

画像認識を使用した進化型海上ゴミ回収ロボットの製作と研究

追手門学院大手前高校 辰巳瑛 小林直樹 倉富星衣 マドックス・ジェームス



製作と研究

海洋ゴミ回収ロボットに要求される汎用的な必須技術

海洋ゴミ問題について多くの施策がなされているが、このままでは2050年にはプラスチックの総重量が魚の総重量を超えるという。現在取り組まれている試作の中で放流を規制するのとは別に、流出しているゴミをロボットで回収する試みもされている。だが、海洋ゴミを回収するロボットには複数の問題点がある。その中の1つとして生物に危害を加える可能性があることが挙げられる。それは避けられないことであり、私たちはその問題を画像認識のアプローチで解決しようと考えた。だが画像認識をするにも問題点があり、判別をする海洋ゴミが損傷をしていたり、そもそも種類が膨大である。そのため画像認識をするためには多様な画像データが必要なかつ、複数のロボットが共有できる汎用性が必要である。そこで画像認識とサーバを用いた画期的なシステムを提案する。

今、生命の源である海が危ない!!! SDGs:No.14 海の豊かさを守ろう



ロボットとシステムの概要

- ① ロボットがサーバーに接続、映像を送信
- ② ロボットがオブジェクトを見つける
- ③ ロボットがサーバーに信号を送る
- ④ サーバーはその瞬間の映像(画像)を認識する
- ⑤ 結果をロボットに送信
- ⑥ 結果に応じて回収するorしない



<図1.ロボットシステム概要>

認識モデルの作成

画像認識には過去に優れた実績を残しているディープラーニングの中でもCNNを用いて、一からモデルの作成を行った。Googleのtensorflow.jsを使うことによりweb上でもニューラルネットワークモデルが扱えるようになる。Java script上で学習する方法もあるが、今回はkerasでモデルを作成しJava scriptで読み込める形に変換する方法で実装した。

<学習>

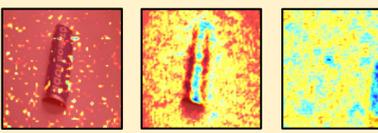
モデル作成で調整したパラメーター

- 学習データ
 - ・枚数
 - ・背景(ノイズの強弱)
 - ・種類
 - ・コントラスト<水増し>
 - ・ゴマ塩ノイズ<水増し>
 - ・回転<水増し>
 - ・拡大縮小<水増し>
- テストデータ
 - ・学習データとの差異
 - ・学習データと比べての枚数の割合
- モデル
 - ・畳み込み層の深さ

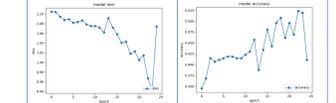
オブジェクトが単純なため畳み込み層を上手く作れず、fine tuningの手法を取ってVGG16の畳み込み層を使い作成した

Layer (Type)	Output Shape	Param #
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 100, 100, 32)	320
activation_1 (Activation)	(None, 100, 100, 32)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 98, 98, 32)	9248
activation_2 (Activation)	(None, 98, 98, 32)	0
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 49, 49, 32)	0
dropout_1 (Dropout)	(None, 49, 49, 32)	0
conv2d_3 (Conv2D)	(None, 49, 49, 64)	18496
activation_3 (Activation)	(None, 49, 49, 64)	0
conv2d_4 (Conv2D)	(None, 47, 47, 64)	36928
activation_4 (Activation)	(None, 47, 47, 64)	0
max_pooling2d_2 (MaxPooling2D)	(None, 23, 23, 64)	0
dropout_2 (Dropout)	(None, 23, 23, 64)	0
flatten_1 (Flatten)	(None, 33856)	0
sense_1 (Dense)	(None, 512)	17334784
activation_5 (Activation)	(None, 512)	0
dropout_3 (Dropout)	(None, 512)	0
sense_2 (Dense)	(None, 3)	1539
activation_6 (Activation)	(None, 3)	0

ニューラルネットの重み付けに関わる要素のヒートマップ (Grad-CAM使用)



Layer (Type)	Output Shape	Param #
vgg16 (Model)	(None, 3, 3, 512)	14714688
flatten_1 (Flatten)	(None, 4608)	0
sense_1 (Dense)	(None, 1024)	4719616
dropout_1 (Dropout)	(None, 1024)	0
sense_2 (Dense)	(None, 3)	3075
activation_1 (Activation)	(None, 3)	0

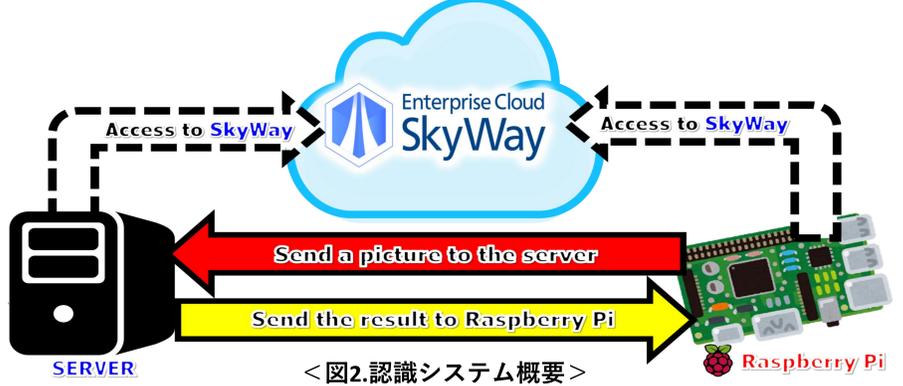


サーバによる認識精度の向上

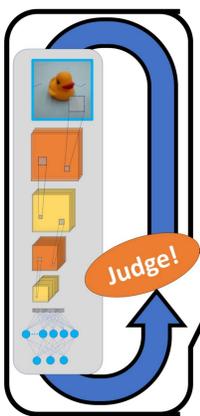
サーバに保存されるデータを学習させ、精度の向上が見られる。ただし、学習させるデータは仕分けが必要がある。



Online 認識システム



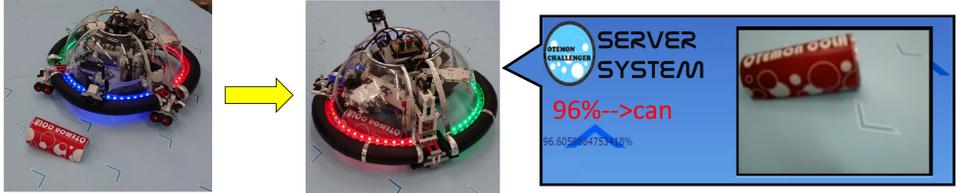
<図2.認識システム概要>



- ① Skywayにアクセス
 - ・ラズパイからskywayのシグナリングサーバーにアクセス。
 - ・サーバーからwebページを建てる。
- ② ラズベリーパイからカメラ映像を送信
 - ・WebRTCという通信方法を使用し、高速でカメラ映像をサーバーのwebページに送信する。
- ③ 映像を元に物体判別を行う
 - ・②から送信された映像を元に、機械学習で作成したモデルと比較し、物体を見分け、判別結果をラズパイに送信する。
- ④ 判別結果を受信し、結果を出力
 - ・③の判別結果をUDPという通信方法で受信し、判別結果を光で出力する。

実験

認識システムを搭載したサーバーを用いることにより、ラズベリーパイのような低スペック機器を実装したロボットでも安定したゴミ認識・回収を行えた。



まとめ・今後の展望

本研究によりこのシステムは高性能なハードウェアを要求せずに機能できることがわかった。今回は1台だけの実験だったが、複数台に接続することも可能である。また、既にある海洋ゴミ回収ロボットへの転用もできると考えられる。だが私たちの開発したシステムはネット環境が必須なため、海上での整備が必要である。そのため海洋ゴミの分布図から見た対策がいと考えられる。

