

YOLOv4 を用いた自動ゴミ分類ロボットシステムの提案

永田研究室 F119023 KIM DONGYOUNG

1. 目的

日本環境省の令和3年度の一般廃棄物の排出及び処理状況の報告によると、日本の総廃棄物排出量は約4,095万トンであり、そのうちリサイクル率はわずか19.9%にとどまっている。無駄なゴミの廃棄による環境汚染を減らすため、地域社会においてもゴミのリサイクル活動が叫ばれている。しかし、ゴミの種類によって分別の基準が異なっているにもかかわらず、実際には正しく分別されないままゴミ出しが行われているケースは少なくない。このような背景から、廃棄品からリサイクル可能なものを識別・分別できるシステムに対する期待は非常に高い。本研究では、リアルタイムオブジェクト検出のための事前学習済み CSP-darknet-53-coco ネットワークをベースとした YOLOv4、小型アームロボット、RGB カメラ、超音波センサなどを統合することで、ペットボトルと缶を自動的に分別するためのシステムを試作開発したので報告する。

2. 研究内容

本研究では、学習用AIとしてYOLOv4を使用した。31個の缶と28個のペットボトルの写真を4回ずつ撮影し、撮影したオリジナル写真を上下反転と左右反転させることで、496枚の缶写真、448枚のペットボトル写真のデータセットを作成した。また、認識精度をテストするためのテスト用のデータセットも缶40枚、ペットボトル48枚で作成した。YOLOv4は教師あり学習であり、学習データには画像に加えて画像内の物体の位置情報も必要とする。このため、作成したデータセットに対して物体の位置を指定するラベル付け作業を慎重に行い、その後、YOLOv4の学習に用いた。実験システムはロボットアーム(DOBOT Magician), RGBカメラ(DO Vision), Arduino(UNO R4), 超音波センサ(HC-SR04)で構成し、一つのHCLSデータステートメント(KIM_APP)だけで一連の動作を実行できるようにMATLAB上アプリケーションを拡張した。KIM_APPが実行されると、物体検知 → YOLOv4モデルによる物体重心位置の推定と物体認識 → アーム先端を重心位置まで移動 → Arduino上の超音波センサによる物体との距離測定 → MATLABアプリはシリアル通信によりArduinoからの距離情報を受信 → ロボットアームを測定距離だけ移動させる → サクションカップで吸着後に指定位置にプレーシング、といった自動制御が可能になった。

3. 結果

YOLOv4 の学習は、エポック数 50, ミニバッチサイズ 16, 学習率 0.0001 の条件で行った。108 枚, 432 枚, 560 枚, 832 枚, 944 枚のように訓練用の画像を増やしながら学習を行い、テスト画像を用いて汎化性能を評価した。その結果、訓練用画像の枚数が増えるほど、認識精度は高くなるという線形の関係が確認された。具体的には、例えば、誤認識された缶とペットボトルの画像総数については、108 枚で学習させたときには41 枚であったが、944 枚で学習させたときには2 枚まで減少させることができた。その後、学習させた YOLOv4 モデルを図1に示す小型産業用ロボットアームに実装し、物体中心の推定 → 物体吸着 → 指定位置へのプレーシングを行うための HCLS データを設計後に自動制御を行ったところ、缶とペットボトルを分別しながらのピック&プレースタスクを良好に実行することができた。以上の結果から試作した自動ゴミ分類システムの機能の妥当性を確認できた。今後はより多くのカテゴリのゴミにも対応できるようにハードウェアを含めてシステムを拡張していきたい。

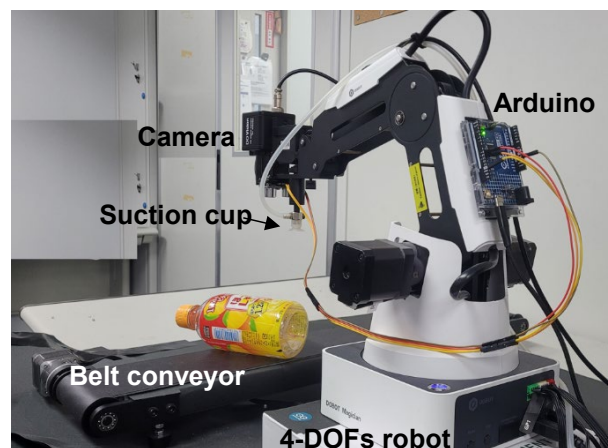


Fig. 1 Proposed automatic garbage sorting robot.