

# 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

田村研究室 小野里 太志 比志 秀一郎

## 1. はじめに

現在、スーパーマーケット等で利用されているショッピングカートは、手動で操作するものである。そのため、子供の手を引いている場合や、手足に不自由があるなど、なんらかの理由で両手が使用不可能な場合、1人でショッピングカートを使用するの買い物は困難である。

利便性を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のならば、1人2台使用が可能であることや、両手が使えるため商品を手にとることができる。また、カートを押すことができない人でも、1人で店内を自由に回り、買い物を行うことができる。

昨年 web カメラを用いた人物追従システムを搭載したショッピングカート製作を行ったが、カメラの画角の狭さや追従対象者判別の不安定さなど、多数の問題があることから実用は難しい結果となった。

## 2. 研究目的

本研究は、一般的なスーパーマーケットにおいて、利用可能であるといえる安全性、動作性を備えた、自律型の利用者自動追従型ショッピングカートの設計と製作である。

昨年度の研究では直線での追従は可能であったが、ハードウェアの都合上カーブでの追従が困難であった。

そこで今年度では、新たにレーザ式測位センサを導入することで、利用者の急な方向転換やカーブへの対応など、追従精度の向上を目指す。

## 3. 設計概要

カートには、利用者及び障害物検知用のレーザ式測位センサ、利用者判別用 Web カメラ、制御用小型 PC、モータ制御マイコン及びモータドライバ、駆動輪に DC ギアードモータを2機搭載する。

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ことで動作させるため、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. レーザ式測位センサについて

ショッピングカートが実機の周りに存在する追従対応者や障害物など、周囲の状況を正確に把握するために、レーザ式測位センサを用いる。

センサは「URG-04LX(北陽電機株式会社製)」(図2)を利用する。



図2 URG-04LX

URG-04LX は赤外レーザ(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3は写真の環境で計測した検出結果をイメージ化したものである。



図3 計測イメージ

## 5. 追従対象者判断とモータ制御

### 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起動させる。カートを起動させると、webカメラで対象者の服の平均色、及びセンサにより対象者の位置情報を記録し対象者候補とする。その後、次の条件により追従対象者を判別し、対象者位置情報を更新する。

1) 初期操作により、センサから図3のような周辺データが得られる。対象者候補と、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。

2) Webカメラに人間が写っていると検出した場合、追従対象者はセンサ正面方向に存在する検出物であると判断できる。

もしカメラから対象人物が検出できなければ、正面以外に存在する検出物から、起動時のデータと近いものを追従対象者候補とする。

### 5.2 Webカメラ処理

本研究で使用しているカメラは Logicool 社製 Qcam Pro 4000 を使用した。画素数は 30 万画素 CCD で、視野角は上下 40 度、左右 43 度である。

対象衣服の平均色の記録方法は、対象者の服以外にも背景などが写りこんでしまうため、マスク画像を使用する(図4 [a])。その後カメラから送られてくるリアルタイム画像から縦エッジを抽出し、その縦エッジから背景と対象を判別する([b])。縦エッジとは注目画素の左右にある画素の明度の差である。その後対象をリアルタイム画像から判別する際、わかりやすくするため、閾値以上の縦エッジの場所に境界線を引き、画像をいくつかの領域に分割する([c])。領域分割後、領域ごとに色の平均値を計算し求める。その結果を最初に記録した服の平均色と比較し、その位置から追従対象者の位置を判断する。



[a]

[b]

[c]

[a] マスク画像

[b] グレイスケール画像

[c] 境界線画像

図4 処理の順序

### 5.3 モータ制御

もっとも有力である候補を追従対象者とし、モータコントローラである M16C マイコンにモータの動作値を転送する。

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。

## 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) 利用者は無地で背景色と異なる T シャツを着用する

## 7. 実験結果

人間がゆっくり歩くスピードでは、直進時の追従動作に加え、昨年度の研究では難しかったカーブでも追従することに成功した。また、対象者の急な方向変換にも対応することができた。但し、現段階では、カートが自動で障害物を回避する処理を行っていないため、カートが障害物に衝突することのないよう利用者がカートをうまく誘導する必要がある。

また、フロアが滑りやすい環境に変わると、モータが空転を起こし、同等のパフォーマンスを得ることができない。

搭載した処理用小型 PC (CPU: VIA C7 1GHz) にてセンサの動作速度を計測した結果、およそ 7scan/s、画像処理の速度は 10fps で計測することができた。

## 8. おわりに

本研究では、カメラとレーザ式測位センサにより人物追従機能をもった、電動ショッピングカートの設計と製作を行った。

レーザ式測位センサを用いることで、自動追従ショッピングカートの追従対象者の位置判別制度は大幅に向上した。

さらなる障害物への対策を取り入れるなど、安全性を高めることで、実際の買い物環境で使用することが可能であると考えられる。

## 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, 日本工業大学 工学部 情報工学科 田村研究室
- [2] 土屋裕, 深田陽司: 画像処理, コロナ社(1995)
- [3] T. ブラウンル, 香川博之: 組み込みロボット工学入門, シュプリンガー・ジャパン株式会社(2007)