

探索レスキューロボットのためのドアノブ位置認識 Recognitions of Doorknobs for Search Type Rescue Robots

○中村旺雅¹, 布施智士¹, 南皓太², 齊藤好宏², 市川誠朗², 羽多野正俊³

*Ouga Nakamura¹, Satoshi Fuse¹, Kouta Minami², Takahiro Saito², Noriaki Ichikawa², Masatoshi Hatano³

Abstract: This paper is concerned with an autonomous door opening system for search type rescue robots. Rescue robots are required to open doors to expand search areas in disaster sites. In this paper, we show the development of the doorknob detection system using the AI (Artificial Intelligence) and experimental results of the detection using the system.

1. 緒言

本研究の目的は、災害現場における要救助者を探索するレスキューロボットにおいて、障害物であるドアを開閉するためのドアノブの位置検出に関する研究である。

レスキューロボットは、レスキュー隊員の代わりに地震などの災害現場で要救助者を探索するが、階段やドア開け作業などをロボット自身が自律的に行うことにより作業効率が向上する。ドア開け作業をするためには、レスキューロボットにカメラを取り付け、ドアノブ位置を検出する必要がある。検出されたドアノブ位置にロボットハンドを位置決め制御する。ドア開け作業をレスキューロボットが自律的に行うことにより、部屋から部屋へ移動することが可能となり、広範囲を効率的に探索することができると考えられる。

ドアノブの位置検出である物体認識技術は、以前から数多くの研究が行われているが、千差万別の環境下において認識困難である場合が多々ある。この問題に対し、近年注目されているディープラーニングを用いた AI (人工知能) により認識する手法を考える。

本研究ではその基礎研究として、Object detection API を用いてドアノブの中心位置の検出を行うシステムとその実験結果について報告する。

2. Object detection API の概要

Object detection API [1]は 2017 年 6 月に Google から発表された TensorFlow の物体検出のためのプラットフォームである。Fig. 1 は Google から提供されているモデルを使用して物体検出した画像である。Fig. 1 のように画像の中の任意の対象物体の位置を簡単に検出できる。また、物体検出モデルは軽量で認識処理速度が速い MobileNet や Inception V2 による SSD, SSD より認識処理速度は遅いが精度は向上する R-FCN, Faster R-CNN がある。Google が提供しているモデルにない物体

を検出するには検出したい物体を学習させる必要があり、本研究で必要なドアノブについても教師画像を用意し、学習させた。

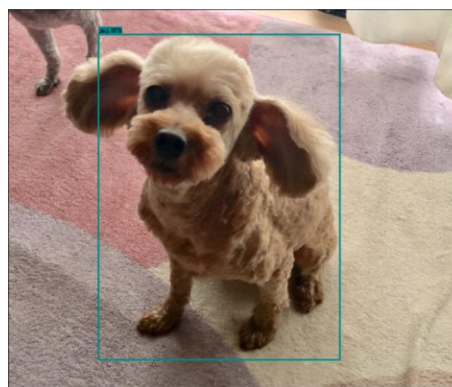


Figure 1. A sample image with the object detection API

3. Object detection API を用いた物体検出の流れ

Object detection API を用いた物体検出手法の基本的な流れをまとめたものを Fig. 2 に示す。

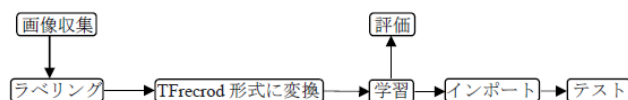


Figure 2. The flow of Object detection API

Object detection API は Fig. 2 に示すように検出したい物体の画像を集め、それらの画像内の検出する物体にラベリングを行い、TFrecrod 形式に変換させる。次に学習させて、物体を検出できる形にインポートする。最後に、物体検出のテストを行う。

4. ドアノブ画像検出の結果

ドアノブの画像を 323 枚用意し、ドアノブの画像を学習させて、ドアノブを検出させた。実験用のドアノブの画像を Fig. 3 に示す。次にドアノブの検出画像を

1 : 日大理工・学部・精機, 2 : 日大理工・院(前)・精機, 3 : 日大理工・教員・精機

Fig. 4 に示す. Fig. 4 より学習済みデータに対して対象物体を正解率 97%のドアノブとして認識していることが分かる. 検出したドアノブを示す四角枠で囲んだ範囲の中心位置を求めると, 画像左上端を原点とした画像座標系において, $x=221$, $y=122$ ピクセルとなった. この座標にロボットハンドを位置決めすることにより, ドアノブを把持することが出来る. ドアノブを学習させたモデルを用いてレスキューロボットがドアを開閉するシステムの手法について以下に述べる.



Figure 3. Target image of the doorknob

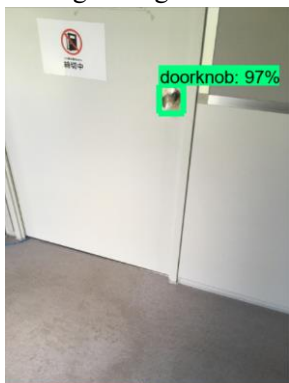


Figure 4. Detected image of the doorknob

5. レスキューロボットのシステム概要

製作したレスキューロボット [2]に Fig. 5 に示す USB カメラ (Logicool V-U0018) を取り付ける.



Figure 5. USB camera

レスキューロボットのシステム図を Fig. 6 に示す.

操作側の PC は Wireless LAN を介してレスキューロボット側に搭載されている PC に信号を送る. 送られた信号はシリアル通信に変換されて mbed マイコンに送られる. mbed マイコンによってモータが回転する.

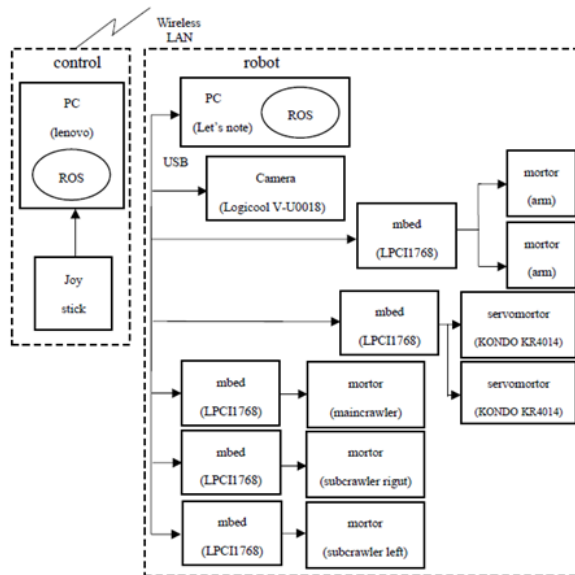


Figure 6. Signal flow of the control system

カメラからのドアノブの映像がレスキューロボット側の PC に送られ, 前章で述べた手法によりドアノブの中心位置の情報を得る. この位置情報を PC から mbed マイコンへ送信する. mbed マイコンとサーボモータの通信はシリアル通信を用いて, モータの角度制御を行う. モータの回転角の制御を行い, ドアノブの中心位置までハンドを移動させ, ドアを把持し, 開閉する.

6. 結言

本研究は, ドアを開閉することを目的とするレスキューロボットにおいて, ドアノブの中心位置の検出を行うために AI を用いた手法を適用し, 認識できることを実験により示した. 今後は, 実際にドアを開閉するための手法や, ドア開けに最適なレスキューロボットの位置姿勢を求める手法についての研究を行う.

7. 参考文献

[1] Huang J, Rathod V, Sun C, Zhu M, Korattikara A, Fathi A, Fischer I, Wojna Z, Song Y, Guadarrama S, Murphy K, "Speed/accuracy trade-offs for modern convolutional object detectors.", CVPR 2017
 [2] 南皓太, 探索型レスキューロボットにおけるドア開け作業用アームシステムの開発研究, 日本大学学術講演会 2017