

## 自動追従ショッピングカート的设计と製作

高梨 陽一 早川 洋一 深井 越 田村 仁

日本工業大学工学部情報工学科

### 1. はじめに

現在、一般に利用されているショッピングカートは手で押す方式のものが普及しており、ベビーカーを押していたり、子供の手を引いたりするなどの理由でショッピングカートを手で扱えなくなると、ショッピングカートの利用および操作が難しくなる。

この時、ショッピングカートに対象とする人物を自動追従する機能があれば、ショッピングカートを押して移動する必要がなくなるため、両手がふさがっていてもショッピングカートを利用して買い物ができるようになる。

本研究では、無地の服を着た人物を自動追従するショッピングカートを作成し、実験を行うことでその動作を評価する。

### 2. 自動追従ショッピングカートの構成

自動追従ショッピングカートは、ショッピングカートに次の改造を施すことで実現する。

- (1) ショッピングカートの上部にカメラ取り付け用のアームを搭載し、その先端にカメラを取り付ける。
- (2) ショッピングカートの下部には、制御装置(画像処理用コンピュータ、モーター制御用マイコン、モータードライバおよび駆動用モーター)を搭載する。

自動追従動作の開始、終了を指示するための入力装置を搭載する。

### 3. 制御装置の構成

制御装置の構成を図 2 に示す。

画像処理用コンピュータはぷらっとホーム社製の BLOQ を使用した。CPU は VR5701(MIPS) 333MHz であり、OS は Debian Linux を搭載している。カメラは Logicool 社製 Qcam Pro 4000 を使用した。画素数は 30 万画素 CCD であり、視野角は上下 20 度、左右 30 度である。モーター制御用マイコンには M16C を使用した。モータードライバは自作した回路を使用した。

Design and implementation of an automatic tracking shopping cart

Yoichi TAKANASHI, Yoichi HAYAKAWA, Wataru FUKAI and Hitoshi TAMURA, Department of Computer and Information Engineering, Faculty of Engineering, Nippon Institute of Technology

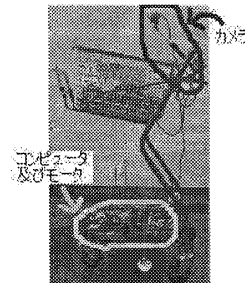


図 1 改造したショッピングカート

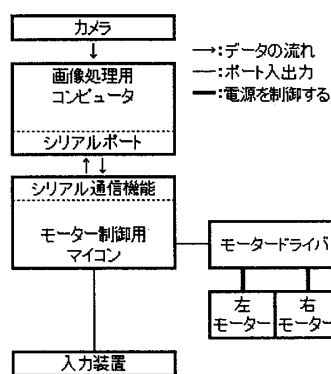


図 2 制御装置間の接続図

### 4. 対象者追従方法

#### 4.1 対象者の抽出

入力装置から自動追従動作の開始を指示する信号を受け取ると、まずカメラで画像を 1 枚撮影し、取得した画像から対象者の服の色を対象色として取得する。撮影した画像には、対象者のほかに背景も含まれるので、色を取得する際の候補領域はマスク画像によって指定する。なお、画像処理に使用する色空間には CIE  $L^*a^*b^*$  を使用する。CIE  $L^*a^*b^*$  は均等色空間であり、ある 2 色の感覚的な色の差がその 2 色を表す座標上の 2 点間の距離と等しくなるように作られているため、色の比較に適しているからである。

追従動作のための手順として、まずは上記と同様にカメラから画像を取得し(図 3(a))、対象色の領域を領域画像として生成する (b)。画像の注目画素の色と追従対象色の距離を計算し、指定した距離以下であればそこは対象色の領域であると判断する。なお、(a)の画像は真ん中に人物が写った画像である。次に、人物と背景の境目を抽出し、境界線画像を生成する (c)。境界線画像とは、対象者と背景の境界線を表す画像である。注目画素の左右にある画素の色同士の距離を計算し、その

距離(0~255)をエッジ値として利用する。その後、エッジ値の縦 1 列ごとの平均を計算し、平均エッジ値が閾値以上の列は、その列全体を境界線とする処理を行う。平均エッジ値の閾値は実験により 60 とした。さらに、生成した領域画像と境界線画像を重ね合わせ、境界線により領域を分断する(d)。また、分断された画像中にある最も面積が大きい領域を対象者の領域であると仮定し抽出する(e)。分断した領域ごとの面積を得る方法として、領域画像のラベリング [1]を行い、ラベルごとの面積を求める。対象者の領域を抽出したら、その領域の x 座標や横幅を取得する。これが対象者の位置情報となる。そして、その位置情報をもとに左右の駆動用モーターの回転速度を計算し、回転速度を制御する指令をモーター制御用マイコンに送る。

なお、本研究では横 40×縦 30 画素の解像度の画像を使用して画像処理を行っており、画像処理用コンピュータでは 15[fps]程度の速度で画像処理を行うことができる。



(a)カメラから取得した画像 (b)領域画像 (c)人物境界線画像 (d)背景を分断した画像 (e)最大面積領域の画像

図3 処理の結果

#### 4.2 モーターの制御

モーター制御用マイコンは、モーターの回転方向、回転速度、ブレーキおよび開放を制御する。また、モーターの回転数を制御する方法として PWM(パルス幅変調)を用いる。

### 5. 評価実験

追従対象者が屋内で 10m の距離をまっすぐ歩行し、それを自動追従ショッピングカートに追従させる実験を行った。対象者の服は赤色で、自動追従ショッピングカートには荷物は載せていない。実験を 10 回行った結果を図 4 に示す。

各曲線のある点における傾きは、自動追従ショッピングカートの進行方向に相関する指標である。傾きが 1 より大きい場合は右に進み、1 より小さい場合は左に進む。1 の場合は直進である。各曲線の細かい範囲を見ると傾きが頻繁に変化しているが、曲線全体で見ると直進を表す直線( $y = x$ )に似た形の曲線になっている。これは、自動追従ショッピングカートが進行方向を調節しながら対象者を追従した結果であることがわかる。10 回の追従実験中、5m 以上の追従に 7 回成功した。また、直進の直線から大きく外れている曲線がい

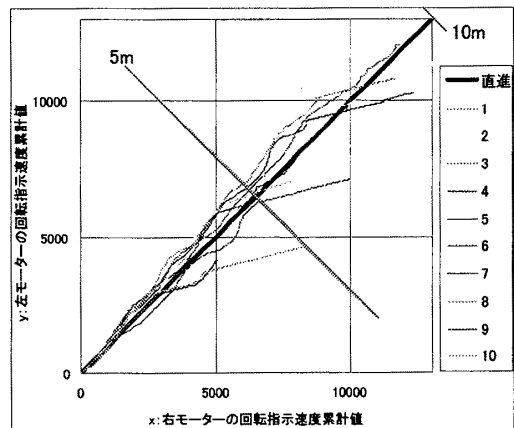


図4 直線追従実験の結果

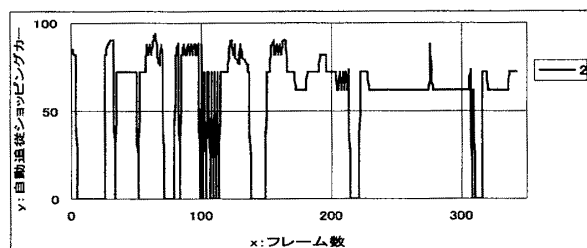


図5 自動追従ショッピングカートの速度

くつかあるが、これは、追従の途中で対象者を見失い、その場で回転してしまったものである。

図 5 は図 4 の 2 番における自動追従ショッピングカートの速度のグラフである。このグラフでは、所々で速度が 0 になっている。これは、自動追従ショッピングカートが対象者に追いついたため、停止したことを表している。

なお、対象者が直進状態から 30 度程度左右に進路を変更しても、自動追従ショッピングカートは対象者を追従するような動作を行う。しかし、動作が不安定であり、さらなる改良が必要であると判断したため、実験は行わなかった。

### 6. まとめ

本研究では、対象者を自動追従するショッピングカートの製作を行い、その性能を評価した。これにより、無地の服を着て直進する対象者を追従可能であることが確認できた。

今後の課題は、右左折に対する追従性を向上することである。

### 参考文献

[1]土屋裕, 深田陽司: 画像処理, コロナ社(1995)  
 [2]中野弘樹, 下脇克友, 片山明伯, 渡邊睦: カルマンフィルタを用いた足位置予測に基づく人物追跡自律移動ロボットの研究, 情報処理学会研究報告 2004-CVIM-146, pp.9-16(2004)