

용기포장 액상 식품의 물류관리를 위한 RFID 시스템 개발(I) - 물의 높이에 따른 RFID 인식성능 분석 -

김용주 김태형

Development of RFID Management System for Packaged Liquid Food Logistics (I) - Analysis of RFID Recognition Performance by Level of Water -

Y. J. Kim T. H. Kim

Abstract

The purpose of this study is to analyze the RFID recognition performance by level of water. A 13.56 MHz RFID management system for packaged liquid food logistics is consisted of antenna, reader, passive type tags, and embedded controller. The tests were conducted at different level of water, distances between tag and antenna, and position of attached tags. To analyze the RFID recognition performance, maximum recognition distances for a container and recognition rates for a logistics made of 27 containers were measured and analyzed. The maximum recognition distance for a container was different depending on position of attached tags, and attached tag at upside position showed a good performance. But, the recognition rate of 27 containers showed a good ability for attached tags at front side position, 30~35 cm distance to antenna, and water level 1. Therefore, to manage packaged liquid food logistics using RFID system, position of attached tag, distances between tag and antenna, and level of water should be considered.

Keywords : Packaged liquid food, Logistics management, RFID

1. 서론

최근 차세대 유통·물류 시스템의 핵심 기술로 RFID(Radio Frequency Identification) 기술이 부각되면서 이에 대한 관심이 증폭되고 있다. RFID는 상품의 정보를 무선으로 인식하는 기술로 대용량의 상품 정보를 동시에 인식할 수 있으며, 인식 속도가 빠른 장점이 있어 기존의 바코드를 대체할 것이 확실시 되고 있다(Jeon, 2007). 또한 RFID는 우수한 내환경성과 사용하는 태그의 재활용이 가능한 장점이 있어 USN(Ubiquitous Sensor Network)기술과 연동하여 다양한 산업 분야에서 획기적인 변화를 주도하는 인프라 기술로 인정받고 있다(Korea E-business Association, 2008). 지식경제부에서는 파급효과가 큰 자동차, 식품, 유통, 물류, 가전, 섬유 산업

에 RFID 기술을 우선적으로 적용하고 있으며, 2008년 이후에는 의료, 전자, 항공, 선박 등으로 확대할 전망이다(Yang et al, 2008).

식품 분야의 RFID 기술은 크게 식품의 물류 및 이력 관리에 활용이 가능하며, 이것은 국가 전체적으로 제품가격 대비 물류비용의 비율이 12%에 이르고 있는 농식품 분야에서 물류비용 절감과 효율적인 품질관리를 가능하게 할 것으로 판단된다(Kim, 2008). 또한 식품의 이력화는 안전성과도 밀접한 관련이 있어 소비자에게 믿을 수 있는 먹거리 제공을 위해서는 생산에서 판매까지 일괄적용이 가능한 RFID 시스템의 개발이 필요하다(Lee and Yoe, 2007).

현재 식품 분야에서 RFID 기술에 관한 연구는 활발히 진행되고 있으나 식품의 종류, 유통, 저장 방법이 다양하여 다른

The article was submitted for publication on 2009-08-26, reviewed on 2009-10-14, and approved for publication by editorial board of KSAM on 2009-10-28. The authors are Yong Joo Kim, Senior Research Engineer, KSAM member, LS Mtron LTD., Anyang, Gyeonggi, and Tae Hyeon Kim, Researcher, KSAM member, Dept. of Bio-Mechatronic Engineering, SungKyunKwan University, Suwon, Gyeonggi, Korea. Corresponding author: T. H. Kim, Researcher, Dept. of Bio-Mechatronic Engineering, SungKyunKwan University, Suwon, Gyeonggi, 440-746, Korea; Fax: +82-31-290-7830; E-mail: <ceogen@skku.edu>.

산업 분야에 비해 상용화가 어려운 실정이다(Kim et al., 2008). RFID는 주변 환경에 따라 인식성능이 다르며, 특히 액체와 근접한 경우의 인식성능은 현저히 감소된다고 보고되고 있어(Myong, 2006) 액상 식품의 물류관리에 적용하기 위해서는 많은 연구가 필요하다. 액상 식품의 RFID 물류관리 시스템 개발에 관한 연구는 전무한 실정이며, 그 종류 및 형태도 다양하므로 RFID 시스템을 적용하기 위해서는 인식성능 분석이 선행되어야 한다.

따라서 본 연구는 액상 식품의 RFID 물류관리 시스템 개발을 위한 기초연구로써 액상 식품의 물류관리에 적합한 RFID 시스템을 설계하여 물의 높이와 태그의 부착 위치 등에 따른 RFID의 인식성능을 분석하였다.

2. 재료 및 방법

가. RFID 시스템

RFID 시스템은 일반적으로 그림 1과 같이 부착물의 정보 저장 및 송수신이 가능한 태그(Tag), 태그의 정보를 리더기로 전송하는 안테나(Antenna), 안테나로부터 태그의 정보를 받아 컨트롤러에 전송하는 리더기(Reader), 태그에 사용자가 원하는 정보를 저장하고 리더기에 수신된 태그의 정보를 관리하는 컨트롤러(Controller)로 구성된다(Kim et al., 2009).

RFID 시스템은 사용하는 주파수 대역에 따라 활용분야가

다르며, 인식거리 0.5 m의 125 kHz 대역은 가축 관리와 출입 관리 분야에, 인식거리 1 m의 13.56 MHz는 항공수화물, 도서관 등에, 860~900 MHz와 2.45 GHz의 주파수 대역은 각각 8 m와 15 m의 인식거리로 주로 물류관리에 사용되고 있다. 높은 주파수 대역의 RFID 시스템은 데이터 통신 속도가 빠르고 인식 거리가 길다는 장점이 있으나 상대적으로 가격이 비싸고 부착물의 재질에 민감하게 반응하는 단점이 있다. 최근에는 RFID의 활성화를 위해 저가이며 인식거리가 좋은 13.56 MHz 대역의 전파 강도를 상향 조정하면서 최대 인식거리 80 cm를 확보함에 따라 물류 및 유통분야까지 적용분야가 확대될 것으로 전망하고 있다(ISO/IEC 15693, 2000).

본 연구에서는 내환경성이 좋으며, 저가인 13.56 MHz의 주파수 대역을 이용하여 액상 식품의 RFID 물류관리 시스템을 구축하였다. RFID 태그(Rafsec_001, Rafsec, Finland)는 그림 2와 같이 ISO 15693 규격으로 1 Kbyte의 메모리 영역을 가지고 있어 식품의 원산지, 생산일, 품질, 출하일 등의 다양한 정보 입력이 가능하며, 리더기로부터 전원을 공급 받는 수동형 태그를 사용하였다. 안테나와 리더기는 일체형 시스템(SM9966, Synometrix, Taiwan)을 사용하였으며, 1 W의 높은 RF 출력을 가지고 있어 최대 55 cm까지 정보 송수신과 초당 50 개까지의 태그인식이 가능한 장점이 있다. 컨트롤러(Nano-ITX, VIA, Taiwan)는 프로그램 개발 및 외부와의 통신이 용이한 12(L) × 12(W) cm의 윈도우 기반 고성능 임베디드 장치를 사용하였으며, 리더기와 RS-232C 통신으로 태

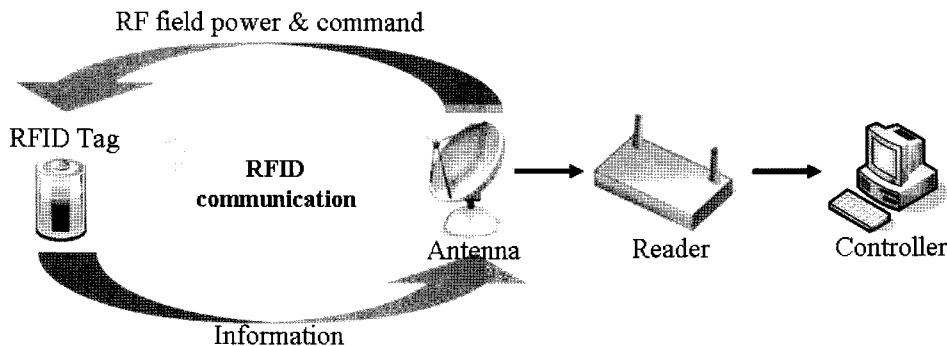


Fig. 1 Schematic diagram of RFID system.

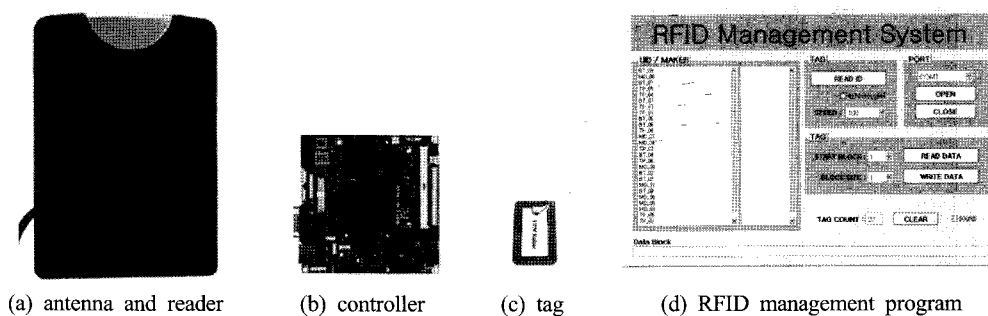


Fig. 2 RFID management system for packed liquid food logistics.

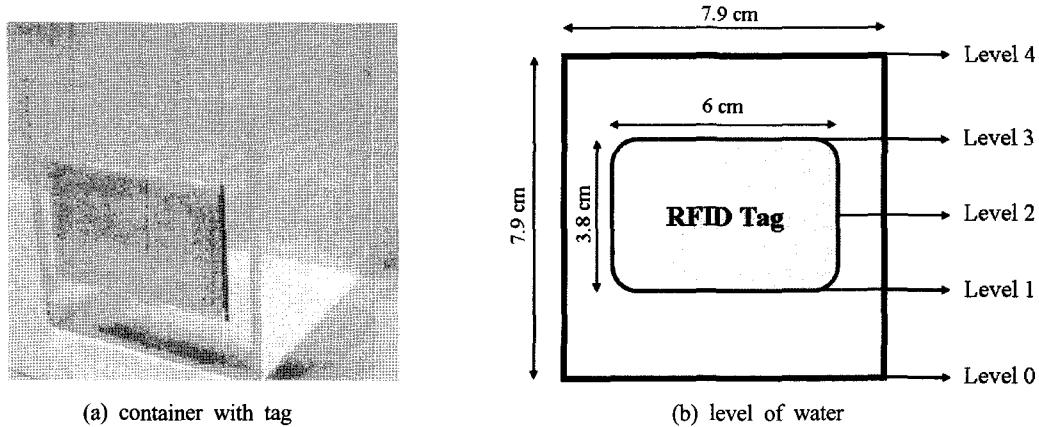


Fig. 3 Experimental condition for container, tag, and level of water.

그의 정보를 송수신 및 관리하도록 하였다. 또한 RFID 시스템의 제어 및 태그 인식을 위한 계측 프로그램은 신호 수집 및 분석이 용이한 LabVIEW(version 8.5, National Instrument, USA)를 이용하여 개발하였다.

나. 공시 재료

물의 높이에 따른 RFID의 인식성능을 분석하기 위해 공시 재료로 플라스틱 용기와 시판되는 생수를 사용하였다. 플라스틱 용기는 그림 3-(a)와 같이 액상 농산물의 용량과 13.56 MHz RFID 시스템의 최대 인식거리를 고려하여 약 500 mL의 용량을 갖도록 27개의 정육면체 용기를 제작 하였다. RFID 태그는 각각의 플라스틱 용기 중앙에 부착하였으며, 물의 높이는 그림 3-(b)와 같이 RFID 태그의 위치를 기준으로 플라스틱 용기에 물을 담지 않은 경우를 level 0, 물의 높이가 RFID 태그의 하단에 오는 경우를 level 1, RFID 태그의 중앙에 오는 경우를 level 2, RFID 태그의 상단에 오는 경우를 level 3, 물을 용기에 가득채운 경우를 level 4로 설정하였다. 또한 물의 부피는 마이크로 피펫(Midi Plus Pipetting AID, Biohit, Finland)을 이용하여 각각의 용기에 대해 측정 하였으며, 실험 조건에 따른 평균 부피는 표 1과 같이 level 1은 130 mL, level 2는 257 mL, level 3은 341 mL, level 4는 476 mL로 측정되었다.

Table 1 Measured water volume by experimental condition (N : 27) (unit : mL)

Level	Avg.	Min.	Max.	Std. Dev.
0	0	0	0	0
1	130	119	137	8
2	257	250	268	8
3	341	337	349	6
4	476	468	487	8

다. 실험 방법

1) 단일 용기의 최대 인식거리

물의 높이(level 0~4)에 따른 단일 용기의 최대 인식거리는 RFID 시스템의 인식성능이 최대가 되도록 용기에 부착된 태그를 안테나의 정면에 위치시킨 후(Park and Kim, 2006), 안테나와의 거리를 점차 증가시키는 방법으로 측정하였다. 이때 태그의 부착 위치는 윗면과 정면의 2 수준으로 하였으며, 각각의 실험은 5회 반복하여 수행하였다.

2) 적재 용기의 인식성능

액상 식품에 대한 RFID 시스템의 인식성능은 여러 개의 제품을 적재하여 하나의 박스로 포장유통시키는 국내 물류현장을 고려하여 그림 5와 같이 플라스틱 용기를 가로, 세로 각각 3 수준으로 쌓은 27개의 플라스틱 용기를 하나의 물류로 간주하여 실험하였다. 또한 전체 플라스틱 물류는 종이 박스를 이용하여 포장하였으며, 이때 전체 물류의 크기는 종이 박스의 두께가 추가됨에 따라 26.4(W) × 26.1(L) × 26.2(H) cm로 측정되었다. 실험은 안테나를 전체 물류의 중앙에 위치시킨 후, 단일 용기의 최대 인식거리를 고려하여 안테나와의 거리를 30~50 cm의 범위에서 5 cm 간격으로 증가시키는 방법으로 물의 높이(level 0~4)에 따른 적재 용기의 인식성능을 측정하였다. 인식성능은 전체 태그 수에 대해 인식되는 태그 수의 비를 백분율로 나타내어 인식률로 표시하였으며, 단일 용기의 최대 인식거리 측정 실험과 동일한 방법으로 태그의 부착 위치를 윗면과 정면의 2 수준으로 하여 5회 반복 실험하였다. 또한 용기의 위치에 따른 인식률을 분석하기 위해 용기의 위치에 따라 3개의 그룹으로 나누어 태그를 윗면에 부착한 경우에 top, middle, bottom의 아이디와 정면에 부착한 경우에 front, center, rear의 아이디를 각각 부여 하였다.

적재 용기의 RFID 인식성능은 통계분석 프로그램인 SAS (version 9.1, SAS Institute, USA)를 이용하여 물의 높이를

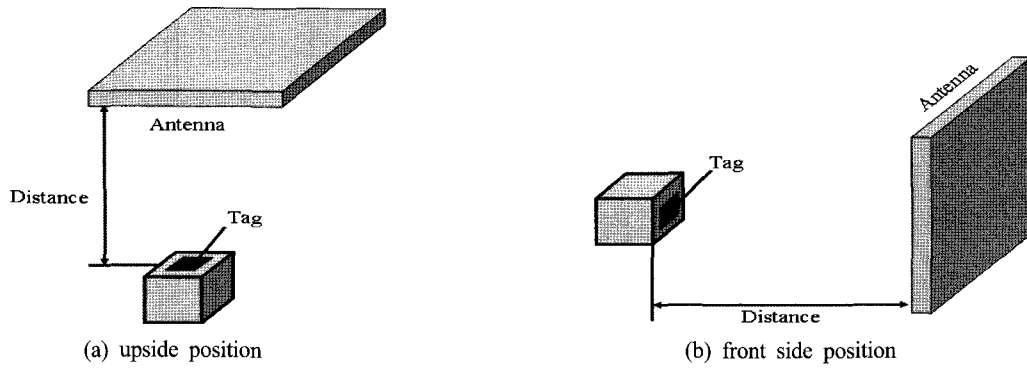


Fig. 4 Experimental condition for measuring maximum recognition distance.

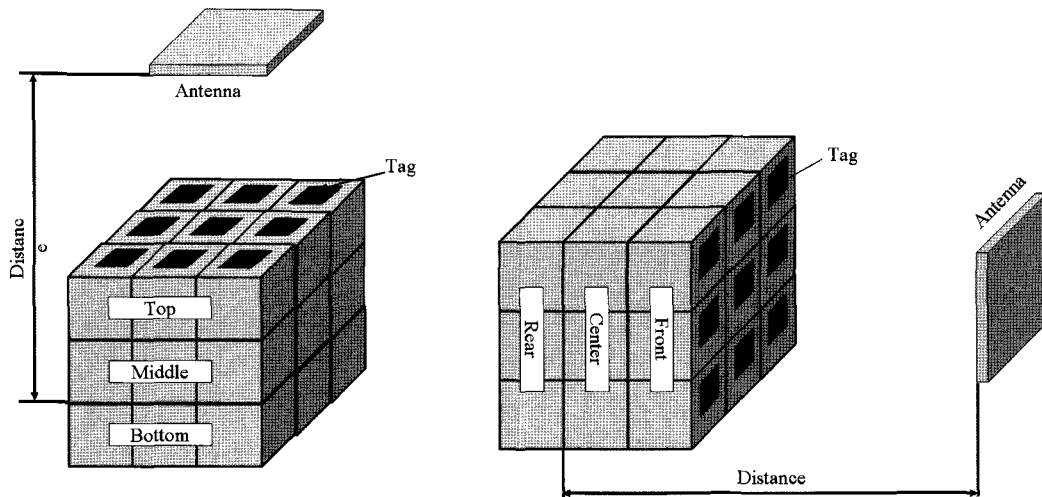


Fig. 5 Experimental condition for evaluating recognition rate.

인자로 하는 일원분산분석(One-way ANOVA)을 수행하였으며, 집단 간의 차이는 최소유의차(LSD)검정을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 단일 용기의 최대 인식거리

물의 높이와 태그의 부착 위치에 따른 단일 용기의 RFID 최대 인식거리는 표 2와 같이 측정 되었다. 태그를 용기의 윗면에 부착하여 물의 높이에 따른 최대 인식거리를 측정한 결과, 용기에 물을 담지 않은 level 0의 경우 평균 51.0 cm로 개발된 RFID 시스템의 최대 인식거리인 55 cm 보다 다소 낮은 측정 결과를 보여 주었다. 또한 물의 높이를 증가시킨 level 1, level 2, level 3, level 4의 최대 인식거리는 각각 평균 49.5 cm, 49.0 cm, 49.0 cm, 48.8 cm로 나타나 물의 높이에 상관없이 유사한 범위를 보여 주었다.

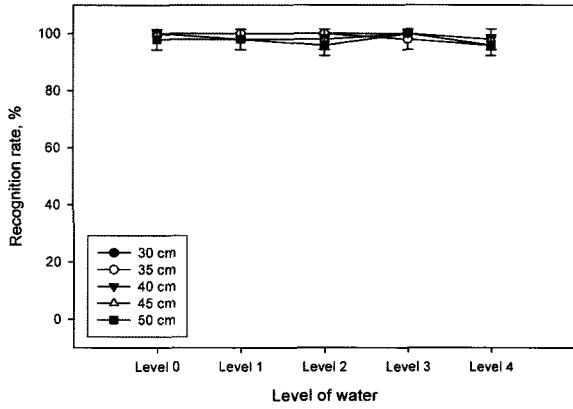
태그를 용기의 정면에 부착한 경우의 최대 인식거리는 용기에 물을 담지 않은 level 0의 경우 평균 51.3 cm로 윗면에 태그를 부착한 경우와 유사한 측정 결과를 보여 주었으나, 물

Table 2 Maximum recognized distance at different position of tag and level of water (N : 5, unit : cm)

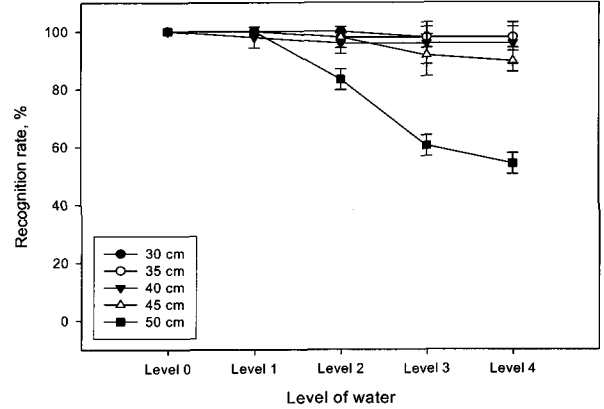
Position	Level of water				
	0	1	2	3	4
Upside	51.0±1.1	49.5±1.2	49.0±1.0	49.0±1.0	48.8±1.3
Front side	51.3±1.2	47.7±0.7	38.3±1.1	35.3±1.2	33.5±1.2

의 높이가 증가할수록 감소하는 경향을 보여 주었다. 물의 높이 level 1에서의 최대 인식거리는 평균 47.7 cm로 물을 담지 않은 경우 보다 다소 낮은 측정 결과를 보이고 있으며, 물의 높이가 태그의 중앙 높이에 오는 level 2의 최대 인식거리는 평균 38.3 cm 크게 감소하였다. 이것은 태그의 뒷면에 위치한 물이 안테나로 되돌아가는 에너지를 감소 혹은 왜곡시키기 때문으로 level 2의 물의 높이에서는 태그의 절반 정도가 물에 의해 영향을 받고 있음을 알 수 있다. 또한 level 3과 level 4의 최대 인식거리는 각각 35.3 cm, 33.5 cm로 측정되어 물의 높이가 증가함에 따라 RFID 시스템의 최대 인식거리는 감소하였다.

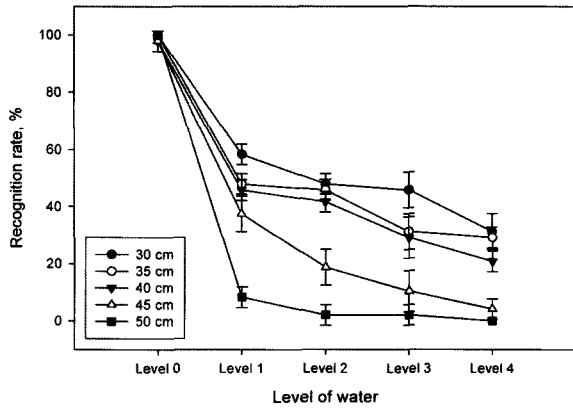
그러므로 액상 식품 단일 용기에 대한 최대 인식거리는 태



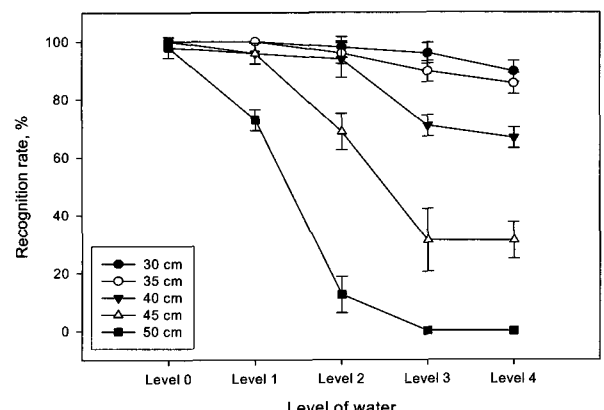
(a) tag on top container



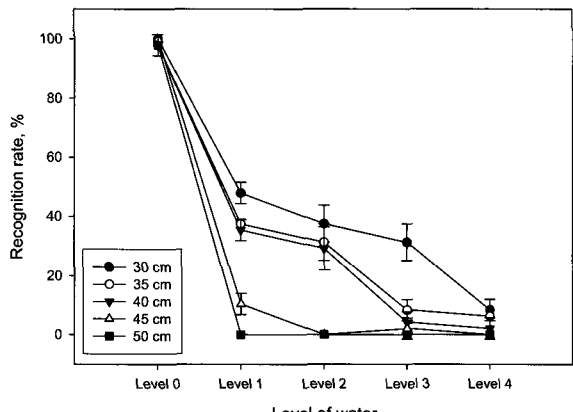
(a) tag on front container



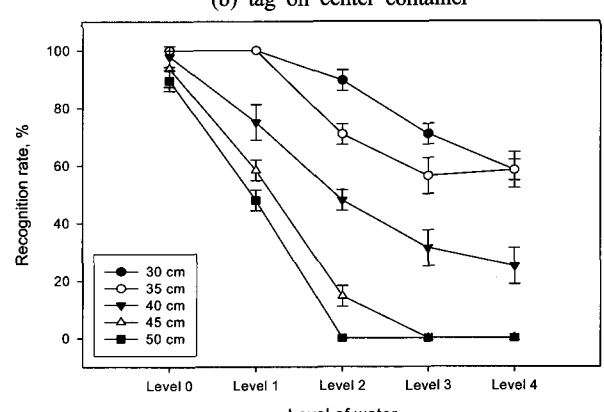
(b) tag on middle container



(b) tag on center container



(c) tag on bottom container



(c) tag on rear container

Fig. 6 Recognition rate for attached tag at upside position with level of water and distance between tag and antenna.

Fig. 7 Recognition rate for attached tag at front side position with level of water and distance between tag and antenna.

그를 정면에 부착한 경우 보다 윗면에 부착한 경우가 더 길게 나타났으며, 이것은 태그를 윗면에 부착하는 경우가 정면에 부착하는 경우와 달리 태그와 물 사이에 일정 부분 거리가 존재하여 상대적으로 물에 의한 영향을 적게 받기 때문이라 판단된다.

나. 적재 용기의 인식성능

적재 용기를 하나의 물류로 간주하여 태그의 부착위치, 물

의 높이, 태그와 안테나와의 거리에 따른 RFID 인식성능을 분석하였다.

태그를 윗면에 부착하여 용기의 위치에 따른 인식률을 측정된 결과는 그림 6과 같이 물류의 상부에 위치한 첫 번째 그룹이 가장 우수한 인식률을 보이고 있으며, 안테나로부터의 상대적 거리가 가장 먼 최하위 세 번째 그룹이 가장 낮은 인식률을 보여 주었다. 안테나와의 거리가 가장 가까운 첫 번째 그룹(top container)은 물의 높이와 안테나와의 거리가 증가

할수록 다소 변동은 있었으나 약 100%의 높은 인식률을 보여 주었다. 두 번째 그룹(middle container)의 인식률은 물의 높이와 안테나와의 거리가 증가할수록 크게 감소하는 경향을 보이고 있으며, 특히 물의 높이가 level 1인 경우 큰 감소폭을 보여 주어 안테나와의 거리가 50 cm인 경우는 약 10%로 낮게 나타났다. 세 번째 그룹(bottom container)은 안테나와 태그와의 거리 증가에 따라 전체적으로 두 번째 그룹 보다 낮은 인식률을 보이고 있으며, 특히 물의 높이가 level 4인 경우는 인식률이 모두 20%이하로 이러한 조건에서는 RFID 시스템의 사용이 어려움을 알 수 있다.

태그를 정면에 부착한 경우, 용기의 위치에 따른 인식률을 그림 7과 같이 태그를 윗면에 부착한 경우와 마찬가지로 안테나와의 상대적인 거리 증가에 따라 정면에 위치한 첫 번째 그룹이 가장 우수한 인식률을 보이고 있으며, 후면에 위치한 세 번째 그룹이 가장 낮은 인식률을 보여 주었다.

첫 번째 그룹(front container)은 태그를 윗면에 부착한 경우와 마찬가지로 물의 높이 level 1에서 안테나와 거리와 상관없이 약 100%의 높은 인식률을 보이고 있으나 물의 높이와 안테나와의 거리가 증가할수록 인식률은 다소 감소하였으며, 특히 안테나와의 거리가 45 cm인 경우에는 가장 큰 감소를 보여 주었다. 두 번째 그룹(center container)은 안테나와의 거리 30~35 cm에서 물의 높이와 상관없이 전체적으로 약 80% 이상의 인식률을 보이고 있으며, 특히 level 1의 물의 높이에서는 약 100%의 높은 인식률을 보여 주었다. 또한 물의 높이와 안테나와의 거리가 증가할수록 인식률은 감소하여 물의 높이 level 3 이상에서 안테나와의 거리 45~50 cm인 경우의 인식률은 50% 이하로 낮게 나타났다. 세 번째 그룹(rear container)은 물의 높이 level 1에서 안테나와의 거리 30~35 cm인 경우가 100%의 높은 인식률을 보이고 있으며, 두 번째 그룹과 마찬가지로 인식률은 물의 높이와 안테나와의 거리

증가에 따라 감소하여 물의 높이 level 3 이상에서 안테나와의 거리 45~50 cm인 경우의 인식률은 0%로 이러한 조건에서 RFID 시스템의 사용이 불가능함을 알 수 있다.

27개의 적재 용기를 액상 식품의 물류로 가정하고 태그와 안테나까지의 거리를 변화시키며, 물의 높이에 따른 RFID 시스템의 인식률을 측정된 결과는 표 3과 같다.

태그를 윗면에 부착한 경우의 전체 용기에 대한 인식률은 용기에 물을 담지 않은 level 0의 경우에서 우수한 결과를 보이고 있으나 용기에 물을 담는 level 1에서는 정면에 태그를 부착한 경우보다 급격히 감소하였다. 또한 태그와 안테나와의 거리가 30~35 cm인 경우의 인식률은 물의 높이가 증가함에 따라 감소하여 유의한 차이를 보였으나 안테나까지의 거리 증가할수록 물의 의한 영향을 더 크게 받아 안테나와의 거리 50 cm에서는 level 1~4의 물의 높이에 상관없이 모두 낮은 인식률을 보여 주었다. 이것은 태그를 윗면에 부착하면, 첫 번째 그룹은 물에 의한 영향을 받지 않아 우수한 인식률을 보이는 반면 두 번째와 세 번째 그룹은 물의 높이와 상관없이 태그의 뒷면이 전체적으로 물과 겹쳐져 있어 태그를 정면에 부착한 경우 보다 물에 의한 영향을 크게 받기 때문이라 판단된다. 그러므로 용기의 윗면에 태그를 부착하여 액상 식품의 RFID 시스템을 구축하는 경우에는 액상 식품의 물류를 수직으로 쌓아 배치하는 것 보다는 RFID 시스템의 인식 범위 내에서 수평으로 배치해야 더 우수한 성능을 낼 수 있을 것으로 판단된다.

태그를 정면에 부착한 경우의 전체 용기에 대한 인식률은 안테나와의 거리 30~35 cm에서 물의 높이가 태그 보다 낮은 위치에 있는 level 1의 경우가 100%로 가장 우수한 결과를 보여 주었다. 또한 태그를 정면에 부착한 경우의 인식률은 태그를 윗면에 부착한 경우보다 전체적으로 우수한 인식률을 보이고 있으나 물을 용기에 가득채운 level 4에서 안테나와의

Table 3 Analyzed recognition rate at level of water, position of tag and distance between tag and antenna (N : 5, unit : %)

Position	Level of water	Distance (cm)				
		30	35	40	45	50
Upside	0	100.0±0.0 ^a	99.3±1.2 ^a	98.6±2.4 ^a	99.3±1.2 ^a	98.6±2.4 ^a
	1	68.7±2.4 ^b	61.8±1.2 ^b	59.7±3.6 ^b	48.6±4.5 ^b	35.4±2.4 ^b
	2	61.8±3.3 ^c	58.0±3.3 ^b	56.3±4.8 ^b	38.9±3.3 ^c	32.6±2.4 ^b
	3	59.0±4.2 ^c	45.0±4.5 ^c	44.4±3.6 ^c	37.5±3.6 ^c	34.0±1.2 ^b
	4	45.1±4.5 ^d	41.8±2.4 ^d	40.3±3.6 ^c	34.0±2.4 ^c	31.9±1.2 ^b
Front side	0	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	99.3±1.2 ^a	97.2±3.3 ^a	95.8±2.4 ^a
	1	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	89.6±4.5 ^b	84.7±2.4 ^b	73.6±2.4 ^b
	2	95.8±2.4 ^b	88.2±3.6 ^b	79.2±4.5 ^c	60.4±4.5 ^c	34.0±3.3 ^c
	3	88.2±4.5 ^c	81.3±4.5 ^c	66.0±5.7 ^d	41.0±6.0 ^d	20.1±1.2 ^d
	4	81.9±4.5 ^c	80.6±3.6 ^c	62.5±5.7 ^d	40.3±3.3 ^d	18.1±1.2 ^d

¹⁾ Average±S.D. (N=3). Mean with different superscript in each row are significantly different at p<0.05 by LSD's multiple range test.

거리 50 cm인 경우의 인식률은 18.1%로 가장 낮게 나타났다. 그러므로 태그를 정면에 부착하여 액상 식품의 RFID 시스템을 구축하는 경우에는 태그와 안테나와의 거리를 최소화하고 태그의 뒷면이 액상 식품과 겹쳐 에너지 손실이 발생하지 않도록 액상 식품 보다 위쪽에 부착해야 인식성능을 높일 수 있음을 알 수 있다.

적재 용기의 RFID 인식성능은 단일 용기의 최대 인식거리 측정 결과가 태그를 뒷면에 부착한 경우가 높은 인식거리를 보이는 반면, 태그를 정면에 부착한 경우가 전체적으로 우수한 결과를 보이고 있어 액상 식품에 RFID 시스템을 적용하기 위해서는 일반적인 태그와 안테나와의 인식거리뿐만 아니라 용기의 적재 방법과 포함하고 있는 액상 식품의 높이에 따라 태그의 부착 위치를 고려하는 것이 필요함을 알 수 있다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 액상 식품에 대한 RFID 시스템의 적용 가능성을 알아보기 위해 13.56 MHz 주파수 대역의 RFID 시스템을 구축하였으며, 일반적인 액체인 물을 이용하여 태그의 부착 위치, 물의 높이(level 0~4), 태그에서 안테나까지의 거리에 따른 RFID의 인식성능을 분석하였다.

- (1) 단일 용기에 대한 RFID 시스템의 최대 인식거리는 물을 담지 않은 level 0의 물의 높이에서 태그를 뒷면에 부착한 경우가 51.0 cm, 정면에 부착한 경우가 51.3 cm로 유사한 측정 범위를 보여 주었다. 물의 높이를 level 1~4로 증가 시킨 결과, 단일 용기의 최대 인식거리는 태그를 뒷면에 부착한 경우가 51.0~48.8 cm로 유사한 범위를 보이는 반면 정면에 부착한 경우가 51.3~33.5 cm로 감소하였으며, 이것은 태그를 뒷면에 부착하는 경우가 정면에 부착하는 경우와 달리 태그와 물 사이에 일정 부분 거리가 존재하여 상대적으로 물에 의한 RFID 에너지 감소 및 왜곡의 영향을 적게 받기 때문이라 판단된다.
- (2) 적재 용기의 위치에 대한 RFID 시스템의 인식성능은 태그의 부착위치에 상관없이 첫 번째 용기 그룹이 가장 우수한 인식률을 보여 주었으며, 안테나로부터의 상대적 거리가 먼 세 번째 용기 그룹이 가장 낮은 인식률을 보여 주었다. 용기의 위치에 따른 인식률은 태그를 뒷면에 부착한 경우가 첫 번째 그룹에서 약 100%의 높은 인식률을 보여 주었으나 물의 높이 level 1에서는 두 번째와 세 번째 그룹의 인식률이 크게 감소하였으며, 특히 태그에서 안테나까지의 거리가 증가함에 따라 인식률 감소는 더욱 크게 나타났다. 태그를 정면에 부착한 경우의 인식률은 용기의 위치에 상관없이

안테나와의 거리가 30~35 cm인 경우에서 대체로 안정된 인식률을 보여 level 1의 물의 높이에서 100%의 인식률을 보여 주었다. 또한 태그를 정면에 부착한 경우가 태그를 뒷면에 부착하는 경우 보다 level 0에서 level 1의 변화인 물의 유무에 따라 완만한 감소를 보여 주었으며, 전체적으로 태그를 뒷면에 부착한 경우보다 높은 인식성능을 보여 주고 있다.

- (3) 27개의 적재 용기에 대한 RFID 시스템의 인식률은 태그를 뒷면에 부착한 경우가 정면에 부착한 경우보다 물의 높이 level 1에서 급격히 감소하였다. 이것은 태그를 뒷면에 부착하는 경우, 태그의 뒷면이 전체적으로 물과 겹쳐져 있어 RFID의 에너지 감소 및 왜곡이 발생하기 때문으로 향후 액상 식품에 적용하기 위해서는 액상 식품의 물류를 수직으로 배치하는 것 보다 RFID 시스템의 인식 범위 내에서 수평으로 배치해야 더 우수한 성능을 낼 수 있음을 알 수 있다. 태그를 정면에 부착한 경우의 인식률은 안테나와의 거리 30~35 cm에서 물의 높이가 태그 보다 낮게 오는 level 1의 경우가 100%로 가장 우수한 결과를 보여 주었으며, 물의 높이가 level 2~4로 증가함에 따라 인식률 감소를 보여 주었다. 이것은 태그의 뒷면이 물에 겹쳐지는 정도에 따라 인식률의 차이가 발생하기 때문으로 향후 액상 식품에 적용하기 위해서는 태그의 뒷면이 액상 식품과 겹쳐 에너지 손실이 발생하지 않도록 액상 식품 보다 위쪽에 부착해야 인식성능을 높일 수 있음을 의미하고 있다.

참고 문헌

1. ISO/IEC 15693. 2000. Identification Cards : Contactless Integrated Circuit(s) Cards. International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland.
2. Jeon, D. H. 2007. A study on the expansion plan of RFID in the export and import logistic. Journal of Electronic Commerce 8(3):109-130. (In Korean)
3. Kim, J. H. 2008. Development of advanced logistic system for red pepper processing center using RFID technology. Korea Food Research Institute, Sungnam, Korea. (In Korean)
4. Kim, J. H., J. W. Jeong, K. H. Kwen and J. S. Kang. 2008. Development of gate type RFID system using UHF band for food and agricultural products logistics. Journal of Biosystems Engineering 33(3):204-209. (In Korean)
5. Kim, Y. J., T. H. Choi, T. H. Kim and D. H. Lee. 2009. Study on the agricultural products logistics system using RFID. Proceeding of the Korean Society for Agricultural

- Machinery Conference 14(1):616-620. (In Korean)
6. Korea E-business Association. 2008. Introduction to RFID guideline. Ministry of Knowledge Economy, Gwacheon, Korea. (In Korean)
 7. Lee, M. H. and H. Yoe. 2007. Design of argo-Livestock products traceability system using EPC network. Journal of the Korean Institute of Maritime Information and Communication Sciences 11(1):216-221. (In Korean)
 8. Myong, R. H. 2006. Study on tag antenna design considering the quality and structure of attached material. Electronics and Telecommunications Research Institute, Daejeon, Korea. (In Korean)
 9. Park, S. C. and D. J. Kim. 2006. Implementation of a very small 13.56 (MHz) RFID reader ensuring machine ID recognition in a noise space within 3 cm. Journal of The Institute of Electronics of Korea 43(10):27-34. (In Korean)
 10. Yang, H. S., B. C. Kim and D. Y. Yang. 2008. A study on the application of the RFID technology in textile Industry. Journal of Korea Society of Computer Information 13(4): 195-203. (In Korean)