

# カメラとIoT技術を用いたゴミ集積所における 放置ゴミ検出システムの実装

阿部 竜弥<sup>†1</sup> 國枝 祐希<sup>†2</sup> 鈴木 秀和<sup>†3</sup>

<sup>†1</sup> 名城大学理工学部

<sup>†2</sup> 名城大学大学院理工学研究科

<sup>†3</sup> 名城大学情報工学部

## 1 はじめに

日本において家庭ゴミの回収事業は住民の生活を支える社会基盤であり、回収方法として戸別回収と集団回収がある。集団回収では複数世帯でゴミ集積所を共同利用し、排出可能なゴミの種類、曜日、時間が各自治体によって定められている。規定時間外にゴミが排出されてしまうと、そのゴミは次の回収日までゴミ集積所に放置されることとなる。文献 [1] では、27.7% のゴミ集積所で残留ゴミが確認されている。ゴミが集積所に放置されると、カラスなどの害獣によるゴミの散乱や悪臭により、周辺環境の悪化に繋がり、住民からの苦情に発展する可能性がある。

本研究では、ゴミ集積所におけるゴミの放置状況を管理者が把握できるようにするために、ゴミ集積所をスマート化を検討している。本稿では、ゴミ集積所にカメラとIoTデバイスを設置し、放置ゴミを検出するシステムの実装について述べる。

## 2 関連研究

Lokuliyana らはスマートシティのためのIoTを活用した位置情報型ゴミ管理システムを提案している [2]。蓋付きゴミ箱に超音波センサ2台を鉛直下向きに設置し、ゴミ箱内のゴミの量を測定している。Chaudhari らはゴミ箱の氾濫を防止するためのIoTを活用したゴミ収集管理システムを提案している [3]。ゴミ箱に超音波センサと重量センサを設置し、ゴミの量を測定している。このようなゴミ箱をスマート化してゴミの量をセンシングするソリューションは海外で多く見られるが、日本のゴミ集積所の形状は多様であり、このようなソリューションを適用可能なゴミ集積所は限定的である。

## 3 検討システム

本稿で検討するスマート化のアプローチとして、ゴミ集積所にエッジコンピュータとカメラを設置する。図1に検討システムの概要を示す。カメラはゴミが投棄される範囲の全体が映るように設置し、定期的に画像を撮影する。撮影された画像をエッジコンピュータ上に搭載さ

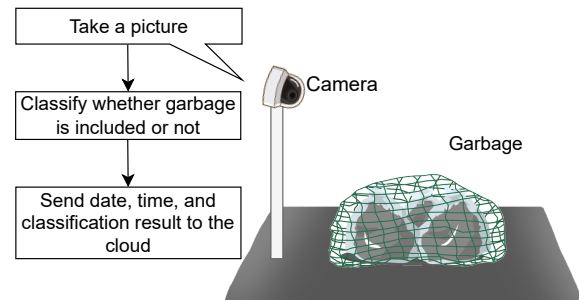


図1 検討システムの概要

れたニューラルネットワークで処理し、画像中にゴミ袋が含まれるか否かの判定を行う。その後、判定結果と日時情報をクラウドへ送信する。

クラウドでは受信したデータをデータベースに保存し、ゴミがあるという判定結果を連続的に取得した場合は時刻情報からゴミの放置時間を計算する。なお、画像の撮影間隔を短く設定すれば、放置時間の精度はより高くなるが、エッジコンピュータのバッテリー消費量は大きくなる。

## 4 実装および評価

### 4.1 カメラの設置

エッジコンピュータとして、SONY社製のSpresenseのメインボードおよびLTE拡張ボードを用いて実装した。これらのモジュールをモバイルバッテリーと共に防水防塵ボックスに格納し、支柱の先端に設置した。また、カメラモジュールは、逆光になる場合や夜間などの暗所の場合にも対応するため、HDR (High Dynamic Range) カメラを採用し、防水防塵ボックスの表面に固定して、ボックス内部のSpresenseと接続した。図2に外観を、図3にボックスの内部を示す。

推論結果と日時情報は、MQTT(Message Queuing Telemetry Transport) 通信によってAWS (Amazon Web Services) EC2で稼働させているNode-REDへ送信した。

### 4.2 学習モデルの作成

今回は事前検証のため、実際のゴミ集積所ではない図4に示す環境で、ゴミ袋が写っている画像と写っていない画像をそれぞれ300枚収集し、データセットとした。学習モデルのアーキテクチャは、エッジコンピュータのメモリや処理能力が限られていることを考慮し、2層の畳み込み層と全結合層からなる軽量なアーキテクチャを

Implementation of Leaved Garbage Detection System Using Camera and IoT Technology

<sup>†1</sup> Tatsuya Abe, Faculty of Science and Technology, Meijo University

<sup>†2</sup> Yuki Kunieda, Graduate School of Science and Technology, Meijo University

<sup>†3</sup> Hidekazu Suzuki, Faculty of Information Engineering, Meijo University



図2 カメラの設置

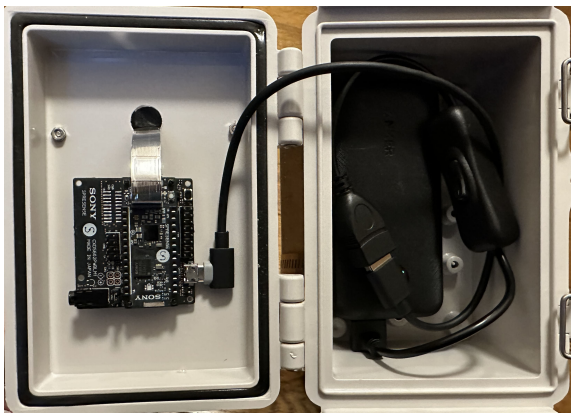


図3 ボックスの内部



図4 データセットの収集環境

採用し、シグモイド関数でゴミ袋が含まれる画像である確率を出力するようにした。データセットの80%を学習用、20%を評価用として学習させた。

表1に評価結果を示す。全ての項目において96ポイント以上となり、ゴミの有無を認識するタスクにおいては軽量のニューラルネットワークでも十分な精度が得られることがわかった。しかし、当然検出精度はカメラの設置方法や集積所の背景に依存するので、今後精度検証することが必要である。

表1 学習モデルの評価結果

指標	スコア
Accuracy	0.9643
Avg.Precision	0.9643
Avg.Recall	0.9649
Avg.F-Measures	0.9643

表2 ゴミ集積所に対する検討システムの適用可能性

ゴミ集積所タイプ	適用可能性
路上	○
囲い	○
カゴ	○
ネットボックス	○
小屋	○
金網ボックス	○
金属ボックス	△
マンション保管専用室	△

### 4.3 ゴミ集積所への適用可能性

文献 [4] で示されている8種類のゴミ集積所における検討システムの適用可能性を表2に示す。概ね全ての集積所において検討システムを適用することは可能であると考えられるが、金属ボックスやマンション保管専用室は外光が遮断され、画像から判定を行うことが困難となる可能性があるため、HDRカメラでも認識できない場合は、別途ライトを設置したり、フラッシュ機能を実装する必要がある。

### 5 まとめ

本稿ではカメラを用いたゴミ集積所における放置ゴミ検出システムを実装し、ゴミ検出システムの動作検証を行った。その結果、検討システムでゴミの放置を検出できる見込みがあることを確認できた。

今後はカメラを実際に使用されているゴミ集積所に設置して動作検証および放置ゴミの認識精度やバッテリー消費量などの評価を行う。

### 謝辞

本研究はJSPS 科研費22H03580の助成を受けたものである。

### 参考文献

- [1] 椎野亜紀夫, ごみ集積所の形態・立地・ごみ残留状況に関する事例研究, 環境情報科学論文集, Vol. 22, pp. 275-280, 2008.
- [2] S. Lokuliyana, et al.: Proc. ICCSE 2018 13th, pp.699-703, 2018.
- [3] M. S. Chaudhari, et al.: Proc. ICCMC 2019 3rd, pp. 802-805, 2019.
- [4] 鈴木: 国立環境研究所ニュース, Vol.39, No.4, pp.11-14, 2020.