

電動車いす用救援通報装置の開発

室田修男*¹、酒井昌夫*²、山本光男*¹

Development of Emergency Relief System for Electric-powered Wheelchairs

Nobuo MUROTA*¹, Masao SAKAI*² and Mitsuo YAMAMOTO*¹

Industrial Technology Division, AITEC*¹ Research and Development Division, AITEC*²

電動車いすの利用者に異常事態が発生したときに、近隣の自動車に通報する ITS 装置を開発した。電動車いすにセンサを装着して、利用者の状況を常時計測し、異常があれば無線通信により近隣の無線機搭載の自動車に援助要請をする。利用者の状態を検出するセンサとして、着座状態を確認する光電センサと、コントローラの操作意志を確認する近接センサを試作し、実車に装着した。この検出データを、ホスト USB 機能を有する PDA の一種である POCKET PC に取り込み、異常判別後、車車間通信により情報を送信する。実車実験で自動車との相互通信や各種機能の確認を行い、センサによる車いす利用者の異常時の検出およびボタン押下による救援依頼などが正しく機能するようにシステムの完成度を高めた。

1. はじめに

ITS の開発分野は、(1)ナビゲーションシステムの高度化、(2)自動料金収受システム、(3)安全運転の支援、(4)交通管理の最適化、(5)道路管理の効率化、(6)公共交通の支援、(7)商用車の効率化、(8)歩行者等の支援、(9)緊急車両の運行支援の 9 分野に分けることができる^{1)~5)}。このうちの、(9)緊急車両の運行支援は、事故時や運転者の操作時に、車両に装備した緊急時自動通報システムにより、緊急車両経路誘導、救援活動支援を実現するもので、電動車いすなどを対象とするまでには至っていない。

ところで、(8)歩行者等の支援は、歩行者 ITS と呼ばれる分野で、主な目的は、歩行者の移動にあたっての安全性や安心感を高める支援、利便性の向上にある。これは、歩行者等に経路・施設案内や危険防止を提供するもので、歩行者緊急通報、すなわち、歩行者の自宅や関連機関に緊急事態を通報する機能も含まれている。

そこで、本研究では歩行者 ITS の機能の内、電動車いすを対象に、歩行者緊急通報機能と自動車用の緊急車両の運行支援機能の利点を活かし^{6)~7)}、車いす利用者の緊急事態を通報したり援助要請を実現するために、車車間無線通信機能を利用して電動車いすと自動車とが通信することにより、緊急情報を近隣車両に通報する機能を実現するための技術開発を行った。

2. 実験方法

2.1 動作イメージ

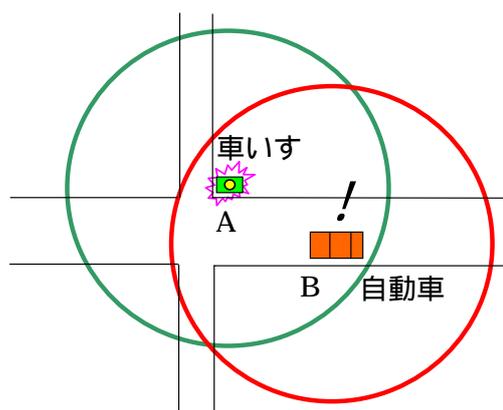


図 1 救援通報システムの仕組み

救援通報システムの仕組みを図 1 により説明する。車いす A と自動車 B は、常時、人工衛星を利用する測位システムである GPS(Global Positioning System)で位置などを測定し、自己の固有番号、現在位置、進行速度、進行方位、測位時刻を無線で送信している。車いす A で異常事態が発生したとき、センサあるいは利用者のボタン押下で異常を検知し、自己の固有番号、現在位置、進行速度、進行方位、測位時刻に加えて異常コードを無線で送信する。受信範囲内にある自動車 B では、異常コードを含む車両情報を受信すると、カーナビにより運転者に地図上で異常発生地点を表示し、同時に、音声で救助依頼を行うので、自動車 B の運転者が車いす A の異常を発見し、援助あるいは救援を呼ぶなどの対応を開始できる。

*1 工業技術部 機械電子室 *2 工業技術部 機械電子室 (現基盤技術部)

2.2 装置の概要

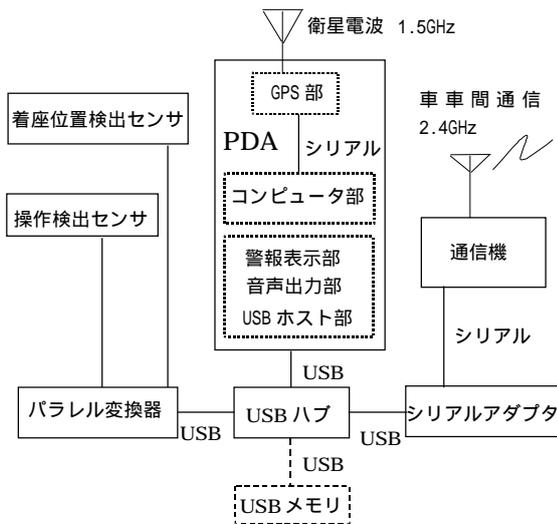


図2 装置構成

電動車いす用救援通報装置は、図2の構成とした。右側から順に説明する。通信機は、自動車と車車間通信をするための2.4GHz帯を使用する汎用無線通信機である。その下にあるシリアルアダプタはUSB(Universal Serial Bus)とRS-232Cとの変換器である。中央部は、コンピュータで、安価でGPSを内蔵したPDA(携帯情報端末)を使用している。その下のUSBハブは、PDAに1個しかないUSBポートに複数のUSB機器をつなぐための変換器である。左側の着座位置検出センサと操作検出センサは、電動車いすの操作状況を検出するセンサである。これらのセンサ群は、それぞれTTLレベルで非同期に信号を出力する。左下にあるパラレル変換器はこのセンサ群の信号をPDAからの要求に応じて、並列に取得してUSB信号に変換しPDAに送ると同時に、PDAからの出力信号をパラレル信号として出力する。以下で、特徴のある各機器について詳細に説明する。

2.2.1 コンピュータ機能

電動車いすの移動速度は時速6km以下であるため、自動車用ほど高速な計算性能は必要としない。このため、小型で省電力性に優れ、低廉なPDAの一種であるPocket PC(d-Media System inView N-911)を使用した。このPDAは、電子手帳が発展したもので、情報処理用のコンピュータ



図3 PDA外観

と小型ディスプレイが一体となっており、さらに、人工衛星による位置測位を行うGPSも内蔵した製品で、省スペースと省電力化を図っている。表示は3.5インチカラー液晶240×320ピクセルである。通常のパソコンと異なり主な操作は表示画面でタッチ入力する仕様であるが、本体下部に十字キーや押しボタンを装備しており、アプリケーションからキー押下を読みとり可能である。内蔵GPSは、SiRF社の1チップGPSであり、単体のGPSに比べて消費電力が少ないものの精度や機能は標準的である。GPS用アンテナには無指向性のGeoHelixアンテナを使用しているため、従来のパッチアンテナのように上方に向ける必要がなく、設置条件が緩和される。このPDAのCPUは、インテル社のXscale PXA263で、スタック技術を利用しCPUチップ上にメモリチップを積層したPDA用プロセッサである。プロセッサとメモリを1チップ化することで、実装面積を削減している。

本機の特長は、USBのホスト機能を有することである。通常のPDAは、ホストであるパソコンと接続してデータを交換する通信用のUSB端末機能(クライアント)しかなく、他のUSB機器を接続してもコントロールできず、使用できない。本機はパソコンと同様にホスト機能も有するため、コントロール用のドライバソフトがあれば他のUSB機器をコントロールできる。

この機能により、センサ入力など多様なUSB機器を接続して使用できる可能性がある。図3に、このPDAを実験用電動車いすへ装着した状況を示す。

2.2.2 着座位置検出

着座位置検出は、車いすの利用者が着座状態で前に屈み込んだときに、背中とイスの背もたれとの間に隙間ができることを利用して、この隙間の検出を行うものである。

図4はその模式図で、異常時に人体背面の隙間を星印で示す赤外光が通過する様子である。これを、車いすに実装したのが図5で、シートの左の赤外線LED(丸枠内)から赤外光を放射し、この放射光を右側の赤外検出IC(角枠内)で検出する。検出回路は、外来光による誤作

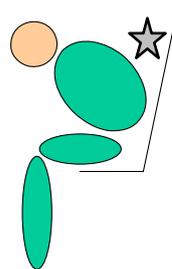


図4 着座検出の模式図

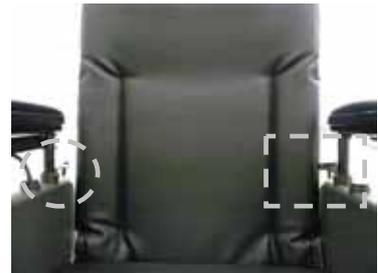


図5 光検出器の実装

動を防ぐため、送信パルスと同期した受信信号のみを検出するようにしている。取り付け時には、上方や側方からの外来光の影響を低減するため、受光部に角形の筒状遮光体を付加している。

2.2.3 操作検出

操作検出は、利用者の意識低下時の手の垂下により、操作部ジョイスティック周辺に利用者の手が近接していない状態を検出するものである。図6はその模式図で、異常時に手が垂下し操作部ジョイスティックから離れている様子である。この検出器を車いすのジョイスティック部に実装したのが図7で、操作部表面のゴム膜を介して静電容量の変化から手の近接を検出する。検出回路は静電容量値の変化により High、Low 信号を発生する。ゴム膜下には静電容量検出用の電極を配置してある。

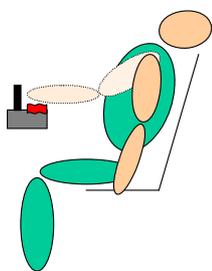


図6 操作検出の模式図 図7 操作検出器の実装

2.2.4 パラレル変換器

TTL レベルで出力するセンサの情報を PDA に入力するためには、パラレル I/O ポートが必要であるが、Windows mobile 用の汎用パラレル I/O デバイスは見当たらない。USB-シリアル変換 IC メーカーである FTDI 社のみが Windows mobile 用デバイスドライバとして FT245BM などに仮想 com ポートモードとダイレクトモードの2種類を配布している。この内、Win32 コールに準拠したダイレクトモードにおいては、bit bang モードと呼ぶ状態で1バイト単位のパラレル入出力が可能となっている。そこで、愛知県岡崎市にあるツール工房有限会社製の FT245BM を使用した USB パラレル変換基板キットを製作して使用した。ダイレクトモードでは、パラレルのストリーム入出力のみならず、システムコール時の瞬時値を1バイト単位でポートに入出力できる。しかも、この1バイトを入力と出力に分けられるため、本機では上位4ビットを着座位置検出と操作検出の各センサからの入力、下位4ビットを確認用の LED 出力に使用した。

2.2.5 ソフトウェアの開発

コンピュータのオペレーティング・システムは、マイクロソフト社 Windows Mobile 2003SE であるため、

Pocket PC 用に専用ソフトを作成する必要がある。この作成システムである Microsoft 社の最新開発システム Visual Studio 2005 では、実行環境である .NET COMPACT FRAMEWORK 2.0 以降で Pocket PC のシリアル通信がサポートされている。使用言語は VISUAL BASIC .NET である。

標準では音声の再生はできないが、音声再生用の専用クラス(値の属性とその操作手続きをパッケージ化したもの)を新規に作成し、警報音声を再生できるようにした。開発システムに付属している動作検証用のエミュレータでは USB 環境を模擬できないため、実機に試作プログラムをシリアル転送して動作の確認を行うことになり効率が悪い。本機では USB のホスト機能を持っているので、パソコン用の USB メモリをハードディスクドライブ(HD)として認識できることから、本機に HD ドライバを組み込み、USB メモリを使用できるようにしてデバッグ効率を向上させた。

3 . 実験結果及び考察

前章で説明した機器およびソフトウェアを、電動車いすに装着して、自動車との協調動作の実験を行った。図



図8 車いすへの装置実装



図9 異常検出



図10 救援要請中

8 は、座席下に実装したセンサ処理回路等である。センサが利用者の姿勢異常を検出すると、図 9 に示すように操作用ジョイスティック横の PDA が 2 秒ごとに 10 回、異常表示とチャイム音を出力する。このとき、PDA 左下の大型ボタンを押下して応答すれば、異常状態はリセットされる。検出後、確認応答がなく 20 秒経過すると、図 10 に示すように救援要請モードとなり、表示および音声で周りの人に知らせるとともに救援信号を送信する。この信号を周辺の自動車で検知でき、表示および音声で救援要請が行われることを実車で確認した。このときも、PDA 左下の大型ボタンを押下して応答すれば救援状態はリセットされ、自動車側でも救援要請は消失する。なお、PDA 右下の小型ボタンのどれかを押せば、ユーザ要求による強制救援信号の送信状態になるように設定した。本機能も正常に動作することを確認した。

4. 結び

電動車いすの利用者に異常があれば、無線通信により近隣の無線機搭載の自動車に援助要請をするシステムを開発した。本研究の結果をまとめると、以下のとおりである。

- (1) 電動車いすにセンサを装着し、利用者の状況を常時計測し、異常があれば無線通信により近隣の無線機搭載の自動車に援助要請をするシステムを開発した。
- (2) 利用者の状態を検出するセンサとして、着座状態を確認する光電センサと、コントローラの操作意志を確認する近接センサを試作し、実車に装着した。これにより、実機にて簡易に操作姿勢を検出できる。
- (3) 本システムでは、無線通信機、GPS の接続にシリアル通信回線を 2 回線、センサの入力にパラレル I/O を 1 回線必要としている。そこで、ホスト USB 機能を有する PDA の一種である POCKET PC を選択し、非標準 I/O ドライバを用意するなどしてこれらを使用可能とした。特に、パラレル I/O は汎用品がないため、特殊な LSI を使用して実現した。
- (4) 制御ソフトは、Windows mobile 2003SE 用のプログ

ラム開発環境(Microsoft Visual Studio 2005)で試作した。最新の NET Compact Framework 2.0 SP1 と Microsoft Visual Studio 2005 SP1 の組み合わせにより安定した動作が可能となったので、実験用 PDA で機能を確認した。また、開発パソコンと PDA とを USB メモリを使用してプログラム交換できるようにして開発の効率化を図った。

- (5) 電動車いすに本装置を実装し、自動車との相互通信や各種機能の確認を行った。センサによる車いす利用者の異常時の検出およびボタン押下による救援依頼などが正しく機能するように実車実験で改良し、システムの完成度を高めた。

自動車と協調して機能する電動車いす用救援通報装置の開発事例は、ほとんどない。この開発研究の成果が ITS 社会の実現への一歩となることを期待している。

付記

本研究は(株)今仙技術研究所との共同研究の一部であり、実験用電動車いすは(株)今仙技術研究所より提供されたものである。

文献

- 1) 藤, 美濃部, 津川: 自動車技術会学術講演会前刷集, 93-01, 29-34 (2001)
- 2) 盛田, 室田, 依田: 自動車技術会学術講演会前刷集, 68-03, 15-18 (2003)
- 3) 盛田, 室田, 依田: 愛知県産業技術研究所研究報告, 2, 2-5 (2003)
- 4) 盛田, 室田, 依田: 11th World Congress on ITS, #3049, (2004)
- 5) 室田, 盛田, 依田: 11th World Congress on ITS, #3048, (2004)
- 6) 室田, 酒井, 山本: 愛知県産業技術研究所研究報告, 4, 70-73 (2005)
- 7) 室田, 酒井, 山本: 愛知県産業技術研究所研究報告, 5, 62-65 (2006)