

1ZB-1

## 対象者軌跡を自動追従するショッピングカートの設計と製作

大川涼<sup>†</sup> 高塚崇文<sup>†</sup> 阿部浩介<sup>†</sup> 小野里太志<sup>‡</sup> 堀越大輔<sup>‡</sup> 田村仁<sup>†</sup>

日本工業大学工学部<sup>†</sup> 日本工業大学工学研究科<sup>‡</sup>

### 1. はじめに

一般に何らかの理由で両手が使用できない場合、一人でショッピングカートを利用する事が困難である。ショッピングカートが買物客を自動で追従するようであれば手が不自由な人でも自由に買物する事ができる。そこで、自動追従ショッピングカートの開発を目指す。

著者は、2008年度にレーザーレンジファインダーを用いた対象者を自動追従する機能を持ったショッピングカートの製作を行った[2]。追従動作は行えたものの、追従時の安全性の低さが問題となり、実用は難しい結果となった。

### 2. 目的

本研究での目的は、一般的なショッピングモールで利用可能であるといえる機能を持った、対象者を自動追従するショッピングカートの設計と製作である。

過去の研究[2]では障害物の検出ができなかった事や、追従対象者を認識する精度が低く、衝突の危険があった。

そこで今年度では、障害物の検出と回避、対象者認識精度の向上、追従する際のアルゴリズムの改善等、ソフトウェア上での改善を主とし、安全性の向上を目指す。

### 3. 全体の構成

ショッピングカートには、対象者及び障害物検知用のレーザーレンジファインダー、制御用マイコン及びモータドライバ、ロータリエンコーダ、駆動輪にDCギヤードモータを2個搭載する。

図1が、実際にこれらを搭載した自動追従ショッピングカートである。また、これら装置は一般的なショッピングカートに搭載する事で動作させるため、カート形状の異なった店舗でも使用可能である。



図1 自動追従ショッピングカート

### 4. レーザーレンジファインダーについて

ショッピングカートが実機の周りに存在する追従対象者や障害物など、周囲の状況を正確に把握するために、レーザーレンジファインダーは「URG-04LX（北陽電機株式会社製）」を利用する。

URG-04LXは赤外レーザー（波長785nm）光により、水平面上の空間を0.36度ピッチで240度スキャンし、検出体との距離と方角を検出できる測位センサである。検出結果として各ステップマイの距離データを出力するので、センサ周辺の2次元的な環境認識に利用できる。

図2はレーザーレンジファインダーが計測できる範囲、図3が計測した検出結果をイメージ化したものである。



図2 計測可能範囲 図3 計測イメージ

Design and implementation of a robotic shopping cart, which is programmed to follow its user

Ohkawa Ryo<sup>†</sup>, Kohtsuka Takafumi<sup>†</sup>, Abe Kohsuke<sup>†</sup>  
 Onozato Taishi<sup>‡</sup>, Horikoshi Daisuke<sup>‡</sup>, Tamura Hitoshi<sup>†</sup>  
 Faculty of Engineering, Nippon Institute of Technology<sup>†</sup>  
 Engineering Major, Graduate School of Nippon Institute of Technology<sup>‡</sup>

## 5. システム概要

### 5.1. 追従対象者判断

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開始させる。起動時にセンサの正面に位置する障害物を対象者候補とし、位置情報を記録する。

その後リアルタイムに送られてくる周辺データと比較し、検出物の移動量から新たな対象者候補の位置を更新していく。

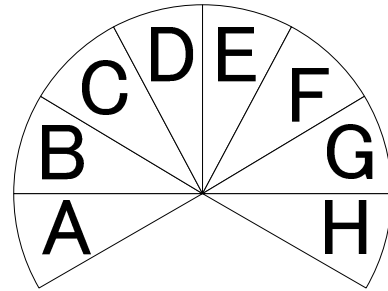


図4 LRFのエリア分け

### 5.2. 障害物検知

過去の研究[2]では追従対象者との距離を一定に保つ処理だけを行っていた。それだけでは対象者以外の物体と衝突する可能性がある。

そこで、レーザーレンジファインダーから取得した測域データを図4のようにエリア分けし、各エリアにある障害物までの距離を計算する。障害物に一定以上の距離まで近づいた時、方向転換して回避させる。また、回避不可能だと判断した場合は停止する処理を実装する。これによりショッピングカートが障害物に衝突する事は無くなる。

### 5.3. モータ制御

DCモータは自作のドライブ回路によりPWM制御で速度制御し、各モータのPWM値は追従対象者の位置と距離や、現在速度からPID制御により決定する。

### 5.4. 追従する際のアルゴリズム

ショッピングカートが対象者を追従する際、ただ対象者の後ろを追従するだけでは、ショッピングカートが他の店利用者の移動を妨害してしまう場合があると考えた。

そこで、ショッピングカートを追従対象者から最も近い棚や壁に沿わせて移動させるように制御する。これにより他の店利用者の移動を妨害してしまう場所に、ショッピングカートが移動する事を無くす事ができると考えた。

先述の障害物検知と同様に、図4のようにエリア分けされた周辺データを利用する。エリア分けにより、マイコン上の処理を単純化し、負担を軽減させる。追従対象者と最も近いエリアとの距離を近づけ、その他のエリアとの距離を空けるように処理を行う。これにより追従対象者に一番近い棚や壁を沿うように移動が可能となる。

## 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、障害物回避機能を搭載した追従アルゴリズムの実装により、対象者に一番近い壁に沿って移動する事に成功した。

しかし、ショッピングカートが旋回できるスペースの無い通路では、追従対象者が方向転換してしまうと追従不能になる。

## 8. おわりに

本研究では、レーザーレンジファインダーを用いた人物追従機能を持った、自律型電動ショッピングカートの設計と製作を行った。

過去の研究[2]では衝突の危険性があり、安全とは言えず実用に向けて問題となっていたが、新たに実装したシステムにより、実験では衝突する事は無かった。

安全性の向上には成功したが、動作性に課題を残してしまった。今後の発展に期待されたい。

## 参考文献

- [1] 高梨陽一, 早川洋一: 自動追従ショッピングカートの設計と製作, 第70回情報処理学会全国大会講演論文集(分冊2), pp.379-380, 2008.
- [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.