

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

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*****
(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)*** (善通寺養護学校教諭)****
(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
****765-0004 善通寺市善通寺町2615 善通寺養護学校
*****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 device for Android phone and Bluetooth.

Eiichi MIYAZAKI, Satoshi SAKAI, Syoudai SANO, Kimihiko TANIGUCHI,
Tomoyoshi NODA, Hajime KONDO, 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*

*****Zentsuji Prefectural School for the Deaf, 2615 Zentsuji-cho, Zentsuji 765-0004*

******Kagawa General Rehabilitation Center, 1114 Tamura-cho, Takamatsu 769-2302*

要旨 本研究では多くのAndroid端末の持つBluetooth通信機能を利用した, 赤外線で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可能が示された。

キーワード 障がい者支援, Android, Arduino, Bluetooth, 赤外線リモコン

1. はじめに

現在、我々の日常生活において携帯電話に代表される小型携帯端末は、もはや一般化したものであり、限られた人が使用する特別な情報活用デバイスではない。図1¹は平成19年から平成24年にかけて総務省で行われた通信利用動向調査の結果から「主要情報通信機器の普及状況」を示したものである。一般的に言われているように携帯電話は90%近い普及率で推移しており、日常生活においても既に一般化している事が伺える。しかし、ここにも大きな技術変革の波が押し寄せている。同図に示すように平成22年度から統計が開始された「スマートフォン」や「タブレット端末」が急速に普及しており、従来は一般的であったパソコンを置き換え、これが今後主流となる新たなデバイスとしての可能性が示されて

いる。

さらにこれを詳しく分析した結果を図2に示す。図2¹も総務省通信利用動向調査より、インターネットの利用動向として集計された、インターネットの世代別個人利用の状況（世代別人口普及率）を表示している。同図に示されたように、平成23年度と同24年度を比較してみると、50代以下の世代でスマートフォンの伸びが顕著になっており、特に20代以下では、スマートフォンが従来型携帯電話を逆転している結果が出ている。これらの結果から、今後はスマートフォン等の新しい情報端末がより普及してくるのは間違いないであろう。よってこのスマートフォンが世代を問わず一般家庭まで普及するならば、これを用いた障がい者を支援する機器を開発する事で、どこでも、いつでもさまざまなサービ

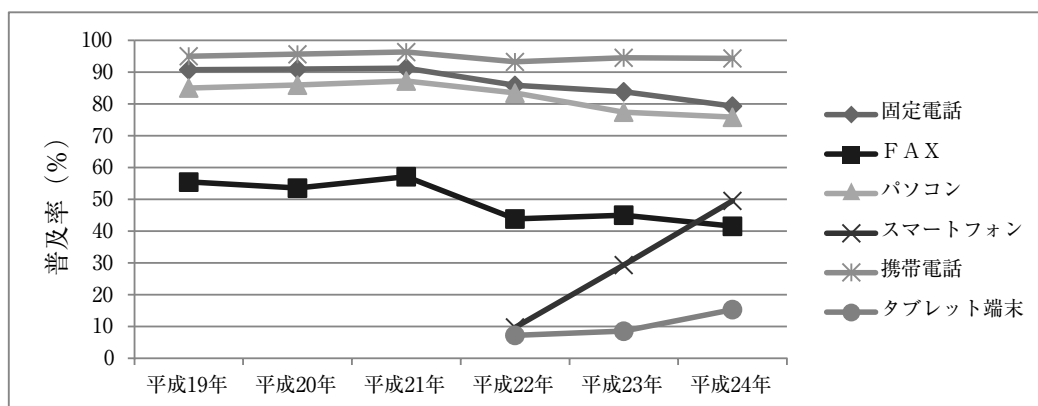


図1 主要情報通信機器の普及状況 通信利用動向調査：総務省

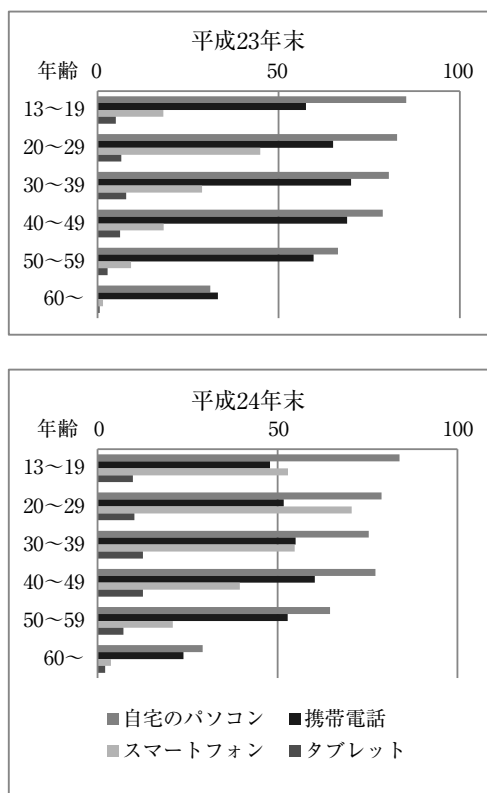


図2 インターネットの世代別個人利用の状況

スが提供できると考えられる。既にスマートフォンを用いた障がい者支援に関しては、幾つかの論文^{2, 3, 4}が発表されているが、これらは下記に述べるようなスマートフォンの特性を障がい者支援に生かしたものである。

スマートフォンの特徴⁵としては、従来の携帯電話では、通話や携帯メールが主な利用目的であったが、スマートフォンは通常のパソコン程度の高度なマルチメディア処理能力を有するので、これを生かして、WEB閲覧、音楽、動画、電子書籍、スケジュールの管理等の多目的な支援がワンデバイスだけで可能となる。更にスマートフォンならば、自宅だけでなく、病院や作業所といった個人のパーソナル環境下でも小型軽量であるという事、3Gの無線を利用するので、施設内において新たにネットワーク設備の設置が不必要な事等と相まって、持ち込みを許可される場合も多い。以上の結果から、障がいを持った人にとってもスマートフォンは、より実環境における日常生活の支援を行う有効なツールとなりうる可能性を持っている。

本研究では、特にスマートフォンの中でも、様々な形で外部機器の制御をサポートしているAndroid端末⁶に着目し、これを利用した家電機器の制御を行い、家庭での日常生活における質的向上を図るシステムを試作した。これはユーザが普段使いたスマートフォンを入力インターフェースとする事で、新たに機器の操作を習得する必要が無くだけでなく、手指の操作以外にも、クラウドに支えられたスマートフォンの特性を生かす事で、音声での制御も視野に入れる事が可能となる。

2. 試作したシステム

本研究ではAndroid端末をユーザからの入力インターフェースとし、スマートフォンとマイクロコントローラを用いた家電機器制御用のデバイス間をBluetoothで無線接続したシステムで機器の制御を行うものである。ここではAndroid端末として標準タイプ（リファレンス機）より一世代前のタイプであるが、今だ使用される事が多い「Galaxy Nexus（NTTドコモ：SC-04D）」を開発ターゲットとして採用した。この機種でも動作確認が取れば、最新機種のAndroid端末でも同様にシステムの動作が見込まれるため、動作確認の検証に適していると考えられるからである。制御用デバイスにはマイクロコントローラとし

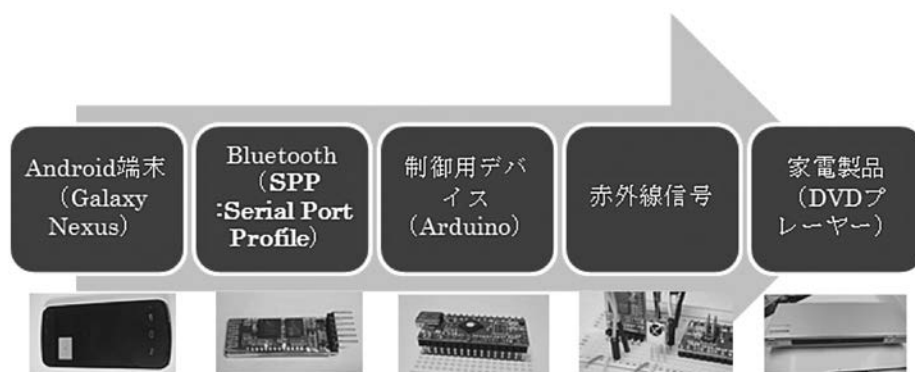


図3 システム概略図

で非常に多く用いられているAVRマイコンをベースとした「Arduino」を使用⁷している。

本研究で試作したシステムの概略を図3に示す。ここでは、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用い、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。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。

2.1 ソフトウェア開発環境

本研究ではこのAndroid端末に実装される入力ユーザインタフェース+Bluetooth通信制御のプログラムおよび制御用デバイスに

実装される制御プログラムの2つを開発した。Android端末で自作プログラムを作成する場合、一般的には開発環境としてJDK (Java Development Kit) とAndroid SDK (Software Development Kit) およびEclipse (統合開発環境として機能する) を組み合わせてJAVAで開発する事が一般的であり、このタイプについて多くの参考文献も発表されている。しかしGUIの作成等は遷移等の画面設計を含めて開発する必要がある、JAVA初心者にとって敷居の高い開発環境である事も確かである。

そこで本研究では誰でもが簡単にプログラムの開発が出来るように、Processingという言語を用いてAndroid端末のプログラム開発を行った。この言語は単純化されたJAVA言語をベースに初学者をターゲットとしており、プログラマー以外が開発に使用するような、例えばエレクトロニクスアートやビジュアルデザインのような分野で広く使用されている言語である。更にこの言語を基にしてマイクロコントローラの制御を行う目的で、Arduino (制御用のデバイス) の言語も開発されている。Processing とArduinoのIDE (開発環境) の両者はIDEの構成から言語まで極めて近い形で構成されているので、これを学

習する事でAndroid端末のプログラム開発だけでなく、制御用のデバイスのプログラム開発においても同時に初心者向けの環境が使用出来るという利点がある。更にProcessingはJAVAをベースとしているため、多くのプラットフォームで動作し、一般的なWindows環境以外にもLinux やMac OS Xで動作実績がある。このため、多くのコンピュータが開発環境の構築に適合し、開発環境の構成し易さや一般化することの要因にもなっている。

Processingを用いてAndroid端末で動作するプログラムを作成する場合は、ツールバー右側のドロップダウンメニューをAndroidモードに変更し、ソースコードを書き、「Run on Device」ボタンを押すだけで、USB接続されたAndroid端末に実行アプリが転送される。このため、Android SDKの知識が無い全くの初心者でも、簡単にプログラムの作成が可能である。更にProcessingにはライブラリーと呼ばれる追加機能があり、世界中のユーザが作成した有用な機能が誰でも簡単に追加可能である。本研究ではこの機能を利用してGUIの部分にControlP5、またBluetoothの制御にketaiというライブラリーを使用している。このため、GUIにしてもボタンの画像の準備や状態の遷移等を気にする事無く、簡単にプログラムの作成が可能である。ただこれらのライブラリーは全てのAndroid端末での動作は保障されていないが、動作リストを見る限り比較的新しい機種であれば動作可能なようである。

2.2 Bluetoothモジュール

Android 端末 から 発信 された 信号 は Bluetoothモジュールを介して制御用デバイスで受信される。Bluetooth通信については多くのAndroid端末に実装されており、iOS系のデ

バイスにも実装されている。このため通信プロトコルさえ対応できていればAndroid端末以外からの制御も可能になるため、利用範囲が広がる事が期待できる。本研究ではBluetoothシリアル変換モジュールと呼ばれる通信モジュールを使用した。このモジュールはSPP (Serial Port Profile) に対応しており、Bluetooth機器を仮想シリアルポートとして動作させている。このためマイクロコントローラからはBluetoothシリアルポートとして認識され、両者の間ではシリアル通信 (RS232C) が行われている。よって、プログラムでは予め両者の通信プロトコル一致させる必要がある。本研究では最も一般的な「9600Baud,パリティ無し、データ長8ビット、ストップビット1」で両者を統一している。

ここでコントローラに実装したプログラムはシリアル通信の制御と赤外線LEDの制御を行うものである。シリアル通信は外部モジュールとの通信を行うため、両者間の[RX]端子と[TX]端子で互いに接続している。ここでのプロトコルは上記で述べた通信プロトコルに従い、フロー制御はソフトウェア・ハードウェアの両方とも行っていない。これは命令コマンドが、人間のタップやドラッグといった動作に伴い発生する信号なので、比較的低速なシステムでもデータの取りこぼしが発生しないためである。実際の機器でも運用テストをしているが、体感的な遅れは発生していない。

2.3 赤外線リモコン制御^{8, 9}

赤外線で機器の制御を行う赤外線リモコンは目に見えない赤外線の点滅を利用して制御信号を送信するものである。しかし単なるOn・OFFの信号を送るだけでは外乱光のノイズの影響をうけてしまい、正常な動作が期

待できない。このため通常は38～40kHz程度で赤外線信号に変調（搬送波）をかけ、これにOn・OFFの制御信号を乗せる事で一般的な光ノイズの影響を除去している。現在、日本においては多数の赤外線リモコンで制御される機器が存在しているが、統一的な規格は存在していない。国内では、大きく分けて「NECフォーマット」、「家製協フォーマット」、「SONYフォーマット」の3種類が存在しているが、この3つに互換性はなく、それぞれの独自規格となっている。このため、学習リモコンのように多くのメーカーの機器に対応させて赤外線リモコンでは、信号のリーダー部やデータ部を区別せずに取り扱う、いわゆる「ベタ読み・ベタ書き」を行っている。これは予め規定されている信号のリーダー部やデータ部のビット長等のフォーマットを区別せず、送られてきた信号をそのままの形で記録・再生するものである。このため場合によっては、1ビット程度リモコンの原信号と記録された信号で多少のずれが発生するが、実用上は問題がないレベルで運用されている。本システムでもこの手法を取り入れて、多よりくの機器で使用可能なシステムとしている。

本システムで用いた赤外線受光センサは赤外リモコン信号用に対応されたものであり、PINフォトダイオード、アンプ、フィルタまで内蔵されているので、制御するプログラムが極めて簡単になる。赤外線の受光に関してはOn・OFFの時間を測定して、制御信号を構成するため、時間の精度が測定上重要になってくる。このためArduinoの時間計測用APIとして提供されているmicros関数（精度4マイクロ秒）、millis関数を利用している。この赤外線受信の流れを図4 a）に示す。ここでは3200回測定を繰り返す事で400バイト長の

データが測定可能である。通常のTV等の制御ではこの長さで十分であるが、赤外線信号の中にはエアコンのようにもっと長いデータ長を持つものもあるが、このような場合は市販の学習リモコンでも学習できない場合がある。本研究で試作したシステムでもこのバイト数を増やすと、マイクロコントローラ内のメモリに保存できず動作しない場合がある。このような場合には外部メモリを接続しこれに信号を保存すれば、対応可能と考えられる。

赤外線信号の送信に関しては上記で測定したOn・OFF信号に搬送波を重ね合わせて発信する必要がある。この送信の流れを図4 b）に示す。ここでは搬送波をArduinoのtone関数を用いて発生させている。通常、出力ピンは

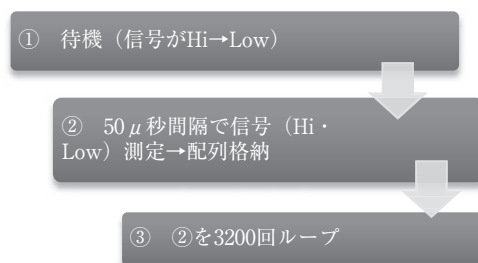


図4 a) 赤外線受信フロー

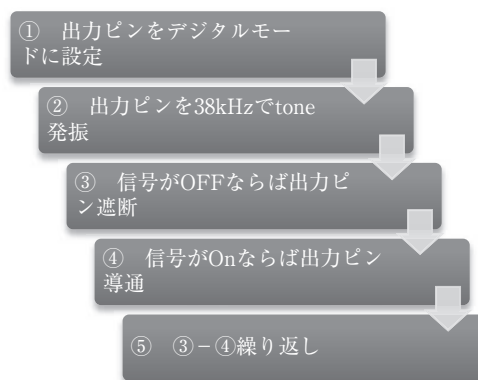


図4 b) 赤外線送信フロー

38Hzで変調されて出力されている。ここで記録された制御信号のOn・OFFに伴い、このピンの出力を止めたり出したりすれば、38Hzで変調された赤外線線のOn・OFF信号を送信することができる。

3. 実際のテスト運用

Android端末にインストールされたプログラムを実行すると図5 a)のような画面が表示される。ここでは「linvor」というBluetoothモジュールが見えている。複数のモジュールが存在する場合には、それぞれのモジュール名が表示されるので、接続したいモジュールを選択するようになっているが、現状ではこの機能が動作しないのでモジュール名を「linvor」で固定としている。Bluetoothモジュールを選択すると、プログラムがBluetoothを開始しようとするので同図b)の画面が表示される。ここで「許可」を選択す

ると同図c)の画面が出てくる。ここでは比較的大きなボタンとする事でユーザが押しやすいようにしている。現状では、まだ制御用デバイスのメモリに赤外線信号を保存しているため、メモリの容量上1種類の信号しか保存できていない。このためボタンが1種類しかない状態である。今後はAndroid端末側に赤外線信号を保存し、複数の信号の制御も可能にする予定である。

図6が赤外線リモコンのデバック画面を表示している。本システムでは、汎用性を持たすために市販の学習リモコンと同様の形式とし、予め既存の赤外線リモコンを用いて学習させる必要がある。しかしこの方法は、制御機器の種類やメーカーを問わず制御が可能になるので、家庭内で運用する場合には非常に実用的である。

同図は学習が完了した画面を示しており、正常に学習ができた場合には表示用LEDが短く点灯してユーザにその結果を知らせている。もし何らかの原因で正常に学習できなかった場合には再度繰り返して学習を行う必要がある。同図に示されたデータが実際に送信されているDVDプレイヤーのパワー信号の

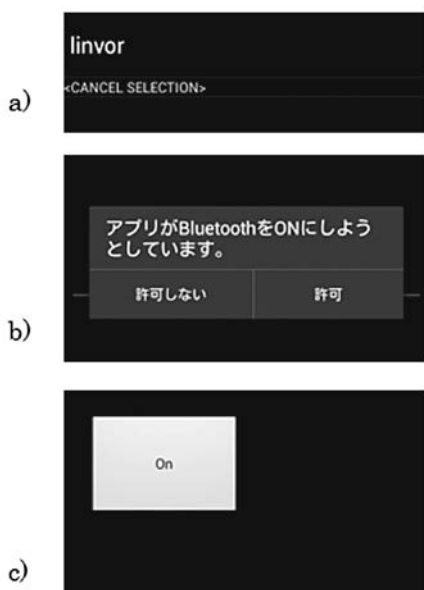


図5 Androidアプリ実行画面

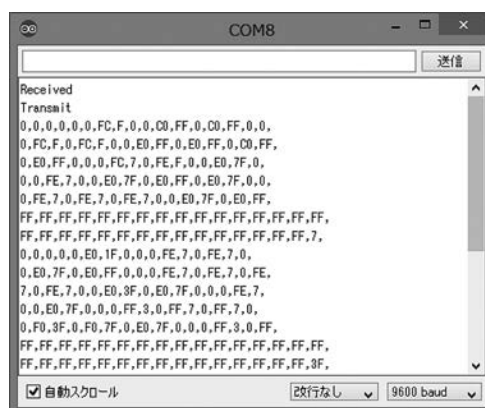


図6 送信されている赤外線信号

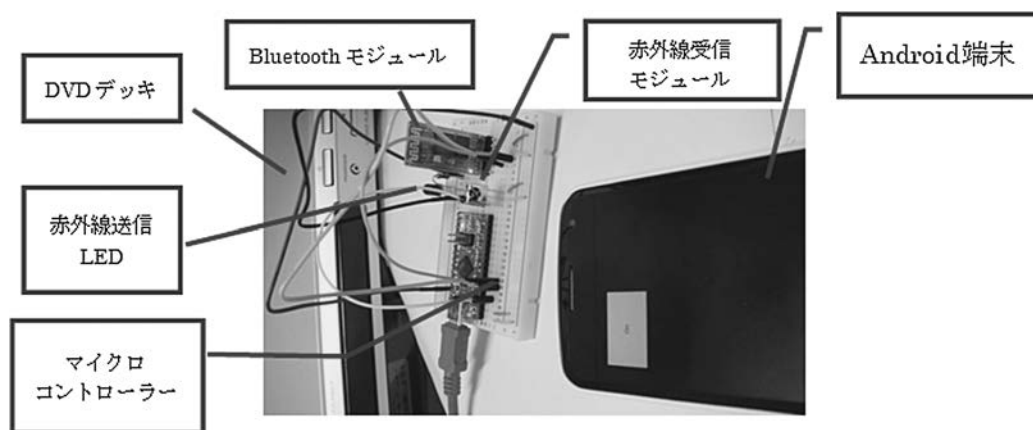


図7 実際のシステム図

赤外線制御信号を示している。図7に実際のシステムを示すが、このシステムを用いて正常に制御が行われている事も確認できた。

5. おわりに

本研究で試作したシステムを用いてAndroid端末からBluetoothを介して自作した赤外線リモコンモジュールで家電機器の制御が行える事が示された。しかし、実用化に向けては今後、音声ユーザインタフェースの追加やリモコン信号の追加を含める必要がある事も示された。

6. 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。

7. 参考文献

¹ 総務省：平成24年通信利用動向調査の結果 (URL: http://www.soumu.go.jp/main_content/

000231620.pdf)

² 視覚障害者によるスマートフォンの試用, 松坂治男, 視覚障害情報機器アクセスサポート協会Vol.32, pp.39-47, 2011.

³ 認知障がい者のための動作同期型メモリーアシストによるリハビリ支援, 加藤嘉寿, 松谷雄太, 宮脇健三郎, 佐野睦夫, 情報処理学会インタラクシオン, pp.440-441, 2013.

⁴ スマートフォンを用いた電動車いすライフログシステム(WELL-SphERE)の開発, 高本健吾, 硯川潤, 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会2012予稿集, GS3-5-5, 2012.

⁵ スマートフォン用障がい者入力補助デバイスの試作, 宮崎英一, 坂井聡, 谷口公彦, 野田知良, 大野香織, 篠原智代, 香川大学教育学部研究報告第Ⅱ部, 62, 2, pp.75-83, 2012.

⁶ 組み込みAndroid エキスパート テクニクブック, 出村成和, 横浜Androidプラットフォーム部, シーアンドアール研究所, 2012.

⁷ 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, 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, 香川大学教育学部研究報告第Ⅱ部, 63, 1, pp.13-20, 2012.

⁸ Android ADK プログラミング&電子工作バイブル, 岩田 直樹, 杉浦 登, 高木 基成, 原田 明憲, 吉田 研一, ソシム, 2012.

⁹ Android ADK 組込みプログラミング完全ガイド, 丸石 康, 日高 正博, 鈴木 圭介, 伊勢 正尚, 翔泳社, 2012.