

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

宮崎英一, 坂井 聡*, 谷口公彦**, 野田知良***,
大野香織****, 篠原智代****
(技術教育)(特別支援教育)*, (香川県立高松養護学校教諭)**,
(香川県立聾学校教諭)***, (かがわ総合リハビリテーションセンター)****

760-8522 高松市幸町1-1 香川大学教育学部
*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
****761-8057 高松市田村町1114番地 かがわ総合リハビリテーションセンター

The trial production of the disabled person IR input device for improve the QOL of daily life.

Eiichi MIYAZAKI, Satoshi SAKAI, Kimihiko TANIGUCHI, Tomoyoshi NODA,
Kaori OONO and Tomoyo SHINOHARA

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

** 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 General Rehabiritation Center, 1114 Tamura-cho, Takamatsu 769-2302*

要旨 本研究では何らかの原因で家電製品の操作に支障があるような場合、その操作の一部を補助する目的で、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利用した赤外線リモコンを試作した。通常の赤外線リモコンを更に改良し、ボタン操作で制御を行うユーザーインタフェースの部分カメラで撮影したビデオ画像にリアルタイムで解析処理を行う入力機能

に変更した事で，市販の赤外線リモコンでは操作が困難な方でも，TVやビデオといった日常の家電製品の制御が行えるシステムとなった。その結果，このデバイスを利用する事で，今後さらに多くの人が日常生活の質的向上を目指す可能性を示す事ができた。

キーワード 障がい者支援，マイクロコントローラ，赤外線リモコン，スイッチ

1. はじめに

現在，我々が日常生活を行う上で，非常に数多くのスイッチを押しながら生活している。例えば，朝の目覚まし時計のアラームを停止するスイッチ，部屋の明かりを灯すスイッチ，ニュースを見るためにTVの電源を入れる，チャンネルを変える，音声の大きさを変更するスイッチ，室温を調節するエアコンのスイッチ，メールをチェックするためにスマートホンの電源を入れるスイッチ等，朝起きてから夜寝るまでの活動時間の様々な場面で，我々は非常に多くの機器に対してスイッチを意識的あるいは無意識的に操作しているのではないだろうか。

またスイッチの動作種類も押すスイッチ，回すスイッチ，引っ張るスイッチ，タッチするスイッチ，滑らすスイッチ等，大部分は直感的な動作を連想させる形で配置されている。またスイッチを動作させる力も，指が触れるだけで動作する軽いものから機械的な接点が動作するまでのトルクが必要なスイッチ等，実に多くのスイッチが身の周りにある事に気付くであろう。

日常，我々の多くのは意識せずにスイッチを動作させるという行動を行っているが，もし，何らかの原因でこれらのスイッチを動作させる事が出来なくなれば，どのような日常生活を送る事になるであろうか。障がいを持った方はまさに，このような状態で日常生活を過ごしている。

現在の障がい者支援の多くの場合，これらの問題を解決するために様々なスイッチの動作をサポートするデバイス^{1,2,3}が開発されている。しかし実際の運用面においては，使用者の症例に応じて操作上様々な制限があり，1つのスイッチで多くの症例に対応させる事は事実上困難である。そのため多くの場合では，その人の症例に応じたスイッチを準備し，使用者本人とサポートを行う人の努力でスイッチの運用を行っているのが現状である。そこで本研究では何らかの原因で家電製品の制御を行えない方が，赤外線リモコンを介してこれらの制御を行い，生活を自立して行えるような環境を提供する事を目指す。これにより，障がいを持った方だけでなく，これをサポートする家庭環境も含めた日常の質的向上を目指すものである。

2. 赤外線リモコン

2.1 赤外線リモコンの特徴

本研究では障がいを持った方をサポートするシステムとして赤外線リモコンを開発ターゲットとした。赤外線リモコンは，目に見えない赤外線を制御信号とし，離れた場所から遠隔操作で機器の制御を行うものである。有線式のリモコンと比較すると信号を送信する線が無いので，制御機器と利用者の空間的自由度が高いという特徴がある。しかし反面，赤外線を使用するために，発光部（リモコン側）と受光部（操作対象側）の間に赤外線を

通過させない障害物が存在すると赤外線信号が対象に届かず、機器の制御ができない、所謂「見通し外操作不能」という問題点が発生する。

さらに最も大きな問題点⁴は、通信速度（リフレッシュ・レート）が低いことである。このため例えば、テレビのEPG(電子番組表)で番組一覧をスクロールする場合など、同じコマンドを繰り返し送信する際に、コマンド間の時間間隔（レイテンシ）が長くなってしまう。このようにリフレッシュ・レートが低くレイテンシが長い場合、赤外線リモコンはスクロール・ホイールやトラック・パッド、トラック・ボールなどの入力デバイスを搭載できないという問題点がある。しかしこのような問題点がありながら、今だ多くの機器で使用されているのは構造が簡素で安価な上、信頼性が高いという工業製品として大きなアドバンテージを持つためである。

よって赤外線リモコンは、まだ暫くは我々の日常生活において主要なリモコン機器であると考えられる。さらに我々が日常生活において使用する機会が多い家電製品を考えるとTVやビデオといった映像機器、ラジオやステレオといった音楽機器、エアコンや扇風機のような空調機器といった様々な機器が操作対象となる。このような普及状態から、日常生活で使用される機器に実装されている事が多いという事も運用上大きな利点の1つであると考えられる。

以上より、本研究では赤外線リモコンに着目し、これを何らかの代替手段と組み合わせる事で、障がいを持った方でも日常生活をより過ごしやすくする手助けが可能な入力補助デバイスを試作する。

2.2 赤外線リモコンへのアプローチ

障がい者を持った方に対して上記で説明し

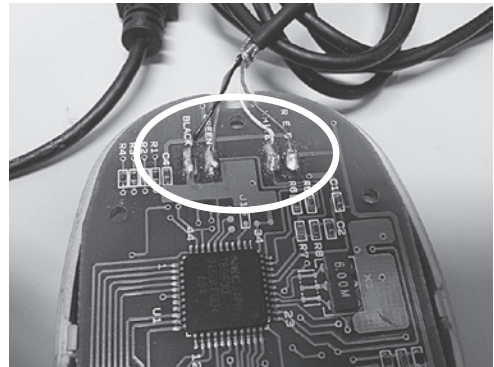


図1 赤外線リモコンの改造

た問題点を解決して赤外線リモコンを使用してもらう場合、大きくわけて2つのアプローチがある。

1つは市販されている学習型の赤外線リモコンを改造して使用する方法である。もう1つは、専用のインターフェースを持った赤外線リモコンを自作する方法である。前者は赤外線リモコンの部分に関しては既に完成しているため、購入後直ちに安定した状態で使用可能になるという利点がある。しかし、障がいを持った方は、多くの場合は何らかの原因でリモコンのボタン操作そのものが出来ない方が多いというのが現状である。そこでこのような場合には図1に示すように市販の赤外線リモコンを改造し、ボタンの接触している配線を辿って信号ラインを解析し、ここから外部スイッチ端子を取り出して使用している。ここで問題になるのが、プリント基板から外部に信号を引き出す技術的な問題である。現在のリモコンはより安価で構成するため、表面実装を基本とした形で部品が実装されており、外部信号を取り出すはんだ付けも効きにくいような回路となっている。

本研究室でも幾つかの学習型赤外線リモコンをこの手法で改造⁵してきたが、一番問題

になるのが、この部分の接触不良問題である。研究室で使用するレベルでは問題が発生しなくても、家庭内で使用する場合は装置の位置を頻繁に変更したり、つい手荒に扱ってしまう場合も多く見受けられる。

またこの手法では、外部に引き出す信号線には単なる電気の接点信号だけしかないのので、単純なオン・オフ制御だけしか実行できない。その結果、繰り返し信号や、複数の信号を連続して送信する、あるいは他のセンサーの入力を応用する等のより高次の制御を行いたい場合は、さらにアダプターを別途追加する必要があり、制御装置が複雑・高価になるといった問題点がある。

そこで本研究では障がい者の利用を前提とし、これに対応した学習型の赤外線リモコンを自作する事で、様々な入力インタフェースが利用可能な環境を提案するものである。

3. 試作した赤外線リモコンデバイス

上記で述べたように赤外線リモコンは赤外線制御信号とし、この信号にパルス変調をかけて制御信号を送信している。具体的には図2に示した⁶ように、38kHz程度(=周期26 μ sec)のキャリア周波数に制御信号をミキシングし、制御発光信号としている。本研究で試作した赤外線リモコンは3つのモジュールから構成されており、それぞれのモジュールが目的に応じて変更可能となっている。

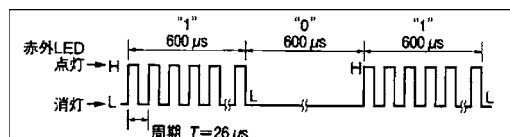


図2 赤外線信号フォーマット

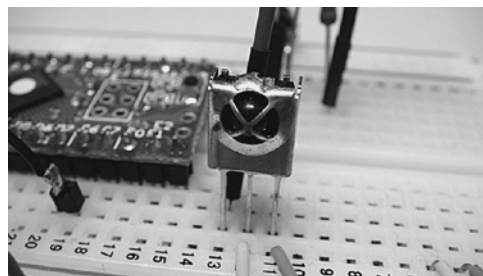


図3 赤外線モジュール

3.1 赤外線受光モジュール

ここでは図3に示すように、民生用に市販されている赤外線受光モジュール(OSRB38C9AA)を用いた。これは民生用のため、1個50円程度と安価で入手しやすく、小型パッケージにPINフォトダイオード、アンプ、フィルタまで内蔵しているのので、面倒な調整等が不必要な上、制御用マイクロコントローラと直接接続する事が可能である。このモジュールの特性を表1⁷に示す。

この受光モジュールは赤外線LEDから発光した赤外線を受光すると“L”の信号を出力(Active Low)として動作する。ここで“L”はデジタル信号の“H(1)”と“L(0)”のうち“0”レベルの信号を示している。ここでは通常のDC点灯(直流点灯)された赤外線を受光しても何も出力されず、赤外線信号が38kHzで変調している場合のみデジタル出力が発生する。

この変調信号を使用する目的は太陽光や周囲の雑音となる光信号の影響を除去するため

表1 赤外線モジュール特性

電源電圧範囲	DC2.7V~DC5.5V
消費電流	0.9~1.5mA (無信号時)
中心周波数	37.9kHz
ピーク感度波長	940nm
出力	Active Low

である。このような利用しやすいモジュールが一般化しているので、我々が日常生活に使用する家電製品に赤外線リモコンが多く使われている理由の1つでもある。

3.2 赤外線LED

ここではやはり民生用として市販されている直径5mmの赤外線LED (OSI5LA5113A) を用いた。この特性を表2⁸に示す。この赤外線LEDはピーク波長940nmを持ち、上記で説明した赤外線受光モジュールのピーク波長と一致しているため、伝達効率の良い設計となっている。さらにこの赤外線LEDは、1個10円程度と非常に安価に入手できる。そのため、多数のLEDを導入し、発光部分に複数の赤外線LEDを実装する事で、光指向性の問題を解消できる事も可能である。

ここでは発光される光強度を変更させる場合、最も基本的な手段として、抵抗を接続する事で「電流制限⇒発光強度」の制御を行っている。赤外線リモコンの場合、光強度は常に一定値をとり、データ信号によって強度が変更する事は無い。よって抵抗値は「赤外線光強度⇒到達距離」を制御するものである。この最大値は使用する赤外線LEDの順方向電流値によって決定され、この値をオーバーすると、赤外線LEDが損傷してしまう。ここでは、電源電圧として5Vを使用しているので電流制限抵抗値 $(5-1.35) / (50 \times 10^{-3}) = 73\Omega$ であるが、駆動するマイクロコントローラの電流出力マージンを見越して（順方向電流が小さく⇒発光強度が暗くなる）300

表2 赤外線LED特性

順方向電圧 (V F)	1.35 V
順方向電流 (I F)	標準50mA
放射強度	55mW / sr
ピーク波長	940nm (標準)

Ω とした。

3.3 マイクロコントローラ

これは、人間の操作（スイッチを押す等の動作）を入力トリガーとし、38kHzで変調した赤外線LEDに制御信号をミキシングさせて点灯するパルス波形を生成するものである。通常、このよう目的には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⁹が使用される場合が多い。

これは小型・安価といった運用面での利点だけでなく、このコントローラがCPU以外にプログラムを格納するメモリ、タイマーや外部入出力部分を1つのパッケージに収めているので、これだけで電子機器の制御を行う事が可能になる。このため、受光LEDから出力される電気信号をピンに直接入力でき、赤外線LEDの発光をピンから直接制御できる。ここではマイクロコントローラとしてAtmel社のマイコン (ATMEGA32U4) を用いた。これは柔軟で使いやすい電子プロトタイプング・プラットフォーム¹⁰として広く普及している。

本システムの大きな特徴はマイクロコントローラを使用していることで、スイッチ以外の入力として、外部機器との入力インタフェースを持つ事ができる事にある。本研究では本デバイスが持つUSBデバイス機能を利用し、コンピュータと接続する事でより高次な入力インタフェースの提供が可能になった。

本デバイスをUSB端子を介してコンピュータに接続すると、図4に示したように、コンピュータからはRS232Cのシリアルポート (COM3ポート) として認識されている。このため、プログラムがこのポートを介して通信が確立し、プログラムから本デバイスの制御が可能になる。

ここでは何らかの原因で機械的に赤外線リ

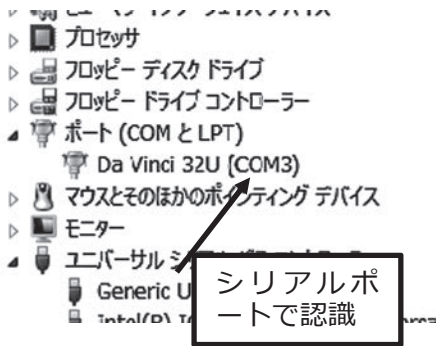


図4 デバイスマネージャー

モコンのボタンを押せないような方を対象としているので、音声で入力を行ったり、動作可能な体の部位測定で入力を行ったりという体感的な応用が考えられる。本研究では、WEBカメラを用いた画像処理データを入力トリガーとし、家電製品の制御を行った。

4. 試作したリモコン・システムの特徴

本研究で試作した赤外線リモコンは、上記で説明したように、1) 赤外線受光モジュール、2) 赤外線リモコンモジュール¹¹、3) 赤外線発光モジュールの3つのモジュールから構成されている。これを図5に示す。通常のリモコンならば2)と3)の2つのモジュールのみで構成されている。これはリモコンの操作対象が予め決定された状態で設計されているので、2)のモジュール内に赤外線信号のデータがプログラムとして書き込まれているためである。しかし本研究では1つの赤外線リモコンで複数の機器の制御を目的としているので、何らかの方法で赤外線信号のデータを学習する必要がある。

一番正確な方法は2)のプログラムを解析して信号を抽出するものである。しかしこれは、技術的に高いレベルを要求されるだけでなく、リバースエンジニアリングに相当する

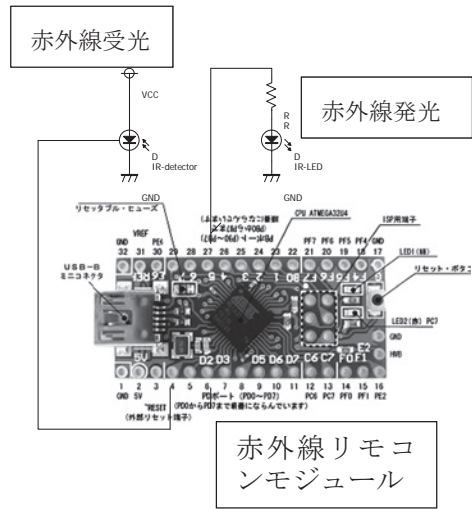


図5 試作したシステム概略図

ため、実際の抽出は困難である。そのため、ここでは一般的に用いられている学習型リモコンの方式を採用した。

これは1)の受光モジュールで操作対象とした赤外線リモコンの赤外線信号を測定し、この信号から赤外線信号のデータを抽出する¹²のものである。これは制御対象となるリモコンを改造して電気的な信号を取り出す事が不要であり、家庭内の運用において最もスマートに運用が可能となる。

更に本研究で試作した赤外線リモコンは、これら3つのモジュールが互いに独立して構成されているので、ハードウェア上の変更、例えば対象となる赤外線リモコンの赤外線の中心波長が変更された場合、1)の赤外線受光フォトダイオードをこれに対応した波長感度を持つフォトダイオードと3)の赤外線LEDを変更する事で、新しい機器のハードウェア環境に対応が可能となる。

5. ビデオによる制御

通常のリモコンではボタンを押して

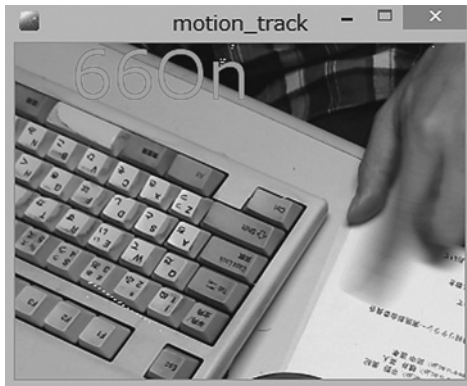


図6 物体移動認識画面

機器を制御する。本研究ではWEBカメラから撮影されたビデオ画像から移動物体の解析処理をリアルタイムで行い、撮影された画面内に何らかの動きがあれば、それを入力トリガーとして家電機器の制御を行う。例えば、手をビデオ動画で撮影し、その中で指の一部でも動けば、それが赤外線リモコンのトリガーとなり、制御が行えるようになる。ここでは通常のスイッチのように予め手を固定したりする必要がないので、利用者やサポートを行う側にも負担が少ないという利点がある。

本研究ではWEBカメラで撮影されたフレーム間の画像から全画素に関して色分解を行い、撮影の前後フレームから色情報の差分を取り、設定された閾値を越えた場合に動きがあったとしてリアルタイムに演算処理¹³を行っている。この画面を図6に示す。ここで画面上の「66」という数値は閾値（0～244段階）の値を示しており、画面を見ながらリアルタイムで変更可能である。同図では、指がわずかに動いているので、動作トリガーが作動している「On」という表示が見えている。

また本研究では、撮影された画面内の全ての画素を処理しているので、動作トリガーとなる対象を固定する必要が無く、指の一部の



図7 ビデオカメラの再生制御

移動でもトリガーとなったり、手全体が移動したりしてもトリガーとする事ができる。その結果、対象範囲を広く持つ事が可能となった。図7に示すように、制御対象をビデオカメラで撮影された動画の再生と停止を指の動きで制御している。

6. おわりに

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、新しいインタフェースから制御を実行できた。その結果、本システムを利用する事で、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だけで、家電製品の制御が可能なる事が示された。しかし、この方法では、撮影された画像の全ての画素を処理しているため、利用者の意思に依存しない部分が動いた時には、誤動作してしまうという問題点もある事が分かった。

今後は、これらの問題を解決したユーザインタフェースとなれば、より多くの方の利用が期待でき、それらの方の日常生活を補助できるシステムとしての可能性が示された。

7. 謝辞

本研究は、平成25年度科学研究費補助金(基盤研究(C))「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」(課題番号24500648)の一部として行われたことを記して謝意を示す。

8. 参考文献

¹ 重度肢体不自由者用小型赤外線リモコン装置の開発と利用, 小山智史, その他, 弘前大学教育学部紀要, 95号, pp.137-143, 2006

² 赤外線リモコン付きデジタルカメラの重度障害者向け改造, 東京都立産業技術研究所研究発表会要旨集, 河村 洋その他, pp.40, 2003

³ 赤外線リモコンを利用したワイヤレススイッチの試作, 河村 洋, その他, 東京都立産業技術研究所研究報告 第3号, pp.14-142, 2000

⁴ 家電向けリモコン技術の主流が30年ぶり交代, 赤外線方式からRF方式へ: <http://eetimes.jp/ee/articles/0906/30/news096.html>

⁵ PICを用いた障害者ユーザインタフェース・システムの開発, 宮崎英一, その他, 日本産業技術教育学会 第55回全国大会(北海道・旭川), b7-1, pp.76, 2012.09

⁶ PIC&C言語でつくる赤外線リモコンーリモコン実用回路の製作と改造ロボット工作(わかるマイコン電子工作)

⁷ <http://akizukidenshi.com/download/OSRB38C9AA.pdf>

⁸ <http://akizukidenshi.com/download/ds/optosupply/OSI5LA5113A.pdf>

⁹ 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 (The trial

production of the disabled person input auxiliary device for microcontrollers), 宮崎英一, その他, 香川大学教育学部研究報告第II部, 63, 1, pp.13-20, 2013,

¹⁰ Arduinoで計る, 測る, 量る: 測定したデータをLCDに表示, SDカードに記録, 無線/インターネットに送る方法を解説, 神崎康宏, CQ出版, 2012

¹¹ <http://strawberry-linux.com/pub/davinci.pdf>

¹² Android ADK組込みプログラミング完全ガイド, 丸石康, その他, 翔泳社, 2012

¹³ WEBカメラを用いた入力支援デバイスの試作, 宮崎英一, その他, 日本産業技術教育学会 第56回全国大会(中部・山口), 2ab4, pp.94, 2013.08