

## 頭部回転制御による自律移動ロボットの障害物回避手法

## Method of Obstacle Avoidance for Autonomous Movement Robot by Head Rotation Control

入江 昌範<sup>†</sup> 土屋 誠司<sup>‡</sup> 渡部 広一<sup>‡</sup>  
 Masanori Irie Seiji Tsuchiya Hirokazu Watabe

## 1. はじめに

現在普及しているロボットは、産業用ロボットなど、与えられた特定の仕事をすることが多い。しかし近年、人間の生活を支えるパートナーロボットが注目されるようになってきている。これらのロボットを実現させるためには、ロボットが自律移動を行うことが必要であると考えられる。人々が日常生活を送るためには、様々な通路を歩き回り、特定の場所へ移動することが必要不可欠であるためである。実際には、目的地に到達するまでには、様々な障害物があり、ロボットはこれらを避けて進まなければならない。

ロボットが障害物に遭遇すると、ロボットは進行方向を変更することによって障害物を回避する。しかし、既存システム<sup>[1]</sup>では、この過程でゴール物体を見失うと、目的地に到達できない場合がある。そこで本稿では、ロボットの自律移動中に遭遇した障害物を、ゴール物体から目を離すことなく回避する手法を提案する。視覚からの情報を最大限に利用することによって、途中でゴール物体を見失うデメリットを軽減できると考えられる。

## 2. 自律移動

## 2.1 概要

本研究では、日常活動型ロボットである Robovie-R Ver.3<sup>[2]</sup>を使用し、センサとしてステレオカメラと距離センサ<sup>[3]</sup>を使用する。

既存システム<sup>[1]</sup>では、ステレオカメラと距離センサを用いて周囲状況を判断し、ロボットが自己位置から目的地まで自律移動を行う。自律移動中に障害物を発見した時、それを回避した後、再びゴール物体に向かって移動を開始する。

## 2.2 ゴール物体抽出

ステレオカメラの左カメラで取得した画像から目的地となるゴール物体を抽出し、抽出された部分の重心点を求める。その重心点が画像を縦長に三等分した中心部に常に位置するように前進移動をする。

## 2.3 障害物検出

距離センサによって障害物を検出した場合、ステレオカメラを用いてさらに障害物検出を行う。距離センサを使用すると、一定の角度分解能で障害物までの距離・角度が記された周囲の環境データが出力される。このデータを用いて障害物の検出を行う。図 1, 図 2 はステレオカメラを用いて、それぞれ左, 右のカメラで撮影した画像であり、その視差画像を図 3 に示す。これらの画像にステレオマッチングを行うことで、手前にある物体が白く、奥にある物体が黒く表現された画像を取得することができる。その結果を

<sup>†</sup> 同志社大学大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University

<sup>‡</sup> 同志社大学理工学部

Faculty of Science and Engineering, Doshisha University

図 4 に示す。画像の各画素の値から、物体までの距離を算出し、暫定経路上に存在する障害物を検出する。



図 1 左画像



図 2 右画像



図 3 視差画像



図 4 障害物画像

## 2.4 移動可能領域抽出

ステレオカメラから得られた障害物画像と距離センサの取得結果から、移動可能領域の抽出を行う。まず、下の図 5 のように、障害物の画像を 8 等分し、左から A~H の記号を割り当てる。例えば A に障害物がある場合、距離センサのデータ取得範囲の A に該当する部分に、その情報を追加する。B~H においても同様の処理を行う。追加された距離データを用いて、左右どちらが回避しやすいかを判断する。



図 5 取得した障害物画像

## 2.5 回避行動

前節で抽出された回避方向への回転または前進を行う。回避方向への回転が選択された場合、回転中に距離センサから随時距離データを取得し、ロボット正面に障害物が見えなくなるまで回転する。その後障害物を通過するまで前進し、先ほど選択した回避方向と逆回転を、ステレオカメラの左カメラにゴール物体が抽出可能になるまで行う。そしてまたステレオカメラ・距離センサによる障害物検出を行い、障害物が検出されれば移動可能領域抽出、抽出されなければゴール物体の抽出へと移る。そしてゴール物体の正面を抽出可能かつ、周囲 1m 以内にロボット全体が収まると目的地到着とする。

## 2.6 既存システムの問題点

既存システム<sup>[1]</sup>では、障害物を通過した後、もう一度ゴール物体を抽出しようとする、ゴール物体をとらえてい

ないにもかかわらず、前進を始めてしまうという例が見られた。この問題は、障害物の回避中にゴール物体が視野から外れることで発生していると考えられる。

### 3. 提案手法

#### 3.1 概要

提案する回避システムの流れを下図6に示す。ロボット本体が回転した後に、ロボットの頭部を本体と逆側に回転させ、ステレオカメラが可能な限りゴール物体を認識できるようにする。

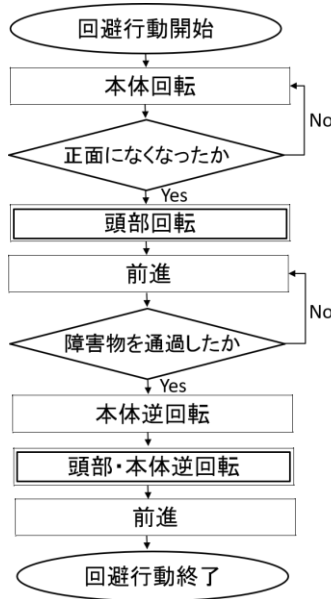


図6 提案システムの流れ

#### 3.2 頭部回転

本稿では、頭部の回転は、RobovieMaker2<sup>[4]</sup>を用いて作成したノーションファイルを読み込むことによって行う。

ロボットの正面に障害物が検出されなくなった後、ステレオカメラがゴール物体を認識できるようになるまでロボット頭部を、本体の回転と逆方向に回転させる。

#### 3.3 頭部・本体逆回転

ロボットの頭部を元に戻す際、ロボット本体と同時に回転を開始すると、頭部の回転速度のほうが本体の回転速度よりも速いため、本体正面がゴール物体に向く前に頭部が元に戻り、ゴール物体がステレオカメラの視野から離れてしまう。このリスクを減らすため、ロボットの本体のみを先に回転を始めてから、頭部を元に戻すことで調整を行う。まず、ロボットの頭部がゴール物体に向いている状態で、ロボット本体を回転させる。その間にステレオカメラがゴール物体を認識すると、一度本体の回転を中断する。その後、ロボットの頭部を元に戻し始めると同時に、ロボット本体の正面がゴール物体に向くまで、再びロボット本体を回転させる。これらの行動によって、障害物の回避中にゴール物体を見失うリスクを軽減することができる。

### 4. 評価

ロボットのスタート位置とゴール物体の間に1~3個の障害物を設置し、各10実験ずつ施行する。ロボットがゴール物体に到達すれば成功とし、ロボットが障害物に衝突したり、モーションファイルの読み込みに失敗する、または、ロボットがゴール物体に到達できなかった場合を失敗とする。この実験の評価結果を図7に示す。

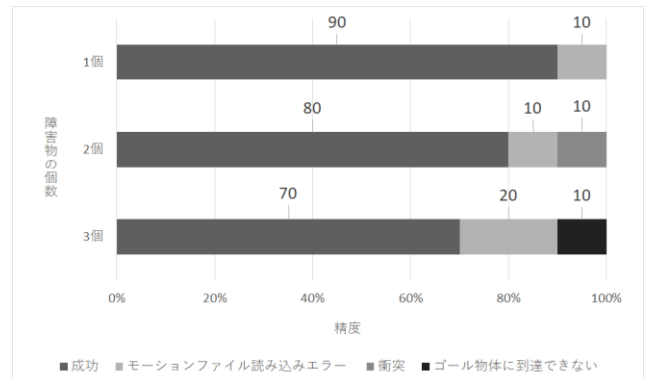


図7 障害物回避の評価(%)

### 5. 考察

図7の評価結果より、障害物の個数が増えるにつれて、失敗の割合が増えていることがわかる。

モーションファイルの読み込みの失敗は、障害物の個数に関係なく、ほぼ一定の割合で発生した。それに対して、障害物に衝突する失敗は、障害物の数が増えると発生するようになった。これは、障害物が増えることによって、障害物の間隔が狭くなり、一個目の障害物を回避した直後に回避行動に移ってしまうため、二個目の障害物の検知が遅れてしまったことが原因の一つであると考えられる。また、障害物の数が三個になると、ゴール物体に到達できない例が見られるようになった。これは、頭部の回転を止めるタイミングが遅れ、ゴール物体をステレオカメラが通過してしまった場合に発生すると考えられる。

### 6. 考察

本稿では、ゴール物体を見失うことが原因で、ゴール物体に到達できなくなる例は減少したが、新しい手法を用いることによって、新しい課題が見られるようになった。今後はこれらの課題を解決していく必要があると考えられる。

#### 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 16K00311 の助成を受けて行ったものです。

#### 参考文献

- [1] 打井裕基一, 芋野美紗子, 土屋誠司, 渡部広一 “ステレオカメラと距離センサを用いた障害物検出による知能ロボットの自律移動手法”, 情報科学技術フォーラム講演論文集, F-009, pp.291-292, 2015
- [2] Robovie-R3 (ロボビー アールスリー) | ヴイストーン株式会社”, [http://www.vstone.co.jp/products/robovie\\_r3](http://www.vstone.co.jp/products/robovie_r3).
- [3] “スキャナ式レンジセンサ(測域センサ) URG-04LX-UG01|センサ|商品情報|北陽電機株式会社”, <http://www.hokuyo-aut.co.jp/search/single.php?serial=17>
- [4] .RobovieMaker2 (ロボビーメイカーツー) | ヴイストーン株式会社”, [https://www.vstone.co.jp/products/vs\\_rc003hv/download.html](https://www.vstone.co.jp/products/vs_rc003hv/download.html)