

무선식별(RFID) 기술

이근호 | R&BD 대표컨설턴트

I. 개요

유비쿼터스 컴퓨팅은 컴퓨팅의 주체가 사람에서 사람과 사물을 포함한 모든 것으로 바뀌는 패러다임의 변화라고 할 수 있다. 유비쿼터스(Ubiquitous)라는 단어의 의미대로 언제 어디서나 존재하는, 즉 상호 네트워크로 연결·편재된 컴퓨터의 의미에서 본다면 단순히 컴퓨팅 환경의 확장 및 확대된 개념으로도 볼 수 있다. 그러나 물리 공간에 존재하는 모든 것(사물, 기계, 식물, 동물, 사람 등)에 컴퓨팅과 통신능력을 갖는 ‘유비쿼터스 칩’을 심고, 서로 네트워크로 연결해 전자공간과 융합되어진 ‘유비쿼터스 공간(환경)’을 창출한다는 유비쿼터스 컴퓨팅 개념은 단순한 컴퓨팅 환경의 확장 그 이상이다. 즉 새로운 공간(환경)의 창조라고 할 수 있다.

유비쿼터스 컴퓨팅은 다양한 애플리케이션에 접속하거나 애플리케이션을 제공해 줄 것이고, 더 나아가 우리 삶의 일부로 자리 잡을 것이다. 즉 미래 IT 환경은 바로 유비쿼터스 환경이 될 것이다.

이러한 ‘유비쿼터스 환경’의 특성은 전통적 ITT(Information & Telecommunications Technology) 비즈니스 시스템에 혁신적 변화를 가져와 현재의 지식 경제를 새로운 차원으로 끌어올리는 유비쿼터스 비즈니스에 기반한 ‘유비쿼터스 신경제’를 형성할 것이다.

이러한 유비쿼터스 신경제는 기술, 비즈니스, 산업의 접목과 융합에 의한 새로운(공간) 가치와 재화의 창출을 그 특성으로 할 것이다. 즉 유비쿼터스 컴퓨팅을 기반으로 일상생활의 사물들, 어플라이언스, 상품들, 기업의 생산, 물류, 판매, 고객관리 등의 비즈니스 프로세스를 구성하는 기기나 시스템들이 모두 지능화되고 네트워크로 연결됨으로써 매우 다양한 새로운 비즈니스를 출현시킬 것이다. 이러한 유비쿼터스 비즈니스는 단순한 상거래뿐만 아니라 일반적인 기업경영, 공급망 관리, 고객관계관리, 자산관리, 현장인력관리, 지식관리, 유통관리, 안전관리 등 거의 모든 비즈니스 활동에 혁신적으로 적용될 수 있어 이와 관련된 기술과 상품이 미래 IT 시장을 주도할 것이다. 이 모든 유비쿼터스 컴퓨팅 혁명의 단초가 되는 핵심이 RFID(Radio Frequency Identification)이다.

최근 정통부에서도 유비쿼터스 컴퓨팅 구현에 있어 RFID의 중요성을 인식 ‘IT 신성장동력’의 중점추진 사업으로 선정 유비쿼터스 RFID 분야에 235억원, 관련 유비쿼터스 네트워크 구축 분야에 115억원을 배정하였으며 차세대 이동통신, 텔레메틱스 분야에서도 주요 추진사업으로 선정된 상태이다. 산자부의 경우도 RFID 핵심부품개발 사업에 2004년에만 50억원을 배정해 놓은 상태이고 10년 동안 연간 100억원씩 지원하는 과기부의 유비쿼터스 컴퓨팅 프론티어 기술개발에

서도 RFID 분야를 주요 사업으로 하고 있다. 또 문화관광부는 RFID를 활용한 도서관리 자동화 사업을 추진하고 있고 보건복지부는 장애자들을 위한 길안내 등의 RFID 활용서비스를 검토 중이고 국방부는 비밀문서관리에 RFID 활용을 추진 중이다.

II. RFID 핵심기술

2.1 RFID 시스템 개요

RFID 시스템은 그림 1과 같이 5가지 부분으로 구성된다.

1. 흔히 태그(Tag)라 불리는 고유 정보를 저장하는 트랜스폰더
2. 판독 및 해독기능을 하는 송수신기(리더기 또는 판독기);
3. 호스트 컴퓨터(서버)
4. 네트워크
5. 응용프로그램(ERP, SCM)

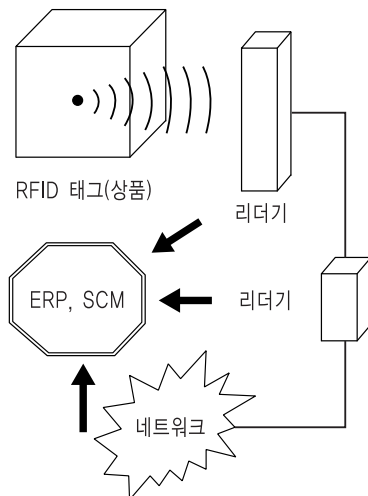


그림 1. RFID 시스템 구성도

태그는 IC 칩과 안테나로 구성되어 있고 다양한 모양과 크기가 있다. 동물을 추적하기 위해 피부 아래에 이식되는 태그는 직경이 연필심만큼 작으며 길이는 1 cm 밖에 안된다. IC 칩의 주요기능은 데이터의 저장으로 메모리 크기(25 비트에서 512 KB 이상), 메모리 형태(읽기 전용, 읽고 쓰기가 가능한 형, 한번만 쓰며 여러 번 읽기가 가능한 형태), 메모리 종류(EEPROM, 강유전체 RAM(FRAM))에 따라 가격이 다르다.

RFID 시스템은 무선접속 방식에 따라 상호유도(Inductively coupled) 방식과 전자기파(Electromagnetic wave) 방식으로 나눌 수 있다. 상호유도 방식은 근거리(1m 이내), 전자기파 방식은 중장거리용 RFID로 사용되며, 상호유도 방식은 코일 안테나를 이용하며 전자기파 방식은 고주파 안테나를 이용해서 서로 무선접속을 한다.

상호유도 방식의 태그는 거의 수동으로 작동된다. 즉 태그의 IC칩이 동작하는데 필요한 모든 에너지는 리더기에 의해 공급되어진다. 따라서 리더기기의 안테나 코일은 주변지역에 강한 자기장을 발생한다. 방출된 자기장의 일부가 리더기와 떨어져 있는 태그의 코일 안테나에 유도성 전압을 발생, 정류된 후 IC를 위한 에너지로 공급된다. 전자기파 방식의 태그는 IC칩을 구동하기 위한 충분한 전력을 리더기로부터 공급받지 못하므로 장거리 인식을 위한 추가적인 전지를 포함하는 경우(능동형)도 있다.

리더기와 태그는 여러 가지 디지털 방식의 부호화(coding)를 이용 기저대역의 데이터를 처리한다. 무선 신호는 주로 기본적인 세 개의 디지털 변조방식 즉 ASK(Amplitude shift keying), FSK(Frequency shift keying) PSK(Phase shift keying)를 이용, 기저신호를 고주파 신호로 변환하여 전송된다. 그러나 특정 주파수 대역(미국의 UHF 대역)에서는 전자파의 인체영향이나 다른 통신시스템과의 간섭을 줄이기 위

하여 특정 변조방식만을 쓰도록 요구 되는데 가장 많이 쓰이는 것이 주파수 확산(spread spectrum, SS) 방식이다. SS 중 CDMA 모바일 폰이나 무선랜에 이용되는 직접 시퀀스(direct sequence, DS)와 블루투스에 이용되는 주파수 호핑(frequency hopping, FS)이 주로 사용된다. 그러나 이러한 변조방식을 태그에 적용하면 그만큼 복잡한 회로가 필요하여 가격이 상승하므로 실제적으로는 리더기만이 이러한 변조방식을 사용하고 태그는 SS의 전체 주파수를 커버하도록 광대역으로 만들고 ASK 등을 이용하여 신호를 전송한다.

기타 데이터 정보의 신뢰성을 높이기 위한 여러 신호처리가 수행되는데, CRC(cyclic redundancy check) 등의 방법을 사용하는 에러율 감소방법, 여러 개의 태그를 구별하기 위하여 무선랜 등에서 사용되는 Aloha나 CSMA(Carrier Sense Multiple Access)와 비슷한 방식을 사용하는 충돌방지(anti-collision) 방법, 데이터의 보호를 위하여 대칭 또는 비대칭 암호 알고리즘을 사용하는 데이터 보안방법 등이 적용된다. 특히 이러한 신호처리는 태그의 메모리의 기능성에 의존한다.

2.2 RFID 신기술

유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심은 스마트한 상황인식과 장소에 구애받지 않고 네트워크를 가능케 하는 무선기술이다. 따라서 유비쿼터스 칩이란 상황 및 환경을 인식, 감지하고 무선을 통해 네트워크에 연결하는 무선 식별(RFID) 및 무선센서(Wireless Sensor) 칩을 말한다.

어디에나 무엇에든 존재할 수 있는 유비쿼터스 칩의 첫 번째 기술적 도전과제는 그 가격이 엄청나게 저렴하여야 한다는 것이다. RFID 칩의 경우, 가장 대표적

인 칩 이용 프로젝트는 MIT Auto-ID 센터의 'The Internet of Things'이다. 이는 인터넷과 인터넷 비슷한 네트워크를 통하여 태그가 부착된 아이템을 원격에서 실시간 감지하는 개념이다. The Internet of Things를 궁극적으로 가능케 하려면 5센트 이하의 스마트 태그가 필요한데 전체 태그의 가격 중 IC 칩이 차지하는 비중은 60-80%이다. 이러한 초 저가의 태그를 구현하려면 IC 디자인, 통신 프로토콜, 리더기 디자인, 백-엔드 시스템 디자인 등을 망라하는 시스템 레벨의 기술혁신을 필요로 한다.

최근에는 이러한 실리콘기반 칩의 가격한계를 극복하기 위한 여러 대안 기술의 개발이 활발하게 전개되고 있다. 그 대표적 예가 인피니온 등에서 개발 중인 폴리머 반도체에 의한 플라스틱 트랜지스터이다. 또 다른 예로, 무칩(chipless) 태그로 미국 Inkoda는 최근 1센트 이하의 RFID 태그 기술을 개발하였다. 이 기술은 종이나 플라스틱에 매우 얇은 금속 파이버를 내재하여 전파의 투과와 산란을 만들어내어 고유한 식별을 가능케 한다. 또 표면탄성파를 이용하여 무선센서와 RFID를 결합하는 SAW(Surface Acoustic Wave) 태그도 최근 주목 받는 저가기술 중 하나이다.

두 번째 기술적 도전과제는 소형화이다. 소형화는 나노기술에 의한 반도체 칩의 개발로 가능하다. 하나의 칩에 센서, CPU, 메모리, 프로세서, RF, DSP회로를 넣어 1×1mm² 정도 크기까지 실현될 것으로 예상되고 있다. 현단계의 기술혁신으로 피츠버그 대학의 연구팀은 antenna on a chip 기술을 개발, 'PENI Tag' 라고 불리는 2mm² 크기의 초소형 RFID 태그를 구현하였다(그림 2).

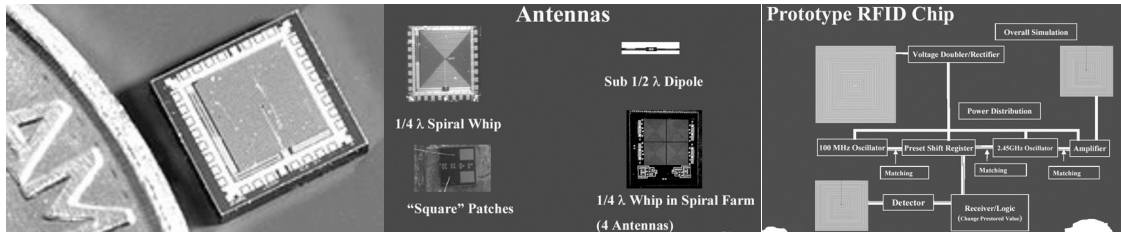


그림 2. PENI Tag(출처: <http://www.univ-relations.pitt.edu/rr/2002winter/antenna.html>)

현재의 다양한 응용 주파수 대역 및 적용분야는 멀티밴드/프로토콜 리더기 및 고정/이동형/휴대형/PCMCIA형 등 다양한 크기/용도의 리더기 개발을 요구하고 있다. 또 데이터의 처리/분배를 위한 지능형 에이전트와 다양한 비즈니스 시스템(SCM, ERP, CRM)에 연동하기 위한 적응형 미들웨어의 개발도 추진 중이다.

현재 국내의 경우, 대부분의 RFID 관련 산업은 그 기술의 수준이나 상품경쟁력에 있어 매우 취약한 소규모의 중소기업으로 구성되어 있어 글로벌 경쟁력을 갖추고 새로운 시장개척을 위하여서는 이동통신 산업에서의 경험을 살려 기술과 제품에 있어 글로벌한 경쟁력을 갖춘 회사들을 중심으로 '핵심 플레이어'를 만들어 한국형 RFID 비즈니스 에코시스템을 구축해야 하겠다.

III. RFID 표준화

3.1 RFID 국제표준화 추진체계

현재, RFID 기술표준화는 ISO(국제표준화기구)와 IEC(국제전기표준회의)의 합동기술위원회(JTC1: Joint Technical Committee) 안의 SC1의 워킹그룹 WG4에서 추진되고 있고 세부적으로는 SC31/WG4 내에 다시 4개의 서브그룹(SG)이 있어 분야별로 표준

화가 진행되고 있다. RFID 시스템의 핵심인 주파수 대역별 Air Interface의 표준화는 SG3에서 진행되고 그 외 시스템간 인지할 수 있는 데이터 프로토콜 표준화는 SG1에서, RFID 태그의 유일식별을 위한 번호부여 방법 표준화는 SG2에서 각각 진행되고 있다. 또한, RFID 활용을 위한 요구사항을 명확히하기 위해 별도의 ARP(Application Requirement Profile) 그룹이 있어 표준적 응용조건도 논의되고 있다. 한편, JTC1/SC31의 RFID 표준화는 "RFID for Item Management"로 정의되고 있어 실제 구체적인 적용 분야에 대한 표준화는 식별카드, 컨테이너, 포장 등 ISO에 소속되어 있는 해당 기술위원회(TC)에서 별도의 조직을 갖고 추진되고 있다. 이 TC들은 모두 JTC1/SC31과 상호협력관계(ISO에서는 이를 Liaison이라 함)를 갖고 표준화를 진행하고 있다.

3.2 RFID 표준화 추진현황

RFID의 국제표준화 작업은 현재 5개 주파수대역을 중심으로 총 14종의 표준안이 논의되고 있어 2003년 후반부터 국제표준으로 제정될 전망이다. 그림 3은 RFID 시스템의 표준화 프레임워크를 대략적으로 나타내고 이로부터 각 SG 및 ARP 그룹의 표준화 영역을 나타낸 것이다. 하부에 그룹별 담당 표준안을 명시하고 있다. 이 중 가장 중요한 표준화 부분이 리더기와 태그 간의 통신을 위한 Air Interface 분야로서 6종의

표준안이 활발히 논의(18000-5의 5.8GHz는 부결되어 작업이 철회됨)되고 있다. JTC1/SC31의 WG4에서는 진행 중인 총12개의 표준안은 2003년 5종, 2004년 5종, 2005년 2종을 제정하는 것을 목표로 하고 있다. 표는 SG 그룹별, 표준안별 13종의 국제표준안을 요약하여 정리한 것이다. 한국은 2001년부터 표준화

작업에 참여하여 활동하고 있고 향후 국제표준 제정 후 국가표준화 방향도 연계하여 적극적으로 대응하고 있다. 현재까지의 각국 입장을 종합할 때, 주파수 관련 표준을 비롯한 핵심표준은 조기 합의가 이루어져 모두 2004년 내 국제표준화가 완료될 것으로 판단된다.

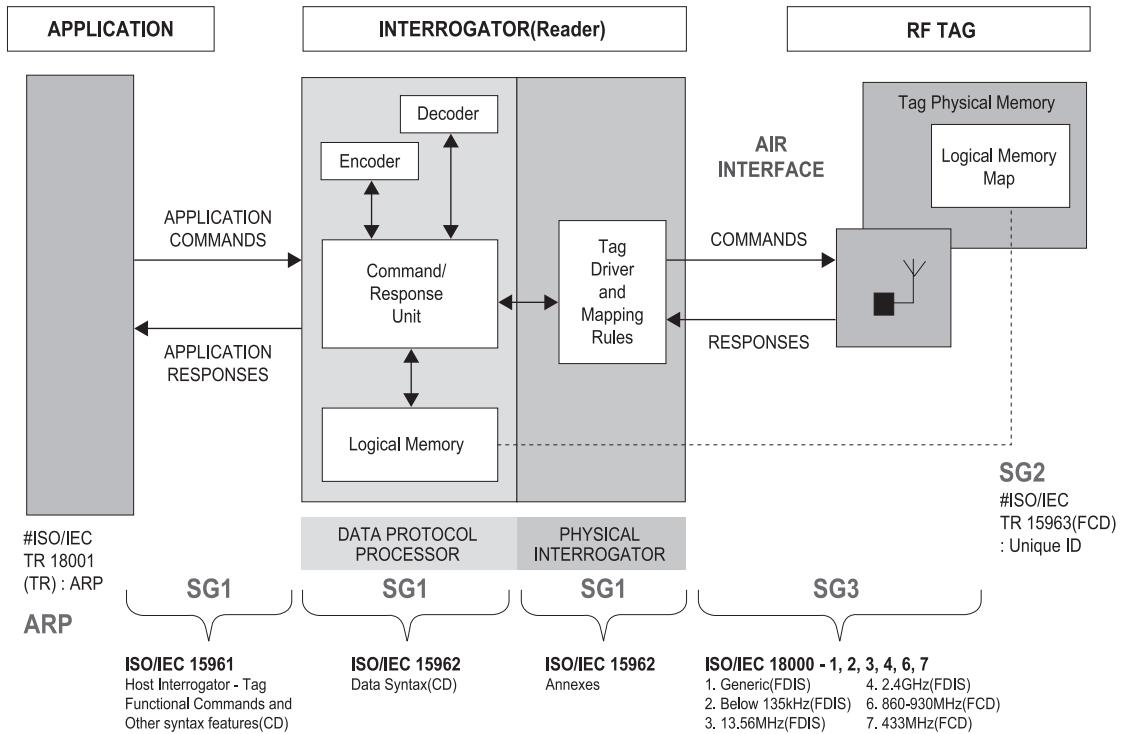


그림 3. RFID 시스템의 표준화 프레임워크(출처: ISO/IEC JTC1/SC31/WG4)

[주] 표준화 진행단계 : NP -> CD -> FCD -> FDIS -> IS(국제표준)

표. RFID의 국제표준 제정단계 현황(출처: 자동인식분야 산업기술 동향, 기술표준원, 2003년)

그룹	그룹명	ISO/IEC	작업명	현 단계	비고
SG1	Data 구문표준	15961	Tag Commands	CD	데이터 프로토콜
		15962	Data Syntax	CD	
		19789	API	NP	
SG2	Tag 식별	15963	Tag 식별자	FCD	유일 Tag 식별
SG3	Air Interface(통신)	18000-1	Generic Parameters	FDIS	파라미터 규정
		18000-2	below 135KHz	FDIS	가속관리

그룹	그룹명	ISO/IEC	작업명	현 단계	비고
		18000-3	13.56MHz	FDIS	도서관리
		18000-4	2.45GHz	FDIS	뮤직 응용
		18000-5	5.8GHz	철회	ITS
		18000-6	UHF860-930MHz	FCD	유통물류
		18000-7	UHF433MHz(Active)	FCD	컨테이너(100m)
		TBA	Elementary Tag Func.	NP	Read only(EPC)
ARP	적용기술	TR18001	Application 요구사항	IS(TR)	적용조건 조사

주요 사항으로 Air Interface의 ISO/IEC 18000 시리즈의 UHF 대역 433MHz(Active 방식)는 미국의 테러방지용 컨테이너 실 등에 적용이 검토되고 있다. 바코드 관리기구인 유럽 European Article Number 와 미주 Uniform Code Council의 통합기구인 EAN.UCC는 860~930MHz대역 ISO 표준기반 무선바코드체계(GTAG : Global TAG)의 정립을 위해 태그에 저장되는 바코드 데이터 포맷의 표준화를 진행중인데 특히, ISO 18000-6의 무선접속 규격과 연계 MIT AutoID 센터의 EPC를 전세계적 물류시스템의 표준화를 추진하기 위한 AutoID Inc.를 설립하였다. EAN.UCC는 2004년부터 'GS1(Global Standard Num. 1)'으로 그 명칭을 바꾸고 전자상거래 관련 모든 표준화를 관장한다는 점에서 RFID 코드체계와 전자상거래 표준과의 통합이 예상되고 있어 우리나라의 경우 이에 대한 대응 특히, IPv6와의 연동 등이 검토되어야 하겠다.

일본의 경우 유비쿼터스 ID 센터에서 사물이나 소프트웨어 심지어는 서비스 등에도 ID를 부여할 수 있는 코드체계로 128비트 길이의 '유비쿼터스 ID'를 일본 독자의 산업표준으로 제안하고 있다. 유비쿼터스 ID는 시큐리티를 중시하며(PKI 기반), 메모리나 CPU

의 존재여부에 무관하게 적용가능하고 기존의 RFID에서부터 스마트 카드 등의 모든 초소형 칩까지를 커버할 수 있도록 구상하고 있다. 모든 사물을 식별하기 위하여 128비트 길이의 코드를 사용하는데, 필요시에 256비트의 길이로 코드를 확장할 수 있어 모든 코드를 수용할 수 있는 메타 코드로 설계하려 하고 있다. 필요시에만 인터넷과 연동되며, 지역적 처리로 충분한 경우는 자체에서 처리를 완료한다는 특징을 MIT의 EPC와의 차별화 전략으로 내세우고 있다. 또 최근에는 950-956MHz의 UHF 대역을 국제무역을 위하여 개방하고 ISO 표준에 이 주파수 대역이 포함되도록 안건을 상정 중이다. 또 미국과 협력하여 서로 다른 주파수 대역을 이용하는 태그를 판독하기 위한 리더기 표준화도 추진 중이다.

특히 일본의 경우 자국의 국가안보를 위한 미국의 '홈랜드 시큐리티'와 관련된 주요 산업데이터의 모니터링을 방지하기 위하여 미국 주도의 EPC ID 체계 도입을 거부하고 독자 ID 체계를 추진한다는 점에서 우리나라도 국내 산업 관련 정보보호를 위한 ID 체계 구축에 대한 고려가 절실하다고 하겠다. 또 RFID를 통한 개인정보 유출에 의한 사생활 침해를 대비한 표준 ID 코드관리 체계의 구축도 중요히 고려되어야 하겠다.

