

自動追従するショッピングカートの障害物回避機能の実装・評価

田村研究室 小松冬馬 山内賢

1. はじめに

子供の手を引いている時や手足に不自由がある時など、何らかの理由で両手が使用不可能な場合、一人でショッピングカートを利用するの買い物は困難である。そこで、利便性やバリアフリーを考え、ショッピングカートが利用者の後を自動で追従することができれば、両手が使えるため商品を手にとることができる。

これまでにレーザーレンジファインダー（以下 LRF と略す）による利用者の後ろを追従するショッピングカートの研究を行ってきた。2010 年度の研究において、シミュレータ上の仮想店舗内にて課題点の一つであった障害物の検出と回避が可能であることが実験結果より確認された。

2. 目的

本研究では、前年度の研究において課題点であった障害物回避の性能、追従対象を見失った場合の対象方法を、主にソフトウェア面にて改良し、最後にシミュレータ上での動作を実機上で試験しその性能の評価を行うことを目的とする。

3. 全体の構成

基本的にマイコンボードや各種回路類といった制御系、ショッピングカート本体は前年度と同じものを使用する。しかし今回、新たに RS232C 接続によって PC を接続可能とした。従来はプログラムを変更するごとにマイコンに書き込む必要があったが、これによって PC を接続したままの稼動が可能となり、デバッグや改良の効率化が期待できる。

図 1 にショッピングカートの全体的な概観写真を示す。



図 1 ショッピングカート全体像

4. LRF について

ショッピングカートに追従対象者及び障害物を認識させるために使用する LRF は「URG-04LX（北陽電機株式会社製）」を引き続き使用する。

LRF は、追従対象者の発見、追従対象者までの距離、角度の取得を行うための情報を取得する本研究で最も重要なセンサである。



図 2 北陽電機株式会社製 URG-04LX

5. システム概要

5.1. 追従対象者判断

本研究において LRF の計測データを本に変化量の大きい部分を境界としてエリアごとに分別し、おおよその幅、距離、角度をレーダーのように表示させるシステムを開発した(図3)。これにより、人間か人間でない物かの判定を容易にすることを可能し、追従及び回避の精度向上に貢献している。

追従対象者の検出方法としては、まずカートの真正面に対象者が立った状態でスタートスイッチを押し、ショッピングカートを起動させる。起動時にセンサの正面に位置し、なおかつ幅が500mm以下のエリアを対象者とし、距離と角度を参照する。

その後リアルタイムに更新される追従エリアの位置データと比較し、その移動量から左右モータの出力をしていく。また、万が一追従対象者を見失った場合、強制的にモータの出力を停止することにより暴走等の危険な状態を防いでいる。

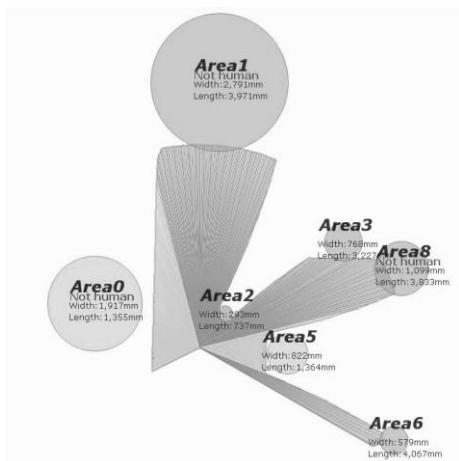


図3 障害物のエリア分けイメージ

5.2. 障害物回避

参考文献(2)の小野里らによるアルゴリズムに、図2の LRF レーダーを使用することによって精度が向上した。アルゴリズムの概要としては、ショッピングカートの進路上にある障害物を回避するために、ショッピングカートの近辺を接触危険エリアとし、そのエリアを進行方向上に延長し、エリア内に追従対象者以外の検出体が侵入したときに、その検出体を回避すべき障害物と判断し、回避行動を取るという方式である。詳しくは参考文献(4)を参照されたい。

5.3. 追従と回避のアルゴリズム

実際に障害物の存在する環境において追従させる際に、対象者追従と障害物回避のどちらのアルゴリズムを優先させるかが問題となる。例えば、追従制御に偏りすぎると障害物へ衝突する危険性が増え、逆に障害物回避に偏りすぎると追従対象者を見失う可能性が出てくる。

そこで、障害物となるエリアとショッピングカートとの距離に応じて変化させる係数を設け、追従と回避の双方のモータ制御量と掛け合わせ、最終的なモータ制御量とすることによってリアルタイムに優先度を変化させる方法を考案した。

6. 追従実験

次の環境を条件として追従実験を行った。

- (1) カートの動作に十分な道幅が確保できた、段差の存在しない屋内である
- (2) センサで検出の難しいガラス面などの障害物の少ない場所である
- (3) 追従対象者は黒色以外の服を着用する

7. 実験結果

障害物検知システムにより6章で示した条件下では、ショッピングカートが障害物に衝突する事は無くなった。

また、前年度の実験では追従対象者が柱等の死角に曲がりこんだ場合、少し隠れた程度でも見失ってしまったが、LRF レーダーによって完全に隠れない程度であれば追従を続行していた。

しかし、前年度と同様にショッピングカートが旋回できるスペースの無い通路において追従対象者が方向転換してしまうと追従不能となってしまった。

8. おわりに

本研究では、前年度の自律電動ショッピングカートの改良を行った。

追従対象者と障害物をエリアとして認識することにより、追従と回避の性能の向上に成功した。

参考文献

- [1] 北陽電機株式会社：「測位センサ URG-04LX 仕様書」
- [2] 小野里太志, 比志秀一郎, 田村仁 “レーザ式測位センサを用いた自動追従ショッピングカートの設計と製作”, 第71回情報処理学会全国大会講演論文集(分冊2), pp.371-372, 2009.