

RFID 시장 및 기술 동향

백경갑 · 주병권

1. 서론

무선인식기술이라고 불리는 RFID(radio frequency identification) 기술은 RF 신호를 이용하여 객체들을 식별하는 비접촉 기술 중의 하나이다. RFID를 사용하여 대상을 인증하는 방법은 여러 가지가 있으나 일반적으로 안테나에 마이크로칩을 부착하여 제품 확인을 위한 일련번호나 다른 정보를 삽입하여 사용한다. RFID는 바코드나 적외선 시스템과 달리 리더와 태그(tag) 간에 가시선이 요구되지 않아 사람이 직접 작업하기 어려운 환경 등에 적합하며, 바코드나 마그네틱 카드처럼 직접 스캐닝 할 필요가 없다. 특히, 인터넷의 지속적인 성장, RFID 태그 칩의 저가격 구현, 상품코드의 국제 표준화 등의 환경변화로 인해 RFID 기술은 다양한 산업분야에서 실용화를 가능하게 만들고 있다. 이러한 예로, TI, 히타치, 인피니온, 필립스와 같은 기업들은 내년 중으로 10센트 이하 가격대의 상용 RFID 칩을 출시한다는 계획을 세우고 있으며 2006년 정도면 바코드 수준의 원가 경쟁력이 확보될 것이라는 전망도 조심스럽게 제기되고 있다. 2004년에는 유통분야에서 RFID의 시범 사업이 주류를 이룬 후 2005년부터는 본격적인 성장기에 돌입할 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 먼저 RFID의 기능에 대해 살펴보고 국내외 시장동향과 기술동향에 대해 다루어 보려고 한다.

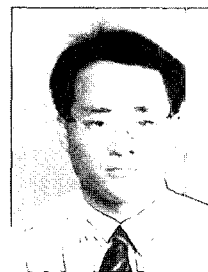
RFID 시스템은 고유 정보를 저장하는 RFID 태그(transponder), 판독 및 해독 기능을 수행하는 RFID 리더(reader), 안테나, 태그로부터 읽어 들인 데이터를 처리할 수 있는 호스트 컴퓨터(서버), 응용 소프트웨어 및 네트워크로 구성된다(그림 1).¹

태그는 일명 발신자로 알려진 것으로 경로 추적되는 물건에 부착되어 물건에 관계되는 자료를 가지고 다니는 역할을 한다. 그림 2는 유리 트랜스폰더를 보여주고 있다.¹ 태그는 다양한 모양의 형태로 만들 수 있으



백경갑

1987 고려대학교 전자공학과(공학사)
1990 고려대학교 전자공학과(공학석사)
1994 고려대학교 전자공학과(공학박사)
2003~ 한국과학기술연구원 마이크로시스템
2004 연구센터 방문연구원
1994~ 대전대학교 전기공학과 교수
현재



주병권

1995 고려대학교 전자공학과(공학박사)
1996 Univ. South Australia(Australia)
방문연구원
1988~ 한국과학기술연구원 마이크로시스템
2005 연구센터 책임연구원
2005~ 고려대학교 전기공학과 교수
현재

2. RFID의 기능

Market and Technology Trends in RFID(Radio Frequency Identification)

대전대학교 전자공학과(Kyeong-Kap Paek, Department of Electronic Engineering, Daejin University, Pocheon, Gyeonggi-do 487-711, Korea) e-mail: kkpaek@daejin.ac.kr
고려대학교 전기공학과(Byeong-Kwon Ju, Department of Electrical Engineering, Korea University, Anam-dong, Seongbuk-gu, Seoul 136-701, Korea)

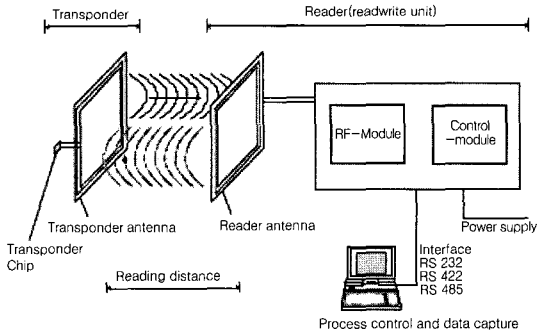


그림 1. 수동형 RFID 시스템의 기능.

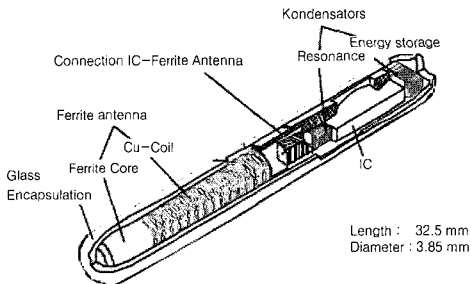


그림 2. 유리 트랜스폰더의 구조.

며 플라스틱 원판이나, 원통, 카드, 얇고 유연한 띠, 유리구슬(가운데 구멍이 있는) 등에 집어넣을 수 있다. 개별의 우편물을 추적하는 우정 분야에 적용하는 경우 태그가 두껍거나, 딱딱하거나, 무겁지 말아야 하는 것이 중요하며, 자동구분장비에서 반복적으로 처리될 때 손상되지 말아야 한다. 컨테이너나 차량에 부착되는 태그는 극한 온도나, 충격, 진동, 습도 등에 견딜 수 있도록 튼튼해야 한다.

그리고 태그에는 수동형과 능동형이 있다(그림 3).^{2,3} 수동형(passive) 태그는 태그에 내장되어 있는 자료를 전송하기 위해 필요한 동력을 리더에서 보내는 무선 신호에서 얻으며, 능동형(active) 태그는 자체 내장되어 있는 건전지에서 동력을 얻는다. 능동형 태그가 수동형에 비해 더 넓은 읽기/쓰기가 가능한 영역을 갖는다. 태그는 두 가지의 기본 형식이 있다. 읽기만 가능한 형식의 경우, 태그의 내용은 태그가 공장에서 출하될 때 일정한 확인 내용(일련번호, 신호)이 메모리에 저장되며, 읽기만 가능한(ROM) 태그는 한번만 메모리에 내용을 저장할 수 있다. 그리고 읽기/쓰기가 가능한 형식은 RF 신호를 통해 여러번 메모리에 내용을 저장할 수 있다. 단순히 도난 방지용으로 사용되는 1비트 저장용량의 읽기만 가능한 비컨 태그에서, 읽기 전용으로 태그를 구분할 수 있는 고유 자료를 가지고 있는

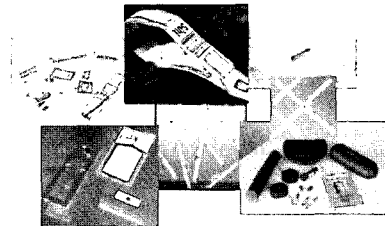
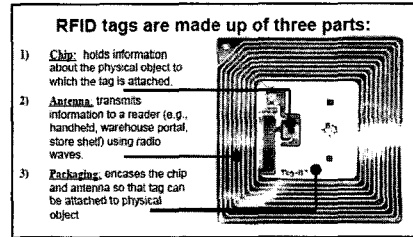


그림 3. RFID 태그.

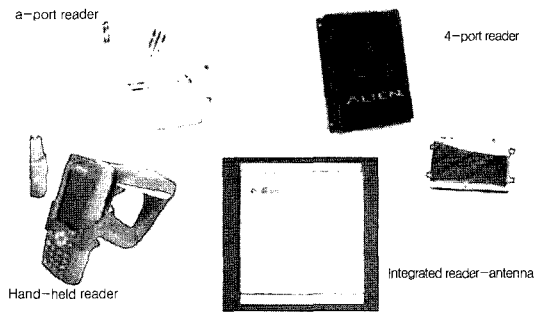


그림 4. RFID 태그 리더.

32 또는 64 비트 저장용량과 사용자가 메모리의 내용을 임의대로 수정할 수 있는 512 Kb 용량의 읽기, 쓰기용 태그가 있다. 물론 저장용량이 커질수록 가격이 비싸진다.

리더는 RF 에너지를 이용해서 태그와 통신을 가능하게 해주는 무선 주파수 유닛을 가지고 있다(그림 4).^{2,3} 이것은 손으로 휴대할 수 있는 형태나 고정되어 설치되어 있는 형태로 태그로부터 태그의 고유자료를 관측하는 기능을 한다. 읽고, 쓰기가 가능한 태그를 사용하는 경우 리더는 태그에 새로운 정보를 입력할 수 있다. RFID 시스템은 일반적으로 개별국가 마다 사용 가능한 스펙트럼에 따라 일반적인 주파수 영역을 사용한다. 하지만 각 나라마다 다른 RFID 사용주파수 대역은 다국간에 통합 조정 활동에 장애를 일으키고 있다. 예를 들면 북미의 경우 900 MHz 대역의 주파수를 사용하지만 이는 유럽이나 일본에서는 사용할 수가 없다. 대부분의 리더는 표준 통신방식을 사용하여 호스트 컴퓨터와 통신을 하며, 하나 또는 그이상의 시설물 간에서 다

표 1. 주파수 범위와 응용 분야

응용분야	기술적 요구사항						캡슐화(Encapsulation) 요구사항				기타		
	주파수	관독 범위	관독 속도	데이터 처리량	R/O R/W	Anti-collision	온도	H ₂ O Res.	Chem. Res.	Mech. Res.	Re-use	Standard ISO	Cost
Animal ID	kHz	1 m	3 m/s	64 bit	R/O			×				×	×
Vehicle enabling	kHz	< 0.1 m	-	64 bit	&&		×	×		×	×		×
Vehicle ID	GHz	1~5 m	20 m/s	?	R/W		×	×	×	×			×
Material flow (closed System)	kHz	0.1~1 m	< 3 m/s	64 bit	R/O	(×)		(X)			×		
Personnel ID	kHz	1 m	< 3 m/s	64 bit	R/O	(×)					(×)		
Airline luggage	MHz	1 m	3 m/s	256/384*	R/W	×		(X)		×		×	×
Parcel Service	MHz	1 m	3 m/s	256/384*	R/W	×						×	×
Ticketing	MHz	1 m	3 m/s	256/384*	R/W	×						(×)	×
Textile tracking	MHz	1 m	3 m/s	256/384*	R/W	×	×	×	×	×			×

* : Data capacity requirements not clearly defined in smart label applications. && : Read-Only or Read-Write with encryption for authentication

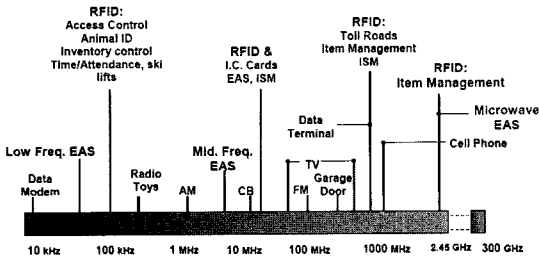


그림 5. 전송 주파수에 따른 분류.

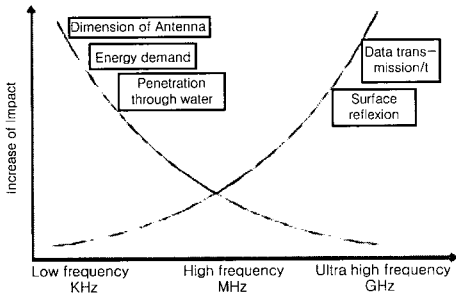


그림 6. RFID 시스템의 주파수 대역에 따른 영향지수.

큰 리더나 호스트 컴퓨터와 네트워크를 구성할 수 있다. 안테나는 리더에 연결되어 무선 신호를 발송하거나 태그로부터 신호를 수신한다. 태그와 연관되는 안테나의 관독범위는 사용주파수와 사용 출력에 따라 달라진다. 몇몇 능동형 태그는 리더로부터 100 m를 초과하는 범위에서도 관독이 가능하다. 또 몇몇 수동형 태그인 경우 수 cm의 가까운 거리에서만 관독이 되는 경우도 있다.

RFID는 장파에서 마이크로파까지 다양한 주파수 대역에서 동작하는 시스템이 상용화 되었거나 개발 중에

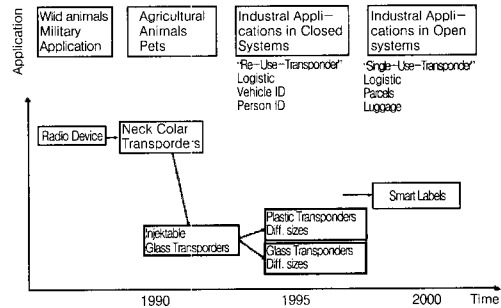


그림 7. RFID 시스템의 발전단계.

있으며 사용 주파수에 따라 주요 특징과 용도가 표 1, 그림 5와 같이 상당한 차이를 보인다. 그리고 주파수를 선택할 때 영향지수를 고려해야 한다(그림 6).

데이터를 수신한 후 데이터가 처리되면 리더 내에 이와 같이 RFID 시스템은 여러 형태의 리더 및 태그로 구성되어 무선 송수신 방식에 기반을 두고 있다. 그림 7은 RFID 시스템의 발전단계를 보여 주고 있다.

3. RFID의 시장동향

3.1 RFID 한국 시장동향

물류/유통 산업은 소규모를 벗어나 RFID 적용이 본격화되고 있고 정부 주도 및 선도 기업 중심으로 시장이 형성되어 가고 있으며, 향후 기술 발전 및 정책/제도적 측면에서의 당면 문제점들이 해결됨에 따라 획기적인 시장의 변화 및 확대가 예상된다.

RFID 시장은 USN(ubiquitous sensor network)으로의 발전 과정이며 유비쿼터스 산업의 핵심 요소가 될

것이기 때문에 향후 시장의 규모가 지속적으로 증대될 것이고, 획기적인 시장 변화 및 확대가 예상된다. 이미 13.56 MHz 대역의 주파수를 사용하는 RFID 시스템이 10 cm 이내의 근거리 accessibility를 갖는 서비스 영역에서 활용되어 왔으나 미미하였지만 NFC(near field communication) 포럼이 Nokia, Philips, Sony의 주도하에 결성되면서 900 MHz의 UHF RFID와 많은 부분에서 경쟁 구도로 부상되고 있다.

13.56 MHz RFID 태그는 주요 특성인 보안 인증의 장점을 가지고 있으나 안테나 및 칩의 복잡도가 UHF 대역보다 높고 생산의 정교성을 요구하고 있어 RFID 태그 가격이 높아 버스 카드와 같은 스마트 카드 영역에 한정되어 발전할 것으로 보인다. 13.56 MHz의 문제점을 해결할 수 있는 기술은 UHF RFID 태그가 될 것으로 보인다.

한국의 경우 행정기관(국방부, 산업자원부, 조달청, 국립수의과학검역원, 한국공항공단)과 지방자치단체(제주도, 강남구청, 충북, 부산, 대구 등)를 RFID 시범사업 적용대상으로 선정하고 RFID 시범사업을 단계적으로 추진하고 있다.

유통과 물류는 국내 대형업체를 중심으로 2005년까지 RFID 도입을 위한 자체 시범사업을 계획하고 있으며, 2006년부터는 실제 적용해 나간다는 계획을 마련해 놓고 있다. 특히 육상물류, 해운물류, 항공물류 각 분야에서 구체적인 계획을 마련하여 추진 중에 있으며 창고 관리, 화물추적 및 물류센터에서도 활발하게 RFID 적용이 시도되고 있다. 제조부문은 특히 자동차 생산공정에 RFID를 적용하는 움직임이 나타나고 있으며 이밖에도 의료, 농수산업 분야에서도 추적정보(traceability)를 비롯한 각종 상용화 계획을 구상하고 있다. 정보통신부 ETRI와 IDTechEX가 2004년 1월 공동조사한 결과, 한국 시장의 경우 2005년 1.9억 달러에서 2010년 39.9억 달러로 증가할 것으로 전망되고 있다. 정보통신부는 RFID 산업 육성을 위해 2004년 138억원의 예산을 투입했고 2010년까지 총 1,626억 원을 투입할 계획이다. 2007년까지 세계 RFID 시장의 5%(약 9.5억 달러)를 점유하고 2010년에는 세계 RFID/USN 시장의 7%(약 53.7억 달러)를 점유한다는 목표를 세워놓고 있다. RFID의 경제적 파급 효과 면에서는 총 생산유발효과 18조 2,171억원, 총 수출 유발효과 4조 729억원, 고용 창출은 11만 3천여 명이 될 것으로 기대하고 있다.

정보통신부는 U-센서 네트워크 구축 기본계획에서 2007년까지 세계1위의 U-Life 기술을 확보하는 것을

목표로 세계 RFID 및 U-센서 네트워크 시장의 5%(약 9.5억 달러)를 점유하고 실생활에서의 적용을 위해 기반구축을 완료한다는 계획을 가지고 있으며, 2010년에는 세계 RFID 및 U-센서 네트워크시장의 7%(53.7억 달러)를 점유한다는 목표이다.

태그의 확산을 촉진하기 위한 요인으로는 RFID 태그 가격의 하락, RFID 태그 인식률 문제의 해결, 기존 시스템과의 연계 가능성 검토, RFID 도입 성공사례 발굴 등이 시급하며, RFID 태그 가격이 5센트 미만으로 하락할 경우 광범위한 산업 영역에 확산될 전망이다. 연구기관 마다 완만한 가격 하락 가능성, 급격한 가격 하락 가능성 간의 주장이 엇갈리고 있어 추이를 전망할 필요가 있다.

RFID의 도입 의사 결정과 관련하여 의사결정권자의 가장 큰 관심사는 RFID 도입으로 비용 절감 또는 신규 수익 창출, 대고객 서비스 향상의 효과가 있을지에 관한 부분을 해결하고 있지 못하다는 점으로 이는 국내외 시범사업 결과 및 성공 사례가 속속 발표됨으로써 자연스럽게 해결될 것이다.

최근까지 국내 RFID 관련 비즈니스 확산 사례는 거의 전무한 실정이었으나 정부 및 민간 부문을 중심으로 RFID 확산 노력이 매우 빠른 속도로 진행되고 있다.

2003년 말에 유통물류진흥원에서 RFID 적용 시범사업을 시작으로 한국전산원에서는 2004년 USN 구축 기본계획을 확정하고, 세부 추진계획을 발표한데 이어 2004년 6월 파급 효과 및 성공 가능성을 고려하여 RFID 시범사업으로 5과제를 선정하여 추진하였고, 금년에도 RFID 적용 선도사업으로 6과제를 선정하여 추진 중이며, 2005년도 송도 U-City 구축 방안 발표 등이 지속되고 있다.

3.2 RFID 일본 시장동향

일본에서는 현재 RFID와 관련하여 다량의 정보처리, 정보추가기능 및 동시 읽어내기, 원격인식 등을 특징으로 모든 사람과 사물을 네트워크화 함으로써 생산에서 유통, 판매, 회수, 재생화에 이르기까지 활용 범위가 매우 방대하다.

국제 표준화된 RFID용 UHF 대역(860~960 MHz)에 대해 일본의 사용가능 대역은 950~956 MHz 대이나 휴대전화 등의 인접주파수 때문에 금번 가이드밴드로 952~954 MHz를 설정했다. 현재 이용되는 전자태그는 물이나 습기에 의한 감쇄가 적은 장파장 대역의 135 kHz, 카드 형태로 널리 사용되는 단파장 대역 13.5 MHz, 뮤칩(Mu-chip) 이 사용되는 2.45 GHz 대역 등 3 종류가 다양한 분야에서 사용되고 있다.

JAISA(일본 자동인식 시스템 협회)는 회원기업을 대상으로 2004년 1월부터 12월까지 출하량 및 출하액을 조사한 결과 자동인식 시스템의 출하총액은 2003년 대비 4.7% 증가한 1,944억 엔으로 나타났다.

바코드 리더는 출하량이 2003년 대비 4.7% 증가했으나 출하액은 4.2% 감소한 420억 엔으로 이는 가격경쟁이 심화되며 평균단가가 8.0% 하락했기 때문에 발생했다. 그리고 상대적으로 단가가 비싼 핸디 터미널은 배치형 핸디 터미널이 2003년 대비 29.7%로 큰 폭으로 감소해 121억 엔으로 기록되었다.

바코드 프린터는 430억 엔으로 2003년 대비 별다른 변화가 없었으며, 바코드 서플라이는 2003년 대비 12.2% 증가한 855억 엔, 용지 572억 엔, 잉크 118억 엔, 테그 36억 엔, 라벨 제품이 125억 엔, 이외 제품이 3억 9천만 엔이었다. 소프트웨어는 2003년 대비 32.4% 증가한 51억 엔이며 비접촉 IC 카드나 RF태그 등의 출하량이 2003년 대비 32.5% 증가한 5,600만개로 큰 폭으로 증가했으나, 출하총액은 2003년 대비 5.3% 감소한 163억 엔과 10억 엔으로 나타났다. 바이오매트릭스는 2003년 대비 26.2% 증가한 23억 엔이며 그 중 지문인증이 전체의 67.2%를 차지한다.

2005년 시장규모는 2004년 대비 12.4% 증가한 2,186억 엔으로 추산되고 있다. 바코드 리더는 식품 추적정보(traceability) 시스템 및 자동차부품, 전자부품, 의약 이력관리 시스템으로서 무선 핸디 터미널의 수요가 증가할 것으로 전망된다. 바코드 프린터는 의료업계나 전자부품 업계에 감열식 프린터, 유통업계나 운송업계에 모바일 프린터의 수요증가가 전망되므로 14.9% 증가한 494억 엔으로 추산된다.

소프트웨어는 RFID 확산의 기대로 120% 증가를 예측하고 있다. RF 태그 시장은 82.5% 증가한 1억 엔 이상이 증가할 것이며 바이오매트릭스는 보안에 관련된 수요증가를 감안하여 72.8% 증가한 41억 엔으로 대폭 성장할 것이다. 2004년도에 30억 엔을 투입한 일본 경제산업성은 2005년도에도 RFID 요소 기술 및 응용기술 개발에 31억 엔을 배정하여 RFID를 기반으로 한 유비쿼터스 사회로의 진입을 추진하고 있다.

일본은 자국의 강점인 제조업과 정밀가공 기술 등을 바탕으로 시너지 효과를 창출할 수 있는 RFID 기기 산업에 중점을 두어왔으나 최근에는 이러한 기기 산업의 성과를 바탕으로 독자적인 기술 표준의 도입, 오픈 플랫폼 공동 개발 등의 업체간 연구협력체계가 이루어지고 있고, RFID 도입과 관련하여 히비키프로젝트와 더불어 RFID의 실제 비즈니스 영역에의 도입 가능성, 다

른 통신서비스와의 연계 등 다각적 측면에서의 RFID 도입 가능성 검토가 이루어지고 있다.

3.3 RFID 중국 시장동향

중국은 현재 RFID 기반기술에 관련된 다양한 국가 발전계획을 추진 중이다. 중국 국민은 제 2세대 신분증으로 RFID 카드를 발급받게 되는데 이는 10여 억장의 RFID 신분증 카드가 발급됨을 의미한다. 중국정부는 신분증에 은행카드, 운전면허, 신용카드 기능을 통합시킬 예정이다.

이관 국제(analysis international)가 최근 발표한 중국 RFID 시장발전보고서 2005에 따르면 세계적으로 80년대부터 발전한 기술이 중국에서는 최근 2년 전부터 주목받고 있는 것으로 나타났다.

이관 국제의 강승왕 경리는 중국의 RFID는 현재 정부 사업, 대중교통과 제조업 위주로 응용이 확산되는 중이며 물류, 소매유통, 의약, 제조설계 등에서 응용성 테스트 단계를 거쳐 그 결과를 바탕으로 향후 3년 내 산업계에 거대한 이윤을 창출할 것으로 보인다고 말했다.

그밖에도 병원치료추적, 약물관리, 학교도서관 시스템 관리, 빌딩관리 등에도 응용될 것이라고 덧붙였다. 미래에 가장 전망있는 분야로는 물류를 꼽고 있다. 2004년 중국 RFID 시장은 이미 12억 위엔의 시장규모를 넘어섰고 2005년 시장규모를 15억 5,800만 위엔으로 추정하고 있다. IC 설계, 소프트웨어 개발, 시스템통합 등에서의 전망이 비교적 밝고 창업투자에 유리하다는 평가도 덧붙였다.

그러나 RFID의 표준이 시장응용 및 발전에 걸림돌이 되고 있다. 중국은 2004년 RFID 표준제정소조(제정팀)를 조직하고 10개월 후 소조업무를 중지했는데 이로 인해 중국정부가 RFID 표준 제정에 대해 무관심하다는 지적을 받았다.

현재 선진국에 비해 많이 낙후된 중국의 RFID 상용화 수준과 시장규모, 기업기술력과 시장의 RFID 기술에 대한 낮은 인지도 문제를 해결하기 위해 2005년 11월 4일 “중국 RFID 산업연맹(중국 신식산업상회 자동인식 응용분회, 영문명: CIITA RFID China Alliance)”이 공식 출범되었고 중국 신식산업부 전자신식관리사 장기(Zhang Qi) 사장이 명예이사장에 선임되었다.

연맹은 중국 신식산업부 전자신식산업관리사의 중국 산업상회에 소속되며 전자상무 유한공사를 비롯한 300개 중국 및 외국 IT기업이 연합하여 발기한 민간차원의 조직으로, 중국신식산업상회의 직속전문분회이기도 하다. 신식산업부에 속하기 때문에 중국정부의 지도와 관리를 받는다. 중국 RFID 산업연맹은 표준제정에 관

한 건의, 각종 정부정책 지원, 국제교류 및 행사 개최, 전문인력양성 등 사업을 추진하며 중국의 RFID 상용화를 앞당길 것으로 기대된다.

3.4 RFID 세계 시장동향

RFID는 유비쿼터스 컴퓨팅의 기반기술 중 하나인 센싱기술로서 각국에서는 정부의 지속적인 지원 하에 연구 및 시범사업들이 추진되고 있고, 인식률의 검토, 국가간/기기 간 표준화, 다른 정보통신기기와의 연동가능성 등 지속적인 기술보완이 이루어지고 있어 확산될 전망이다.

월마트는 2004년 초에 거래처 상위 100 개사에 2005년을 기해 케이스, 팔레트 단위에 RFID 태그부착을 의무화하기로 발표하였고, IDTechEX에 따르면 2005년 초까지 월마트는 24천여 개의 팔레트와 66만여 개의 포장단위에 RFID 태그를 부착하여 500만 건 이상의 정보를 수집하였고 여기서 획득된 정보는 30분 이내에 사외 망을 거쳐 공급망에 전달할 수 있으며, 케이스 레벨에서의 인식률은 90% 이상, 물류집하장 컨베이어 벨트 위에서는 95% 이상, 각 점포단위에서는 98% 이상의 인식률을 나타내었다고 보고하였으나 현재 각개 상품단위의 RFID 인식률은 66%에 머무르고 있어 RFID의 부착 장소 및 방향에 대한 보완 노력을 계속하고 있으며, 이를 통하여 상위 100개 공급자들 또한 월마트와 RFID 관련 시스템 통합을 결정하였다.

해외 주요국들의 경우 RFID를 비즈니스 영역에 확산시키고자 하는 노력이 정부 및 민간부문을 중심으로 지속적으로 추진되어 왔으며, 특히 물류, 유통부문에 중점적으로 이루어지고 있음, 아직 RFID로 인한 투자성과가 불확실함에도 불구하고 시범사업 및 비즈니스 영역에의 도입 노력이 계속 추진되고 있는 것은 월마트 사례에서 알 수 있는 바와 같이 RFID가 현재로는 기술적으로 보완이 필요함에도 불구하고 그것을 감안하고도 남을 만큼 도입에 따른 잠재적 파급효과가 매우 광범위하기 때문이다.

RFID 시장전망은 세계시장의 경우 2005년 21억 달러 규모에서 2010년에는 100억 달러 규모로, 국내시장은 2003년 660억원 규모에서 2007년 1,900억원 규모로 성장할 것으로 예측된다. RFID 시장은 1996년 6억 달러에서 매년 25% 이상 성장하여왔으며, 이러한 추세는 계속될 것으로 보아 예측되었고, 국내시장의 경우 구체적인 전망치가 나오지 않은 상태이기 때문에 경제협력개발기구(OECD) 자료를 토대로 세계 IT 시장에서의 국내시장 점유율 5.2%를 근거로 추정한 것이다(표 2, 3).⁴⁻⁷

표 2. RFID 세계시장 전망

(단위 : 억 달러)

구분 \ 연도	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	GAGR
태그	5.3	7.2	10.0	13.4	18.2	24.5	34.1	36.9%
리더기	2.7	3.8	5.3	7.0	9.5	12.7	17.7	37.4%
S/W&Service	3.0	4.0	4.0	7.6	10.3	13.8	19.2	36.9%
합계	11	15	21	28	38	51	71	37.1%

*자료 : IDC 2004.

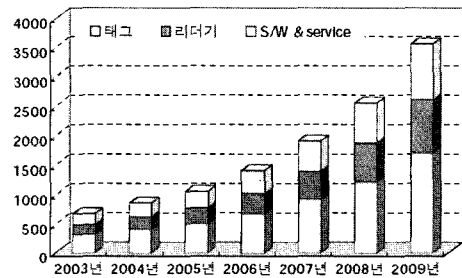
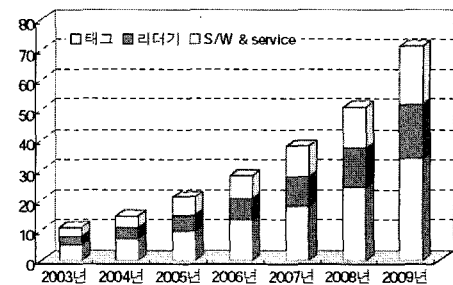


표 3. RFID 국내시장 전망

(단위 : 억원)

구분 \ 연도	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	GAGR
태그	317	408	504	672	912	1,224	1,704	33.5%
리더기	165	213	262	350	475	637	888	33.5%
S/W&Service	178	229	284	378	513	689	958	33.6%
합계	660	850	1,050	1,400	1,900	2,550	3,550	33.5%

*자료 : 세계시장의 5%로 국내시장을 추정.



4. RFID의 기술동향

RFID 기술은 유통·물류 분야에 핵심기술로 부상하면서 2003년도에 미국의 Matrics, Alien사에서 EPC 규격의 3 m 이상의 인식이 가능한 UHF 대역의 단일 칩 제품의 태그와 시스템을 발표하면서 전 세계적으로 개발의 열기가 가속되어 2004년에는 국제표준(ISO)이 확정되어 Philips, EM, ST Micro에서 UHF 대역의 태그용 단일칩을 발표하고, 2005년 가을에는 Impinj에서 EPC C1G2(ISO type C) 규격의 태그용 단일 칩 발표를 시작으로 Philips, TI사 등이 출시하고 이외 많은 대형 반도체 기업에서 출시를 발표하고 있다.

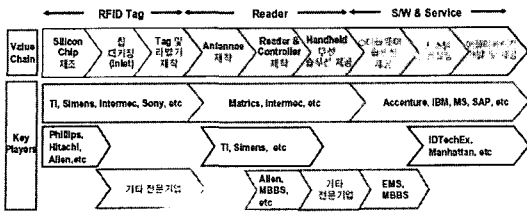


그림 8. RFID의 가치사슬.

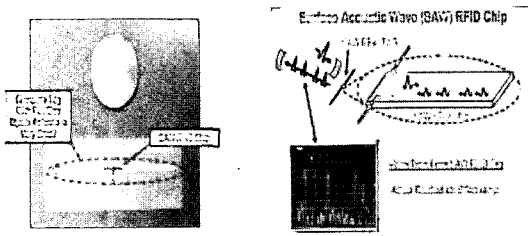


그림 9. RF SAW의 Chipless RFID 기술.

2004년 3월부터 착수한 ETRI 중심의 국내 RFID/USN 기술개발도 2년차의 중반에 있으며, 시작 당시 해외 선진국에 비해 3년 정도 뒤진 것으로 분석되었던 UHF 대역 RFID 기술은 많은 참여업체와 독자적인 기술개발제품의 발표가 이루어지고 있다.

초소형, 초저가의 태그를 구현하기 위한 기술개발이 활발히 전개되고 있는데 초소형화는 나노기술에 의한 반도체 칩 개발로 가능하며, 하나의 칩에 센서, CPU, 메모리, 프로세서, RF, DSP 회로를 넣어 1×1 mm 정도 크기까지 실현될 것으로 예상하고 있다(그림 8). 초저가 태그를 위한 기술로는 인피니온, Plastic Logic, OrganicID, 3M 등에서 개발 중인 폴리머 반도체에 의한 플라스틱 트랜지스터, 미국 Inkoda의 종이나 플라스틱에 매우 얇은 금속 파이버를 내재하여 전파의 투과와 산란을 만들어 내어 고유한 식별이 가능한 1센트 이하의 무칩(chipless) 태그, 그리고 표면탄성파를 이용하여 무선센서와 RFID를 결합한 SAW(surface acoustic wave) 태그(그림 9) 등이 있다.⁸

히다찌는 연성이 강한 0.03 mm 두께, 0.3×0.3 mm 크기의 초소형 RFID 칩 '뮤칩', Alien은 0.35×0.35 mm 크기의 나노블럭 칩(그림 10)을 개발하였다.⁸ 센서 융합형 태그 기술은 능동형 태그의 저가화와 함께 급속한 발전이 예상되는 분야로 피츠버그 대학은 센서와 통합 가능하고 안테나를 칩에 내장한 초소형(2.2×2.2 mm) PENI 태그(그림 11)를 개발하였으며,⁹ 궁극적으로 초소형 태그를 실현하기 위해서는 안테나를 웨이퍼 상에 직접 구현하는 antenna on chip 기술이 요구되며 히다찌는 칩 내에 안테나를 내장시키는 기술을 개발했으

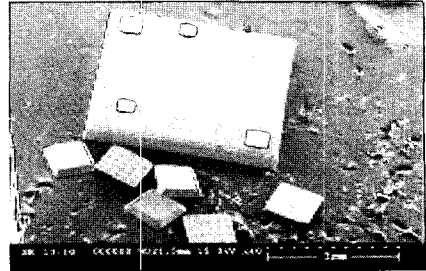


그림 10. Alien의 나노블럭 IC 칩(하단의 칩 크기는 350 μm², 상단의 칩 크기는 1.3 mm²).



그림 11. PENNI 태그.

나 인식 거리가 3 mm 이내에 불과하다.

Alien은 초소형 칩과 실버 잉크 및 에칭형 안테나를 결합할 수 있는 폴리머 thick film으로 도체 접착의 chip strap 기술과 FSA(fluidic self assembly)기술을 개발하였으며 900 MHz와 2.4 GHz 대역에서 사용 가능하다. 필립스는 기존의 flip chip 기술을 사용한 I-connect 패키지를 개발했으며 현재 Alien의 FSA와 유사한 vibratory assembly 기술을 개발 중이며 Matrix 사는 PICA(parallel integrated chip assembly) 기술을 개발하였다.

UHF 태그칩은 기능, 성능, 가격과 글로벌 시장의 확보가 경쟁력의 관건이지만 안정적 공급을 위한 대체 수단과 핵심기반 기술의 확보라는 측면에서 국내 기술 개발이 중요하다. ETRI는 Gen 2 1.04 버전의 칩을 개발하여 기본적인 시험을 완료했으며 최종 버전인 Gen 2 1.09(type C)칩은 2차년도 중에 시제품을 완성할 계획으로 국내 우수 반도체 업체인 매그나칩을 공동개발에 참여시켜 상용화와 양산에 대비하고 있고, 삼성전자도 유사한 일정으로 UHF 태그 칩을 개발 중이다.

RFID 태그용 안테나는 전기적 요구 성능 뿐만 아니라 칩 및 패키지와 결합이 용이하고 태그가 부착되는 물질 및 사용되는 환경에 영향을 받지 않아야 한다. 13.56 MHz 대역에서는 부하 변조 기능을 할 수 있도록 칩의 제어에 따라 임피던스를 변경할 수 있는 구조와 900 MHz 대역의 수동형에서는 전력 변환 효율을 높일 수 있도록 칩의 입력 임피던스와 정합 기술이 필요하다. 태그의 글로벌 사용을 위해 860~960 MHz 대역에서 동작하는 소형의 광대역 안테나가 요구되며 제작 비용을 줄이기 위한 단일층 구조와 소형으로 100 MHz

대역폭을 만족시키는 새로운 안테나 기술 개발이 필요하며 현재 다이폴 안테나가 주로 사용되고 있으나 소형화를 위해 Fractal 및 Meander Line 안테나 기술이 개발되고 있다. 안테나 제작은 현재의 subtractive 에칭을 사용하지 않고 직접 프린팅하는 additive 공정을 사용하는 기술이 필요할 것이다.

태그 안테나 개발과 패키징 기술은 태그를 부착할 물품의 전기적, 구조적, 환경적인 특성에 적합한 안테나와 패키지가 개발되어야 하고, 글로벌한 유통을 위한 광대역 태그의 개발이 필수적이다. ETRI는 국외에서 도입한 C0, C1 칩을 사용하여 종이, 목재, 금속 부착형 등 다양한 태그 안테나를 개발했고, 특허기술을 이용한 60 MHz 이상의 광대역 태그도 다수 개발해 3개 업체에 기술을 이전하였다. 앞으로 Gen 2(Type C) 칩을 이용한 100 MHz의 광대역 안테나를 개발하고 시범사업에서 발견된 현장 애로기술의 개발에 역점을 두고 있으며, 패키징은 삼성테크윈, LS 산전, 알에프캡 등 국내유수업체들이 생산설비를 구축하고 대량생산을 준비 중이다.

UHF 리더 기술의 경우, 국내에서도 다수 업체들이 EPC 글로벌 C0, C1와 ISO 18000-6 A/B 규격의 리더를 개발 발표하였고, 금년에 발표된 Gen2(ISO type C) 규격을 지원하는 멀티 프로토콜 리더, 모델의 다양성 및 대의 경쟁력 확보가 필요하며, ETRI는 기존 규격을 지원하는 멀티 프로토콜 리더를 개발하여 4개 업체에 기술이전을 하였고 리더 아날로그 칩을 개발 중이며, 핸드헬드형 리더의 경쟁력을 향상시키기 위한 아날로그, 디지털 칩을 개발 중이다.

UHF 미들웨어와 네트워킹 기술의 경우는 식별코드를 관리하고 응용서비스를 지원하기 위한 미들웨어와 인터넷망을 통한 물품정보의 구축, 관리 및 이용이야말로 부가가치를 창출하는 가장 중요한 기술로 ETRI는 휴먼테크, 코리아컴퓨터 등을 포함한 다수 국내 업체와 공동으로 멀티 리더 프로토콜 지원, 리더 인터페이스, 태그 데이터 필터링 및 요약, 차세대 주소체계인 IPv6 연계 오브젝트 네임서버(ONS), 규칙기반 실시간 비즈니스 프로세스 연동기능을 가진 자동식별 미들웨어 기본기술을 개발하고, 2005년부터는 능동형 태그 메모리 데이터 저장 및 관리, 전자 태그 객체 정보관리, 플로(flow) 기반 실시간 비즈니스 프로세스 연동, 경량(light-weight) 키 관리서버기능을 가진 자동식별 미들웨어 확장기술과 USN의 게이트웨이를 위한 상황인식 미들웨어를 개발 중이다.

433 MHz 능동형 RFID 기술은 항운, 항공 물류 관리는 물론 군사, USN 등 다양한 응용분야가 있으나 수

요가 가장 많은 항만물류용 컨테이너 관리를 위한 기술 개발에 중점을 두고, ETRI는 ISO 18000-7 규격의 433 MHz 능동형 태그와 리더를 개발하여 3개 참여기업과 개발하였고, 2005년부터는 전자 실(E-seal) 형 태그개발, 환경시험, 응용프로그램 개발, 시스템 및 서비스 시험 등을 수행 중이며, 컨테이너 위치확인을 위한 2.45 GHz RTLS(real time location system) 기술개발도 진행 중이다.

국내 RFID 기술은 선진국에 비해 진입시기가 늦었으나 스마트 액티브 라벨(SAL, smart active label), USN 기술은 기술선도가 가능하다는 판단 하에 금년부터 본격적으로 기술개발에 착수되었으며, 센서와 배터리가 부착된 얇고 유연성이 있는 SAL은 인식거리, 부착물체 영향 등 RFID의 단점을 보완하고 간단한 센싱 기능을 추가할 수 있는 기술로 ETRI는 2006년 말까지 SAL 기술을 개발 완료하여 실용화한다는 계획으로 추진 중에 있으며, 모든 곳에 스며들어 있는 센서노드에서 획득한 실시간 데이터를 어디에서나 다양한 분야에 활용하기 위한 USN 기술의 응용은 실로 광범위하며 유비쿼터스 사회의 기반으로 센서 노드를 위한 소형 운영체제(OS), 저전력 프로세서, 전지기술, 무선통신기술, 에드혹(Ad Hoc) 네트워크 기술과 패키징 기술 등 핵심기술을 중점 개발하고 2006년까지는 산업적 파급효과가 큰 3~4개 서비스를 선보인다는 계획이다.

모바일 RFID와 관련 기술의 경우 휴대폰에 RFID 리더를 장착하여 태그가 부착된 광고물, 물품 등에 관한 정보를 이동통신 네트워크에서 가져다 보여주고 구매 등을 할 수 있게 하는 기술로 이 분야는 세계적인 이동통신 인프라를 갖추고 있는 우리나라가 기술을 선도할 수 있으며, UHF 모바일 RFID는 노키아 등이 추진하는 근거리통신 기술인 NFC에 비해 인식거리가 1 m 까지로 훨씬 길기 때문에 다양한 서비스 발굴, 기술의 표준화, 리더시스템 온칩(SoC) 기술개발이 성패의 관건이다.

RFID 관련 기기산업은 핵심 칩을 해외에서 수입하여 재가공하거나 주요 부품을 수입하여 단순 조립하는 수준으로서 지난해 삼성전자에서 13.56 MHz 태그 칩을 발표하였고, 중소기업인 3A 로직스에서 13.56 MHz 리더용 칩을 개발하여 공급하고 있으며 이의 전량 수입에 의존하고 있다.

현재 RFID의 세계적인 추세는 많은 정보를 먼 거리에서 인식할 수 있는 UHF 및 2.45 GHz로의 경쟁이 치열하게 전개되고 있다. 초고주파 대역에서는 전자파의 인체영향이나 다른 통신 시스템과의 간섭을 줄이기 위하여 특정 변조방식만을 쓰도록 요구되는데 가장 많

참고문헌

이 쓰이는 것이 주파수 확산(spread spectrum, SS) 방식이다. SS 방식 중 CDMA 모바일 폰이나 무선 랜에 이용되는 DS(direct sequence)와 블루투스에 이용되는 주파수 호핑(frequency hopping, FH)이 주로 사용된다. 이러한 변조방식을 태그에 적용하면 그만큼 복잡한 회로가 필요하여 가격이 상승하므로 실제적으로는 리더만이 이러한 변조방식을 사용하고 태그는 SS의 전체 주파수를 커버하도록 광대역으로 만들고 ASK 등을 이용하여 신호를 전송한다.

한 개의 단말기로 13.56 MHz, UHF, 2.45 GHz 대역의 RFID를 인식할 수 있는 리더, PDA 등에 부착되는 휴대형 리더, 다양한 RFID 제품을 인식할 수 있는 멀티 프로토콜 리더 등 향후 복합 기능을 갖는 제품들이 등장할 것으로 전망된다. SAW 기술 등 IC 칩이 없는 (chipless) elementary tagging 제품이 저가 RFID 시장을 목표로 등장하고 있다.

5. 결론

지금까지 살펴본 바와 같이 유비쿼터스 시대를 맞이하여 폴리머를 활용한 RFID 기술의 개발은 필수적이다. 전세계적으로 유기반도체를 활용하여 제작된 폴리머 RFID 칩은 거의 초기 수준이다. 이동도, 주파수, 선폭 등의 수치가 RF 신호를 처리할만한 정도의 수준에 도달하지 못했다. 그래서 이를 위해서는 재료, 공정 측면에서의 여러 가지 유기물질과 이를 접목한 소자들의 개발이 급선무라고 사료된다.

1. C. Kern, *European Conference on Circuit Theory and Design '99*, 1999.
2. T. Flor, W. Niess, and G. Vogler, *7th International Conference on Telecommunications (ConTEL 2003)*, 2003.
3. S. S. Chawathe, V. Krishnamurthy, S. Ramachandran, and S. Sarma, *Proceedings of the 30th VLDB Conference*, Toronto, Canada, 2004.
4. M. Liard, *The global markets and applications for radio frequency identification and contactless smart card systems*, 4th ed., Venture Development Corp., Jan. 2003.
5. P. Harrop and R. Da, *The smart label revolution*, IDTechEx, Ltd., 2002.
6. 윤진희, *TTA 저널*, **102** (2005).
7. 김지태, 김대회, "RFID 산업동향", *주간전자정보*, 1월호, 전자부품연구원, 2006.
8. 이근호, 조영빈, 윤경화, 유비쿼터스 컴퓨팅 구현의 핵심 RFID 기술 개요, *전파* 114호, 9-10월호, 2003.
9. 이근호, *TTA 저널*, **89** (2003).