

도서관 RFID 시스템의 주파수 대역별 특성에 관한 연구*

A Study on the Frequency Characterization of the RFID Systems in Libraries

최재황(Jae-Hwang Choi)**

곽승진(Seung-Jin Kwak)***

배경재(Kyung-Jae Bae)****

초 록

RFID 시스템이 1990년대 말에 처음으로 도서관에 도입된 이래, 13.56MHz 주파수를 활용하는 HF 시스템과 900MHz 주파수를 활용하는 UHF 시스템에 대한 논란도 계속하여 확대되고 있다. 이에 본 연구에서는 HF RFID 시스템과 UHF RFID 시스템의 특징을 분석하고, 도서관 현장에서 적용되는 실제 상황에서의 장단점을 규명하고자 하였다. 이를 위해 국내 도서관의 RFID 시스템 도입현황과 국내의 대표적인 4개의 도서관 RFID 시스템의 도입사례(HF, UHF 각각 2개 도서관)를 분석하였다. 또한 HF RFID 시스템과 UHF RFID 시스템의 기능적 특징, ISO/DIS 28560에서의 주파수 논의, 각 시스템의 공급자 및 사용자 의견도 조사되었다.

ABSTRACT

Since libraries first used RFID systems in the late 1990's, there is growing debate about the advantages and disadvantages of HF and UHF RFID systems. This study tries to explore practical issues in HF and UHF RFID systems especially in the areas of system characteristics and advantages and disadvantages affecting technology implementation to libraries. This study investigates the current status of RFID systems in Korean libraries, and analyzes the best practices of four libraries(two libraries in HF and two libraries in UHF respectively). Also, this study describes functional characteristics of HF and UHF RFID systems, debates on frequencies in ISO/DIS 28560, and the opinions of both manufacturers which provide RFID systems to libraries and librarians who use HF and UHF RFID systems in their libraries.

키워드: RFID 시스템, 주파수, 무선 인식

radio-frequency identification, 13.56MHz, 900MHz, HF, UHF, ISO/DIS 28560

* 본 연구는 문화체육관광부 도서관정보정책기획단의 위탁과제 '도서관 RFID 국가표준안 제정을 위한 연구'의 일부 내용을 수정·보완한 것임.

** 경북대학교 사회과학대학 문헌정보학과 부교수(choi@knu.ac.kr) (제1저자)

*** 충남대학교 사회과학대학 문헌정보학과 조교수(sjkwak@cnu.ac.kr) (공동저자)

**** LG상남도서관 기획운영팀장(bae@lg.or.kr) (교신저자)

■ 논문접수일자: 2009년 8월 17일 ■ 최초심사일자: 2009년 8월 20일 ■ 게재확정일자: 2009년 8월 28일

■ 정보관리학회지, 26(3): 335-353, 2009. [DOI:10.3743/KOSIM.2009.26.3.335]

1. 서론

RFID 기술이 도서관에서 활용하던 바코드 시스템을 대신하는 새로운 시스템으로 점차 확산되고 있다. RFID가 각광 받는 이유는 특히 대출, 반납, 장서점검 등과 같은 도서관의 기본 업무를 수행하기 위한 도서관 인적 자원의 개입을 최소화하기 때문일 것이다. RFID 시스템을 활용하여 도서관의 인적자원을 단순 업무로부터 다른 업무로 전환할 수 있다는 점은 도서관으로 하여금 다양한 업무 혁신을 가능하게 하며, 이는 곧 새로운 고객중심의 서비스를 시도할 수 있는 기회를 도서관에게 제공하게 된다.

RFID 시스템을 도입하는 도서관의 입장에서는 RFID 시스템의 도입이 기존의 도서관 자동화 시스템을 대폭 변화시키는 것이기 때문에 도입 여부 및 적합 시스템의 선정에 있어서 다각적으로 고려해야 할 사항들이 존재한다. 특히 최근 RFID 시스템에서 가장 크게 이슈가 되고 있는 것이 주파수 대역의 문제이다. 기존의 공공도서관을 위주로 가장 널리 보급된 시스템은 13.56MHz 대역의 주파수를 사용하는 HF 시스템인데, 최근 900MHz 대역의 주파수를 사용하는 UHF 시스템이 보급되면서 어떤 대역의 시스템을 활용하는 것이 실제로 효율적이며, 적정한 것인지에 대한 논란이 확대되고 있다. 특히 각 주파수 대역의 시스템을 공급중인 업체들의 의견은 매우 상반된 것이어서 현장에서 RFID 시스템 도입을 고려하는 사서들에게 더욱 혼란을 가중시키고 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 도서관에 적용되는 HF RFID 시스템과 UHF RFID 시스템의 특징을 분석하고, 도서관 현장에서 활용되는 실제 상황에서

의 장단점을 규명하고자 한다. 본 연구는 다음의 과정을 거쳐 진행되었다.

첫째, HF RFID 시스템과 UHF RFID 시스템의 비교 분석에 앞서 국내 도서관의 RFID 시스템 도입현황을 전체적으로 조사하여 파악하고, 국내의 대표적인 도서관 RFID 시스템 도입사례를 조사하여 실제 어떤 방식으로 RFID 시스템이 도서관 서비스에 도입되어 활용되고 있는지 분석하였다.

둘째, HF RFID 시스템과 UHF RFID 시스템의 기능적 특징을 조사하고, 각 시스템의 기능적 특징이 도서관 서비스 적용 시에 어떤 영향을 미치는지를 분석하였다.

셋째, 국제 표준에서의 주파수 관련 동향을 살펴보기 위해 도서관의 RFID 시스템에 대한 표준인 ISO/DIS 28560 'RFID in Libraries'에서 논의되고 있는 주파수 관련 내용을 고찰하였다.

넷째, 시스템 공급자와 사용자 의견을 참조하기 위해 HF RFID 시스템과 UHF RFID 시스템을 공급중인 각 업체 담당자 및 각 시스템을 사용 중인 도서관의 담당자를 인터뷰하여 의견을 청취하였다.

다섯째, 조사/분석된 데이터, 동향, 의견을 바탕으로 도서관 RFID 시스템에서의 각 주파수 대역 선택에 대한 결론을 종합하였다.

2. 선행 연구

해외에서도 도서관의 RFID 시스템 도입에 있어 HF RFID 시스템과 UHF RFID 시스템 선택에 대한 문제는 매우 뜨거운 현재 진행 중

인 이슈이다. 관련된 논쟁이 활발하게 진행 중인데 반해서 900MHz RFID 시스템의 구축 실적이 많지 않기 때문에 직접적으로 이 주제를 다루고 있는 선행 연구는 양적으로 많지 않지만, 참조할 만한 몇 가지의 유용한 해외 연구들이 존재한다. 국내에서는 도서관 RFID 시스템의 주파수 대역에 관련된 선행 연구는 아직 이루어진 바가 없다.

2000년대 들어서 도서관 분야에서 UHF 대역의 900MHz 시스템이 도입되던 초기에는 주로 900MHz 시스템이 아직 안정화된 기술이 아니라는 이유로 13.56MHz를 선호하는 의견이 주를 이루었다. 러츠(Lutz 2008)는 13.56MHz RFID 시스템이 이미 적절한 성능과 신뢰성을 보여주고 있기 때문에 도서관에서는 13.56MHz 시스템 활용에 집중할 것을 권장하였다. 즉, UHF 시스템이 상업적인 도매 시장에서 많이 활용되고 있는 훌륭한 시스템이긴 하지만 아직 도서관에서 적용되는 것은 시기상조이며, UHF 대역의 자체 특성으로 인한 오인식과 필드제어의 어려움, 타 장비와의 신호 간섭 등 기술적인 장애 요인을 극복해야 할 것이라는 의견을 제시하였다.

네덜란드에서는 암스테르담 대학교 도서관에서 13.56MHz의 HF 시스템과 900MHz의 UHF 시스템 선정을 위한 검토가 이루어진 바 있다. 암스테르담 대학교 도서관 사서인 히색커즈(Heesakkers)는 자신의 블로그에서 2007년에 HF 시스템과 UHF 시스템에 대한 의견을 밝힌 바 있는데(Heesakkers 2007), 여기에서 그는 HF 시스템과 UHF 시스템 모두 장단점을 가지고 있지만 서로 상반된 성질의 것임을 언급하고 있다. 즉, HF 시스템은 장서 점검 시 리더

가 태그를 감지하지 못하는 에러가 많은 반면, UHF 시스템은 긴 인식거리로 인해 원하지 않는 태그까지 인식하는 문제점을 언급하면서, 너무 많은 태그가 읽혀질 경우에는 원하지 않는 도서를 걸러내는 튜닝 과정을 거쳐 문제를 개선할 수 있지만 전혀 인식을 못하는 에러는 심각한 문제임을 지적하고 있다. 결과적으로 암스테르담 대학교 도서관은 13.56MHz의 HF 시스템을 선택하였다. HF 시스템과 UHF 시스템이 모두 장단점이 있기 때문에 입찰 과정에서 주파수 대역을 명시하지 않고 단지 장서점 검사의 정확성과 속도를 세 가지 시나리오로 수치화하여 제출하고 검증할 것을 업체들에게 요청하였는데, 그 결과 UHF 시스템이 정확성과 속도 모두 HF 시스템에 비해서 높은 점수를 얻었지만 당시 가격적인 면을 종합하여 고려하였을 때 HF 시스템이 결국 우위에 있었다는 것이다(Heesakkers 2008).

RFID Journal의 편집자인 로버티(Roberti 2006)는 모든 분야 아이템 수준의 RFID 태깅에서 HF 시스템과 UHF 시스템에 관한 논쟁이 벌어지고 있음을 언급하면서, 어떤 시스템이 아이템 수준의 RFID 시스템에 적합하느냐는 질문을 종종 받지만 HF와 UHF 모두 장단점이 있기 때문에 결론을 내리기 어려움을 토로하였다. 또한 RFID 기술에 있어서 이와 같은 주파수 대역간의 경쟁은 이용자에게 선택의 기회를 주기 때문에 도움을 준다고 주장하였다.

호주의 도서관 RFID 시스템 전문가이자 ISO의 도서관 RFID 데이터 모델 표준 워킹그룹 멤버이기도 한 버터스(Butters 2008a)는 그의 논문에서 HF 시스템과 UHF 시스템의 특징을 비교하고 각 시스템에 대한 찬반 양론을 다루

었다. 비용, 상호운용성, 효율성, 이용자 사용성 및 잠재적인 직원 건강에 대한 주파수의 영향과 같은 실질적인 문제에 대해서도 고찰하고 있다. 버터스는 UHF RFID 시스템이 도서관에게 매우 좋은 장점이 있지만, RFID 기술은 계속 진화 중에 있으며 예측하기 힘들다는 점을 지적하고 결국 도서관 입장에서는 어떤 주파수 대역인가에 상관없이 도서관 서비스의 목적을 달성할 수 있도록 도움을 주는 시스템인가를 분석하는 것이 중요하다고 언급하였다. 버터스(Butters 2008b)는 또한 VALA(Victorian Association for Library Automation) 컨퍼런스에서 UHF RFID 시스템의 장점으로 태그의 대량생산으로 인한 가격경쟁력, 인식거리에 있어서의 성능경쟁력, 출판업자와 같은 공급사슬(supply chain) 기관과의 통합 가능성을 제시하였다.

최근 홍콩성시대학(City University of Hong Kong)에서는 RFID 시스템을 도입하기 위한 HF와 UHF 시스템별 시험 테스트 결과를 논문으로 정리하여 발표하였다(Ching and Tai 2009). 홍콩성시대학은 2006년에 도서관에 적합한 RFID 시스템을 선정하기 위해 연구팀을 구성하고 학교의 지원 아래 HF RFID 시스템과 UHF RFID 시스템에 대한 시험테스트를 진행하였다. 연구팀은 시스템 평가를 위해 성능, 보안/프라이버시/안전성, 비용, 표준, 시스템 통합, 상호운용성, 연구 개발, 사용성의 8가지 평가 범주 아래

총 33개의 평가 소항목을 설계하고 이에 대한 실제 테스트를 실시하였다. 그 결과 UHF 시스템은 성능, 비용, 사용성 범주를 중심으로 14개 항목에서 상위, HF 시스템은 태그 저장 메모리 영역 1개 항목에서 상위, 나머지 18개 항목이 동점이었다. 홍콩성시대학은 특히 태그 인식률 및 인식 속도와 같은 성능 요소를 중요하게 판단하여 UHF 시스템을 도입하는 것으로 결정하였다.

3. 국내 도서관 RFID 시스템 도입 현황 및 사례

3.1 국내 도서관 RFID 시스템 도입 현황

국내 도서관 분야의 RFID 시스템 전문 구축 업체는 크게 HF 시스템 4개사(이씨오, 3M, 나이콤, 버리시스템 등)와 UHF 시스템 2개사(포스비브테크, LS산전 등) 총 6개사 정도로 형성되어 있으며, 2009년 6월 현재 총 225개 도서관 및 유관기관에 RFID 시스템이 도입된 것으로 조사되었다. <표 1>의 관종별 RFID 시스템 도입 현황을 보면 공공도서관이 177개관으로 77.6%를 차지하고 있으며, 그 다음이 대학도서관 17개관으로 7.6%, 학교도서관 5개관 2.2%, 특수도서관 및 유관기관 26개관 11.6%의 비율을 나타내고 있다.

<표 1> 관종별 RFID 시스템 도입 현황

구분	공공도서관	대학도서관	학교도서관	특수도서관 및 유관기관
도서관 수	177	17	5	26
비율(%)	78.6	7.6	2.2	11.6

〈표 2〉는 도서관 분야의 RFID 시스템 구축 업체별 도서관 구축 분포 현황이다. 이씨오가 48.4%로 50% 가까이 점유율이 높은 것은 공공도서관에서 사용하는 도서 관리 시스템이 대부분 이씨오에서 개발한 KOLAS II라는 프로그램이기 때문에 기존 도서 관리 시스템과의 연동에 있어서 비교적 장점이 있기 때문인 것으로 보인다.

각 주파수 대역별 시스템의 구체적인 사례를 파악하기 위하여 HF RFID 시스템은 은평구립도서관과 성균관대학교 삼성학술정보관을 조사하고, UHF RFID 시스템은 인하대학교 법학도서관과 연세대학교 학술정보원을 조사하였다. 조사결과 각 사례에서 사용 중인 시스템에 대한 비교 분석은 4장의 HF/RFID 시스템 비교분석 중 4.1 기능적 특징과 4.2 도서관 서비스 적용상의 특징에서 3장의 사례조사 결과를 종합, 분석하고 반영하였다.

3.2 은평구립도서관 사례

3.2.1 개요

은평구립도서관은 2001년 10월 15일 개관하였으며, 같은 해 12월부터 RFID 도서관 시스템 구축을 위해 계획을 수립하고 1년 6개월간의 사전 준비단계를 거쳐 2003년 5월 RFID 도서관 시스템을 전국에서 최초로 오픈하였다. 2006년에는 참고자료실과 정기간행물실 자료를 RFID 방식으로 전환하여 모든 자료실이 RFID 도서관 시스템 체계를 완벽하게 되었으며, 국립중앙도서관, 국회도서관 등 타 도서관의 벤치마킹 대상이 되었다. 은평구립도서관의 RFID 시스템 도입과 관련된 연혁은 〈표 3〉과 같으며, 현재 도서 15만여 권과 정기간행물 638종에 13.56 MHz HF RFID 태그가 적용되어 있다.

3.2.2 서비스 적용 및 도입장비

은평구립도서관은 〈표 4〉와 같이 RFID 시

〈표 2〉 구축업체별 시스템 분포

구분	이씨오	3M	나이콤	버리시스템	LS산전 및 포스비브테크
도서관 수	109	57	43	4	12
비율(%)	48.4	25.3	19.1	1.8	5.4

〈표 3〉 은평구립도서관 RFID 시스템 도입 연혁

시 기	내 용
2003년 5월	국내최초 RFID 시스템 도입 서비스 실시(종합자료실)
2003년 7월	어린이실 RFID system 확대 서비스
2003년 8월	24시간 RFID 외부반납기 설치(도서관 정문 앞)
2006년 5월	RFID 출판물류유통 시범 사업에 참여(문화체육관광부)
2008년 5월	지하철 녹번역 예약대출/반납기 설치 관외서비스 실시
2008년 11월	구립중산정보도서관과 RFID 상호대차 서비스 실시
2009년 7월	응암정보도서관과 RFID 상호대차 서비스 실시

〈표 4〉 은평구립도서관 RFID 시스템 장비

장 비 명	설 치 장 소	수 량
자가대출기	종합자료실, 어린이실	3
자가반납기	종합자료실, 어린이실, 녹번역	3
사서용데스크탑리더	종합자료실, 어린이실, 사서과	8
도난방지 게이트웨이	종합자료실, 어린이실, 참고자료실, 정기간행물실, 정문	5
장서점검기	종합자료실, 어린이실	3
외부반납함	도서관 외부(심야, 휴관일 운영)	1
예약대출기	수색, 녹번, 구파발 지하철역	3

시스템을 적용하기 위한 장비를 도입하여 운영하고 있다. 일반적으로 RFID 시스템이 적용되는 도서관의 관련 서비스에 모두 적용되고 있으며, 특히 자가 반납기 및 대출 예약기가 지하철역에 설치되어 운영되고 있는 점이 특징이다.

3.2.3 태그 저장 데이터 구조

태그 저장 데이터 구조는 RFID 태그에 어떤 데이터들이 저장되어 있고, 저장되는 데이터 중에서 어떤 요소가 필수 데이터 요소이고, 어떤 요소가 선택 데이터 요소인지 등에 대한 사항을 의미한다. 일반적으로 RFID 태그의 데이

터 요소와 데이터 구조가 갖추어야 할 조건을 정의한 것을 데이터 모델이라고 한다(Haley 등 2007). 은평구립도서관에서 채택한 RFID시스템은 HF시스템으로서 13.56MHz 주파수용 태그를 사용하였으며, 출판유통산업 RFID적용 표준안 버전 1.0에 따라 EPC(Electronic Product Code) 표준의 네트워크를 구축하여 활용 중에 있다. 출판유통산업 RFID 적용 표준안 버전 1.0에서 정의하고 있는 출판물 태그 저장 데이터 항목 표준안은 〈표 5〉의 필수영역과 〈표 6〉의 선택영역으로 구성된다.

〈표 5〉 출판물 태그 저장 데이터 항목 표준안 필수 영역

필드이름	길이(바이트)	인코딩
개체식별자(EPC)	12바이트	비트-스트링

〈표 6〉 출판물 태그 저장 데이터 항목 표준안 선택 영역

필드이름	자리수	길이(바이트)	인코딩
데이터구조 식별자	2자리	1바이트	BCD
국가코드	2자리	2바이트	KS X 5636
발행자코드	6자리	3바이트	BCD
ISBN	14자리	7바이트	BCD
CIP제어번호	13자리	13바이트	KS X 5636
총 권수	4자리	2바이트	BCD
권호의 서수	4자리	2바이트	BCD

3.2.4 원격지 RFID 예약 대출/반납 시스템

지리적인 또는 시간적인 문제로 인해 도서관 이용이 어려운 지역주민들을 위해 지하철역과 같은 원격지에서 도서를 대출/반납하는 시스템으로서 책단비 서비스로 불린다. 문화체육관광부와 서울시가 지원하는 공공도서관 개관 시간 연장사업의 일환으로 은평구립도서관과 증산정보도서관을 무인 예약 대출/반납시스템과 KOLAS 상호대차 서비스를 묶은 협력형 네트워크 모델이다. 이 서비스를 통해 도서관 간의 상호대차 이외에도 홈페이지에서 대출희망도서를 예약한 뒤 녹번역, 구파발역, 수색역 중 원하는 장소를 선택하면 해당 장소에 설치된 자동예약 대출/반납기를 통해 언제든지 대출/반납이 가능하다. 1개소가 은평구립도서관 전체 대출의 3%, 전체 반납의 5% 비중을 차지할 정도로 이용이 활발한 편이며, 대출은 퇴근 시간대(17시-21시), 반납은 출근(07시-09시) 및 퇴근 시에 이용이 집중되고 있다.

3.3 성균관대학교 삼성학술정보관

3.3.1 개요

성균관대학교 자연과학캠퍼스에 위치한 삼성 학술정보관은 2009년 3월 25일 신축하여 개관하였다. 3층이 일반자료실로서 RFID 시스템이 도입되어 무인대출 반납이 가능하며, 13만권의 도서에 RFID 태그가 부착되어 있다. 이곳에 도입된 RFID 시스템은 HF 시스템인 13.56MHz 시스템으로서 3M 도서관사업부에서 구축하였다.

3.3.2 서비스 적용 및 도입장비

무인 대출 반납, 대출/반납, 장서점검(휴대

용 리더기), 보안 시스템(도난방지) 등 일반적인 RFID 도서관 시스템에서 활용되는 사항이 적용되었으며, 도입장비는 <표 7>과 같다.

3.3.3 태그 저장 데이터 구조

태그 저장 데이터 구조는 시스템 공급업체인 3M의 RFID 태그 데이터 포맷 명세(RFID Tag Data Format Specification)를 따르고 있다. 이 데이터 명세에서는 RFID 태그에 저장되는 각 데이터 요소를 정의하고 있으며, 태그의 어떤 부분에 어떻게 저장해야 하는지를 정의한다. 3M의 데이터 포맷은 최소한 32byte의 저장 공간(4byte × 8block)을 필요로 한다. 자세한 데이터 명세는 <표 8>과 같다(3M, 2008).

3.4 인하대학교 법학도서관

3.4.1 개요

인하대학교 법학도서관은 2007년 10월에 개관한 도서관으로 약 7만권의 법학 관련 도서를 소장하고 있는 법학전문도서관이다. 개관 후 교수들의 수업능력과 연구능력을 향상시키고, 학생들의 실무능력을 향상시키기 위한 목적으로 RFID 시스템 도입 계획을 수립하였으며, 2009년도 1월부터 3월까지 3개월 동안 UHF RFID 시스템 구축 사업을 진행하였다. 사업기간동안 소장하고 있는 7만여 권의 모든 장서에 UHF 대역인 900MHz RFID 태그를 부착하였으며, RFID 장비 설치와 연동을 완료하였다.

도서관에서 운영 중인 학술정보시스템과 각종 RFID 장비들을 효과적으로 연계하기 위해 미들웨어를 도입하여 운영하고 있으며, 900MHz의 RFID 태그를 모든 장서에 부착하였다. 900MHz

〈표 7〉 성균관대학교 삼성학술정보관 RFID 시스템 장비

장비명	장비 사양	수량
자동 대출반납기	<ul style="list-style-type: none"> • 이용증 인식용 바코드리더기 탑재 • 3~5권 동시 대출/반납 처리 및 감응 재생/제거 • 36개 언어를 지원하며, 동시 4개 언어 선택 운영 	5
사서용 대출반납기	<ul style="list-style-type: none"> • 얇은 마우스 패드 형태로 이동이 편리 • RFID 태그의 분실 방지 Bit를 대출과 반납 상태로 대출/반납과 동시에 변경함 	5
도난방지 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 소리와 램프를 이용하여 알람 표시 • 도서관 시스템 다운과 상관없이 시스템 작동 	2
장서점검기	<ul style="list-style-type: none"> • 자료순서 찾기 기능, 자료정보 수집 기능, 자료 정위치 재배가 기능 • 순서에 따른 자료정렬기능, 검색기능, 찾기 기능 	1

〈표 8〉 3M RFID 태그 데이터 포맷 명세

필드이름	길이	내 용
Alphanumeric Item ID	16바이트	각 자료에 대한 문자, 숫자 조합용 식별자를 정의
Branch ID	12비트	자료가 정상적으로 위치하는 분관 ID를 정의
Library ID	20비트	자료를 소장하고 있는 도서관을 정의
Map Version	8비트	태그의 메모리 맵 버전을 정의
Item Type	8비트	태그가 부착된 자료의 유형을 정의
Numeric Item ID(최상위비트)	32비트	각 자료의 숫자 식별자에 대한 최상위 32bit를 정의
Numeric Item ID(최하위비트)	32비트	각 자료의 숫자 식별자에 대한 최하위 32bit를 정의
Set Member	4비트	자료세트에서 해당 자료의 서수를 정의
Set Size	4비트	자료 세트의 전체 크기를 정의
Unused	N/A	태그의 사용되지 않는 영역을 정의
Variable Data	32비트	선택영역으로 3자에 의해 정의 가능한 영역

대역의 RFID 태그는 대부분의 도서관들이 출입관리에 사용했던 EM(Electromagnetic) 태그와 도입 가격이 비슷할 정도로 가격 경쟁력이 있고, 대량의 도서 인식에 대해 다른 주파수의 RFID 태그보다 뛰어난 인식률을 보인다는 장점 때문에 도입이 추진되었다.

미들웨어는 학술정보 시스템과의 연계를 위해 SIP2, XML 표준 프로토콜을 사용하고 RFID 장비와의 통신을 위한 표준 프로토콜인 LLRP (Low Level Reader Protocol)를 사용함으로써 장기적으로 학술정보시스템과 RFID 장비

의 변경 등에 대응할 수 있도록 하였다.

3.4.2 서비스 적용 및 도입장비

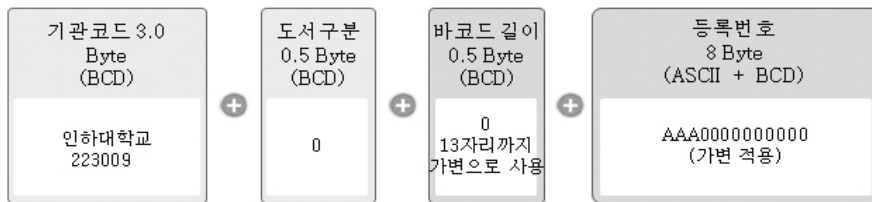
인하대학교 법학도서관은 모든 이용자 서비스와 관리 업무에 RFID 시스템을 사용하고 있으며, 〈표 9〉와 같이 RFID 시스템 운영을 위한 장비들을 도입하여 운영하고 있다.

3.4.3 태그 저장 데이터 구조

인하대학교 법학도서관 장서에 부착된 태그의 저장 데이터 구조는 〈그림 1〉과 같다. 기관코

〈표 9〉 인하대학교 법학도서관 RFID 시스템 장비

장비명	내 용	수 량
RFID 태그	• UHF 900MHz의 RFID 태그를 모든 장서에 부착	70,000
RFID 미들웨어	• 국제공개표준 SPI2, XML 표준 프로토콜 기반(LAS 연계) • LLRP 프로토콜(미들웨어, RFID 장비 연계)	1
사서용 단말기	• 5권 이상 동시 처리 가능 • 사서 작업영역 확보를 위한 은닉가능	2
무인 대출반납기	• 다국어 인터페이스 제공 • 10권 이상 동시 처리 가능 • 스마트카드 및 바코드 리더를 통한 이용자 식별	1
휴대용 장서점검기	• RFID 안테나, PDA 일체형 • 인식거리: 도서 두께와 무관한 인식거리 • I/O: WLAN, TAG Writing 지원	2
도난방지 게이트	• 자료 등록번호 인식 후 대출여부 판단하여 알람 • Flat 게이트 형	1



〈그림 1〉 인하대학교 법학도서관 RFID 태그 저장 데이터 구조

드는 한국도서관부호표(국립중앙도서관 한국문헌자동화목록, <http://www.nl.go.kr/kormarc>)에 따라 부여되며 도서구분은 다양한 등록번호 체계 및 분관 구분에 사용하고, 그 이외에 바코드 길이 및 도서관의 등록번호로 구성되어 있다.

3.5 연세대학교 학술정보원

3.5.1 개요

연세대학교 학술정보원은 2010년 상반기에 시스템 오픈을 목표로 현재 UHF 900MHz RFID 도서관 시스템을 구축 중에 있다. 연세대학교 신촌캠퍼스(중앙, 법학, 상경, 음악도서관)와

원주캠퍼스 학술정보원의 장서 약 200만여 책을 대상으로 하는 이 구축 사업은 단일 도서관의 최대 규모임과 동시에 900MHz 도서관 시스템에 대한 본격적인 적용사례로서 향후 도서관계의 RFID 시스템 적용에 있어 큰 영향을 미칠 것으로 보인다. 시스템 개발업체로는 LS산전에서 900MHz 태그 및 장비 등 하드웨어를 공급하며, 포스비브테크에서 응용어플리케이션 등의 소프트웨어를 담당하고 있다.

3.5.2 서비스 적용 및 도입장비

무인 대출 반납, 대출/반납, 장서점검(휴대용 리더기), 보안 시스템(도난방지) 등 일반적

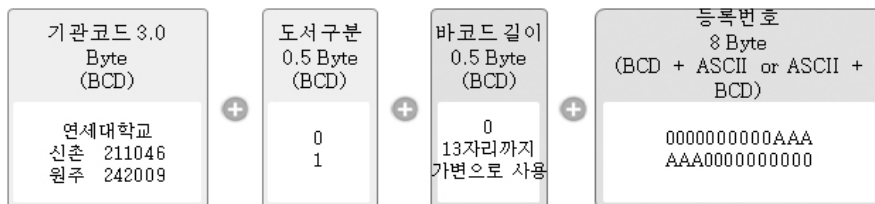
인 RFID 도서관 시스템에서 활용되는 사항은 모두 적용될 예정이며, 도입장비는 <표 10>과 같다. RFID 미들웨어는 연세대학교의 학술정보원에서 활용하는 학술정보시스템과 RFID 도서관 시스템을 연동하기 위한 소프트웨어로서 웹기반으로 개발된다. 사서용 RFID 리더 및 대출/반납기, 장서점검기 등 모두 EPC Class 1 Gen2 규격을 준수하는 900MHz RFID 시스템 장비이다.

3.5.3 태그 저장 데이터 구조

연세대학교 학술정보원 장서에 부착된 태그의 저장 데이터 구조는 <그림 2>와 같이 자체적인 코드체계를 정의하여 사용한다. <그림 2>의 코드체계는 LS산전의 900MHz RFID 도서관 시스템을 도입한 인하대학교 법학도서관 및 원광대학교 법학도서관과 동일한 구조이다.

<표 10> 연세대학교 학술정보원 RFID 시스템 장비

장비명	장비 사양	수 량
RFID 미들웨어	<ul style="list-style-type: none"> • 학술정보시스템 연결 상태 표시 • 장비 모니터링 및 상태 표시, 이상 통보 기능 	2
사서용 RFID 리더	<ul style="list-style-type: none"> • 규격: EPC Class1 Gen2, MIC • 미들웨어와 TCP/IP 통신 • 센서를 통한 전파 노출 최소화 	26
무인 대출/반납기	<ul style="list-style-type: none"> • 규격: EPC Class1 Gen2 • RFID 리더, 산업용 PC 내장 • 국소영역 인식기능과 50cm이내의 인식 범위 지원 	12
장서 점검기	<ul style="list-style-type: none"> • 규격: EPC Class1 Gen2, MIC, TTA • 인식거리: 2.5m 이하(태그에 따라 변동) 	11
BDS 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • RFID 태그에 저장된 자료의 등록번호 인식 보안 기능 • 타기관 태그 필터링 기능 	12
스마트 게이트	<ul style="list-style-type: none"> • 터치스크린을 통한 업무 전환 인터페이스 • 자료인계, 열람 통계, 정간물 일괄처리 지원 	8
CD/DVD 잠금 케이스	<ul style="list-style-type: none"> • 자석식 잠금/해제 • 하나의 케이스에 잠금장치 포함 	30,000
CD/DVD 잠금 해제기	<ul style="list-style-type: none"> • 자석식 잠금/해제 • 시건장치를 통한 관리자 외 사용 제한 	13



<그림 2> 연세대학교 학술정보원 RFID 태그 저장 데이터 구조

4. HF/UHF RFID 시스템 비교 분석

4.1 기능적 특징

RFID 태그의 인식거리는 기본적으로 높은 대역일수록 더욱 먼 인식거리를 가진다. 더욱 먼 인식거리를 가진다는 것은 물론 장점이겠지만 한편으로는 예기치 못한 곳에서 태그를 감지하는 오작동의 위험이 커질 수도 있다.

일반적으로 각 대역의 특성으로 인해 HF 시스템은 짧은 인식거리와 다중태그 인식이 필요한 응용분야(수하물관리, 도서관 자료관리, 대여물품 관리, 교통카드, 출입통제/보안 등)에 사용되고 있으며, UHF 시스템은 상대적으로 긴 인식거리를 가지면서 다중태그 인식이 필요한 응용분야(컨테이너 관리, 실시간 위치추적, 공급망 관리, 자동 통행로 징수 등)에 활용되고 있다.

에너지 소비전력은 HF 시스템이 상대적으로 높은 편이며, 태그 칩의 입력단에 걸리는 전압이 UHF 시스템에 비해 높기 때문에 리더기

로부터 얻는 에너지를 충분히 확보하기 위하여 안테나 사이즈 및 이를 반영한 태그의 크기 또한 UHF 시스템보다 큰 편이다. 태그에 저장될 수 있는 데이터 메모리는 HF가 1024bit로 UHF의 96bit에 비해 커서 여러 부가 정보를 저장할 수 있으며, UHF는 보통 도서자료의 고유식별자 정보 정도를 저장하고 기타 필요한 정보는 연동되는 어플리케이션을 통해 DB로 저장하고 처리한다. UHF로 갈수록 인식속도는 더 빨라지며, 환경의 영향은 더욱 민감해져서 액체나 금속 환경에서 인식률이 저하될 수 있다(출판유통진흥원 2008).

4.2 도서관 서비스 적용상의 특징

HF 시스템과 UHF 시스템의 각 기능상 특징이 실제 도서관 서비스에 적용될 때 각 주파수 대역의 고유한 특성에 따라 장단점을 가지게 된다. 외형적으로 가장 큰 특징은 각 시스템의 태그 형태가 다르며 이에 따라 도서 태그에 부착하는 방식에 차이가 있다. 13.56MHz 태그는 약 5.5cm × 5.5cm의 크기이기 때문에 간지

〈표 11〉 13.56MHz(HF)과 900MHz(UHF) 시스템의 기능적 특징

구 분	13.56MHz(HF)	900MHz(UHF)
인식거리	약 1~100cm 이하	약 1~900cm 이하
일반특성	짧은 인식거리와 다중태그 인식이 필요한 응용분야에 활용	상대적으로 긴 인식거리를 가지면서 다중태그 인식이 필요한 응용분야에 활용
에너지 소비	상대적으로 소비 전력이 높음	상대적으로 소비전력이 낮음
도서용 태그 크기	약 5.5cm×5.5cm	약 0.5×10cm
데이터 메모리	1024bit	96bit
인식속도	저속 -----	고속
환경영향	강인 -----	민감
태그 크기	대형 -----	소형

또는 책 내에 노출형으로 부착하여 활용하게 되며, 보안에 대한 우려 때문에 일부 도서관에서는 감응 테이프(tattle tape)를 부착하여 동시에 운영하기도 한다. 900MHz 태그는 약 0.5×10cm의 크기이기 때문에 책 내부에 은닉하여 부착이 가능하다.

보안 방식의 경우 13.56MHz 시스템은 태그에 직접 보안비트를 저장하여 자료의 보안 상태를 확인하는 반면에 900MHz 시스템은 기능적 특징에서 살펴보았듯이 데이터 메모리가 작기 때문에 자료의 고유 등록번호를 인식하여 자료의 보안 상태를 연동 시스템으로부터 확인한다. 이런 경우 시스템 상에 보안의 문제가 있는 자료에 대해 관련 기록을 남길 수 있다는 장점이 있는 반면 시스템다운 시 보안 시스템도 동시에 다운될 수 있는 단점도 존재한다.

HF 시스템과 UHF 시스템에서 기능적으로 가장 큰 차이는 태그의 인식거리에 있다. 특성상 13.56MHz는 단거리의 섬세한 위치 감지에 장점이 있지만 태그중첩 및 인식 방향으로 인한 인식 오류, 인식속도가 느리다는 단점이 있다. 반면 900MHz는 HF 시스템의 단점을 보완하여 비교적 긴 거리의 인식이 가능하며 동시에 200책 이상의 인식이 가능하지만, 실제로 인식 에러율이 도서관에서 감당할 수 있는 수준인지에 대한 실제 적용사례가 미흡하며 상황에 따라 인식 거리에 따라 세밀한 조정과정이 필요하다.

시스템 안정성에 있어서는 13.56MHz 시스템이 1990년대 초반의 시장 형성 초기부터 비교적 오랜 기간 동안 도서관 시스템을 개발해왔기 때문에 보다 우수하다고 할 수 있다. 그러나 시스템 도입 시 도서관 현장에서 중요한 검토사항으로 고려하는 도입 비용 면에서는 UHF 시스

템이 더욱 유리하다. 13.56MHz는 물리적인 특성으로 인해 태그 비용에 큰 영향을 미치는 칩과 안테나 가격이 UHF 시스템에 비해 높은 편이기 때문이다. 이와 같은 특성으로 인해 13.56MHz 시스템(HF)은 대출/반납이 활발한 공공도서관을 중심으로 도입되고 있으며, 900MHz 시스템(UHF)은 장서량이 많은 대학도서관 및 장서 점검이 중요한 전문도서관, 기록물 관리 분야에서 주로 도입되고 있다. 특히 공공도서관의 경우 대출/반납과 연계하기 위해서는 RFID 시스템과 기존에 사용 중인 자료관리 시스템과의 연동이 중요한 사항인데 기존의 자료관리 시스템을 제공하는 솔루션 관련 업체가 13.56MHz 도서관 시스템을 제공한다는 점이 큰 영향을 미치고 있다.

4.3 ISO/DIS 28560에서의 주파수 논의

도서관 RFID 시스템과 관련된 13.56MHz와 900MHz에 대한 논의는 국제 표준에서도 그 동향을 간접적으로 살펴볼 수 있다. 각 주파수 대역에 대한 국제적인 동향이 표준에 어떻게 반영될 것인지 또는 어떤 과정으로 전개될 것인지를 간접적으로나마 가늠해 보는 것 또한 향후 추세를 판단하는 데 도움이 될 수 있을 것이다.

도서관의 RFID 시스템에 대한 표준은 ISO/DIS 28560 '도서관에서의 RFID(RFID in Libraries)'에서 다루어지고 있다. 현재 FDIS(Final Draft International Standard) 단계로 최종 국제 표준의 단계를 목전에 두고 있는 상태이다. ISO/DIS 28560의 목적은 도서관 장서에 사용되는 RFID 태그의 메모리에 저장되는 정보의 표준화된 방식을 국제적으로 정립하는데 있다.

〈표 12〉 13.56MHz(HF)과 900MHz(UHF) 시스템의 도서관 서비스 적용상의 특징

구 분	13.56MHz(HF)	900MHz(UHF)
도서 태그 부착방식	간지에 노출형으로 부착	책 등에 은닉하여 부착
보안 방식	보안비트 및 감응 테이프의 감응상태를 확인	등록번호를 인식하여 대출여부를 시스템으로부터 확인
장서 점검	섬세한 위치감지가 가능하지만 태그중첩 및 인식 방향으로 인한 인식 오류, 인식속도의 문제 발생	HF 시스템의 단점을 보완할 수 있지만, 긴 인식거리로 인해 상황에 따라 세밀한 조정이 필요, 동시에 200책 이상 인식이 가능함
안정성	10년 이상의 적용을 거쳐 성숙 단계로 다양한 제품과 시스템이 존재	초기 적용단계로 제품 및 시스템이 비교적 다양하지 못함
시스템 도입비용	태그가격이 비교적 높음	태그가격이 비교적 낮음
도서관 도입 동향	대출/반납이 활발한 공공도서관을 중심으로 도입됨	장서량이 많은 대학도서관 및 장서점검이 중요한 전문도서관, 기록물 관리 분야에서 주로 도입됨

ISO/DIS 28560은 총 3부(部)로 구성되어 있는데 제1부는 제2부와 제3부의 인코딩 방법에 공통적인 데이터 요소를 기술하고, 제2부는 ISO/IEC 15962에 근거한 가변형 인코딩 방식을 기술하고 있으며, 제3부는 고정형 인코딩 방식을 기술한다. 제2부와 제3부는 상호 호환되지 않는 데이터 모델이다. 한편, ISO/DIS 28560 제2부 첫 페이지에서는 본 표준에 적용되는 에어인터페이스가 ISO/IEC 18000-3 Mode 1임을 밝히고 있는데, ISO/IEC 18000-3이 바로 13.56MHz의 에어인터페이스 파라미터를 정의한 국제표준이므로 13.56MHz의 사용을 기본 전제로 하고 있다고 볼 수 있다. 그러나 ISO/DIS 28560에서 출간한 설명 보고서(ISO TC46/SC4/WG11 RFID in libraries: N188 Answers CD ballot 28560-1, 28560-2, 28560-3)를 살펴보면 주파수와 관련하여 일부 회원국가의 의견이 분분하였음을 알 수 있다.

ISO/DIS 28560 표준 제정과정에서 미국은 ISO 18000-6C 표준 또는 향후 정해질 ISO 18000-3 Mode 3을 에어 인터페이스로 허용할 것을

추천하여 실질적으로 900MHz의 에어인터페이스를 ISO 28560 표준에 포함시킬 것을 요청하였으며(ISO TC46/SC4/WG11 RFID in libraries: N188 Answers CD ballot 28560-1, 28560-2, 28560-3), 핀란드, 네덜란드도 표준의 범위에 UHF 주파수 대역(또는 860-950MHz) 추가를 권고하였다(ISO TC46/SC4/WG11 RFID in libraries: N188 Answers CD ballot 28560-2). 그러나 ISO는 이와 같은 요청 및 권고에 대해 장래에 ISO 18000-6C 태그(UHF 대역 태그)가 기존 부(部)의 확장 또는 새로운 부에 추가될 수 있고, ISO 18000-3 Mode 3은 아직 표준으로 이용 가능한 상태가 아니라면서 미국, 핀란드, 네덜란드의 주장을 일축하고 있다. 이들 국가의 주장이 받아들여지지 않은 다른 이유로 ISO는 새로운 주파수 대역(900MHz)과 모드(18000-3 Mode 3)가 도서관 이용에 미치는 영향이 아직은 불명확한 상태라는 점, 그리고 18000-6C는 현재 도서관에서 가장 광범위하게 사용되는 RFID 태그(18000-3 Mode 1)와 상호 운용이 되지 못한다는 점도 함께 지적하고 있

다(ISO TC46/SC4/WG11 RFID in libraries: N188 Answers CD ballot 28560-1, 28560-2, 28560-3). 결국 18000-6C와 18000-3 Mode 3은 가까운 미래에 ISO 28560 국제 표준에 대한 잠재적인 추가 내용이 될 수는 있지만, 현 상황에서는 고려 대상이 아니라는 응답이다.

지난 2008년 4월 오스트리아 비엔나에서 개최된 ISO/IEC JTC1/SC31/WG4/SG3 회의에서는 UHF RFID 기술의 표준화와 HF RFID 기술의 표준화에 대한 논의가 활발하게 진행되었다. 이처럼 HF 시스템과 UHF 시스템의 호환을 고려한 국제 표준화의 구체적인 시도의 중심에는 앞에서 언급된 ISO/IEC 18000-3 Mode 3이 있다. 이 표준은 UHF 18000-6(860-960 MHz) Type C와 ISO OSI(Open System Interconnection) Model의 최하위 계층인 물리 계층(physical layer)을 동일하게 가져가기 위한 HF 에어 인터페이스 규격이며, EPCglobal의 UHF 대역 C1 gen2 표준을 HF 대역에 적용한 것이다. 즉, EPCglobal이 개발한 기술이 중심으로 되어 있으며, 따라서 HF gen2라고 불리기도 한다(한국 RFID/USN 협회 2009). 이 표준은 물리 계층의 모뎀 부분에 HF 대역의 것을 사용하는데, 하나의 리더에 UHF와 HF 물리규격을 동시에 구현해 놓고 명령-응답(command-response) 포맷, ID 체계, 충돌 방지(anti-collision) 등을 동일하게 정의한다(강유성 2008).

ISO/IEC 18000-3 Mode 3은 현재 FCD(Final Committee Draft) 2차 투표 중(2009.3.1~2009.7.29)이며, 아직 투표 결과가 공지되지는 않았지만 통과될 것으로 관련 전문가들은 예상하고

있다(한국 RFID/USN 협회 2009). 투표 종료 이후 2~3개월의 추가적인 정리를 통해 절차를 마무리하고 FDIS(Final Draft International Standard) 투표가 진행되게 된다. 통상 FDIS 문서에 대하여는 기술적인 코멘트는 받지 않고 찬반 의견으로 결정되는데 2~3개월 소요되고, FDIS가 통과되면 국제 표준이 된다.

5. HF/UHF RFID 시스템의 공급자 및 사용자 의견

5.1 시스템 공급자 의견*

도서관계의 RFID 시스템 도입이 증가하는 추세에서 각기 다른 특징을 가진 13.56MHz HF 시스템과 900MHz UHF 시스템을 공급하는 업체 간의 경쟁도 치열해지고 있다. 특히 RFID 시스템 도입을 고려중인 도서관 입장에서는 서로 다른 시스템을 공급하는 업체간의 의견이 상이하여 시스템 도입을 위한 의사결정에 어려움이 많은 실정이다. 따라서 각 시스템을 공급하는 대표적인 업체로서 13.56MHz의 이씨오와 900MHz의 LS산전 RFID 시스템에 대한 의견을 청취하여 분석하였다.

5.1.1 HF RFID 시스템 업체 의견

이씨오는 공공도서관에서 운영 중인 도서관리 시스템인 KOLAS II를 기반으로 13.56MHz 도서관 시스템을 개발하여 납품중인 대표적인 HF 업체이다. 의견 청취를 위해 이씨오의 담당 직

* 공급업체의 의견은 본 학회와는 무관함을 밝힙니다.

원 4명이 배석하였다(이씨오 RFID 담당자 2009).

의견 청취 결과 이씨오 의견의 요지는 도서관에 RFID 시스템 도입 시에 13.56MHz가 합리적이며, 900MHz 시스템은 실제 적용상에 있어서 여러모로 불합리한 측면이 많다는 것이다. 사실 이와 같은 의견은 주장에 따라서 여러 가지 이견이 있을 수 있는 부분이며, 현재 시장에서 각 주장이 매우 혼란스럽게 양분되어 있는 상황이지만 양자의 의견을 모두 기록한다는 점에서 그 주장을 기록하기로 한다.

우선은 도서관에서 RFID 시스템을 도입할 때 우선적으로 고려하게 되는 태그 가격의 문제에 대해 900MHz 태그가 13.56 MHz 태그 가격에 비해 절반 이상으로 저렴하다는 것이 오해에서 비롯되었다는 것이다. 13.56MHz 태그와 900MHz 태그 가격이 가장 크게 차이 나는 이유는 칩 메모리의 크기 때문인데 마치 두 가지 태그가 동일한 구성과 성능을 발휘하지만 가격은 900MHz 태그가 훨씬 저렴하다는 잘못된 인식이 널리 퍼져 있다는 것이다. 일반적으로 13.56MHz 태그는 1024bit의 저장 공간을 갖고 있어서 96bit 또는 125bit의 메모리 공간을 갖고 있는 900MHz 태그에 비해 훨씬 다양한 도서 정보를 저장할 수 있다는 것이다.

RFID 시스템을 도서관 서비스 운영에 적용함에 있어서도 900MHz는 UHF 대역 자체 특성으로 인한 오인식과 필드제어의 어려움, 타 장비와의 신호간섭 등의 문제점이 많다는 점을 지적하였다. 900MHz 시스템은 인식 거리가 광범위하기 때문에 오인식을 방지하기 위한 튜닝의 절차가 매우 번거롭고 효과가 검증되지 않았다는 것이다. 예를 들어 이런 주파수 특성 때문에 도난방지 게이트의 경우 13.56MHz 시스

템은 좁은 출입구를 연속적으로 복수로 설치한 후 개별 출구의 도난 인식 및 알람이 가능하지만, 900MHz 시스템은 인식거리가 넓기 때문에 출입구를 개별적으로 구분하지 못하고 넓게 조성할 수밖에 없다는 것이다.

또한 13.56MHz는 예약 대출기의 사례와 같이 RFID 리더가 삽입된 도서보관함을 한권이 들어갈 정도로 작게 아이템 레벨 단위로 만들어서 활용할 수 있지만 900MHz는 이와 같은 서비스 적용이 불가능함을 지적하였다.

한편 도서관 유관분야인 출판유통진흥원에서는 서점과 함께 900MHz 시스템을 활용하여 유통단계에서 소스 태깅(source tagging)을 하는 시범사업을 진행 중에 있다는 점을 설명하고 이것이 도서관계에 영향을 주지 않겠는가라는 질문에는 국내 현실상 소스 태깅이 현실화되기에는 어려울 것으로 예상하였다. 소스 태깅이란 도서의 유통물류 단계에서부터 RFID를 도서자료에 태깅하여 도서의 생산(출판), 유통, 서점 및 도서관에서의 이용 등 전체적 사이클에서 이력이 관리될 수 있도록 하는 것을 의미한다.

5.1.2 UHF RFID 시스템 업체 의견

900MHz RFID 시스템 업체 의견을 청취하기 위해 LS 산전의 담당자 2명 및 포스비브테크 담당자 1명이 참석한 가운데 의견청취를 진행하였다(LS산전 RFID 담당자 2009). LS산전은 국내에서 원광대, 인하대, 연세대 등 900MHz 도서관 시스템을 공급하는 대표적인 업체이며 포스비브테크는 900MHz 도서관 시스템 관련 소프트웨어를 개발하여 공급하고 있다.

의견 청취 결과 LS산전 및 포스비브테크의 의견은 13.56MHz 시스템 공급업체인 이씨오

의 의견과 매우 상반되었는데, 900MHz 도서관 RFID 시스템에 대한 초기의 우려(오인식, 신호간섭, 필드 제어 등)가 매년 도서관 적용을 위한 기술 발전을 거쳐 상당부분 개선되었다는 것이다.

900MHz 도서관 RFID 시스템에 대한 우려와 관련된 부분은 주파수 특성상 근거리 인식에 대한 부분이 어렵지 않겠냐는 지적이 중요 사항인데, 이런 부분이 상당부분 개선되었으며 오히려 13.56MHz 시스템보다 더 미세하게 인식거리를 조정할 수 있다는 주장이었다. 현재 900MHz 시스템은 고유의 기술력으로 Near Field와 Far Field 기술을 활용하여 아이템 레벨의 국소지역 인식도 문제없게 구현이 가능하다는 의견을 제시하였다. 즉, 리더와 태그간의 통신 출력범위를 제어하여 5cm 정도의 작은 거리도 구분할 수 있어서 예약 대출기, 스마트 서가와 같은 아이템 레벨 장비 구현에도 문제가 없음을 자신하였다.

한편 태그 가격이 저렴한 것이 태그 메모리 용량을 96비트로 운영하기 때문이 아니냐는 지적에 필요시 큰 가격 상승 없이 512비트까지 태그 메모리 사이즈를 확장할 수 있으며, 가격부분에 있어서 태그 및 유통 물류단계의 특성상 13.56MHz 시스템과 현격한 차이로 저렴하게 공급이 가능하다는 의견을 피력하였다. 태그 메모리 용량이 96비트로 운영되는 것과 관련해서 오히려 태그 메모리에 여러 가지 다양한 정보를 저장할 경우 개인 프라이버시에 문제가 있을 수 있으며, 필수정보 이외의 선택적 정보는 모두 데이터베이스에 연동하여 활용하는 것이 바람직하다는 의견을 제시하였다.

900MHz의 최대 장점으로는 가격 경쟁력과 함께 태그의 은닉성을 제시하였는데, 13.56MHz

태그가 크기 특성상 노출형으로 부착될 수밖에 없는데 반해서, 900MHz는 책 안쪽에 은닉하여 감응 테이프 대체용으로 활용할 수 있기 때문에 세계 도서관 시장에서 900MHz 태그가 감응 테이프를 점차 대체할 것으로 예상하고 도서관 사업을 진행 중에 있다고 설명하였다.

UHF 시스템이 인체에 더욱 유해하다는 지적이 있다는 점에 대해서는 인체에 큰 영향이 없다는 근거자료를 제시하였고, 가능한 위험성에 대비하여 사서 등의 근무 인력이 근무하는 지역에는 전파 음영공간을 만들거나 전파 차폐 장치를 만드는 등 기술적으로 개선하고 있다는 의견을 제시 하였다.

5.2 시스템 사용자 의견

HF 시스템과 UHF 시스템을 활용 중인 도서관의 담당자를 면담하여 사용자 의견을 청취 하였다. 객관적인 의견 종합을 위해 각 시스템 활용시의 불편한 사항을 위주로 청취하였으며, 다소 민감한 주제이므로 조사 기관은 밝히지 않기로 하였다.

5.2.1 HF RFID 시스템 사용자 의견

13.56MHz HF RFID 시스템을 활용중인 도서관의 담당 사서들은 자가 대출 반납기, 도난 방지 게이트웨이, 장서점검기 등 전반적인 시스템 성능에 만족을 하였으나 몇 가지 개선되어야 할 사항이 있음을 지적하였다(사서 A 2009).

첫째, 13.56MHz 태그의 경우 은닉이 어려운 크기이기 때문에 도서관 이용자에 의한 훼손시 보안 및 인식에 문제가 생길 수 있다.

둘째, 자가 대출 반납기 또는 사서용 데스크

탑 리더기에 책을 4~5권씩 쌓아놓고 동시에 인식을 시킬 경우 태그의 위치가 상하로 중첩되거나 인접될 경우 인식되지 않는 경우가 발생할 수 있다. 이와 같은 문제 때문에 책의 일정한 위치에 태그를 부착하지 않고 있다.

셋째, 예약 대출 반납기를 활용한 원격지에 서의 무인 대출 반납 시스템의 경우 도서관 이용자로부터 좋은 반응을 얻고 있는 RFID 서비스인데 실제 운영을 하면서 해결해야 할 문제들이 발생하였다. 우선 예약대출 서비스를 이용하기 위해서는 반드시 도서관 회원증이 있어야 하는데, 도서관 방문 자체가 어려웠던 주민들을 대상으로 실시한 서비스인 만큼 실질적인 이용을 유도하기 위해서는 먼저 도서관을 방문하지 않고 회원가입을 할 수 있는 보다 적극적인 방법이 필요하다는 것이다. 또한, 이용자가 책의 크기를 고려하여 예약 대출기를 통한 대출이 가능한 크기의 책인지 판단한 뒤, 예약할 수 있는 시스템이 필요하다는 의견도 제시되었다. 도서 정리 시 MARC 300태그 형태기술사항에서 크기를 기술하지만 예약신청을 위한 도서 검색 시 대출함의 크기를 벗어나는 일부도서를 선별하지 못해 기기에 투입하지 못하여 이용자에게 예약된 도서를 제공하지 못하는 경우가 간혹 발생하였다.

5.2.2 UHF RFID 시스템 사용자 의견

900MHz HF RFID 시스템을 활용중인 도서관의 담당 사서들은 주로 주파수 인식 범위 및 인식 속도, 태그 은닉성과 같은 시스템의 성능 및 HF 시스템과 대비하여 저렴한 시스템 도입 비용에 만족을 표시하였지만, 보다 안정적으로 작동하기 위해서는 다음과 같이 개선되어야 할

사항이 있다고 답변하였다(사서 B 2009).

첫째, 자가대출 반납기 및 사서용 데스크탑 리더 운영과 관련하여 다수 도서를 동시에 처리 가능하여 편리하지만 자관의 대출/반납 정책이 정교하고 복잡할 경우 이를 세부적으로 적용하기 쉽지 않으며, 특히 사서용 데스크탑 리더 활용 시 장기적으로 주파수가 건강에 어떤 영향을 줄 지 불명확하다고 응답하였다.

둘째, 도난방지 게이트웨이 운영과 관련해서는 게이트웨이 작동이 학술정보시스템과 연동되어 있기 때문에 네트워크 상태에 영향을 받으며, 비정상 작동상태 발생을 대비하여 시스템을 계속적으로 모니터링해야 한다는 것이다.

셋째, 장서점검 시에 속도가 빠르며, 대량의 도서를 인식 가능하지만 성능이 안정적이라고 할만큼 아직 정확성이 높지는 않다는 점도 지적되었다.

6. 결론

로버티(Roberti 2006)가 언급한 것처럼 HF 시스템과 UHF 시스템에 관한 논쟁은 아직 결론을 내리기 어려운 단계이다. 각 시스템의 장단점이 존재하며, 더군다나 UHF 시스템은 HF 시스템과 비교되었을 때 안정화되지는 않았지만 계속 발전중인 기술이기 때문이다. 다만 이와 같은 경쟁이 이용자에게 혼란스럽긴 하지만 좋은 시스템을 선택할 수 있는 기회를 제공한다는 점은 긍정적으로 볼 수 있을 것이다.

한편 HF 시스템과 UHF 시스템의 기능적 특성으로 인한 장단점 및 도서관에 적용했을 때의 합리성에 대해서 양 업체 간의 의견이 매우 달

랐다. 각 시스템을 개발하여 제공하는 업체의 특성상 의견이 상충하는 점은 당연한 것이겠지만, 이를 참고하여 시스템을 도입해야 하는 도서관의 입장에서는 사전에 객관적인 장비 테스트 및 면밀한 검토가 필요할 것으로 판단된다. 개별 도서관마다 RFID 시스템 도입 목적 및 서비스 활용방안이 상이할 수 있기 때문에 어떤 시스템이 최적의 솔루션인지를 보편적으로 제안하기는 어려운 일이다. 이미 기 적용된 현장의 사례를 참고하고 각 주파수 대역의 기능적 특성을 고려하여 합리적으로 판단해야 할 것이다. 이 연구를 통해 분석된 사항 중 분명한 것은 HF 시스템 공급업자와 UHF 시스템 공급업자가 주장하는 각 상대방의 단점이 다소 과장된

측면이 있다는 것이며, 이와 관련하여 실제 각 시스템을 사용하는 사용자들이 제시한 의견은 매우 유용한 정보를 제공해 주고 있다.

IT 기술이 빠르게 도서관에 접목되는 현 시점에서 도서관 RFID의 주파수 대역에 대한 논의는 개별 도서관의 RFID 시스템 도입 목적 및 서비스 활용 방안, 국내 시장상황, 각 주파수 대역의 기능적 특성, 주파수 대역의 호환 가능성 여부, 향후의 기술 발전 방향, 도서관 유관 분야인 출판유통업계의 동향 등을 종합적으로 검토하고, 실제 장비 테스트를 지속적으로 진행하는 등 후속 연구로 활발히 진행될 필요가 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 강유성. 2008. "UHF 기술 및 HF 기술의 국제 표준화 논쟁." [cited 2009.8.8].
 <<http://www.ipusn.or.kr/data/download.php?no=99&table=pds>>.
- 사서 A. 2009. 2009년 6월 15일 가 도서관에서 저자와의 면담.
- 사서 B. 2009. 2009년 6월 16일 나 도서관에서 저자와의 면담.
- 이씨오 RFID 담당자. 2009. 2009년 7월 20일 이씨오 사무실에서 저자와의 면담.
- 출판유통진흥원. 2008. 『출판물류 및 도서관 RFID 표준안 및 시스템 연계 연구보고서』. 서울: 문화체육관광부.
- 한국 RFID/USN 협회. 2009. "ISO 18000-3 Mode 3의 표준화 진행과정에 대한 답변" 이메일 서신 2009. 7. 29.
- LS산전 RFID 담당자. 2009. 2009년 7월 30일 다 도서관에서 저자와의 면담.
- 3M Library Systems. 2008. *3M RFID Tag Data Format Specification*. 3M Center: St. Paul, MN.
- Butters, Alan. 2008a. "New RFID Technologies & Standards - What Does It All Mean for Your Library?." VALA Conference. [cited 2009.8.10].
 <http://www.valaconf.org.au/vala2008/papers2008/66_Butters_Final.pdf>.
- Butters, Alan. 2008b. "RFID For Libraries:

- A Comparison of High Frequency and Ultra High Frequency Options." *APLIS*, 21(3): 120-134.
- Ching, Steve H. and Alice Tai. 2009. "HF RFID versus UHF RFID - Technology for Library Service Transformation at City University of Hong Kong." *The Journal of Academic Librarianship*, 35(4): 347-359.
- Haley, K. Connie, Lynne A. Jacobsen, and Shai Robkin. 2007. *Radio Frequency Identification Handbook for Librarians*. Libraries Unlimited: Westport, Connecticut.
- Heesakkers, Driek. 2007. "RFID for libraries: HF or UHF?(1)." 15 October 2007. [cited 2009.8.10].
 <<http://libraryspring.blogspot.com/2007/10/rfid-for-libraries-hf-or-uhf-1.html>>.
- Heesakkers, Driek. 2008. "RFID for libraries: HF or UHF?(2)." 3 October 2008. [cited 2009.8.10].
 <<http://libraryspring.blogspot.com/2008/10/rfid-for-libraries-hf-or-uhf-2.html>>.
- ISO/DIS 28560-1, 2009. *Information and Documentation -- RFID in Libraries -- General Requirements and Data Elements*. ISO/TC46/SC4.
- ISO/DIS 28560-2, 2009. *Information and Documentation -- RFID in Libraries -- Encoding based on ISO/IEC 15962*. ISO/TC46/SC4.
- ISO/DIS 28560-3, 2009. *Information and Documentation -- RFID in Libraries -- Fixed Length Encoding*. ISO/TC46/SC4.
- ISO TC46/SC4/WG11. *Explanatory Report*. RFID in libraries: N188 Answers CD ballot 28560-1.
- ISO TC46/SC4/WG11. *Explanatory Report*. RFID in libraries: N188 Answers CD ballot 28560-2.
- ISO TC46/SC4/WG11. *Explanatory Report*. RFID in libraries: N188 Answers CD ballot 28560-3.
- Lutz, Rainer. 2008. "HF of UHF in libraries? NXP's recommendation to our technology partners." [cited 2009.8.10].
 <http://www.toptunniste.fi/fileadmin/specifications/s_recomendation_to_technology_partners_May_08_final.pdf>.
- Roberti, Mark. 2006. "Retail EDITOR'S NOTE, The Great RFID Debate: HF or UHF?" [cited 2009.8.10].
 <<http://www.rfidjournal.com/article/view/2217/1>>.