

AIを活用したゴミの分別と回収アシストシステムの構築

芝田 浩*, 萬年 亨*

A Construction of the System that Supports the Separation and Collection of Garbage using AI

Hiroshi Shibata*, Toru Mannen*

要旨: 現代社会では、環境や資源の観点から、ゴミを分別回収することによる「資源」の活用が必要とされている。本研究では、ゴミのポイ捨て防止、子供のゴミ分別に対する意識の向上、ゴミ回収の効率化を目的として、AI(Artificial Intelligence)を活用したゴミの分別と回収アシストシステムを構築した。基本的な機能としては、搭載したカメラからの画像に対して AI 技術により、ゴミの種類を認識し捨てるべきゴミ箱を案内する。さらに、ゴミを分別して捨てることの動機づけのために、簡単なアニメーションによる体験型のイベントを実現した。また、IoT(Internet of Thing)技術を適用したゴミの量を可視化する機能も実現した。

キーワード: AI, 画像認識, YoLo,, IoT, Python, Raspberry Pi, ゴミの分別

1. はじめに

現代社会では、環境や資源の観点から、ゴミを分別回収することによる「資源」の活用が必要とされており、地方自治体でもゴミの削減に取り組んでいる。これは、国際的にも、国連サミットで採択された 2030 年までに持続可能でよりよい世界を目指す国際目標である SDGs (Sustainable Development Goals: 持続可能な開発目標) の目標 12「つくる責任 つかう責任」として取り組んでいる。国は、国民一人一人の 3R「Reduce(リデュース), Reuse(リユース), Recycle(リサイクル)」に対する意識を向上させることで、限りある資源の採取を抑えて環境負荷を減らした循環型の社会を構築することを目指している。循環型社会の構築には、「資源」について関心を高め、各コミュニティでの分別回収の浸透も重要である。しかしながら、分別の際に誤って捨ててしまったゴミがそのままになっていたり、ゴミ箱に入りきれないゴミが散乱していたりしている公共のゴミ箱も見られる。また、幼い子供が家庭外でゴミを捨てる際、どの箱に入れるべきかわからず戸惑ってしまっているとの話も聞く。持続可能な循環型社会を形成するために将来の担い手である小中学生や地域市民を対象とした環境学習の推進を目指している。一般社団法人産業環境管理協会 資源・リサイクル

ル促進センターでは分別に対する学習を目的に学習教材の配布などを行っている。

一方、AI (Artificial Intelligence) と IoT (Internet of Thing) を使用し、労働人口減少による人手不足の解消を目指す動きが進んでいる。今後、AI と IoT を活用した労働環境の改善や生産性の向上などに期待されており、より豊かな国民生活の実現を支える技術として、AI や IoT の社会活用が推進されている。国の施策としても、2021 年度から 5 ヶ年の科学技術基本計画 (第 6 期科学技術基本計画) を策定し、以下の 2 つの目指すべき社会を掲げている。

- 国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会
- 一人ひとりの多様な幸せが実現できる社会

様々な社会課題を解決し、これらの社会現のために、AI 技術をはじめとした科学技術やイノベーション等の研究開発・社会実装の推進と総合知の活用政策を展開していくことが計画されている。

2. 目的と解決目標

本研究では、AI と IoT の技術を活用することにより、循環型社会の形成におけるゴミの分別と回収作業をアシストすることができるシステムの開発を目的とする。その際、ゴミの分別方法のわからない子供が学習できるような、ゲーム性のあるイベントを実現して分別に対する意識を持っても

* 山形県立産業技術短期大学校庄内校
〒998-0102 山形県酒田市京田 3 丁目 57 番 4 号

* Shonai College of Industry & Technology
3-57-4, Kyoden, Sakata, Yamagata, 998-0102, Japan

らうことを目指す。具体的な課題解決目標には以下の3つを設定した。

- (1) AIや音声等を使用し案内を行うことで、どこに捨てるべきかを利用者に分かりやすく伝える。
- (2) 楽しくゴミの分別を行えるようなイベントを付加し、捨てるべき場所を指示することで分別に対する学習をしてもらう。
- (3) ゴミの容量を”見える化”し、回収作業をアシストする機能を実現する。

3. システム概要

3.1 システムの全体像

課題解決目標を達成するためのシステムの全体イメージを図1に示す。本システムは、ゴミの認識と案内機能（ゴミ案内）、ゴミを捨てた際に実行されるイベント機能（イベント機能）、IoTを用いたゴミ回収の支援機能（ゴミ回収支援）の大きく3つのモジュールで構成されている。

3.2 AIを用いたゴミの認識と案内

ゴミの認識と案内機能では、AIによる画像認識・物体検出の技術を使い、リアルタイムにゴミの案内を行う。ゴミの認識と案内している様子を図2に示す。利用者がゴミを持ちながらカメラの前に立つと、システムが利用者の持っているゴミを認識し、捨てるべき箱を案内する。ここで対象とするゴミは、ペットボトル、ビン、カンの3種類とする。ゴミの検出・認識について、機械学習のアルゴリズムであるYOLOを使用した。

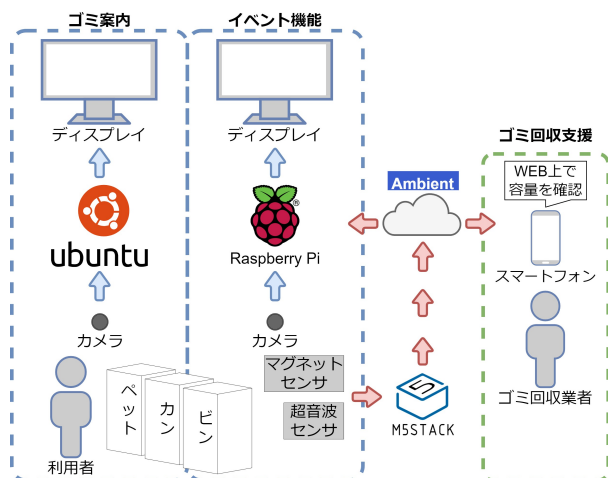


図1 システムイメージ

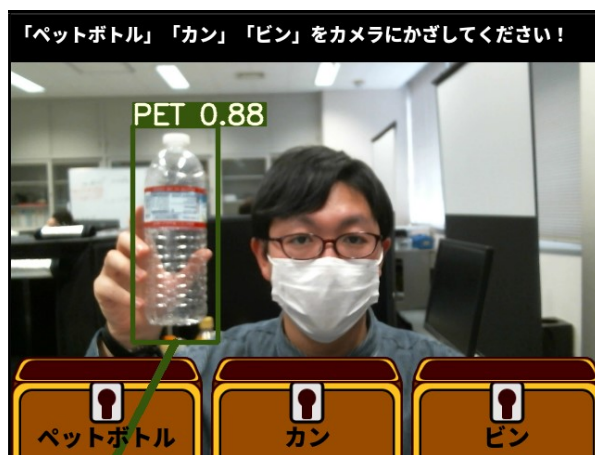


図2 ゴミの認識と案内



図3 イベント機能

3.3 ゴミを捨てた際に実行されるイベント機能

ゴミを捨てた際に実行されるイベント機能では、各種センサとRaspberry Piを使用して、捨てられた後に動作するイベント処理を行う。本機能は、子供たちが進んでゴミを分別して捨てるようになるような催し物として、ゴミを捨てることでモンスターを倒すイベントを実行する。図3にイベント実行時のサンプル画面を示す。ゴミを捨てた際にイベントが開始され、利用者がイベント用のカメラに手をかざし、指定されたハンドサインをすることにより、イベントが進行する。最終的に、画面に登場するモンスターを倒すことを目指す。ハンドサインの認識には、Raspberry Pi上で実行する機械学習による判定プログラムを実行している。

3.4 IoTを用いたゴミ回収支援

IoTを用いたゴミ回収支援機能は、対象とするゴミ箱の現在のゴミの量をWeb経由でブラウザに表示できる機能を実現した。Webでの閲覧とグラフ化について、IoTクラウドサービス「Ambient」を使用した。M5Stackを使用し、ゴ

ミ箱中のゴミの量をデータとしてアップロードする。そのデータから、現在のゴミの量を確認したり、これまでのゴミの量をグラフ表示したりすることができる。本機能により、ゴミ回収作業者の効率的な作業を支援できると考えられる。

4. AIによるゴミの種類判別

4.1 AIと機械学習

リアルタイムにゴミの案内を行うために、AIによる物体検出・画像認識の技術を適用した。AIの基礎となる機械学習は、人間が明示的にルール等を設定せずに、コンピュータがデータからそれを学習し導くためのプログラミングの手法である。近年、機械学習を発展させた深層学習が注目されたことから、AI（人工知能）の研究が盛んに行われている。本研究では、カメラ画像からゴミの検出と、ゴミの種類を判別を実装した。

4.2 YOLOによる物体検出

本研究ではAIを用いた物体検出・画像認識のアルゴリズムとしてYOLOを適用した。YOLOとは、You Look Only Onceの略で、畳み込みニューラルネットワークを使って、物体を検出するアルゴリズムである。YOLOは、従来の物体検出アルゴリズムよりも短時間で正確に物体を検出できる特徴を持つ。今回は、YOLOv5を使用してシステムを構築した。

4.3 画像データと学習

ゴミの検出・判別するために、公開されている学習済みモデルを使って構築することを検討したが、検出・判別ができなかったため、オリジナルの学習モデルを作成した。作成手順を図4に示す。学習データとして、システムの対象とするペットボトル、ビン、カンをWebカメラで撮影した合計600枚(ペットボトル、カン、ビン、各200枚ずつ)の画像を使用した。また、より検出・判別精度を高めるため、データを水増しして学習させた。データの水増しとは、元の画像に明るさ調整や回転などの加工を施して、データ量を増やすことである。これにより、少ない画像で効果的に学習することが可能となる。

4.4 ゴミ箱の案内

ゴミを検出し判別した後は、捨てるべきゴミ箱

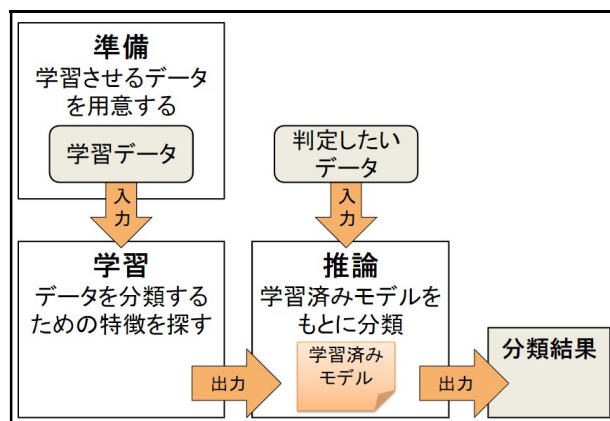


図4 学習手順



図5 イベント機能全体の流れ

を案内する。ペットボトル、カン、ビンの3つのゴミ箱のイラストを配置し、利用者が持っているゴミを認識すると、捨てるべき箱に向かって矢印のエフェクトを表示することで案内している様子を図2に示す。

5. IoTによるゴミ箱の状態認識とイベント機能

5.1 イベント機能全体の流れ

イベントの機能全体の流れを図5に示す。ゴミ箱のふたが閉じたことをトリガーとして、動作を開始する。クラウドサービスにアクセスし、保存されているデータからゴミの量を取得する。閉じたゴミ箱の種類と、その量によって、アニメーションの種類を切り替える。さらに、搭載されているカメラからハンドサインを認識し、登場したモンスターを倒すイベントが進む流れになっている。

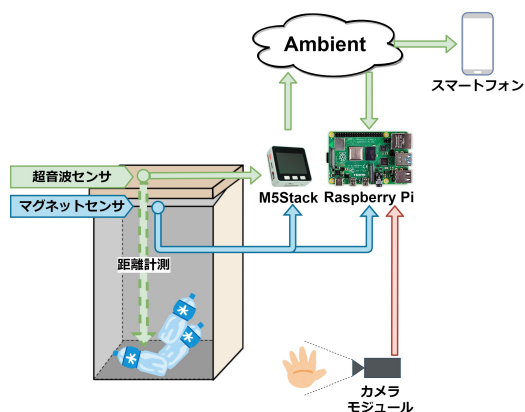


図 6 イベント機能のシステム概要図

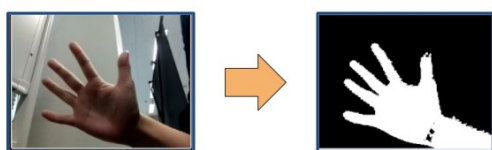


図 7 ハンドサインの認識

5.2 ゴミ箱の状態認識とクラウドサービス利用

イベント機能のシステム概要図を図 6 に示す。ゴミ箱に設置されたマグネットセンサによりふたの開閉を検知し、超音波センサによりゴミ箱に入っている現在の量を計測する。これらのデータは、マイコン(M5Stack)を経由し、IoT クラウドサービス「Ambient」に送られる。イベント機能では、Ambient に保存されているデータを使用して、アニメーションの種類を切り替えている。

5.3 アニメーションとハンドサインの認識

利用者がゴミを捨てた後に、開始されるイベントのアニメーションは、Python でゲームを製作するために設計されたクロスプラットフォームのライブラリである pygame を使って実装した。また、このアニメーションは、利用者が手をカメラにかざし、そのハンドサインの形状を認識して操作する。カメラで撮影された映像を二値化し、機械学習により、グー、チョキ、パーのいずれかに分類する(図 7)。認識された形状を基にして、イベントが進行する仕組みになっている。

5.4 IoT を用いたゴミの量の可視化

Ambient には、各ゴミ箱の中のゴミの量が保存されている。そのため、web ブラウザから ambient にアクセスすることで、各ゴミ箱の状況を確認で

きるようにしている。この機能により、ゴミ回収作業者の効率的な作業を支援できると考えられる。

6. 結果と評価

AI を使用しゴミの認識と判別するシステムにより、捨てるべきゴミ箱の案内を実装することができた。その際、ゴミをカメラにかざすことでペットボトル、カン、ビンの 3 種類を認識することができた。また、その情報を元に映像により、分別すべきゴミ箱へ案内することができた。しかし、誤検出、誤認識する場合があります。精度を高めていく必要がある。

イベント機能では、モンスターを倒すイベントにより、子供がゴミを分別して捨てることのきっかけにできると考えられる。しかし、ハンドサインの認識についても、誤認識する場合があります。精度を高めていく必要がある。さらに、イベントの種類や操作性を改善することにより、より楽しめる内容にする必要がある。

ゴミ回収支援については、Web ブラウザから Ambient にアクセスすることでゴミの内容量を確認することができる。回収作業に役立つようなシステムにするためには、改善が必要である。

7. おわりに

AI と IoT の技術を活用することにより、循環型社会の形成におけるゴミの分別と回収作業をアシストすることができるシステムを開発することができた。その際、ゴミの分別方法のわからない子供が学習できるような、イベントにより別に対する意識を持ってもらう切っ掛けになるのではないかと考える。今後は、精度を高め、イベントの内容を改善することにより、さらに実用性を高める必要がある。

文献

- 1) 菅原大河, 齋藤百花, 富樫大智: 「AI を活用したゴミの分別と回収アシストシステム～護美箱キャシー～」, 山形県立産業技術短期大学校庄内校 電子情報科 令和 2 年度卒業研究論文(2020)
- 2) 内閣府: 「第 6 期科学技術基本計画」, <https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index6.html>
- 3) 外務省: 「SDGs とは?」, <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/about/index.html>
- 4) 金丸隆志: 「Raspberry Pi で始める機械学習」, 講談社, (2017)
- 5) アンビエントデータ株式会社: IoT クラウドサービス「Ambient」, <https://ambidata.io/>