

# 높은 재활용률을 달성하기 위한 분리배출 현황 시각화 시스템

김예서<sup>1</sup>, 박지훈<sup>2</sup>, 강윤경<sup>1</sup>, 김대영<sup>1</sup>

<sup>1</sup>순천향대학교 컴퓨터소프트웨어공학과

<sup>2</sup>순천향대학교 소프트웨어융합학과

{chinkl0110, wlgmsefhd, dbsrud3182}@naver.com, dyoung.kim@sch.ac.kr

## A visualization system for separate discharge to achieve high recycling rate

Yeseo Kim<sup>1</sup>, Jihoon Park<sup>2</sup>, Yun Kyung Kang<sup>1</sup>, Dae-Young Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Computer Software Engineering, Soonchunhyang University

<sup>2</sup>Dept. of Software Convergence, Soonchunhyang University

### 요 약

현재 우리나라는 낮은 재활용률로 인해 불필요한 자원과 노동력이 낭비되고 있다. 이러한 낮은 재활용률은 올바르게 분류된 분리배출로 인해 발생된다. 이를 해결하기 위해 관련 객체 인식 연구가 활발히 진행되고 있지만, 현재의 분리배출 체계를 통합적으로 관리하기 위한 관리체계 시스템은 여전히 미흡한 상태이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 React와 Node.js를 이용하여 객체 인식 알고리즘의 분리배출 분석 데이터를 그래프 형태로 시각화시켜 관리자에게 분리배출 현황을 직관적으로 보여주어 현 분리배출의 문제점에 대해 인지하고, 체계적이고 효율적인 분리배출을 위한 보완점과, 대책을 마련할 수 있는 시각화 시스템을 제안한다.

### 1. 서론

OECD 통계에 따르면 2019년 한국의 재활용률은 59%로 다른 나라에 비해 높은 재활용률을 보인다 [1]. 하지만, 이는 재활용 시설로 반입된 쓰레기의 양, 즉 분리수거율을 의미한다. 현재 한국의 실제 재활용률은 40%에 불과하며 [2], 분리수거율에 비해 낮은 재활용률을 보인다. 낮은 재활용률은 올바르게 분류된 분리배출로 인해 발생되며, 불필요한 인건비 및 노동력과 더불어 재활용 가능한 자원을 낭비시킨다 [3]. 이러한 문제를 해결하기 위해 최근 인공지능의 객체 인식 알고리즘을 활용한 쓰레기 분리배출 연구가 활발히 진행되고 있다 [4].

현재 분리배출을 위한 여러 연구가 활발히 진행되는 추세이지만, 체계적인 분리배출 관리를 위한 시스템 연구는 미흡한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 인공지능의 분리배출 분석 결과를 그래프로 시각화시키는 웹 서비스 시스템을 구현하여 관리자에게 체계화되어있지 않은 분리배출 현황에 대해 가시적으로 보여주고, 통합적인 분리배출 관리체계 구성을 통해 기존의 분리배출 시스템을 보완하고자 하였다. 이러한 시스템을 본 연구에서는 React와 Node.js 프레임워크를 사용해 구현하였으며, 시스템

구현에 사용된 React는 클라이언트에게 웹 페이지를 보여주는 프론트엔드 서버로 사용하였고, Node.js는 프론트엔드 서버의 HTTP 요청 시 분리배출 현황 데이터를 응답해주는 백엔드 서버로 사용하였다. 본 연구를 통해 구현된 분리배출 현황 시각화 웹 서비스 시스템은 관리자에게 시각화된 분리배출 현황 그래프를 한눈에 볼 수 있도록 하여, 빠르게 문제점을 파악해 보완점을 찾을 수 있도록 한다.

### 2. 관련 기술

#### 2.1 React

React는 사용자 인터페이스를 위한 자바스크립트의 라이브러리로, 주로 프론트엔드 서버로 사용된다. 데이터가 변화함에 따라 컴포넌트를 효율적으로 갱신하고 렌더링하여, 클라이언트에게 데이터에 대한 view를 제공한다. React는 이러한 컴포넌트 기반 방식을 통해 데이터에 쉽고 빠른 접근 및 관리가 가능해 유지 보수성이 뛰어나다 [5].

#### 2.2 Node.js

Node.js란, Chrome의 V8 자바스크립트 엔진으로 구축된 오픈소스 개발 도구로서, 주로 백엔드 웹 서

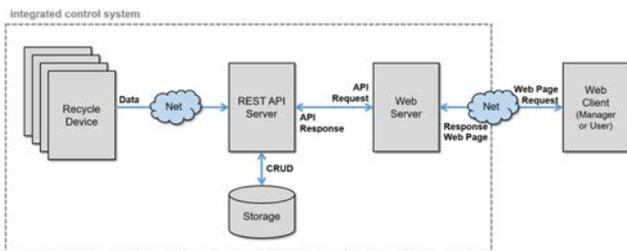
버를 구축하는 데 사용된다. Node.js에서 기본적으로 제공하는 HTTP 모듈을 통해 HTTP 서버의 사용이 가능하며, 이러한 HTTP 서버는 클라이언트의 요청에 따라 클라이언트에게 요청에 대한 응답 데이터를 전송한다[6].

### 2.3 REST API

REST API는 Representational State Transfer(REST) 아키텍처를 기반으로 한 API 서버이다. REST는 네트워크를 통해 HTTP 프로토콜을 이용하여 데이터 전송을 제공하는 아키텍처로, 서버와 클라이언트가 독립적으로 동작하는 형태이다. 즉, 분산적인 시스템을 제공함으로써 속도가 빠르고, 보안이 뛰어나다[7][8]. 본 연구에서는 REST API 형식의 백엔드 서버를 Node.js를 통해 구축하였으며, REST API 서버로부터 데이터를 받아와 시각화를 제공하기 위한 프론트 서버는 React를 통해 구현하였다.

## 3. 본론

### 3.1. 시스템 구성



(그림 1) 웹 서비스를 통한 분리배출 현황 시각화 시스템.

본 논문에서 제안하는 시스템은 위 그림 1과 같은 구조이다. 분리수거 장치(Recycle Device)에는 투명 페트병이 들어와 재활용이 가능한 형태로 분리배출 되었는지 AI 모델을 통해 분석을 수행한다. 이러한 AI 모델로는 상대적으로 빠른 객체 인식을 위한 대표적인 multi object detection 알고리즘인 YOLO 등을 사용할 수 있다.

AI 모델의 분석 결과 데이터는 “페트병 입력 시간, 이물질 제거 여부, 라벨 제거 여부, 뚜껑 제거 여부, 링 제거 여부”의 필드 형태로 REST API 서버에게 전달되어 데이터베이스(Storage)에 저장된다. 데이터베이스에 저장된 데이터는 웹 서버의 요청이 있을 시 REST API 서버를 통해 응답된다.

클라이언트가 웹 서버로 웹 페이지를 요청하게 되면 웹 서버는 REST API 서버에게 분리배출 현황

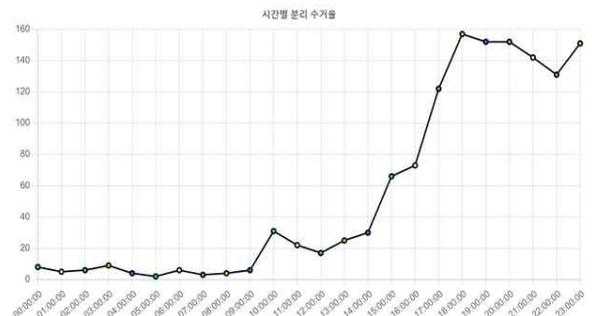
데이터를 요청하게 된다. 그 후 REST API 서버는 웹 서버의 요청에 따라 데이터베이스에 저장된 데이터들을 웹 서버로 응답한다. 웹 서버로 수신된 데이터는 최종적으로 그래프 형태로 시각화되어 웹 페이지 형식으로 클라이언트에게 전달된다.

### 3.2. 분리배출 데이터 시각화

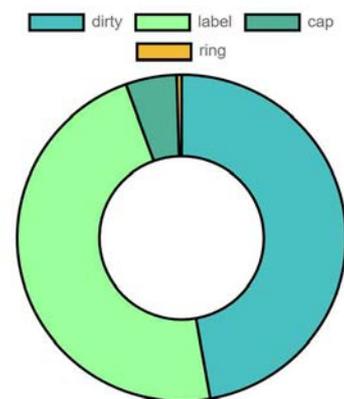
time	dirty	label	cap	ring
2022-09-16 00:25:57	1	1	0	0
2022-09-16 00:53:07	1	1	0	0
2022-09-16 01:19:32	1	1	0	0
2022-09-16 01:38:41	1	1	0	0
2022-09-16 09:01:03	1	1	0	0
2022-09-16 10:57:11	1	1	0	0
2022-09-16 14:22:37	1	1	0	0
2022-09-16 14:23:11	1	1	0	0
2022-09-16 16:42:10	1	1	0	0
2022-09-16 21:10:11	1	1	0	0

(그림 2) 데이터베이스에 저장된 분리배출 결과 샘플

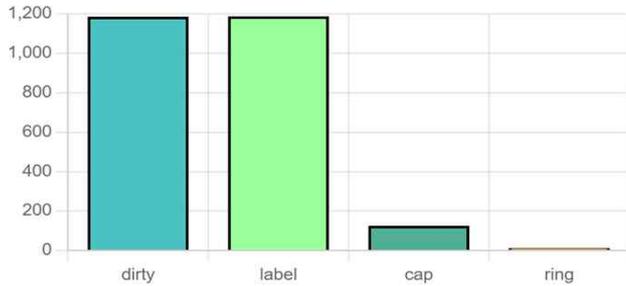
분리배출 결과(AI 분석 결과)는 그림 2와 같이 데이터베이스에 기록되며, 웹 서버는 이러한 데이터를 REST API 서버를 통해 수신받아 시각화를 진행한다. 본 연구에서는 시각화를 위한 그래프로 꺾은선, 원형, 막대 그래프를 사용하였다.



(그림 3) 꺾은선 그래프 결과



(그림 4) 원형 그래프 결과



(그림 5) 막대 그래프 결과

그림 3은 꺾은선 그래프 결과이다. x축은 시간을 나타내며, 00시~23시 동안의 전체 분리배출 결과를 보여준다. 이러한 시각화된 꺾은선 그래프를 통해 어느 시간에 분리수거가 가장 활발하게 일어나는지 확인할 수 있으며, 이러한 결과를 통해 관리자는 분리수거가 활발한 시간대를 분석하여 특정 시간에 집중적인 관리체계를 취하여 올바른 분리배출을 유도해 재활용률을 높일 수 있다.

그림 4는 원형 그래프의 결과이다. 원형 그래프는 이물질, 라벨, 뚜껑, 링의 제거 여부에 대한 비율을 보여준다. 즉, 원형 그래프를 통해 무엇이 가장 잘 분리배출되고 있는지 확인할 수 있으며, 이를 통해 관리자는 분리배출이 잘 이루어지지 않는 요소가 무엇인지 확인함으로써 해당 요소에 대해 올바른 분리배출이 이루어질 수 있도록 도모하고, 그에 대한 해결책을 마련할 수 있다.

그림 5는 막대 그래프의 결과로 이물질, 라벨, 뚜껑, 링의 제거 여부에 대한 각각의 개수를 보여준다. 원형 그래프와 마찬가지로 무엇이 가장 잘 분리배출되고 있는지 직관적으로 확인할 수 있어 관리자는 분리배출이 잘되지 않는 요소에 대해 인지하고 대안점을 찾을 수 있다.

#### 4. 결론

현재 우리나라는 높은 분리수거율에 비해 낮은 재활용률로 불필요한 자원과 노동력을 낭비하고 있다. 본 논문에서는 이러한 올바르지 않은 분리배출로 발생하는 낮은 재활용률 문제를 해결하기 위해 관리자에게 분리배출 현황의 통합적인 관리체계를 제공하기 위한 시스템으로 시각화 서비스를 구현하였으며, 그러한 결과는 그림 3~5에서 보여준다. 꺾은선, 원형, 막대 그래프로 출력된 시각화 결과들은 그래프의 특징에 따라 시간별 분리수거 추이 그리고

이물질, 라벨, 뚜껑, 링에 대한 분리배출 비율 및 개수를 보여주어 분리배출이 올바르게 되고 있는지 쉽게 확인할 수 있다. 이러한 시각화 결과를 통해 관리자는 현재의 분리배출 현황을 가시적으로 한눈에 인지함으로써 재활용률을 높이기 위한 보완점을 찾고, 체계적인 분리배출을 위한 대안과 대책을 마련할 수 있을 것이다.

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2022H1D8A3038040).

#### 참고문헌

- [1] OECD, "Environment at a Glance 2020", OECD Publishing, Paris, pp. 1-68, 2020.
- [2] Seon-Young Moon, Seung-In Kim, "Suggestion of Guidelines for Separation System According to Recycling Separate Discharge", Journal of Digital Convergence, Vol. 20, No. 2, pp. 399-405, 2022.
- [3] Woo-Seok Kim, Chung-Geun Kim, Jong-Hyeon Park, Jong-Hoon Sin, Bum-Yong Park, "Development of Automatic Trash Separator using Machine Learning", Proceedings of KIIT Conference, Cheongju, 2020, pp. 455-457.
- [4] Ki-Hyeon Kim, Ho-Yeon Yu, Hyo-Jin Lee, Hae-Won Byun, "Automatic Garbage Classification System based on YOLOv4 and Raspberry Pi", Journal of Digital Contents Society, Vol. 22, No. 12, pp. 2111-2119, 2021.
- [5] react, <https://ko.reactjs.org/>
- [6] node.js, <https://nodejs.org/ko/>
- [7] Kang Hyun-Chul, Han Hyon-young, Bae Hee-chul, Son Ji-yeon, Kim Hyun, Kim Young-Kuk, "Implementation of 3D printer control system using REST API", Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences, Seoul, 2016, pp. 238-239.
- [8] Y.M. Park, A.K. Moon, H.K. Yoo, Y.C. Jung, S.K. Kim, "SOAP-based Web Services vs. RESTful Web Services", Electronics and Telecommunications Trends, Vol. 25, No. 2, pp. 112-120, 2010.