

## 対象者を自動追従するショッピングカートとナビゲートシステムの開発

柴田良貴<sup>†</sup> 小杉卓也<sup>†</sup> 高塚崇文<sup>‡</sup> 田村仁<sup>‡</sup>日本工業大学工学部創造システム工学科<sup>†</sup> 日本工業大学 大学院工学研究科情報工学専攻<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

手足の障害等、何らかの理由でショッピングカートを押せない、目的の商品の場所を把握していないなどの問題があると、ショッピングをスムーズに行うことはできない。そこで、ショッピングを快適に、よりスムーズに行うようにできるよう、自動追従ができ、かつナビゲートなどの自律移動ができるショッピングカートの開発を目指す。

## 2. 目的

前述のショッピングカートを製作するにあたり、必要な機能は、人物認識、自己位置判定、障害物回避機能、最短経路探索機能、自律移動機能と考えられる。本研究では、人物認識、最短経路探索機能について研究・開発を行う。

## 3. マシンに搭載する認識機材

前述の2つの機能をショッピングカートに搭載するにあたり、必要な人物等の認識に必要な機材は

## (1)Kinect

## (2)レーザーレンジファインダー

の2つである。Kinect を用いて人物認識を行い、LRF を用いて障害物や人物などの正確な距離を測る。

## 4. 人物認識

## 4.1. 追従対象者の認識と判断

対象者を認識させる手順は、最初に対象者を Kinect から 0.5m~1m の範囲の場所に背を向けた状態で立たせる。取得する距離データは Kinect から 1m の範囲に限定し、取得した画像を使用して対象者を白く表示し、その他の部分を黒で表示する。

次に RGB カメラを使用して画像を取得し、画像に距離画像を重ね、対象者を透明化することにより、対象者だけをカラー画像で表示できる。得られた画像から各画素を HSL 値に変換し、そこから対象者の色ヒストグラムを作成する。色ヒストグラムの作成方法として、H・S・Lに分けたそれぞれのヒストグラムを作成する。対象者以外の人物が進入してきた場合には、その人物のヒストグラムを作成し、相互間で類似度を計算し、比較する。比較することで対象者であるか、そうでないかの判断をすることができる。

## 4.2. 課題

対象者の背中中のヒストグラムしか作成していないので、服によっては横を向いていたり、振り向いてしまったときに対象者を認識することができない。ヒストグラムを作成する際に背中だけではなく、多方面からのヒストグラムも作成することが必要である。

Kinect のセンサーとカメラの位置が異なるため、深度画像と RGB 画像を重ねた際に対象者と黒くした部分にずれができてしまい、対象者の背景の一部がヒストグラムに含まれてしまう。



図 1. 深度・RGB 画像

## 5. 最短経路の探索

## 5.1. 最短経路検出のアルゴリズム

店内のマッピングデータを2次元配列で入力し、SLAM(Simultaneous Localization and mapping)を用いて自己位置を推定し、最短経路を求める。考察の結果[1]の論文を参考に、スタートノードから移動可能領域を探索していくアルゴリズムを提案した。

Development of the navigation system for robot shopping carts

<sup>†</sup>Yoshiki Shibata, Takuya Kosugi, Hitoshi Tamura · Innovative Systems Engineering Nippon Institute of Technology

<sup>‡</sup>Takahumi Kotsuka · Graduate School of Engineering Nippon Institute of Technology

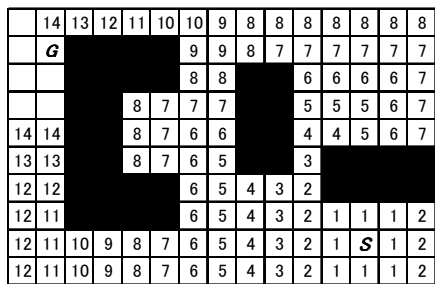


図 2. 最短経路検出時の予想コスト図

図 2 は最小コスト検索時に、入力したコストをイメージしたコスト図で、S をスタート、G をゴール、移動不可能なセルは黒とする。各セルにあらかじめ大きな数値をコストとして入力する。最初はスタートセルから 0 コストでスタートし、スタートのセルから周りの 8 セルを比較対象とし、元のセルのコストに 1 を足した数値を用いて、比較する。その数値が比較先のセルより小さいならばその数値を新しいコストとして入力していき、そうでない場合は入力を行わず、比較先を次のセルに移す。黒のセルは移動不可能な領域なのでコストの入力を不可能にする。この処理を繰り返し行い、図 2 では最小コスト 14 でゴールのセルに到達する。

1 つのセルから 8 方向に移動可能セルを検出していく理由としては、[1]の論文の内容のように 4 方向で範囲を広げていくと、最短ルートの決定時、斜めに設置された柵などの経路を検出する際に、軌道がジグザグになってしまう。この対策として、8 方向に移動可能範囲を探索していく。

ゴールセルまでの最短コストが求め終わったら、次に最短ルートを決定する。最短ルートの決定処理はゴールセルを始点とし、最小コストを求めた時の処理回数から 1 を引いた数値をゴールセルの周り 8 セルから検出し、最短ルートの道としていく。子の処理を繰り返し、スタートセルに到達したとき、最短ルートが決定する。図 2 では 1 4 回目の処理で最小コストを求めたのでコスト 1 3 のセルをゴールセルの周り 8 セルから検出する。右上に 1 3 コストのセルがあるので、そのセルを最短ルートに決定し、スタートセルを目指す。最小コストがゴールセルの周りに 2 箇所以上できてしまう場合、または分岐地点から合流地点の距離が同じ場合、ルートが 2 本以上できてしまう。そのことを考え、ルート決定の際のセルから周り 8 セルの検出方法を次の図 3 のようにした。

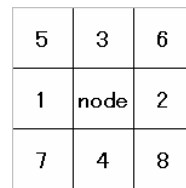


図 3. ルート検出時の周囲のセルの検出順序

元のセルからまずは横、縦、斜めの順番にセルを探ることでゴールセルからの複数の最小コストや、等距離の分岐のアル場合のルートを 1 つに絞ることができる。

### 5.2. 実験結果

存在するショッピングモールで日本最大の総面積である 25000000 m<sup>2</sup>を想定し、1 ピクセルを 10cm×10cm とした 5000×5000 の仮想店内を作成し、スタートセルとゴールセルを変更しながら最短経路検索時間を測定した結果、平均 4.765 秒で経路を求めることができた。現在、想定したものより大きなショッピングモールは日本にないので、本実験の最短経路検出は十分実用的と思われる。

### 6. まとめ

本研究では、追従対象者の認識と判定、目的位置までの最短経路検出機能の開発を行った。

今後の課題として人物認識の面で対象者を多方向から見たときのヒストグラムを作成することと、深度データと RGB 画像を重ねた際に生じるズレを直す関数をプログラムに組み込む必要がある。

### 参考文献

[1] 谷耕介、糸井清晃、小林幸雄  
「Kinect を用いた電動車いすの自律走行」  
画像電子学会年次大会予稿集 JST 資料番号:S0869B  
Vol.39th Page.ROMBUNNO.S4-2 (2011.06.24)

[2] 小松冬馬、山内賢、高塚崇文、田村仁  
「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」  
情報処理学会第 7 4 回全国大会講演論文集 (分冊 2)  
pp.505-506,2012.

[3] 大川涼、高塚崇文、阿部浩介、小野里太志、堀越大輔、田村仁  
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  
第 73 回情報処理学会全国大会講演論文集(分冊 4), pp.233-234, 2011.