

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 9 日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500648

研究課題名(和文) 運動機能及び発達障害をサポートする生活・学習支援ワンデバイスシステムに関する研究

研究課題名(英文) A Study on the One Device Systems that Support the Motility Disturbance and Developmental Disability

研究代表者

宮崎 英一 (Miyazaki, Eiichi)

香川大学・教育学部・教授

研究者番号：30253248

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：障がい者に対してニーズに応じた入力インタフェースを提供できれば、支援機器の制御が可能になり、スマートフォンだけで(ワンデバイス)生活の質的向上が期待できる。ここでは1) WEBカメラ画像から動きをトリガーとし、コンピュータ等を操作するユーザインタフェースを試作した。これは、撮影領域の調整で、微小な動作から大きな動作まで、幅広い動作に対応したインタフェースの提供が可能である。2) 音声入力や外部スイッチ・インタフェースで赤外線リモコンを用いて家電製品の制御等を行うシステムを作成した。これにより、家電製品の制御が自分だけで可能になり、サポートする周囲の人までを含めた日常生活の質的向上が可能になった。

研究成果の概要(英文)：As for the relation between disabled people and the IT environment, it is said that disabled people tend to suffer the inequality in the use and utilization of information due to various restrictions. However, when disabled people utilize the IT environment well, they are expected to overcome the digital divide and gain new opportunities to work and enjoy their leisure time, but the reality is different.

One of the reasons is the problem of "user interfaces." The current user interfaces do not assume the use by disabled people, but the use by normal people. For example, a touch panel for smartphones can be said to be easy to use to everyone, because it can be used intuitively. However, this cannot be used by people with visual disabilities. If such a problem of interfaces is solved somehow, disabled people will be able to overcome the digital divide and have new opportunities to work and enjoy their leisure time, and also improve their quality of life (QOL).

研究分野：メカトロニクス

キーワード：ICT 福祉 障がい者支援 インタフェース スマートフォン 画像処理 マイクロコントローラー

## 1. 研究開始当初の背景

障害者が日常生活の質的向上を目指す上で、今後最も効果が期待できるものの1つに、情報機器を利用した障害者支援機器の分野がある。これは支援機器のIT化によって、使用者に音声や動画といった統合的なマルチメディア情報の提供及び、これらの操作を行うユーザインタフェースまでをも含めて、総合的に1つのシステムとしての提供が可能となる。

これまで応募者は、障害者の症状や目的に応じて、図1に示すように専用デバイスを作成する事で、目的を達成してきた。これは、組み込み機器の制御に用いられるマイクロチップ・コンピュータ(以下PICとする。)を用いる事で、小型、軽量、安価、電気的なインタフェースの柔軟性等の特徴を生かし、今後も長期に渡っての利用が見込めるだけでなく、更に幅広い機器への対応が期待できるようになった。

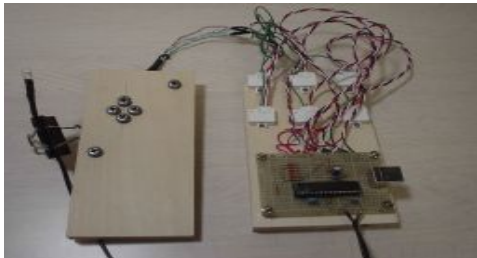


図1 マウス補助入力デバイス

しかし、ここで問題となったのが、支援機器の症例適合問題である。応募者は障害者の症例に応じて様々な補助デバイスを作成してきた。しかし、これらは症例に合わせて研究室で1個ずつ作成されるものであり、今後広く一般に普及させることは困難である。そこで注目したのが、スマートフォンである。これらは小型情報提供端末とも言えるものであり、本体に実装された各種センサといったハードウェアの利点だけでなく、独自に開発したUSBインタフェース制御プログラムと組み合わせる事で、複数の機能がワンデバイスで簡単に実現可能となる。

更にスマートフォンは、今後より一般家庭への普及化が期待でき、制御プログラムを共有する事で、症例に応じた障害者支援機器が誰でもが、何処でも簡単に入手できるようになる事が十分期待できる。よって本研究では今回、従来の研究で作成してきたUSBシステムと科研費で試作するスマートフォンのシステムを組み合わせる事で、これを用いた発達障害者の教育方法の支援や運動機能障害者のリハビリテーションへの運用までも視野に入れた、学習支援用教材の開発及び日常生活の質的向上をシームレスに実現する**ワンデバイス障害者支援システム**を最終的に開発し、実用化に向けて装置の開発およ

び現場での運用に対応できるような実際的なシステム構築を行うものである。

## 2. 研究の目的

本研究は、組み込み機器制御のシステム開発を手がけてきた代表者と障害者のIT機器利用を進めてきた分担者及び特別支援学校や公的な障害者支援センターが共同研究を行い、独自に開発したPICプログラムとスマートフォンを組み合わせた障害者支援システムを提案するものである。

従来は専用デバイスで個別に対応していた支援システムが、1つのデバイス(ワンデバイス)だけで、運動機能障害及び発達障害についても学習支援と日常生活までが同時にサポート可能なワンデバイス障害者支援システムの開発を行い、障害者のQOL向上を目指すものである。

これが完成すれば教育と生活支援の両方をサポートするだけでなく、「スマートフォン」と「USBインタフェース」の機能を相互に連携して変更する事で、1つのシステムで障害者の症状に細かく対応可能となる。その結果、安価な機器の利用や、それらの操作の学習が一度で済むといった利用者の運用上の負担を大きく減少させられるので、操作性の向上だけでなく、利用のし易さといった面からも、日常生活での運用が十分に期待できる点が有効である。

最終的には、本システムは教育を主体とした幼年次から日常生活が主体となる壮年期まで非常に幅広い年代までの利用が可能なる障害者支援システムとなる。また本システムは、センサ群と連携させた形でUSBユーザインタフェースの部分までも自作しているので、ユーザインタフェースの問題から従来ではIT機器を全く利用できなかったような症例を持った障害者にとっても、日常生活機能の学習とインターネットを介した情報活用が同時に実現でき、社会的にも就労問題や余暇の活用等にも大きな発展が期待できる。

## 3. 研究の方法

研究期間中にスマートフォンの入出力ハードウェア内部構造の解析を行い、各センサ及びAndroid Open Accessoryを用いたUSB制御モジュールの実装、PICを用いたスマートフォンのユーザプログラムからの制御モジュールの開発の確認を行い、これらを利用したUSBユーザインタフェース・モジュール構築を行った。

本研究では学習支援用教材として、PICを用いて障害者の症状にカスタマイズしたセンサを利用して、ユーザが、独自のコマンドをリアルタイムで登録可能なVOCA(携帯用会話補助装置)やTAM(携帯用時間知覚補助装置)の開発を行い、IT化された発達障害者学習支援教材が実現可能となった。

ここでは、PICをスマートフォンから独立したユーザインタフェースとして使用する

為、PIC に内蔵された USB モジュールを制御するプログラムを開発する。更にこれらをユーザプログラムからセンサ群を直接制御する事で、呼吸動作や瞬きのタイミング、顔面の筋肉動作等の特殊な専用システムでないと対応できないような制御もスマートフォンから直接可能になる。その結果、ワンデバイスで障害者の運動機能制限に幅広く対応させる事が可能となった。

また日常生活支援プログラムでは、デバイスの操作を行う事が同時にリハビリテーションを兼ねており、先行研究で PIC を用いて開発した赤外線リモコンインタフェースを利用する事で、家電製品の制御を行ったり、インターネット等の利用が可能になったりするので、余暇や就労等の面から運動機能障害者の日常生活の質的向上が期待できる。

本研究で開発をめざすシステムはスマートフォンと PIC を開発デバイスのコアとした。これらに様々なプログラムと試作した USB インタフェースを目的に応じて組み込む事で、ワンデバイスだけで障害者の多様な使用目的や各種症例に対応が可能となった。

#### 4. 研究成果

スマートフォンを用いた赤外線リモコン制御システム

本研究では多くの Android 端末 (スマートフォン) の持つ Bluetooth 通信機能を利用した、赤外線制御される家電製品の制御を行う障がい者支援デバイスを作成した。Android 端末に実装されるプログラムを Processing 言語で記述する事で、簡単に Bluetooth 通信の制御が行える事が示された。赤外線リモコンも Arduino を利用したマイクロコントローラを用いて自作する事で、学習機能だけでなく、Android 端末と機能の連携を図れるようになった。その結果、本デバイスが家庭内における日常生活に関して質の高い支援を行う事が示された。



図2 システムの構成

一般的な使用例として Android 端末で DVD プレイヤーの視聴を制御する事を具体例としてシステム全体の流れを説明する。通常はユーザが赤外線リモコンを操作して視聴を制御するが、これを Android 端末で置き換えようというのがシステムの目的である。

図2に示すように、ユーザは Android 端末で実行されているアプリを用いて Android 端末画面上の再生ボタンを押す。Android 端末

は Bluetooth で接続された制御用デバイスに制御命令を送信する。この命令は制御用デバイスに実装された Bluetooth モジュールで受信される。シリアル通信から受信されたデータを基に、マイクロコントローラが赤外線 LED を発光させる。この赤外線信号が DVD プレイヤーに受信され、動画の再生が開始されるという手順である。

WEB カメラを用いた障がい者入力支援デバイス

WEB カメラを用いて撮影されたビデオ画像からユーザの動きをトリガーとし、コンピュータ等を操作するユーザインタフェース・デバイスの試作を行った。このデバイスの特徴は、カメラで撮影する領域を調整する事で、ユーザの指の微小な動作から腕全体が動くような大きな動作まで、幅広い動作に対応したインタフェースの提供が可能である。

ここでは、ユーザの動作をインタフェースとして利用するため、モーション・トラッキングを利用した。これは全画素の色情報を配列で記録しておき、時間経過後の全画素の色情報を再度計測し、測定前後の色情報の差異から物体の移動を検出するものである。図3は指の動きをトリガーとして、キーコードの入力を行っている。ここでは指の動作に応じて画面左側のエディターに {A} というキーが入力されている事がわかる。このようにして、従来のインタフェースでは入力困難な方でも、簡単に入力操作が行える事が分かった。

また、この動きをトリガーとしてシリアルポート (実際は USB 端子) を通じてマイコンボード (Arduino) に制御信号を送信しているので、これを用いて外部機器の制御も可能である。



図3 トリガー及びキー入力画面

キネクトを用いた障がい者家電制御リモコンデバイス

ここではゲーム機の入力デバイスとして開発されたキネクトを障がいを持った方の入力インタフェースとして応用する事で、マウスやキーボードといった従来の一般的な入力デバイスが利用困難な方でも使用可能な入力支援システムを試作した。このシステムのソフトウェア部分を自作する事で、ユーザの入力を音声認識や顔の動作といった人間が持つ自然的な操作でコンピュータの制御が行えるようになった。

図4に実際に顔認識を行っているプログラムの画面を示している。ここでは、キネクトにより認識された顔が赤い線で描画された

ポリゴンモデルとして表示されている。このモデルでは、顔の輪郭だけでなく、目・口・鼻といった各部分のパーツを認識しており、これらの位置情報を用いてポリゴンモデルを表示している。同図の上部にはキネクトで測定されたX軸（ピッチ角）、Y軸（ヨー角）がリアルタイムで表示されている。この値が規定値を越して変化すると、赤外線リモコンから制御され、機器の制御が行われる。

よってマウス等の代替だけでなく、赤外線リモコンと組み合わせる事で、日常生活に用いられる家電製品の制御が行えるようになった。この結果、ゲーム機の入力部分を入力インタフェースに応用する事で、従来の同様の機能を持つ高価な機器が、安価で入手しやすい形で提供できる事が示された。

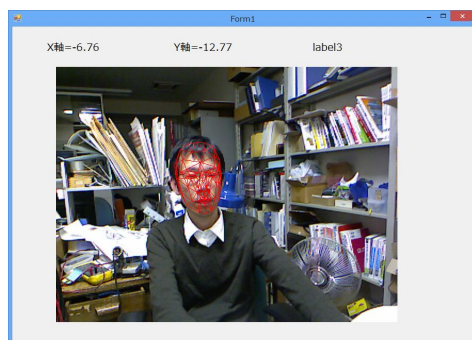


図 4 顔認識インタフェース

#### 4. おわりに

本研究ではスマートフォンを中心として幾つかの家電製品の制御を行うデバイスを試作した。赤外線リモコンを組み込み機器の制御に用いられるマイクロコントローラを応用する事で、新しい入力インタフェースから機器の制御を実行できた。

その結果、本システムを利用する事で、コンピュータの操作以外にも、通常の赤外線リモコンのボタン操作が困難な方でも、微小な指の動きや手の動き、更には顔の傾きといった直感的な操作だけで、家電製品の制御が可能な事が示された。今後はより幅広い機器の制御を可能とし、利用者の日常生活の質的向上を目指すものである。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 8 件)

宮崎英一、坂井聡、谷口公彦、野田知良、大野香織、篠原智代、運動機能に支援を必要とする人をサポートする スマートフォン制御システムの試作、香川大学教育学部研究報告第 部、査読有、64 巻 2 号、2014、87-93

宮崎英一、坂井聡、谷口公彦、野田知良、大野香織、篠原智代、スマートフォンの加速度センサを用いた 空書表示システムの試作、香川大学教育学部研究報告第 部、査読有、64 巻 2 号、2014、79-85

MIYAZAKI Eiichi、SAKAI Satoshi、Study on the One Device Systems that

Support the Motility Disturbance and Developmental Disability、The 5th CMU-KU Joint Symposium、Peer review、2014、78-79

宮崎英一、坂井聡、谷口公彦、野田知良、大野香織、篠原智代、生活を支援する障がい者支援 赤外線入力デバイスの試作、香川大学教育学部研究報告第 部、査読有、64 巻 1 号、2014、53-60

宮崎英一、坂井聡、谷口公彦、野田知良、大野香織、篠原智代、キネクトを用いた障がい者支援用入力デバイスの試作、香川大学教育学部研究報告第 部、査読有、64 巻 1 号、2014、45-52

宮崎英一、坂井聡、佐野将大、谷口公彦、野田知良、近藤創、大野香織、篠原智代、Android 端末と Bluetooth を用いた障がい者支援赤外線デバイスの試作、香川大学教育学部研究報告第 部、査読有、63 巻 2 号、2013、39-47

宮崎英一、坂井聡、佐野将大、谷口公彦、野田知良、近藤創、大野香織、篠原智代、マイクロコントローラを用いた障がい者用 入力補助デバイスの試作、香川大学教育学部研究報告第 部、査読有、63 巻 1 号、2013、13-20

宮崎英一、坂井聡、谷口公彦、野田知良、大野香織、篠原智代、スマートフォン用障がい者入力補助デバイスの試作、香川大学教育学部研究報告第 部、査読有、62 巻 2 号、2012、75-83

〔学会発表〕(計 7 件)

宮崎英一、坂井聡、谷口公彦、野田知良、大野香織、篠原智代、肢体不自由者をサポートするキネクトユーザインタフェースの試作、日本産業技術教育学会 第 30 回四国支部大会、2014 年 12 月、高知大学(高知県)

宮崎英一、坂井聡、佐野将大、谷口公彦、野田知良、近藤創、大野香織、篠原智代、顔認識によるユーザインタフェースの試作、日本産業技術教育学会 第 57 回全国大会、2014 年 8 月、熊本大学(熊本県)

宮崎英一、坂井聡、佐野将大、谷口公彦、野田知良、近藤創、大野香織、篠原智代、カメラ画像を用いた障がい者支援用入力デバイスの試作、日本産業技術教育学会 第 29 回四国支部大会、2013 年 12 月、愛媛大学(愛媛県)

宮崎英一、坂井聡、谷口公彦、野田知良、大野香織、篠原智代、障がい者の生活を支援する赤外線リモコン制御システムの試作、2013 年 12 月、愛媛大学(愛媛県)

宮崎英一、坂井聡、谷口公彦、野田知良、大野香織、篠原智代、生活支援ワンデバイスシステムの試作、日本産業技術教育学会 第 56 回全国大会、2013 年 8 月、山口大学(山口県)

宮崎英一、坂井聡、佐野将大、谷口公彦、野田知良、近藤創、大野香織、篠原智代、WEB

カメラを用いた入力支援デバイスの試作、日本産業技術教育学会 第 56 回全国大会、2013 年 8 月、山口大学（山口県）

宮崎英一、濱崎拓人、坂井聡、近藤創、谷口公彦、佐野将大、野田知智、大野香織、篠原智代、マイクロコントローラを用いた障害者支援デバイスの開発、日本産業技術教育学会 第 28 回四国支部大会、2012 年 12 月、香川大学（香川県）

〔その他〕

## 6．研究組織

### (1)研究代表者

宮崎 英一 (MIYAZAKI Eiichi)  
香川大学 教育学部 技術科教室 教授  
研究者番号：30253248

### (2)研究分担者

坂井 聡 (SAKAI Satoshi)  
香川大学 教育学部特別支援教室 教授  
研究者番号：90403766

### (3)研究協力者

谷口 公彦 (TANIGUCHI Kimihiko)  
香川県立高松養護学校

野田 知智 (NODA Tomoyoshi)  
香川県立聾学校

大野 香織 (OONO Kaori)  
かがわ総合リハビリテーションセンター

篠原 智代 (SINOHARA Tomoyo)  
かがわ総合リハビリテーションセンター