

令和元年6月25日現在

機関番号：47121

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01108

研究課題名(和文)知的障害を持つ肢体不自由児のための入力機器の開発

研究課題名(英文)Development of the Input devices for Handicapped children with Intellectual disabilities.

研究代表者

小田 誠雄(Oda, Seio)

福岡工業大学短期大学部・情報メディア学科・教授

研究者番号：10185598

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：肢体不自由児のための以下の入力装置の開発を行った。(1)薄型のタッチセンサモジュール。USBキーボードとして扱える入力装置だが、これまでタッチセンサ部分が厚く(約1cm)、利用者が限定されていた。これを部品を改良して3mm未満にまで薄くすることができた。(2)関節の曲がりを検出する入力装置の小型化と無線化。特定の関節のみの自由が利く児童に装着して使用する入力装置だが、センサ信号の処理のため小型の計算機を取り付けており、大きく重くなって利用者を限定していた。これを電池駆動できる無線モジュールを付けて計算機と分離することにより、小型化と無線化を実現し、利用者の幅を広げた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

肢体不自由児が情報機器を利用する場合、一般の入力機器を利用できず、どうしても、児童の特性に合わせた専用の入力機器を作成して利用する必要がある。今回の研究においても、特定の児童を対象として開発した点は変わらないが、より多くの児童に使用できるよう工夫を凝らし、またモジュール化を進めている。今後の研究を通じてより多くの障害児が利用できる入力機器を作製すると共に、専用機器を作る必要がある場合でも、モジュール化された部品を使うことで作製期間を短縮してゆきたい。

研究成果の概要(英文)：We have developed the following input devices for handicapped children. (1) the thin touch sensor module. it has an usb interface ,like an usb keyboard. The old module has thick body, about 1cm. That was difficult to use for many children. On the other hand, and a new module we have developed could be even set to less than 3 mm thin. (2)The small and wireless input device in which a curve of an elbow and a finger is detected. This equipment is installed in the child's specific joint and it's used. But it has small computer for signal processing, that was big and heavy, and the user was limited. We installed the wireless module ,it can do battery drive. The computer was separated from the module, so the module was small lightly, and many children could use now it.

研究分野：教育工学

キーワード：肢体不自由児 ユーザーインターフェイス 教育支援 入力機器

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

肢体不自由児の教育を行っている特別支援学校は全国におよそ 250 校あり、そこで 3 万人ほどの児童生徒が学んでいる。近年、子供たちの障がいは重度、重複化しており、障がいの状態や発達度合いも多様化している。特別支援学校の学習指導要領においては、「児童生徒の知的障害の状態や経験等に応じて、教材・教具や補助用具などを工夫するとともに、コンピュータ等の情報機器などを有効に活用し、指導の効果を高めるようにするものとする。」と規定されている。しかしながら、特別支援学校の教員全てが、ハードウェア、設定方法や基本操作、ソフトウェアの種類や特徴、使い方の知識を持っているわけではない。また、機器の扱いや支援方法を相談できる体制も十分に整っているとは言えないため、特別支援学校教員は試行錯誤しながら情報機器を用いた授業を実践することになる。

また、近年コンピュータ技術の発展に伴ってウェアラブルデバイスのような様々の入力機器が開発されてきたが、肢体不自由児に対応した入力機器は、汎用的なデバイスが存在せず、障がいの程度によって異なる機器を使用する必要があるため、自主開発に頼らざるを得ない。ここでも特別支援学校教員に入力機器の知識を期待するわけには行かず、専門の知識を有する開発者の支援が不可欠である。

2. 研究の目的

近年のコンピュータ技術の発展は目を見張るものがある。特にウェアラブルデバイスの発展は、様々な状況でのコンピュータの利用を可能としてきた。しかしながらこれらの技術はあくまで健常者が使用することを前提としたものであり、視覚障がい者聴覚障がい者に対応したデバイスはある程度普及しているものの、知的ないしは肢体不自由の障がい者に対応したデバイスは、使用者の障がいの程度に合わせる必要があるため、ほとんど製品化されていない。我々は「学生の地域貢献」に対する考え方に基づき、平成 23 年度より、久留米市立特別支援学校の教育支援を行っている。また平成 24 年度から科研費「知的障害児のための 3D を用いた文字発音学習支援システムの開発」（基盤研究（C））により、知的障がい児のための CG を利用した文字・発音学習支援ソフトウェアを開発した。これを使い特別支援校を訪れて教育支援授業を行ったところ、平仮名文字が読めるようになるなど、効果が確認された。また、久留米市立特別支援学校からは、平成 28 年度以降も継続した支援を期待されていた。

この支援授業を行う際に問題となったのが、障がい児に合わせた入力機器である。既成の製品がほとんど見られないため、我々は、タッチセンサーを使った入力機器を自主開発するなどの対応をとったが、障がい児が自由に使いこなせるまでには至っていない。

そこで本研究では、障がい児がより自由に使いこなせる入力機器の開発を目的とする。肢体が不自由な障がい児は、すべての関節が不自由なのではなく、特定の（たとえば肘の）関節の自由はある程度きくなどの特徴がある。そこで既存のウェアラブルデバイス的一种であるパワーグラブの技術を肘に応用すれば、より操作しやすい入力機器となることが期待できる。ただし、自由がきくといっても痙攣のような不随意的動作が混じることがある。不随意的動作か、意図した動作かは教師の目からは明らかであり、パターン化は可能である。小型の計算機と関節の角度を検出するセンサーを連動させれば、意図した動作のみを検出するウェアラブルデバイスを開発できることになる。また異なった障がい児によるパターンの違いを教師が連動させた計算機に教える仕組みを組み込めば、より汎用的なデバイスとなることが期待できる。

3. 研究の方法

本研究では、これまで久留米市立特別支援学校で行ってきた教育支援活動に基づき、別途申請して開発を進める教科学習教材ソフトウェアの入力装置として、支援校での教育実践で使いながら入力装置の開発・改良を進めてゆく。まず、(1)従来開発を進めてきた入力機器の改良を行い、支援活動で利用可能な最低限の入力装置を実現する。

その開発・改良を継続的に進めてゆく一方で(2)より汎用的な入力装置の開発を進める。より具体的には、圧力センサー（曲がりセンサー）と小型計算機の連携による関節の動きを検出し、不随意的動作による誤検出を防ぐ入力機器の開発を行う。また教師（支援校教員）との連携により、対象とする障がい児に合わせて装置をカスタマイズする仕組みを開発し、入力装置に組み込む。

この(1)、(2)の過程は研究代表者が主体となって、分担者および支援校教諭の協力を得ながら進めてゆく。こうして開発した装置は(3)分担者（小田まり子）が主体となって、大学生、支援校教諭および代表者の協力のもと、支援校での実際の支援授業で活用し効果を検証する。

4. 研究成果

(1) はじめに

従来より、肢体不自由児のための学習支援ソフトの開発を行っている。我々が対象とする肢体不自由児は、マウスやキーボードといった健常者が使いこなせる入力機器を使用することができない。そのためこれまで、タッチセンサーを利用した入力機器などの開発を進めてきた。

今回は、(a)タッチセンサーを基板化して、より汎用性を増したタッチセンサーユニットの開発、(b) 関節の動きや頭の動作を検出するセンサーのデータを無線で送信して、児童に取り付

けやすくしたユニットの開発、(c)支援校の先生の要望に応じた練習器具の開発の3点を中心に報告する。

(2) 従来の機器

我々がこれまでに開発してきた機器のうち、本稿に関連するものを以下にその問題点と共に示す。

(2.1) タッチセンサーを利用した入力機器

マイクロチップ社のPIC マイクロコントローラには静電容量を検出し、タッチセンサーを実現する機能がある。これを利用して、タッチセンサーを複数配置し、USB キーボードとして扱える機器を開発した。



図1 従来のタッチセンサー

しかしながら、従来手作りで作成していたため、センサー本体の厚みが1cm程度必要で、利用者は手を上下させる必要が生じ、腕力のない肢体不自由児には使いにくいと指摘を受けていた。またセンサー面の広さに限界があり、利用しやすくするには広いセンサー面が必要との要望もあった。

(2.2) 圧力センサーを利用したパワーグラブ

肢体の自由が利かない児童であっても、ある程度自由の利く関節がいくつかある場合がある。そのような時にその関節の動きを検出するセンサーがあると、入力機器を開発しやすい。我々は、簡易な圧力センサーを利用し、指の動きを検出する入力機器として一種のパワーグラブを開発した。

しかしながら、この機器はセンサーから直接小型計算機に接続するようになっていたため、全体が大きなものになり、健常者には使いこなせるものの、肢体不自由児に、装着してもらって使うことは無理であった。

(3) 今回開発した機器

前述のように、従来の機器には問題点が多く、改善が必要であった。また、支援校の先生方の要望に応じて機器の開発も行った。以下に述べる。

(ア) センサーの基板化による薄さ、広さの確保

従来のタッチセンサーの厚みを軽減するためにセンサー回路のプリント基板化を行った。プリント基板を使用する場合、基板の厚みが0.4mm、表面実装用パーツが最大1.7mm、これに保護用シートの厚みを加えても3mm未満と、従来約1cmの厚みがあったセンサーユニットを薄くすることができた。

また、同時に回路を工夫し上下左右にセンサーユニットを連結できるようにした。図3に今回作成したプリント基板の部品面を示す。4つのユニットを連結した状態で作成しており、必要に応じて切断したり、連結したりできるようになっている。1ユニット当たりの広さは縦横2.5cmであるが自由に連結できるため、任意の広さが可能になった。



図2 改良したタッチセンサー

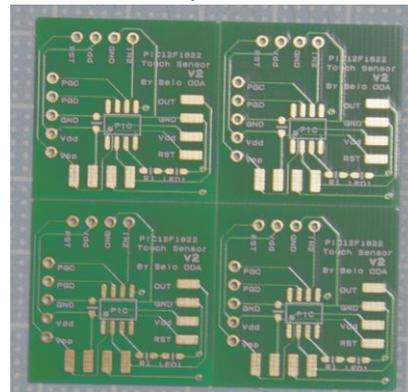


図3 作成したプリント基板

(イ) センサーの無線化

関節の曲げを検出する圧力センサーは大変小型で消費電力も少ない。しかし、それを目的の関節に取り付けるための装着具に加えて、センサーからデータを読み取るための機材や、それを処理する計算機などを取り付けると結構な大きさ、重さになってしまう。特に計算機は電池駆動が難しく AC アダプタから電源を取るとなると、そのためのケーブルやメインの計算機と通信するためのケーブル等を取り付けねばならず、利用者の動作を阻害してしまう。

そこで今回は、低電力で動作する Bluetooth モジュールとセンサーを接続し、無線で信号を送信することによって、入力装置の小型・軽量化を図り、児童への取り付けを容易にするようにした。

同時に装着具も 3D プリンタを利用して、それぞれの肢体不自由児に応じた装着具を作ることとした。

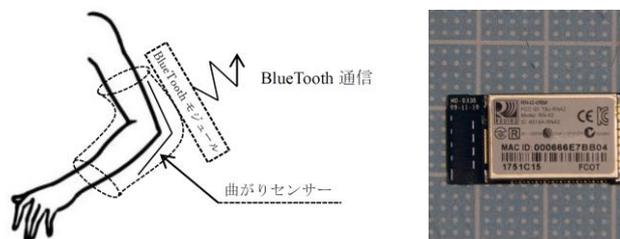


図4 曲がりセンサーと Bluetooth モジュール

(ウ) その他の機器

我々はこれまで、支援校の先生方の要望に応じて「ハンドベル演奏装置」などの学習支援に役立つような機器を開発してきた。今回は、児童にペットボトルのキャップをきちんと締める訓練に役立つような機器がないか相談された。いろいろと試行錯誤は繰り返したが、きちんとキャップを締めると中で LED が光るペットボトルを開発することに成功した。仕組みとしては簡単で、ペットボトルの首から上の部分を 3D プリンタで再現し、中にスイッチを埋め込んで、ちょうどしまった時にスイッチが ON となるようになっている。



図5 ペットボトルのキャップ締め練習器具

(4) まとめ

今回開発した入力機器は、順次支援校に持って行き、実用に供してもらっている。しかしながら、このような入力機器は、それぞれの児童の障がいに応じて開発してゆく必要があり、一般性に欠けることが、以前より指摘されている。今回の開発においては、例えばタッチセンサーの基板化によりセンサー部分が部品化され、色々な入力機器が開発しやすくなったという点はあるが、全面的に解決されたわけではない。我々は、このような入力機器の開発を進めてゆけば、新たな肢体不自由児に対応する時、その児童に応じた入力機器が素早く準備できるような環境が整備されるのではないかと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計 件)

〔学会発表〕 (計 1 件)

- ① 小田誠雄、小田まり子、知的障害を持つ肢体不自由児のための入力機器の開発、教育システム情報学会第 44 回全国大会,2019,p.2

〔図書〕 (計 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

○取得状況（計 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：小田 まり子

ローマ字氏名：ODA Mariko

所属研究機関名：羽衣国際大学

部局名：現代社会学部

職名：教授

研究者番号（8桁）：20269046

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。