

자동 쓰레기 집하 시설용 종량제 봉투 인식 장치 설계 및 제작

김계국*, 서창욱**

Design and fabrication of a standard plastic garbage bag recognition system at automatic garbage facility

Gye Kuk Kim*, Chang Ok Seo**

요약

현대 사회는 환경에 대한 관심을 많이 가지고 있다. 특히 먹거리가 풍부해지면서 음식물 쓰레기량이 더욱 늘고 있다. 이를 처리하기 위해 전 세계적으로 많은 고민을 하고 있다. 국내에서는 이를 줄이기 위해 쓰레기 종량제 봉투를 사용하여, 쓰레기를 정해진 양만큼 버리도록 하고 있어 연간 배출되는 쓰레기량을 줄이고 있다.

하지만 쓰레기 종량제 봉투를 사용하지 않고 일반쓰레기 봉투에 음식물또는 일반쓰레기를 넣어 쓰레기를 버리는 경우가 종종 있다. 이를 해결하기 위해 본 문에서는 쓰레기 종량제 봉투를 인식할 수 있는 인식장치를 개발하였다.

이 인식장치는 종량제 봉투를 인식함과 동시에 봉투의 재사용을 못하도록 하고 있다. 이 인식장치는 쓰레기 자동 집하장치에 적용될수 있으며 인식오차율은 1% 내로 정확성을 얻었다.

▶ Keywords : 음식물 쓰레기; 인식 장치; 종량제 봉투

Abstract

Today many people are greatly interested in the environment. Especially increasing affluent of food causes a great amount of food waste. To handle this effectively, we now have a lot of problems of disposing garbage all over the world.

In Korea , in order to reduce this garbage, we should use a standard plastic garbage bag in which we have to throw away our garbage. So it has an effect on significantly reducing the waste amount every year.

• 제1저자 : 김계국 • 교신저자 : 서창욱
• 투고일 : 2012. 04. 02, 심사일 : 2012. 07. 06, 게재확정일 : 2012. 08. 30.
* 강릉원주대학교 정보통신공학과
** 남서울대학교 전자공학과
* 이 논문은 2011년도 강릉원주대학교 교수 연구년 연구지원에 의하여 수행되었음.

Now, there are a lot of cases that residents use several times a standard plastic garbage bag.

The purpose of this study is to develop the recognition device preventing the re-cycling of a standard plastic garbage bag. As a result, we obtain 1% error rate

▶ Keywords : food waste; recognition system; standard plastic garbage bag

I. 서 론

현대 사회는 환경에 대한 관심을 많이 가지고 있다. 특히 쓰레기는 도시가 발전해 가면서 더욱 배출량이 늘고 있다. 이를 처리하기 위해 전 세계적으로 많은 고민을 하고 있다. 국내에서는 이를 줄이기 위해 쓰레기 종량제 봉투를 사용하여 쓰레기를 정해진 양만큼 버리도록 하고 있어 연간 배출되는 쓰레기량을 근본적으로 줄여 나가고 있다.

쓰레기를 부주의하게 방치하면 물의 오염을 통해서나, 파리·쥐 등의 생존조건을 제공하게 되고 수백 년 동안 발병의 원인이 되어왔다. 예를 들면 돼지들이 음식물 쓰레기를 먹기 때문에 이로 인해 선모충병을 앓게 되고, 이 고기를 먹은 인간이 병에 걸리게 된다. 20세기초 영국에서 이러한 병의 전파를 막기 위해 쓰레기를 열처리하기 시작했고 산업화로 인해 1인당 쓰레기의 양도 급증하게 되었다.

음식물 쓰레기는 환경은 물론 가정에서도 큰 골칫거리이다. 먹을 때는 맛있는 음식이지만 보관에 소홀히 하면 악취와 벌레가 날리는 쓰레기로 바뀌고, 건강에도 악영향을 주기 쉽다.

가정의 위생을 위해, 환경을 위해 음식물 쓰레기를 잘 처리하는 지혜가 필요하다. 오늘날 각 가정에서 나온 쓰레기 봉지를 일일이 손으로 치우거나, 그 부피를 줄이기 위해 압착기를 설치한 수거차가 가져간다. 국민들이 편리하고 환경적으로 쓰레기를 처리하기 위해 종량제가 도입되었다. 쓰레기를 배출하는 양에 따라 버린 만큼 배출자가 처리비용을 내는 쓰레기 종량제가 시행되고 있다.

그 동안에는 적게 내던지 많게 내던지 같은 수수료를 냈지만 이제는 각 가정마다 수수료가 일정치 않게 된다. 음식물 쓰레기 종량제 방식은 크게 3가지로 분류된다. 무게에 따라 요금이 부과되는 '자동 계량장비(RFID) 방식'과 납부칩 또는 스티커를 구입해 수거 용기에 부착해 배출하는 '납부칩·스티커제', 구입한 전용 봉투에 넣어 배출하는 '전용봉투제' 등이다. RFID 방식은 개인 정보가 담긴 카드를 수거함에 찍으면 음식물 쓰레기 배출구가 열리고, 쓰레기 무게에 맞게 요금이 자동 산출 부과되는 방식이다.

스티커 방식은 공용주택의 경우 120ℓ 공용 수거함이 가득 채워지면 유료 스티커를 붙여 이를 수거하는 방식이다.

하지만 근래에 들어 쓰레기 수거 장치가 자동화되면서 쓰레기 봉투 사용여부를 확인 할 수 없어 쓰레기봉투사용률이 줄어 들고 있는 실정이다. 이를 해결하기 위해 쓰레기 봉투에 코드가 입력된 태그를 부착하여 쓰레기 봉투 사용여부를 자동으로 인지하여 쓰레기 투입구에 버릴수 있도록 처리하고 있다.

본 논문에서는 태그에 코드를 넣어 쓰레기 종량제 봉투에 부착한 후 인식장치를 통해 태그의 코드를 비접촉으로 읽도록 설계하였다. 그 이유는 태그가 음식물 등 이물질에 오염되거나 우천 또는 안개에 노출된 상태에서 인식장치에 접촉되면 오류가 발생한 점을 고려하여 비접촉 인식토록 설계하였다.

이 본문의 핵심은 한번 사용된 종량제 봉투는 다시 사용할 수 없도록 태그와 인식장치를 설계 제작 하는데 있다. 이를 위해 쓰레기통의 투입구가 닫히기 전에 태그(마그네틱 테이프)에 기록된 데이터는 전자석원리를 이용하여 완전히 삭제토록 하였다. 따라서 각 가정에서 사용하는 종량제 봉투의 재사용을 막아 이용률을 근본적으로 높게 되었다. 본 논문의 2장에서는 관련 연구 3장에서 인식장치설계 4장에서 실험 내용을 기술하였다.

II. 관련 연구

우리가 사용하고 있는 쓰레기 종량제 봉투는 음식물을 담고 있어 이물질이 많이 붙기 때문에 사용자의 주의가 필요하다.

따라서 쓰레기통의 투입구는 햇빛이 잘 들고, 통풍이 잘 되는 곳에 설치가 되어야 하며 종량제 봉투의 인식장치가 온도, 습도, 황사, 성애 등 주위 환경에도 강해야 한다.

이런 연구 목적에 따라 RFID, 바코드, RF-EAS 방식 등에 대해 실험을 하였으나 RFID는 인식률은 좋으나 가격이 비싸 사용이 어렵고, 바코드는 인식을 저하로 인해 적용이 어려웠다. RF-EAS도 좋은 방안이나 이것도 비싼 것이 단점이다.

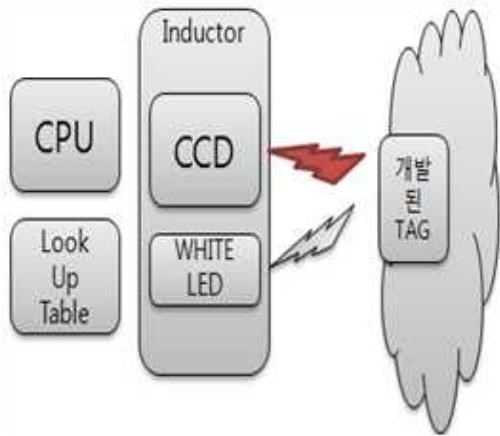
따라서 본 연구에서 가격이 저렴하고, 부착이 쉬우며, 인식을 높일 수 있는 태그를 제안 하게 되었다. 개발한 태그는 비철금속에 컬러를 도장하여 컬러에 따라 일반쓰레기와

음식물쓰레기를 구별하여 투입구를 자동 개폐 할 수 있도록 설계 되었다.

색깔을 구분하기 위한 기존의 연구는 다음과 같다.

백색은 한 개의 파장만 가지고 있는 것이 아니라 여러 파장이 섞여 그 빛을 낸다. 이 빛을 프리즘에 통과 시키면 여러 파장대로 나누어지는 것을 알 수 있다. 백색 빛을 뿌연 유리를 통과 시킨 후 스펙트럼을 분석하면 뿌연 유리를 통과 시키지 않은 빛의 스펙트럼과 같게 나타난다. 다시 말해 빨간색 빛은 어떠한 환경에서도 자기가 가지고 있는 고유의 빛의 성질을 잃어버리지 않고 그대로 보존 한다. 다만 특정 빛을 제거하기 위해 필터링하지 않는 조건에서만 적용되는 이론이다.

본 논문에서는 노상에 설치 운영되고 있는 쓰레기통 투입구 개폐를 위해 이런 빛의 성질을 종량제 봉투 인식장치에 적용하였다. 연구된 쓰레기봉투 인식장치는 빨간색, 노란색, 파란색 등의 3색을 인식할 수 있도록 하고, 컬러와 비철금속이 동시에 접근되어야 투입구가 열리도록 하였다. 비철금속은 주로 알루미늄을 사용하며, 알루미늄에 컬러를 도장하여 태그를 제작하였다.



[그림1] 인식장치 구성도
[Fig1.] Recognition device configuration

그림1은 본 연구에 사용된 인식장치의 구성도이다. 록업테이블(look up table)에 저장된 컬러패턴과 CCD를 통해 읽어들이는 컬러를 비교하여 유사컬러가 근접되었는지를 비교하고 인덱터에 의해 태그에 비철금속이 있는지를 분석한다. 이 두 조건이 만족되었을 때 투입구가 열리게 되어 사용자는 봉투를 버리게 된다.

본 연구에 설계된 인식장치와 태그는 비접촉으로 작동되도록 되어 있어 태그에 이 물질이 붙어 있어도 인식이 가능한 장점을 가지고 있다.

III. 인식장치 설계

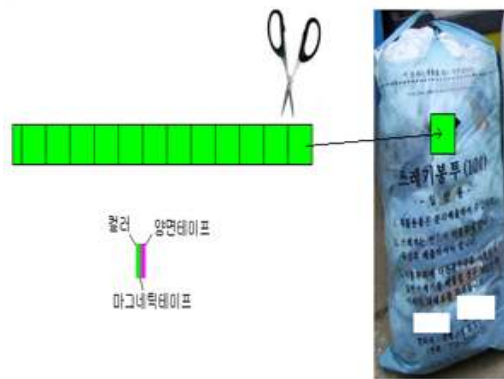
기존 연구는 비철금속과 컬러인식 장치만을 이용하여 종량제 봉투 여부를 판단하였다. 이 두 가지 매질의 상태를 확인하여 투입구를 열어주는 장치는 주민들이 종량제봉투를 사용하도록 유도 하는데 큰 도움을 주었으나 일부 주민들은 종량제 봉투에 붙어있는 태그만 오려서 재사용하는 경우가 종종 있다.

그래서 본 연구는 태그를 한번만 사용할 수 있도록 내부에 컬러와 마그네틱 테이프를 결합하여 컬러는 일반쓰레기와 음식물쓰레기를 구별하는 역할을 하고 마그네틱 테이프는 태그의 사용여부를 판독하도록 설계하였다.

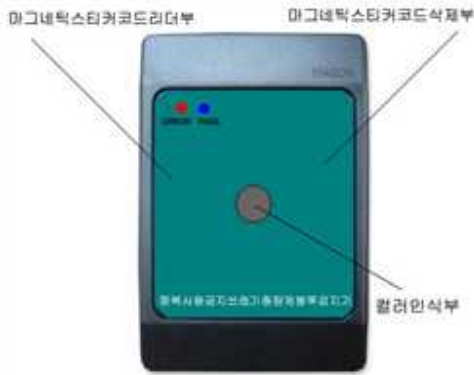
일반적으로 마그네틱 테이프는 접촉식으로 사용을 하고 있으나 쓰레기봉투를 접촉식으로 사용하게 되면 태그에 이물질이 붙어 있을 경우 인식장치가 판독을 못하는 경우가 발생되어 이를 근본적으로 해결하기 위해 비접촉식 인식장치를 개발하게 되었다. 한편, 마그네틱 테이프의 자성은 아주 미약하여 인식장치에 접촉되지 않으면 기록된 데이터를 읽을 수 없다.

따라서 본 논문에서는 이 마그네틱 테이프를 비접촉으로 읽어 들이고 데이터를 삭제할 수 있도록 고안하였다.

그림2와 같이 본 연구에 의해 제작된 태그를 종량제 봉투에 적당한 크기로 부착하여 이 태그를 그림3의 인식장치로 데이터를 읽어 투입구를 열어주도록 하였다.

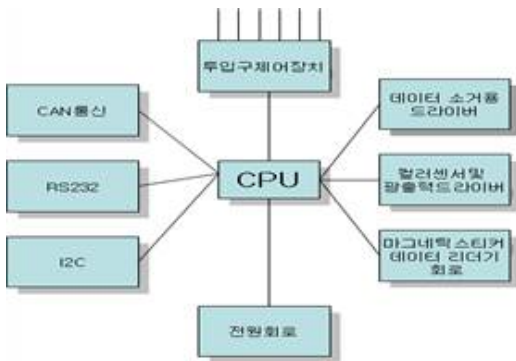


[그림2] 태그부착방법
[Fig2] Tag attachment method



[그림3] 인식장치
[Fig.3] Recognition device

그림4처럼 태그의 데이터를 읽고 분석하기 위해 인식장치는 CPU를 중심으로 하여 데이터 소거, 컬러 센서 및 광출력 드라이버, 마그네틱 스티커 데이터 인식회로, 투입구를 제어하는 제어장치, 중앙 집하장으로 데이터를 송출하는 CAN통신 등으로 구성되어 있다.



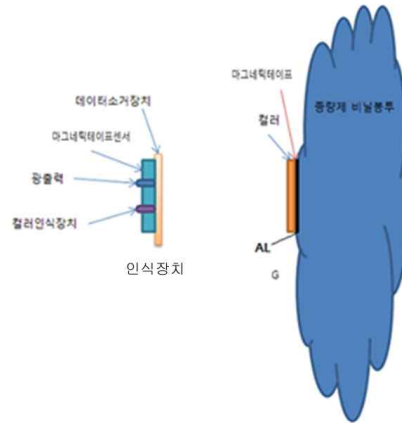
[그림4] 인식장치 블록도
[Fig.4] Recognition device block

그림5와 같이 인식장치의 구성은 마그네틱 테이프 데이터 소거장치와 마그네틱 테이프 센서, 광출력장치, 컬러 인식장치 등으로 이루어져 있고, 봉투에 붙이는 태그는 알루미늄판에 마그네틱 테이프를 붙이고 컬러스티커를 붙였다.

본 연구에서 제작된 태그를 종량제 봉투에 붙여 인식장치에 근접시키면 인식장치의 마그네틱 센서에 의해 태그의 마그네틱 테이프의 데이터를 읽히게 된다.

마그네틱 테이프의 데이터와 인식장치에 저장된 데이터가 같고, 태그의 컬러와 인식장치의 컬러 데이터가 같을 때 인식장치는 마그네틱테이프 데이터를 삭제하게 된다.

테이프의 데이터가 삭제됨과 동시에 쓰레기 투입구가 열리게 되며 이 때 사용자는 투입구에 종량제봉투를 투입하게 된다. 이 일련의 과정은 0.5초 이내에 인식이 이루어지고 있다.

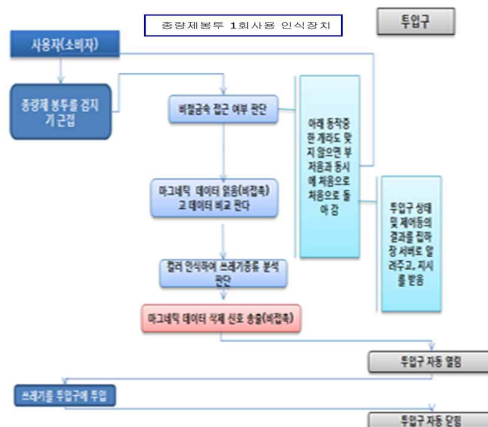


[그림5] 인식장치 및 태그구성
[Fig.5] Recognition device and tag configuration

프로그램 알고리즘을 좀 더 자세히 설명하면 그림6과 같다.

사용자가 종량제봉투를 인식장치에 근접시키면 인식장치는 태그의 비철금속을 감지하여 인식장치를 작동시키게 된다.

인식장치는 태그의 마그네틱 부분의 데이터를 읽어 저장된 데이터와 같고, 태그의 컬러와 인식장치의 컬러 데이터가 같으며 태그의 마그네틱 데이터를 삭제한 후 투입구를 열어 주어 사용자가 쓰레기를 버리도록 한다.



[그림6] 인식 시스템 흐름도
[fig.6] Flowchart of Recognition System

IV. 실험 및 결론

현재 종량제 봉투 인식장치는 바코드 인식장치와 RFID방식이 있으나 바코드 태그를 종량제 봉투에 붙여 사용할 경우 바코드 인식장치를 노상에 설치할 경우 가시광선으로 인한 인식을 저하가 급격히 발생하여 적용되기 힘들며, RFID방식을 종량제봉투에 붙일 경우 단가가 너무 비싸 사용이 불가능하여 본 논문에서는 비교되지 않았습니다.

본 연구에서 개발된 인식장치와 태그를 실험하기 위해 2개의 쓰레기통을 설치하였다.

실험환경을 노상에 설치되어 자연적인 자연환경에서 직사광선, 비, 눈, 습도 등에서 적용 실험을 하였다.

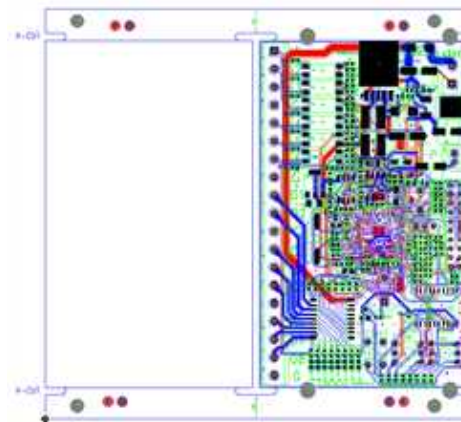
개발된 태그 100장을 쓰레기 봉투에 붙이고, 인식장치를 투입구에 부착하여 각 태그에 대해 50회씩 반복하여 인식장치의 동작 상태를 검증을 하였다.

총 5000회 인식장치 작동 시험 중에 50번의 읽기 불량 발생하였다. 본 연구에서는 비접촉으로 마그네틱 데이터를 읽는데 성공은 하였으나 100%의 인식을 얻지는 못하였다.

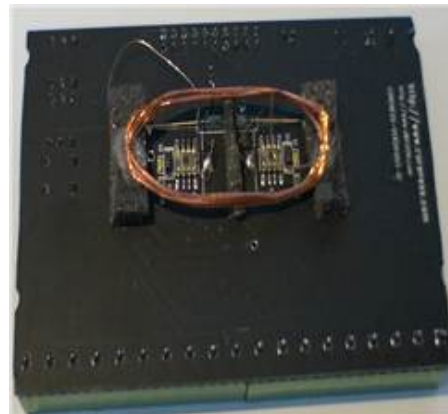
그림7은 본 논문에 의해 개발된 태그와 인식장치가 장착된 쓰레기통을 나타낸다.



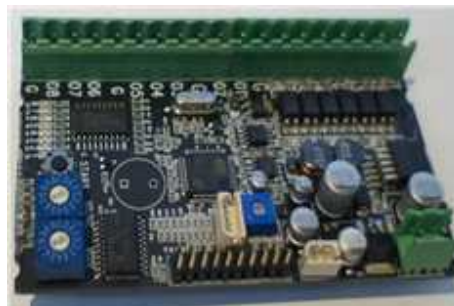
[그림7] 장착 시험
[Fig5] Mounting test



(a) 실험에 사용된 PCB 아트워크
(a)PCB artwork used in the experiments



(b) 실험에 사용된 센서
(b)Sensor used in the experiments



(c) 실험에 사용된 제어장치
(c)Control devices used in the experiments

[그림8] 인식장치
[Fig8.] Recognition device

그림8은 본 논문에 의해 개발된 인식장치로써 기존의 종량제 봉투 인식장치에 비해 태그의 재사용이 불가능 하도록 설계 되어 있어 종량제봉투의 재사용을 근본적으로 해결하고 있다. 태그 가격이 저렴하며, 종량제 봉투에 부착이 가능하여 사용자가 투입구 개폐용 카드를 지참하지 않아도 되며, 다른 기술에 비해 네트워크 망구조, DB관리 등을 하지 않아도 되어 설치 비용이 아주 저렴하다.

계 목	A편	B편	C편	D편	본 논문에 제안한 방안
검지방식	배열식	RF-ID	RF-IDAS	종량제봉투용	RF-IDAS-일회용배열식
TAG	봉투부착	사용자소재	봉투부착	봉투부착	봉투부착
TAG인식가능	없음	가능	없음	없음	없음
구성	망구조적합	망구조적합	독립,간선	독립,간선	독립,간선
노성 사용여부	불가	가능	가능	가능	가능
수문에 대한 인식률	약함	중간	중간	강함	강함
시설비용	고가	고가	저가	저가	저가
TAG비용	저가	고가	고가	저가	저가
1회 사용가능	가능	가능	불가	불가	가능

[그림] 본 연구의 검지 방식
[Fig.9] Detection method of this study

앞으로의 과제는 쓰레기통을 현장에 설치하기 위해서는 현장에서 발생된 오류에 대한 수정 보완이 좀 더 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참고 문헌

[1] Paju automatic garbage facilities construction work. Plant and construction case, Journal of plant Vol 38 No 5,(may. 2009) pp.27-36 1229-6430 listed KCI Korea Air-Conditioning and Refrigeration, May. 2009.

[2] The basic principles of light, Korea Electronic and Telecommunications Industry Research Institute, Hanchongra Jan. 1984.

[3] A study on the optimal size of the automatic waste facility at the land development distric, JY Lee. Korean Fluid Machinery Association, July. 2009.

[4] RF shower system use of power supply for recognized Distance Increase from the low-power

RFID system, JW Jeong, other, The Korean Institute of Electrical Engineers, may. 2006.

[5] M. Klotz and H. Roohling, "24GHz radar sensors for automotive application", Journal of Telecommunication and Information Technology, Vol.4, pp.11-14, April. 2001.

[6] K. Baur, M. Mayer, V. Rack, D. Vogel, and T. Walter, "Angular measurements in Azimuth and Elevation using 77GHz Radar Sensors", Proceedings of the 7th European Radar Conference, pp. 184-187, sept. 2010.

저 자 소 개



김 계 국
 1954년 : 제주도 우도 출생
 1980년 8월 : 건국대학교 대학원
 전자공학박사과정(박사과정)
 2012년 8월 현재 : 강릉원주대학교
 정보통신공학과 교수
 관심분야 : 초고주파소자, 빌딩자동화
 전자우편 : wood123@gwnu.ac.kr



서 창 옥
 2001년 : 건국대학교 대학원
 전자공학과 박사과정수료
 2003년~2012년 9월 현재 :
 남서울대학교 전자공학과 겸임교수
 관심분야 : 인지과학, 천문장비, 빌딩자동화, 산업기기
 전자우편 : logimason@daum.net