

영상 처리 기술을 이용한 재활용 분리기

장준범*, 김동진*, 박산희*, 조다훈*

*한국산업기술대학교 전자공학과

csi9509@kpu.ac.kr , kdj95061@kpu.ac.kr , parksanhee@kpu.ac.kr , dnfekgns@kpu.ac.kr

Recycling Separator Using Image Processing Technology

Jun-Beom Jang*, Dong-Jin Kim* , San-Hee Park* , Da-Hoon Jo*

*Dept of Electric Engineering, Korea Polytechnic University

요 약

본 논문은 기존의 분리수거 시스템에서 판매가 가능한 재활용을 편리하게 판매할 수 있도록 도와주는 재활용 분리기 시스템을 제안한다. 본 논문이 제안하는 주요한 특징은 다음과 같다. 첫째, 무게/카메라/모터 센서 등을 통해 재활용 분리기를 제어하고 라즈베리 파이와 서버 간 통신을 통해 알맞은 금액을 산출하여 현금으로 반환해준다. 둘째, 사용자가 판매하려는 재활용을 특정 물건으로 딥러닝 시키고, 해당 물건의 평균 추정 무게를 구축하여, 재활용의 인식 오류를 줄인다. 제안된 시스템은 IoT 기술을 접목함으로써 현대 사회에 1인 가구가 증가함에 따라 전 연령층을 대상으로 재활용품 분리 및 판매의 수고로움과 번거로움을 줄여주는 것을 목표로 한다.

1. 서론

사물인터넷(Internet of Things) 서비스는 사물 간의 상호작용을 유도함으로써 즉각적인 정보 전달과 이에 따른 상태 변화를 실현한다. 이에 따라 사물인터넷(Internet of Things) 기술은 많은 분야에서 다양한 서비스와 융합되어 시대적 흐름에 따라 바뀌고 있다.[1]. 이에 따라 재활용 분리 배출에 사물인터넷(Internet of Things)을 융합시킨 여러 논문들이 발표되고 있다. 논문[2]은 유리병 및 캔 재활용 분류기를 제안하였다. 이는 노트북과 PLC를 연결하여 전체 시스템을 제어하면서 근접센서와 포토센서를 이용해서 병의 높이를 측정해 크기별로 분류한다. 논문[3]은 바코드 인식을 기본으로 하면서 각 종류 별로 분리수거함이 존재하고 어플을 통해 포인트를 적립받는 것을 목표로 한다. 이에 본 논문은 무선으로 제어가 가능하며 즉석에서 동전으로 보상을 주며, 캔, 책, 소주병, 맥주병을 880장의 더 많은 이미지 데이터로 라벨링하여 영상인식으로 물건을 인식하고 처리하는 서비스로 제공함으로써 언급한 두 논문과 차별화된 기능을 부여해 더 나은 서비스를 제공하고자 한다.

본 시스템의 주요 특징은 크게 두 가지로 나눌 수

있다. 첫째, 무게/카메라/모터 센서 등을 통해 재활용 분리기를 제어하고 라즈베리 파이와 서버 간 통신을 통해 알맞은 금액을 산출하여 현금으로 반환해준다. 둘째, 사용자가 판매하려는 재활용을 특정 물건으로 딥러닝 시키고, 해당 물건의 평균 추정 무게를 구축하여, 재활용의 인식 오류를 줄이고자 한다.

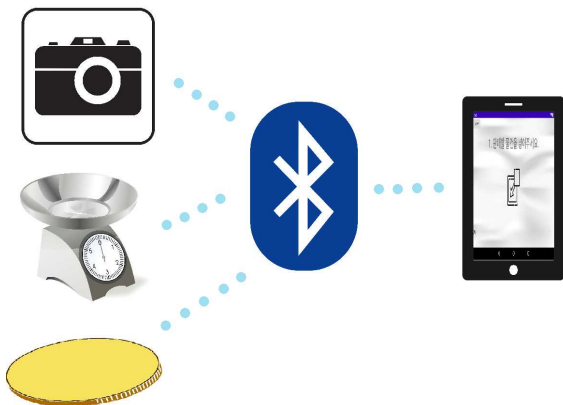
현재 1인 가구의 증가로 인해 한 가정 당 발생하는 소주병, 맥주병, 책, 캔 등이 증가하게 되면서, 분리수거에 노동과 시간이 많이 소요된다. 또한, 공동주택(아파트, 연립주택 등)이 아닌 단독 주택(다가구 주택)에 임차인으로 처음 입주하는 사람들은 재활용을 하는 장소나 종류를 모르는 경우가 많다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 편하게 분리수거를 하면서 현금도 받는 서비스를 제공하는 재활용 분리기를 제안한다.

2. 본론

2.1 시스템 구성도

그림 1은 본 시스템의 전반적인 구성을 도식화시킨 시스템 구성도이다. 재활용 분리기는 크게 물체 인식기, 물체 분류기, 동전 배출기 3가지로 구성되어 있다.

물체 인식기는 물건을 영상 인식하는 라즈베리 파이와 카메라 모듈, 물건의 무게를 재는 무게센서, 물체 인식기에서 물체 분류기로 물체를 이동시켜주는 컨베이어벨트와 서보모터로 구성되어 있다. 해당 검출 데이터는 라즈베리파이(Raspberry Pi)를 통해 아두이노(Arduino)를 거쳐 데이터 베이스에 저장된다. 물체 분류기는 물체가 들어오면 서보모터를 통해 물체에 해당하는 보관함으로 자동으로 분류해주고, 초음파 센서를 통해 보관함이 꽉 찼는지 여부를 알려준다. 동전 배출기는 해당 물체의 무게에 맞는 금액을 배출시켜준다.



(그림 1) 시스템 구성도

2.2 시스템 기능

본 논문의 시스템 기능은 크게 영상 인식을 통한 물체 인식, 자동 물체 분류, 해당 물체의 무게에 대한 금액배출, 관리자 권한의 통계 4가지를 제시한다.

첫째, 고객이 물체 인식기에 물체를 넣게 될 때 물체인식기에 부착된 라즈베리파이(Raspberry Pi)의 카메라 모듈을 통해 영상인식을 하여 해당 물체의 정보가 아두이노(Arduino)로 전송된다. 그리고 아두이노(Arduino)에 연결된 무게센서를 통해 물체의 무게 값을 측정하고, 무게 값과 물체 정보 값을 데이터베이스에 전송한 후, 컨베이어 벨트를 통해 물체를 물체 분류기로 보내준다.

둘째, 데이터베이스로 보내진 물체 정보 값을 토대로 서보모터를 움직여 물체를 해당 물체에 맞는 보관함으로 보내준다. 이 때, 초음파 센서를 통해 해당 물체의 보관함이 꽉 찼는지 알 수 있다.

셋째, 데이터베이스로 보내진 물체 무게 값을 토대로 해당 물체에 대한 무게 값이 동전 배출기를 통해 500원, 100원, 50원, 10원짜리 동전으로 반환된다.

넷째, 관리자는 재판매가 무엇이 얼마나 잘 되는지 확인하기 위해 통계 그래프를 활용할 수 있다.

이 때 통계에는 주간 통계, 일일 통계가 있고, 각 통계를 통해 해당 재판매가 분리가 주간 별, 일일 별로 재판매가 얼마나 많이 일어났는지 알 수 있다.

2.3 모바일 흐름도

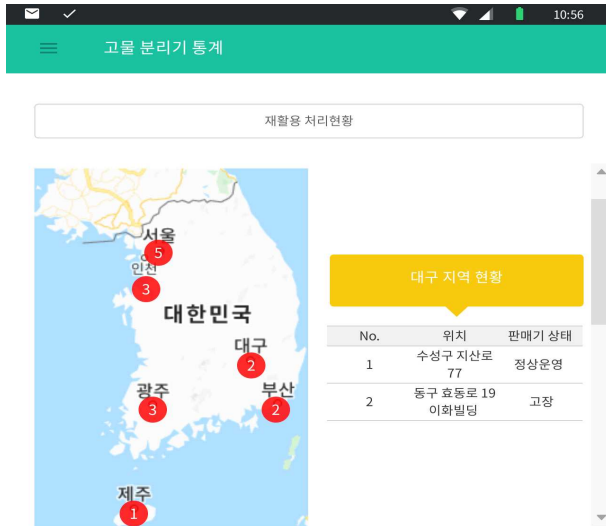
그림2는 전반적인 모바일 흐름 과정을 도식화한 것이다. 모바일 앱의 전반적인 구성은 크게 관리자용, 고객용으로 나누어진다.

관리자용의 경우, “Admin”계정만 접근 가능하며 그림2에 해당한다.

먼저 그림2-1의 ‘재판매가 처리 현황’기능이 있는데, 한반도에서 시를 클릭하면 구단위별로 고물 수거기 댓수와 리스트를 알 수 있다. 그리고 그림2-2의 ‘지역별 고물 판매 인기도’기능을 통해 시단위별로 연간 지역별 고물 수거량과 실제 수거량의 평균값을 비교하고 이에 따른 실제 운용 기기와 추천 운용 기기를 알려준다. 여기서 추천 운용 기기는 국가 차원에서 관리하면서 그림 3-1의 인구대비 처리기 배포와 수거량에 따른 소량 조절이 필요하기에 있다.

두 번째로는 그림2-3의 ‘재판매가 구매 현황 및 구매 금액 관리’ 기능이 있는데 먼저 연도별 필요 수거량을 정한다. 그리고 이에 미치지 못한 경우 고물 구매 금액을 높인다. 여기서 그림3-2의 구매 금액 알고리즘은 1,2,3,4분기를 정하여 추천금액을 알려주는 형식으로 진행되는데, 추천 금액은 세 가지 경우로 나뉜다. 현재 수거량이 각 필요 수거량보다 크거나 같을 경우, 작을 경우, 총 필요 수거량보다 클 경우가 있다. 먼저 필요 수량을 4로 나눠서 각 분기마다 필요수량을 나눈다. 그리고 추천금액은 현재수량이 이전 분기 필요수량보다 크거나 같으면 가중치를 두지 않고 현재금액 그대로 간다. 그러나 현재수량이 이전 분기들의 필요수량보다 작으면 1분기당 10% 가중치를 추가시킨다. 그런데 현재수량이 총 필요수량(4분기 필요수량)보다 높을 경우에는 그림 2-3의 캔처럼 구매 불가 표시가 뜬다.

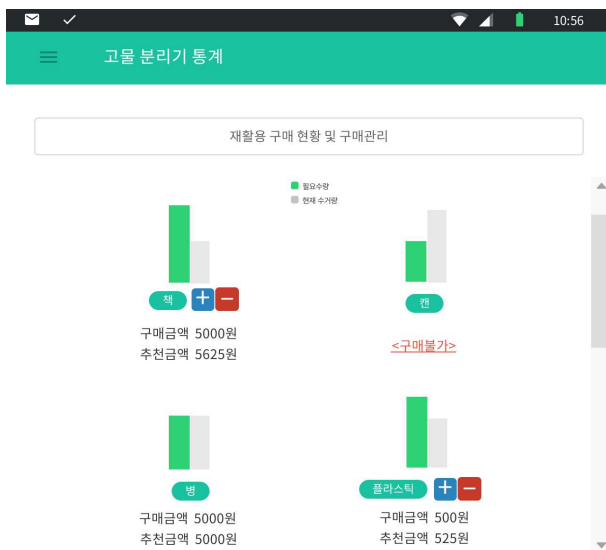
고객의 경우, 2.4의 H/W 흐름도의 진행을 매끄럽게 해주는 역할을 하는데, 처음의 시작하기와 마지막의 동전 배출하기 버튼을 제외하고는 그대로 따라 하거나 하면 된다. 처음에 물체인식기에서 물체 인식을 시작한다는 안내 문구를 시작으로, 중간에는 물체분류기에서 물체가 분류되는 과정, 마지막에는 동전배출기에서 동전이 배출되는 과정까지 모든 과정에 대해서 자세히 안내해주는 안내문 역할을 해준다.



(그림 2-1) 재활용 처리현황



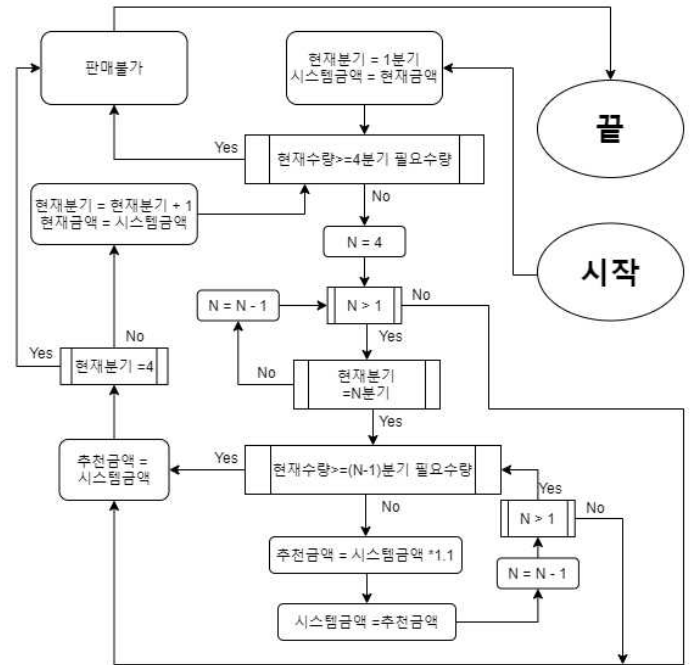
(그림 2-2) 지역별 고물 판매 인기도



(그림 2-3) 재활용 구매 현황 및 구매 관리

행정구역	생활폐기물 일일 발생량(t/일)	면적(km²)	면적대비 발생량(t/km²)	거주민구	거주민구대비발생량(t/명)
포항시	24,676.00	1,128.78	21.86077003	514,755	0.047937368
경주시	1,858.60	1,324.43	1.403320674	267,098	0.006958495
김천시	1,380.10	1,008.82	1.368033941	136,136	0.010137656
안동시	1,029.10	1,521.26	0.676478708	167,886	0.006129755
구미시	3,036.60	615.53	4.93	404,920	0.007499259
영주시	578.3	669.05	0.864359913	113,926	0.005076102
영천시	1,058.60	920.59	1.15	105,102	0.01007212

(그림 3-1) [4]인구대비 처리기 배포와 수거량



(그림 3-2) 구매금액 알고리즘

2.4 H/W 흐름도

그림 4는 검출 데이터에 따른 H/W 흐름을 도식화한 것이다. 먼저 물체 인식기에 물건을 넣기 전에 보관함이 꽉 찼는지부터 확인한다. 그리고 보관함이 가득 차 있으면 그 자리에서 바로 끝내고, 안 차있으면 물체 인식기에 물체를 투입한다. 그리고 라즈베리파이와 연결되어 있는 카메라 모듈을 통해 물체를 인식한다. 그런 뒤, 해당 물체 보관함이 가득 찼는지 확인하고, 해당 보관함이 가득 차있으면 끝내고, 안 차 있으면 무게를 인식한다. 그런 뒤, 서버에 물체 인식 값과 무게 인식 값을 전송한 뒤, 해당 무게가 정상 무게 안에 있으면 컨베이어벨트를 통해 물체를 물체 분류기로 이동시키고, 그렇지 않으면 그 자리에서 끝낸다. 그런 뒤 물체 분류기에서 서버모터를 통해 해당 물체 보관함에 맞게 자동으로 물체를 분류한다. 마지막으로 서버에서 해당 물체의 무게에 대한 가격을 계산해서 동전을 계산된 가격만큼 배출한다. 추가적으로 보관함이 꽉 찼 시 액추에이터를 이용해 자동으로 해당 보관함이 밖으로 빠져나와서 보관함을 비우기 편하게 해준다.



(그림 4) H/W 흐름도

3. 구현 결과

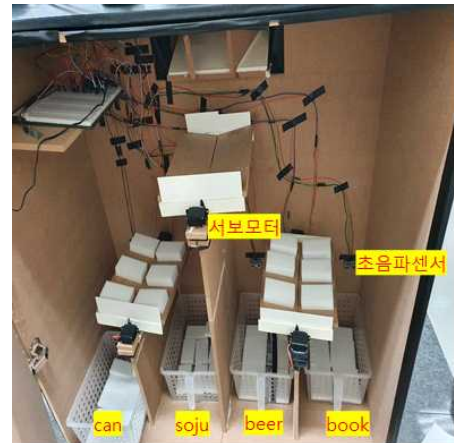
그림 5는 개발 완료된 재활용 분리기의 각 하드웨어 별 전반적인 형태를 나타낸다. 2.1의 시스템 구성도에서 언급했던 것처럼 본 제품은 3가지 하드웨어로 나누어져 있다. 핵심 모듈로는 물체 인식기의 라즈베리파이의 카메라 모듈과 컨베이어 벨트, 물체 분류기의 서보모터, 동전 배출기의 동전함이다. 무게는 최대 5kg까지 정확한 측정이 가능하고 영상인식이 끝나면 컨베이어 벨트를 통해 물체가 물체 분류기로 이동된다. 그리고 물체 분류기에서 서보모터를 통해 좌우로 움직이면서 해당 보관함에 해당 물체를 넣어주고 초음파 센서를 통해 물체 보관함이 가득 차 있는지 확인한다. 마지막으로 동전 배출기에서 서보모터를 움직여 동전을 1개씩 배출한다.



(그림 5-1) 물체 인식기



(그림 5-2) 동전 배출기



(그림 5-3) 물체 분류기

4. 결론

본 논문의 궁극적인 목표는 인간의 실생활에 기존에 필요하던 수작업을 자동화시킴으로써 좀 더 편안한 삶을 추구할 수 있도록 함에 있다. 그리고 본 논문에서 제시한 재활용 분리기기는 이러한 목표를 실질적으로 구현한 개발 제품이다. 제시된 제품을 통한 서비스를 고객에게 제공함에 따라 기존에 필요하던 재활용 분리 수작업 절차가 간소화되어 노동과 시간이 줄어든다. 또한 갈수록 1인 가구가 증가함에 따라 소량의 재활용을 자동으로 분리수거해주는 편안함과 돈도 얻을 수 있는 일석이조의 상황에 길거리 쓰레기 감소를 통한 환경 보존과 재활용을 통한 재생 섬유의 생산이라는 기대효과를 생각할 수 있다.

Acknowledgement

본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

- [1] 이덕희, 정진교, 강건우, 권홍균, 김하얀, 이성천, 김준무, “메신저 기반의 IoT 단말 관리 플랫폼 개발”, 2016, 한국정보과학회 학술발표논문집
- [2] 최상준, 이승준, 박성환, 유종규, 노경부, 이돈규. (2013). 유리병 및 캔 재활용 분류기 설계. 대한전기학회 학술대회 논문집, (), 59-60.
- [3] 남승윤, 김민재, 김운원, 김예지. (2016). IoT를 활용한 재활용 분리 배출 시스템 . Design Convergence Study 59 Vol.15. no.4 (2016.8)
- [4] 국가 통계 포털 (kosis) 자료 (.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuId=M_01_01&vwcd=MT_ZTITLE&parmTabId=M_01_01#SelectStatsBoxDiv)