

PICを用いた障がい者用IT機器入力 補助デバイスの試作

宮崎 英一・谷口 公彦*・野田 知良**・高原 淳一***・坂井 聡
(技術教育)(香川県立高松養護学校教諭)* (香川県立聾学校教諭)**
(香川県立香川東部養護学校教諭)*** (特別支援教育)

760-8522 高松市幸町1-1 香川大学教育学部
*761-8057 高松市田村町1098 香川県立高松養護学校
**761-8074 高松市太田上町513-1 香川県立聾学校
***769-2302 さぬき市長尾西475 香川県立香川東部養護学校

A Trial Production of the It Apparatus Input Assistance Device using PIC for Impaired Person

Eiichi Miyazaki, Kimihiko Taniguti, Tomoyoshi Noda,
Jyunichi Takahara and Satoshi Sakai

Faculty of Education, Kagawa University, 1-1, Saiwai-cho, Takamatsu 760-8522

**Kagawa Prefectural Kagawa Special education school, 1098, Tamura-cho, Takamatsu 761-8057*

***Kagawa Prefectural School for the Deaf, 513-1, Otakami-machi, Takamatsu 761-8074*

****Kagawa Prefectural Kagawa Toubu Special education school, 475, Nagao-nishi, Sanuki 769-2302*

要 旨 最近のIT機器の発展に伴い、これらを利用する事で障がいのある人でも、自立支援やコミュニケーションの変革をもたらす事が期待される。しかし、これらのユーザインタフェース部分は健常者の使用を標準として設計されており、障がいのある人にとっては情報弱者を生み出す元凶にもなっている。そこで本研究では、PICを用いてユーザインタフェースを改良した入力補助デバイスを提案する。これはユーザの症例に合わせてカスタマイズが可能で、ハードウェアだけで構成するよりも、より柔軟な対応が可能になる。

キーワード 障害者支援, コンピュータ, ユーザインタフェース, PIC, AT

1. はじめに

現在、携帯電話やインターネットに代表されるIT機器は、その有効性と相まって広く一般家庭まで普及している事は誰もが認めることであろう。これらのハードウェア面の発展としては、ネットワークのブロードバンド化、ADSLから光ファイバーを用いた広帯域速度に対応し

た情報インフラの発展および通信速度の向上、また携帯電話に関しては、ワンセグの視聴、ミュージックプレイヤー、電子マネー等に代表される高・多機能化等があげられる。さらにこれらを利用したWEB2.0に対応した各種ソフトウェアの発展、例えば検索エンジンの多様化、ネットショッピングやBlogの普及等様々な分野においてネットワークの機能を利用したサー

ビスが提供されるようになって来ている。

このように日常生活の質的向上をもたらす事が可能になるIT環境¹であるが、これらは身体的な制約のため健常者と比較して情報利用・活用の格差を受けやすい障がいのある人にとっても、日常生活を向上させる大きな手助けとなる可能性²を持っていると言える。さらにこのIT環境が十分に活用できれば、コミュニケーション能力の向上に伴い、情報格差の解消だけではなく、さらには、新たに生活や仕事の機会を提供し、障がいのある人の積極的な社会参加を促す助けになると考えられる。特に障がいのある人がインターネットを利用して様々な人とコミュニケーションを図ることで、より開かれた広い分野からの情報を得る事が可能となる。その結果、障がいのある人の自立や社会参加を促し、更なる日常生活の質的向上³が期待できると考えられる。

このように障がいのある人にとって、生活の質的向上を含め、大変有効な可能性⁴を持たらずIT環境であるが、実際の使用に関しては、コンピュータと人間が情報をやり取りするユーザインタフェース部分が大きな障害となっており、これが逆に障がいのある人を情報弱者としている元凶の1つとなっている。そこで本研究では、障がいのある人がより簡単にIT環境を利用できるようにPICを利用したユーザインタフェースの開発を行った。本研究では、機器の開発レベルを研究室レベルでの動作だけではなく、障がいのある人が実生活において使用可能な動作レベル⁵を目標としている。

そのため、ユーザインタフェースの制御には、組み込み機器の制御に使用されているPICを使用した。これを用いることで、作成した機器が小型・安価になり、実生活の導入も何ら問題なく行える事が判った。さらにここでは機器の各種機能をプログラムで実装しているので、ユーザのニーズに応じて、プログラム上からユーザ特有のカスタマイズが可能である。その結果、様々な症例に対応したユーザインタフェースの構築が可能となり、より多くのユーザの使用が見込まれる。

2. ユーザインタフェースの問題

上記で述べたように、障がいのある人にとっては潜在的に大変有効なIT機器であるが、ユーザインタフェースという大きな問題が存在している。図1は内閣府が平成13年度に調査した統計データ⁶である。この結果から、障がいのある人が使用するIT機器の内訳をみると、パソコンも平均して40%程度の使用率があるが、やはりテレビ、ラジオ、電話（固定）が極めて高い使用率のある事が示されている。これは、症例（肢体不自由、聴覚障がい、視覚障がい）に係わらず、ほぼ同じような結果が示されている事が大変興味深い。

この原因としては、やはり障がいのある人にとっては、IT機器のユーザインタフェースが大きな問題になっている可能性が極めて高いと考えられる。例えばテレビは、いずれの症例の場合でも極めて高い使用率であるが、これはリモコンのボタンを押すという操作ができれば、チャンネルや音量等の制御といった基本的な操作が可能である。そのため、使用者がテレビを十分使いこなせており、操作環境も含めて満足していると考えられる。さらにこのボタンを押す操作は、キーボードのキーを押すという操作と同レベルなので、これらの操作が可能なユーザならばパソコンの操作も本質的には可能であると考えられる。しかし同図からパソコンの使用率はそれほど高くない事が示されており、この原因としてコンピュータの持つ独自のユーザインタフェースが大きな障害⁷になっていると予想される。

また上記で述べたように、広く一般家庭にまで普及しているコンピュータであるが、そのユーザインタフェース部分は健常者の使用を前提としているものが殆どである。このようにコンピュータが広く一般化する前のユーザインタフェースには、主としてCUI（Character-based User Interface）が用いられてきた。このCUI環境下では、ユーザがキーボードからコマンド（命令）を入力してコンピュータの操作を行っていた。この環境はGUI（Graphical

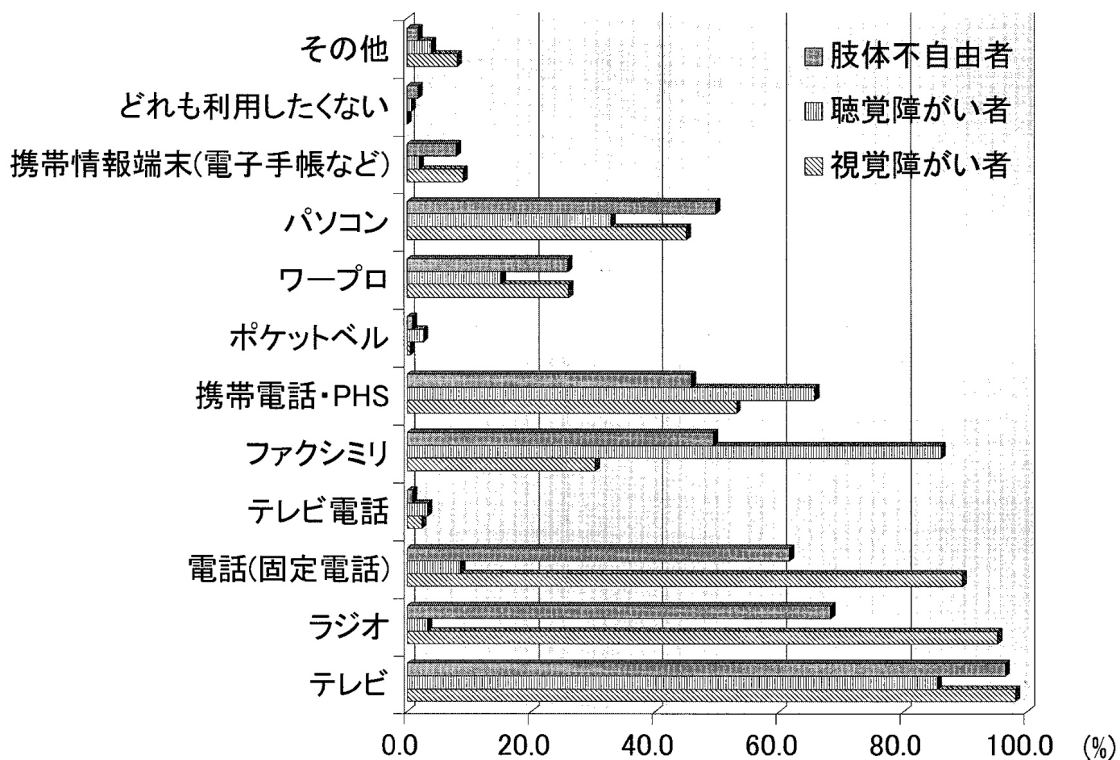


図1 障がいのある人が使用している情報機器

User Interface) を主たるインタフェースとしたWindowsにも搭載されており、図2に示すようにコマンドプロンプトとして今でも実装されている。このCUIの持つ問題点としては、ユーザはコンピュータのソフトウェアに依存するコマンドを知らなければ、ファイルのコピーのような極めて基本的な操作でも出来なかったという点が上げられる。同図では、ファイルのコピー操作を行っているが、ここではキーボードから「copy "C:\Documents and Settings\miya\Desktop\新しいフォルダ" "C:\Documents and Settings\miya\My Documents\コピー先"」のような長い命令を1字でも間違えず入力する必要がある。このため、ユーザはCUIの使用前に最低限のコマンドを学習する必要があり、初心者には操作し難い環境でもあったと言える。その結果、CUI環境は広く一般家庭にまで普及する事はなかった。しかしその反面、入力に関してはキーボードからキーを押して機械的に入力を行うので、ボタンを押す操作さえ出来れば、誰でもがコンピュータの操作を行うことが出来た。このため、障がいのある人でも、コンピュータが使用

可能な環境を提供する事が可能であった。

一方、Windowsに代表されるGUIであるが、これはマウスを利用して画面上に表示されたアイコン等を操作するものである。これらの環境下では、マウスによるポインタ移動、クリック、ダブルクリック、ボタンを押しながらドラッグ等の操作を行う事で、CUIと同様な操作を行うことが可能である。具体的な例として、ブラウザ（インターネットエクスプローラーやネットスケープ）を用いてインターネット上のWWWページを閲覧する場合、ユーザはブラウ

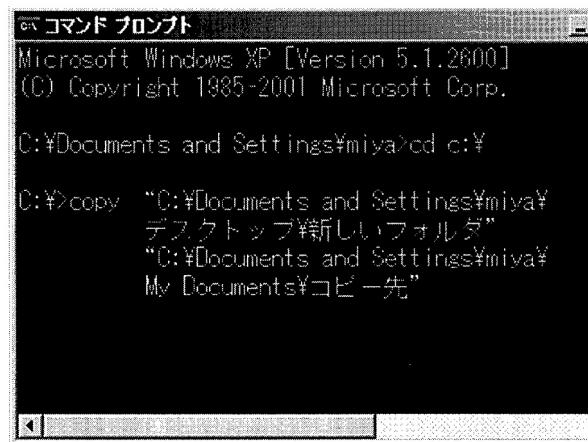


図2 コマンドプロンプト

ザ上に表示されたリンクにマウスを移動させてポインタを合わせ、マウスのボタンをクリックし、自分が閲覧したいページに移動する。これらのユーザインタフェース操作は、コンピュータの専門的な知識がない誰でもが操作可能であり、コンピュータが広く一般家庭にまで普及した大きな要因の一つであると言える。

しかしこのように、マウス等の操作が問題なく行える健常者にとっては使いやすいGUI環境であるが、障がいをもった人にはこれが逆に操作上の大きなバリアーとなる事がある。例えば自分の指一本だけでマウスを操作する事を考えて欲しい。通常の使用と比較して、マウスの細かな移動だけでなく、ドラッグ等の操作も難しくなっているのが判るであろう。これがCUI環境であった場合、指1本でも操作できれば、キーボードの操作によってコンピュータを扱う事が可能であった。つまりGUIは健常者にとっては極めて使いやすいユーザインタフェースであるが、障がいのある人にとっては、逆に操作を妨げるユーザインタフェースになってしまうという負の可能性を持つものである。

さらにユーザからの入力を受け取る場合だけでなく、アプリケーションの操作そのものも、障がいのある人にとっては大きな問題となる場合がある。現在、インターネットの代名詞として使われる事が多いWWWページの閲覧であるが、これを障がいのある人が使用する状況を示したのが、図3である。WWWページはTVやラジオの代わりとして様々なニュース等をリアルタイムで視聴するだけでなく、ネットショッピングやバンキング、旅行の切符や宿泊先の予約、時刻表の検索、さらには乗り換え時の駅案内の地図まで調べる事が可能であり、その重要性やユーザの利便性はますます高まってきている。しかしこれだけ有用なシステムであるが、これは障がいのある人にとっては、肢体不自由者だけでなく、視覚障がいのある人にとっても同図の下線部に示すように、様々な場面で操作しにくいシステムである事がわかる。よって本来はこれらのIT機器環境を利用して、より生活の質的向上を受かれるはずの障がいのある

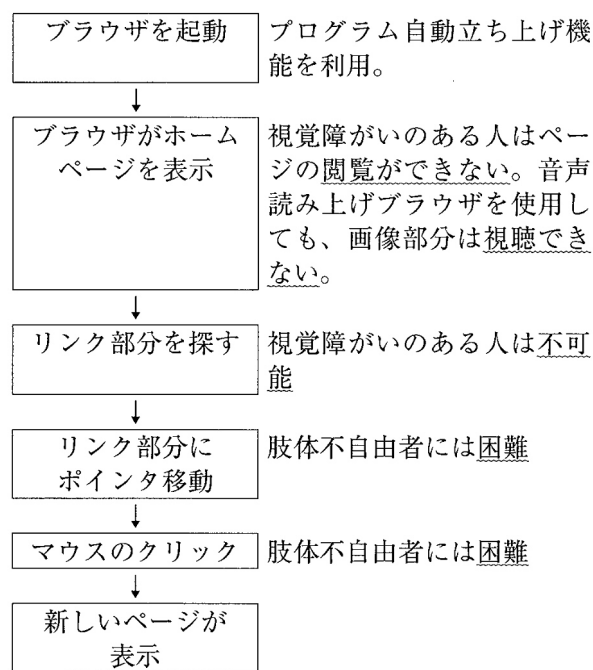


図3 アプリケーションの障害

人が、ユーザインタフェースの問題から逆に情報弱者となってしまっているのが、現状であると言わざるをえない。

以上のように、障がいのある人にとってはコンピュータのユーザインタフェース部分やアプリケーションの出力はIT機器を使用する大変重要なポイントである事がわかる。またアンケートの結果から、障がいのある人にとってはテレビやラジオといった日常的な機器が重要な情報提供機器の一つである事も示された。よって本研究では、最終的にはコンピュータのユーザインタフェースの改良を行う事を念頭とするが、まずはテレビやラジオのリモコン機器のユーザインタフェース部分の改良を行う。そしてこれを利用する事で情報弱者となり易い障がいのある人でも、日常生活の幅広い分野において生活の質的向上を図れる事を目的とする。

3. PICの応用と利点

本研究ではユーザインタフェースとして、各種機器の制御にPICを用いた。ここでは、PICを用いる事で可能になったユーザインタフェースの幾つかの特徴に関して説明を行う。

3.1 障がいのある人の症状と特性

上記で述べたように、障がいのある人に対してIT機器のユーザインタフェースを作成する場合、その症例に対応した機器を作成する必要がある。その一例を表1に示した。ここでは、視覚障がいを持った人と、肢体不自由な人に要求されるユーザインタフェースの特徴を比較している。同表から判るように、視覚障がいを持った人に対しては、情報の提示さえ問題なく実現できれば、後の機器の操作自体はさほど困難でない。また情報の提示も音声ガイダンスや点字ディスプレイ等、一般化した装置でユーザの要求を満足できる場合が多い。

表1 症状への対応

	症状	細かな動作	可動範囲
視覚障がい	全盲	可能	広い
	弱視	可能	広い
肢体不自由	脳性まひ	困難	広い
	筋ジストロフィー	可能	狭い

しかし、肢体不自由の場合はユーザインタフェースの一般化が困難であり、同表に示すように動作の具合や可動範囲等をユーザの症例に合わせて状態を細かく調整する必要がある。そのため、このような条件を満足するにはハードウェアだけで作成した場合、後でのユーザインタフェースのタイミング調整が回路の再設計となるので、事実上は実現が困難であると考えられる。そこで本研究ではこの問題を解決するため、インタフェースの特性をプログラミング上から変更可能なPICを用いてユーザインタフェースの試作を行っている。その結果として、ユーザのニーズに応じて簡単にユーザインタフェースの特性がカスタマイズ可能になっ

た。

3.2 PICに関して

PIC^{8,9}とは、Peripheral Interface Controllerの略称であり、ワンチップマイコンとも呼ばれる。マイクロチップ・テクノロジー社 (Microchip Technology Inc.) が製造しているマイクロコントローラ (制御用IC) の名称である。本来は、コンピュータの周辺機器接続の制御用として1980年代にゼネラル・インストゥルメント (General Instruments Corporation) 社によって開発された。PICにはCPU、メモリ (RAM, ROM)、I/Oなどが1チップに収められており、ROMに書き込まれたプログラムにより制御される。特徴としては、回路構成が簡単であり、安価なので組み込み機器の制御に利用される事が多い。また使用ターゲットとしては、家庭電化製品 (TV, ビデオ, 洗濯機, エアコン等), 事務用品 (コピー, ファクシミリ等), 産業用製品 (産業用ロボット, 各種製造機器, 検査機器), その他 (自動車, 携帯電話, カメラ等) に使用されるなど、我々の日常生活にまで広く普及している。

3.3 PICとコンピュータのハードウェア比較

ここでは、一般的に使用されているコンピュータとPICの比較を行い、その特徴を表2に示した。同表に示したように、PICは小型安価であり、使用ターゲットとして機器の制御に向いているが、プログラミング環境の構築 (ROMライターやアセンブラ, リンカの準備) やプログラミング自身が主としてアセンブラで記述される等から、これらを使用するには通常のコンピュータと比較してやや敷居が高いという事は否めない。しかしこれはPICを使用するハードウェアの設計者やプログラマーに関する

表2 PICとコンピュータの比較

	構造	サイズ	価格	プログラム	使用目的
コンピュータ	複雑	大きい	高価	直接実行可能	多目的
PIC	簡単 1チップ	超小型 数cm	安価 数十円~数百円	プログラミングにコンピュータが必要 内蔵ROMに書き込む	単一目的 (組み込み機器の制御)

問題であって、完成後の機器を使用する実際のユーザにはこれらの問題点は無関係であり、小型・軽量や安価というメリットが享受できる。よって本研究では、このPICを開発ターゲットとする。

次に本研究で使用したPIC (PIC12F683) を図4に示す。これは同図に示すように、その大きさは1 cm程度と極めて小さいが、これだけでワンチップマイコンとしての全ての機能を有している。今回報告したプログラムには使用していないが、このPICにはA/D変換機能も持っているため、これを利用したアナログ入力等、様々な応用も可能である。また他の種類のPICにはUSBのターゲット機能を有するものもあるので、これを使用すれば障がいのある人の症例にあわせて専用設計したマウス等を作成することも十分可能である。

PICを用いてプログラムを行う場合、通常はアセンブラを利用してプログラムを記述する事が多い。これは機器の制御のように μ 秒単位でポートの制御を行う場合、C言語などのコンパイラ言語では、コンパイラにより作成されたプログラムにどうしても冗長な部分が出てしまい、正確な時間的タイミングが取れない場合があるからである。よって組み込み機器の制御分野では、時間的な正確性からもアセンブラでマシン語を直接生成するのが常套である。しか

し、本研究ではユーザの手指による入力を制御するので、大まかに言ってm秒単位の制御が行えればプログラム上の時間的な分解能は十分である。よって本研究ではアセンブラの代わりに、PICBasicを利用してプログラムを作成している。

この言語の利点としてはアセンブラで記述する場合と比較して、面倒なレジスタの記述が要らない、Basicの文法に準拠しているため直感的にプログラムが書ける、書かれたプログラムの可読性が高い等の特徴があり、ポート制御もプログラム上で直接行えるので、本研究の目的にも十分対応できる性能を持つ。更に、回路やプログラムの動作テスト用にサーキットボードも付属しているため、これを介して実際のプログラムの動作確認が可能である。もし、サーキットボードがなければ、プログラムを変更した場合、PICにプログラムを書き込んだ後で更にデバックを行う必要があり、プログラム開発の時間的なコストが大きくなってしまふ。特に本研究のように、ユーザの症例に応じてプログラムの時定数等を頻繁に変更する場合、これらの開発環境はプログラム作成者の負担を大きく減らすだけでなく、ユーザに対してより細かな要求に対応させる事が可能となる。

このサーキットボードを図5に示す。ここでは、ソケットに搭載したターゲットPICの各ポートをビット単位で入出力の制御（プルアップ、プルダウンまでも含めて）が可能であり、さらにLEDも搭載しているため、プログラム

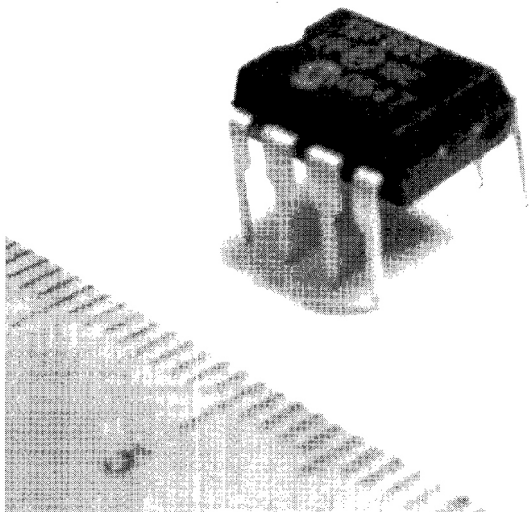


図4 PICの概観

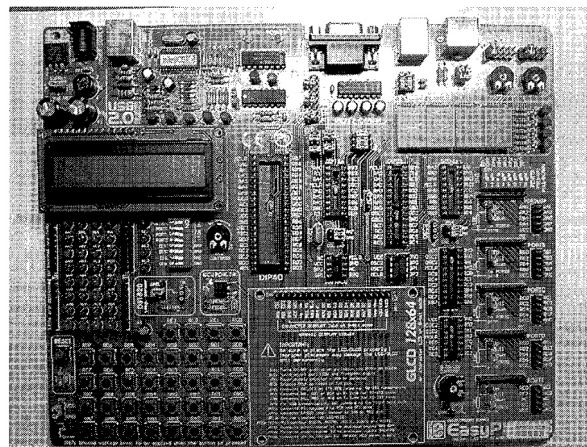


図5 サーマキッボード

の結果を直接目で見て確認することが可能である。これにより、プログラム作成の手間が大幅に減少した。

3.4 PICとコンピュータとのソフトウェア比較

一般的に使用されているコンピュータとPICのソフトウェア的な比較を図6に示す。ここではOSとアプリケーションまでを含めて比較しており、PICには一般的なコンピュータにあるOSが無い事が示されている。このため、PICを使用する場合は、Windows XPやVistaに相当するOS部分を使用者が作成する必要がある。しかし、コンピュータのように画面の出力や、ファイルとの入出力がないので、実際の主たる部分は入出力ポートの制御だけとなる。よって、プログラミング自体はさほど困難ではない。

しかしそれよりも、WindowsのようなOSでは、「アプリケーション」→「デバイスドライバ」→「OS」→「ハードウェア」という順に多数の階層をへて制御が行われるのと違い、PICではOSを介さず、ユーザの作成したアプリケーションが「アプリケーション」→「ハードウェア」とダイレクトに入出力ポートにアクセスできるので、OSの割り込み処理に起因する時間的な遅れが発生しなという点が大きなメリットとして上げられる。よってPICでは、WindowsのようなOSでは実現不可能な、機器のリアル

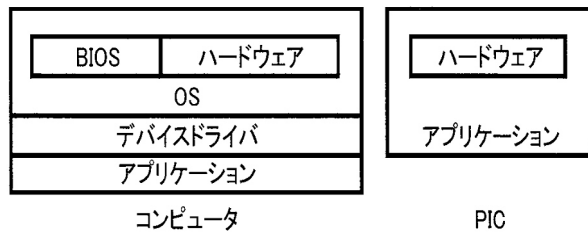


図6 アーキテクチャーの比較

タイム制御のような用途に大変適している事がわかる。

4. 試作機器

ここでは、本研究で作成したユーザインタフェースを改良した機器の例を示す。作成した機器はユーザの症例に合わせてタイミング等を調整している。

4.1 誤動作防止回路 (ソフトウェア)

ここでは入力に伴う、ユーザの不随運動によって発生する誤動作を防止するインタフェースを作成した。図7にユーザによって入力された信号 (a) とその入力を受けて防止機器が出力した信号 (b) を示す。なお、同図の横軸は時間的な経過を示している。同図 (a) はユーザがボタンを押す事により、入力された信号であり、ここでは (1):有意運動による正常入力、(2):不随運動による誤入力、(3):有意運動による正常入力の3つの入力が行われた事を示し

ユーザ入力 (a) (1) 正 (有意) (2) 誤 (不随運動) (3) 正 (有意)

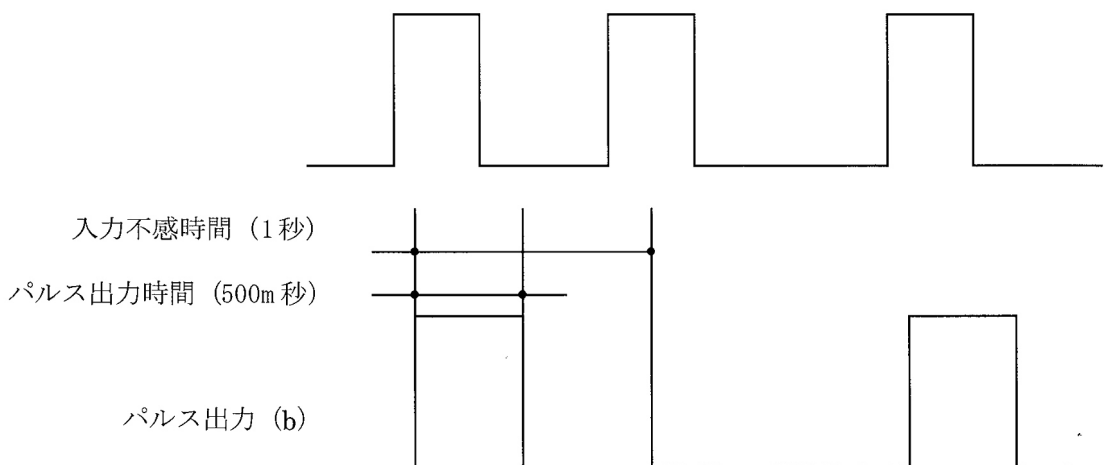


図7 誤動作防止回路の特性

ている。ユーザの症例によっては、このように有意運動の直後に不随運動が発生する事は比較的多く見られる現象であり、誤動作を発生させる要因の一つとなっている。そのため、本研究では、正常な入力を受け取った後、特定の時間は何回入力が発生しても、それをキャンセルする回路を作成している。その信号が同図 (b) であり、ここではユーザの使用条件に合わせて不感時間を1秒と設定している。

このような回路をハードウェアだけで作成した場合、不感時間の時定数を変更する時には、抵抗やコンデンサーのような部品を交換する必要がある。しかし、本研究ではソフトウェアでプログラマ的に時定数を設定しているので、プログラムを書き直すだけで対応が可能である。よって、予め種類のハードウェアを作成しておき、後はユーザの要求に合わせて時定数の変更が簡単に行えるので、様々な症例のユーザに使用してもらう事が可能なる。

さらにこの応用として、この同一のハードウェアを利用して、図8に示すようなパルス幅延長回路もソフトウェアの変更だけで可能になる。ここではユーザの症例により、スイッチの長押しが不可能な場合、一瞬だけスイッチがONになった場合でもスイッチを600m秒程度連続して押ししているのと同様な回路も作成した。これは上記の不随運動に伴う誤動作防止回路をそのまま利用し、プログラムの部分だけを変更している。このようにユーザの入力補助機器をハードウェアだけで構成せず、PICを用いてプログラマ的に実装する事で、いろいろな目的

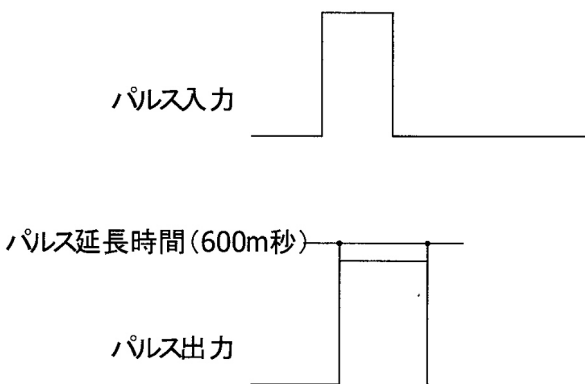


図8 パルス延長回路

に応じた回路が可能となる。その結果、様々な症例に依存して変更されるユーザ個別の問題に対応が可能となり、よりユーザの利便性が向上されると期待できる。

4.2 誤動作防止回路 (ハードウェア)

本研究で作成した回路の部品を表3に示す。ID1がPIC本体を示しており、ここでは12Fシリーズ中で、最も高速な動作(最大20MHz)が可能な683を使用した。またID2のシンクドライバーは、PICの出力電流(最大25mA)ではID3のリレー(要求電流33mA)が直接ドライブできないため、そのPICからの出力電流を増加させる電流バッファ(最大500mA)として使用している。ID3のリレーはPICからの制御信号を元に、ユーザによって接続された機器の電氣的なON・OFFの動作を行っている。なおID4のコンデンサ類はパソコンであり、PICの供給される電源のノイズをカットし、ノイズによる誤動作を防いでいる。

また、これらの部品を用いて作成した回路を図9に示す。この回路はプログラムでユーザの入力に対応した動作を実現する事が可能になるので、簡単に「誤動作防止回路」から「パルス延長回路」に変更できる。よって幅広い症例のユーザに対して短時間での適応が可能となった。

表3 誤動作防止回路 部品表

ID	型番	機能
1	PIC12F683	PIC
2	TD62083APG	シンクドライバー
3	G6K-2F-TR	表面実装リレー
4	C1, C2	コンデンサ

4. おわりに

本研究では、PICを用いて障がいのある人に対してユーザインタフェース部分を補助する入力デバイスの試作を行った。これらの試作した機器を利用する事で、障がいのある人にとって以前では問題の多かった、TVやDVDのよう

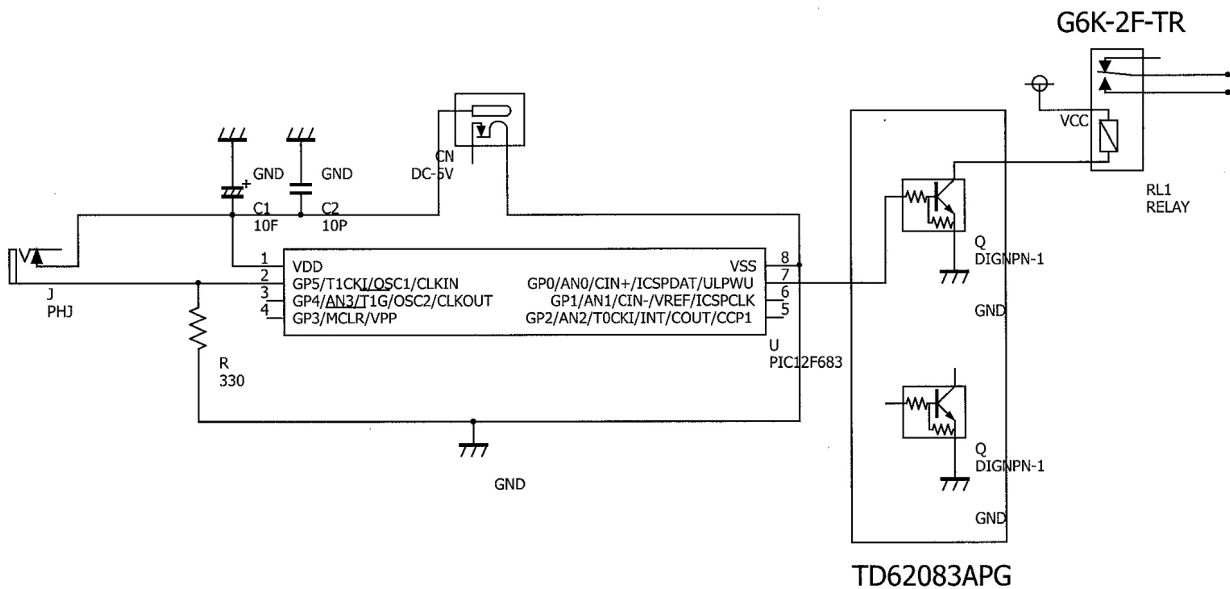


図9 誤動作防止回路

な家庭内の電化製品の制御が行える事がわかった。

本研究では、これらの機能はPICのプログラムにてソフトウェア的に実現されているので、ユーザの症例に合わせて、タイミング等より細かい調整が簡単に行える。その結果としてユーザの日常生活が豊かになり、質的向上が図られる事が期待できる。

謝辞

本研究は、2007年度大川情報通信基金「携帯電話を用いた音声認識障害者支援システムの提案」(07-38)の一部として行われました。謹んでお礼申し上げます。

参考文献

- ¹ 21世紀テクノロジー社会の障害児教育, 渡部信一, 学苑社, 2004
- ² コンピュータと人間の共生～コンピュータによる障害者支援の展望～, (財)情報科学国際交流財団編, コロナ社, 1994
- ³ 平成10年度版障害者白書～「情報バリアフリー」社会の構築に向けて, 総理府編, 大蔵省印刷局, 1998
- ⁴ 現場からのレポート福祉・介護機器～役立つ違い方を考える～, 土屋和夫・斉場三十四, 中央法規, 1989

- ⁵ 障害者のための小さなハイテク～MSXマイコンによる教育・リハビリテーションへの応用～, 利島保・中邑賢龍, 福村出版, 1986
- ⁶ 平成13年版障害者白書 障害のある人とIT～ITが拓く新たな可能性～, 内閣府編, 財務省印刷局, 2001
- ⁷ 知的障害者・要介護高齢者の情報通信の利用動向, 進藤文夫, 郵政研究所月報, 1999
- ⁸ 作りながら学ぶPICマイコン入門, 神崎康宏, CQ出版社, 2005
- ⁹ PICマイコン応用ハンドブック, トランジスタ技術編集部編, 2004