

論文 Article

脳性麻痺ユーザ向けのコンピュータマウスの試作

原稿受付 2021年8月13日

ものづくり大学紀要 第11号 (2021) 1~4

三井 実^{*1}, 林 歩杜^{*2}, 坪井 啓明^{*3}, 永井 孝^{*1}^{*1}ものづくり大学 技能工芸学部 総合機械学科^{*2}国際機器株式会社 (ものづくり大学 OB)^{*3}埼玉県立北本高等学校

概要 脳性麻痺には種々の症状があるため、一人一人の症状に合わせたコンピュータインタフェースが望まれている。本研究では、脳性麻痺の症状を持つ2名の対象者に対して、コンピュータマウスに対する要望をインタビューした。その結果、「Shift・Ctrl キーの状態保持」、「クリックボタンが全方向から押下可能」、「左利き用マウスが即時利用可能」などの要望が抽出された。そこで、これら要望について対策したシステムを実装し、対象者に評価してもらった。

キーワード：脳性麻痺, コンピュータインタフェースデバイス, マウス, トラックボール, マイコン

Development of Prototype Computer Mouse for Cerebral Palsy Patients

Minoru MITSUI^{*1}, Ayuto HAYASHI^{*2} and Hiroaki TSUBOI^{*3}, Takashi NAGAI^{*1},^{*1} Dept. of Manufacturing Technologists, Institute of Technologists^{*2} KOKUSAI CO., LTD.^{*3} Saitama Prefectural Kitamoto High School

Abstract Generally speaking, cerebral palsy has various symptoms. Users with cerebral palsy await the development of personalized computer interfaces. In this research, first, 2 users with cerebral palsy was interviewed for their desire in using computer mouse. As a result, three requests, "State retention of Shift or Ctrl key", "Click button of mice can be pressed from any directions", "Left-handed mouse available immediately" were extracted. Second, we developed interface that matches the three specifications. Finally, the system was evaluated by 2 users with cerebral palsy and got highly rated.

Key Words : Cerebral palsy, Computer interface, Mouse, Trackball, Microcontroller

1. はじめに

脳性麻痺は運動障害や筋肉のこわばりなどを特徴とする症候群の一つである。その原因は出生前の脳の発育過程で生じた奇形や、出生前～出生直後に起きた脳損傷と言われている。ある人は「左右・上下など半身が動かない」状態であったり、またある人は「全体的に力が入りづらい」状態であったりと、個人によって様々な症例がみられる。

一方で近年、PC (パーソナルコンピュータ) の普

及により、普段の生活において PC を用いた作業が増えてきている。マイクロソフトの Office を用いた文書、表計算、プレゼンテーション資料などの作成はもとより、フリーソフトの充実化により動画編集や、写真のレタッチ作業などについても、一昔前に比べて随分と一般化されてきた。さらに最近では、コロナ禍によりリモート会議やビジネスコミュニケーションツールが爆発的に一般化された。

これらの背景から、脳性麻痺の症状を持った方が PC を操作できるようにするためのコンピュー

インタフェースデバイスの研究開発が進んできている¹⁻²⁾。さらに市販化されたコンピュータインタフェースデバイスも多い。しかしながら、先述の通り、脳性麻痺はそれぞれ症状が異なるため、ある特定のユーザの要望を100%考慮したものではない。さらに症状に合ったデバイスかどうかを確認するには購入して試すしかないため、市販されている様々なインタフェースを手軽に試すのは現実的には不可能である。今後、脳性麻痺の症状を持った方々の、社会に対する共同参画を考慮すると、どんな症状を持ったユーザでもPCを用いた作業に従事できるようなコンピュータインタフェースが必要となる。また、特に文書作成に関する検定や、表計算に関する検定などPC作業に関する検定や資格の有無が就労機会を増やすことも明白である。

そこで本研究では、まず、脳性麻痺の症状を持った方のコンピュータインタフェースに対する要望をインタビューして仕様を決定し、その仕様に合ったシステムを実装し、実際に使用してもらい評価してもらうこととした。その結果、後述する主に3つの重要な項目が発見されたので報告する。

2. 脳性麻痺の症状を持ったユーザに対するインタビュー

本研究では、脳性麻痺の症状を持ち、ワープロ検定に向けての学習意欲のある高校生2名を対象とした。対象者Aの症状は全体的に力が入らなかつたり、指先を細かく動かすことが出来なかつたりする。対象者Bの症状は右半身不随であり、左半身は問題なく動かすことが出来る。両名とも自力での歩行は困難で、普段の移動は車椅子で行っている。この2名からコンピュータマウスについて要望をインタビューしたので以下に示す。

○対象者Aからの要望

- ・Shift, Ctrl キーを押しながらの作業（キーボード入力）が困難である。これを「**検討課題1**」とする。
- ・クリックボタンを押すとき、うまく力が入らず意図しない動作をすることがある。これを「**検討課題2**」とする。

○対象者Bからの要望

- ・対象者Aと同様、Shift, Ctrl キーを押しながらの

作業（キーボード入力）が困難である。

- ・普段は左利き用のマウスを使用する（右半身不随のため）が、ワープロ検定で使用するコンピュータのマウスのクリックボタン設定を右利き用から左利き用に変更するのが困難。これを「**検討課題3**」とする。

3. 検討課題の対策とシステム実装

3.1 検討課題1について

3.1.1 Shift・Ctrl キーを用いたPC作業

コンピュータマウスを使う際、対象者A, Bの両名が要望として挙げた項目が「Shift, Ctrl キーを押しながらの作業（キーボード入力）が困難」であった。文書作成、表計算において、「Shift, Ctrl キー」を押下し続けて行う作業は多い。例えば、ショートカットキー、コピー&ペーストや、表計算におけるセルの全選択などが挙げられる。これらは必ずしも使用しなくても目的は遂げられるが、検定や資格試験など制限時間が課された作業には必要である。さらに普段のPC作業においてもShift, Ctrl キーを伴った作業を知っている・使えるだけで作業の効率が向上するの言うまでもない。

本研究でインタビューした対象者は、Shift, Ctrl キーを押下したままのキー入力は困難であった。普段はfig.1に示すようなWindowsの機能の一つであるソフトウェアキーボードを呼び出して、Shift, Ctrl キーを押すようである。ソフトウェアキーボードではShift, Ctrl キーを一回押すと、その状態を保持する（押下したままと同じ効力が発動される）ため、代替手段の一つである。しかしながら、このソフトウェアキーボードの機能を立ち上げるのに非常に手間がかかる。

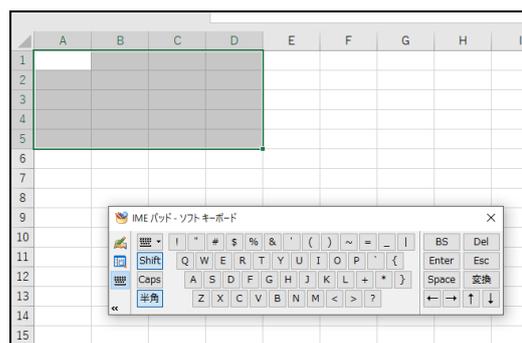


Fig.1 : Software keyboard in Windows OS

3.1.2 マウスへの Shift・Ctrl キーの実装

そこで、本研究では、マウス本体に状態保持が可能な Shift, Ctrl ボタンを実装することでこの問題を解決する。具体的なシステムを Fig.2 に示す。

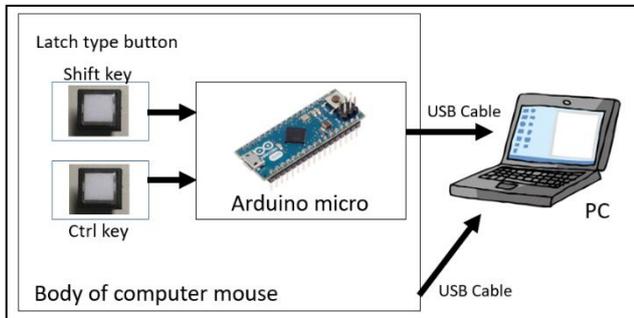


Fig.2 : System of latch type Shift/Ctrl key

ボタンにはラッチ式のボタンを用いた。当初は Shift, Ctrl, Alt の3種類のキーを実装する計画であった。対象者の意見として、「Alt はそれほど使わない」、「ボタンが多すぎて操作性が低下する」という評価があったため、Shift, Ctrl の2種とした。

このボタンからの入力をマイコンが受けて、PC に Shift, Ctrl の On/Off 信号を送る。マイコンボードには Arduino micro を用いた。Arduino micro は、ATmega 社製 IC の ATmega32u4 を搭載したマイコンボードで、コンピュータ用のキーボード、マウスに用いる関数をサポートしている。このため、Arduino micro を用いた自作キーボードやマウスの情報をインターネット上で得ることが出来る³⁾。

マウス本来の機能は、市販のトラックボールマウスや、マウスを改造して電子回路基板を換装した。対象者 A は普通のマウス、一方、対象者 B はトラックボールマウスが使いやすかったため、2種類のインタフェースを選択した。ボディは 3D CAD でモデリング後、3D プリンタを用いて PLA 樹脂でプリントアウトした。状態保持できる Shift・Ctrl キーを実装したトラックボールマウスを Fig.3 に示す。

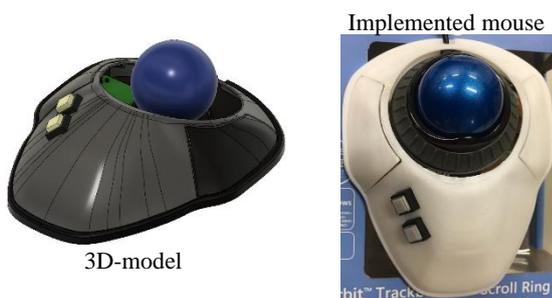


Fig.3 : Track-ball mouse with latch type Shift/Ctrl key

3.1.3 Shift・Ctrl キー搭載マウスの評価

3.1.2 で実装した状態保持 Shift・Ctrl キーを搭載したマウスおよびトラックボールについて、対象者 A, B に使用してもらい評価を行った。両者とも同意見であったため以下に箇条書きでまとめる。

- 状態保持が出来る Shift・Ctrl キーは非常に便利。
- ボタンの形状が角張っているため、手への当たりがもっと柔らかい方が良い。
- ボタンの配置が自由に変更できると嬉しい。

3.2 検討課題 2 について

3.2.1 押しやすいボタン形状の考案

コンピュータマウスでの作業の際、形状によっては押しにくいクリックボタンがあるようである。いかなる脳性麻痺の症状でも押しやすいボタンを考案することによって、これを解決したい。

特別支援学校において、四肢に重度の不随がみられる場合、この全方向スイッチを用いて、稼働可能な部位（顎や頭部など）で触れることによってスイッチ On/Off を行う用例が挙げられる。市販の全方向スイッチを Fig.4 に示す。



Fig.4 : omnidirectional switch

3.2.2 全方向ボタンの実装

本研究ではこの全方向スイッチの構造をヒントにして、押しやすい構造のクリックボタンを考案し実装した。市販のマウスやトラックボールで使用されているクリップボタンにはタクトスイッチが用いられる。すなわち、このタクトスイッチに対して、どの方向から触れてもタクトスイッチが押されるような機構を考案する。タクトスイッチとそれを押す全方向ボタンの構造について Fig.5 に示す。

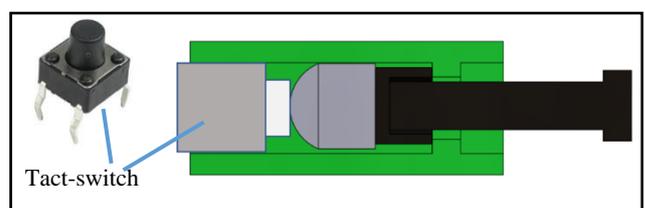


Fig.5 : Tact-switch & mechanism of omnidirectional button

考案したボタンの構造を 3D CAD でモデリングし、PLA 樹脂を用いて 3D プリンタで出力した。またこのボタンに併せて、市販のマウスもモデリングして、ボタンを搭載、電子回路を流用して、試作マウスを実装した。実装した全方向ボタン搭載マウスを Fig.6 に示す。「クリックボタンがかたつむりの“つ”のように見える」こと、「“自分だけ”のマウスの形状が選択可能」という意味から、「マイマイマウス (my-my-mouse)」と名付けた。



Fig.6 : my-my-mouse with omnidirectional button

3.2.3 全方向ボタン搭載マウスの評価

実装したマウスについて、対象者 A, B に使用感を聴取した。本開発による全方向ボタンは非常に押し易いとの評価を得た。試作品として 3D プリンタから荒く出力した筐体であったため、手触りに難があった。また、ボタンの配置が自由に変わると良いようであった。

3.3 検討課題 3 について

3.3.1 左利き用クリックボタンの設定

左利き用マウス設定は Windows の設定コンフィグから変更できる。個人所有 PC であれば、設定変更を一度行ってしまえば済むが、毎回異なった PC を使用するような検定や資格試験では、左クリックの設定をその場で変更する必要がある。四肢の不随症状を持った方々には負担であり、時間制限があるような作業には向かない。

3.3.2 左利き用ボタン配置の実装

マウスのクリックボタンを自由に配置できればこの問題は解決する。具体的には、左右のクリックボタンの配線を入れ替えておけばよい。そこで、市販のマウスを改造し、左右のクリックボタンの配線を入れ替えて実装した。検討課題 1, 2 でも評価

の通り、マウスの部品配置に自由度があることが望ましい。したがって、今後はマウス部品をブロック化して、玩具のブロックのように自由に配置したり、配線したりが可能なインタフェースに発展させる。さらにはユーザの手の形に合わせたボディ形状や、部品や機能に関しても選択可能にする。

4. まとめと今後の課題

本研究では、脳性麻痺の症状を持つユーザに向けたコンピュータマウスについて試作を行った。まず、脳性麻痺の症状を持つ対象者 2 名に対してインタビューを行い抽出した 3 つの仕様 (Shift・Ctrl キーの状態保持、押しやすいボタン形状、左利き用クリックボタン) に対して解決策を考案・実装した。対象者からの評価は良好であった。

今後は、特別支援学校と協力して、種々の症状に対応できる仕様をさらに抽出したい。さらにはコンピュータマウスの構成パーツをブロック化し、形状、方式、配置、機能などが自由に選択できるガジェットに発展していく。

謝辞

本研究は 2019 年度学長裁量経費の援助を得て実施した。ここに深謝する。また、本研究で連携した埼玉県立妻沼高等学校並びに同校の月岡先生、埼玉県立熊谷特別支援学校の大島先生、ハンディキャップを超えて挑戦した 2 名の生徒に深謝する。

文献

- 1) 山田, 谷岡, 岡崎, 渡辺, 近藤, “脳性麻痺により四肢が不自由な障害者が操作可能なチンコントローラを用いたマウス操作システムの開発”, 電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム 93(10), 2268-2280, 2010
- 2) 井出, 藤家, 御手洗, 黒須, “頸髄損傷者における単速度動作特性をもつジョイスティックの操作特性”, 人間工学 31(2), 141-149, 1995-04-15, 日本人間工学会
- 3) たのしい人生, Meishi keyboard 組み立て方ガイド, <http://biacco42.hatenablog.com/entry/2018/01/21/204749>