

패키징 소재 적용을 위한 RFID 태그 사이의 거리와 접촉 면적에 따른 인식률 분석 -제품의 수분함량을 중심으로-

윤성영 · 이학래 · 고의석 · 김도연 · 김재능*

연세대학교 패키징학과

Analysis of the Recognition Rate of Distance between RFID Tag and the Surface and the Contact Area for Application in Packaging Material -Focusing on Moisture Content of the Products-

Seongyoung Yoon, Hacrae Lee, Euisuk Ko, Doyeon Kim, and Jaineung Kim*

Department of Packaging, Yonsei University, Wonju, 220-710, Korea

Abstract The recognition rate of RFID system is made a big difference by the selection of tag type and performance of reader, packing materials and the attachment location of tag and the recognition of angle according to the above factors. Water content is the most effective factor among the various elements that affected to the recognition of RFID as the center. Therefore, the purpose of this study was to measure the RFID recognition rate per water content, the distance recognition rate of RFID tag, the RFID tag and the recognition rate by contact area. In analysis of recognition rate according to water content, 100% of recognition was possible when food product contained 0~25% moisture. However, when water content was over than 30%, recognition rate was declined less than 95%. The recognition rate between RFID tag according to water content was higher when distance was over than 0.3 cm. In the recognition rate about the contact area of RFID tag according to water content, the recognition rate was declined when the contact area becomes wider.

Keywords RFID, Packaging material, Recognition, Moisture content

서 론

RFID 시스템은 물류·유통 분야에 있어 화물수송시스템 내의 상품의 흐름과 정보의 효율적 관리를 촉진하여 공급체인(Supply Chain)을 효과적으로 관리하고 적시생산 등의 제조업 경쟁력을 높일 뿐만 아니라, 기계화역의 효율성 제고를 통해 기업의 물류비와 시간 절감에 크게 기여할 것으로 예상되고 있다. RFID 관련 연구는 다양한 분야에서 활용되어지고 있는데 태그 패키징 개발에 관한 연구로 반창우 등(2012)은 에폭시의 두께와 기밀도의 연관성에 따른 온도, 습

도, 충격, 진동 등에 신뢰성을 확보한 RFID 태그 패키징을 개발하여 칩을 몰딩할 때 완전 실링을 한다면 일반 에폭시로도 완전한 몰딩 공정이 가능함을 확인하였다¹⁾. 신재희, 황석승(2013)에서는 건설현장에서 사용되고 있는 RFID를 다양한 건설자재들을 고려한 형태로 보호할 수 있는 패키징을 제안하였다. 목재, 금속 등 다양한 건설자재들에 따라 일반 스티커형, 패드 부착형, 메탈형과 같이 RFID에 적합한 패키징을 설계하고, 부착하여 평가한 결과 패키징에 따른 데이터 인식률 저하가 크지 않은 것을 확인하였다²⁾. 또한 인공지능(Artificial Intelligence)을 융합한 분야에서는 실제 환경에서 로봇의 위치 인식을 고려한 RFID 태그 패키징 연구³⁾에서는 자가 위치 인식 기술 구현 시 RFID 태그 인식률 확인을 위해 다양한 실제 매립 환경을 가정하여 실험한 결과 메탈과 Dogbone type 태그의 인식 거리가 가장 길게 나타났다. 그 외에도 인공지능 알고리즘을 이용하여 포장용 다단상자에 대

*Corresponding Author : Jai Neung Kim
Department of Packaging, Yonsei University, Wonju 220-710, Korea
Tel : +82-33-760-2379, Fax : +82-33-760-2760
E-mail : kimjn@yonsei.ac.kr

한 다양한 요인과 수준에서 RFID 인식률을 예측할 수 있는 인공지능 기반의 예측모델 개발을 통한 연구 대안 제시⁴⁾ 등이 있다. 물류 환경에서의 RFID 연구인 김영민, 강희선(2015)에서는 유닛로드에 적재되어 이동하는 태그와 물류창고에 적재된 태그의 수신감도를 분석하고 인식에 대한 오류를 개선하는 연구를 수행하였다. 이를 위하여 이동하는 태그와 움직임이 없는 태그의 수신 감도를 비교하고 움직임이 없는 태그를 소프트웨어를 이용하여 검출하여 필요한 태그의 인식률 향상을 확인하였다⁵⁾. 전은만 등(2009)은 RFID 태그의 인식률 문제점을 환경적인 요인을 가장 큰 영향을 주는 요인으로 보았는데, 특히 금속에 의한 인식률이 가장 영향을 많이 받는 것으로 확인하였다. 인식률 향상을 위해서 환경적인 요인에 대한 영향력이 적은 태그 종류 선택, 패키징 태그 부착 방법과 위치, 각도 조절 등을 언급하였다⁶⁾. 또한 태그 종류 중 1세대 태그인 기존의 RFID Gen 1 태그는 표준화 방법과 그 성능에 있어 Gen 2 태그에 비해 RFID의 근본적인 문제점인 수분과 금속성 물질에 대한 인식률 문제가 있다. 김진백, 이동호(2007)은 본 연구에서 사용된 태그와 같은 종류인 RFID Gen 2 태그의 인식률을 냉동수산물 이력제 식별수단으로써 분석하였는데, 안테나 간격과 투사각도 그리고 포장재질에 따른 인식률을 확인하였다. 그 결과 리더와의 이격거리가 멀어질수록 인식률이 떨어졌으며, 투사각도에 따른 유의미한 차이 그리고 스티로폼, 종이 등과 같은 포장재질의 높은 인식률을 확인할 수 있었다⁷⁾. 이와 같이 RFID 기술을 기반으로 한 시스템의 확산에 있어 RFID 시스템 운영의 일관성 및 효율성 향상을 위하여 태그의 부착 위치·방식 등에 대한 표준이 요구되어진다. 특히, 식품 산업에서의 효과적인 적용을 위해 식품의 종류 및 수분함량, 포장재료, 포장방식, 적재패턴 등에 따라 RFID 태그의 인식률이 어떻게 변화하며 태그의 최적 부착위치가 어디인가에 대한 연구는 필수적이다. 따라서 본 연구는 이를 위해 RFID 인식률에 영향을 미치는 다양한 요인 중 가장 큰 영향을 미치는 제품의 수분함량을 중심으로 RFID 인식률과 RFID 태그 사이의 거리 인식률 그리고 RFID 태그와 접촉면적에 따른 인식률을 측정하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

1) RFID Tag

RFID 태그는 전원공급의 유무에 따라 전원을 필요로 하는 능동형(Active)과 내부나 외부로부터 직접적인 전원의 공급 없이 리더의 전자기장에 의해 작동되는 수동형(Passive)으로 분류된다. 능동형의 경우 인식거리가 길고 리더의 필요 전력을 줄일 수 있는 장점이 있지만 전원을 필요로 하기 때문에 태그의 작동 시간에 제약이 있으며 무겁고 태그의 가격



Fig. 1. The RFID tag used in the experiment.

이 고가인 단점이 있다. 실험에 사용된 RFID 태그는 수동형으로 EPC 96/240 bit의 메모리를 가진 Inlay타입의 EPC Class Gen2 Tag (Tag Dogbone, UPM Raflatac, Finland)와 EPC 96 bit의 메모리를 가진 Inlay 타입의 Class 1 Gen2 Tag (Tag 9500028, LSIS, Korea)를 사용하였다(Fig. 1).

2) RFID Reader

RFID 리더는 소프트웨어 어플리케이션의 비접촉식의 RFID 태그로부터 데이터를 읽거나 쓰기 위해 개발된 장치(Device)이다. RFID 리더는 HF 인터페이스 파트를 통하여 능동형 태그로 명령을 전송하며, 태그로부터 응답 데이터를 수신하여 디지털 데이터로 복호화하는 기능을 한다. RFID 리더는 태그가 부착되어 있는 위치가 금속과 액체가 아닌 그 이상 리더에서 방사되는 전기장이 투과하기 때문에 실제적으로 리더는 태그와 직접적으로 접촉하지 않고 데이터를 송수신할 수 있다. 실험에 사용된 RFID 리더는 고정형 EPC Class 1 Gen2 Tag (XCODE-IU 9003, LSIS, Korea)를 사용하였다(Fig. 2).

3) RFID Antenna

RFID 안테나는 RFID 리더에서 전송되는 데이터 또는 식별코드와 같은 데이터를 송수신하거나, 태그의 구동 전원으로 사용할 전기장을 받아들이는 역할을 한다. 또한 사용하는 주파수 대역에서 가장 효율이 좋도록 설계하며, 해당 주파수에

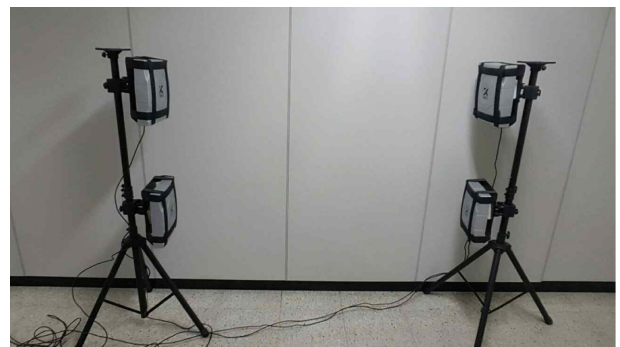


Fig. 2. The RFID Reader used in the experiment.



Fig. 3. The RFID Antenna used in the experiment.

대한 방사 패턴 및 태그의 특성에 따라 다양한 크기와 형태로 설계될 수 있다. 리더와 통신을 하는 실험에 사용된 안테나는 주파수 908.5~914 MHz를 포함하는 고정형 Antenna (XCODE-AU9003, LSIS, Korea)를 사용하였다(Fig. 3).

4) 필름 포장재 소재 선정

실험에 사용된 플라스틱 포장 소재는 일반적으로 식품 포장에 사용되고 있는 플라스틱 필름으로 Table 1과 같다. 적합한 필름 포장재를 선정하기 위하여 다양한 종류와 두께를 기준으로 하였으며, 포장재의 최종 선정은 사용이 용이하고 인식률에 영향을 주지 않는 포장재를 선정하였다.

2. 실험 방법

1) 적합한 포장재 선정을 위한 포장재질별 인식률 평가방법

본 실험 적합한 포장재 선정을 위하여 포장재질별 인식률을 확인하였다. 포장재는 300×250 mm로 절단하고 수분의 영향을 없애기 위해 건조 후 Fig. 4와 같이 태그를 부착하였다. EPC global Door Portal Test Methodology v1.0.9 및 EPC global Tag Performance Parameters and Test Methods v1.1.3에 따라 RFID 리더 Antenna의 높이는 90 cm, 포장재질의 높이는 80 cm로 설정하여 실험을 진행하였다. 태그가 부착된 시료는 고정 후 재질의 앞뒷면 및 내부 부착에 따른 인식률을 측정하였으며 RFID 리더는 각도 90°, 출력 30

Table 1. Plastic films used in test

Materials	Thickness (μm)
PE(poly ethylene)	30
PE(poly ethylene)	100
LDPE(low density poly ethylene)	30
OPP(oriented poly propylene)	15
PET(poly ethylene terephthalate)	16
Nylon	15
Al(aluminum)	16
Al(aluminum)	30
PET+Al	25/20

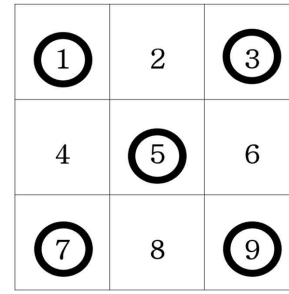


Fig. 4. Tagging position on packaging material.

dBm으로 고정하여 각 위치별 5회 반복 실험을 실시하였다.

2) 수분 함량별 RFID 인식률 측정

수분함량에 따른 영향을 보기 위해 물과 밀가루의 비율을 0~50%(w/w)로 하여 반죽을 하여 실험을 실시하였다. 물과 밀가루의 비율이 50%가 넘을 경우 반죽형태가 아닌 액상형태로 되어 RFID 태그 인식률 실험이 불가능하였다. 실험에 사용되는 포장재질은 사전실험 각 포장 재질 실험 결과 RF 간섭이 발생하지 않는 것으로 판단된 두께 100 μm PE(Poly Ethylene) 필름을 사용하였다. 밀가루 반죽의 경우 표면의 불규칙함을 방지하기 위해 포장재와 밀가루 반죽과의 빈 공간이 없도록 표면을 여러 차례 두드린 후 포장재의 앞면에 태그를 부착하였다. 수분함량은 다음 Table 2와 같이 조합하였다. EPCglobal Door Portal Test Methodology v1.0.9와 EPC global Tag Performance Parameters and Test Methods v 1.1.3에 따라 RFID 리더 Antenna의 높이는 90 cm, 포장재질의 높이는 80 cm로 설정하여 진행하였다. RFID 리더의 Condition은 각도 90°, 출력 30 dBm으로 고정하여 총 50회 반복하여 실험하였다.

3) 수분 함량에 따른 RFID 태그 사이의 거리 인식률 측정

수분함량과 태그 사이의 거리에 따른 영향을 보기 위해 물

Table 2. Moisture contents of model food system (dough) (Unit: g)

Mositure content	Water	Flour
0%	0	300
10%	33	300
15%	55	300
20%	77	300
25%	100	300
30%	130	300
35%	165	300
40%	200	300
45%	250	300
50%	300	300

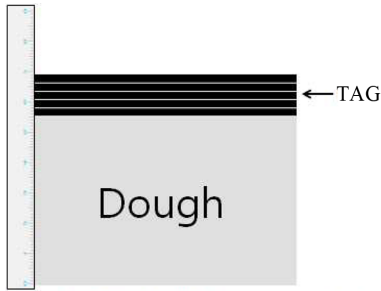


Fig. 5. Tagging method according to the distance between tag and the surface of model food product.

과 밀가루의 비율을 0~50% (w/w)로 하여 반죽을 한 뒤 태그의 거리를 0.3 cm 간격으로 하여 실험을 실시하였다(Fig. 5). 물과 밀가루의 비율이 50%가 넘을 경우 반죽형태가 아닌 액상형태로 되어 RFID 태그 인식을 실험이 불가능하였다. EPC global Door Portal Test Methodology v1.0.9와 EPCglobal Tag Performance Parameters and Test Methods v1.1.3에 따라 RFID 리더 Antenna의 높이는 90 cm, 포장재질의 높이는 80 cm로 설정하여 진행하였다. RFID 리더의 Condition은 각도 90°, 출력 30 dBm으로 고정하여 총 50회 반복하여 실험하였다.

4) 수분 함량에 따른 RFID 태그와 접촉면적에 따른 인식을 측정

수분함량과 태그 사이의 거리에 따른 영향을 보기 위해 물과 밀가루의 비율을 0~50%(w/w)로 하여 반죽을 한 뒤 태그와의 접촉면적을 20~100%로 하여 실험을 실시하였다(Fig. 6).

실험에 사용되는 포장재질은 각 포장 재질 실험 결과 RF 간섭이 발생하지 않는 것으로 판단된 두께 100 μ m PE (Poly Ethylene) 필름을 사용하였다. 밀가루 반죽의 경우 표면의 불규칙함을 방지하기 위해 포장재와 밀가루 반죽과의 빈공간이 없도록 표면을 여러 차례 두드린 후 포장재의 앞면에 태그를 부착하였다. EPCglobal Door Portal Test Methodology v1.0.9와 EPCglobal Tag Performance Parameters and Test Methods v1.1.3에 따라 RFID 리더 Antenna의 높이는 90 cm, 포장재질의 높이는 80 cm로 설정하여 진행하였다. RFID 리더의 Condition은 각도 90°, 출력 30 dBm으로 고정하여 총 50회 반복하여 실험하였다.

결과 및 고찰

1. 포장재질별 인식을 분석

포장재질에 따른 RFID 태그 인식을 분석 결과 금속재질이 함유되지 않은 플라스틱 포장재질은 100% 인식되었으며, 금속재질(Al)이 함유된 포장재질은 PET/Al 필름, Al 필름은

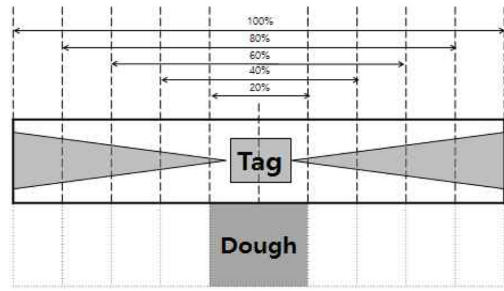


Fig. 6. Tagging methods according to the contact area of the tags on the model food product.

태그 인식이 전혀 이루어지지 않았다(Table 3). 전자기파는 금속을 만날 경우 완전반사(Total Reflection)가 이루어지기 때문에 진행 중 금속을 만난 전자기파는 전기를 잘 통하는 도체에 닿으면서 거의 모든 에너지가 순간적으로 금속 표면의 전류로 변화되기 때문에 이로 인해 갑작스럽게 발생한 표면전류는 입사각과 같은 각도의 전자기파가 생성되고 그로 인하여 금속재질이거나 금속재질이 증착된 포장재인 PET/Al 필름, Al 필름은 위치에 상관없이 태그 인식이 이루어지지 않았다. 따라서 포장재의 최종 선정은 사용이 용이하고 인식률에 영향을 주지 않는 포장재인 100 μ m PE(Poly Ethylene) 필름을 사용하였다.

2. 수분 함량별 RFID 인식을 분석

모델식품의 수분함량에 따른 인식을 분석 결과 0~25%의 수분을 함유할 경우 100% 인식이 가능하였다. 그리고 수분함량 30%에서는 95% 인식, 35%에서는 80%인식, 40%에서는 60% 인식, 45%에서는 25%를 인식하였으며, 수분함량 50% 이상에서는 태그를 전혀 인식하지 못하였다(Fig. 7). 0~25%까지 수분을 함유하고 있는 경우 태그에 들어오는 RF (Radio Frequency) 에너지를 흡수하지만 태그에서 리더의 Antenna로 발산할 수 있는 에너지가 충족되어 100% 인식이 가능한 것으로 판단된다. 그러나 30% 이상의 수분을 함유하고 있을 경우 태그와 제품과 접촉하게 되면 제품 내부의 수분이 RF(Radio Frequency) 에너지를 일정량 흡수하여 태그에서 다시 리더로 보낼 에너지의 총량이 부족하여 인식을 하지 못한 것으로 판단된다.

3. 수분 함량에 따른 RFID 태그 사이의 거리 인식을 측정

수분함량별로 모델식품을 제조하여 태그의 거리에 따른 인식을 분석 결과 수분함량 10%, 20%의 경우 모델식품과 태그가 맞닿아 있어도 100% 인식이 되었다. 수분함량 30%의 경우 모델식품과 태그가 맞닿아 있을 경우 태그의 95% 인식하였으나, 모델식품과 태그의 간격이 0.3 cm 이상일 경우 100%의 인식을 보였다. 모델식품과 태그가 맞닿아 있

Table 3. Recognition of RFID tag of each packaging materials according to their thickness⁸⁾

Classification	Materials	Thickness	Recognition					Number of Trial	Number of Recognition	Success rate of Recognition		
			Location		Tag #1	Tag #2	Tag #3				Tag #4	Tag #5
Plastic	NYLON	15	out side	up	O	O	O	O	O	10	10	100%
				down	O	O	O	O	O	10	10	100%
			inside	O	O	O	O	O	10	10	100%	
	PET	16	out side	up	O	O	O	O	O	10	10	100%
				down	O	O	O	O	O	10	10	100%
			inside	O	O	O	O	O	10	10	100%	
	PE	30	out side	up	O	O	O	O	O	10	10	100%
				down	O	O	O	O	O	10	10	100%
			inside	O	O	O	O	O	10	10	100%	
	PE	100	out side	up	O	O	O	O	O	10	10	100%
				down	O	O	O	O	O	10	10	100%
			inside	O	O	O	O	O	10	10	100%	
	OPP	15	out side	up	O	O	O	O	O	10	10	100%
				down	O	O	O	O	O	10	10	100%
			inside	O	O	O	O	O	10	10	100%	
	OPP	25	out side	up	O	O	O	O	O	10	10	100%
				down	O	O	O	O	O	10	10	100%
			inside	O	O	O	O	O	10	10	100%	
	LDPE	30	out side	up	O	O	O	O	O	10	10	100%
				down	O	O	O	O	O	10	10	100%
			inside	O	O	O	O	O	10	10	100%	
	PET25/AL20		out side	up	X	X	X	X	X	10	0	0%
				down	X	X	X	X	X	10	0	0%
			inside	X	X	X	X	X	10	0	0%	
PET12/AL20/SCD60		out side	up	X	X	X	X	X	10	0	0%	
			down	X	X	X	X	X	10	0	0%	
		inside	X	X	X	X	X	10	0	0%		
AL	16	out side	up	X	X	X	X	X	10	0	0%	
			down	X	X	X	X	X	10	0	0%	
		inside	X	X	X	X	X	10	0	0%		
AL	30	out side	up	X	X	X	X	X	10	0	0%	
			down	X	X	X	X	X	10	0	0%	
		inside	X	X	X	X	X	10	0	0%		

을 때 수분에 의한 RF 흡수현상이 발생하지만 수분을 30% 함유하고 있을 때는 RF의 흡수가 일어나더라도 태그에서 다시 리더로 보낼 만큼의 에너지를 흡수하지 못하여 인식률이 높았다. 수분함량 40%의 경우에는 모델식품과 태그와의 간격이 없으면 태그 인식률이 60%를 나타내었다. 수분함량 50%의 경우는 맞닿아 있을 때는 태그 인식이 전혀 이루어지지 않았으며 0.3 cm의 간격이 있더라도 95%의 인식률로 수분에 의한 영향이 있음을 확인하였다(Fig. 8).

4. 수분 함량에 따른 RFID 태그와 접촉면적에 따른 인식률 측정

수분함량이 10~50%인 모델식품을 제조한 후 태그를 부착한 후 태그 인식실험을 실시하였다. 수분함량이 10~30%일 때 태그와의 접촉면적에 관계없이 태그가 100% 인식되었다. RF 인식에 영향을 주는 수분을 함유하고 있으나 수분함량 30%까지는 영향이 미미한 것으로 판단된다(Fig. 9). 수분함량 40%의 경우 접촉면적이 20%일 때 96%의 인식률을 보

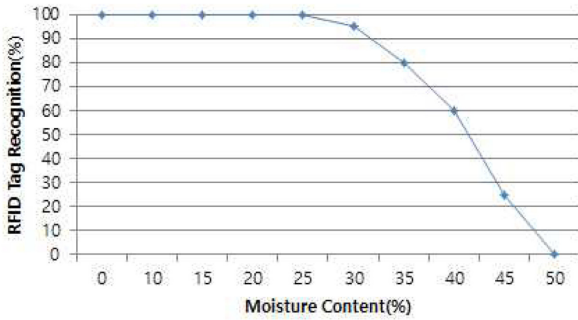


Fig. 7. Recognition of according to RFID tag moisture content of the model food product⁸⁾.

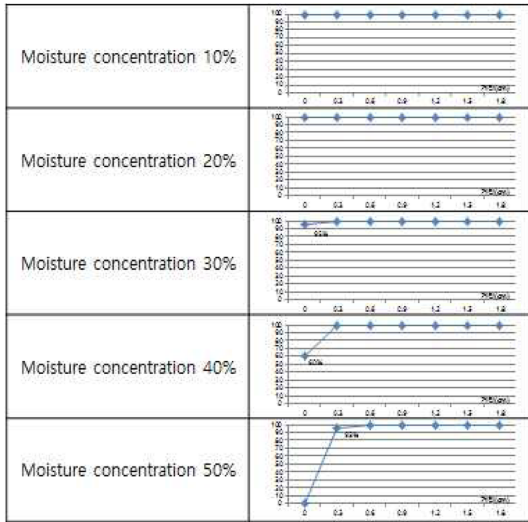


Fig. 8. Recognition of RFID tag according to moisture content of the model food product and the distance between tag and the surface of model food⁸⁾.

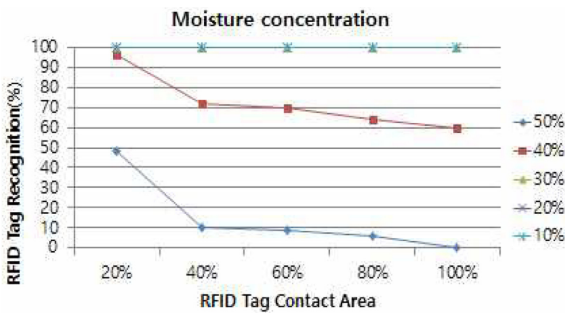


Fig. 9. Recognition of RFID tag according to contact area between tag and model product⁸⁾.

였으며, 40%의 면적이 접촉하고 있을 때 72%의 인식률, 접촉면적이 60%일 경우 70%를 인식하였으며, 80%일 때 64%

의 태그를 인식하였다. 태그와 모델식품이 100% 맞닿고 있을 때 60%의 인식률을 보였다. 수분함량 50%의 경우에 태그의 20%만이 접촉하고 있음에도 불구하고 48%의 낮은 인식률을 보였으며 40% 이상 접촉하고 있을 경우 10% 미만의 극히 낮은 인식률을 보인다. 태그와 모델식품과의 접촉면적에 따라서 RF를 흡수할 수 있는 가능성이 커지므로 접촉면적이 넓어질수록 인식률이 떨어지는 것으로 판단된다.

결론

본 연구에서는 효과적인 RFID 도입을 위해 RFID 인식률 저하의 가장 큰 요인인 수분에 관하여 수분 함량별 RFID 인식률에 관한 실험을 실시하였다. 수분함량이 인식률에 끼친 영향을 모델식품 실험을 통하여 수분함량이 0~25%까지 RFID 태그 인식에는 전혀 영향이 없음을 확인하였다. 수분함량이 35%부터 RFID 인식률은 급격히 떨어지기 시작하였으며, 50%부터는 전혀 인식되지 않았다. 수분함량별로 모델식품을 제조하여 태그의 거리에 따른 인식률 분석 결과 모델식품과 태그가 맞닿아있을 때 수분에 의한 RF 흡수현상이 발생하지만 수분을 30% 함유하고 있을 때는 RF의 흡수가 일어나더라도 태그에서 다시 리더로 보낼 만큼의 에너지를 흡수하지 못하여 인식률이 낮았다. 수분함량 40%의 경우에는 모델식품과 태그와의 간격이 없으면 태그 인식률이 60%를 나타내었다. 수분함량 50%의 경우는 맞닿아 있을 때 태그 인식이 전혀 이루어지지 않았으며 0.3 cm의 간격이 있더라도 95%의 인식률로 수분에 의한 영향이 있음을 확인하였다. 이 결과로 인하여 기존 연구인 김진백, 이동호(2007)와 같이 RFID 태그 사이의 거리가 멀어질수록 인식률이 떨어지는 것과 같은 결과를 확인 할 수 있었다. 또한 수분함량이 10~30%일 때 태그와의 접촉면적에 관계없이 태그가 100% 인식되었다. RF 인식에 영향을 주는 수분을 함유하고 있으나 수분함량 30%까지는 영향이 미미한 것으로 판단된다. 수분함량 40%의 경우 접촉면적이 20%일 때 96%의 인식률을 보였으며, 40%의 면적이 접촉하고 있을 때 72%의 인식률, 접촉면적이 60%일 경우 70%를 인식하였으며, 80%일 때 64%의 태그를 인식하였다. 태그와 모델식품이 100% 맞닿고 있을 때 60%의 인식률을 보였다. 수분함량 50%의 경우에 태그의 20%만이 접촉하고 있음에도 불구하고 48%의 낮은 인식률을 보였으며 40% 이상 접촉하고 있을 경우 10% 미만의 극히 낮은 인식률을 보였다. 태그와 모델식품과의 접촉면적에 따라서 RF를 흡수할 수 있는 가능성이 커지므로 접촉면적이 넓어질수록 인식률이 떨어졌다. 이 연구를 통해 수분에 따른 RFID 태그 인식률 차이는 확인이 되었으나 식품의 다양한 형태와 빈 공간에 따른 인식률 변화에 관한 연구가 요구되어진다.

요 약

RFID 시스템의 성능은 태그의 종류 및 리더 자체 성능 뿐만 아니라 RFID 시스템을 응용하기 위한 물품의 종류, 포장 재질에 따른 태그 선택과 이에 따른 태그의 부착 위치 그리고 Antenna의 인식각도 등에 따라 큰 차이를 보인다. 본 연구는 이를 위해 RFID 인식률에 영향을 미치는 다양한 요인 중 가장 큰 영향을 미치는 수분함량을 중심으로 수분 함량별 RFID 인식률과 수분 함량에 따른 RFID 태그 사이의 거리 인식률 그리고 수분 함량에 따른 RFID 태그와 접촉면적에 따른 인식률을 측정하였다. 수분함량에 따른 인식률 분석에서는 0~25%의 수분을 함유할 경우 100% 인식이 가능하였으며, 수분함량이 30% 이상부터는 95% 이하 수준으로 떨어졌다. 수분 함량에 따른 RFID 태그 사이의 거리 인식률은 태그가 맞닿아 있을 경우보다 0.3 cm 이상일 경우가 더 인식률이 높았으며, 수분 함량에 따른 RFID 태그와 접촉면적에 따른 인식률에서는 접촉면적이 넓어질수록 인식률이 떨어지는 것을 확인하였다.

참고문헌

- Ban, C.W., Hong, S.K. and Jang, D.Y. 2012. A study on the RFID tag package epoxy molding through leak detection. *Journal of the Korea Society of Manufacturing Technology*
- Shin, J.H. and Hwang, S.S. 2013. Design of RFID packaging for construction materials. *The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*. 8(6): 923-931.
- Kim, Y.H., Nam, S.Y. and Kim, D.H. 2011. RFID tag packaging for self-localization of robot in real environment. *Proceeding of 2011 Autumn Conference on Korean Society for Internet Information*, Incheon, Korea, pp. 421-422.
- Park, C.S., Jeon, J.H., Jung, J.Y. and Kim, J.K. 2012. A study on the prediction of RFID reading-rate under the multi-folded packaging boxes. *Journal of the Korea Institute of Plant Engineering*. 17(2): 55-67.
- Kim, Y.M. and Kang, E.S. 2015. Tag mis-recognition detection using RFID tag sensitivity in logistics system. *Journal of the Korea Contents Association*. 15(8): 9-17.
- Jeon, E.M., Cho, B.L. and Kim, Y.B. 2009. RFID Tag recognition rate improvement program from metal environment. *Proceeding of 2009 Spring Conference on Korea society of IT services*. Seoul, Korea, pp. 513-517.
- Kim, J.B. and Lee, D.H. 2007. Read rate analysis of RFID Gen 2 tag in frozen seafood traceability systems. *The Journal of Fisheries Business Administration*. 38(1): 115-132.
- Yoon, S.Y. 2010. Research of RFID tag readability points with packaging materials and food types, Master Dissertation, Yonsei University.

투고: 2016.11.08 / 심사완료: 2017.04.06 / 게재확정: 2017.04.27