

平成30年6月15日現在

機関番号：16301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2017

課題番号：16K13071

研究課題名(和文) 直接操作・感覚運動を代替する支援機器は重症心身障害児のユーザー体験を拡張するか

研究課題名(英文) Are the User Experiences of Children with Severe Motor and Intellectual disabilities extended by Assistive Technologies that alter Users' Direct Manipulations and Kinesthesia?

研究代表者

苅田 知則 (Karita, Tomonori)

愛媛大学・教育学部・准教授

研究者番号：40363189

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：本申請課題では、MID児の主体的反応等をPC画面の入力に変換することで、障害のない子どもが発達初期に体験する感覚運動様の直接操作を代替するシステムを作成し、作成したシステムによってMID児のユーザー体験(UX)が拡張されるか検証を加え、直接入力型ユーザーインターフェース(UI)によって拡張されるユーザー体験を客観的に評価する方法を開発した。研究結果より、視線入力式・直接入力型UIやタッチ入力式・直接入力型UIは、研究協力児のUXを拡張する効果が高いことが示された。

研究成果の概要(英文)：The purposes of the present studies were 1) to develop a new user interface system with one of eye-gaze input method and touch panel input method to alter user's direct manipulations, 2) to examine the hypothesis that the new user interface system convert eye and very minute physical movements of children with severe motor and intellectual disabilities (SMID) to the movements of PC's cursor to extend user experiences of them, and 3) to consider a new method to assess the user experiences and usability of children with MID. The results of three studies showed that the direct input user interface with eye-gaze input devices and touch panel devices were effective to extend the user experiences of children with SMID.

研究分野：特別支援心理学

キーワード：福祉工学 重症心身障害児 障害支援機器 直接操作・感覚運動代行 ユーザー体験の補完

## 1. 研究開始当初の背景

**【問題】** 重度の知的障害と重度の運動障害を併せ持つ重症心身障害児（以下、MID児）は、両障害の程度が極めて重く、異常緊張性反射活動等により主体的行動が制限されてしまう。加えて、MID児は、新生児期に新生児集中治療室での治療を経験していることも多く、新生児集中治療室内の定常的な話し声・アラーム音等の騒音や、酸素チューブ他の医療ケア品による体位固定等がきっかけで、驚愕・運動興奮・睡眠障害等のストレス徴候を示す(Hong, 2010; Bremner et al., 2003)。そのため、MID児は、支援がなければ能動的に運動を企図し環境と相互作用することが困難であり、更に身体運動や認知の発達が停滞・遅滞する危険性が高まる。MID児への介入のアプローチとして、既存の研究の多くは、脳損傷等のMID児個人の特性に原因があるため、その原因を解決するための専門的手技について検討してきた(医療モデル)。しかし、脳損傷等による心身の障害の改善は多くの時間が必要であると共に、根本的には不可能であり、むしろ本人・保護者等に痛みや身体的・精神的負担をかけることが知られるようになった。一方、異常緊張性反射活動(筋硬度的上昇)は精神的負荷に比例して増大することも知られており、MID児にとって精神的緊張を低減する環境(以下、カームダウン空間)においては、MID児の主体的行動が増加することも知られている(社会モデル)。近年は、世界的に医療モデルよりも社会モデルに基づく介入が推奨されるようになってきている。

**【先行研究の概観】** 単一の障害児者への支援の現状：知的障害児者の会話や遊びを促進するために、感覚運動による直接操作を補完する支援機器(AT)が適用されている。代表例として、iPad等のタブレット端末とコミュニケーション支援アプリや知育アプリが挙げられる。単一の肢体不自由児者には、身体運動機能を補完するため、障害児者用にスイッチのOn/Offを可能にするユーザーインタフェース(User Interface, UI)を加えてATが適用される。単一の障害児者用のATには、タッチパネル上のターゲットを手指等で直接的に操作・入力する直接入力型UI、モールス信号のようにスイッチのOn/Offを繰り返すことで間接的にATを操作する間接入力型UIが採用されている。

MID児の身体運動・認知の発達を促すために、ATによる遊び等の経験を補完したいが、MID児は間接入力型UIの操作方法を理解することが難しく、直接入力型UIは身体機能の制限により操作することが難しい。近年、視線入力によるUIも販売され始めており、MID児にとっては、眼球運動に連動した画面上のターゲット変化が、障害のない子どもが発達初期に体験する感覚運動様のユーザー体験(User Experience, UX)を補

完する可能性が高いため、視線入力型の直接入力型UIは、MID児のATとして注目されている。ただし、重度障害者専用の視線入力型AT(Tobii社C15)は100万円以上と高額なため、普及が進んでいない。療育・教育現場では、MID児にとって直感的とはいえない間接入力型UI(障害児者用スイッチ)を用いた支援・指導が継続して行われている。視線入力型のATがMID児のユーザー体験(感覚運動様の直接操作、それに伴う主体的行動)を促進することが実証されれば、日常生活用具給付制度が適用されて導入しやすくなることが期待される。

## 2. 研究の目的

本申請課題では、①MID児の眼球運動等をPC画面上の反応に変換することで、障害のない子どもが発達初期に体験する感覚運動様の直接操作を代替する重度障害者視線入力装置制御用システムを作成すること、②作成したシステムによってMID児のUX(特に主体的行動)が拡張されるか検証を加えること、③直接入力型UIによって拡張されるUXを客観的に評価する方法開発することを目的とした。

## 3. 研究の方法

### 研究1：直接入力型UI・間接入力型UIを実現する実験端末の作成

研究1として、以下に示す3つのUIを搭載した実験端末を作成した。

**視線入力型・直接入力型UI：**視線入力装置によって測定した眼球の動きを、画面上のカーソルの動きに変換した。具体的には、Tobii社Eye Xを用いて眼球運動を計測し、カーソル制御ソフト(Unicorn社Miyasuku EyeConLT)を用いて刺激提示用タブレット端末(Microsoft社SurfacePro)の画面上のカーソルと連動させた。刺激提示用タブレット端末は、モニターアームにより研究協力児の顔から約60cm離れた場所で、眼球運動の計測に適した角度に固定された。刺激提示ソフトウェアは、Tobii社のSensory Eyeを用いた。

**タッチ入力型・直接入力型UI：**刺激提示用タブレット端末(Microsoft社SurfacePro、及びApple社iPad)を用いた。MID児は異常緊張性反射活動や不随意運動、身体部位の変形等により刺激提示用タブレット端末のタッチパネルを見ながら操作することができない場合が多い(例：顔の向いている方向に手を伸ばして操作することができないため、刺激提示インタフェース、もしくは操作インタフェースのどちらかの機能としてしかタッチパネルを用いることができない)。そのため、研究協力児の障害状況にあわせて、モニターアームで角度・距離を調整した外部液晶モニタと接続した。刺激提示用タブレット端末の液晶画面を操作インタフェース、外部液晶モニタを刺激提示

インタフェースとした。研究協力児が、操作インタフェースとしてのタッチパネル上で随意運動が可能な身体部位を動かすことで、刺激提示インタフェース上の光・音に変化する方式を用いた。

**間接入力型 UI：**刺激提示用タブレット端末 (Microsoft 社 SurfacePro, 及び Apple 社 iPad) に、モニターアームで角度・距離を調整した外部液晶モニタと障害児者用スイッチインタフェース (パシフィックサプライ社ジェリービーンスイッチ等) を接続した。画面上に決定ボタン等が配置されている場合には、障害児者用スイッチインタフェースを押下することで決定ボタンをタップし、アプリケーションの操作を行うことができるようにした。また、複数のボタンを操作する必要がある場合には、タブレット端末に標準搭載されたアクセシビリティ機能 (オートスキャン機能) をオンにし、障害児者用スイッチインタフェースを2段階に操作 (画面上で段階的に移動するバーを視認しながら、ターゲットとバーが重なった時に障害児者用スイッチインタフェースを押下し、X軸とY軸の座標を決定) した。

## 研究2：MID 児を対象としたアクションリサーチ

MID 児が利用する学校・施設環境に研究協力を依頼し、愛媛県在住の MID 児 3 名を中心に、繰り返しデータの収集を行いながら、信頼性・妥当性の高い測定方法を検討すると共に、予測される反応のモデルの再構築を行った (仮説の生成→臨床的実験→データの確認→仮説の修正→臨床場面での再検討を繰り返すアクションリサーチ)。

各研究協力児 (MID 児) が日常生活を送る特別支援学校等においてアクションリサーチを行った。クラスメイトの言動による影響を少なくするため、個別指導場面において、研究1で作成した視線入力式・直接入力型 UI, タッチ入力式・直接入力型 UI, 間接入力型 UI を研究協力児に提示し、研究協力児の主体的行動 (眼球運動, その他の身体運動) を観察した。

観察時の反応等に関して、保護者・教員等にヒアリング調査を行い、どの UI を操作している時が、研究協力児の主体的行動がより多く観察されたかを評価した。調査の結果、保護者・教員からは、視線入力式・直接入力型 UI →タッチ入力式・直接入力型 UI →間接入力型 UI の順で、研究協力児の主体的反応が多く観察されたと報告された。一方で、平常の授業等では、タッチ入力式・直接入力型 UI →間接入力型 UI →視線入力式・直接入力型 UI の順に、教材としても用いられる頻度が高かった。

すなわち、視線入力式・直接入力型 UI が、MID 児の主体的行動を促進する効果が最も高いことが、反対に、教育実践の中では活用される頻度が低いことが示唆された。

活用頻度が低い理由について追跡調査を行ったところ、視線入力式・直接入力型 UI は、

研究協力児の姿勢や座位保持装置等に合わせた距離・角度を調整する必要があり、支援機器の調整を行った経験の少ない教員 (または保護者) には、それらの調整が難しいことが明らかになった。同じ直接入力型 UI でも、タッチ入力式・直接入力型 UI は、刺激提示用インタフェースや操作インタフェースと研究協力児との距離・角度は厳密でなくてもよい。これらのことから、日常生活においては、視線入力式・直接入力型 UI よりもタッチ入力式・直接入力型 UI の活用頻度が高くなる傾向が認められた。

## 研究3：タッチ入力式・直接入力型 UI の UX を評価する方法の検討

特別支援学校等において、MID 児の支援・指導で活用される頻度が高かったタッチ入力式・直接入力型 UI は、MID 児にとってのアクセシビリティやユーザビリティが高いか、また MID 児の UX を拡張しているかを検証するため、評価方法の検討を行った。

研究3では、特別支援学校の小学部4年の MID 児 (男児) を研究協力児とし、研究協力児がタッチ入力式・直接入力型 UI (Apple 社 iPad, 及びコミュニケーション支援アプリケーション) を操作する際のユーザビリティ、及び研究協力児の UX を評価する方法を検討した。

タッチ入力式・直接入力型 UI のユーザビリティと UX を補助する方法として、教育現場で広く活用されているキーガード (不随意運動等によりキーを誤操作することを少なくするための物理フレーム) を用いた。キーガードは段ボール (無地のクラフト色) を用い、厚さ・キーの数を変えて 11 種類作成した。また、UI とキーガードによるユーザビリティと UX を客観的に評価する方法として、精神物理学的方法を援用し、研究協力児が研究者からの質問を受けて、UI を操作し出力した内容の正答率を測定した。なお、研究者が研究協力児に提示した質問 (研究協力児が好きなアニメキャラクターを指さす) は、全て研究協力児は理解している内容であった。

質問に対する反応の正答率に基づき、ユーザビリティと UX の評価を行ったところ、作成した 11 種類のキーガードの中で、正答率を最も高めるものを特定することができた。また、正答率が高かった UI とキーガードを平常の授業時に用いたところ、研究協力児が主体的

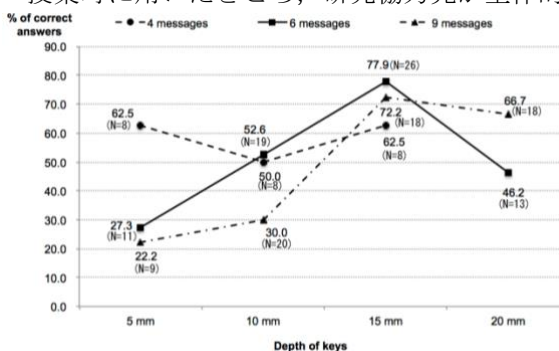


図 タッチ入力式・直接入力型 UI とキーガードの組合せによる正答率の変化

に操作し、教員とコミュニケーションを図る反応が確認された。

#### 4. 研究成果

研究1において、3つの入力方式（視線入力方式・直接入力型UI、タッチ入力方式・直接入力型UI、間接入力型UI）による実験端末を作成した。研究2と研究3においては、これらの実験端末を用いて、MID児のUX（その指標となる主体的行動）の変化を調査することができ、直接入力型UIのアクセシビリティや同UIによるUX拡張について、客観的に評価する方法を開発することができた。

研究2において、視線入力方式・直接入力型UIやタッチ入力方式・直接入力型UIは、研究協力児（MID児）のUXを拡張する効果が高いことが示された。ただし、視線入力方式・直接入力型UIを教育現場に導入する上での課題も抽出された。前項で示した通り、視線入力方式・直接入力型UIは、MID児のUXを最も拡張する可能性が高い（MID児の主体的行動が多くなる）と期待される。しかし、本研究を実施した時点では、特別支援学校の教員等にとって、MID児の利用状況（姿勢や座位保持装置にあわせた距離・角度）に応じた調整が難しく、実験場面においてMID児の主体的行動が増加することが示されても、実践場面での活用頻度が高まるまでには至らなかった。

現在、市販されている視線入力型デバイスは、過去の製品に比べると設定は簡便になっており、感度も良好である。とはいえ、MID児は、褥瘡予防や排痰補助等のため、頻繁に体位を変換する必要があるため、体位変換が行われる度に、ユーザー（MID児）との距離・角度を調整しなければならない。ただし、教職員・保護者は、こうした頻回な調整に柔軟に対応することは難しい。これは、社会資源や人的環境に関わる課題といえる。現時点でも、一定の時間、座位保持装置等により視線入力型デバイスとの距離・角度を適正に保つことができるMID児への適用は有効であろうが、MID児のUXを拡張する効果が高い視線入力方式・直接入力型UIが今後教育現場等で活用されるようになるためには、装置の固定方法等を検討する必要があることが示唆された。

また、MID児の多様性に関わる課題も抽出された。MID児は、重度の運動障害と重度の知的障害を併せ持つが、近年では重度の健康問題（例：医療的ケアを常時必要とする、難治性てんかんがある、人工呼吸器を装着している）や感覚障害も合併した子どもが増えている。このように3つ以上の障害がある子どもは、視覚による探索行動ができない（反応として確認できない）、また微細部位等の主体的行動も肉眼では確認が難しい場合も少なくない。そのため、視覚的探索が認められないMID児の場合、現状としては、視線入力方式・直接入力型UIはUXを拡張するには至らないことが考えられる。多様なMID児が存在することを理解した上で、一人ひとりが直接的に入力できるUIとは何かということ、検討する必要がある

あるだろう。

研究3において、タッチ入力方式・直接入力型UIのユーザビリティやUXを客観的に評価する方法を考案した。この評価方法により、特定のMID児にとってUXを拡張する設定（カスタマイズ）を明確にすることができる。なお、本研究では、直接入力型UIのうち、タッチ入力方式についてのみ検討したが、本研究で考案した方法（精神物理学的測定法）は、視線入力方式・直接入力型UIでも援用可能である。今後、視線入力方式・直接入力型UIにおいて検討すべき要因を明確にし、研究3と同様の実証研究を行うことで、具体的な評価手法として確立したい。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

【雑誌論文】（計 3 件）

1. 苅田知則・佐伯圭吾・八木良広. (2018). 重度重複障害児へのコミュニケーションエイドのフィッティングにおける定量的評価の試み, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 20(2), 173-182. (査読あり).
2. 嚴筵景・苅田知則・柴田論・八木良広・伊勢本大. (2017). 重度運動障害者にとって使いやすいユーザインタフェースに関する心理学的研究, 電子情報通信学会技術研究報告, 117, 43 - 46. (査読なし).
3. Tomonori Karita. (2017). Development of a Communication Aid App with iOS Devices to Support Children/Persons with Speech Disabilities Improvement in Obtaining Positioning Information with iBeacon as Near Field Radio Communication Technology. Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics. 21(2), 371-377. (査読あり).

【学会発表】（計 2 件）

1. 嚴筵景・苅田知則・柴田論・八木良広・伊勢本大. (2017). 重度運動障害者にとって使いやすいユーザインタフェースに関する心理学的研究, 福祉情報工学研究会・第93回研究会, 2017年12月6日. 産総研臨海副都心センター（東京都江東区）
2. 苅田知則. (2017). コミュニケーション1：コミュニケーション機器の利用. 全国訪問教育研究会, 2017年8月9日, 大宮ソニックシティ（埼玉県さいたま市）.

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

苅田 知則 (KARITA Tomonori)  
愛媛大学・教育学部・准教授  
研究者番号：40363189