

電動車いす用 ITS 装置の開発

室田修男*¹、酒井昌夫*¹、山本光男*¹

Development of ITS Equipments for Electric-powered Wheelchair

Nobuo MUROTA, Masao SAKAI and Mitsuo YAMAMOTO

Industrial Technology Division, AITEC*¹

電動車いすと自動車との事故が増えている。そこで、当所で開発した自動車用の出会い頭衝突警報装置を応用し、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。これは、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運転者に警報を発する ITS 装置である。当所で開発した段差対応型電動車いすに搭載できるように試作し、実験を行った。電動車いすは、生活道路を主に走行するため、出会い頭のみならず、後方からの車両接近注意を追加するなど、車いすの利用者に必要な情報提供方法や低価格で小型化可能な機器構成、これに伴う測位誤差などの補正方法等を検討し、実験により改善した。

1. はじめに

平成 15 年度の電動車いすに関わる交通事故死傷者数は 254 人で、電動車いすの増加とともに、毎年増え続けている。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。この解決策の一つとして道路の安全性を高める ITS(Intelligent Transport Systems: 高度道路交通システム)の応用が考えられる。

平成 12 年 5 月の交通バリアフリー法「高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律」成立を受け、高齢者や身体障害者を主な対象者としたサービスが注目を集めている。例えば、視覚障害者が階段や駅のホームで転落しないようにする事前の注意喚起や、車いす利用者を対象とした歩道の幅員、段差、周辺の利用可能なトイレ等の情報提供などである。

このような、課題、要望を情報通信技術で実現する技術分野が歩行者 ITS である。この歩行者 ITS は、ITS の主要な開発分野の一つであり、高齢者や障害者を含む歩行者、車いす使用者、自転車利用者等に、安全・安心・円滑な移動環境を提供することを目的としている。

そこで、交通事故低減が求められている電動車いすを対象に、車車間通信を利用した自動車との衝突回避用 ITS 装置を開発した。

2. 実験方法

2.1 電動車いすの ITS 化にあたり

ITS とは、人と車両と道路等の交通網とを情報通信技

術を用いてネットワーク化することにより、交通事故、渋滞などといった交通問題の解決を目的に構築する新しい交通システムである。このうち、自動車用のシステムは大規模で組織的な研究開発が行われており、多くの成果が発表されている。しかし、電動車いすは運動性能や使用環境などが大きく異なるため、自動車用のシステムをそのまま転用するわけにはいかない。

また、電動車いすの運転には運転免許が不要であるが、そのためには表 1 に挙げた基準を満たす必要がある。特に、最大寸法の制約があり、ITS 化による機能の追加スペースを確保するのが難しく、自動車用の機器を取り付けられない。情報表示画面も運転の支障にならない大きさが求められる。一方、最大速度は時速 6km に制限されているため、自動車用の機器よりも情報の処理時間の確保が容易である。

さらに、利用者が多様であり、障害の程度、認知度などに合わせた情報提供が必要である。生活道路での利用

表 1 電動車いすの基準

- ・長さ 120cm・幅 70cm・高さ 109cm を超えないこと。
- ・原動機として電動機を用いること。
- ・時速 6km を超える速度を出すことができないこと。
- ・歩行者に危害を及ぼすおそれがある鋭利な突出部がないこと。
- ・自動車又は原動機付自転車と外観を通じて、明確に識別することができること

(道路交法施工規則第 1 条の 4 第 1 項による)

*¹ 工業技術部 機械電子室

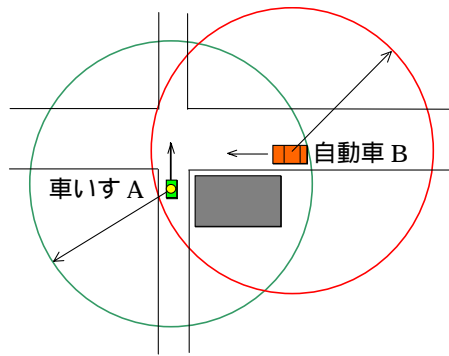


図1 動作原理

を考慮すると、後方からの自動車接近も警告するとより安全であるなど、自動車とは異なる視点が求められる。

2.2 動作原理

電動車いす用衝突警報装置は、接近する自動車などと位置情報を交換し、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ものである。その仕組みを図1により説明する。車いす A と自動車 B は、常時、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の無線機を搭載しているため、道路に特別な設備を設置する必要がなく、信号のない生活道路の交差点で威力を発揮すると考えられる。電波は住宅等を越えて伝搬するので、肉眼では確認できない見通しの利かない交差点でも相手車両の接近を検知でき、受信した車両情報から衝突の危険性を予測できる。

これに必要な機器構成を図2に示す。GPS 自律航法装

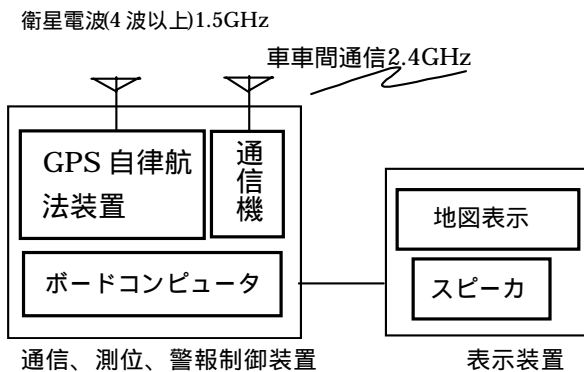


図2 出会い頭衝突防止警報装置の構成

置は移動に伴い刻々と変化する自己の位置を人工衛星からの基準電波から割りだし、正確な時刻と緯度、経度の位置情報を出力する。人工衛星の電波が受信できない屋内などでは、内蔵のジャイロセンサなどで移動量を計測し、連続した測位が可能である。通信機は、2.4GHz 帯の汎用送受信モジュールを組み込んだもので、通信距離が、直線距離で 400m、住宅地の建物越しで 140m 以上の性能である。ボードコンピュータは、GPS 自律航法装置、通信機からデータを取得し、各車両の進行位置予想や衝突危険度の判定を行うほか、送信データの生成、電子地図や警報の表示、音声警告など出力を生成し、表示部を介して運転者に伝達している。これらのデータは、ボードコンピュータで処理される。このコンピュータは、OS (WINDOWS) を含めソフトウェアを ROM 化した。これにより、ハードディスクやクーリングファンなどの可動部を廃し、振動に強い構造とした。また、図3にシステム全体のソフトウェアの構成とデータの流れを示す。動作させるためのソフトウェアは、車車間通信プログラム、車両位置・車速・進行方位を測定するための計測プログラム、衝突の危険度判定プログラム、電子地図表示および警報出力プログラムにより構成されており、衝突の危険度を判定して危険度が高いときには運転者に警報を音声と画面表示で伝える機能を実現している。

通信機、GPS、表示の各ハードウェアはボードコンピュータにケーブルで接続され、制御されている。車両情報等はコンピュータの主記憶上に展開した RAM ディスク上のファイルを通じて各プログラムに引き渡している。表示装置は3インチの液晶テレビを使用しているので、画面上には車両位置や警報マークの表示、内蔵スピーカから警報音声を出力できる。また、ナビ機能を使用しないときは、TV 放送を受信できる。

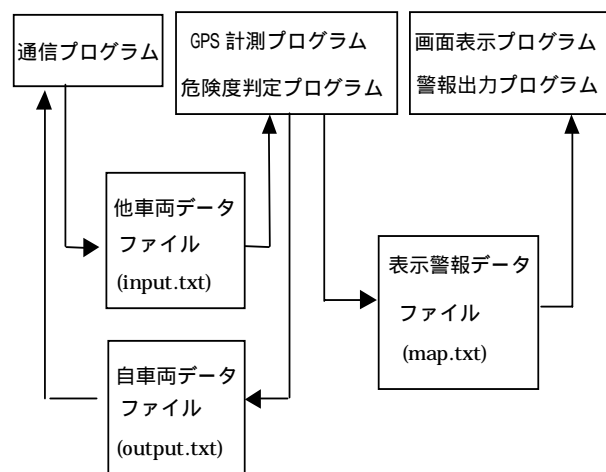
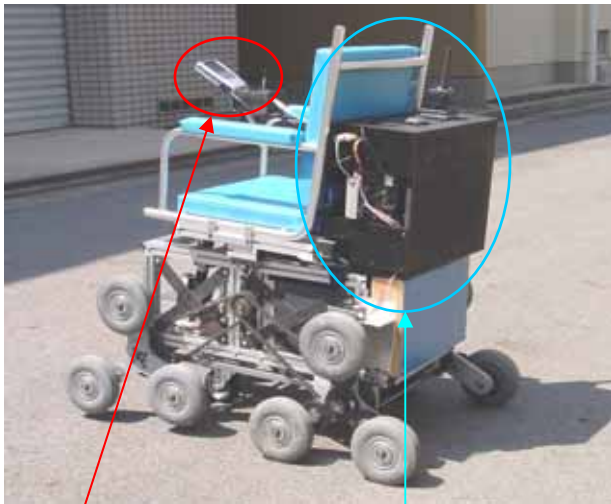


図3 ソフトウェアの構成とデータの流れ



表示装置 通信、測位、警報制御装置

写真1 電動車いすへのITS装置実装

実験に使用する電動車いすとしては、平成 11、12 年度に当所で開発した段差対応型電動車いすを使用した。階段を上下するため車輪が特殊であるが、走行特性等は市販品とほぼ同じである。この電動車いすの後部に、衝突警報装置の本体を、また、走行制御用ジョイスティックの前方に表示装置を取り付けた。この ITS 化電動車いすを写真1に示す。

3. 実験結果

3.1 単独走行実験

電動車いす用衝突警報システムを取り付けた実験機を使用して、単独でナビ機能を検証した。初期状態では、ナビが作動しないことが判明した。この原因は、実験に使用した自律航法型 GPS が自動車専用品であり、取り付け方向の指定が不要、かつ、車速パルスの入力が必要なためであった。取り付け方向の指定がないため、直線走行時の測位結果から自己の取り付け方向を検出し、さらに車速パルスあたりの走行距離を学習した後でないとならば測位結果を出力できない。しかも、移動速度が時速 30km 以上で5秒間の直線走行でないとならば学習しない設定であるため、電動車いすに取り付けて最高時速 6km で走行したのでは学習できないためである。

そこで、この自立航法型 GPS を、自動車と電動車いすが同一距離を走行したときに、電動車いすの車輪回転数と一致する車速パルスを発生するように工夫した自動車に搭載し、車速パルスの発生が電動車いすに搭載したときと同様になるようにして、時速 40km の走行で学習を成立させた。一度、学習が成立すると結果を本体で記憶しているため、再度の学習は不要である。なお、電動車いすの車輪回転数は車輪支持部の金属を磁化し、自動車搭

表2 衝突警報装置の仕様

通信距離:	交差点から 100m
	車両間 140m
車両台数:	自車を含め 2 台以上
通信周期:	1 (0.2) sec.
車両測位精度:	3m 程度
測位周期:	1 (0.1) sec.
衝突警報:	警報音または音声
警報対象:	側方および後方車両 (側方のみ)
画面表示:	デジタル地図上に警報マーク及び 車両位置表示

()内は自動車用仕様

載用磁気センサにより検出し、車速パルスとして GPS に加えている。

これにより、衛星受信時の GPS 測位と屋内などでの受信不能時の自律航法が可能となった。自律航法時は、車速パルスにより移動距離を、ジャイロスコープにより回転角度を検出して推定位置を出力する。

また、GPS 測位では、移動体に搭載して測位すると、実測したところ約 1 秒の応答遅れがあるため、過去の位置が現在位置として出力されるように観測される。このため、正確な現在位置を求めるため、過去の軌跡から最小自乗近似により 1 秒強の外挿を行い、正確に現在位置をナビ情報として表示できるようにした。

3.2 衝突警報実験

実車による警報動作実験は、今回試作した電動車いすと平成 14、15 年度に当所で開発した自動車用出会い頭衝突警報システムを搭載した自動車とを使用して行った。自動車側のシステムは時間分解能や測位精度が高いが、高価なシステムである。電動車いすでは移動速度が遅いことを考慮して、測位更新周期が劣るが安価なシステムである。この衝突警報装置の仕様を表2に示す。

自動車の場合は、出会い頭の衝突事故件数が最も多いため、側方から接近する自動車の危険予知が重要である。図4は、2台の車両の軌跡が交点Cで交わる状況を示したものである。このとき、両者がほぼ同時刻に交点Cに到達すると衝突の可能性が高いといえる。この原理に基づき、側方衝突の危険度を判定している。

しかし、電動車いすは、生活道路を走行中に追突事故に遭う危険性もあり、後方からの自動車接近も利用者に警告する必要があると考えた。

後方向から両者が接近するときには、図4に示した交点を求める手法では誤差が大きく、判定が困難となる。その様子を示したのが、図5である。進行方位を基準に用いると、自車と相手車の進行方位がほぼ一致するとき、則ち、同一道路上を追走するとき、わずかな測位誤差で

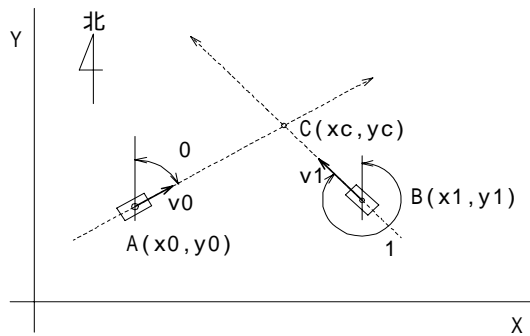


図4 側方からの接近時における衝突点予想

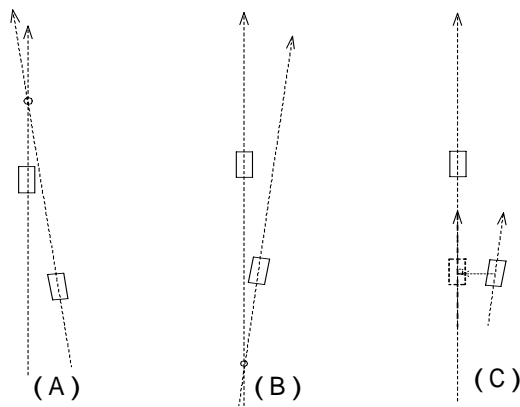


図5 軌跡交点の変動

図5(A)、(B)のように、衝突予想点が前後に大幅に変動する。これらの場合、衝突予想点が自車のかなり前方あるいは後方にあると計算されるため、衝突しないと判断される。そこで、追走時には、図5(C)のように、相手車両の位置を自己の進行軌跡に射影して衝突予想時刻を推定する方法を考案し、システムに組み込んだ。これにより、進行方位の測位誤差による誤判定を回避できるようにした。なお、前方からの接近は、通常、相手車両を視認できるため、接近警告はかえって邪魔と考えられるため、警報対象から外した。

写真2は、衝突警報実験風景である。見通しの悪い交差点に自動車と電動車いすが接近した状況である。このとき、電動車いすの衝突警報装置は衝突の危険性を検知し、注意喚起の音声と写真3に示すナビ画面上に警告マークを点滅させて利用者に危険を伝えている。

このような検討と実車実験により、側方及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、車いす利用者の衝突事故低減に役立つ周辺車両情報を提供できるようになった。

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



写真2 実車実験



写真3 警報時の表示装置の拡大画面

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。

今後は、市販の電動車いすへ本機能を付与するのに必要な技術開発を行う予定である。

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)