

# The design and fabrication of management system for weight measuring food wastes for indoor

Chang Ok Seo\*, Gye Kuk Kim\*\*

## Abstract

A weight-rate disposal system for food waste has been implemented in all over the country. The food waste disposal system is a system paying service charge according to the volume of food waste, which means the more we produce waste, the more we have to pay as much. Since this policy was introduced, each of apartment, villa, etc and other buildings must install the food waste disposal system. We can say that there are strong points in this paper for us to install a weight monitor on the channel of the floor each, accumulate the fares automatically and collect the fares at the end of every month.

▶ Keyword: food wastes, weight-rate disposal system, non-Interlock

## I. Introduction

일반적으로, 가정이나 식당 등에서 배출되는 음식폐기물은 다량의 수분이 함유되어 있으며, 이러한 음식폐기물은 일반 폐기물과 함께 폐기 처분될 경우 음식폐기물에 함유된 수분이 토양에 스며들어 지하수 오염 및 악취발생 등의 환경오염을 야기하게 된다.

여름에는 각 가정에서 음식폐기물을 조금만 방치해봐도 불쾌한 냄새에 해충이 쉽게 번식하기 때문에 바로바로 처리해야 한다. 즉, 일반 가정이나 음식점에서 버리는 음식폐기물, 각종 농축수산물의 판매 및 유통 과정에서 버려지는 음식폐기물, 가정과 식당 등에서 조리 과정 중에 구입한 식품의 훼손된 부분을 다듬으면서 버려지는 각종 음식폐기물은 주택가와 음식점 등에서 음식폐기물 수거통에 마구 버려지고, 발생량 자체가 급속도로 늘어남에 따라 사회적으로 큰 문제가 되고 있으며 이와 같이 발생하는 음식폐기물을 줄이는 방법에 대한 다각적인 검토가 이루어지고 있다.

따라서, 최근에는 음식폐기물을 일반 폐기물과 분리하여 별도로 수거하는 음식폐기물에 대한 분리수거 작업이 시행되고 있으며, 이러한 분리수거 작업을 위하여 음식폐기물 수거통이 별도로 제작되어 사용되고 있다.

현재 시행되고 있는 음식폐기물 수거 방식은, 음식폐기물 전용 수거용기를 이용한 문전수거 방식과, 납부필증을 통한 종량제 실시, 단독주택일 경우 배출자가 지정된 요일의 지정된 시간에 음식폐기물을 전용 수거용기에 담아 주택 앞에 내놓으면 다음날 새벽에 수거 요원이 거두어가는 방식들이 이용되고 있다. 종래의 방식들은 다음과 같은 문제점이 제기되고 있는데, 문전수거 방식은 수거시간 및 인력을 낭비하고, 수거비용이 상승하는 문제점이 있고, 납부필증을 통한 종량제는 종량제 납부필증을 부착하여 배출해야 함에 따라 납부필증의 훼손 및 분실 등이 빈번하게 발생하여 주민들이 많은 불편함을 겪고 있을 뿐 아니라, 단독주택의 경우 배출자가 지정된 시간을 지켜 배출해야 하는 불편함이 있다.

이 밖에도, 연립주택, 빌라, 아파트 등과 같은 공동주택의 경우 다수개의 수거통을 이용해 통합 수거하는 방식들이 이용되고 있으나, 공동주택 전체에서 발생하는 음식폐기물 발생 총량에 따라 요금을 부과함으로써 음식폐기물 발생량의 차이에 따른 처리 수수료의 형평성에 대한 민원이 꾸준히 제기되고 있으며, 음식폐기물의 발생량의 정확한 집계 등 체계적으로 관리하

• First Author: Chang Ok Seo, Corresponding Author: Gye-Kuk Kim

\*Chang Ok Seo (logimason@daum.net), Mason

\*\*Gye-Kuk Kim (woodo123@gwnu.ac.kr), Information and Communication Engineering Gangneung-Wonju National university

• Received: 2017. 08. 03, Revised: 2017. 08. 12, Accepted: 2017. 09. 27.

는데 많은 어려움이 있다.[1]

또한, 통합 수거하는 방식에서, 어느 가정에서 어느 정도의 음식폐기물이 버려지는가를 사용자뿐만 아니라 서비스 제공자가 판가름하기 힘들며, 그로 인하여 음식폐기물의 분리수거와 감량화를 위한 정부의 정책 요구에 부합되지 못함과 아울러 자원 절약의 효율성을 높이지 못하고 있는 실정에 있다. 따라서, 근래에는 배출되는 음식폐기물의 중량을 자동으로 측정하고, 해당하는 중량에 적합한 비용을 전자 방식(신용카드, RFID카드 또는 인증번호 입력)에 따른 자동결제방식으로 개별계량방식에 비해 설치비가 저렴하고 안정적인 중앙계량방식을 제안 한다.

## II. Preliminaries

자동결제방식으로 결제를 처리하는 종량제 음식폐기물 수거통은 투입되는 음식폐기물이 투입되면 수집된 중량을 측정하고 정산하게 된다. 사용자가 음식폐기물을 배출하기 위하여 정산카드를 정보입력부에 접속시키거나 키패드를 이용하여 사용자 정보를 입력하게 되면 제어부를 통하여 덮개구동부가 작동하여 자동으로 덮개가 열리게 된다. 사용자는 음식폐기물을 개구부를 통해 수거통에 투입하면 중량측정유닛에 의해 투입된 음식폐기물의 양이 계산되어 정산이 이루어진 후 덮개가 닫히게 된다. 이렇게 사용자가 음식폐기물을 투입할 때 덮개가 열리면서 수거통에 이미 수거된 음식폐기물에 의한 냄새가 바로 사용자에게 전달될 뿐 아니라 여름과 같이 기온이 높은 경우에는 음식폐기물의 냄새가 종량제 음식폐기물 수거통의 덮개가 닫혀 있음에도 불구하고 음식폐기물 투입을 위해 항상 수거통의 뚜껑이 열린 상태로 있기 때문에 냄새가 종량제 음식폐기물 수거통 밖으로 확산되어 사용자 뿐아니라 근처를 지나가는 일반인들에게 까지도 불쾌감을 유발시키게 된다. 또한, 음식폐기물을 불법으로 투입하는 자들에 대한 모니터링이 이루어지지 않는 실정이다. [6]

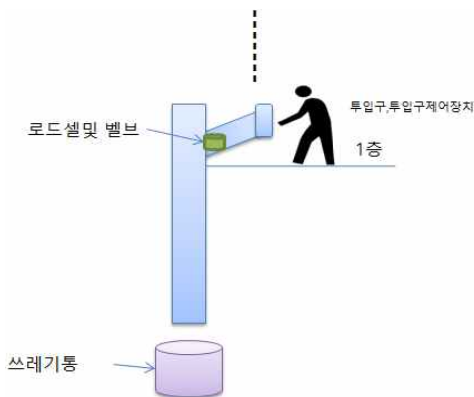


Fig. 1. Conventional system

음식폐기물 수거통은 각 층마다 세대별로 개별적으로 배치 되는데, 이들 음식폐기물 수거통을 체계적으로 통합 관리할 수 있는 시스템의 필요성이 절실하다. 이로 인해 현재 설치 운영되는 시스템중에 빌딩안에 음식폐기물 투입구를 두어 사용자가 1층까지 내려가지 않고 같은 층에 설치되어 있는 음식폐기물수거장치에 특히 로드셀을 각 세대의 투입구마다 로드셀이 설치되어 있어 로드셀을 위해 구성되는 기구물들이 복잡해지고 수량도 상당하여 설치비용 및 유지 비용이 과다하게 발생하는 문제점이 있었다.[5]

## III. The Proposed Scheme

### 3.1. Central weighing type food waste system

옥내용 음식폐기물 처리시스템은, 음식폐기물이 자중에 의해 낙하하여 관로를 통해 집하장으로 배출되는 시스템이다. 공동주택에 층별 음식폐기물 투입구를 두고 제어하여 관로를 통해 음식물이 낙하하면 관로 하단부에 설치된 밸브 1,2에 의해 낙하 충격을 제어하여 음식폐기물의 중량을 계량한다.

계량된 음식폐기물의 과금은 사용자의 결제카드 정보 및 투입구 정보에 의해 결제 처리를 한다.

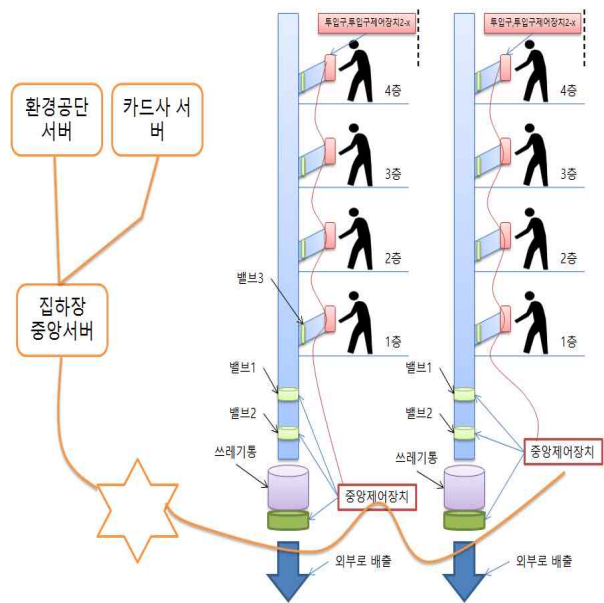


Fig. 2. System architecture

시스템 구성을 보면 투입구 제어부, 밸브수단의 개폐 구동을 제어하고, 폐기물 투입구로부터 수신된 음식폐기물의 중량에 대한 신호로부터 폐기물 수거 요금을 계산하여 출력하며, 결제카드정보를 이용하여 폐기물 수거 요금의 결제를 처리하는 중앙처리장치, 중앙처리장치로부터 전송된 결제 데이터와, 투입

구 정보 및 사용자 정보를 전송받아 저장하고, 카드사 서버와 환경공단 서버에 데이터를 전송하는 집하장 서버 및, 투입구 제어부와 중앙처리장치 사이에 데이터 송수신이 이루어지는 통신네트워크를 포함한다. 밸브수단은 상기 관로 내에서 번갈아 개폐 작동하면서 음식폐기물의 낙하 충격을 흡수하는 제1 및 제2 밸브를 두고 있다. 밸브수단은 투입구의 도어로부터 인접한 관로 내에 설치되며, 사용자에 의한 음식폐기물 투입에 대해 제한 여부를 판단하는 중앙처리장치에 의해 개폐 구동되는 제3밸브로 이루어진다.

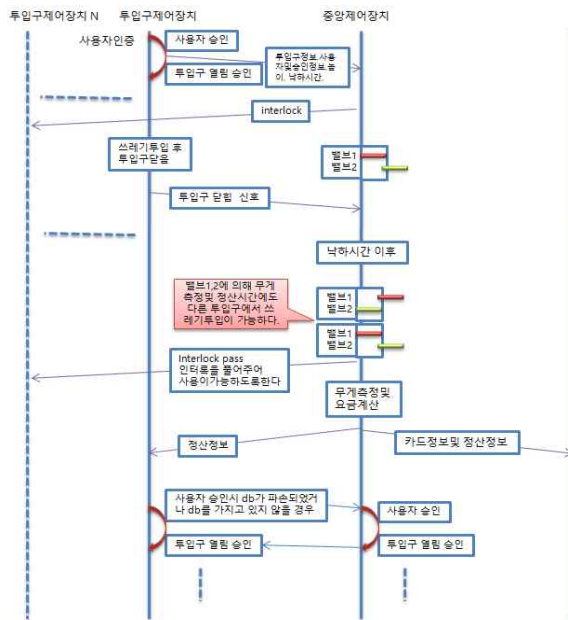


Fig. 3. Interlock

그림3. 제한투입(interlock)방식은 한 관로에 여러 투입구가 연결되어있고 그 투입구에 음식폐기물을 투입할 경우 한 개의 투입구를 사용하고 있을 경우 다른 투입구는 모두 사용을 할 수 없도록 하는 제어방식을 의미하며, 그림4. 무제한투입(non-interlock)방식은 한 개의 투입구를 사용하는 중에도 다른 투입구에 음식폐기물을 버릴수 있는 제어방식을 의미한다.

본 논문은 빌딩 또는 아파트의 제일 아래층에 로드셀을 두어 무게를 계량할 수 있도록 하여 각층에 로드셀을 두지 않아 설치비가 저렴하며, 각층의 투입구 구조가 간단하여 고장율을 극소화 하였다. 이 음식폐기물 투입장치를 효과적으로 사용하기 제한투입방식과 무제한 투입방식을 선택적으로 시설할 수 있도록 하였다. 100층의 빌딩에서 음식폐기물을 투입 할 경우 제일 아래층의 로드셀까지 도달하는 시간은 대략 8초정도 소요된다. 로드셀의 안정시간 계측시간 음식폐기물 투입시간 등을 고려하면 대략 13초정도 소요될 수 있다.

이 시간동안은 제한투입방식일 경우 다른 층에서는 음식폐기물을 투입할 수 없도록 중앙제어장치가 투입구제어장치로 지령을 내리게 된다. 이로 인해 사용자는 13초 이후에 음식폐기물을 버릴 수 있게 된다. 제한투입방식은 사용자가 많지 않은 빌딩이나 아파

트에 사용될 수 있으며 사용자가 많은 경우의 아파트에는 무제한투입방식을 적용할 수 있도록 시스템을 고안하였다.

무제한투입방식은 각 투입구에 내통을 두어 다른 층에서 투입구를 사용하고 있을 경우 약 13초 내에도 다른 층의 또는 다른 투입구에 음식폐기물을 투입할 수 있도록 하였다. 먼저 버려진 투입구의 음식폐기물을 중앙제어장치에 의해 투입구제어장치에 지령을 내려 자유 낙하시켜 계량한 후 처리하고 다음 투입구를 순서대로 자유 낙하시켜 계량을 하게 된다.

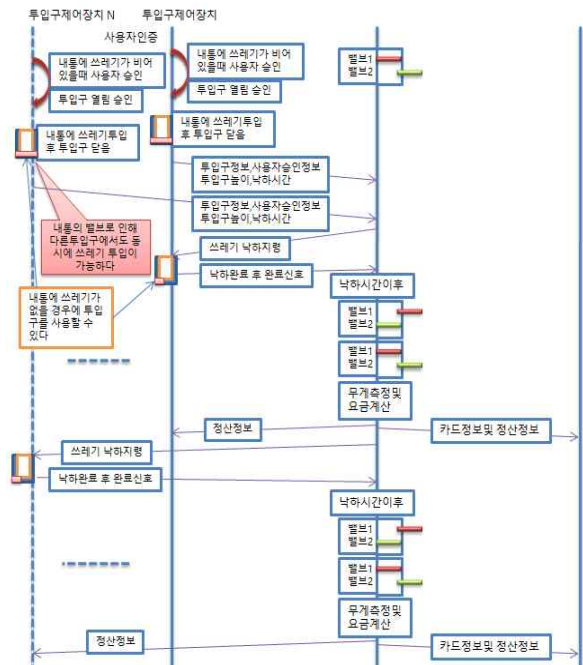


Fig. 4. non-Interlock

제한투입방식은 음식폐기물 투입기의 선(先) 사용자에 의해 음식폐기물이 투입구를 통해 낙하 되는 동시에 후(後) 사용자에 의해 음식폐기물이 투입구를 통해 낙하 될 경우, 후 사용자가 정산한 음식폐기물 투입기의 관로를 상기 제3밸브를 차단하고, 음식폐기물을 관로 내에 보관하고 있다가 순차적으로 제3밸브를 개방하여 중량 계량기로 음식폐기물을 낙하시켜 계량한다. 중앙처리장치는 음식폐기물 투입기의 선(先) 사용자에 의해 음식폐기물이 투입구를 통해 낙하 되고 결제 승인 시에 후(後) 사용자가 음식폐기물을 투입구를 통해 낙하시키고자 할 경우, 제3밸브를 개방한 상태에서, 후(後) 사용자의 투입구 도어를 강제로 차단하고, 선 사용자의 음식폐기물의 계량이 완료된 후 순차적으로 후 사용자의 투입구 도어를 해제한다.

중앙처리장치는, 상기 투입구 도어 및 제3밸브의 개폐에 따른 관로의 개폐 유무에 따라 음식폐기물의 중량 계량기에 대해 설정된 낙하시간을 고려하여 임의의 세대별로 음식폐기물 투입구가 순차적으로 개폐되도록 제어한다. 집하장 서버는 사용자에게 요금 사용 내역과 관련 정보를 문자로 전송한다.

통신네트워크는, 파워라인에 여러 주파수의 발진기를 선택기를

통해 2가지 이상의 주파수로 결합하여 비동기방식으로 데이터를 송신하는FDCCC (Frequency Division Code Conversion Communication: 주파수분할 코드변환 통신방식)과 ,광통신, LonWorks (LonWorks) 및, RS485 중 어느 하나의 유무선통신을 사용할 수 있다.

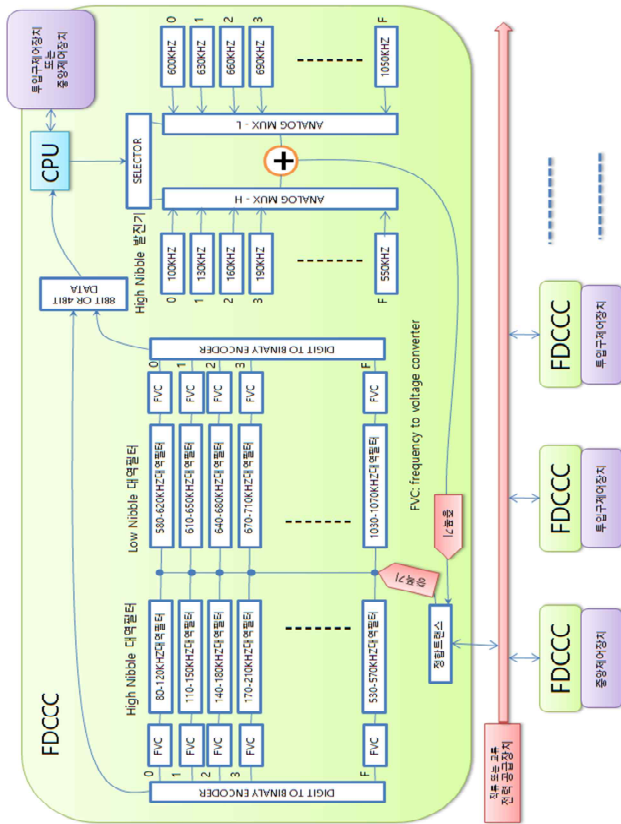


Fig. 5. FDCCC structure diagram

그림5는 FDCCC의 구조도이며 여러 주파수의 발진기를 선택기를 통해 2가지이상의 주파수로 결합하여 비동기방식으로 송신한다. 수신은 신호가 전력선을 통해 정합트랜스를 거쳐 FDCCC로 들어오면 각 대역필터에 의해 주파수가 분리된다 이렇게 분리된 신호파형은 대역필터에 부착되어 있는 주파수를 전압으로 변환해주는 장치에 의해 디지털 전압으로 변환 출력 된다 FVC는 각 대역필터를 통과한 신호가 있으면 논리'1'을 출력하고, 그렇지 않으면 논리'0'을 출력한다. 신호파형은 0부터 F까지 16가지의 주파수를 분리할수 있도록 대역필터를 구성하고 있다.[8] 이 대역필터의 그룹은 상위 니블(Nibble)과 하위 니블로 구성되어 있고, 상위 니블과 하위 니블을 합해서 1바이트의 데이터가 만들어지게 된다. 송신은 SELECTOR와 MUX를 통해 동조주파수를 선택하게 된다. 선택된 신호는 상위니블신호와 하위니블신호를 결합하여 정합트랜스에 의해 전력선통신으로 전송을 하게 된다. FDCCC는 장거리 통신용 장치이며 한번에 8bit나 4bit를 동시에 전송할 수 있어 시리얼에 비해 전송속도가 빠르다. 보통 빌딩자동화에 사용되는 RS485에 비해 안

정적인 데이터 전송이 가능하다. FDCCC는 각각의 주파수가 1니블씩 값을 가지며, 1니블에 16개의 주파수발진기를 가지고 있다. 상위 니블과 하위니블을 결합하여 1바이트를 만들어서 파워라인에 결합하여 전송을 한다. 송수신 하는 경우도 수신쪽에에서도 이에 대응하는 대역필터를 가지고 있다. 이 필터 또한 1니블에 16개의 대역필터를 가지고 있으면 상위니블대역필터 하위니블대역필터를 가지게 된다. 이렇게 하여 32개의 발진기와 32개의 대역필터가 한쌍의 송수신기가 되어 전송과 수신을 하게 된다. 현장에 따라 1니블을 2회 전송하여 1바이트로 사용하는 경우도 있으며 FDCCC는 유동적으로 송수신바이트를 조정할 수 있다. FDCCC의 발진주사수와 대역필터는 전력선과 결합하여 각 투입구제어장치에 전력통신을 수행한다. 주통신방식인 FDCCC는 중앙제어장치와 투입구제어장치에 각각 1쌍씩 부착되어 투입구제어 및 관련정보를 송수신하게 된다.

Table 1. Comparison between the proposed method and the conventional method

	Proposed central weighing method	Conventional individual weighing method
Weighing test Quantity	One (central LoadCell)	Multiple LoadCell
Weighing device repair cost	Low cost	High cost
Maintenance	Convenience	Inconvenience
System configuration	Simple	Complex
Multiple simultaneous use	Possible	Possible
System facilities cost	Low cost	High cost
Maintenance cost	Low cost	High cost

표1.에서 보는 바와 같이 기존 방식에 비해 본 논문에서 제안하는 방식이 비용절감효과가 있음을 알 수 있다.

### 3.2. Experiment and result

기존에 건축되어진 주상복합형 빌딩중에 각 층마다 음식폐기물을 버릴 수 있도록 설계되어 있는 곳이 있다. 이곳의 구조는 본 논문의 이론을 실험해 볼 수 있는 최적의 구조를 가지고 있어 음식폐기물이 떨어져서 모여지는 곳에 중앙제어장치를 설치하고 각층에서 투입구를 열어 음식폐기물을 투입한 후 자유낙하에 의해 중앙제어장치 까지 도달하는 시간을 계산하여 밸브의 여닫음을 제어하도록 하였다.

본 논문에서는 1층,5층, 10층,20층에 각각의 투입구제어장치를 두고 제한투입방식과 무제한투입방식에 의해 중앙제어장치에 의해 투입구에 버려진 음식폐기물의 무게변화를 관찰하였다.

Table 2. Measurement value of Food waste

Number of floors	Input weight	Measured weight on the central control unit
First floor	1kg	1kg
5th floor	1kg	0.99kg
10th floor	1kg	0.98kg
20th floor	1kg	0.97kg

각 층에서 1kg의 음식폐기물을 투입하고, 중앙제어장치에서 계량을 하여 무게값을 비교해 보았으나 무게 변화가 최고 30g 정도의 오차가 발생하였다. 이 오차는 관로에 음식폐기물이 낙하하면서 관로 벽에 음식폐기물이 묻어 손실이 발생한 것이며 층수가 높아지면 더욱 심하게 나타나게 될 것이다. 환경부고시(개정2014.12.31.)에서는 50g 이하로 계량오차를 한정하고 있으므로 음식폐기물 처리 계량오차 범위 안에 들어가므로 적용하는 데는 문제가 없다.[12]

또한 20층 이상에서는 20층 간격으로 중앙계량장치를 설치함으로써 그 이상에서도 계량오차를 줄일 수 있도록 하였다.

#### IV. Conclusions

본 논문에서 중앙처리장치에 의해 중앙에서 계량하는 중앙계량방식을 제안하고 있다. 각 투입구 마다 계량장치를 장착한 개별계량방식에 비해 제한조건이 있다. 그 제한 조건은 한 개의 관로에 연결된 투입구에서 사용자가 음식폐기물을 투입할 경우 같은 관로를 사용하는 다른 투입구에서는 투입구를 사용 할 수 없다(제한투입방식)는 불편함이 있다. 이를 극복하기 위해 투입구에 밸브를 두어 밸브에 음식폐기물을 보관하고 있다가 중앙제어장치에서 순차적으로 음식폐기물을 낙하시켜 계량하는 방식을 사용하고 있어 개별계량처럼 사용자의 제한을 두지 않는 무제한투입방식을 적용할 수 있도록 하였다.

통신방식은 이더넷이나 rs485, Lonworks, 광통신과 같은 다양한 통신방식에 제한을 두지 않고 있으며 FDCCC를 적용한 파워라인통신방식을 사용하고 있어 다른 통신방식에 문제가 발생되었을 경우 비상용으로 제어가 가능하도록 하여 문제 발생으로 인해 투입구 점검을 효과적으로 수행 하도록 하였다.

본 논문에서는 옥내용 음식폐기물 종량제 시스템의 구조적 복잡성을 획기적으로 간소화 하여 시설비와 유지비용을 줄였으며 개별계량방식의 장점을 그대로 살려 무제한투입방식이 가능한 구조를 제안하였다. 또한 시스템 운영 안정화를 위해 파워라인통신방식에 FDCCC를 적용하고 다른 통신방식과 결합하여 운영안정화를 이루었다.

향후 시스템 구조를 더욱 최적화하여 생산 원가를 줄이는 것이 연구과제로 남아있다.

#### 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 Technology, Vol.17, NO.9. September 2012.
- [2] Seok-ki Yeo, Gye-Kuk Kim, Chang Ok Seo, "The Design and fabrication of food waste system" Journal of The Korea Society of Computer and Information Technology, Vol. 21 No. 1, pp.101-105, January 2016.
- [3] Park sang hyun, "C # 4.0 to stimulate the brain" Flow control of the code pp180-210 August 2008.
- [4] Www.hnsts.co.kr hns (A/D converter, PWM control)
- [5] 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.
- [6] A study on the optimal size of the automatic waste facility at the land development distric, JY Lee. Korean Fluid Machinery Association, 2009.
- [7] The basic principles of light, Korea Electronic and Telecommunications Industry Research Institute, Hanchongra 1984.
- [8] 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.
- [9] 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, 2006.
- [10] Douglas Boring, "Window embedded CE 6.0 programing" chapter 16. serial communication pp680-720 June 2009
- [11] M. Klotz and H. Roohling, "24GHz radar sensors for automotive application", Journal of Telecommunication and Information Technology, Vol.4, pp.11-14, April 2001.
- [12] Food Waste Management System Project based on RF and Operation Management Manual, Published by Ministry of Environment in June, 2016

### Authors



Chang Ok Seo. He completed the Ph.D. degrees in Department of Electronic Engineering from Konkuk University, Seoul Korea, in 2001. He was an Adjunct Professor in the Department of Electronic Engineering, Namseoul university 1997 ~ 2014. He is the CEO of Mason since 2003.

He is interested in cognitive science, astronomical equipment, building automation.



Gye Kuk Kim. He received the Ph.D. degrees in Department of Electronic Engineering from Konkuk University, Seoul Korea, in 1990. He is currently a Professor in the Department of Information and Communication Engineering, Gangneung-

Wonju National university He is interested in microwave devices.