

電動車いす用衝突警報装置の開発

室田修男^{*1}、酒井昌夫^{*1}、山本光男^{*1}

Development of Collision Warning System for Electric-powered Wheelchairs

Nobuo MUROTA^{*1}, Masao SAKAI^{*1} and Mitsuo YAMAMOTO^{*1}

Industrial Technology Division, AITEC^{*1}

電動車いすの交通事故を低減するため、電動車いすと自動車との衝突防止用警報装置を開発した。この装置は、小型で省電力に優れた PDA の 1 種である POCKET PC をベースにし、接近する自動車との衝突危険性を判定し、事故の可能性が高いときに音声と画面表示で運転者に警報を発する ITS 機器であり、現在位置を電子地図上に表示することもできる。見やすさ、操作性を考慮して本機を乗り降り動作に干渉しない車いす操作部の近くに取り付けた。POCKET PC は小型であるが、ソフト制作上の制約が多く、ハードウェア制御も容易ではなかったが、障害の回避策を検討し、予定していた機能を発現させることができた。

1. はじめに

平成16年中の交通事故死者数は、48年ぶりに7,500人を下回る7,358人となったものの、交通事故発生件数及び交通事故負傷者数は過去最高を記録している。その中でも、地域住民の日常生活に利用されている細い街路においては、交通事故発生件数及び交通事故負傷者数が平成12年度に比べて著しく増加している（図1）それと同時に、電動車いすに関わる交通事故死傷者数も、電動車いすの増加とともに、毎年増え続けている。

この対策として、平成17年11月に警察庁交通局と国土交通省道路局が生活道路事故抑止対策マニュアルを策定し、生活道路において交通事故抑止対策を実施し始めた。福祉用具である電動車いすも、交通システムの一部とし

て考える必要性が高くなったといえる。

道路交通の安全性を高め、交通事故を防止する技術としてITS(Intelligent Transport Systems: 高度道路交通システム)が注目されている。ITSは、自動車のみならず、船舶、航空機、鉄道など交通全般を網羅する技術であるが、この中で電動車いすを含む歩行者ITSは取り組みが少ない。そこで、電動車いすの交通事故を低減するため、車いす用ITS装置として、小型の衝突警報装置を開発した。

2. 実験方法

2.1 動作原理

この衝突警報装置は、人工衛星を利用する測位システムであるGPS(Global Positioning System)で自己位置などを測定し、それらを車両情報として通信機により近隣の車両に送るとともに、他車両の情報を受信し、その

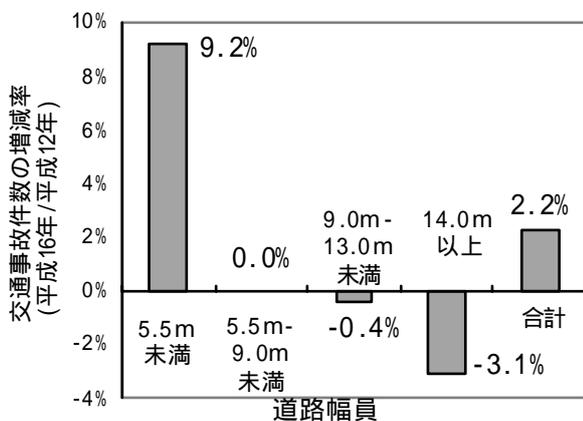


図1 生活道路での事故増加

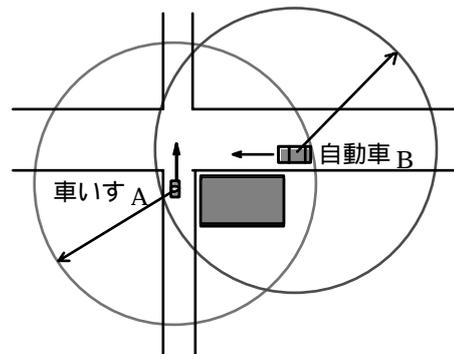


図2 動作原理

*1 工業技術部 機械電子室

接近状態から衝突の危険があると判断されるときに双方の運転者に危険性を知らせる。その仕組みを図2により説明する。車いすAと自動車Bは、常時、自己の固有番号、現在位置、進行速度、進行方位、測位時刻などの車両情報を無線で送信する。車両A,Bがそれぞれ、図の円で示した送受信範囲に入ると相手の車両情報を受信でき、そのデータと自己の車両情報を使って、両者の衝突危険度を予測し、危険と判断されれば、衝突警報を発報して双方の運転者に知らせる仕組みである。

この方法では、双方の車両が通信用無線機の電波で情報を交換するため、肉眼では見通しの利かない住宅地の交差点でも相手車両の接近を検知できるので、信号のない生活道路などで事故低減に効力を発揮すると考えられる。

2.2 ITS装置の小型化

電動車いすは、屋内でも使用できる機動性を確保するため、必要最小限の大きさで製造されている。このため、自動車用ITS装置を搭載すると機動性を損なうばかりで

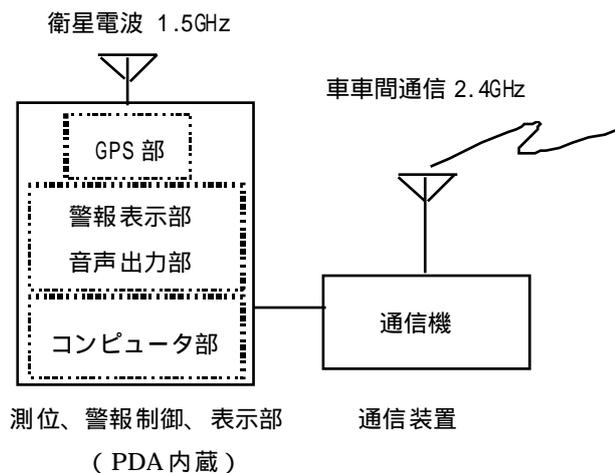


図3 電動車いす用衝突防止警報装置の構成

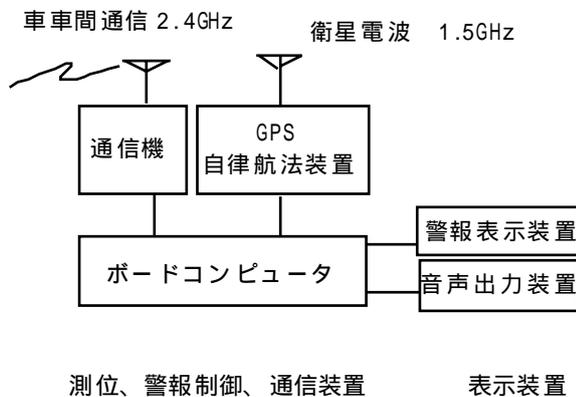


図4 自動車搭載装置の構成

なく、搭乗空間の狭小化や消費電力の増加による走行距離の減少などの問題がおきる。そこで、自動車用カーナビ部品などの流用ではなく、さらに小型のシステムを構築する。電動車いすの駆動用バッテリー切れは生命の危険すらあるので、付加システムであるITS装置は可能な限りの省電力化する。高齢者や障害者が使用するため、高機能であっても複雑な操作が不要で使いやすいなどの特徴を備える必要がある。

そこで、電動車いす用衝突警報装置は、図3の構成とした。比較のために自動車用衝突警報装置の構成を図4に示す。通信機は、自動車との車車間通信をするため、自動車用と同一の2.4GHz帯を使用する汎用無線通信機である。コンピュータは、電動車いすの移動速度が時速6km以下であるため、自動車用ほど高速な計算性能は必要ではない。このため、小型で省電力性に優れ、低廉なPDA（携帯情報端末）の1種であるPocket PC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も内蔵した製品を選択して、省スペースと省電力を図っている（図5）表示は3.5インチカラー液晶ディスプレイで、240 X 320ピクセルである。通常のパソコンと異なり表示画



図5 PDA正面(右)と側裏面(左)



図6 広域地図表示(左)と詳細地図表示(右)

面でタッチ入力する仕様のため、キーボード操作が不要で、小型であっても操作しやすい。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。このPDAのCPUは、インテル社のXscaleで、オペレーティング・システムは、マイクロソフト社Windows Mobile 2003であるため、パソコン用ソフトをそのまま使うことはできない。

一方、自動車用のシステムは、ROM化Windows 2000ベースのボードコンピュータとトンネルなど衛星電波の到達しない場所でも測位可能なGPS自律航法装置とを組み合わせて使用しており、高速、高精度だが、機器は大きく、消費電力も多い。入力装置はキーボードを使用しているが、運転中の細かな操作は困難である。

本研究で用いたPDAには、利用者の利便のため、電子地図を組み込み、GPSにより経緯度を測位し、進行方位を上側として現在位置を表示できるようにした。実用規模の電子地図を内蔵メモリに書き込むには容量が不足しているため、増設スロットのSDカードに地図データを書き込んだ。大阪から東京までの地図エリアで約300Mbyteの記憶容量が必要である。

産業技術研究所の構内走行時の画面を図6に示す。広域表示ではカーナビと同様に主要国道など大まかな目標が表示されるだけであるが、詳細表示では電動車いすでの行動に役立つ建物の概観や公園などの詳しい地理情報を表示できる。

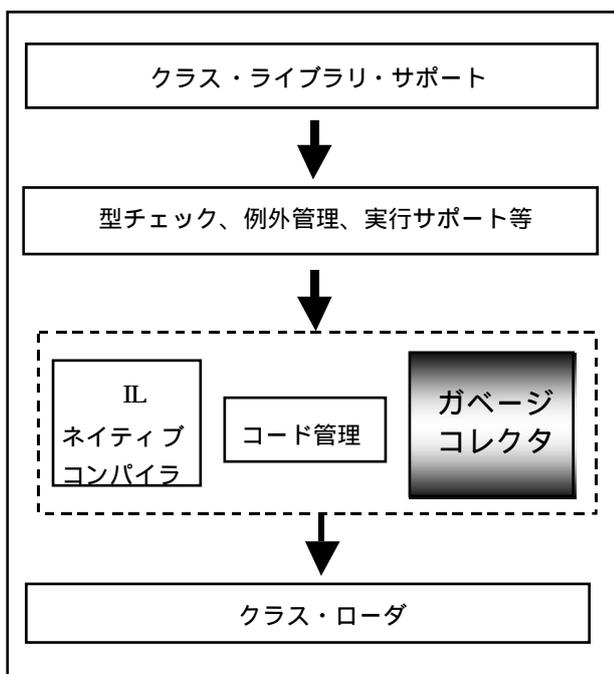


図7 CLRの内部構造

3. 実験結果及び考察

動作させるためのソフトウェアは、統合開発環境（Visual Studio .NET 2003）において Visual Basic .NET で作成した。Windows Mobile で動作するソフトはスマート デバイス プロジェクトで .NET Compact Framework のアプリケーションとして作成することができる。

.NET Compact Framework は、.NET Framework のサブセットであるが、提供される機能が少なく、Windows XP 等で動作するように作られたパソコン用のプログラムはそのままでは利用不可能であるため、.NET Compact Framework のクラス・ライブラリに対応したプログラムを新規に作成した。

Visual Basicでは、従来から実行時にランタイムと呼ばれる実行エンジンが動作環境を提供していたが、.NET においては、C++の特殊なモード以外は実行時にCLR（Common Language Runtime）と呼ばれる実行エンジンが動作環境を提供する。この様子を図7に示す。

プログラムはFrameworkのクラス・ライブラリを使って書かれるが、クラス・ライブラリは最上段のクラス・ライブラリ・サポートを介してCLRに取り込まれる。ここで、ネイティブ・コードと呼ばれる実行可能プログラムに変換されて動作する。このとき、中間層にあるガベージ・コレクタが不要なメモリ領域を整理するために時々動作する。これをガベージ・コレクション（GC）という。

GCはメモリ内の不要データを自動的に削除しワークエリアを確保する効率的な手段であるが、このGCを実行している間、メモリ内容に矛盾を生じないように、システムは自動的に他の動作を停止するため、リアルタイム・システムでは動作が止まり不安定になる問題がある。

本システムでも、通信機やGPSとは、文字列によりデータを交換しており、メモリ内で不変である文字列の演算を多用しているため、GCが避けられない。このとき、独立して動作している通信機やGPSとのデータ入出力が中断し、リアルタイム処理しているバッファ制御が不安定になる恐れが強く、長時間の動作安定性の確保など、信頼性のある制御プログラムは書けない可能性が高い。

そこで、GCによる動作の不安定化を解消するために、GCの実行をCLRに委ねず、Java仮想マシンと同様に Visual Basicでも今回使用した Visual Studio .NET 2003 において初めて可能になったGCの強制実行を入出力動作の休止時間に行い、長時間の動作安定性を確保した。

PDAと無線通信機及び内蔵GPSとはRS232Cによるシリアル通信でデータ交換する必要があるが、実験に使用した Compact Framework 1.1 では、シリアル通信をサポートしていない。このため、海外のオープン・ソースであ

る OpenNETCF.org の Smart Device Framework を利用したが、完成度が低く、バグもあったため、C#ソースを解析して利用可能にした。

このようにして作成したプログラムを PDA に組み込み、



図 8 警報装置の取り付け



図 9 警報装置の表示



図 10 アンテナの取り付け

動作を確認した。PDA を電動車いすに装着した状況を図 8 に示す。写真の破線枠内が警報装置である。これを拡大したものが図 9 である。操作ボックスの横前方に設置した本機に他車到来の警報マークが表示されている。

また、画面への警報マーク表示だけでなく、警報音声も出力できるように、Compact Framework で提供されていない Wav ファイルの再生機能を Win32API の invoke 関数により出力できるようにした。

送受信アンテナは、理想的には遮蔽物のない利用者頭上に設置すると到達距離が長くなるため有利であるが、屋内利用も考慮し、足下の邪魔にならない位置に設置した(図 10)。

4 . 結び

電動福祉機器用 ITS 装置として、電動車いす用の衝突警報装置を開発した。この装置は、車両間の衝突危険度を判定して、危険度が高いときには警報を音声と画面表示で伝える。使用機器の検討と実車実験により、側方および後方からの車両接近を的確に注意喚起できるように改善し、周辺車両情報を車いす利用者に提供できるようになった。PDA を、乗り降り動作に干渉しない車いす操作部の近くに取り付けた。これは、小型であるため、制約が多く、ソフトの作成も容易ではないが、障害の回避策を検討し、予定していた機能を発現させることができた。なお、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。

参考文献

- 1) 藤,美濃部,津川: 車車間通信の運転支援システムへの応用,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: 車両出会い頭衝突防止警報装置の開発,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: 車両出会い頭衝突防止警報装置の開発,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: Experiments of Inter-Vehicle Communication to Prevent Crossing Collisions and a New Proposal of Communication Systems, #3049, 11th World Congress on ITS(2004)
- 5) 室田,盛田,依田: A Lateral Collision Warning System Using Inter-Vehicle Communication, #3048, 11th World Congress on ITS(2004)
- 6) 室田,酒井,山本: 電動車いす用 ITS 装置の開発,愛知県産業技術研究所研究報告,4,70-73(2005)