

https://doi.org/10.7236/JIIBC.2022.22.3.75
JIIBC 2022-3-12

투입구 기능 개선을 통한 음식물쓰레기종량제 활성화 방안에 관한 연구

A study on the Activation Methods of Food Volume Meter by improving the Inlet Function

김용일*, 김승천**

Yongil Kim*, Seungcheon Kim**

요 약 정부의 배출자 부담 원칙에 따라 배출량에 비례하여 수수료를 차등 부과하는 RFID 기반 음식물폐기물 종량제가 2012년 전면 시행되었다. 2018년말 기준 전국 149개 지자체, 공동주택 아파트를 기준으로 약 40%의 보급률을 보이고 있다. 장비 도입으로 약 20~30%의 감량 효과가 나타났다. 이와 더불어 기존 장비들에 대한 문제점도 나타나기 시작하였다. 본 연구는 이러한 투입구의 근본적인 문제점의 해결책으로 기존에 나와 있는 기술들을 응용하고 통합하여 개선하고자 하였다. 즉, 음식물쓰레기 종량기 내부의 음식물쓰레기통 안쪽으로 호퍼를 깊숙이 들어가도록 설계를 변경하여 음식물쓰레기가 만수가 되어 수거통 교체 시 원활하도록 고안하여 음식물쓰레기종량기 주변 환경을 개선하고자 한다.

Abstract Under the government's principle of paying for emissions, the RFID-based pay-as-you-go system, which charges fees in proportion to emissions, was fully implemented in 2012. As of the end of 2018, the penetration rate is about 40% based on 149 local governments and multi-family apartments nationwide. The introduction of equipment showed a reduction effect of about 20-30%. Problems with existing equipment also began to appear. This study tried to improve by applying and integrating the existing technologies to solve the fundamental problems of these inlets. In other words, the plan is to improve the environment around the food waste meter by changing the design so that the hopper goes deep into the food waste bin inside the food waste meter so that the food waste becomes full and is designed smoothly when replacing the collection container.

Key Words : elevating device, food waste, hopper, IoT, metering machine, RFID

1. 서 론

현대 사회는 급격한 산업발전과 식습관의 변화로 외식 문화 등이 증가하면서 음식물쓰레기에 대한 배출도 꾸준히 늘어나고 있다^[1]. 이로 인한 사회적·경제적 이슈화가

되고 있다. 이를 줄이기 위해 2012년 음식물쓰레기 배출량에 따른 음식물쓰레기종량제가 전면 시행 의무화가 시작되었다. 정부의 배출자 부담원칙에 따라 배출량에 비례하여 수수료를 차등 부과하기 위한 음식물쓰레기 개별 계량기가 필요하게 되었고 이에 배출량에 따라 요금부

*정회원, 한성대학교 스마트융합건설링학과

**정회원, 한성대학교 IT융합공학부

접수일자 2022년 4월 5일, 수정완료 2022년 5월 5일

게재확정일자 2022년 6월 10일

Received: 5 April, 2022 / Revised: 5 May, 2022 /

Accepted: 10 June, 2022

*Corresponding Author: kimsc@hansung.ac.kr

Dept. of IT Convergence Eng., Hansung University, Korea

과가 가능한 세대별, 거점별, 용기별 배출원을 식별 가능한 RFID(Radio frequency identification) 기반 음식물류폐기물 종량제들이 등장하기 시작하였다^[2]. 해당 장비들은 환경부 규정에 따라 각 업체별로 개발 설치를 하여 기존 대비 20~30%의 실제 음식물쓰레기 감량 효과를 보았다^[3,4]. 2년 이상 된 아파트 3곳을 조사하여 월 단위를 분석한 결과 1인당 1일 평균 월 단위 발생량은 2016년에 0.140kg/인·일, 2017년에 0.134kg/인·일로 산출되었으며, 2년 평균은 0.137kg/인·일로 나타났다^[5-8]. 하지만 홍보 부족으로 인한 사용자들의 인식 부족과 한국환경공단의 기본 규격에 따라 개발하여 충분한 실험과 테스트 없이 설치 운영하는 과정에서의 시행착오로 인한 음식물쓰레기 종량제의 사용상 문제점들이 도출되기 시작하였다.

대표적으로 기존 장비들은 투입구 주변과 음식물쓰레기 종량기 주변에 떨어진 음식물로 인해 악취와 함께 환경적인 문제가 있는 것으로 나타났다^[3]. 즉, 음식물류폐기물 종량기 투입구와 장비 내부의 음식물쓰레기통 사이에 이격이 있다 보니 음식물 투입 시 장비 내부 안쪽에 음식물이 튀는 것이다. 또한, 만수가 되어 교체시에 음식물쓰레기통을 기울이다 보니 투입구와 간섭이 발생하여 부득이하게 음식이 튀게 되면서 악취와 수거자의 부상을 유발하기도 하였다.

이에 여러 장비들을 분석한 결과를 토대로 기능적인 측면을 추가 또는 개선함으로써 이를 해결하고자 한다.

II. 관련 연구

최근 IoT의 확대 측면에서 Industrial IoT 분야가 주목을 받고 있다. 기존 소비자 영역에서의 IoT가 제조, 에너지, 건설, 농업 등 타 산업영역으로 확대되고 있다는 점이다^[9-11].

우리나라 음식물쓰레기 문제는 1990년대 중반부터 본격적으로 관심이 증가하기 시작하였지만, 음식물쓰레기종량제가 전면적으로 시작한 시점은 2013년부터라고 할 수 있다. 음식물쓰레기종량제는 기본적인 비닐봉투 방식부터 개인 용기에 칩(Chip)을 부착하여 배출하는 방식, RFID를 활용한 방식까지 다양한 방식으로 운용되고 있다^[12].

인구의 과밀화로 도심 인구가 집중되고 경제 고도성장으로 음식물쓰레기 발생량이 증가되고 매립지 고갈 및 면적 축소와 2013년 해양투기 금지 국제조약 등의 시대

표 1. 종량제 적용방식

Table 1. volume-rate system application method

RFID	<ul style="list-style-type: none"> •Recognizes RFID tags on equipment •Automatic transmission of discharger Information and weight information •Method of managing fees (prepaid and deferred payment) •Individual, vehicle, portable reader type •The central system is integrated by the Ministry of Environment (providing portal services such as fee information)
Chip (sticker)	<ul style="list-style-type: none"> •Dischargers attach chips or stickers to individual containers •Manage fees in proportion to the number of discharges •Fees are prepaid based on the purchase of chips or stickers
Bag	<ul style="list-style-type: none"> •Distributor purchases food volume meter system bags •The method of discharging the bags directly or in the collection container at the base •The fee is paid in advance, calculated as the purchase cost of the food volume meter system bag.

적 배경으로 인해 정부는 공동주택을 대상으로 RFID 기반의 환경공단, 장비 구축업체, 공동주택 관리시스템에 음식물쓰레기의 세대별 배출정보를 안정적이고 정확하게 전달하며 배출정보를 바탕으로 세대가 버린 만큼 수수료를 부과하는 제도가 환경부 「음식물류폐기물 수수료 종량제 시행지침」에 따라 144개 시·구에서 2012년 음식물쓰레기 배출량에 따른 종량제 전면 시행 의무화를 시행하였다.

종량제 적용방식은 크게 표 1과 같이 RFID 방식, 칩(스티커) 방식, 봉투 방식 3가지가 있다.

RFID 방식 종량제 유형은 크게 개별계량, 차량 수거, 휴대형 리더기(문전수거) 방식 등 3가지 유형이 있으며, 지자체는 그림 1과 같이 현장 장비 설치·운영을 전담하

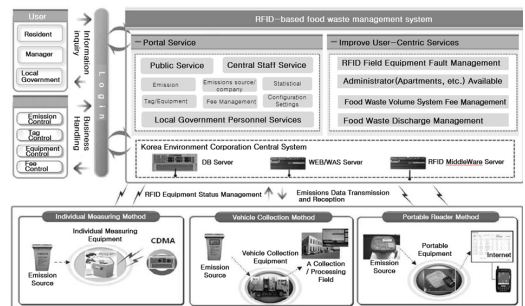


그림 1. RFID 기반 음식물쓰레기 관리시스템 흐름도

Fig. 1. RFID-based food waste management system flow chart

고, IT시스템 구축·운영과 DB 관리는 한국환경공단이 통합 구축한 중앙시스템을 활용하도록 하여 지자체가 별도의 시스템을 구축하지 않도록 하였다.

본 논문에서는 3가지 유형 중 가장 많이 보급하여 사용하고 있는 공동주택용 개별계량장비에 대한 연구를 하고자 한다.

개별계량장비의 기본구조는 외함, 저울부, RFID 리더부, 구동부, 제어부, 통신부 등으로 구성이 되어 있다. 한국환경공단은 개별계량장비에 대한 표준규격을 제시하였고 장비구축업체들은 표준규격에 맞게 제작함과 동시에 사용 주민들의 배출 편리성을 고려한 장비들을 내놓았다. 지자체 및 사업자의 RFID 방식 음식물류폐기물 쓰레기 종량제 추진에 있어 사업 및 운영관리의 효율성을 제고하여 전국 확산을 도모하고 그간의 사업추진 결과를 토대로 시행착오의 최소화, 지자체·사용자의 기대 수준 및 시장의 변화된 품질 수준 등의 반영을 하고자 RFID 기반 음식물쓰레기 관리체계 사업 및 운영관리 매뉴얼을 개정하여 시행해 왔다^[13,16].

본 논문은 운영관리 매뉴얼 중 배출자가 음식물쓰레기를 배출함에 있어 투입구 도어 닫힘 시 손 끼임 안전에 대한 인식 및 기술의 미흡으로 어린이, 노약자 등 반사 신경이 느린 배출자가 음식물쓰레기 투입 후 자동으로 닫히는 과정에서 뚜껑에 부상을 입는 안전사고에 노출되는 사례가 종종 발생하게 됨에 따라 안전에 대한 대책이 필요하게 되었고 이에 본 논문에서는 손 끼임 방지에 대한 안전장치를 모터 전류를 제어하는 방식으로 연구하기로 하였다^[14,15]. 이 제어방식은 고도의 정밀제어 기술에 의해 작동하는 반면 장비 주변 환경변화에 따른 고장 및 오 동작이 발생할 수 있는 가능성이 있어 그 단점을 보완한 3중의 안전장치를 연구함으로써 어떠한 경우의 사고로부터 신체를 보호할 수 있도록 하였다. 연구하는 과정에 이와 더불어 음식물 배출과정과 수거통 수거 시 문제점을 발견하게 되었다.

개선방안으로 손 끼임 방지 안전장치 보완과 더불어 사용자와 관리자의 편리성을 도모함으로써 주변의 환경을 청결을 유지하고자 호퍼 승하강 장치를 적용하기로 하였다.

호퍼 승하강 장치를 도입하게 된 동기는 본 논문에 앞서 기존 제품들에 대한 분석을 하였다. 분석 결과 기존 제품들은 특별한 장치가 없거나 J자 모양의 구동장치가 있었으며 문제점이 도출이 되었다. 장비의 호퍼와 수거통의 공간 확보를 위해 호퍼의 경사를 완만하게 하여 음식물쓰레기가 호퍼에 쌓이는 문제점과 J자 구동의 경우

수거통 인출시 음식물 쓰레기가 장비 내부의 저울부에 떨어져서 계근에 직접적으로 영향을 미친다는 것이다.

이에 본 논문에서는 그림 2와 같이 J자 구동의 호퍼 승하강 장치를 ↑자 모양의 구동 실현으로 호퍼의 경사를 급격하게 두어 음식물쓰레기가 호퍼에 쌓이는 문제점을 해결하고자 하였다.

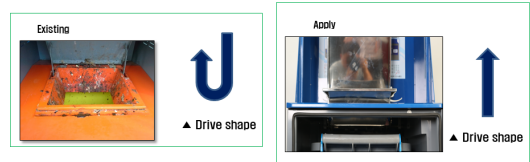


그림 2. RFID 기반 음식물쓰레기 종량기 개선방안
 Fig. 2. RFID-based food waste meter improvement plan

이와 더불어 악취 저감방안으로 피톤치드 에어 탈취기를 사용하여 공기펌프 순환 장치로 종량기 내 악취를 공기 탈취하여 음식물쓰레기 퇴비화와 사료화 등 재활용 시 안전하도록 적용하였으며 수집 운반 시에 악취 민원을 감소함과 동시에 강력한 살충효과로 인해 날파리 등 해충 방지를 위한 장치도 적용하였다.

III. 실험 및 결과

실험에 앞서 아래와 같은 설문조사를 하였다.

표 2. 응답자 특성
 Table 2. Respondent characteristics

		사례수	비율
■ 전체 ■		(200)	100.0
권역별	서북권 ¹⁾	(35)	17.5
	서남권 ²⁾	(62)	31.0
	동북권 ³⁾	(61)	31.5
	동남권 ⁴⁾	(42)	21.0

1) 서북권 : 은평구, 서대문구, 마포구, 종로구, 중구, 용산구

2) 서남권 : 강서구, 양천구, 구로구, 영등포구, 동작구, 관악구, 금천구

3) 동북권 : 도봉구, 강북구, 성북구, 노원구, 동대문구, 중랑구, 성동구, 광진구

4) 동남권 : 서초구, 강남구, 송파구, 강동구

음식물류폐기물 쓰레기 종량제가 점진적으로 정착이 되어가는 시점에 한 리서치사인 엠브레인을 통해 RFID

기반 음식물류폐기물 쓰레기 만족도 조사(2022. 01. 18 ~ 2022. 01. 21)를 하였다. 조사 대상은 서울에 거주하는 기혼 여성이며, RFID 방식을 사용하여 음식물쓰레기 배출 경험자를 대상으로 하였다. 조사 방법은 구조화된 설문지를 활용한 온라인 조사(PC, 모바일)를 하였으며, 표본 규모는 200명이다.

1. RFID 음식물쓰레기 종량기 만족도

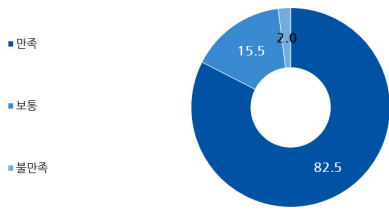


그림 3. RFID 음식물쓰레기 종량기 만족도
Fig. 3. Satisfaction rate of RFID based Food waste Management System.

표 3. 만족도
Table 3. Satisfaction rate

		사례수	만족한다	보통이다	불만족한다
■ 전체 ■		(200)	82.5	15.5	2.0
권역별	서북권	(35)	80.0	17.1	2.9
	서남권	(62)	90.3	6.5	3.2
	동북권	(61)	80.3	19.7	0.0
	동남권	(42)	76.2	21.4	2.4

본 리서치를 통해 RFID 기반 음식물류폐기물 쓰레기 종량기 사용자의 82.5%가 대략적으로 기기에 대한 만족을 하고 있다는 것을 확인할 수 있었다.

2. 추가 고려 기능 사항

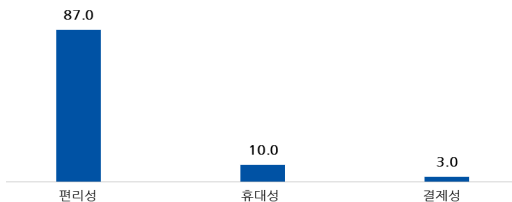


그림 4. 고객 요구 서비스
Fig. 4. Consumer required Service

다음으로 소비자의 설문조사를 통해서도 대략적으로 87%가 기능의 개선을 요구하는 부분을 파악할 수 있었다. 그러한 기능의 개선 부분으로 가장 크게 요구되는 것은 음식물 종량기의 편리성에 대한 부분으로 그 기능이 개선되는 것을 바라고 있는 것을 확인할 수 있었다.

표 4. 추가 고려 사항
Table 4. Additional considerations

		사례수	편리성	휴대성	경제성
■ 전체 ■		(200)	87.0	10.0	3.0
권역별 (5개)	서북권	(35)	88.6	5.7	5.7
	서남권	(62)	88.7	11.3	0.0
	동북권	(61)	88.5	8.2	3.3
	동남권	(42)	81.0	14.3	4.8

3. 기능 개선된 음식물 쓰레기 종량기

기존 음식물쓰레기 종량기들은 그림 5와 같이 음식물 쓰레기 흘림 방지용 가이드 부재로 인해 장비 투입구와 수거통 사이로 음식물쓰레기가 튀어 장비의 내부를 오염시켜 계량부의 정확성, 안정성 저하 또는 계량 기능의 장애를 초래하고 있다.

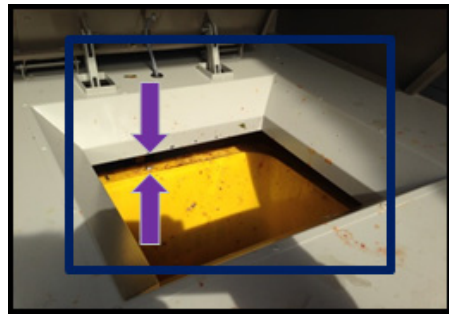


그림 5. 기존 제품 입구 모습
Fig. 5. View of the inlet of existing products

또한, 수거자가 수거통의 인·입출을 하기 위해 수거통의 손잡이를 잡고 수거통을 꺼낼 때 장비의 투입구와 수거통 사이 간격이 좁아서 수거자의 손등이 장비 상부에 접촉되어 안전사고에 노출이 되었다.

아래 그림 6는 기존 음식물쓰레기 종량기의 투입구와 수거통 간의 이격으로 인해 음식물쓰레기 투입 시 내부에 음식물쓰레기가 튀어 부식과 악취의 원인이 되고 있으며 장비의 하단부에 장착되어 있는 계량부에 영향을 준다는 점이다. 이 점을 착안하여 연구한 것이 호퍼 승강 장치이다.



그림 6. 호퍼승하강장치 적용
 Fig. 6. The hopper elevating device Application

즉, 문제가 되고 있는 투입구 부분의 호퍼 부분을 좀 더 깊숙이 들어가게 확장하도록 하였다. 그러나, 테스트 중 문제가 발생하였다. 처음 수거통을 넣을 때는 기울여 넣어서 문제가 되지 않았으나 음식물이 만수가 되어 교체할 하다 보니 음식물쓰레기의 무게로 인해 잘 빠지지 않거나 빠진다고 해도 음식물이 튀는 현상이 발생하였다. 이를 개선하기 위해 문을 열면 호퍼가 승하강 할 수 있게 제어할 수 있는 리미트 스위치를 적용하였고 이와 더불어 조금 더 안전을 강화하기 위해 프레스 기계처럼 손이 기계 안쪽으로 들어가면 안전장치가 작동하여 멈추게 하도록 적용하였다(그림 7 참조).



그림 7. 손 끼임 방지
 Fig. 7. prevent hand pinching

즉, 음식물쓰레기 종량기의 문을 열면 호퍼가 위로 올라가도록 하여 수거통 교체를 편리하게 하고 문을 닫으면 호퍼가 음식물쓰레기통 내부로 들어가도록 함으로써 음식물쓰레기 투입 시 음식물쓰레기의 튐 현상을 최대한 방지하도록 하였다. 아래 그림 8은 실제 적용된 내부모습을 보여주고 있다.

본 기술을 적용하여 실제 적용할 결과 장비 주변이 많이 청결해졌으며, 장비 관리자 및 A/S 직원들이 출동하는 횟수가 크게 줄었고 이는 음식물류폐기물 쓰레기 종량기 만족도 조사를 통해 알 수 있었다.

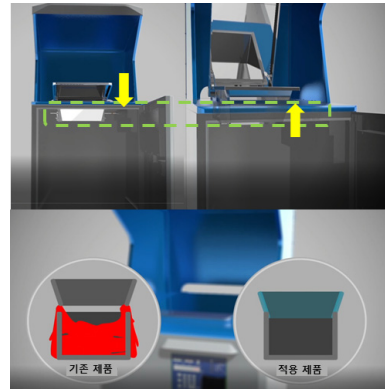
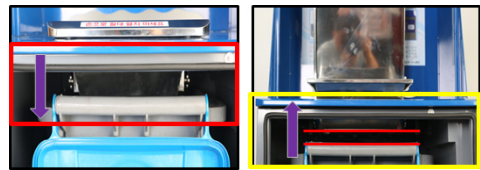


그림 8. 호퍼승하강장치가 적용된 내부모습
 Fig. 8. Inside view after applying the hopper elevation device



V. 결 론

음식물류폐기물 쓰레기 종량제는 지자체와 시민의 적극 참여 속에 감량 효과 등을 나타내며 점차 정착되어가고 있다. 하지만, 정착되어가는 과정에 문제점들 또한 속출하고 있다. 특히, 어린이나 노약자 및 장애인 이용 시 음식물류폐기물 쓰레기 종량기가 성인 기준으로 되어 있어서 배출하는데 있어 불편함이 발생하고 있어서 계단식 발판을 설치하는 등의 편의성이 요구되어지고 있다. 또한, 장비 설치 후 관리 소홀이나 장비사들의 미온적인 대응으로 사용자들의 불편함이 증가함과 애물단지가 되는 신세가 되는 사례를 마스크 기사들을 볼 수 있다. 이러한 사례들을 미연에 방지하려면 지속적인 장비사들의 관심과 장비의 펌웨어 및 업그레이드가 지속되어야 할 것이다.

본 논문에서 제안된 음식물류폐기물 쓰레기 종량기의 투입구 개선은 이러한 일환으로 기존 음식물 종량기 장비들의 문제점인 음식물 튀는 근본적인 원인을 분석하고 해결책을 기구물에 반영하여 장비 주변의 환경개선과 장비관리 편리성을 제공하였다. 이러한 개선책이 음식물류폐기물 쓰레기 종량제 활성화에 일조를 하고자 하였다. 향후 과제는 위에 언급한 IoT를 염두해 두고 선불 방식의 과금 과정에서 종종 발생하고 있는 교통카드 결제 시스템의 문제점에 대한 해결 방안을 연구하고자 한다.

References

- [1] Gye-Kuk Kim, Chang-Ok Seo, "Design and fabrication of a standard plastic garbage bag recognition system at automatic garbage facility", Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 17, No. 9, pp. 85-90, Sep 2012.
DOI : <https://doi.org/10.9708/jksoci/2012.17.9.085>
- [2] Ke Jung, Dong-hwa Yoon, Jin-hyun Ahn, "Exploratory Analysis of Consumer Responses to Korea-China Mobile Payment Service using Keyword Analysis -Focus on Kakao Pay and Alipay", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 22, No. 6, pp. 514-523, 2021.
DOI : <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.6.514>
- [3] Nicolae Crişan. "RFID Antenna for UHF Band", Carpathian Journal of Electronic and Computer Engineering, Vol. 12, No. 2, pp. 28-32, 2019.
DOI : <https://doi.org/10.2478/cjece-2019-0013>
- [4] National Daily Newspaper, "Nowon-gu reduces food waste by 33% by installing individual RFID devices", <https://blog.naver.com/seoul desks/221378510659>, 2017.10.16.
- [5] Yong-Gon Lee, "Enforcement and Countermeasures of the Food Waste Unit", Gyeongnam : Gyeongnam Policy Brief, 2012.07(2012-33), pp. 1-8, 2012.
UCI(KEPA) : <http://uci.or.kr//I410-ECN-0101-2014-322-000989186@N2M>
- [6] Ministry of Environment, "National waste generation and treatment status in 2018", Sejong : Korea Environment Corporation, 2019.
- [7] Chae-Gun Phae, Yeong-Shin Kim, "A Study on Basic Unit Analysis of Food Waste through RFID Weighing Money Charge System", Korea society of Waste Management, Vol. 2018, No. 0, pp. 173-173, 2018.
UCI(KEPA) : <http://uci.or.kr//I410-ECN-0102-2019-500-001525828@N2M>
- [8] Min-Jeong Won, Jung-Kwon Kim, Seung-Won Lee, "The Study on the Assessment of the Meter-rate System of Food Waste Less than 200 Households Apartment", Journal of Korea Society of Waste Management, Vol. 33, No. 6, pp. 582-589, Sep 2016.
DOI : <https://doi.org/10.9786/kswm.2016.33.6.582>
- [9] Hyun Kim, Seung-Ku Hwang, "Past, Present, and future of IoT", Electronic and telecommunications trends, Vol. 33, No. 2, pp. 1-9, 2018.
DOI : <https://doi.org/10.22648/ETRI.2018.J.330201>
- [10] Dong-Jin Lim, Kyu-Sik Kwon, "Research on The Implementation of Smart Factories through Bottleneck improvement on extrusion production sites using NFC", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 22, No. 2, pp. 104-112, 2021.
DOI : <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.2.104>
- [11] Jeong-Hoon Lee, Seung-Hun Jeong, Young-Gon Kim, "Mobile-IoT System for Payment Efficiency and Convenience of Offline Shopping", The journal of the institute of internet, broadcasting and communication : JIIBC, Vol. 19, No. 1, pp. 289-294, Feb 2019.
DOI : <https://doi.org/10.7236/JIIBC.2019.19.1.289>
- [12] Geun-Ho Choi, Tae-Ho Eom, "A Study on the Performance of Local Government Environmental Regulations Using Information Technology", The Korean Journal of Local Government Studies, Vol. 21, No. 2, pp. 77-102, Summer 2017.
DOI : <https://doi.org/10.20484/klog.21.2.4>
- [13] Ministry of Environment, "RFID-based food waste management system business and operation management manual, Revision", Korea Environment Corporation, pp. 7-8, 2014.
- [14] Paul E. Scheihing, et al., "United States Industrial Motor-Driven Systems Market Assessment: Charting a Road map to Energy Savings for Industry", United States : U.S. Department of Energy, 2007
- [15] Kyeong-Jun Kwon, Sang-Hoon Kim, "A Current control Strategy for Torque Ripple Reduction on Brushless DC Motor during Commutation", The Transactions of the Korean Institute of Power Electronics, Vol. 9, No. 3, pp. 195-202, 2004.
- [16] Seok-Won Kang, Jae-sik lee, Kang-san Lee, et al, "Decomposition of odor using atmospheric-pressure plasma", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 21, No. 7 pp. 708-718, 2020.
DOI : <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.7.708>

저 자 소 개

김 용 일(정회원)



- 1995년 2월 : 상지대학교 무역학과(무역학사)
- 2018년 2월 : 한국공학대학교 소프트웨어융합공학과(공학석사)
- 2019년 2월 ~ 현재 : 한성대학교 일반대학원 스마트융합건설링학과 박사과정
- 관심분야 : RFID, IoT, AI, 통신 보안, 스마트팩토리

김 승 천(정회원)



- 1994년 2월 : 연세대학교 전자공학과 (공학사)
- 1996년 2월 : 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
- 1999년 1월 ~ 2001년 1월 : Univ. of Sydney Research Fellow
- 2001년 2월 ~ 2003년 8월 : LG전자 DTV/DA 연구소 선임연구원
- 2009년 7월 ~ 2010년 7월 : Univ of Oregon 방문교수
- 2003년 3월 ~ 현재 : 한성대학교 IT융합공학부 교수
- 관심분야 : 네트워크 보안, 블록체인 서비스, 사물인터넷보안, 5G 이동통신망 서비스

※ 본 연구는 한성대학교 교내연구비 지원으로 수행되었음.