

[様式第4号の1]

令和6年3月27日

令和5年度 学生自主研究成果報告書

教 育 本 部 長 様

学生自主研究グループ名	grape	
研究課題名	自律移動型セキュリティロボットの研究	
研究代表者 (学生)	学籍番号	B25N040
	氏 名	田中良和
指導教員	学 科	知能メカトロニクス学科
	氏 名	伊藤 亮

学生自主研究の報告書を別紙のとおり提出します。

自律移動型セキュリティロボットの研究

システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科

1年 田中良和

1年 伊代田明歩

1年 滝川昂虎

1年 中野隼佑

1年 夏井凌

1年 森川貴史

指導教員 システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科

准教授 伊藤 亮

学生支援スタッフ システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科

4年 小堀 滉斗

【研究のきっかけと背景】

本学の特徴の一つとして1, 2年生の時点で研究を体験できる自主研究制度があることを知り, 自主研究をやりたいと考えていた人の中でも似た分野に取り組みたいと考えていた6人が集まり, 今回の自主研究に取り込むことにした. 画像認識をやりたいと思っていた人がいたが, 昨年の先輩と自主研究のテーマが被ってしまったため, そこにロボット操作を組み込んだ研究をすることになり, そこから画像認識を応用した警備用ロボットのシステムを構築するための研究を行うことになった.

【研究の目的】

近年では掃除ロボットや運搬ロボットなど自律移動の技術を用いたロボットが様々な場面で活躍している. さらには, 高性能 AI の台頭により, 自動運転といった高い技術を要するシステムも実用化され始め, 多種多様な業界から注目を集めている. そこで, 自主研究ではこれらの技術を学んでいくうえでの前段階として機械学習と移動ロボットを組み合わせた警備ロボットシステムの開発を目指して研究を行った. この研究を進めていく中で簡単なプログラミングやロボットの基礎的な技術を学び, それらを実際にロボットに実装することによってロボットの制御についての理解を深めていくことを目的とする. また, 画像処理といった機械学習を応用することによって機械学習の基礎的な事項を学ぶとともにそれらを応用する力を養っていくことも目指していく.

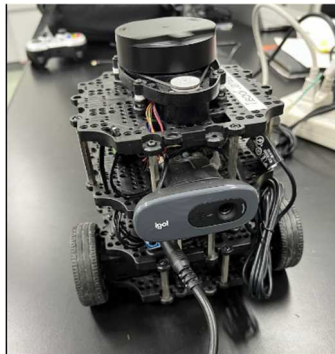
【実施内容】

はじめに virtual box をインストールすることで仮想環境を用意し, そこに ubuntu を導入することによって Linux 環境を用意した. Ubuntu の環境には ROS2 を導入し, ロボットの制御に利用した. 本研究に用いる自律移動ロボットとして, 教育・開発用ロボットの一つである turtlebot3※を用いた. 前半では turtlebot3 の動かし方など

を学び、後半では主に人物の画像認識を行う画像処理班とロボットの移動制御を行うロボット班に分かれて、作業を行った。最終的にはこれらを組み合わせることによって、特定の人物以外を追尾する警備ロボットの完成を目指した。

- ・画像処理班メンバー：滝川，田中，森川
- ・ロボット班メンバー：伊代田，中野，夏井

※turtlebot 3



1. 機械学習（画像セグメンテーション）

画像処理班の最終目的は特定の人物とそれ以外の人を区別して認識できるようにすることである。まず Anaconda Navigator で python 環境を作成し，そこにインストールした LabelImg ⁽¹⁾ によって，アノテーション ⁽²⁾ 作業を行った。アノテーションでは **yoshi** と **other** の2つのタグをつけた。これは大変地味な作業であるが，このアノテーション画像をもとに大量のデータからルールやパターンを発見するため機械学習には必要不可欠な作業である。機械学習した後の結果を受けてアノテーション画像の追加やアノテーションのやり直しなどといった試行錯誤を繰り返しながら研究を進めた。

(**other**) はネット上にあるデータセットを利用して人間として認識できるように (**yoshi**) よりも多くのデータを利用している。学習には yolov8 を用いた。

(1) LabelImg について

物体検出データセットを作成するためのグラフィカルな画像アノテーションツールである。
(参照リンク)

<https://www.anno-navi.com/anno-tools/labelimg.html#:~:text=LabelImg%E3%81%AF%E3%80%81%E7%89%A9%E4%BD%93%E6%A4%9C%E5%87%BA%E3%83%87%E3%83%BC%E3%82%BF,Qt%EF%BC%88%E3%82%AD%E3%83%A5%E3%83%BC%E3%83%88%EF%BC%89%E3%82%92%E4%BD%BF%E7%94%A8%E3%80%82>

(2) アノテーションについて

「注釈」や「注解」という意味を示す英単語であり，IT の分野ではテキストや音声，画像，動画などあらゆる形態のデータの1つ1つにタグやメタデータと呼ばれる情報を付けていく工程のことを呼ぶ。

2. ロボットの移動制御

ロボット班の最終目的は障害物をよけながら、人物の追尾を行うことができるようにすることである。伊代田をリーダーとして、中野は障害物を見つけたら turtlebot3 が避けるようなプログラムを、夏井は人物を検知したときに特定の人物かどうか（今回の場合では **yoshi** か **other** か）を判断し、（**other**）の場合はその人物を追尾するように動くようなプログラムをそれぞれ作成した。障害物をよけるためのプログラムでは、まずは障害物を見つけたら停止してその場で回転、障害物をよけるのに十分なだけ回転したあと前進、これを繰り返すことによって障害物を検知しながら進むようにした。画像処理と組み合わせるプログラミングでは、（**other**）を検知したとき、その対象が常に真ん中に来るように回転しながら前進することで対象を追尾するようにした。

3. 実施手順や経緯の詳細

画像処理班では、はじめに 300 枚程度の写真でアノテーションを行った。結果は精度があまり良くなかったため、量を増やして約 1800 枚の画像にアノテーションを行った。内訳として最初の 300 枚では体全体を範囲指定したが、画像認識の精度があまり高くなかったので、後の 1800 枚では被写体の顔だけを範囲指定した。1800枚の写真を使ってみたものの精度は大きく上昇することはなかった。そのため枚数を増やせば良いものではないということが考察として上がった。または、作成したデータセットが途中でずれが生じてしまっている可能性が考えられる。（研究中に手直しをした覚えがある）しかし、再び0から新しい物を使用して新しいデータセットを作って再開した。前回よりも精度が向上したように思えたが、少し問題点が残っている。それは、まだ少し識別の精度が上がらないことに加え、眼鏡を付けた人間に (**yoshi**)として反応してしまうことがあること、体全体の方が良く反応し近すぎると (**yoshi**)として反応してしまうことがある。また顔だけで画像処理した後では、ある程度近い距離であるならば正面顔の区別をつけることができるようになった。冬季休業前に更に顔だけ物体検出にかけたもの、体も含めたもののデータセットを加え、今回の自主研究で使用する自分たちだけのデータセットを作った。以下の図は実際にアノテーションしている様子である。



ロボット班では、障害物を見つけたら turtlebot3 がよけるようなプログラムについて、初めは工学院大学様のサイトに載ってある Turtlebot3 の自律制御プログラムを参考にし、障害物を見つけたらその場で回転し続ける Python を用いたプログラムを作り、次に先輩方の指導の下で、プログラムの基礎的な組み込み方を教わり、壁と障害物のある程度距離のある間をうまく

通ることを想定し、障害物を検知すると、その場で回転し左によけるシーケンス制御のプログラムを作った。センサの反応距離を 0.3m, 範囲を 0~45° と 315~360° とし、試験走行を行ったところ、左側の壁に近づいたときに予想外の方向に進むという問題が起きた。反応範囲や距離を調整してみたが改善はしなかった。プログラムが原因で壁に近づいた際に認識し、左に反応し続けて予想外の挙動になったのではと考察して上がった。そして、動作のフローチャートを冬季休業前までに考え直し、先輩方の更なる助言を得て、新たに距離 0.5m, 範囲 0~30° と 330~360° でセンサが反応し、右に障害物を見つけたら回転し左によけ、左に障害物を見つけたら回転し右によけるプログラムを作成した。センサの反応距離について近く設定すると、turtlebot3 と障害物が接触してしまうので、何回かの試験走行をした上で反応距離を 0.5m で設定した。範囲についても広げすぎると turtlebot3 の進行方向に関係ないものまで反応するようになってしまうので、こちらも同じようにし、前方計 40° の範囲になるように設定した。走行を行った所、壁と障害物の間を通ることに成功した。障害物がある方向の反対に回転し進むように走行することにより、障害物に接触せず安定して通過できたのではないかと考察して上がった。

turtlebot3 が(yoshi)を見つけ追跡をし、捕まえられたら元居た場所に戻るというプログラムを実装できたらロボットの質が向上するため組み込みたいと思い、いい方法を模索したところ、Gazebo を利用してロボットをコマンドで動かすことで、座標のデータを Gazebo のプログラミングから発見することができ、それを利用して、スタート地点の座標が分かれば、実現することが可能なのではないかと考えた。試行錯誤を重ね挑戦したが、Gazebo を利用して座標のデータを読み取ることが難しかったためこの計画は未達成に終わってしまった。

【結果と考察】

画像処理では学習結果の精度がうまく出ず、対象(yoshi)とそれ以外の人間(other)の識別がうまくいかなかった。特に眼鏡をかけているなど似通った特徴を持つ人の場合、別人であっても yoshi として間違っって認識されてしまった。これはデータセットに眼鏡をかけている画像が少ないなどが原因として考えられる。自律警備ロボットはロボットのカメラで対象者かそれ以外かの識別が必要であり、それが出来ないと実機での追跡が行えないため、別の方法を考えるなどして、優先的に対処する必要があると考える。ロボットの移動制御では動作の遅延がみられた。これは turtlebot3 に搭載されている raspberry pi の性能によるものであると考えられるため、より高性能なコンピュータによるロボット制御で遅延が改善するかの検証を行っていきたいと考える。

【身についたこと】

班員の中にはプログラミングを行ったことのない者もいたが、turtlebot3 の動かし方を学び、障害物の検知を行うことまでできるようになったことがあげられる。また、アノテーションなどの新しい技術学ぶこともできた。また、機械学習の精度がなかなか上がらないこと、センサが誤動作してしまうということなどがあることも経験として学んだ。