

HF/UHF 이중 태그기반 농·식품 자재 학교급식 물류관리 시스템 디자인

정 유 정*, 프랑크 기메타*

Agricultural School-Food Logistic Management System Design Using HF/UHF Dual-Band RFID Tags

You Chung Chung*, Franck B. Kimetya*

요 약

본 논문은 농·식품 식재료 유통 및 검수를 위하여 사용되는 박스에 RFID(Radio Frequency Identification) 920MHz UHF(Ultra High Frequency) 대역과 13.56 MHz NFC/HF (Near Field Communication/High Frequency) 이중대역 태그를 박스 자체에 임베디드 시켜서 시스템을 구축하였다. 식재료들의 정보는 RFID 태그 정보와 같이 시스템 DB (database)에 저장되어 검수와 추적이 가능하게 하였다. UHF 대역 태그는 물류용으로서 식자재 유통을 감시하기 위함이며, HF대역 태그는 일반적인 스마트폰 사용자들이 검수를 가능하게 하기 위함이다. 또한 윈도우 응용프로그램과 스마트폰 앱을 사용하여 식자재의 날짜와 생산자 등을 일반인들과 물류 관리자가 동시에 검수 할 수 있도록 하였다. 본 시스템은 이중대역 태그를 사용하여 유통관리자와 일반인이 검수가 가능하며 다양한 적용에도 사용이 가능하다.

키워드 : RFID 시스템, 농식품 물류관리 시스템, HF/UHF RFID 태그, RFID 물류관리, 이중대역 태그

Key Words : RFID System, Agricultural Food Logistics System, HF/UHF RFID tag, RFID logistics, Dual Bands Tag

ABSTRACT

This article introduce the agricultural school food logistics and inspection system using a dual-band RFID tag (UHF and NFC) tag, embedded into the smart box. The information of food material should be saved into the system DB with the RFID tag ID information for inspection and traceability. The UHF tag is used for logistics, and NFC tag is for inspection of the food by a general smart phone user. The phone application and the logistics management program using the dual-band RFID tags are programmed for inspecting the information of manufacturer and date of production. This dual-band RFID system can be applicable to various applications for logistics and inspection by smart phone users and logistics managers.

I. 서 론

RFID (Radio Frequency Identification) 시스템은

사용하는 주파수 대역에 따라 응용 분야가 구분된다. HF대역 13.56MHz의 주파수 대역은 근거리 자기장 NFC(Near Field Communication)기술을 통해 동작

※ 이 연구는 2015년도 대구대학교 연구비의 지원으로 연구되었음.

♦° First and Corresponding Author : Information and Communication Engineering Dept., Daegu University, youchung@daegu.ac.kr, 종신회원

* Information and Communication Engineering Dept., Daegu University, 학생회원

논문번호 : 201812-374-D-RN, Received November 30, 2018; Revised February 1, 2019; Accepted February 1, 2019

되며 최근 스마트폰 및 교통 결제 시스템에 이용된다. 또한 UHF대역은 433 MHz의 대역을 사용하며 능동형으로 항만물류 시스템 관리에 사용되며, 또 다른 UHF 대역인 840-960 MHz은 원거리 (Far field)에서 전자기파(Electromagnetic wave)를 이용하여 역산란 (Backscattering) 방법으로 정보를 전달하는 물류관리에 사용된다. 2.45GHz 대역은 수표인증이나 여권인식 등의 소형 태그가 필요시에 사용된다¹¹⁾.

물품의 유통과 물품의 납품 과정에는 관리 및 통제와 이력 관리가 필요하다. UHF RFID 시스템을 통하여 물품의 이동 등을 관리한다면 배송오류를 줄일 수 있고 내부 물품을 실시간으로 확인 가능하며, 인식에서부터 물류 관리를 하는 RFID 적용 시스템들이 소개되었다¹²⁻¹⁴⁾. 논문 [5]는 UHF대역 RFID를 기반으로 블록체인을 사용하여 식품의 추적에 대한 연구를 제시하였으며, 논문 [6]에서는 HF대역 RFID 핸드셋 기반을 사용한 식품 추적 시스템을 제시하였다. 논문 [7]에서는 LBS 기술 활용을 위해 MSNS기반 물류 정보 플랫폼의 구성을 하여서, 중소기업들의 비즈니스 프로세스인 실시간 물류 정보의 효율성을 높이고, 비용을 절감을 개선하는데 도움을 주는 시스템을 소개하였다.

농·축산물 물류는 모든 사업의 중요한 경제 활동 중에 하나이며 기초가 되는 물류관리이고, 그 관리에서 싱싱함을 유지하기 위하여 빠른 산지배송이 요구되는 것이다. 현재 농축산 식자재 유통산업과 학교급식 시스템에서는 농·축산물의 생산·가공·유통·판매에 이르는 모든 단계에서, 육안으로 신선도를 확인하고 있으며, 원산지 추적과 생산 날짜 등을 하나하나 서류상으로 OFF-LINE에서 확인하고 있다. 또한 생산자에서 소비자 까지 추적이 어렵고 신선도 또한 문제가 된다. 현재 학교에서는 식중독 발생에 대비하여 역추적을 위한 식재료의 생산이력력을 종이 문서로 작성하여 보관하도록 의무화 되고 있으나 형식적으로 적용이 되어져왔다. 대부분의 소개된 물류관리 적용들은 하나의 RFID 대역을 사용하여 물류관리 등에 적용을 하였다. 이는 실제적으로 관리자와 일반적인 사용자가 동시에 사용하기에는 문제가 많다.

그 이유는 UHF 태그는 인식거리가 수 미터에 이르고 물류관리에 적용되어서 물류 관리자가 UHF RFID 리더기와 프로그램을 통하여 물류 관리가 용이하지만, 일반인들이 물류 정보를 보기 위하여 고가의 UHF RFID 리더기 없이는 불가능하다. 그래서 인식거리가 짧은 HF (NFC) 대역의 태그를 사용하여 일반적인 스마트폰 사용자인 생산자나 소비자가 스마트 폰을 사

용하여 생산지, 생산물, 생산날짜 등의 정보를 스마트 박스에 부착된 이중대역 태그 중에서 HF태그를 사용하여 서버에 데이터를 입력가능하고 확인도 가능하다.

따라서 UHF와 HF의 이중대역 태그를 식자재 물류에 사용되는 박스에 임베디드 시켜서 관리하면 식자재를 생산자부터 소비자에 이르는 정보를 유통업자뿐만 아니라 일반 소비자들에게 정확하고, 투명하게 전달이 가능하다. 이러한 시스템 구현을 위하여 본 논문에서 제공하는 이중대역 태그를 사용한 학교식자재 검수시스템 프로그램과 앱(APP) 프로그램을 설계하였으며, 반복적이고 사용가능성을 확인하고 인증받기 위하여 TTA 소프트웨어 시험인증을 받았다.

II. RFID 식자재 검수 시스템 구성

그림 1은 HF/UHF 이중 대역 RFID 태그를 사용한 학교 식자재 물류관리 시스템 구성도 이다. 이중대역 RFID가 임베디드된 스마트 박스를 생산자가 스마트폰을 사용하여 식자재 검수 서버에 생산자로서 등록하고, 농산품용으로 등록된 태그 정보와 식자재 정보는 유통업자와 소비자에게 전달되기까지 저장되어 어디서나 유통업자들은 HF/UHF 태그를 이용하여 검수와 물류관리를 할 수 있다. 또한 소비자와 생산자는 NFC 태그를 이용하여 생산지에서 물품 및 식자재 등록과 날짜 등의 입력 및 확인이 가능하며, 이는 저장된 정보가 식자재 검수 서버를 통하여 확인이 가능하다.

그림 1에서 이중대역 태그가 임베디드된 박스의 물류 정보는 중앙 관리센터 서버에 생산지, 생산자 물건의 개수와 날짜 등의 정보가 NFC 혹은 UHF RFID 리더기를 통해 UHF와 HF 태그 ID가 쌍으로 저장된다. 이 물류정보와 박스의 정보는 모바일 앱이 설치된 스마트폰으로 입력과 검수가 가능하며, 공급업자는 UHF RFID 리더기 혹은 스마트폰으로 관리가 가능하다. 또한 아래 그림과 같이 일반 PC를 이용하거



그림 1. 학교 식자재 물류관리 및 검수 시스템 구성도
Fig. 1. Food Logistic Management System Diagram

▶ 태그리더기 상태: 연결상태 (모바일기기)

No	태그리더기ID	리더기명	보관위치	연결상태	비고
1	R19293	Motolcar Reader	상고1	연결상태	
2	R24892	물류1차 Reader	상고2	연결중료	
3	R90390	물류2차 Reader	상고3	연결중료	

▶ 태그스캔 체크: 태그종류 (모바일)

태그종류	태그종류	태그종류
태그종류	태그종류	태그종류

▶ 보유 태그 리스트 (선택할수 없음) (선택할수 있음)

No	태그ID	상품ID	상품명	보관위치	변경이력
1	Tag295	EA2923	OO와 3종	상고10	입고 2015-11-10
2	Tag589	EA4272	OO와 8종	상고2	입고 2015-11-10

▶ 상세보기

No	일지	활동	사용자	사유	비고
1	2015-11-10	입고	AA유류		
2	2015-11-02	출고	OO유류		
3	2015-10-28	입고	OO유류		
4	2015-10-26	상환유류	OO유류		

그림 5. 태그 & 리더기 정보관리
Fig. 5. Tag & Reader Information Management

수동으로도 태그 ID를 입력하고 물품의 종류, 농·식품 생산자들의 자세한 정보를 입력하고 설정한다. 물류 입고, 출고등과 편집 삭제, 물품 상세보기에서는 입출고, 사용자, 창고명 그리고 이력 날짜 등의 data를 볼 수 있다.

IV. 검수 및 검증을 위한 스마트 폰용 앱

UHF RFID 태그는 일반인이 UHF 리더기와 프로그램 없이는 인식이 불가하므로 이중대역의 태그를 사용하였다. 이중대역 태그 중에서 HF(NFC) 대역의 태그를 사용하여 일반인이 앱(App)을 통하여 스마트폰을 통하여 검수가 가능하게 하였다. NFC 태그를 사용하여 농산물 학교급식 식재료 관리와 조회를 위해서는 스마트폰의 앱이 필요하다. 그림 6은 스마트폰 앱의 전체 프로그램의 구성도이다. 태그를 하나하나 인식해야 하므로 대체적으로 구성도와 프로그램이 아래 그림과 같이 간단한 구조로 이루어져 있다. 로그인 과정 후에 태그조회, 태그기록/재기록, 태그이력조회, 재고조회 등의 선택 할 수 있다.

그림 7은 앱의 main 로그인 화면과 메뉴 화면이다. 그림6에서 보여준 선택들을 구성하여 태그의 조회, 로그인, 재기록, 물품들의 이력조회 재고조회 등이

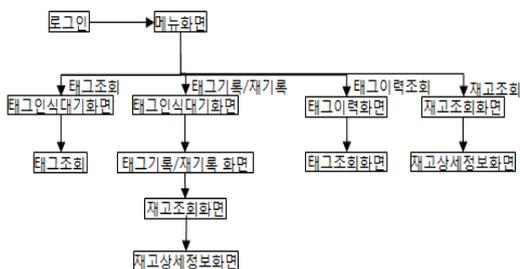


그림 6. 모바일 앱 전체 process 구성도
Fig. 6. Block Diagram of Mobile App Full Process

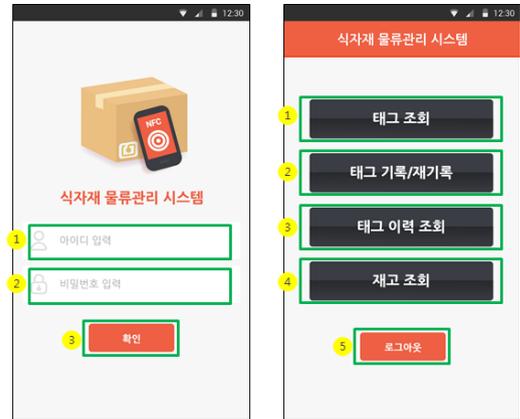


그림 7. 앱의 로그인 화면 & 메뉴 화면
Fig. 7. App Login and Menu Screen

가능 하도록 하였다. 상자 고유 NFC 태그 ID는 체크박스 선택 시 모든 상품들이 선택된다. 최근 조회, 수정 시간에는 최근 조회 시간과 수정된 시간을 나타낸다. 상품 정보로는 해당 상품의 상품 정보(분류, 유통기한, 규격, 단위, 수량, 단가, 보관 장소, 거래처)를 나타낸다. 이력 버튼으로 해당 상품의 이력 정보(배송일자, 배송상태, 현재위치)를 볼 수 있다. 재고조회 버튼으로 재고와 현 보관중인 상품들을 볼 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 일반인들이 UHF 대역의 태그를 리더기와 리더기 프로그램 없이 인식과 검수가 불가하므로, 태그 인식을 가능하게 하고, 또한 물류관리자가 관리도 가능하게 하기 위하여 UHF/HF 이중대역 태그를 사용하여 검수와 물류관리를 동시에 가능하게 하는 시스템과 스마트폰용 앱(App) 프로그램을 설계하여 인증을 받았다.

농축산물 식재료 검수를 위하여 HF/UHF 이중 태그를 농축산물 유통 과정에 쓰이는 박스 자체에 임베디드하여 제품인식을 하였으며 식재료 물류관리 시스템을 설계 하였다. 또한 시스템의 사용을 위한 서버 시스템용 물류관리 프로그램과, 응용프로그램, 스마트폰용 어플리케이션 프로그램을 개발하였다. 생산부터 소비자까지 모든 과정을 정확하고, 투명하게 정보를 제공, 관리 이력을 관리를 관리자와 일반 스마트폰 사용자가 할 수 있도록 하였다.

해당 시스템을 통하여 현재까지의 농산물 식재료 관리와 납품을 통한 신선도 관리, 물품 위치 추적 등의 문제점을 해결하였으며, 식중독 발생 시 역추적이

가능하도록 하여 일반 스마트폰을 사용하는 소비자들에게 안심 먹거리를 제공 할 수 있도록 하였다.

References

- [1] K. Finkenzeller, *RFID Handbook*, 2nd Ed., John Wiley & Sons, England, 2003.
- [2] F. Kimetya, C.-H. Suel, and Y. C. Chung, "Long range small cavity UHF RFID tag antenna design for a metal cart," *J. KIEES*, vol. 28, no. 9, pp. 679-684, 2017.
- [3] S. Nam, Y. Yim, H. Jung, J. Seok, and Y. C. Chung, "Auto sushi conveyer-belt payment system using UHF RFID dishes," *J. KICS*, vol. 39, no. 12, pp. 1225-1229, 2014.
- [4] Y. C. Chung, K. Kim, and C. Seol, "A study on detecting system of illegal automobile using a seal-bolt UHF RFID tag antenna," *J. KICS*, vol. 42, no. 1, pp. 157-161, 2017.
- [5] F. Tian, "An agri-food supply chain traceability system for china based on RFID & blockchain technology," *Int. Conf. Serv. Syst. and Serv. Management*, pp. 1-6, Kunming, China, Jun. 2016.
- [6] X.-Y. Bao, Q. Lu, S.-J. Wu, and Y. Wang, "Application of mid-based RFID handset in food traceability," in *Proc. 2011 Int. Conf. Mach. Learning and Cybernetics*, vol. 1, pp. 410-413, Guilin, China, 2011.
- [7] Z. Huang and Y. Yang, "The construction of logistics information platform based on mobile social network service," *Second Int. Conf. Busin. Comput. and Glob. Informatization*, pp. 758-761, Shanghai, China, Oct. 2012.
- [8] N. Yoo, et al., "Design and implementation of the management system of cultivation and tracking for agricultural products using USN," *KIISE Trans. Comput. Practices*, vol. 15, no. 9, pp. 661-674, 2009.

정 유 정 (You Chung Chung)



1990년 2월 : 인하대 전기공학사

1994년 12월 : Univ. of Nevada 전기전자공학과 M.S.

1999년 12월 : Univ. of Nevada 전기전자공학과 (Ph.D)

2000년 1월~2003년 : 4월 Utah State Univ., ECE Dept. 연구조교수

2003년 5월~2004년 8월 : University of Utah, ECE Dept. 연구조교수

2004년 9월~현재 : 대구대학교 정보통신공학과 교수

2004년~현재 : IEEE Antenna Propagation Society, Senior Member

<관심분야> RFID, 유전자 알고리즘을 이용한 안테나 최적화, 다중밴드 안테나 최적화, 배열 안테나 최적화, RFID 태그 및 시스템, 5G 안테나 및 Array 빔포밍

프랑크 키메타 (Franck B. Kimetya)



2011년 1월 : 대구대학교 한국어연수

2015년 2월 : Daegu University 통신공학과 (공학사)

2017년 2월 : Daegu University 통신공학과 (공학석사), 실습 조교

2017년 3월~현재 : Daegu University 정보통신공학과 박사과정, TA & RA

<관심분야> Antenna, RFID, EMC 등