

身体障がい者の自立生活を支援する福祉機器の研究開発(第3報)

— スマートフォンによる電動車いすの運転操作 —

藤井 勝敏 水野 渚 遠藤 善道

Remote Control of the Electric Wheel Chair using Smartphones

Katsutoshi FUJII Nagisa MIZUNO Yoshimichi ENDO

あらまし スマートフォンの無線通信機能を利用して電動車いすを遠隔操作するシステムを開発した。通信にはBluetoothおよびWi-Fiを用い、電動車いす側には通信モジュールを搭載し、スマートフォン用に専用アプリを開発することによって、走行操作および車いす搭載の小型ロボットアームが操作できることを確認した。

キーワード 福祉機器, 電動車いす, スマートフォン, Bluetooth, Wi-Fi

1. はじめに

電動車いすに代表される移動支援機器や家電製品を制御する環境制御装置などの福祉機器は、身体障がい者の快適な自立生活を支援するために広く利用されている。これらの機器を操作する際は、各利用者の身体条件に合わせたセンサー、スイッチ、コントローラ等を選定し、微少な身体動作で装置の動作指示ができるようになっている。しかし、操作したい機器の数が増えれば、機器ごとに固有の操作方法があり、それぞれの学習負担や、実際に操作するときの手間が増加するため、新しい便利な機器を導入することでより快適な自立生活を目指すには限界がある。

ところで、昨今の携帯電話機(スマートフォン)は高性能な上に、必要に応じて追加アプリを導入することで新機能を獲得することができる上に、使用方法の学習コストについては、パソコンへの新規ソフト導入と比べて極

めて軽減されている。これは、アプリの使い方など使用上必要な情報が適時タッチパネル面上に提示されるため、事前に説明書を理解するまでもなく、望む機能を指先で触れるだけという明快なユーザインタフェースによるものと言える。

そこで本研究では、スマートフォンの直感的なユーザインタフェース機能を応用し、電動車いすや環境制御装置の利用者の心的負担が少ない操作入力システム(図1)を実現するため、必要な技術的要件について検討の上、試作と通信実験を行ったので報告する。

2. スマートフォンとの無線通信

スマートフォンを電動車いすのユーザインタフェースに用いるためには、既製品であるスマートフォンに対応した通信機能を電動車いすに組み込むことと、受信した信号を電動車いす制御システムに入力する必要がある。このうち、外部信号から電動車いすを制御する部分については既報^[1]のとおり組み込み済みである。

そこで、本研究実施時点において国内で発売されているスマートフォンに広く採用されている各種の近距離無線通信機能について検討した。

2. 1 Bluetooth

Bluetoothは、比較的近距離(10m程度内)にある機器との間で無線通信を行う通信方式である。スマートフォンでの利用は、ワイヤレスヘッドセットマイクや無線キーボード・マウスなど外部機器との通信や、スマートフォン同士での情報交換などに用いられる。

電動車いす側への組み込みには既製品の通信モジュール(A/Dテクノロジー製ZEAL-C01)が利用でき、電源および装置側とのシリアル通信回路を付加するだけで容易に



図1 スマートフォンによる電動車いすの遠隔操作

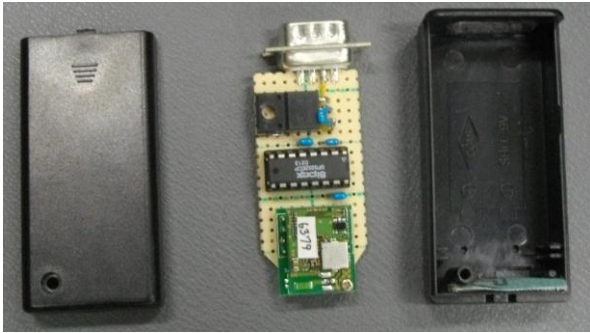


図2 Bluetooth通信モジュール実装基板

実装できる(図2)^[2]。スマートフォンとの通信に際しては事前にペアリングと呼ばれる相互認証手続きを済ませれば、自作アプリから自動で電動車いす側通信モジュールと接続できる。

Bluetoothは多くのスマートフォンや過去の携帯電話にも搭載されているが、接続可能な対象機器(プロファイル)は機種、端末のOSによって制限されている場合がある。特に、組込み機器との通信に使うSPPプロファイルについては、iPhone、iPadなどのiOS搭載端末で本稿執筆時には利用できなかったため、次節の方法を検討した。

2. 2 Wi-Fi

Wi-Fiは、無線LANに利用される通信方式であり、通信インタフェースは一般的なノート型PCにも搭載されている。また、公共施設や家庭内などにアクセスポイントが設置されていることも多く、無線通信規格としては一般的なもので、多くのスマートフォンに標準搭載されている。iOS端末で動くアプリからも利用できる。

電動車いすをWiFiネットワーク経由で制御するためには、やはり既製品の無線LAN組込みモジュール(WIZnet製 WIZ610Wi)を利用して無線通信回線を確立し、制御コマンドを車いす側のシステムに入力した(図3)^[3]。ただし、電動車いすを既存の無線LANのクライアントに設定すると、そのアクセスポイント内でしか行動できず実用的でないため、電動車いす側モジュールをアクセスポイントモードに設定した。

なお、車いすの操縦を許可するスマートフォンは、WEPやWPAなど、無線LANのセキュリティ設定で利用される様々な暗号化方法で限定することが出来る。遠隔操

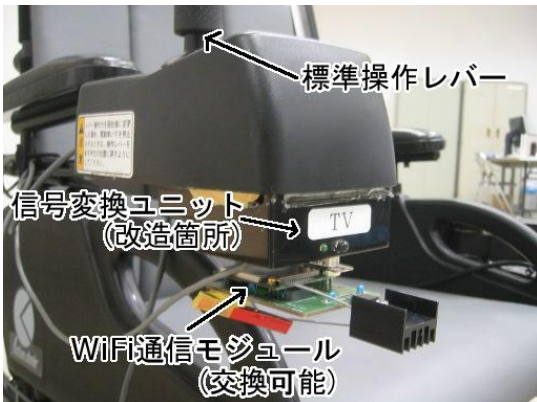


図4 通信モジュール設置例



図3 WiFi通信モジュール実装基板

作の乗っ取りを防止するためには、デフォルト設定ではなく、ネットワーク管理者が個別に設定を行うことが重要である。

3. 電動車いすの遠隔操作アプリ

筆者らの電動車いすは、様々な発想の外部操作機器を接続できるように、標準操作レバーのほかにシリアルポートから操作コマンドを受け付けるように改造している(図4)。このポートに無線通信モジュールを接続し、スマートフォン等から適切な操作命令コードを適時送信すれば動作する仕様である。そこで、スマートフォンの機能を活用した遠隔操作アプリを開発したので報告する。

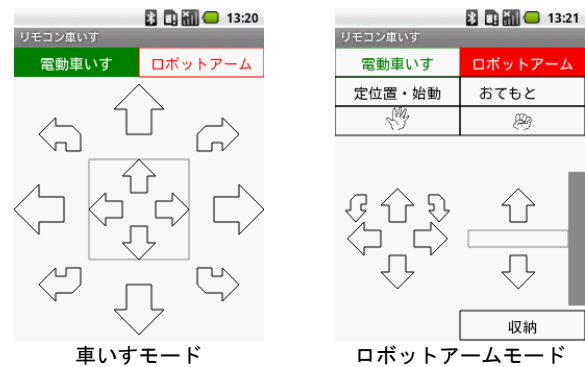


図5(a) Android版電動車いす操作アプリ



図5(b) iPhone版電動車いす操作アプリ



図6 標準レバーでのアーム操作方法



図7 加速度センサ式コントローラ

3. 1 タッチパネル式操作アプリ

タッチパネル画面上に車いすの移動方向を矢印で表示し、押した矢印に応じて車いすが走行するアプリを開発した。また、タッチパネル操作によりいつでもロボットアームの操作画面に切り替えることができる。Android版の画面を図5(a)、iPhone版を図5(b)に示す。

両者にはBluetooth通信かWiFi通信かの違いがあるが、所望の操作をタッチしている間動作する操作方式に差異はない。また、スマートフォンのような小型の機器だけではなく、タブレットタイプの機器でも同じように使用することができる。

ロボットアームの操作については、標準操作レバーを使う従来の操作方法では、適切な動作指示を出すためには独特なレバーの倒し方(図6)を覚える必要があったが、本アプリを使えば機能が画面上で確認できるため、初心者でも間違いなく操作することができる。

3. 2 加速度センサ式操作アプリ

スマートフォンの加速度センサを応用した操作アプリを試作した(図7)。タッチパネルに触れながら端末本体を傾けると、傾倒方向に応じて前進、後退、旋回し、タッチパネルから手を離せば停止する。タッチパネルに触れた瞬間以降の傾斜センサのX,Y加速度検出値の変異量をレバーの傾倒量に対応させる仕組みになっている。

このアプリの特徴は、タッチパネル画面を見ずに直感的に操作できる点であるが、実際にこの操作方法で車いすを操作するには、上肢および手首が十分健全であることが要求され、その上である程度の訓練が必要である。

また、このような特殊な操作方法がアプリのプログラミングだけで容易に実現することは、スマートフォンを利用するメリットの一つである。過去に組み込み用加速度センサを利用して本アプリと同様な運転操作を行うハンドル型コントローラ(図7左)^[4]を試作したが、今回は製作に要する費用や時間が大幅に削減できた。

スマートフォンには傾斜センサ以外にも様々なセンサ類が搭載された機種が存在するため、今後もアイデア次第で様々な操作方式を開発することが可能である。

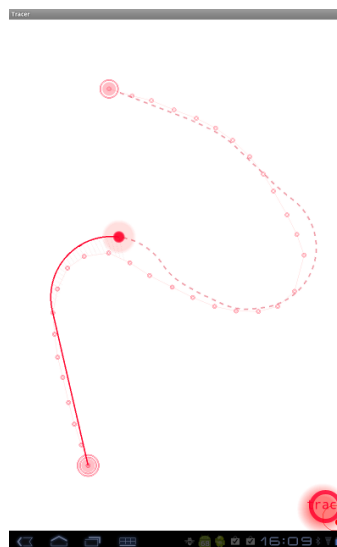


図8 Tracer

3. 3 ライトレース式操作アプリ

一般的に人が操作する車両では、運転者はリアルタイムに状況を判断し、適切な操作を与えることが要求され、当然、車両側は操作入力に応じて即時動作する応答性が期待される。ところが電動車いすのユーザに関して言えば、この前提の内、運転者の状況判断能力および操作技能について十分でない場合を想定しなければならない。そこで、リアルタイムに車いすを操縦するのではなく、あらかじめタッチパネル上で所望の移動経路を設定し、その経路設定に沿って電動車いすを走行させ、必要に応じていつでも停止させることができる操作方式のアプリ”Tracer”を試作した(図8)。

このアプリは、運転者がタッチ画面上に自由に線を描くと、その曲線に可能な限り沿った車いすの走行経路予想図を計算し、重ねて提示する。提示された曲線経路で走行してよければ、右下のTraceボタンをタッチすると、連続して自動運転を行う。タッチパネルから指を離せばいつでもその場で停車する。

計算された経路予想図を見て、必要なら経路の書き直しや継ぎ足しが可能である。希望する経路全体を一筆で



図9 起動計算パラメータ設定画面

描ききれないユーザは、継ぎ足し入力によって所望の経路を作成できるように配慮している。

もし描かれる線に直角ターンなど電動車いすでは物理的に無理な経路が含まれていても、計算される走行経路予想曲線は、直線と円弧を組み合わせた電動車いす用の走行制御信号として生成される。その場合、描いた線から大きく外れた軌道が生成されることがあるが、その場合はユーザの試行錯誤により調整を繰り返す中で、電動車いすの動作特性を理解することが求められる。

タブレット上の曲線と実際の走行経路の縮尺や、操舵角についても、車椅子の挙動を見ながら使用中に調整する必要がある。その場合、図9の設定画面を表示して、アプリ側の経路計算パラメータを変更して調整することになる。

4. まとめ

無線通信機能を持った小型の普及型装置であるスマートフォンを応用し、電動車いすシステムの新しい操作方式を実現する方法について研究を行った。

まず、無線通信により電動車いすが操作可能になったことで、電波が届く範囲内であれば、無人の車いすを遠隔操縦できるため、電動車いすを移動手段としての用途だけではなく、遠隔作業用ロボットとしての応用可能性がある。またその場合、車いすの運転とは操作方法が全く異なっても、タッチパネル上に操作方法を提示できるため、混乱することなく両者の使い分けが可能である。

また、スマートフォン上で動作するアプリは比較的簡単に開発・改良が行えるため、従来にない新しい発想の操縦方法を手軽に試すことができる。この特徴は、個人ごとの調整・カスタマイズが必須とされる身体障がい者向け福祉機器において非常に期待できる。今後、ユーザ、福祉機器メーカー、アプリ開発者の三者間でのニーズや情報の共有が進むことで、より高度な自立支援につなが

る福祉機器が実現することを期待し、本研究の結びとする。

なお、本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の平成23年度福祉用具実用化開発助成金により実施したので、ここに感謝の意を表す。

文 献

- [1] 藤井勝敏, 千原健司, 稲葉昭夫, “身体障害者のQOLを大幅に向上させる高機能電動車いすの研究開発 —多機能指示端末の設計製作—”, 岐阜県情報技術研究所研究報告第8号, pp.57-60,2007.
- [2] 無線化.com BluetoothSPP モジュール ZEAL-C01, <http://www.musenka.com/bluetooth/c01.html>
- [3] WIZnet製品情報, <http://www.wiznet.co.kr/>
- [4] 藤井勝敏, 千原健司, “身体障害者のQOLを大幅に向上させる高機能電動車いすの研究開発 —多様な走査装置の開発—”, 岐阜県情報技術研究所研究報告第10号, pp.11-14,2009.