We conducted the following two experiments: (1) Evaluation experiment with adults in order to consolidate an experimental protocol and to obtain adult data for comparison with children's data. (2) Evaluation experiment with children based on the experimental protocol derived from experiment (1) in order to obtain basic knowledge of the operational characteristics with respect to children. In this study, the evaluation procedure is given and the operational characteristics of a touch-sensitive screen for children are investigated.

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 操作特性 人間工学

1. 研究開始当初の背景

タッチパネルは、スマートフォンやタブレット型コンピュータなどをはじめとして年々その市場規模を拡大しており、今後も更なる需要増加が予想されている。タッチパネルの用途は多岐にわたるが、その中の一つとして、学校教育における活用が注目を集めている。その実際的な取組としては、児童生徒1人につき1台の情報端末とデジタル教科書・教材(図1参照)を普及させるべく、総務省と文部科学省の両省が連携して学校教育の情報化を推進している。これまでも、教育の情報化の推進に向けて情報通信技術(Information and Communication Technology, 以下 ICT)の活用に関する取組が積極的に進められてきているが、タッチパネルなどの新たな入力インタフェースの登場によってその勢いはさらに加速しつつある。また、2010年7月には教育関係者や情報機器メーカー、出版社、政府関係者などの多様な分野のメンバーで構成されるデジタル教科書教材協議会(Association of Digital Textbook & Teaching, 略称 DiTT)が設立され、デジタル教科書・教材の開発や普及を目的とする活動が積極的に進められており、教育以外の分野からも高い関心を集めている。

タッチパネルがデジタル教科書・教材へ積極的に活用される一方で、ユーザビリティに関する設計指針が十分に整備されていないといった問題がある。具体的には、タッチパネルに対するユーザーの操作特性データが十分に蓄積されていないために、デジタル教科書・教材で使用される Graphical User Interface (以下、GUI)の設計手法が確立していないという問題である。とりわけ、子供が操作する際の操作特性に関する評価研究は少なく、GUI設計に用いるための客観的なデータが不足している。しかし、学校教育で使用されるデジタル教科書・教材では、対象ユーザーとなる子供の基本的なユーザビリティ要件が設計上クリアされていることが極

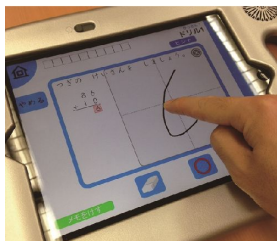
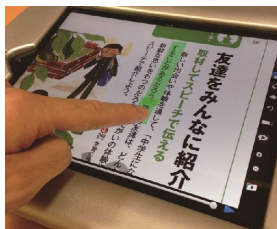


図1 デジタル教科書・教材

めて重要である。とくに、児童生徒が個々の情報端末で学習する「学習者用デジタル教科書」では、児童生徒が直接操作を行うため、操作性の良し悪しが学習環境に影響を及ぼす可能性が考えられる。このように、学校教育に深く浸透していくことが予想されるタッチパネルについては、そのユーザビリティに対する普遍的な要求を満足させることで操作上のストレスを最小限に抑え、学習環境の質を向上させていくことが喫緊の研究課題である。そのためには、入力インタフェースとしてのタッチパネルを対象とした操作特性に関する定量的なデータを蓄積し、デジタル教科書・教材の操作性向上に向けてGUI設計に還元させていくことが必要である。従前、タッチパネルに対する人の操作特性を調べた研究は数多く報告されているが、その多くは成人もしくは高齢者を対象としたものである。しかし、子供の身体・認知機能は成人や高齢者のそれとは異なるため、入力インタフェースに対する操作特性にも違いがみられる可能性はある。そのため、子供の操作特性については新たに評価を行い、知見を蓄積していく必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、デジタル教科書・教材の操作性向上に向けて、知見の不足する子供のタッチパネル操作特性に関する基礎的知見を獲得することを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では、実験プロトコルを確立して比較対象となる成人のデータを獲得するための成人を対象とした評価実験(実験)と、そこで確立した実験プロトコルを活用して子供の操作特性に関する基礎的データを獲得するための子供を対象とした評価実験(実験)を実施した。なお、これらの実験は、実験参加者への倫理的配慮から、事前に実験内容を参加者に説明して同意を得られた上で実施した。

(1) 実験 : 成人を対象とした評価実験

成人を対象とした評価実験では、デジタル教科書・教材においてもGUIとして一般的に使用されるボタンのサイズと配置間隔が操作性に及ぼす影響を評価した。タッチパネルを操作する際、端末の設置角度や手指の姿勢によって指先と画面の成す角度(以下、接触角度)は様々な値を取るが、この接触角度によって指先の接触面積は変化することが知られている。一方で、タッチパネルの検出方式として一般的な静電容量方式では、指先で触れた領域の静電容量変化に基づいて位置を検出する。そのため、指先の接触角度によっては接触面積が広がり、ユーザー自身が意図した位置とは異なる位置が検出されるた

めに、操作性が低下する可能性がある。そのため、本実験では、指先の接触角度の影響についても考慮するために、実験因子として接触角度を採用し、操作性との関係を調べた。実験では、成人男女5名(男性4名、女性1名)に参加者として協力を得た。平均年齢は 20.2 ± 1.9 歳、人差し指の指幅は平均 15.3 ± 0.4 cm、利き手は全員右手であった。実験課題は、 6×6 の格子状に配列された36個のボタンの内1つだけが順次赤色に変化し、その赤色に変化したボタンを利き手の人差し指で可能な限り正確かつ速く押す作業であった。実験因子は、上述した接触角度に加えて、ボタンのサイズと配置間隔とした。評価指標は、操作の正確さと速さを評価するために、エラー率とポインティング時間を採用した。

(2) 実験 : 子供を対象とした評価実験

子供を対象とした評価実験では、上述の成人を対象とした評価実験で確立した実験プロトコルを活用し、子供を対象として操作特性に関する基礎的データの収集を行った。具体的には、成人を対象とした評価実験と同様に、学習者用デジタル教科書・教材においても代表的な GUI の一つとして使用されるボタンに着目し、ボタンのサイズと配置間隔が操作性に及ぼす影響を実験により評価した。実験では、幼稚園に在園する幼児1名(女性)に参加者としての協力を得て、サイズと配置間隔の異なるボタンに対するポインティング操作の作業成績を調べた。年齢は5歳、人差し指の指幅は9.4 mmであり、利き手は右手であった。

4. 研究成果

平成26年度は、次年度に実施予定である子供を対象とした評価実験に向けて、実験プロトコルの確立と操作特性に関する成人の基礎的なデータの獲得を目指し、成人を対象とした評価実験を行った。その結果、指先の接触角度に関わらずに正確かつ早く操作でき、主観的にも高い操作感を示すボタンのサイズおよび配置間隔の条件を明らかにすることができた。これより、初年度である平成26年度は、次年度に実施予定である子供を対象とした評価実験に向けて、タッチパネルの操作特性を評価するための実験プロトコルを確立するとともに、子供の計測データを解析する上で有用となる成人の基礎的データを獲得することができた。

平成27年度は、初年度に確立した実験プロトコルを活用し、子供を対象とした操作特性に関する基礎的データの収集を行った。また、初年度に実施した成人を対象とした同様の実験で得られたデータと比較を行い、子供の操作特性に関する考察を加えた。実験の結果から、操作の正確性や速さ、ポインティング位置の分布について、成人とは異なる操作特性がみられる可能性が示唆された。これよ

り、最終年度である平成27年度は、子供を対象とした評価実験による計測事例を通じて、知見の不足する子供のタッチパネル操作特性やその評価方法に関する基礎的知見を得ることができた。子供の認知特性に着目した GUI の評価についてはこれまでもいくつかの先行研究が報告されているのに対し、操作性を定量的に評価した研究は数少ない状況であったため、本研究で得られた知見は貴重なデータであると考えられる。

なお、本研究で得られた成果の一部は、査読付学術論文として公表済である。また、その他の研究成果については、今後、査読付学術論文や国内外での学会発表を通じて公表を行っていく予定である。

引用文献

文部科学省, 教育の情報化ビジョン~21世紀にふさわしい学びと学校の創造を目指して~, 2011, <http://www.mext.go.jp/>
文部科学省, 学びのイノベーション事業 実証研究報告書, 2014, <http://www.mext.go.jp/>
持丸正明, 山中龍宏, 西田佳史, 河内まき子, 子ども計測ハンドブック, 朝倉書店, 2013

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計1件)

西村崇宏, 土井幸輝, 藤本浩志, タッチパネルタブレット端末における人差し指の接触角度を考慮したボタンのサイズ及び間隔の評価, 日本感性工学会論文誌, 査読有, Vol.14, No.3, 2015 pp.343-350, <http://doi.org/10.5057/jjske.TJSKE-D-14-00092>

[学会発表](計3件)

西村崇宏, 土井幸輝, 藤本浩志, 学習者用デジタル教科書・教材の操作性向上に向けた子供を対象としたタッチパネルの操作性評価事例 子供と成人の比較, 第11回日本感性工学会春季大会, 2016年3月27日, 神戸国際会議場(兵庫県・神戸市)

西村崇宏, 梅田真理, 金森克浩, 玉木宗久, 小学校, 中学校および高等学校におけるICT活用状況の把握 ICT活用のための校内体制およびICTの整備状況, 日本特殊教育学会第53回大会, 2015年9月19日, 東北大学(宮城県・仙台市)
T. Nishimura, K. Doi, H. Fujimoto, Evaluation of Touch-Sensitive Screen Tablet Terminal Button Size and Spacing Accounting for Effect of Fingertip Contact Angle, 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, August 26, 2015, MiCo-Milano Conference Center

(Milano, Italy)

6 . 研究組織

(1) 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・教育情報部・研究員
研究者番号 : 70733591