

電動カート用 LRF による衝突物体検知システム

上間 晋吾[†] 堀越 大輔[‡] 高塚 崇文[‡] 田村 仁[†]

日本工業大学工学部[†] 日本工業大学工学研究科[‡]

1. はじめに

電動車椅子使用者の事故件数は毎年 200 件以上挙がっている [1]。そして、道路横断中の事故が最も多く発生しており、電動カートや電動車いすの事故に関わる死者の内 8 割近くが道路横断中の事故で亡くなっている。負傷者では、7 割以上を 65 歳以上の高齢者が占めているのが現状である。周辺の把握が足りず、接近する物体に気付かず回避が遅れることが理由として考えられる。

こうした電動カートや電動車椅子での事故防止のため、高齢者でも扱いやすくより安全に走行できるように、衝突物体を事前に検知して提示するシステムを検討する。

2. 研究内容

高齢者を対象とした電動車椅子の乗車時における事故を防ぐインターフェースの製作を目的とする。本研究では、LRF を用いて電動カートに接近する物体を検知し、小型ディスプレイに表示するシステムを製作する。

2.1 レーザー式側域センサ

本研究では、レーザー式側域センサの種類である LRF (レーザーレンジファインダー) [2] を使用する。赤外線レーザーを発振してそれを目標物に照射する。その反射の度合いで目標物までの距離を一瞬で測定できる事を利用して、接近物との距離と角度を検出し、ディスプレイに表示させることで、危険を察知して知らせる。

2.2 ハードウェアとその配置場所

※本研究では、屋外での実験の前段階として屋内での実験を行うため、屋内用の電動車椅子を使用する。

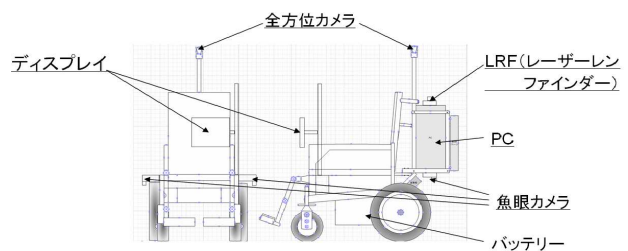


図1 LRF を搭載した電動車椅子

表1 ハードの配置

ハードウェア	配置場所
ディスプレイ	車椅子に左側に配置し、上下にスライド可能
LRF	車椅子後方に配置し、高さ約 100 cm に配置
PC	車椅子後方に配置
全方向カメラ	人間の立っている視点を想定し、高さ約 170 cm に配置
魚眼カメラ	左右後方のタイヤが見える位置に配置
バッテリー	椅子の下に配置

2.3 LRF の処理方法

LRF からの測定距離を約 4m に設定し、受信した数値を極座標への変換を行った。

図 2 は、シミュレータ上で LRF から接近物の位置情報を取得し、距離・角度により警告位置や色分けを行い表示したプログラムである。

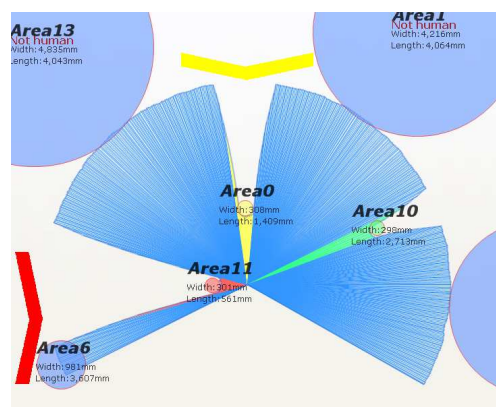


図2 表示画面

LRF device on a electric cart detects possible collision with surroundings objects.

[†] Shingo UEMA, Hitoshi TAMURA · Faculty of Engineering, Nippon Institute of Technology

[‡] Daisuke HORIKOSHI · Graduate School of Engineering, Nippon Institute of Technology

そして、極座標に変換した後、エリア分けを行い、自機に衝突する恐れがある物体のみを、左右後方の3箇所に注意（黄矢印）・警告（赤矢印）という形でディスプレイに表示する。

なお、プログラミングに使用している言語はVB.NETである。

2.4 衝突物体の判定

衝突すると思われる物体の判定を次の計算式で判定する。

(1) 物体の移動量の判定

物体の移動量 L を、横の移動量 Mx 、縦の移動量 My とし、計算を行った。

$$L = \sqrt{Mx^2 + My^2} \dots (1)$$

(2) 物体の進行方向の角度の判定

物体の角度を θ 、LRF（中心）から物体への角度を θ_c 、LRF から受け取る数値の数が 681、LRF の走査角度が 240° 、LRF の左側を 0° にするために $+150^\circ$ する。

$$\theta = \left(\frac{\theta_c}{681} \times 240 + 150 \right) \times \frac{\pi}{180} \dots (2)$$

極座標からベクトル (Ax, Ay) に変換、

$$Ax = \cos \theta, Ay = \sin \theta$$

ベクトルの正規化を行い、単位ベクトル (Mx', My') に変換、

$$Mx' = \frac{Mx}{L}, My' = \frac{My}{L}$$

ベクトルの内積 $v \cos$ を求める、

$$v \cos = M \cdot A$$

この計算で出た結果、物体の角度が LRF（中心）に向いている時のみ、衝突する危険があると判定する。

3. 検知実験

LRF を搭載した電動車椅子の後方から人が接近し、衝突する前に反応できるかの実験を行った。

実験方法は、被験者にイヤフォンを装着して音が遠くに感じるようにしてもう。

そして、その後方約 4m 地点以内の範囲で 3 人別々の方向に一定の速度（時速約 4km）で歩いてもらう。その中の 1 人だけ被験者に左右後方

の決められた方向から近づいてもらう。

そして、システムが衝突すると感知したら、LRF から 3m 以内の地点で注意、1m 以内の地点で警告が表示されるように設定する。

そこで、被験者には警告があった方向の手を上げてもらい、危険察知した方向の一致数を測る。これを左右後方それぞれ各 10 回行うことで検知実験を行う。

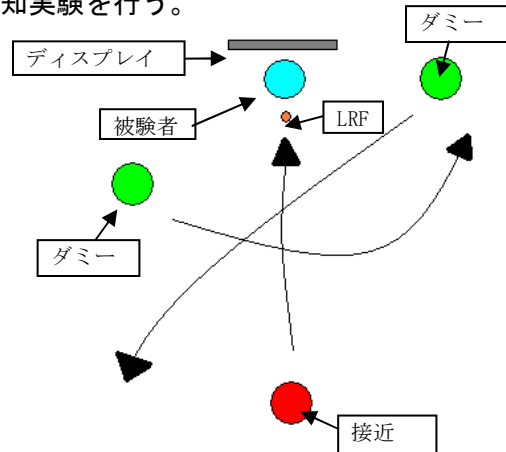


図3 実験様子の図

表2 実験結果

	左	後方	右
一致数	8回	10回	9回

この結果でわかるように、高確率で方向は一致しており、かなりの精度で検知が可能である。

しかし、服の色や体格の大きさで誤差が生じたりなどの問題があり、様々な状況に応じた調整が必要である。

4. おわりに

本研究では、車椅子使用者の死角となっている後方を中心に衝突物の接近情報を与え、事故の防止を行うシステムの開発を行った。本システムにより歩道などでの、人や自転車の交通量が多い場所を、走行する際の安全性が強化された。

今後の課題として、LRF の範囲拡大や処理速度の向上、ディスプレイ以外での表示方法の模索を目指す。

5. 参考文献

[1] 警視庁「電動車椅子の安全利用に関するマニュアルについて」
<http://www.npa.go.jp/koutsuu/kikaku/12/tebiki.htm>
 [2] レーザーレンジファインダー
http://www.hokuyoaut.co.jp/02sensor/07scanner/urg_04|x.html