

UHF대역의 고정형 RFID 시스템의 성능 평가

*정우재, *전지영 *김정훈, **문광곤, *권순량
 *동명대학교 정보통신공학과, **(주)P&I
 E-mail : woojae4967@nate.com

Performance Valuation of Fixed RFID System in UHF Spectrum

*Woo-Jae Jung, *Ji-Young Jeon, *Joeng-Hoon Kim, **Kwang-Gon Moon, *Soon-Ryang Kwon
 *School of Information and Communication Engineering
 Tongmyong University, **P&I Corp.

요 약

본 논문에서는 900MHz 대역의 RFID 시스템을 생산하는 대표적인 두 제조사의 제품을 선정하여 다양한 관점에서 성능을 측정하였다. 인식률 시험과 인식범위 시험으로 구분하여 8개 항목에 걸쳐 실험을 수행한 결과 A, B사 모두 태그 부착 재질이 철재 및 알루미늄일 때, 태그가 겹쳐졌을 때, 태그 CHIP이 손상되었을 때 태그 인식이 되지 않았다. 그리고 시험환경 및 조건에 따라 다양한 인식률 변화에 대한 데이터를 도출하였다.

I. 서론

무선주파수를 이용한 식별기술인 RFID(Radio Frequency Identification)는 유비쿼터스 시대의 핵심기술로서 각종 서비스 산업은 물론 물류, 산업 현장, 제조 공장 등 여러 분야에서 적용이 가능하며 사회 각 분야로부터 큰 관심을 받고 있다.

RFID는 주파수 대역별로 다양한 분야에 적용되고 있는데, 125kHz~134kHz 대역은 출입통제/보안, 동물관리에, 13.56 MHz 대역은 교통카드, 출입통제 등에 적용된다. 그리고 2.4 GHz 대역은 위조방지, 위치추적(RTLS) 분야에, 900MHz 대역의 수동형 RFID는 유통물류 분야에 널리 적용되고 있다.

각 주파수대 중에서 현재 각광받고 있는 UHF(900MHz) 대역의 RFID 시스템은 인식거리가 길고, 다중태그 인식 능력이 뛰어난 반면에 RFID 리더기(안테나)에서 수신되는 태그 신호의 세기가 매우 약하기 때문에 주위 환경, 태그의 상태, 리더의 수신 회로 및 태그의 송신회로에서 발생하는 잡음 등에 매우 민감하다. 이는 곧 태그 인식률에 악영향을 끼쳐 인식률이 최대 20~30%까지 저하되는 주요 원인이 되고 있다. 이를 해결하기 위해 국내외적으로 많은 연구가 진행되고 있다.

본 논문에서는 유통물류 서비스를 비롯한 다양한 분야에서 RFID 서비스 도입시 고려사항으로 참고할 수 있는 데이터를 도출하기 위해 900MHz 대역의 RFID 시스템을 생산하는 대표적인 두 제조사의 제품을 선정하여 다양한 관점에서 성능을 시험 분석하고자 한다. 여기서 RFID 리더기 및 태그의 인식률의 시험 과정은 국제 성능 시험 조건(ISO 18046)에 준하였으며, 특히 연구실 테스트(Lab Test) 중심으로 여러 가지 실험을 실시하였다.

본 논문에서는 1장 서론에 이어 2장에서 UHF대역의 RFID 표준화 동향 및 RFID의 성능에 대한 연구 동향을 살펴본다. 3장에서는 ISO 18046 규격에 입각한 시험조건을 기술한다.

4장에서는 3장의 시험조건을 바탕으로 유통물류 매장 환경에 적합한 시험조건을 도출하여 그에 대응한 다양한 실험 결과를 산출하고, 5장에서 결론을 맺는다.

감사의 글: 본 논문은 한국전자거래진흥원의 '효율적인 유통물류매장관리를 위한 U-Service System 개발' 과제 연구비에 의해 수행되었습니다

II. UHF 대역 RFID 표준화 및 연구 동향

UHF 대역에서의 RFID 리더기와 태그 간의 통신프로토콜인 EPCglobal의 C1 Gen.2(Class 1 Generation 2) 규격이 2006년도에 ISO/IEC 18000-6 Type A, B에 이어 900MHz 대역의 국제 단일 표준인 18000-6 Type C까지 확정되었다.

최근 국내에서는 국제표준 규격 EPC 글로벌 C1 Gen. 2 프로토콜 v1.0.9 (ISO/IEC 18000-6C) 및 UHF RFID 정합규격 v1.0.4 에 근거한 RFID 수동형 리더기가 개발됐다.

ISO/IEC, ISO TR 18046에서는 RFID 성능시험을 위한 시험방법에 관한 일반적인 가이드라인을 제시하고 있다^[1]. 현재 다양한 적용분야에서 이 가이드라인을 바탕으로 성능 시험이 수행되고 있다. Al-Muusawi는 판독거리와 태그 부착 물질의 자기력의 통과 여부를 RFID 시스템의 주요한 성능 인자로 정하여 RFID 사용 기술의 성능 및 신뢰도를 연구하였다^[2]. Rees, R.은 가혹한 환경 인자에 대해 정의 하고, 그 환경에서의 RFID 신뢰도를 향상시키는 방안을 제시하였다^[3]. 전파연구소는 국내 RFID 장비에 관한 기술 기준을 제시하였다^[4]. 현재 사용인증을 위한 기본사항으로 이 기준을 국내외에서 생산된 RFID 장비의 성능 확인에 적용하고 있다.

III. 시험 조건

RFID에 영향을 줄 수 있는 여러 파라미터들을 참조하여 표준에서는 <표 1>과 같이 10m이내의 인식범위로 동작하는 900MHz 수동형 RFID 시스템의 시험조건을 제시하고 있다^[1].

<표 1> 900MHz 수동형 RFID 시스템의 시험조건

시험 항목	범위	설명
거리	0~10 meter	3-D(x,y,z)
태그 집중도	1, 10, 20, 50, 100	
태그 배열	Linear, array, volume	
태그 각도	0, 30, 60, 90 deg, random	3-D($\Psi\Phi\Theta$)
태그 크기	0.016, 0.125, 1m ²	
태그 이동속도	0,1,2,5,10 m/s	
태그 표면물질	Paper, wood, glass, plastic, metal	see list below
RF 환경	Benign, moderate, congested	WLAN, machinery, ect.
데이터 전송률	1,8,26,32 bytes	Read nad Write
안테나 높이	0.5, 1, 2, 3meters	Distance above, ground, plane

IV. 성능 결과

본 논문에서의 성능 시험은 <표 1>에서 제시된 시험조건에서 실제 매장 내에서 발생할 수 있는 환경을 고려한 시험항목 반영을 통해 인식률 시험과 인식범위 시험 항목으로 나누어서 실험을 수행하였다. 실험에 사용된 장비는 900MHz대 RFID 장비를 생산하는 대표적인 두 제조사의 제품을 선택하였다.

인식률 시험 항목은 태그 집중도, 태그 상태에 따른 인식률, 태그 부착 재질에 따른 인식률, 태그 이동속도에 따른 인식률, 온도변화에 따른 인식률로 구분하였다. 그리고 인식범위 시험 항목은 dB에 따른 인식거리, dB에 따른 인식각도, 환경적 변수 검증으로 구분하였다.

1. 인식률

<표 2>는 태그 100개를 동시에 읽을 때 안테나의 신호세기 dB 변화에 따라 인식 가능한 개수를 나타낸 것이다.

<표 2> 태그 집중도 (단위: 개수)

제조사	구분	0dB	4dB	8dB	12dB	16dB
A사	최대	91	83	70	44	38
	평균	45	33	20	13	13
B사	최대	100	98	86	55	53
	평균	68	49	36	30	27

A, B사 제품 모두 dB가 높아질수록 인식되는 태그의 개수가 줄어들었고, 태그가 겹쳐지면 인식되지 못하였으며 겹쳐지지 않은 상태에서는 B사의 인식률이 더 높았다.

<표 3>은 태그 상태에 따른 인식률을 나타낸 것이다.

<표 3> 태그 상태에 따른 인식률 (단위: %)

항목	물에 젖음	자석 접촉	물리적 충격	찢어짐	불에 태움
A사	100	100	100	0	0
B사	100	100	100	0	0

태그는 방수재질로 만들어져 있어서 물에 젖은 경우, 자석에 접한 경우, CHIP 손상이 되지 않는 범위에서의 물리적 충격이 가해진 경우에도 인식되었다. 그러나 중앙에 위치한 CHIP이 손상되면 인식되지 않았으며, 태그 안테나의 손상 시에도 인식률이 현저히 떨어졌다.

<표 4>는 태그 부착 재질에 따른 인식률을 나타낸 것이다.

<표 4> 태그 부착 재질에 따른 인식률 (단위: %)

항목	종이	철재	유리	나무	고무	직물	플라스틱	알루미늄	스티로폼
A사	100	0	100	66	89	83	100	0	94
B사	100	0	82	61	73	86	100	0	98

금속재질로 이루어진 물질에서는 어떠한 거리에서도 인식되지 않았으며 일부 재질에서는 인식률의 차이가 있었다.

<표 5>는 태그 이동속도에 따른 인식률을 나타낸 것이다.

<표 5> 태그 이동속도에 따른 인식률 (단위: %)

항목	10Km/h	20Km/h	30Km/h
A사	100	100	100
B사	100	100	100

사람이 이동할 수 있는 속도 범위(10~30Km/h)에서 A, B사 제품 모두 인식이 가능하였다.

<표 6>은 온도변화에 따른 태그 인식가능 여부를 나타낸 것이다.

<표 6> 온도변화에 따른 인식률 (단위: %)

항목	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
A사	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
B사	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

유통물류 분야에서 나타날 수 있는 온도 범위에서 A, B사 제품 모두 인식이 가능하였다.

2. 인식범위

<표 7>은 dB에 따른 인식거리 측정 결과를 나타낸 것이다.

<표 7> dB에 따른 인식거리 (단위: m)

항목	0dB	4dB	8dB	12dB	16dB
A사	4.65	4.35	2.25	2.13	1.95
B사	7.72	6.86	5.13	4.75	4.08

A, B사 모두 10m 이내로 나타났으며 B사의 인식거리가 더 길었다. 두 업체 모두 dB 수치가 높아질수록 인식거리가 더 줄었다.

<표 8>은 안테나와 태그간의 인식할 수 있는 각도를 dB별로 나타낸 것이다.

<표 8> dB에 따른 인식각도 (단위: 도)

항목	0dB	4dB	8dB	12dB	16dB
A사	83	77	72	53	26
B사	120	108	93	75	63

A, B사 모두 dB가 높아질수록 인식각도가 좁아졌고, B사의 경우 안테나와 태그의 인식 각도가 더 넓다.

<표 9>는 환경적 변수에 따른 태그 인식 결과를 나타낸 것이다.

<표 9> 환경적 변수 (단위: %)

항목	PCS Phone(1.8Ghz)	Cellular Phone(800Mhz)	900Mhz 무선전화기
A사	100	100	100
B사	100	100	100

안테나 사이에 다양한 주파수 대역의 전화기를 두었을 경우 A, B사 모두 태그 인식에서 전화환경의 영향을 받지 않았으나 B사의 경우 PCS Phone과 Cellular Phone에서 잡음이 발생하였으며 900MHz 무선전화기에서는 통화가 불가능하였다.

V. 결론

본 논문에서는 900MHz 대역의 RFID 시스템을 생산하는 대표적인 두 제조사의 제품을 선정하여 다양한 관점에서 성능을 측정하였다.

성능 시험 대상 항목은 표준화 문서에서 제시하고 있는 내용을 기준으로 유통물류분야에서 적용될 수 있는 조건을 도출하였다. 도출된 조건은 다시 인식률 시험과 인식범위 시험으로 분류하였다. 그에 따라 태그 집중도, 태그 상태에 따른 인식률, 태그 부착 재질에 따른 인식률, 태그 이동속도에 따른 인식률, 온도변화에 따른 인식률을 측정하는 인식률 시험과 dB에 따른 인식거리, dB에 따른 인식각도, 환경적 변수를 검증하는 인식범위 시험으로 구분하여 실험을 수행하였다.

실험 결과 A,B사 모두 태그부착 재질이 철재 및 알루미늄일 때, 태그가 겹쳐졌을 때, 태그 CHIP이 손상되었을 때 태그 인식이 되지 않았다. 그리고 시험환경 및 조건에 따라 다양한 인식률 변화에 대한 데이터를 도출하였다.

본 논문에서 도출된 결과는 유통물류 서비스를 비롯한 다양한 분야에서 RFID 서비스 도입시 고려사항으로 참고할 수 있을 것으로 생각된다.

추후과제로서 다양한 시험환경 및 조건에서의 성능에 대한 객관적인 검증과 인식률 저하 원인에 대한 분석 및 해결방안에 대한 연구가 활발히 전개되어야 할 것이다.

VI. 참고 문헌

- [1] ISO/IEC, ISO TR 18046:2005, Information technology-Automatic identification and data capture techniques-Radio frequency identification device performance test methods, International Standard Organization (ISO), 2005.
- [2] Al-Muusawi, H., Performance and Reliability of RFID, Masters Thesis Agder University, Norway, 2004.
- [3] Rees, R., "RFID in Harsh Environments", Asem London 4th Conference on Commerce, 2005.
- [4] 전파연구소 고시 제2005-127호, 방송·해상·항공·전기통신 사업용 외의 기타업무용 무선설비의 기술기준, 정보통신부, 2005.