

スマート塵芥車によるゴミ回収状況を可視化する MERN スタック Web アプリケーションの実装

南畑 志帆^{†1} 國枝 祐希^{†2} 鈴木 秀和^{†3}

名城大学理工学部^{†1}

名城大学大学院理工学研究科^{†2}

名城大学情報工学部^{†3}

1 はじめに

2015年の国連総会において、「持続可能な開発目標 (SDGs)」の合意がなされた。このSDGsでは、目標11「住み続けられるまちづくりを」にて持続可能なまちづくりに言及しており、Society 5.0を推進するとともに、SDGs達成のための手段ともなるスマートシティへの期待が高まっている。

筆者らは、自治体におけるゴミ収集状況を可視化するために、ゴミの積込動作音を識別可能なIoT機器により塵芥車をスマート化する取組を行っている [1, 2]。スマート塵芥車は音情報からゴミの回収状況を推定し、その結果を車両の位置情報と併せてデータベースに蓄積しているが、市民や自治体職員、ゴミ収集委託事業者がその状況をリアルタイムで確認することができるサービスを提供するに至っていない。

本稿では、リアルタイムでゴミ回収状況を直接確認できるWebサービスを提供することで、市民や市役所職員、ゴミ収集委託事業者が回収状況を確認でき、市民からのゴミ回収に関する問い合わせの減少、市役所職員の職務効率化、ゴミ収集委託事業者におけるスムーズな情報のやり取りに繋がることを目的として、地区単位で集積所のゴミ回収状況をリスト形式や地図形式で確認可能なWebアプリケーションを、MERNスタックを用いて実装する。

2 先行研究

2.1 IoT技術を活用したゴミ回収状況可視化システム

文献 [1] では、塵芥車に搭載した車載器から送信される位置情報をもとに、ジオフェンシング技術を利用してゴミ回収状況を推定し、WebページおよびLINEを用いて状況を確認できるシステムを提案している。動的なコンテンツやWebサイトを構築する場合、LAMP (Linux・Apache HTTP Server・MySQL・PHP) を用いることが一般的であり、文献 [1] もこの手法を想定してシステムが設計されていたが、実装には至っていなかった。

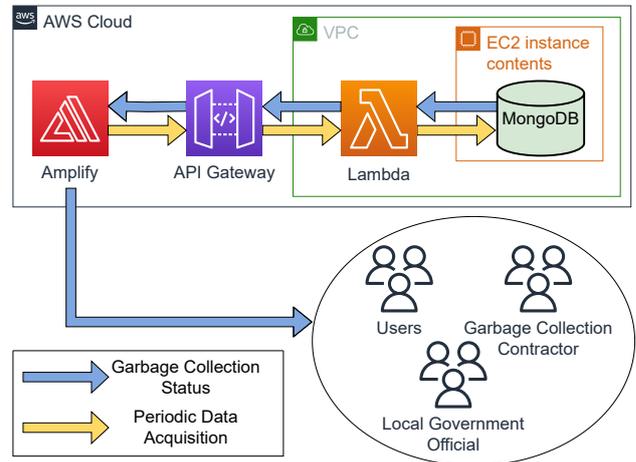


図1 ゴミ回収状況可視化 Web アプリケーションの概要

2.2 CNNによる塵芥車の積込動作音の検出

文献 [2] では、塵芥車が回収したごみを圧縮する際に発生する積込動作音を CNN (Convolutional Neural Network) で分類する機能により、塵芥車からどの集積所のゴミを回収したかをクラウドへ通知する手法を提案している。この研究は文献 [1] のゴミ回収判定精度の向上を目的としたものであり、可視化サービスを実現するものではない。しかし、各集積所のゴミ回収状況を蓄積するデータベースとして、MySQL から NoSQL の一種である MongoDB に変更するなど、クラウドシステムの設計をアップデートしている。従って、このシステムをベースとして可視化 Web サービスを設計する必要がある。

3 検討システム

3.1 MERNスタック開発

近年の Web アプリケーションは MERN (MongoDB・Express・React・Node.js) スタックで開発するスタイルが目まぐるしく注目されている。MERNスタックは JavaScript だけで開発できることや、クライアントとサーバ間のデータ交換を JSON で統一可能であること、少ないメモリで高速に動作するなどの特徴がある [3]。また、様々な Web ページを豊富な React ライブラリを使って短期で開発できること、さらに文献 [2] でアップデートされたシステムとの親和性も高いことから、本稿では MEAN スタックで可視化 Web アプリケーションを開発する。

Implementation of MERN Stack-based Web Application to Visualize Garbage Collection Status by Smart Garbage Trucks

^{†1} Shiho Minamihata, Faculty of Science and Technology, Meijo University

^{†2} Yuki Kunieda, Graduate School of Science and Technology, Meijo University

^{†3} Hidekazu Suzuki, Faculty of Information Engineering, Meijo University



図2 リスト形式ページ

図3 地図形式ページ

3.2 Web アプリケーションの設計

図1にWebアプリケーションの概要を示す。一般的なMERNアプリケーションは、フロントエンドに当たるReact Webアプリケーションと、バックエンドのNode.jsおよびExpressアプリケーション、データベースから構成される。文献[2]におけるMongoDBは、AWS EC2上に構築されているため、残りのモジュールをサーバレス化するためにフロントエンドをAWS Amplifyへ、バックエンドをAWS Lambda関数を利用して実現する。MongoDBに反映されるゴミ回収状況を取得するために、定期間隔でLambda関数を実行し、集積所情報をJSON形式で入手する。また、API Gatewayを通じてAmplifyにJSONデータを渡し、Webページに反映させる。

これにより、市民や職員などはWebブラウザやタブレットなどからゴミの回収状況をリアルタイムで確認することができる。更にReactの特徴を生かし、モダンなUIを操作した回収状況の地域別表示や、塵芥車の走行データを用いた塵芥車の現在位置の表示、また、管理者向けに塵芥車の車速などのデータをダッシュボードで確認することができるフリーと管理ページなど、様々なWebページの開発が可能である。

4 実装および検証

4.1 Web アプリケーションの実装

Reactで作成したWebアプリケーションでは、図2、図3のように集積所の回収状況をリスト形式や地図形式で確認することができる。リスト形式ページでは、集積所の回収状況を表で表示する。更に、プルダウンを用いて地域ごとでゴミ集積所をフィルタリングし、市民の自宅最寄りの集積所を探しやすくする。また、地図ページではJavaScriptライブラリであるLeafletを使用し、地図上に集積所の回収状況をマーカーで表示する。今回はReactを用いてWebページを実装するため、React Leafletライブラリを使用した。地図ページにおいてもプルダウンを用いたフィルタリングを採用し、更に塵芥車の走行データも用いて、塵芥車の現在位置を表示させた。なお、集積所の回収状況や塵芥車の走行データは定期間隔で取得し、最新の情報をWebページに反映させるようにした。

表1 回収状況の平均読込時間（集積所30件の場合）
単位：ms

	サーバ応答	JavaScript 実行	ページ表示
リスト	273.8	399.1	883.0
地図	231.4	679.4	922.3

4.2 動作検証

Webアプリケーションの動作検証を行った。表1にWebページにおける回収状況の平均読込時間を示す。これは10回試行した平均値であり、集積所数が30件の地域の表示における値である。この時、その地域の情報のみ問い合わせるため、1回のデータベースへアクセスし、30件分のデータのみ取得している。ユーザーがWebページをストレスなく使うための数値目標やガイドラインをまとめたRAILモデルによると、ページ表示にかかる時間が300~1,000ミリ秒であれば、ユーザはやや遅いと感じるが、途切れることなく自然にページの読込が進んでいると感じる。また、1,000ミリ秒を越えるとユーザは実行したタスクへの関心を失うことが示されている[4]。現在のページ表示にかかる時間はタスクへの関心を失う程ではないが、やや遅いと感じてしまうと言える。表1に示すように、ページ表示時間のうちJavaScript実行時間の占める割合が大きい。このことから、JavaScriptの最適化によりページ読込時間の短縮ができると考えられる。

5 まとめ

本稿ではMERNスタックを用いたゴミ回収状況を可視化するWebアプリケーションを実装し、検証を行った。今後はページ読込速度の高速化などWebアプリケーションの改善を行う。また、Webサービスを提供した時、市民の行動変容が生じるか検証する予定である。

謝辞

本研究はJSPS科研費22H03580の助成を受けて実施したものである。また、本研究にご協力いただいた日進衛生株式会社および日進市役所生活安全部環境課の関係各位に感謝する。

参考文献

- [1] 河原. 他: 情報処理学会第84回全国大会講演論文集, Vol. 2022, No. 2ZB-02, pp. 3-347-3-348, 2022.
- [2] 國枝. 他: マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム2023論文集, Vol. 2023, pp. 1364-1370, 2023.
- [3] M. Lotfy, et al.: Journal of Computing Sciences in Colleges, Vol. 34, No. 2, pp. 99-101, 2018.
- [4] I. Grigorik: Performance RAIL's: The Art and Science of optimizing for Silicon and Wetware, Loop-Conf, 2015.