

卒業論文要旨

画像認識によるゴミ拾い動作の制御手法の開発

Development of a Control Method for Image Recognition-based Trash Picking

システム工学群

知能ロボティクス研究室 1220170 山下 和那

1 緒言

少子高齢化につれてサービス分野の労働力不足は深刻な状況にあるため、サービスロボットの活躍が期待されている。またサービス分野のロボット需要は増加傾向にあり、将来的にも増加することが予想される⁽¹⁾。日常生活における家事中で頻繁に行われる整理整頓をロボットに代替させることで、人の負担を軽減する。本研究では、ロボットによるゴミ拾い動作の実現手法の開発を行う。ゴミ拾い動作の実現には、ゴミを検出し、対象までロボットを移動させる必要がある。本報告ではゴミを検出し、全方向移動型ロボットの旋回方向を決定するアルゴリズムを提案する。また実機実験を行い提案手法の有効性を示す。

2 全方向移動型ロボット

本報告で使用する全方向移動ロボットを図1に示す。メカナムホイールを4輪搭載しており、平面において全方向移動と回転動作が可能である。

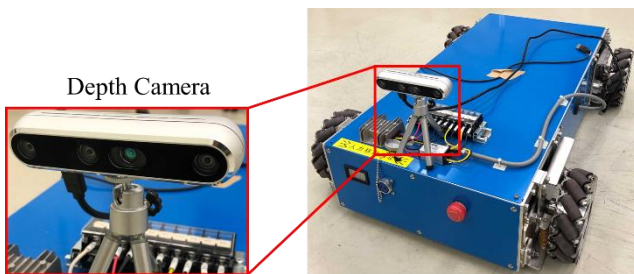


Fig.1 Omnidirectional Robot.

3 デプスカメラ

RGB画像、深度情報の取得にはデプスカメラを用いる。デプスカメラはintel社のRealSense D455を使用した。このカメラは0.4mから最大20mまでの距離測定が可能である。デプスカメラの仕様を表1に示す。本ロボットには図1に示す通り、デプスカメラを車体前方部分に搭載している。

Table1. Specification of the depth camera

Depth Field of View	86° × 57°
Depth Resolution	1280 × 720
Frame Rate	90[fps]
Shutter	Global shutter

4 ゴミ拾い動作の制御手法

4.1 物体検出アルゴリズム

ゴミの検出には物体検出アルゴリズムであるYolov5を用いた。Yolo (You Look Only Onse)はリアルタイムオブジェクト検出アルゴリズムであり、一度CNNに通すことで画像全体から直接的に検出領域やクラス確率を予測するため、短時間で物体の検出が可能であり、検出された物体は図2に示すように矩形領域で表現される⁽²⁾。Yoloの実行により検出対象のクラス分類、矩形領域の図心の座標と高さ、幅を取得できる。



Fig.2 Bounding box.

4.2 検出対象

空のプラスチックボトルをゴミとし、yoloを用いてプラスチックボトルの画像を学習させた。学習用画像は50枚用意した。図3に学習用画像の一部を示す。



Fig.3 Training data.

4.3 距離測定

物体検出と同時に画像に対応した距離の点群を取得する。撮影した画像内で検出された矩形領域の図心からカメラまで距離の取得を行い、検出対象までの距離とする。

4.4 閾値の設定

ロボットの旋回方向を決める閾値として撮影された画像を分割したものを利用する. 画像の座標と閾値を図4に示す. 閾値として 0[pixel]から 429[pixel], 430[pixel]から 852[pixel], 853[pixel]から 1279[pixel]の三つの領域に分ける.

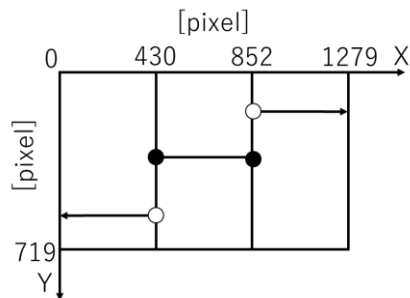


Fig.4 Threshold.

4.5 ロボット旋回アルゴリズム

ロボット旋回アルゴリズムのフローチャートを図5に示す, 写真を撮影しゴミの物体検出を行い, 検出された矩形領域の図心が 0[pixel]から 499[pixel]に存在すれば左旋回, 800[pixel]から 1279[pixel]に存在すれば左旋回を行い, 図心が 430[pixel]から 852[pixel]に入るまで旋回動作を繰り返す. 旋回動作終了後, 検出対象までの距離を取得し, 終了する.

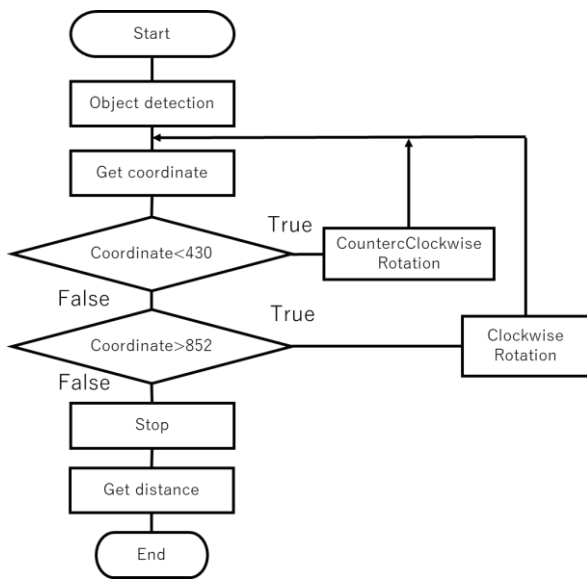


Fig.5 Turning motion Flowchart.

5 実験

5.1 実験環境

全方向移動型ロボットの前方の任意の位置に空のプラスチックボトルを配置する. この時プラスチックボトルをカメラの視野角内に配置する. ロボットの旋回角速度は 0.07[rad/s]とした. 実験環境を図6に示す.

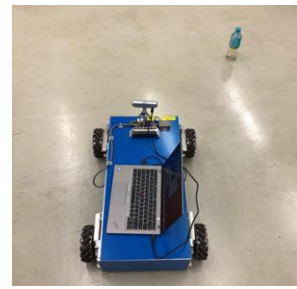


Fig.6 Experiment Environment.

5.2 旋回実験

旋回動作を図7に, 図8に旋回動作時撮影される画像を示す. 任意の位置に配置したプラスチックボトルが視野角の中央に入るまで旋回動作を続けていることがわかる.



Fig.7 Turning motion.



Fig.8 Captured image.

6 距離の実測値

デプスカメラにより取得した距離は 0.898m だった. スケールによる実測値は 0.85m だった.

7 結言

本報告ではゴミの物体検出によるロボットの旋回実験を行い, 動作させた. デプスカメラによる距離測定は, 本研究の目的であるゴミ拾い動作を実現するための準備として行った. 距離の実測値とデプスカメラの測定値にはおよそ 0.05 m の差があったが, ロボットの移動のためのセンサとしては十分な精度を確保していると言える. 今後の展開としてロボットアームを搭載した生活支援ロボットへのゴミ拾い動作の実装を目指す. また, 本手法では物体の検出が成功している前提のロボット旋回アルゴリズムのため, カメラの視野角外に検出対象があるとロボットは旋回動作を行うことができない. カメラの視野角外に存在する検出対象への対応や, 検出対象が複数存在する場合のロボットの動作を検討していく.

文献

- (1) 2035 年に向けたロボット産業の将来市場予測
国立研究開発法人開発機構新エネルギー・産業技術総合開発機構 2010 年 4 月 23 日
- (2) J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You only look once: Unified, real-time object detection," in Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit. (CVPR), Jun. 2016, pp. 779–788.