

AVR을 이용한 RFID 스마트 태그 리더 개발

엄상희*

The Development of RFID Smart Tag Reader using AVR

Sang-hee Eum *

*Associate Professor, Department of Early Childhood of Education, Dongju College, Busan, 49318 Korea

요 약

스마트 태그는 기존에 사용하고 있던 마그네트 카드의 사용이 확대되면서 나타난 여러 가지 문제점들을 보완하여 보다 안전하고 다양한 기능을 수행할 수 있는 대체 수단의 필요에 의하여 등장하였다. RFID 태그는 모든 사물에 ID를 부여하게 되어 사물의 자동인식이 가능해지며 이들 간의 상호 통신 네트워크가 형성됨으로써 유비쿼터스 센서 네트워크와 사물인터넷 기술로 발전해 가고 있다. 본 논문에서는 AVR 프로세서를 이용하여 RFID 태그와 리더로 구성되는 비접촉식 RFID 스마트 태그 리더를 개발하였다. 이 시스템은 13.56MHz의 저주파 대역을 가지며 통신 속도 26.48kbps의 PWM방식으로 디자인하였다. 개발된 RFID 스마트 태그 리더는 시뮬레이션 결과 일반적인 RFID 시스템보다 빠른 응답속도를 나타내었고, 실제 실험에서도 응답률의 개선이 나타났다.

ABSTRACT

A smart tag complements various problems caused by the expansion of the use of existing magnet cards. This emerged as a result of the need for alternative means to perform safer and more diverse functions. RFID tags are becoming increasingly ubiquitous sensor networks and Internet of Things technologies as they give everything an ID, enabling automatic recognition of objects and forming a communication network between them. In this paper, a contactless RFID smart tag reader composed of RFID tags and readers using AVR processor was developed. The system has a low frequency band of 13.56MHz and is designed by PWM method of communication velocity 26.48kbps. The developed RFID smart tag board showed a faster response rate than the typical RFID system as a result of the simulation, and the actual experiment also showed an improvement in response rate.

키워드 : RFID, 스마트 태그, 리더기, 펄스폭변조

Key word : RFID, Smart Tag, Reader, PWM

Received 16 September 2020, Revised 16 September 2020, Accepted 22 September 2020

* Corresponding Author Sang-Hee Eum(E-mail:nyx2k@naver.com, Tel:+82-51-200-3448)

Associate Professor, Department of Early Childhood of Education, Dongju College, Busan, 49318 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2020.24.10.1319>

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/licenses/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

스마트 태그(smart tag)는 기존에 사용하고 있던 MS (magnetic stripe)카드의 사용이 확대되면서 나타난 여러 가지 문제점들을 보완하여 보다 안전하고 다양한 기능을 수행할 수 있는 대체 수단의 필요에 의하여 등장하였다. RFID(radio frequency identification : RFID) 시스템이란 마이크로 칩을 내장한 태그에 저장된 데이터를 무선주파수를 이용하여 리더(reader)에서 자동 인식 처리하는 기술이다. 사물인터넷 구현을 위한 기술 중에 하나인 RFID 시스템은 기존의 바코드(bar code)를 대체하여 상품 관리를 네트워크화 및 지능화함으로써 유통 및 물품 관리뿐만 아니라 보안, 안전, 환경 관리 등에 혁신적인 변화를 이끌어 오고 있다. 이러한 RFID 기술은 사물의 고유한 ID를 단순히 인식하는 읽는 기능 중심에서 사물의 이력 정보를 관리할 수 있는 읽고 쓰는 기능, 그리고 전자 태그들이 자신의 고유 정보뿐만 아니라 온도, 습도, 압력 등 주변의 정보까지 감지하는 센싱 기능을 가지도록 발전하고 있는 등 스마트 태그는 사물인터넷을 위한 핵심 기술이라고 할 수 있다[1].

스마트 태그를 이용하는 스마트카드 산업은 컴퓨터를 이용한 인터넷 사용의 급증과 정보통신 환경의 변화 등으로 빠르게 성장하고 있다. 일반적으로 스마트카드는 "마이크로프로세서, 카드운영체제, 보안 모듈, 메모리 등을 갖추어서 특정 트랜잭션을 처리할 수 있는 능력을 가진 집적회로 칩을 내장한 신용카드 크기의 플라스틱 카드"를 의미한다. 스마트카드의 종류를 분류함에 있어 여러 가지 기준이 있으나, 보편적으로 카드로부터의 데이터가 읽히는 방식에 따라 크게 접촉식 카드(contact card), 비접촉식 카드(non-contact card), 겸용카드 등으로 나눈다. RFID 태그는 전자기술이 집적된 핵심부품이다. 종래에는 태그를 구현하기 위하여 125 KHz, 13.56 MHz 대역용 저주파 칩에 GaAs 쇼트키 다이오드나 PIN 다이오드를 안테나 부하 전환 스위치로 사용하였으나 최근에는 실리콘 기반의 CMOS를 사용한 원 칩이 개발되었으며 그 기술이 점차 칩리스 태그 형태로 발전해 가고 있다. 또한 그 종류도 다양해져 근거리 저주파용, UHF용, 원거리 초고주파대역 태그용으로 모드, 유형, 클래스별 다양한 규격의 칩 개발이 진행되고 있다[2].

RFID 스마트 태그는 비접촉식으로 여러 개의 태그를

동시에 인식할 수 있고, 인식 시간이 짧고, 태그에 대용량의 데이터를 저장할 수 있으며, 반영구적 사용이 가능한 장점이 있다. 그래서 RFID는 기존의 바코드나 자기인식장치의 단점을 보완하고 사용의 편리성을 향상시켜줄 차세대 핵심 기술이다. 무선기술의 발전과 함께 저가격, 고기능의 카드, 레이블, 코인 등의 다양한 형태의 태그가 개발되었고, 2010년대 무선인식 기술의 중요성이 부각되면서 다양한 솔루션이 개발되고 전자화폐, 물류관리, 보안시스템 등의 핵심기술로 발전되고 있으며 국방, 의료, 유통, 건설, 보안, 제조, 서비스, 행정 등 다양한 분야로 적용이 가능하다. 이러한 RFID 태그는 궁극적으로 모든 사물에 ID를 부여하게 되어 사물의 자동인식이 가능해지며 이들 간의 상호 통신 네트워크가 형성됨으로써 현재는 유비쿼터스 센서 네트워크(ubiquitous sensor network : USN)를 거쳐 사물인터넷에 적용하는 형태로 발전해 가고 있다[3-5].

본 연구에서는 AVR 마이크로프로세서를 이용하여 표준 13.56MHz 대역의 저주파 RFID 스마트 태그를 위한 스마트 태그 리더 메인 보드를 개발하였다. 개발된 보드는 시뮬레이션을 통하여 응답속도를 개선하는 실험을 진행하였고, 실제 실험에서도 응답속도가 개선된 모습을 나타내었다.

II. RFID시스템 개요

2.1. RFID 스마트 태그 시스템

RFID 시스템은 관리할 사물에 태그를 부착하고 전파를 이용하여 사물의 아이디(identification : ID) 정보 및 주변 환경 정보를 인식하여 각 사물의 정보를 수집, 저장, 가공 및 추적함으로써 사물에 대한 측위, 원격처리, 관리 및 사물 간 정보 교환 등 다양한 서비스를 제공하는 시스템을 말한다. 그림 1에서 나타난 바와 같이 RFID 시스템은 태그, 리더, 미들웨어 및 응용서비스 플랫폼으로 구성되고, 유무선 통신망과 연동되어 사용된다. 태그는 객체 상에 위치하여 객체를 인식할 수 있는 정보를 가지고 있으며, 리더는 정보를 수집, 처리하며 송신 및 수신 기능을 가진다. 서버는 리더에서 수신된 객체의 정보를 활용하여 응용 처리를 수행한다[6].

기본적인 동작원리는 RFID 태그의 안테나와 리더의 안테나가 전파를 이용, 데이터를 주고받는 통신을 수행

하는 것이며, RFID 태그 안에 내장된 안테나가 리더로부터 신호를 수신한다. RFID 태그 안에 내장된 집적회로는 이를 신호화하여 안테나로 신호를 발신하며, 리더는 태그로부터 발신된 정보 신호를 안테나를 통하여 수신하여 유무선 통신방식에 의해 서버로 전달한다. 이때 리더는 주어진 주파수 대역에 맞게 RF 캐리어 신호와 에너지를 RFID 태그에 송신하고, 태그는 RF 신호가 들어오면 위상이나 진폭 등을 변조하여 태그에 저장된 데이터를 리더로 되돌려 준다. 되돌려 받은 변조 신호는 리더에서 복조하여 태그 정보가 해독하는 것으로 동작하게 된다[7].

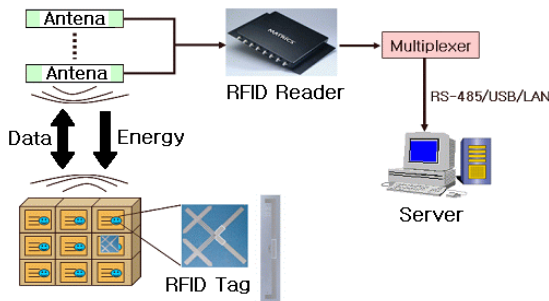


Fig. 1 The Structure of RFID Tag System

2.2. 수동형 RFID 원리

수동형 RFID 시스템은 그림 2와 같이 태그와 리더로 구성되며, 호스트를 통하여 인터넷 망에 연동되어 응용 서비스를 제공한다. 태그를 부착한 물체가 리더의 인식 범위에 놓이게 되면 리더는 태그에게 질문(interrogation)을 보내고, 태그는 리더의 질문에 응답한다. 리더는 특정 주파수를 가지는 연속적인 전자파를 변조하여 태그에게 질문 신호를 송출하고, 태그는 내부 메모리에 저장된 자신의 정보를 리더에게 전달하기 위하여 리더로의 질문에 응답한다.

리더는 특정 주파수를 가지는 연속적인 전자파를 변조하여 태그에게 질문 신호를 송출하고, 태그는 내부 메모리에 저장된 자신의 정보를 리더에게 전달하기 위하여 리더로부터 송출된 전자파를 후방 산란 변조(back-scattering modulation)시켜 리더에게 되돌려 보낸다. 후방산란변조란 리더로부터 송출된 전자파를 태그가 산란시켜 리더에게 되돌려 보낼 때, 그 산란되는 전자파의 크기나 위상을 변화시켜서 태그의 정보를 보내는 방법이다. 수동형 태그는 별도의 전지를 가지고 있지

않으며, 자신의 동작 전력을 얻기 위하여 리더로부터 송출되는 전자파를 정류하여 자신의 전원으로 이용한다. 따라서 리더로부터 송출되어 태그에 도달하는 전자파의 세기에 의해서 태그의 인식 범위가 제한된다[8].

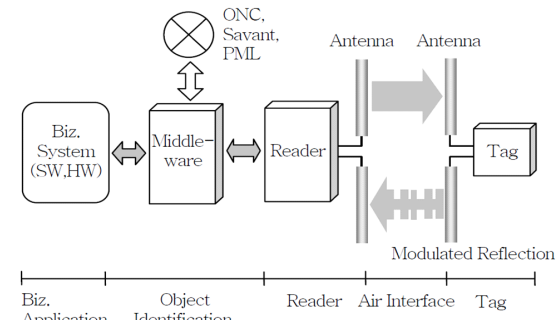


Fig. 2 The Principle of Passive RFID operation

III. RFID 스마트 태그 리더 설계 및 제작

3.1. 리더 메인 보드 설계 및 제작

그림 3은 본 논문에서 개발된 RFID 스마트 태그 리더의 무선 데이터 인식 메인 설계 회로 회로도도를 나타내고 있다. 여기에는 안테나 코일, 수신된 파형의 최고치 추출 하드웨어, 비교기 등이 있다. 이 메인 보드는 마이크로컨트롤러 장치(micro-controller unit : MCU)의 펌웨어의 신호에 의해 안테나 코일은 태그로 에너지를 공급하게 되어있다. 리더에는 태그에서 후방산란변조 혹은 다른 변조 방법으로 보내온 태그 정보를 복조하는 기능을 가지도록 프로그램한 MCU가 있으며 이것은 AVR 마이크로프로세서를 사용하면 쉽게 구현할 수 있다. 제작된 RF 무선 데이터 송수신 회로의 구동은 비 접촉식 스마트 태그의 데이터를 읽어, 데이터 인터페이스 통신 회로(RS232/485 및 Ethernet)를 통해 통합 데이터베이스 및 그래픽 사용자 인터페이스 모니터링 시스템에 각 클라이언트 데이터를 전송하게 된다. 메인 프로세서는 ATMega사의 AVR128/103을 사용하였고, 무선 통신 칩과 다이폴 타입의 무선 통신 중계기, 신호 증폭기, A/D 컨버터, D/A 컨버터를 포함하여 설계하였다. RFID 스마트 태그 리더는 전송부와 수신부를 포함한다. 전송부는 13.56MHz의 반송신호를 전송하고, 태그로부터 브로

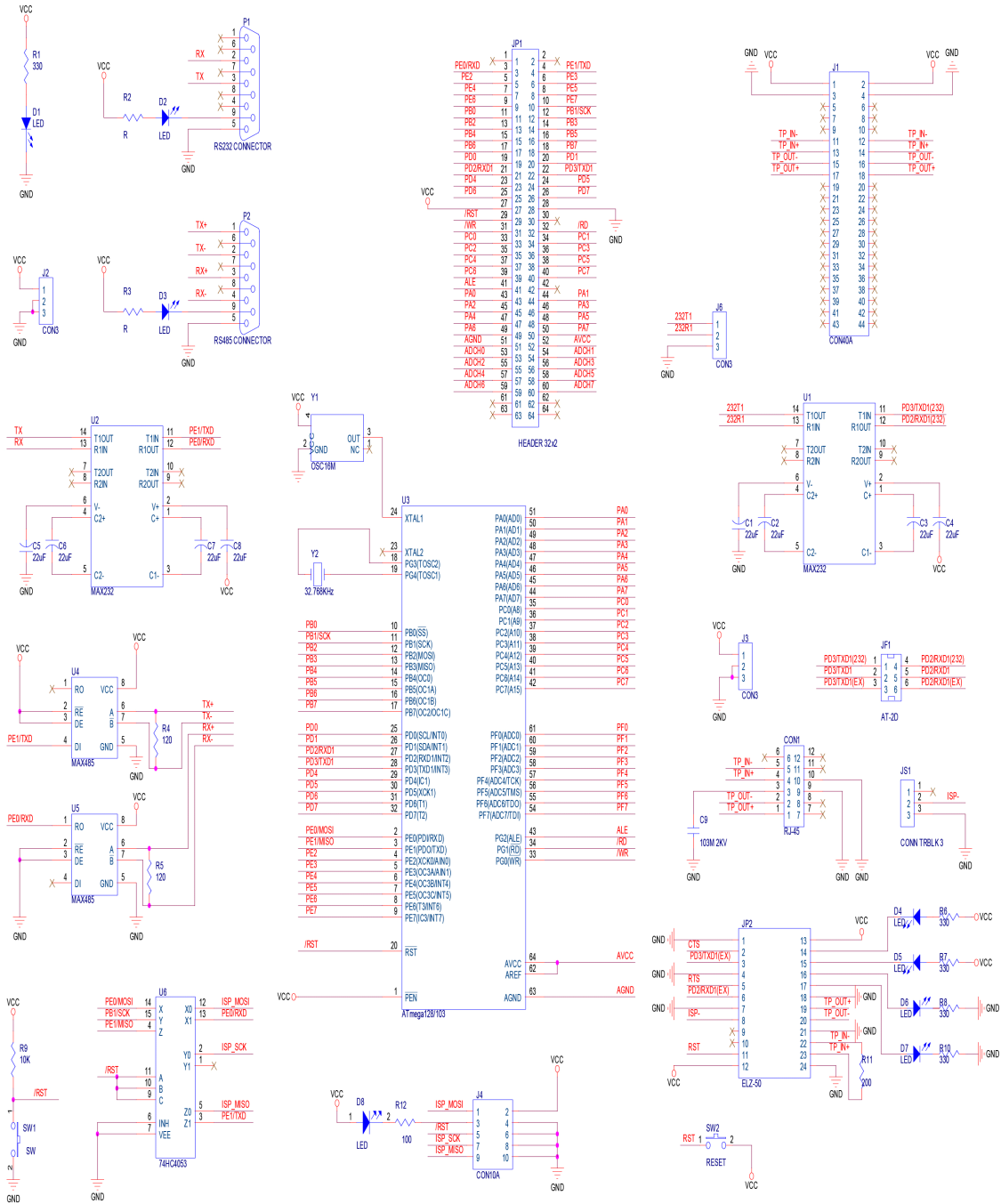


Fig. 3 The Schematic of Wireless Data Recognition in the RFID Smart Tag Reader

드케스팅된 신호를 수신하며, 이들 신호를 분석하고, 오류를 체크하는 등의 데이터 처리를 수행한다. 리더는 또한 외부 호스트와 컴퓨터와 통신하도록 하였다. 개발된 메인 보드의 기술 항목은 모두 동일한 대역의 주파수를 사용하며, 서버와의 통신 속도는 26.48.Kbps이고, 전송 부호화는 펄스 폭 변조(pulse width modulation : PWM) 방식을 사용하도록 설계되었다.

본 논문에서 제작된 RFID 스마트 태그 리더 무선 데이터 인식 보드는 그림 4에 나타내었다. 상단이 메인 콘트롤러 부분이며 하단이 무선안테나 부분이다.

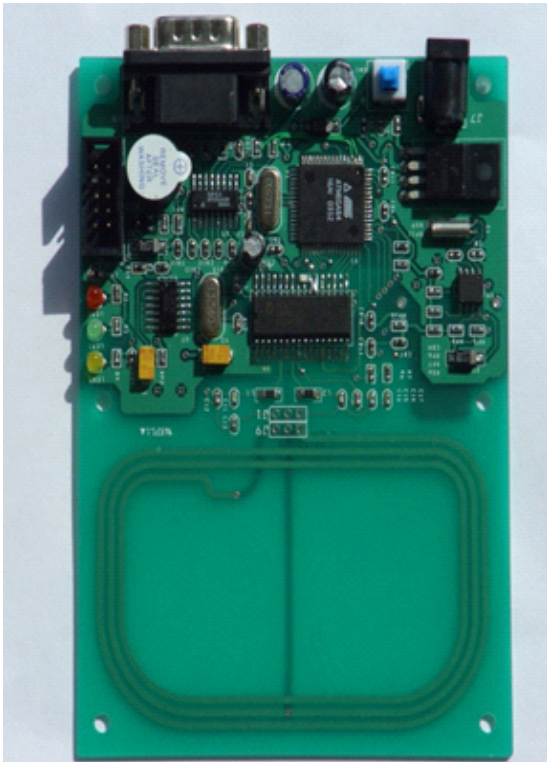


Fig. 4 The Developed Main Board in the RFID Smart Tag Reader

3.2. 응답속도 시뮬레이션 결과

본 논문에서 개발된 시스템의 RF 무선 통신 데이터 전송 시뮬레이션 결과는 그림5에 나타내었다.

실제 실험은 ISO/IEC 14443 접근 카드 표준에서 ISO14443A 프로토콜 호환되는 태그를 사용하여 리더가 읽어 들이는 속도를 오실로스코프를 이용하여 측정 한 결과를 그림 6에 나타내었다. 그림 5와 그림 6의 상단

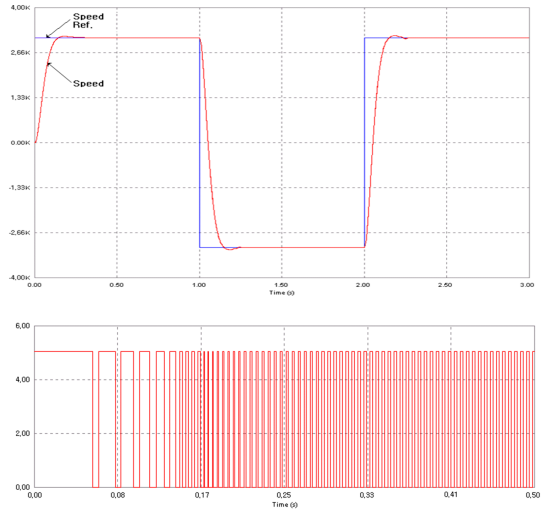


Fig. 5 The Simulation Results of Data Transmission in the RFID Smart Tag Reader

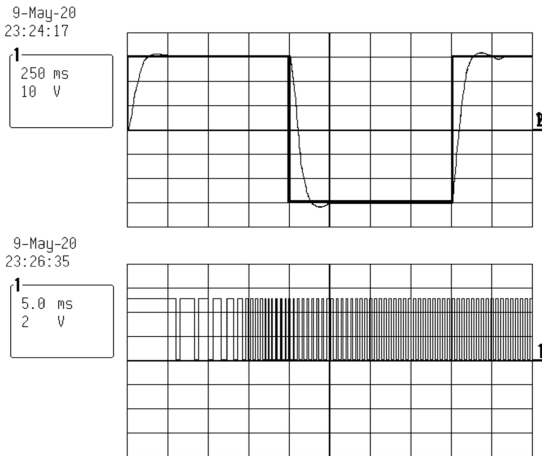


Fig. 6 The Oscilloscope Results of Data Response in the RFID Smart Tag Reader

에는 데이터 전송 응답파형을 나타내었고, 하단에는 무선 데이터 송수신 회로의 PWM 신호파형을 각각 나타내었다. 그림의 상단에서는 입력신호의 변화에 대하여 그래프의 1칸 시간 기준 250[msec]내에서 수렴하고 있으며, 아래쪽의 그래프는 1칸 기준 5[msec]에서 15[msec] 이내에 안정화된 응답 특성 나타내고 있음을 알 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 AVR을 이용하여 일반적인 응답시간보다 빠른 RFID 스마트 태그 리더를 개발하였다. 태그의 주파수는 13.56MHz 대역의 저주파이며 PWM 방식의 26.48kbps의 통신 속도를 가지고 있다. 개발된 리더는 비접촉식 RFID 스마트 태그 제어 회로로 설계되었으며, 리더 인터페이스 회로 및 RFID 태그 오류 검출과 정정 알고리즘이 적용되었다. 개발된 리더는 시뮬레이션을 통하여 응답속도를 개선하는 실험을 진행하여 13.56MHz대역에서 15[msec] 이내의 빠른 응답속도를 나타내었다.

연구로는 비 접촉식 Smart Tag 데이터 리더 무선 연계 네트워크 구축, Multi Operation 구현을 통한 고기능의 스마트 RFID 시스템의 개발이 필요하며 다양한 주파수별 능동형 RF-ID Tag가 개발되면 사물 인터넷의 센서와 통신 등에 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

[1] W. Dehaene, G. Gielen, M. Steyaert, M. H. Danneels, V. Desmedt, C. D. Roover, Z. Li, M. Verhelst, N. V. Helleputte, S. Radiom, C. Walravens, and L. Pleysier, "RFID, Where are they?," *Proceeding of European Solid State Device Research Conference(ESSDERC 2009)*, pp. 56-63, Sep. 2009.

[2] B. Bing, Z. Xiaojin, Z. Hesheng, and Z. Zhaoxun, "Active RFID Tags for Smart Shelf Based on LF Assistant Devices," *Communications in Computer and Information Science*, vol. 2017, no. 762, pp. 343-352, Sep. 2017.

[3] F. Zhu, B. Xiao, J. Liu, B. Wang, Q. Pan, and L. Chen, "Exploring Tag Distribution in Multi-Reader RFID Systems," *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 16, no. 5, pp. 1300-1314, 2017.

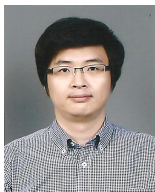
[4] J. Grosinger, W. Pachler, and W. Bosch, "Tag Size Matters: Miniaturized RFID Tags to Connect Smart Objects to the Internet" *IEEE microwave magazine*, vol. 19, no. 6, pp. 101-111, 2018.

[5] M. Ma, P. Wang, and C. Chu, "Redundant Reader Elimination in Large-Scale Distributed RFID Networks," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 5 no. 2, pp. 884-894, 2019.

[6] L. Sanchez, V. Ramos, and O. Ledesma, "Efficient detection of missing tags for passive RFID systems," *International Journal of Communication Systems*, vol. 29, no. 9, pp. 1545-1567, Sep. 2016.

[7] L. Jia, C. Min, X. Bin, Z. Feng, C. Shigang, and C. Lijun, "Efficient RFID Grouping Protocols," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 24, no. 5, pp. 3177-3190, May. 2016.

[8] M. A. Wister, P. P. Garcia, J. A. H. Nolasco, F. D. A. Escalante, and P. P. Campos, "RFID Smart Tags for Controlling Belonging in Shelters," *International Journal of Engineering Research and Applications*, vol. 6, no. 10 (part-3), pp. 51-56, Oct. 2016.



엄상희(Sang-Hee Eum)

1995년 동아대학교 전기공학과 공학석사
2000년 부산대학교 전자공학과 공학박사
2000년 ~ 현재 : 동주대학교 전기전자과 부교수
※관심분야 : 의공학, 인공지능, IT융합