

K-043

## 電動車いす用の事故防止のための周辺を見回すシステム System for motorized wheelchair that looks round surrounding for prevention of accidents

山下 良博<sup>†</sup> 田村 仁<sup>‡</sup> 片山 茂友<sup>‡</sup>

Yoshihiro Yamashita Hitoshi Tamura Shigetomo Katayama

### 1. はじめに

警察庁交通局によると年間日本では電動車いすによる交通事故が 200 件以上起きている(表 1)。またこの事故件数は電動車いすの同士や単独事故は計上されていないため、実際にはもっと多くの事故が発生していると推測される。

表 1 電動車いすの交通事故死傷者の推移

表 1 電動車いすの交通事故死傷者の推移<sup>[12]</sup>

	2005	2006	2007	2008	2009	合計
死者 (人)	11	10	5	11	12	49
傷者 (人)	264	245	216	222	218	1,165
合計 (人)	275	255	221	233	230	1,214

これらの事故は主 4 つに分類され(表 2)、時間帯は朝 8 時から夕方 6 時までに起きている(図 1)。

事故原因の主な理由として、人は歩行して移動する際に、たえず目や首を動かしながら瞬時に状況把握しながら移動している。しかし、電動車いすに搭乗していると電動車いすが視点の高さを低くし、視点の稼働範囲を限定してしまうため、視覚範囲を狭めるため死角が発生する事や、人が歩行する際には障害物にならない物が車いす搭乗中では障害物になってしまう。また電動車いすが直進していても路面が平らでないため左右にずれが生じ、電動車いすの車両感覚と自己の位置が把握しにくい、他には車いすの操作時の疲労や直感的に操作出来ないためミスが起きてしまうことが挙げられる。

表 2 電動車いす類別死傷者数(2005~2009)<sup>[12]</sup>

	対面通行	背面通行	横断中	その他
死者(人)	1	5	37	6
傷者(人)	81	112	611	361

本研究の目的は、電動車いすの乗車時における事故を防ぐインタフェースの製作である。

本研究では、下記に対応するシステムを製作、評価する。

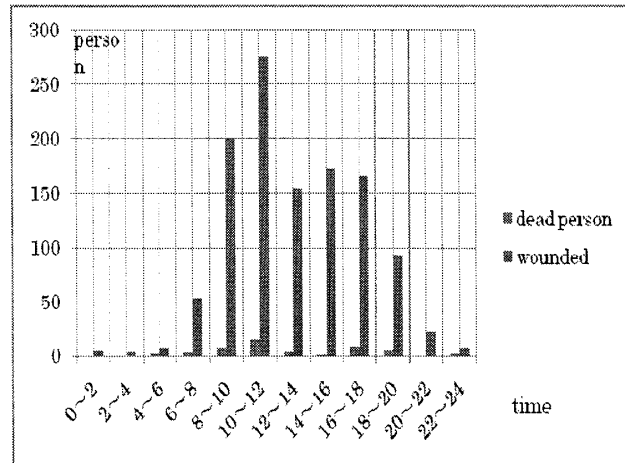
①立っている人と同等の視点の高さや稼働範囲で周辺状況を把握

②路面勾配から電動車いすの移動する軌跡を予測表示

③電動車椅子と①②の操作が出来、操作時の疲労軽減や直感的に操作出来るインタフェースの制作である。

<sup>†</sup> 日本工業大学大学院工学研究科情報工学専攻, Graduate School of Engineering, Nippon Institute of Technology

<sup>‡</sup> 日本工業大学, Faculty of Engineering, Nippon Institute of Technology

図 1 電動車いす時間帯別死傷者数(2005~2009)<sup>[12]</sup>

### 2. 関連研究

周囲の状況を把握するシステムは、カメラを使用する手法がある[1],[2],[3],[4]。

佐藤らの提案[1]では、36 個のカメラを使用して球面画像と距離情報を取って、電動車いすへの障害物や段差などを全方向にわたって検知して自動的に減速や停止の他、ジェスチャーや乗車姿勢を認識する機能などを持っている。しかし状況把握出来るのが電動車いすを中心とした半径 4 m のみ把握し自律移動のためのシステムである。

トヨタのインテリジェントパーキングアシスト[2]では、車の車庫入れや縦列駐車を行う際に、車後部に取り付けたカメラと車前部に取り付けたセンサーを使用し、駐車枠を画像認識し目標駐車位置を設定し、自動でステアリング操作を行う。しかしこのシステムは駐車時の周囲の障害物把握で、センサーが前部にしかなく、全周囲の状況把握が出来ていない。

日産自動車のアラウンドビューモニター[3]では、自動車の駐車用で、4 個の長広角カメラを使用し、その映像を合成し自動車を見下ろした映像やそれぞれの超広角カメラからの画像を表示する。しかしこのアラウンドビューモニターからの映像では、対象を軸とした自分の位置関係は、分かりやすいが距離感が掴みにくく周辺状況が分かりづらい。

ホンダのマルチビューカメラシステム[4]では、自動車の駐車や周囲の視界や幅寄せ時の周辺状況を把握する際に、車の前後左右に魚眼カメラを設置し、4 つの画像を合成し車の見下ろした画像や、前方や左右の画像を合成したステレオ画像や、それぞれの魚眼カメラからの画像を走行時の走行軌道や車の幅を合成して表示している。しかしこのシステムは車用で、全周囲を完璧に把握できない事や路面状況には対応出来ていない。

路面状況を検出する上野の提案[5]するシステムは、ではステレオカメラからの画像を視差分布と基準画像のグル

ープを元に道路面の検出を行っている。しかし移動する位置の予測しておらず、自動車用である。

操作時の疲労軽減出来る中島らの提案システム[6]では指先のみで操作できるタッチパッドを使用して、ジョイスティックによる操作が困難な患者に対しタッチパッド型の電動車椅子コントローラを試作開発し筋ジストロフィ患者に対し走行テストを行いジョイスティックと同等の操作性と操作時の疲労が少ないことが分かった。しかし指一本しか使用していないため、移動方向が分かりづらいことや、操作の出来る種類が少ないことや、マルチタッチが出来ない。

直感的に操作出来るインタフェース[7],[8],[9]では、透明な反射板に光を透過させ、その板を指で押さえることによって光を乱反射させることによって接触部分が光るため、これをカメラで撮影することによって接触位置と面積が把握してカーソルを動かしている。

PERCEPTIVE PIXEL[7]では、赤外線 LED を板の中に赤外線を入射させているため赤外線は中板の中で全反射するため、端の断面以外赤外線は漏れない。

Microsoft Surface[8]では、赤外線 LED を板の外から赤外線を照射させているため赤外線が漏れてしまったり、反射してしまう。しかし、[7]より赤外線 LED の使用が少なくて済む。

山田らの提案[9]では、可視光を半円状の透明な板に照射させている。しかしこの方法では暗闇での使用に限られているが、3次元での入力が可能である。

これら[7],[8],[9]は画面上の操作にのみ使用されていて電動車椅子に使用されていない。

### 3. システム構成

①に対応する物として車椅子上部に 2つのカメラを設置し任意の画像や方向を指定して画像を切り出し、ヘッドマウントディスプレイ(HMD)に表示する。

②に対応する物として 2つのカメラから路面の状況を導き軌跡を予測し HMD に表示する。路面状況をカメラから把握するのは、今後障害物等を検出する際に、路面と一緒に検出出来るため効率的に予測できるからである。

③に対応するものとしてカメラを用いたマルチポインティングインタフェースを立体に加工しそれ用いての、ジェスチャー動作を使用し HMD への表示画像や電動車いすの操作を行うことである(図 4)。

ジョイスティックや、スイッチやボタンなどの従来使用されているインタフェースとは違い、形を自由に決められ操作方法等をユーザーの動かしやすい様にカスタマイズ可能であり、立体にする事で移動操作時に移動位置がわかりやすい。

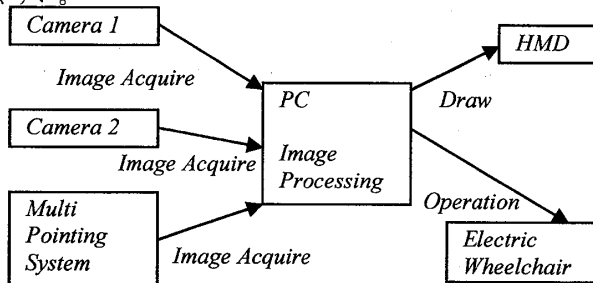


図 2.システム全体

### 4. 立っている人と同等の視点の高さや稼動範囲で周辺状況を把握システム

電動車椅子の乗車した際に頭が有る位置の上にカメラを設置し(図 3)、カメラはカメラ 2つを使用し、レンズは監視カメラ等で使用している魚眼レンズを使用する。

この二つのカメラから取得する画像をジェスチャーで切り替え取得(図 4)した画像をパノラマ化しマルチポインティングで方向を指定して画像を切り出し、HMD(図 5)に表示する事で、複数の視点位置や方向の画像が取得できるため、周辺状況を把握できる。

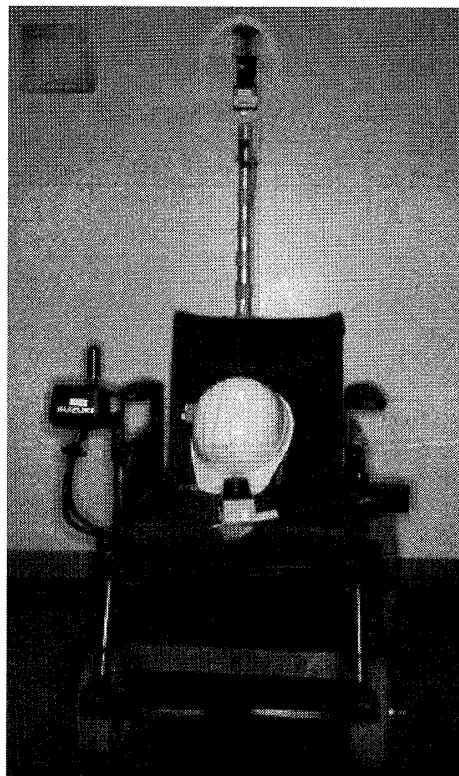


図 3.カメラの取り付け位置

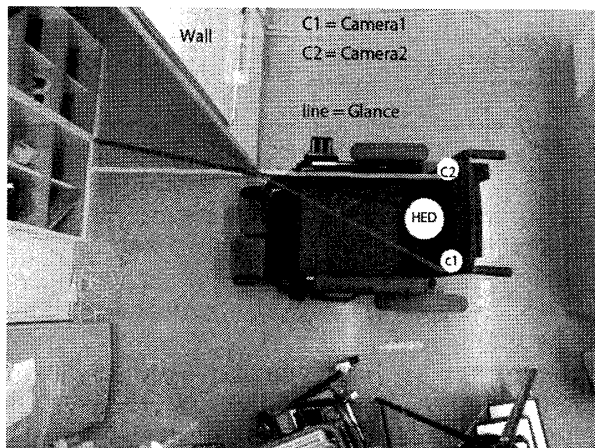


図 4.視線の違い

### 5. 路面勾配から電動車いすの移動する位置を予測表示システム

上記と同様に設置した2つのカメラから視差やステレオマッチングを使用し路面の勾配を読み取り電動車椅子の車輪の軌跡を予測し、HMDに表示する。

### 6. マルチポインティングインターフェースシステム

マルチタッチパネルの作り方としては、2つの手法があり透明な板の中に赤外線を入れる方法(図5)と透明な板を赤外線で照らす方法(図6)がある。

本研究では、立体的なタッチパネルを使用するため、透明な板に赤外線を全体に行き届かせるのが難しいため、この二つの手法同時に使用し、透明な板に赤外線を透過させ、その板を指で押さえることによって赤外線を乱反射(図6)させることによって接触部分が光るため、これを赤外線カメラで撮影することによって接触位置と面積が把握できるので(図7)、これを人が握りやすい立体にして使用する。

この利点は指の移動方向がわかりやすい他、個々の手に調整するのが比較的楽である。

これらを用いてジェスチャーを行い操作する。



図6.乱反射画像

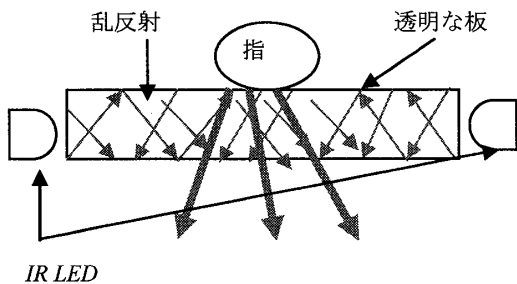


図5. FTIR方式

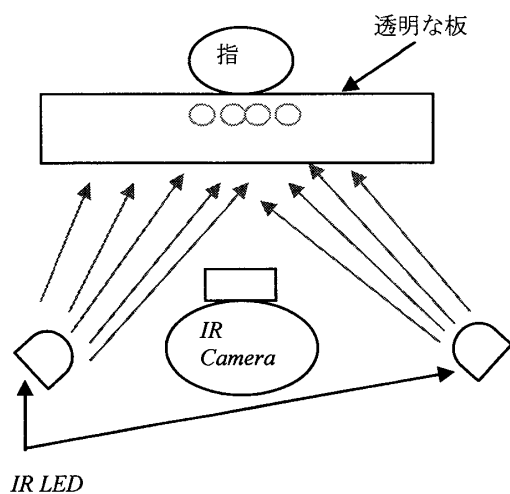


図6. Diffused Illumination方式

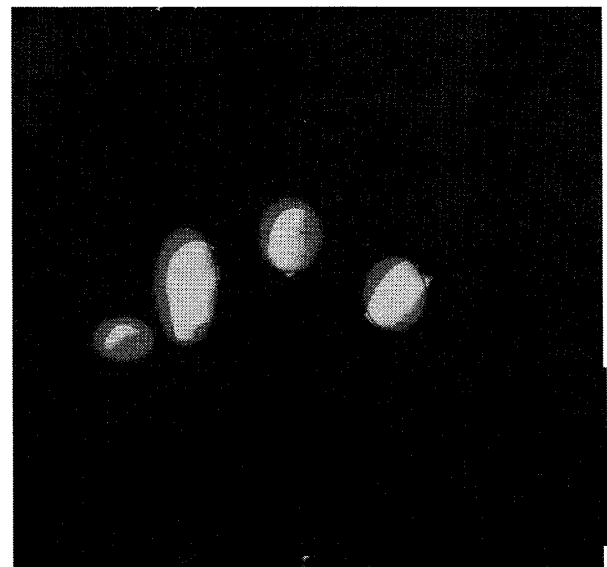


図7.抽出画像

### 7. 評価方法

障害物を設置したコースを通常の車椅子と今回制作したシステムで実際に死角がある道を走行してもらい、光ファイバジャイロ(図8)とロータリーエンコーダーを設置して電動車椅子の軌跡とSD法で被験者に評価してもらおう。

被験者には、立っている人と同等の視点の高さや稼働範囲で周辺状況を把握出来ているかを評価する必要があるため健常者を対象とし、インターフェースの大きさと操作方法は1つに絞り実験を行った。

光ファイバジャイロとは、ループさせた光ファイバ内を伝達する光の周波数などの変改により書く速度を検出して、密度が良いため使用した。

操作インターフェースにはJIS規格に沿ったテストを行う

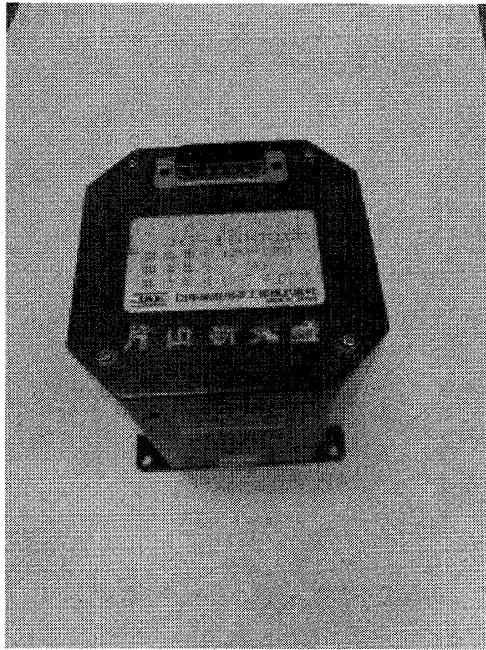


図8.光ファイバジャイロ

## 8. まとめ

全体のシステムを把握すれば使いやすいがなれるまで時間がかかった。

また必要な情報が瞬時に取れない事や表示画像が小さく視にくいと指摘があった。

上半身に障害が無い人を前提にした電動車椅子の周辺状況把握装置の製作を行った。ジェスチャーや操作部分には、手の大きさや稼働範囲が人それぞれ異なるため、それぞれどれが適しているか調べる必要がある。今回は HMD を使用したが、ヘッドアップディスプレイ等とどれが見やすいか比較検討する余地がある。

### 謝辞

今回の研究をするにあたり、多大なるご指導賜りました田村仁先生、片山茂友先生に深く感謝の意を表すとともに、厚くお礼を申し上げます。本件急に関っていた田村研究室の方々に感謝いたします。

### 参考文献

- [1] 佐藤 雄隆, 坂上 勝彦 "全方向ステレオカメラを搭載したインテリジェント電動車いすの開発" 映像情報メディア学会誌 Vol61, No8 pp.1096-1099 2007.
- [2] トヨタ インテリジェントパーキングシステム  
<http://www2.toyota.co.jp/jp/tech/safety/technologies/parking/>
- [3] 日産 "アラウンドビューモニター"  
<http://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/INTRODUCTION/DETAILS/AVM/>
- [4] ホンダ "マルチビューカメラシステム"  
<http://www.honda.co.jp/news/2008/4080918b.html>
- [5] 上野 潤也, 実吉 敬二 "ステレオ法によるロバストな道路面の検出" <http://www.ric.titech.ac.jp/saneken/paper/ueno-RSP2008.pdf>
- [6] 中島 康博, 安田 星季, 吉成 哲, 牧野 功, 但野 茂 "電動車いす用タッチパッド型コントローラの開発" 日本機会学会 福祉工学シンポジウム講演論文アブストラクト集 No01-5 pp346 2001-08-07.
- [7] PERCEPTIVE PIXEL "PERCEPTIVE PIXEL"  
<http://www.perceptivepixel.com/>

- [8] Microsoft "Microsoft Surface"  
<http://www.microsoft.com/surface/en/us/default.aspx>
- [9] 前迫 孝憲, 田守 寛文, 繁樹 算男, 清水 康敬, 坂元 昂, "多次元入力可能な指滑動型半球状インタフェース", 電子情報通信学会論文誌 A Vol.J70-A No.3 pp.340-349 1987-03-02
- [10] 堀越大輔, 山下良博, 小野里太志, 田村仁 "車いす用周辺状況把握装置の製作と評価" 情報処理学会創立 50 周年記念 (第 72 回) 全国大会
- [11] 平間浩二, 杉田拓也, 田村仁, "Web カメラを用いたマルチボイディングインタフェースの構築" 第 71 回情報処理学会全国大会講演論文集(分冊 2), pp.421-422, 2009.
- [12] 警察庁交通局 "電動車いすの安全利用に関するマニュアルについて"  
<http://www.npa.go.jp/koutsuu/kikaku12/tebiki.htm>