

RFID 시스템 기술

표철식 · 채종석 · 김창주

한국전자통신연구원

요 약

RFID 시스템은 물품 등 관리할 사물에 태그를 부착하고 전파를 이용하여 사물의 정보(Identification) 및 주변 환경정보를 인식하여 각 사물의 정보를 수집, 저장, 가공 및 추적함으로써 사물에 대한 측위, 원격처리 · 관리 및 사물간 정보교환 등 다양한 서비스를 제공하며, 칩, 태그, 리더, 미들웨어 및 응용 서비스 플랫폼으로 구성된다. 이러한 RFID 기술은 반도체 기술의 지속적인 발전에 의한 컴퓨팅 능력의 급성장과 통신망 인프라의 융합화를 기반으로 이제까지의 사람 중심(anyone) 정보화에서 사물을 중심(anything)으로 정보화의 지평을 확대시킬 수 있는 핵심기술로서 부각되고 있으며, 10 m 이내의 사물 정보화를 위한 u-센서(유비쿼터스 센서) 네트워크로 발전될 전망이다.

I. 서 론

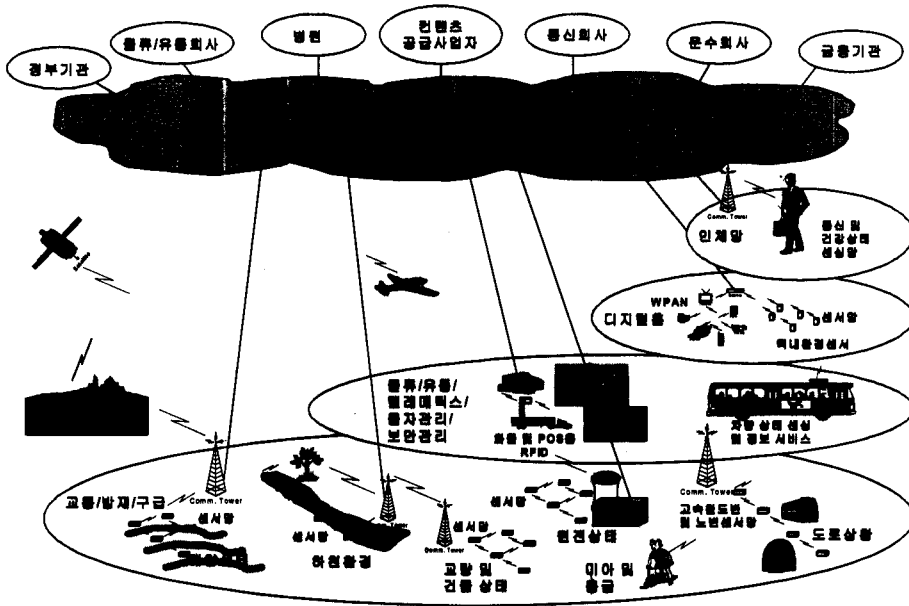
최근 사물에 태그를 부착하여 무선으로 사물의 정보를 확인하고(Identification) 주변 상황정보를 감지하는(sensing) 전파식별(RFID, Radio Frequency Identification) 기술이 등장하여 인터넷 이후 미래 IT 시장을 선도할 기술 중 하나로 주목받고 있다. RFID 시스템은 사물에 부착된 태그로부터 전파를 이용하여 사물의 정보(Identification) 및 주변 환경정보를 인식하여 각 사물의 정보를 수집, 저장, 가공 및 추적함으로써 사물에 대한 측위, 원격처리 · 관리 및 사물간 정보교환 등 다양한 서비스를 제공할 수 있으며, 칩, 태그, 리더, 미들웨어 및 응용 서비스 플랫폼

으로 구성되고 유무선 통신망과 연동되어 사용된다 [그림 1]. 이러한 기술은 기존의 바코드를 대체하여 상품관리를 네트워크화 및 지능화함으로써 유통 및 물품관리뿐만 아니라 security, safety, 환경관리 등에 혁신을 선도할 것으로 전망되며, 실생활과 관련한 서비스를 제공하는 특징을 지닌다. 전파식별 태그는 우선은 사물의 고유한 코드를 인식하는 읽는 기능 중심에서 사물의 이력정보를 관리할 수 있는 읽고/쓰기, 그리고 자신뿐만 아니라 온도, 습도, 압력 등 주변의 정보까지 감지하는 센싱기능, 이들 간의 통신망을 구성토록 하는 통신기술, 궁극적으로는 전자 태그 간에 상태를 감지하여 바로 적합한 처리가 가능토록 하는 제어기능이 부가될 것으로 전망된다. 이는 바로 사물에 통신과 컴퓨터 기능을 갖는 칩을 내장시킨다고 하는 유비쿼터스 컴퓨팅 단계에 이르는 것을 말한다.

본 고에서는 전파식별 서비스를 위한 RFID 시스템의 각 구성 요소인 사물 식별코드, 주파수 이용 기술, 태그 기술, 리더 기술, 미들웨어 기술 등에 대하여 알아본다.

II. RFID 주파수 이용 기술

RFID 시스템은 <표 1>에서 보는 바와 같이 저주파(125 kHz, 135 kHz), 고주파(13.56 MHz), 극초단파(433.92 MHz, 860~960 MHz) 및 마이크로파(2.45 GHz) 등 여러 무선 주파수 대역을 이용하며, 주파수 대역별로 응용 분야가 다르다. RFID 시스템은 전자파 에너지 전달 방식에 따라 상호 유도(Inductively coupled) 방식과 전자기파(Electromagnetic wave) 방식



[그림 1] 통신망과 연계한 RFID 서비스 개념

<표 1> RFID 주파수 대역별 특성 비교

주파수	저주파(LF)	고주파(HF)	극초단파(UHF)		마이크로파
	125 kHz, 134 kHz	13.56 MHz	433.92 MHz	860~960 MHz	2.45 GHz
인식거리	< 60 cm	약 60 cm	약 50~100 m	약 3.5 m~10 m(수동)	약 1 m(수동)
일반 특성	· 비교적 고가 · 환경에 의한 성능 저하 거의 없음	· 저주파보다 저가 · 짧은 인식거리와 다중태그 인식이 필요한 응용분야에 적합	· 긴 인식거리 · 실시간 추적 및 컨테이너 내부 습도, 충격 등 환경 센싱	· IC 기술 발달로 가장 저가로 생산 가능 · 다중태그 인식거리와 성능이 가장 뛰어나	· 900대역 태그와 유사한 특성 · 환경에 대한 영향을 가장 많이 받음
동작방식	· 수동형	· 수동형	· 능동형	· 능동/수동형	· 능동/수동형
적용 분야	· 공정자동화 · 출입통제/보안 · 동물관리	· 수확물관리 · 대여물품관리 · 교통카드 · 출입통제/보안	· 컨테이너 관리 · 실시간 위치 추적	· 공급망 관리 · 자동통행료 징수	· 위조방지
인식속도	저속 <-----> 고속				
환경영향	강인 <-----> 민감				
태그크기	대형 <-----> 소형				

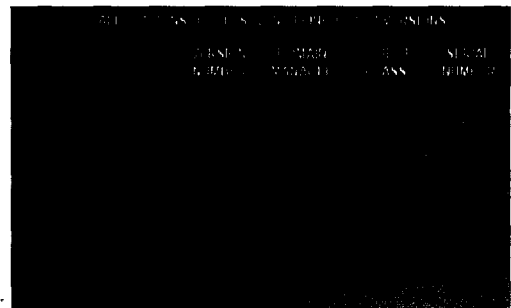
으로 나눌 수 있으며, 상호 유도 방식은 13.56 MHz 이하의 주파수에서 코일 안테나를 이용하여 근거리 (1 m 이내), 전자기파 방식은 주로 극초단파(UHF) 대역 이상의 주파수를 이용하여 중장거리용 RFID로 사용된다. 저주파대 제품은 사용거리가 짧고, 데이터 전송속도가 낮지만 출입 통제 보안, 동물의 인식 및 추적, 작업의 자동화, 재고관리, 재고자산 추적과 같은 분야에서는 효과적으로 사용된다. 고주파대 제품은 주로 13.56 MHz를 사용하여 출입 통제 보안, 스마트 카드 등에 사용되며 최근에는 물류시스템 관리에도 사용되기 시작하였다. 433.92 MHz 대역은 미국 등에서 일부 컨테이너 관리용으로 사용하고 있으며, 앞으로 테러방지를 위해 수출입 컨테이너에 사용하는 방안을 검토 중이며, 우리나라 및 일본은 아무추어용으로 사용하고 있어 타 업무 공유 또는 재분배 가능성을 연구 중이다. 860~960 MHz 대역은 전 세계적인 유통, 물류 등의 용도에 가장 적합한 대역으로 전망되고 있으며, 미국은 902~928 MHz 대역이 ISM 대역으로 분배되어 있으며 비허가 무선기기를 사용하도록 규정하고 있다. 유럽은 862~870 MHz 대역이 SRD(Short Range Device)용으로 할당되었으나, RFID 서비스에는 적합하지 않아 865~868 MHz 대역에서 새로운 규격과 표준을 준비 중이며 2004년도 11월경에 완료될 전망이다. 일본은 950~956 MHz 대역을 RFID용으로 정하고, 전송방식과 출력 등을 연구 중이며 우리나라는 CT-2 반납대역인 910~914 MHz를 검토 중이고 2004년도 6월까지 주파수 분배를 위한 기술적 검토를 하고 있다. 2.45 GHz 대역은 전 세계적으로 ISM 대역으로 분배되어 활용 중이다.

Ⅲ. 사물 유일 식별 기술

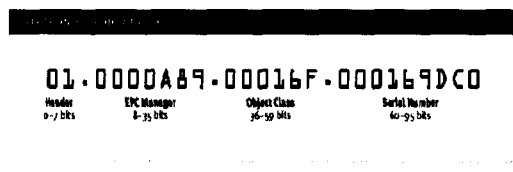
유일 식별 코드는 사물에 부착되는 태그를 이용하여 식별을 가능케 해야 하므로 용도에 따라서 단

위 지역 또는 전 세계적으로 유일한 인식 번호를 부여하기 위한 체계를 정의한다. 국제적으로 미국과 유럽(UCC, EAN)에서 제안한 EPC(Electronic Product Code)와 일본에서 제안된 u-ID(Ubiquitous-ID) 체계가 있으며, 국제 표준으로 추진 중이다. 이러한 새로운 코드 체계는 바코드와 혼용되는 시기를 거쳐서 점차적으로 바코드를 대체해 나갈 것으로 예상된다. EPC 코드는 기존의 바코드 관리 기관에서 제안한 RFID 용 코드 체계로서, [그림 2]에서 보는 바와 같이 64비트, 96비트, 혹은 256비트의 상품번호 체계에 기반을 둔 반면, 일본은 독자적으로 Ubiquitous-ID 센터에서 관리하는 128비트 코드 체계를 사용한다. [그림 3]은 96비트 EPC 코드의 사용 예제를 보여주고 있으며, Header(8비트)는 Version, EPC Manager(28비트)는 제조업체, Object Class(24비트)는 상품유형, Serial Number(36비트)는 상품 일련번호를 위해 각각 할당된다.

한편, EPC 대신에 IPv6를 사용하는 방안이 여러 단체에서 검토되어 왔으나, EPC와 IPv6는 비슷한 계



[그림 2] EPC 코드 체계



[그림 3] 96비트 EPC 코드의 사용 예제

층 구조이지만 서로 다른 응용을 위해 설계되었으며 EPC 개체 식별 구조를 IPv6 주소 구조로 대체하기는 어려울 것이다. <표 2>에서 보는 바와 같이 EPC와 IPv6는 많은 차이점이 있다. IPv6는 논리적으로 고정된 위치를 가지는 네트워크 인터페이스를 위해 설계되었기 때문에 이동 성격을 가질 경우에는 주소의 동적 변경 또는 2차 주소를 할당하여 1차 주소를 2차 주소에 대한 포인터로 사용하며, EPC는 이동 객체 정보에 대한 포인터를 위해 설계되었으므로 한번 할당된 객체 식별자는 변하지 않는다. 그러나 인터넷망을 이용하여 태그가 부착된 사물을 원격제어 또는 사물 정보를 양 방향 통신이 필요할 경우에는 사물에 부착된 EPC 코드를 인터넷 주소 체계와 연계하기 위한 코드체계 수립이 필요할 것이다.

IV. RFID 시스템 기술

RFID 시스템은 [그림 4]에서 보는 바와 같이, 태

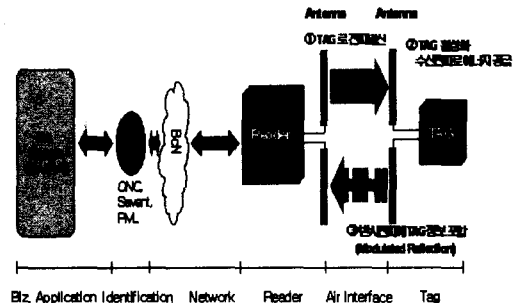
<표 2> EPC와 IPv6 비교

구분	EPC	IPv6
개념	모든 사물을 대상으로 인식을 위한 코드체계	네트워크 접속을 위한 주소체계
응용분야	정보 포인터	라우팅 주소
코드 또는 주소 적용범위	Global	Global
코드 또는 주소의 유일성	유일함	유일함
여러 사물에 동일한 코드 또는 주소 부여	불가능	가능
영구할당 여부	영구할당	가변(이동성)
코드, 주소의 코딩	Binary	Binary
코드, 주소의 길이(Bit)	64, 96, 기타	128

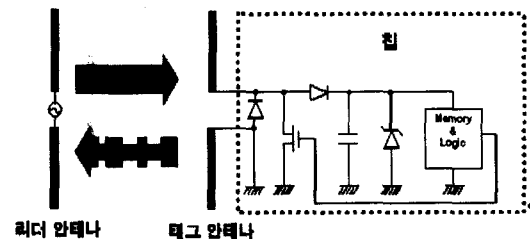
그, 리더, Savant, ONS(object naming services) 및 PML (product Markup Language) 등이 포함되는 미들웨어 등으로 구성되고 인터넷 망에 연동되어 응용 서비스를 제공한다. 수동형 태그를 사용하는 시스템에서, 리더기가 태그로 전파를 송신하면 수신 전파로부터 에너지를 얻어서 활성화된 태그는 자신의 ID 정보를 리더기로 송신한다. 리더기는 읽은 태그 ID 정보를 Savant 서버에 보내어 ONS에서 사물정보가 있는 PML의 위치를 확인, PML의 서버로부터 사물의 구체적인 정보를 얻는다.

4-1 RFID 태그 기술

다양한 물품에 부착되는 RFID 태그는 [그림 5]와 같이 칩과 안테나로 구성되고, 칩에는 사물의 유일 식별 코드나 정보를 저장하며 리더의 요청에 의해 또는 상황에 따라 스스로 외부에 자신의 정보를 전송·수신하며 적용 분야에 따라 다양한 형태 및 재



[그림 4] RFID 시스템 구성도



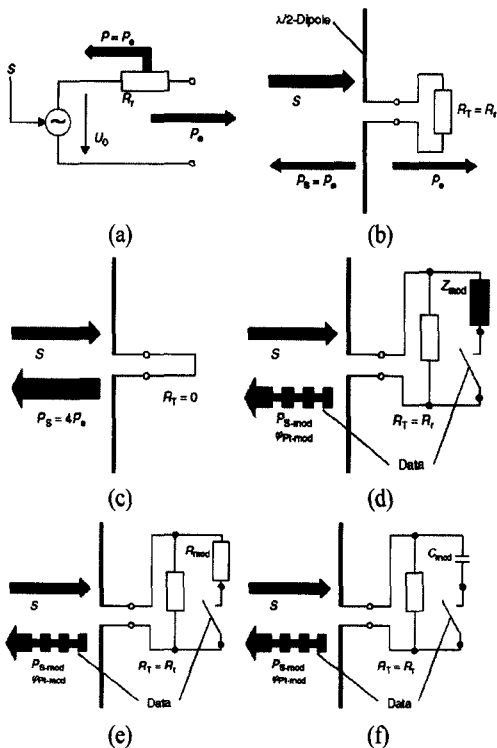
[그림 5] RFID 태그 구성도

질로 만들어진다. 수동형 태그의 데이터 전송 방식은 Backscatter 변조 방식을 사용하며 동작 원리는 [그림 6]에서 설명된다. (a)는 태그 안테나의 등가회로이며, 여기서, S 는 안테나 수신 전력, P_e 는 칩으로 공급되는 전력을 나타낸다. (b)는 안테나와 칩이 정합되었을 경우, 칩으로 공급되는 전력은 반사되는 전력과 동일하게 수신전력의 1/2이 됨을 보여주고, (c)는 안테나 부하가 단락되었을 경우 수신 전력의 2배가 반사됨을 보여준다. (d)는 안테나의 부하 임피던스를 스위칭에 의해서 변경시 반사되는 전력을 제

어하는 개념을 보여준다. 이러한 방법으로 태그는 데이터를 전송하며 이러한 기술을 Backscatter 변조라 부른다.

5센트 이하의 저가격, 초소형, 고기능의 전자태그 구현을 위해 칩, 안테나 및 패키징 등의 기술이 중요하며 1센트 이하의 단순 기능, 초저가 Chipless형 기술과 센서 융합형 태그로 발전될 전망이다. 현재 칩의 가격이 태그 가격의 약 40 %를 차지하고 있으며 5센트 이하 태그 실현을 위해서 칩을 소형화하고 패키징 가격을 줄이는 새로운 기술 개발이 필요하다. 현재는 Flip chip 기술이 사용되고 있으나 칩 크기가 1 mm보다 작아짐에 따라 칩의 소형화와 동시에 적합한 패키징 기술이 개발되어야 한다. <표 3>에서 보는 바와 같이 태그 가격을 50센트에서 10센트로 줄이는 단계에서는 칩과 패키지 가격을 1/10 이하로 줄이기 위한 기술이 중요하고 태그 가격을 10센트에서 4센트로 줄이는 단계에서는 안테나 및 칩과 안테나 접합 비용을 최소화할 수 있는 새로운 기술이 필요하다.

칩의 소형화는 반도체 기술의 지속적인 발전에 따라 실현되고 있으며, 히다찌는 $0.3 \times 0.3 \text{ mm}^2$ 크기의 무칩, Alien은 $0.35 \times 0.35 \text{ mm}^2$ 크기의 나노블럭 칩을 개발하였다. 센서 융합형 태그 기술은 능동형 태그의 저가화와 함께 급속한 발전이 예상되는 분야로 피츠버그 대학은 센서와 통합 가능하고 안테



[그림 6] RFID 태그의 backscatter 변조 동작 흐름도

- (a) Equivalent circuit of the antenna
- (b) Partial absorption in power matching
- (c) Reflection of $4P$, where $R_T=0$
- (d) Technical application: modulated backscatter
- (e) Ohmic(real) modulation
- (f) Capacitive modulation

<표 3> 수동형 태그 가격 및 원가 구성비

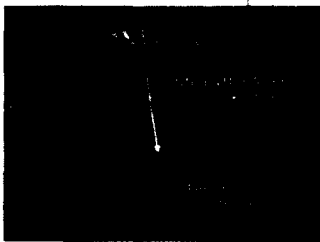
구분	칩 제조	안테나 제조	칩, 안테나 접합	패키징 등	
원가 구성비 (%)	50센트 (%)	20센트 (40)	5센트 (10)	5센트 (10)	20센트 (40)
	10센트 (%)	2센트 (20)	3센트 (30)	4센트 (40)	1센트 (10)
	4센트 (%)	1센트 (25)	1센트 (25)	1센트 (25)	1센트 (25)

나를 칩에 내장한 초소형(2.2 mm × 2.2 mm) PENI Tag를 개발하였으며, 궁극적으로 초소형 태그를 실현하기 위해서는 안테나를 웨이퍼상에 직접 구현하는 Antenna on chip 기술이 요구되며 히다찌는 칩내에 안테나를 내장시키는 기술을 개발했으나 인식 거리가 3 mm 이내에 불과하다[그림 7].

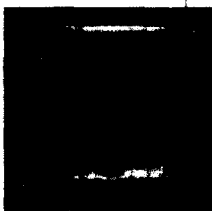
Alien은 초소형 칩과 실버 잉크 및 에칭형 안테나를 결합할 수 있는 폴리머 thick film으로 도체 접착의 chip strap 기술과 FSA(Fluidic Self Assembly) 기술을 개발하였으며 900 MHz와 2.4 GHz 대역에서 사용이 가능하다. 필립스는 기존의 flip chip 기술을 사용한 I-connect 패키지를 개발했으며 현재 Alien의 FSA

와 유사한 vibratory assembly 기술을 개발 중이며 Matrics사는 PICA(Parallel Integrated Chip Assembly) 기술을 개발하였다.

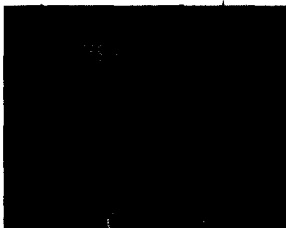
RFID 태그용 안테나는 전기적 요구 성능뿐만 아니라 칩 및 패키지와 결합이 용이하고 태그가 부착되는 물질 및 사용되는 환경에 영향을 받지 않아야 한다. 13.56 MHz 대역에서는 부하 변조 기능을 할 수 있도록 칩의 제어에 따라 임피던스를 변경할 수 구조와 900 MHz 대역의 수동형에서는 전력 변환 효율을 높일 수 있도록 칩의 입력 임피던스와 정합 기술이 필요하다. 태그의 글로벌 사용을 위해 860~960 MHz 대역에서 동작하는 소형의 광대역 안테나가 요구되며 제작 비용을 줄이기 위한 단일층 구조와 소형으로 100 MHz 대역폭을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



(a)뮤칩



(b)PENI Tag



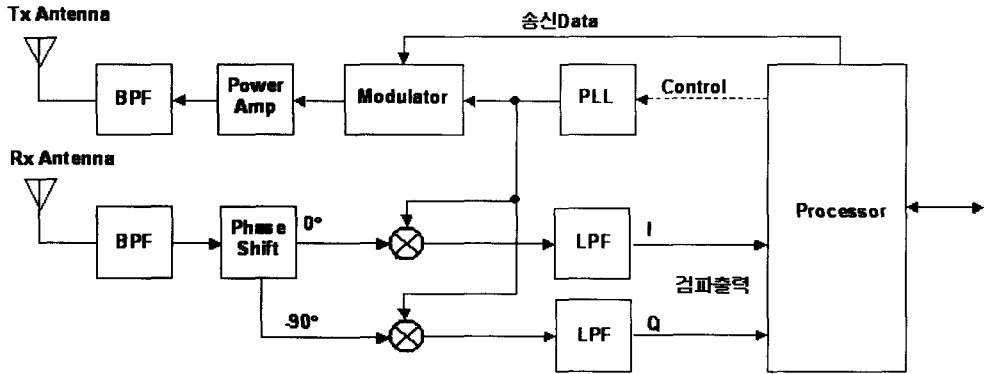
(c) 나노 블록 IC

[그림 7] 초소형 칩 및 태그

4-2 RFID 리더 기술

RFID 리더는 태그의 정보를 읽어 내기 위해 태그와 송·수신하는 기기이며 태그에서 수집된 정보를 미들웨어로 전송하는 기능을 하며, [그림 8]에서 보는 바와 같이 안테나 및 RF 회로, 변복조기, 실시간 신호처리 모듈 및 프로토콜 프로세서 등으로 구성된다.

현재 RFID 리더는 안테나 성능 및 주변 환경에 의해 인식 거리, 검출 정확도가 영향을 받아 적용 범위가 제한되는 특성이 있으며 인식 성능을 높일 수 있도록 2~4개의 안테나를 사용하고 있으나 향후 주변 환경에 적응하여 빔을 제어할 수 있는 빔형성 안테나 기술이 개발될 전망이며, 향후에는 13.56 MHz, 900 MHz, 2.4 GHz 대역이 혼합하여 사용될 가능성



[그림 8] RFID 리더 구성도

이 있으므로 다중대역 RF/안테나가 요구될 것이다. 현재는 안테나와 RF 모듈이 분리되어 있으나 정보 기기와 RFID 리더기와의 통합되는 방향으로 발전할 것이므로 안테나의 소형화를 위해 태그에서와 같이 Fractal 및 Meander Line 안테나 기술이 필요할 것으로 전망된다. 현재 RFID 프로토콜에 대한 표준이 통일되지 않아 여러 가지 프로토콜이 사용되고 있으며 당분간은 EPC global의 Class 0, 1, ISO/IEC 18000 시리즈 프로토콜이 동시에 사용될 전망이므로 멀티 프로토콜 리더가 요구되며, 이러한 기능의 리더를 구현하기 위해 디지털 RF 및 SDR(Software Defined Radio) 기술이 적용되어 지능형 리더가 출현될 것이다. 또한 RFID 기술 응용은 현재 단순 인식 기능 적용 분야로부터 다량의 정보를 동시에 수집할 수 있는 분야로 확산될 전망이므로, 동시에 수백 개 이상의 태그를 인식할 수 있는 여러 가지 방식의 신호 충돌 방지 알고리즘이 개발될 전망이다. 궁극적으로 리더는 [그림 9]에서 보는 바와 같이 소형화에 의해 모든 정보 정보기기에 내장되어 다양한 정보를 수집하는 수단이 되고 여러 가지 통신 서비스와 연계되어 부가적인 서비스를 창출할 것이다.

4-3 RFID 미들웨어 및 망연동 기술

RFID 미들웨어는 리더기에서 계속적으로 발생하

는 CODE 데이터를 수집, 제어, 관리하는 기능을 하며, 모든 구성요소와 연결되어 계층적으로 조직화되고 분산된 구조의 미들웨어 네트워크를 구성하여 서로 통신한다. 미들웨어는 다양한 형태의 리더 인터페이스, 다양한 코드 및 망연동, 여러 가지 응용 플랫폼에 대해서도 상호 운용성을 보장할 수 있어야 한다.

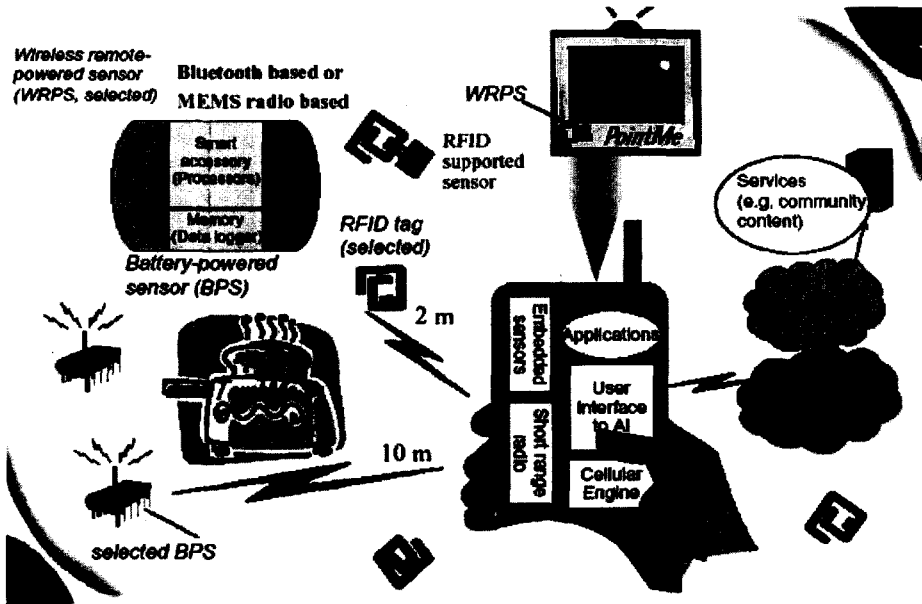
MIT Auto-ID 센터는 [그림 10]과 같은 Savant, ONS, PML 등을 개발하였으며 각각의 기능은 다음과 같다.

o Savant

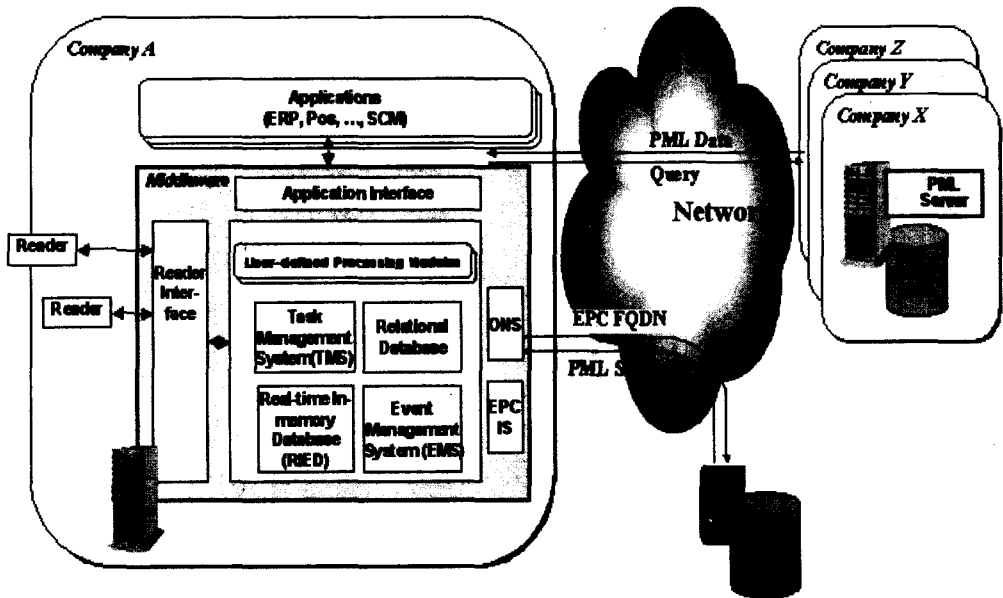
- Data smoothing : 잘못 읽힌 태그 정보를 정정
- Reader coordination : 두개의 리더가 신호 중첩으로 동시에 하나의 전자태그 정보를 읽는 경우 이를 분석하여 제거
- Data forwarding : 어느 정보를 비즈니스 도메인 영역내에서 공유할지 결정
- Task Management : 점포에서 재고품이 어느 수준이하일 경우 매니저에게 알리도록 프로그램할 수 있는 기능

o ONS(object naming services)

- EPC와 인터넷 상의 EPC에 대응되는 사물의 정보 파일이 어디에 있는지 등의 관련된 정보를 연결시키는 기능으로, 현재 인터넷 상의 DNS에 해당하며 ONS가 DNS보다 규모가 훨씬



[그림 9] RFID 리더 구성도(자료출처: VTT)



[그림 10] RFID 미들웨어 동작 구성도(자료출처: MIT Auto-ID)

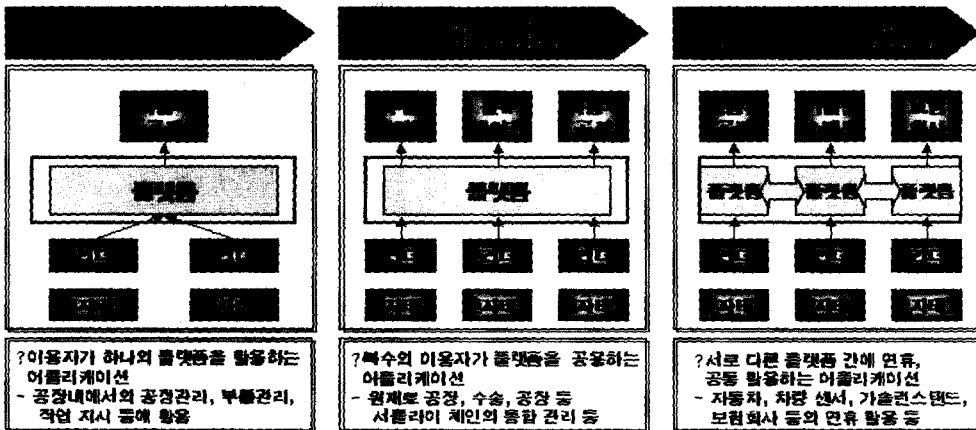
원 클 것으로 전망
o PML(Product Markup Language)

- 사물을 설명하는 표준 언어로서 HTML(Hyper-text Markup Language)은 정보가 어떻게 표시

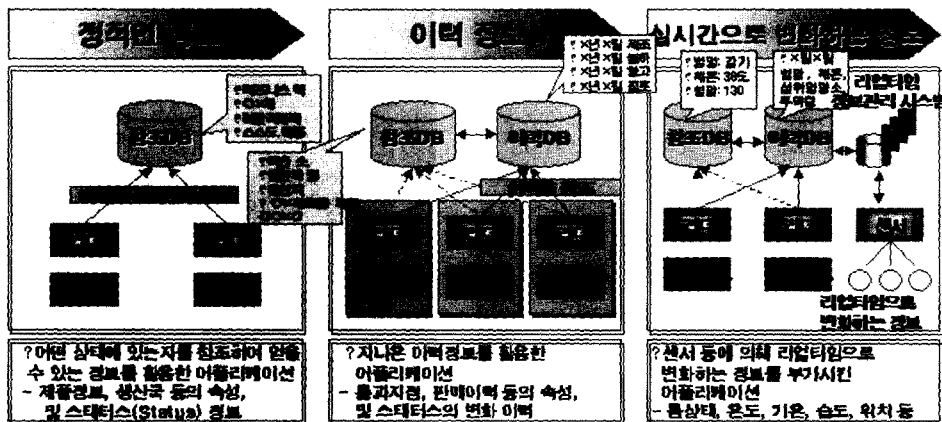
- 필지(크기, 색깔 등)를 설명
- XML(eXtensible Markup Language)은 정보의 종류(주소, 전화번호 등)를 설명
- PML은 약의 용량, 유효기간, 리사이클 정보 등을 번역하고, 마이크로 오븐, 세탁기 등의 기계에 처리명령을 주고, 온도, 습도, 압력 등의 변화 등에 대하여 communication 할 수 있도록 하는 언어

RFID 응용 서비스는 이용 분야와 처리 정보의 형태에 따라 다르며, 네트워크 플랫폼은 [그림 11]에서 보는 바와 같이 단일 조직의 업무로부터 이종 분야 업체간 연계로 발전에 따라 하나의 플랫폼으로부터 서로 다른 플랫폼간 연계로 발전하고, 응용 정보 처리 형태는 [그림 12]에서 보는 바와 같이 정적인 정보로부터 주변 환경정보의 실시간 처리로 발전하여 [그림 13]에서 보는 바와 같은 서비스를 제공한다.

4.4 RFID 응용 플랫폼 기술



[그림 11] 네트워크 응용 플랫폼 구성도(자료출처: 일본 총무성)



[그림 12] 응용 정보 처리 구조도(자료출처: 일본 총무성)

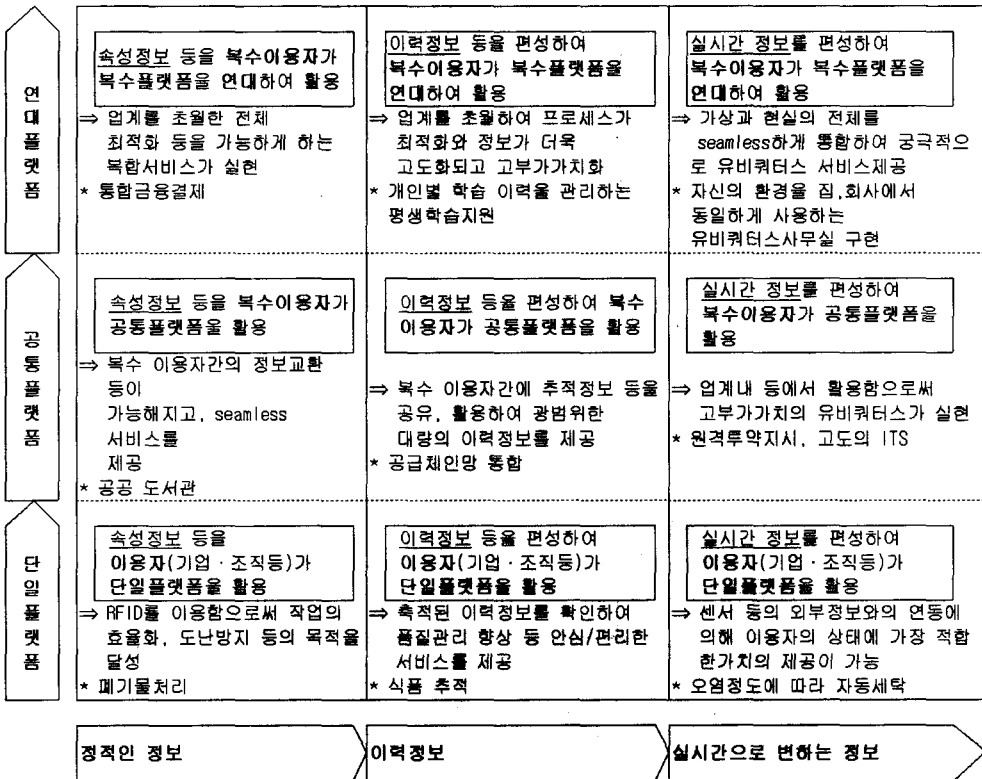
V. RFID 기술의 향후 전망

RFID 기반의 u-센서 네트워크 기술의 발전은 [그림 14]에서 보는 바와 같이 칩의 가격, 크기, 성능 등 태그(센서) 기술의 발전에 따라 시장에서의 적용이 확산되면서 태그, 리더, 네트워크 연동 및 서비스 분야별로 단계적인 발전이 예상된다. 태그가 소형화, 저능화되는 데 비하여 가격은 수 센트로 저가화가 실현되면서, 물류, 유통분야 및 환경, 재해예방, 의료 관리, 식품 관리 등 실생활에서의 활용이 확대될 것이다. 현재 읽기 전용 칩 가격은 5~20 센트로 태그 가격은 약 10~50 센트이나, 태그 가격은 수년 이내 5센트 이하로 하락할 전망이며, 1센트 이하로 칩을 구현하기 위해서는 chipless 기술 사용이 불가피하며,

2007년부터는 chipless 태그의 시장 점유율이 10 %로 높아질 전망이다. 한편, 태그의 기술은 현재의 고정된 개체 인식 코드 획득 수준에서 2007년경 다기능 태그에 의한 상황인지처리 수준으로 진화하여, 2010년 이후에는 개체간 통신기능을 갖춘 지능형 u-센서 네트워크로 발전될 전망이다[그림 14].

참 고 문 헌

- [1] U-센서 네트워크 구축 기본 계획, 정보통신부, 2004.2
- [2] 2004 RFID국제심포지엄, 2004.2.5
- [3] 정보산업, 3~4월호(통권 226호), 2004.3



[그림 13] 네트워크 플랫폼 및 정보 처리 형태에 대한 서비스(자료출처: 일본 총무성)

	2006년	2008년	2007년	2010년
자전역 CMOS 칩	NANO, MRMS 초소형 칩	폴리머 칩		
코일-권선식 안테나	표면 반성파 재질 이용 안테나			
프린팅 안테나/패키징	칩 내장형 안테나	패키지 안테나		
코드 읽기/쓰기 태그	센서통합 다기능 태그	자율통신 태그		
다중대역/광역 안테나/RF 기술	다중대역, 광대역 안테나/SDR 기술			
코일 디플렉팅 200 Tag/초	300 Tag/초	600 Tag/초		
리디/인터넛 연동	이동통신망/유대인터넛 연동	4G/6G 연동		
	발리데이션, 휴대네트워크 연동			
RFID 기술개발 RFID 기술 활용 분석 RFID 기술 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 물품 정보 인식/추적 • 환경감지 정보 이용/관리/추적 • 사물 위치 측정/추적 	<ul style="list-style-type: none"> • 생체유체 인식/관리 • 사물간 자율 통신 		

[그림 14] RFID 기반 u-센서 네트워크의 발전 전망

≡ 필자소개 ≡

표 철 석



1991년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)
 1999년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)
 1991년 1월~현재: 한국전자통신연구원 디지털방송연구단 전파기술연구그룹

RFID 기술연구팀 팀장

[주 관심분야] RF 집적형 안테나 및 차세대 무선 시스템

채 중 석



1977년 2월: 한국항공대학교 전자공학과 (공학사)
 1979년 2월: 연세대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
 1989년 2월: 연세대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)

1978년~1983년: 국방과학연구소(ADD) 연구원

1985년 3월~현재: 한국전자통신연구원 디지털방송연구단 전파기술연구그룹 RFID 기술개발 사업책임자

[주 관심분야] 전파기술, SDR 기술, 이동통신, 위성통신 등

김 창 주



1980년 2월: 한국항공대학교 전자공학과 (공학사)
 1988년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)
 1998년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학박사)

1980년~1982년: ADD 연구원

1983년~현재: 한국전자통신연구원 디지털방송연구단 전파기술연구그룹 그룹장

[주 관심분야] 전파기술, SDR 기술, 이동통신 등