JKIICE Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering

한국정보통신학회논문지(J. Korea Inst. Inf. Commun. Eng.) Vol. 20, No. 11 : 2155~2161 Nov. 2016

자원 순환 촉진을 위한 빈병 재활용 정보 관리 시스템

정필성[1] · 조양현[2*]

A Bottle Recycling Information Management System for the Promotion of Saving and Recycling of Resources Due

Pil-seong Jeong[1] · Yang-hyun Cho[2*]

[1]HEART MEDIA Co., Ltd. 461-41, Seogyo-dong, Mapo-gu, Seoul, Korea
[2*]Division of Computer Science, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

요 약

우리나라는 에너지 수입 의존도가 높기 때문에 자원의 절약과 재활용촉진을 위한 법률을 제정하여 에너지순환자원을 위해 노력하고 있다. 최근 빈병 재활용에 대한 일환으로 수도권 대형 마트에 빈병 무인회수기를 설치하여 운영하고 있지만 이에 대한 국내 무인회수기에 상용화가 이루어지지 않고 있으며 빈병 재활용에 대한 정보를 제공하기 위한 스마트 디바이스 애플리케이션이 아직 서비스 되지 않고 있다. 본 논문에서는 자원순환촉진을 위한 빈병 재활용 정보 관리 시스템을 설계 및 구축하였다. 관리자가 빈병 정보 및 무인회수기 정보를 관리할 수 있는 홈페이지를 구축하였다. 또한 스마트 디바이스를 가진 많은 사람들이 빈병 재활용 정보를 쉽게 이용할 수 있도록 하기 위하여 카메라를 이용한 바코드 검색 및 라벨 검색을 통해 빈병 정보 및 무인회수기 위치 정보를 쉽게 획득할 수 있도록 구현하였다.

ABSTRACT

Since Korea is highly dependent on energy imports, it has been making efforts to save energy resources by enacting laws to promote resource saving and recycling. Recently, as a part of recycling of empty bottles, a bottle unattended collecting machine has been installed in the big shopping mall in the metropolitan area. However, there is no commercialization of the unattended collecting machine in Korea and the smart device application for providing information on empty bottle recycling is not yet provided. In this paper, we have designed and constructed a bottle recycling information management system to promote resource recycling. The manager has built a homepage that can manage the information of the empty bottle and the a bottle unattended collecting machine. Also, many people with smart devices can easily access bottle recycling information by using camera and barcode search and label search.

키워드 : 빈병수거기, 자원순환, 빈병재활용, 패턴 인식, 기계학습

Key word : Reverse Vending Machine, Recycling, Bottle Recycling, Patten Recognition, Machine Learning

Received 06 September 2016, **Revised** 09 September 2016, **Accepted** 22 September 2016

* **Corresponding Author** Yang-Hyun Cho(E-mail:yhcho@syu.ac.kr, Tel:+82-2-3399-1787)
Division of Computer Science, Sahmyook Universitiy, Seoul 01795, Korea

Open Access http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2016.20.11.2155 print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

ⓒThis is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/li-censes/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright Ⓒ The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

Ⅰ. 서 론

우리나라는 에너지·자원 소비량의 약 96%를 수입에 의존하는 에너지 빈곤국이며 세계 9위의 에너지 소비국이다. 2014년 에너지·자원 수입에 지출된 비용은 우리나라 전체 수입액의 33%에 달하는 1,742억 달러로서, 에너지 해외 의존도가 높아 에너지·자원 가격 상승 및 수급 불균형 등 세계적인 에너지 시장 변화에 매우 취약하다. 이에 따라 정부는 적극적인 에너지 협력외교를 통해 에너지·자원을 안정적으로 확보함으로써 지속적인 경제 성장 및 국가 안보 증진에 기여하기 위해 노력하고 있다. 또한 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률을 제정하여 에너지자원순환을 위해 노력을 기울이고 있다[1-3].

에너지자원순환이란 환경정책상의 목적을 달성하기 위해 필요한 범위에서 폐기물의 발생을 억제하고 발생된 폐기물을 적정하게 재활용 또는 처리하는 등 자원의 순환과정을 환경 친화적으로 이용·관리하는 것을 말한다. 이에 대한 우리가 일상생활 속에서 실천할 수 있는 방안으로 빈 용기 보증금 제도를 시행하고 있다. 빈용기 보증금 제도란 사용된 용기의 회수 및 재사용 촉진을 위하여 출고가격과는 별도의 금액을 제품의 가격에 포함시켜 판매한 뒤 용기를 반환하는 자에게 빈 용기 보증금을 돌려주는 제도로서 소비자는 보증금을 더욱 쉽게 돌려받고, 빈병 재사용으로 에너지 사용을 줄이고 환경도 지킬 수 있는 제도이다[4-7].

현재 우리나라에는 수도권 대형마트 13개 지점에서 24개의 빈병 무인회수기를 운영 중이며 환경부 발표에 따르면 빈병수거율이 무인회수기 설치전보다 44% 증가하였으며, 소비자들도 무인회수기에 대해서 긍정적인 평가를 내리고 있어 빈병 반환 활성화에 기여를 할 것으로 예측된다. 또한 추가적으로 2017년 빈병 보증금이 인상되기 전까지 무인회수기 100대를 대형마트, 주민자치센터, 아파트 상가 등에 확대 설치할 계획이다. 그러나 정보통신 강국이라는 위상이 무색하게 국내에서 빈병 무인회수기 상용화에 성공하여 운영하는 업체가 전무하며 빈병 무인회수기 위치 안내, 빈병 보증금 제도에 대한 효과적인 홍보 및 빈병 수거 정보 공유를 위한 목적으로 운영되는 스마트 디바이스 애플리케이션이 존재하지 않는다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 인식하고 빈병 보증금 제도에 대한 정보관리를 통해 자원순환촉진을 도모할 수 있는 관리 서버 및 스마트 디바이스 애플리케이션을 설계 및 구현하였다. 구현된 스마트 디바이스 애플리케이션을 통해 빈병의 바코드, 라벨 및 외관 사진을 찍어서 서버로 업로드하면 자동으로 분석하여 빈병 보증금 반환 여부 및 보증금에 대한 안내, 빈병 무인회수기 위치 안내 등에 대한 정보를 제공할 수 있으며, 서버에서는 추가적으로 발생되는 빈병 보증금 정보를 누구나 활용할 수 있도록 OPEN API 형태로 JSON 정보로 제공할 수 있도록 구축하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 하이브리드 앱 기술, 영상 정보 분석을 위한 패턴 인식 기술에 관하여 알아본다. 3장에서는 제안 빈병 재활용 정보 관리 시스템 구현에 대해서 알아본다. 마지막으로 4장에서는 결론을 맺는다.

Ⅱ. 관련 이론

2.1. 하이브리드 앱

하이브리드 앱(Hybrid App)은 모바일 디바이스에서 도메인을 입력해서 접속하는 모바일 웹사이트와 애플리케이션을 다운로드 받아서 접속하는 모바일 앱이 합쳐진 형태로 웹 표준을 준수한 모바일 웹을 만든 이후 앱에 연동하는 형태를 가진다. 하이브리드 앱은 네이티브 앱(Native App)과 동일한 환경을 가지고 있지만 부분적으로 HTML5(Hyper Text Markup Language)와 CSS3(Cascading Style Sheets)를 이용하여 작성된 앱을 지칭한다. 인터넷 환경과 무선랜(Wireless LAN) 환경에 따른 영향에도 유연하고 모바일 앱보다는 빠른 로딩 속도와 스마트폰에서 바로 실행이 가능하다는 장점이 있다. 모바일디바이스 플랫폼 벤더에서 제공하는 네이티브 SDK(Software Development Kit)로 제작한 애플리케이션을 네이티브 앱이라고 한다. iOS를 대상으로 하는 애플리케이션은 Object-C로 개발해야 하며 Android를 대상으로 하는 애플리케이션은 Java로 개발해야 한다. 이렇게 플랫폼별로 개발 언어와 환경이 다르기 때문에 여러 디바이스와 플랫폼을 지원하려면 디바이스와 플랫폼의 개수만큼 시간과 노력을 들여야 하는 문제가 발생한다. 특히 세계적으로 iPhone(iPad), Android, BlackBerry 등이 많이 사용되고 있지만 Window Phone 7이 등장하면서 앱 제작사 입장에서는 동일한 기능을

플랫폼별로 제작해야 하는 부담이 더 늘게 되었다. 이런 부담을 줄이려는 노력은 자연스럽게 하이브리드 앱을 개발하기 위한 모바일 기기에 특화된 크로스 플랫폼 모바일 애플리케이션 프레임워크(Cross Platform Mobile Application Framework)의 발전으로 이어지게 되었다[8].

2.2. SIFT(Scale Invariant Feature Transform)

David Lowe에 의해 제안된 SIFT 알고리즘은 크기, 회전 그리고 빛의 변화에 강인한 지역적인 특징점을 검출하는 알고리즘으로 최근 영상 처리 및 패턴 인식 분야에서 많이 적용되고 있다. SIFT는 4단계를 통해 특징점들의 특징을 정의한다. 먼저 크기와 회전 변화에 강인한 특징점의 위치를 검출하기 위해 입력 이미지의 다양한 해상도를 대상으로 DoG(Difference-of-Gaussian) 이미지들을 생성한다. 다음 단계에서는 각 해상도의 DoG 이미지에서 모든 픽셀의 값을 이웃하는 8 픽셀 그리고 이전 및 이후 해상도에서 이웃하는 각 9 픽셀과 비교해 지역적으로 최소 또는 최대값인 경우 특징점의 후보로 선택한다. 세 번째 단계에서는 명암 대비가 낮은 후보 특징점과 모서리가 아닌 에지(Edge) 위치의 특징점을 제거하기 위해 각각 DoG 값의 임계치와 Hessian 행렬 기반의 비율을 사용한다. 마지막 단계에서는 gradient 벡터의 크기(Magnitude)와 방향(Orientation)을 계산한 후 특징점의 기술자를 정의한다. 특징점의 기술자는 16×16 픽셀의 인접 영역에 대해 가장 빈도수가 높은 각도를 기준으로 방향을 정규화한 후 인접 영역을 4×4의 영역으로 나누어 각 영역의 방향들을 8의 빈을 가지는 히스토그램으로 표현한다. 따라서 SIFT 특징점은 위치, 크기, 방향 그리고 128차원의 기술자로 구성된다[9,10].

Ⅲ. 제안 시스템 설계 및 구현

3.1. 제안 시스템 네트워크 모델

제안 빈병 재활용 정보 제공 시스템 네트워크 모델은 그림 1과 같다. 스마트 디바이스의 카메라 기능을 이용하여 바코드를 스캔하여 서버로 전송하면 바코드와 일치하는 병 정보 및 가까운 무인회수기 위치를 안내하는 정보를 JSON 형태로 스마트 디바이스로 전송한다. 병에 따라서 바코드가 인쇄되어 있지 않거나 훼손된 경우 라벨 사진을 찍어서 서버로 전송하면 서버에서 패턴 매칭 알고리즘을 통해 일치하는 병 정보 및 가까운 무인회수기 위치를 안내하는 정보를 JSON 형태로 스마트 디바이스로 전송한다. 서버에 기록되어 있지 않은 병 정보일 경우 별도로 데이터베이스를 구성하여 추후 관리자에 의해서 수기로 분류 및 정보 기록이 이루어 질 수 있도록 구성하였다.

Fig. 1 Proposed System Network Model

3.2. 제안 시스템 동작

그림 2는 제안하는 시스템에서 바코드 검색 이용한 클라이언트-서버 간의 정보 교환 동작을 나타낸다.

① 스마트 디바이스를 이용하여 바코드를 스캔하고 스캔한 바코드 정보를 AJAX 방식으로 서버로 전송하게 된다. 웹 서버에서 바코드 정보를 이용하여 데이터베이스에서 검색한 병 정보와 무인회수기 정보를 사용자의 디바이스로 전송하게 된다.

② 웹 서버에서 데이터베이스로부터 바코드 정보를 이용하여 해당 정보를 질의하고 이에 대한 정보를 받아온다.

③ 받아온 비가공 정보를 JSON 형태로 가공하고 스마트 디바이스로 전송하기 위해서 웹 서비스 데이터로 변환한다.

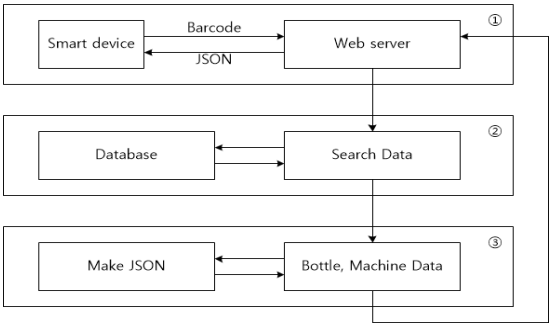

Fig. 2 Proposed System Flow with Barcode Scan

그림 3은 제안하는 시스템에서 라벨 검색 이용한 클라이언트-서버 간의 정보 교환 동작을 나타낸다.

① 스마트 디바이스를 이용하여 라벨을 스캔하고 스캔한 라벨 이미지 Base64로 인코딩하여 AJAX 방식으로 서버로 전송하게 된다. 웹 서버에서 라벨 정보를 이용하여 데이터베이스에서 검색한 병 정보와 무인회수기 정보를 사용자의 디바이스로 전송하게 된다.

② 라벨 이미지를 Base64 디코딩한 후 특징 검출 및 특징 매칭을 이용하여 일치하는 병을 찾아낸다. 특징 검출 및 매칭을 위해서 다양한 상황에서 강건한 특성을 가지는 RootSIFT 방식을 통해 특징을 처리하였다.

③ 웹 서버에서 데이터베이스로부터 라벨 정보를 이용하여 해당 정보를 질의하고 이에 대한 정보를 받아온다.

④ 받아온 비가공 정보를 JSON 형태로 가공하고 스마트 디바이스로 전송하기 위해서 웹 서비스 데이터로 변환한다.

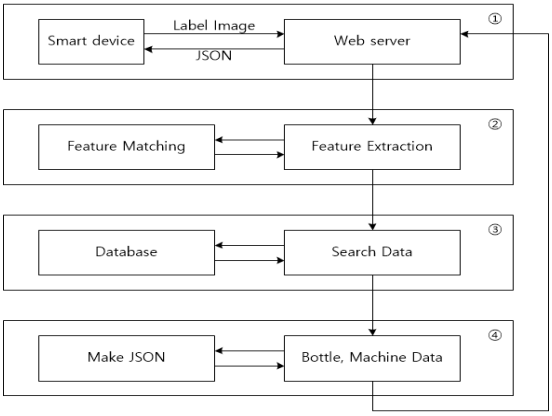

Fig. 3 Proposed System Flow with Label Scan

3.3. 제안 시스템 구현

그림 4는 구현된 서버에서 바코드 정보를 인식하고 이에 대한 JSON 정보를 올바르게 응답하기 위해서 POSTMAN을 이용하여 테스트한 화면이다. 바코드로 검색하는 경우 해당 바코드에 해당하는 병 정보(바코드, 상품명, 제조사, 용량, 보증금 반환 가능여부, 보증금)를 JSON 형태로 응답하며, 현재 위치 정보를 함께 서버로 전송하여 서버에서 가장 가까운 무인회수기가 위치한 곳의 정보(지역, 브랜드, 지점, 주소, 전화번호, 위도, 경도)를 JSON 형태로 응답한다. 사용자의 스마트 디바이스에 JSON 정보를 가공하여 병 정보 및 가장 가까운 무인회수기 위치를 안내하는 화면을 구성할 수 있다.

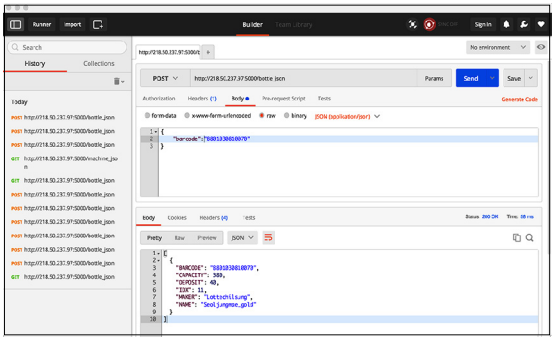

Fig. 4 Server Response with JSON Data

표 1은 병 정보 및 무인회수기 정보를 관리하기 위한 관리자 테이블을 나타낸다. 병 정보 및 무인회수기 정보를 관리하기 위한 관리자 테이블은 기본 키, 아이디, 비밀번호 필드로 구성되며 테이블 이름은 TB_ADMIN으로 지정하였다.

Table. 1 ADMIN Table Schema

Field	Type	ETC
IDX	INTEGER	PRIMARY KEY AUTO INCREMENT
ADMIN_ID	VARCHAR(20)	NOT NULL
ADMIN_PW	VARCHAR(255)	NOT NULL

표 2는 병 정보 테이블을 나타낸다. 병 정보 제공을 위한 테이블은 기본키, 바코드, 상품명, 제조사, 용량, 보증금 반환 가능여부, 보증금 필드로 구성하였으며 테

이블 이름은 TB_BOTTLE로 지정하였다.

Table. 2 TB_BOTTLE Table Schema

Field	Type	ETC
ID	INTEGER	PRIMARY KEY AUTO INCREMENT
BARCODE	VARCHAR(13)	NOT NULL
MAKER	VARCHAR(20)	NOT NULL
NAME	VARCHAR(20)	NOT NULL
CAPACITY	INTEGER	NOT NULL DEFUALT 0
DEPOSIT	INTEGER	NOT NULL DEFUALT 0

표 3은 무인회수기 정보 테이블을 나타낸다. 무인회수기 정보 제공을 위한 테이블은 기본키, 지역, 브랜드, 지점, 주소, 전화번호, 위도, 경도 필드로 구성하였으며 테이블 이름은 TB_MACHINE으로 지정하였다.

Table. 3 TB_MACHINE Table Schema

Field	Type	ETC
ID	INTEGER	PRIMARY KEY AUTO INCREMENT
LATITUDE	VARCHAR(20)	NOT NULL
LONGITUDE	VARCHAR(20)	NOT NULL
REGION	VARCHAR(20)	NOT NULL
BRAND	VARCHAR(50)	NOT NULL
BRANCH	VARCHAR(20)	NOT NULL
TEL	VARCHAR(15)	NOT NULL
ADDRESS	VARCHAR(100)	NOT NULL

3.4. 관리자 홈페이지

바코드를 이용한 병 정보 검색, 라벨 이미지 매칭을 통한 병 정보 검색, 무인회수기 위치 정보를 제공하기 위해서는 관리자 홈페이지가 필수적이다. 관리자 홈페이지를 통해 병 정보를 상시 업데이트 할 수 있으며 2017년 1월 이후 병 보증금 정보가 바뀌었을 때 쉽게 수정이 가능하도록 구현하였다. 그림 5는 관리자 홈페이지에서 병 정보와 무인회수기 정보를 관리하기 위한 화면이다. 검색을 통한 병 정보를 제공할 때 사용자의 GPS 위치 정보를 기반으로 가까운 무인회수기 정보를 함께 안내하기 위해서 위도와 경도를 함께 등록하게 된다.

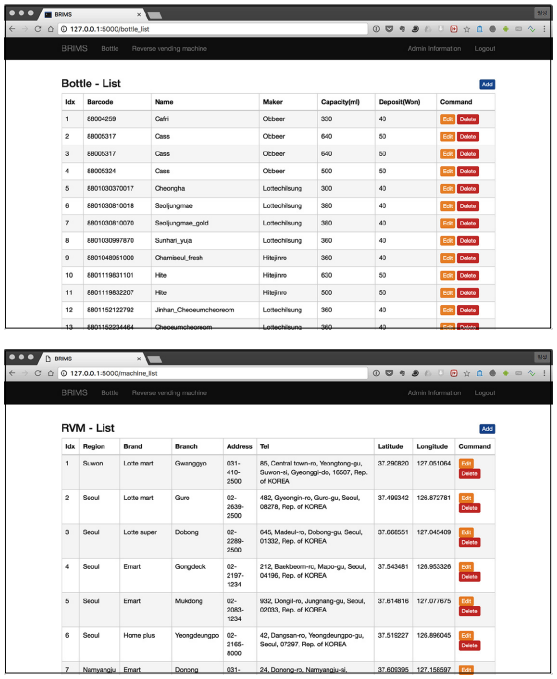

Fig. 5 Bottle Information Management and Reverse Vending Machine Information Management Screen

3.5. 스마트 디바이스용 애플리케이션

스마트 디바이스 애플리케이션의 기능은 크게 빈용기 정보 검색, 빈 용기 무인회수기 위치, 빈용기 보증금 제도 안내 메뉴로 이루어진다. 그림 6은 처음화면과 무인회수기 위치 안낸 화면을 보여준다.

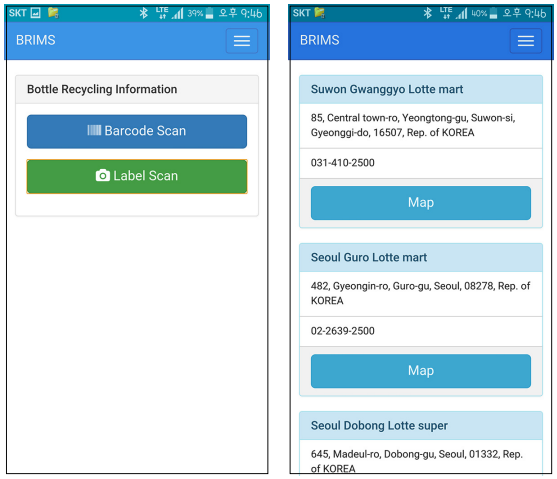

Fig. 6 Smart Device Application Screen

빈용기 정보 검색 화면에서는 바코드 스캔을 통한 바코드 검색, 빈용기 라벨 스캔을 통한 라벨 검색, 사용자가 제품명이나 바코드 정보를 직접 입력하여 빈 용기 정보를 검색하는 직접 검색 메뉴가 위치한다. 그림 7은 바코드 검색을 이용하여 빈 용기 정보를 검색한 화면이다. 빈 용기 정보와 함께 내 위치와 가장 가까운 무인회수기 위치를 안내한다.

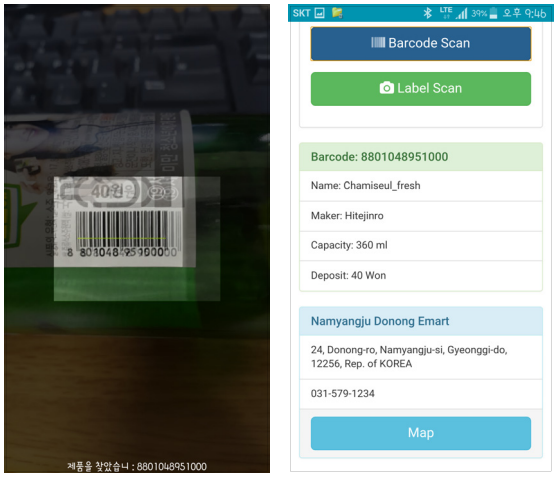

Fig. 7 Smart Device Application Screen with Barcode Scan

그림 8은 스마트 디바이스를 이용해서 라벨 검색을 하는 과정을 보여준다.

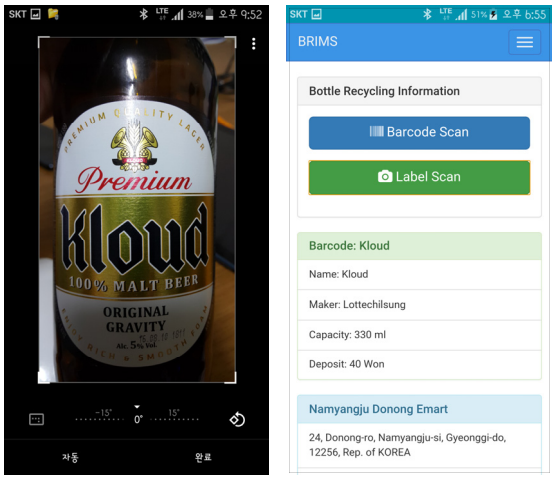

Fig. 8 Smart Device Application Screen with Label Scan

그림 9는 병 정보 검색에 사용되는 패턴 인식 알고리즘을 통해 매칭률이 가장 높은 상품 라벨을 찾아내는 과정 중에 서버에서 기록되는 로그 메시지를 보여준다.

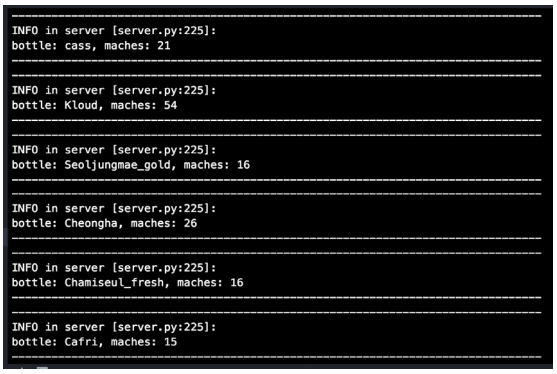

Fig. 9 Label Scan and Log Message on Server

Ⅳ. 결 론

전 세계적으로 환경보호를 위한 노력을 기울이고 있으며 에너지 자원을 절약하기 위한 일환으로 자원순환촉진을 위해 자원 재활용 관리를 위해 노력하고 있다. 우리나라 역시 자원순환촉진을 위해서 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률을 제정하여 에너지자원순환을 위한 노력을 기울이고 있다. 이를 위해서 빈용기 보증금 제도를 제정하고 있으며, 수도권 대형마트에 빈병 무인회수기를 설치하여 시범 운영하고 있다.

하지만 빈병 무인회수기가 국내 상용화가 되어 있지 않기 때문에 외국 기기를 도입하여 운영하고 있다. 또한 빈병 정보 제공을 위한 시스템 및 스마트 디바이스 애플리케이션이 존재하고 있지 않다는 문제점을 안고 있다. 본 논문에서는 빈병 보증금 제도에 대한 정보관리를 통해 자원순환촉진을 도모할 수 있는 관리 서버 및 스마트 디바이스 애플리케이션을 설계 및 구현하였다. 이를 통하여 관리자는 빈병에 대한 정보를 쉽게 제공할 수 있으며, 이용자는 스마트 디바이스를 이용하여 바코드 및 라벨 검색을 통해 쉽고 빠르게 빈병 정보 및 무인회수기 정보를 획득할 수 있다.

현재 무인회수기에 대한 안내가 환경부 홈페이지를 통해 안내되고 있지만 실제 운영이 중지된 곳도 있지만

이에 대한 안내가 이루어지지 않아서 이용자들이 많은 혼란을 겪고 있다. 또한 병에 대한 생산년월일에 따라서 같은 제품이라도 보증금이 다르지만 이에 대한 안내 역시 이루어지지 않고 있는 것이 현실이다. 제안 시스템은 현재 연구 진행 중인 빈병 무인회수기를 위해서 구현되었으며, 현재 운영 중인 독립형 무인회수기의 문제점인 인식 문제 및 정보 관리의 문제점을 개선하기 위한 중앙관리 시스템을 위한 연구 초석으로 평가할 수 있다. 향후 딥러닝 알고리즘을 적용하여 빈병 라벨뿐만 아니라 전체 사진을 분석하여 다양한 정보를 제공할 수 있는 시스템으로 확장 연구를 진행할 예정이다.

REFERENCES

[1] Y. J. Min, “An Energy Efficiency Analysis of Korea based on the Energy Dependence and Independence rate,” *International Commerce and Information Review*, vol. 16, no. 2, pp. 199-218, Mar. 2014.

[2] Y. P. Hong, U. Y. Kim, H. G. Shin, “Study on the Public Food Waste Recycling Facility Operation (Ⅱ) - Focusing on Improvement Plan -,” *Journal of the Korea Organic Resource Recycling Association*, vol. 24, no. 1, pp. 51-57, Mar. 2016.

[3] K. C. Lim, “A Study on Development of Evaluation Indicators to Collaborative Energy Saving Projects with NGO,” *Journal of Energy Engineering*, vol. 24, no. 3, pp. 142-149, Sep. 2015.

[4] J. H. Lee, C. H. Kim, “Development and Application of Environmental Convergency Education Prototype for Resources Recycling,” *Korea Science & Art Forum*, vol. 22, pp. 275-286, Dec. 2015.

[5] Y. S. Lee, N. K. Lee, H. J. Shin, “Korean Management Science Review Special,” *Korean Management Science Review Special*, vol. 31, no. 1, pp. 1-15, Mar. 2014.

[6] S. H. Jung, J. S. Ko, “Policy Suggestion for Expansion of Resource Recycling Complexes,” *Journal of The Korean Regional Development Association*, vol. 27, no. 5, pp. 81-102, Dec. 2015.

[7] Y. S. You, Y. S. Oh, S. H. Hong, S. W. Choi, “International Trends in Development, Commercialization and Market of Bio-Plastics,” *Clean Technology*, vol. 21, no. 3, pp. 141-152, Sep. 2015.

[8] W. J. Jung, J. H. Oh, D. W. Yoon, “Design and Implementation of Hybrid Mobile App Framework,” *Journal of The Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 16, no. 9, pp. 1990-1996, Sep. 2012.

[9] D. G. Lowe, “Fitting parameterized three-dimensional models to images,” *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 13, no. 5, pp. 441-450, June 1991.

[10] D. G. Lowe, “Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints,” *International Journal of Computer Vision*, vol. 60, no. 2, pp. 91-100, Nov. 2004.

정필성(Pil-Seong Jeong)

2004년 : 서울과학기술대학교 전자공학과(공학사)
2007년 : 광운대학교 전자통신공학과(공학석사)
2013년 : 광운대학교 전자통신공학과(공학박사)
2015년 10월 ~현재 : ㈜하트미디어 선임연구원
※관심분야 : 임베디드 시스템, WSN, WBAN

조양현(Yang-Hyun Cho)

1982년 : 광운대학교 전자통신공학과(공학사)
1985년 : 광운대학교 전자통신공학과(공학석사)
2012년 : 광운대학교 전자통신공학과(공학박사)
1987년 9월 ~ 1997년 8월 : LG정보통신 전송기술개발실 과장
1997년 9월 ~현재 : 삼육대학교 컴퓨터학부 교수
※관심분야 : 컴퓨터네트워크, 통신망(BcN), GMPLS