

RFID/USN 기술개발 동향 및 발전 전망

장 병 준*

◆ 목 차 ◆

- | | |
|---------------|----------------|
| 1. 서 론 | 5. 표준화 동향 |
| 2. RFID 기술 개요 | 6. 향후 주요 연구 내용 |
| 3. USN 기술 개요 | 7. 맺음말 |
| 4. 국내의 연구 동향 | |

1. 서 론

최근 정보통신부의 IT 839 정책 발표에 따라 RFID/USN(RF IDentification / Ubiquitous Sensor Network)에 대한 관심이 사회 전반적으로 증대되고 있다. RFID/USN은 IPv6(Internet Protocol version 6) 및 BcN(Broadband Convergence Network)과 더불어 미래 유비쿼터스 사회의 기반인프라로써 고려되고 있으며, 현재 한국전자통신연구원(ETRI)를 중심으로 칩, 태그, 리더 및 미들웨어 분야에 대한 연구개발이 진행되고 있고, 한국전산원에서는 시범 사업을 통해 관련 서비스의 보급을 촉진하고 있다[1].

RFID/USN 기술이란 물품 등 관리할 사물에 아주 작은 전자태그를 부착하고 전파를 이용하여 사물의 정보 및 주변 환경정보를 자동으로 추출하여 인터넷이라는 기본 바탕에 우리생활의 모든 분야 즉, 식료품으로부터 축산물 관리, 폐기물 관리, 환경관리, 물류·유통, 보안 등의 영역까지 정보화를 확산시켜 비즈니스에 대변혁을 가져오고 삶의 질을 획기적으로 개선시킬 것으로 기대되는 분야이다. 이는 궁극적으로 모든 사물에 컴퓨팅 및 통신기능을 부여하여 anytime, anywhere, anything 통신이 가능한 환경을 구현함으로써 이제까지 사람 중심(anyone)의 정보화에서 사물을 중심(anything)으로 정보화의 지평을 확대시킬 수 있을

을 의미한다[2].

본 고에서는 RFID/USN 기술의 개요 및 국내의 연구동향 및 표준화 동향 등을 기술하고, 향후 RFID/USN분야의 주요 연구 내용을 제시하여 관련 산업의 확산 및 바람직한 연구 방향을 제시하고자 한다.

2. RFID 기술 개요

2.1 배경

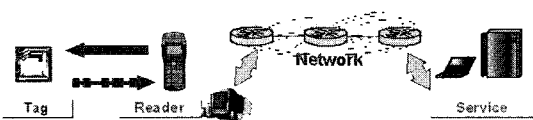
RFID 기술은 새로운 기술이 아니며, 현재 교통카드 및 사용자 인식 등의 분야에 널리 사용되고 있는 기술이다. 그런데, 최근에 갑자기 RFID 기술에 대한 관심이 높아진 이유는 무엇인가? 또 기존의 신분증이나 교통카드 시스템에서 사용되는 RFID 기술과는 어떻게 다른가?

현재까지 국내의 정보통신산업은 비약적으로 발전을 거듭하여, 가정까지 초고속 인터넷이 연결되는 상황에 이르게 되었다. 가전메이커가 현재 홈네트워크의 일환으로 개발하고 있는 지능형 가전의 경우 에어컨, 냉장고, 전자레인지 등 여러 가전제품까지도 인터넷에 연결되어 외부에서 동작시킬 수 있게 되었다. 하지만 지능형 냉장고나 전자레인지가 설치가 되었다 하더라도 단순히 외부에서 작동시키는 정도의 서비스로는 그 네트워킹 비용에 비해 효율성이 너무 낮을

* 정보통신연구진흥원

수밖에 없다. 실제로 홈네트워크가 활성화되기 위해서는 냉장고안에 들어 있는 식품이나 전자레인지로 조리하는 식품의 정보를 취급할 수 있어야만 하는데, 식품에 붙어 있는 바코드를 사용한다면, 사용자는 냉장고에 물건을 넣거나 뺄 때마다 귀찮은 정보입력을 해야만 한다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 등장한 기술이 RFID기술로, 냉장고에 부착된 리더기는 자동으로 냉장고 안에 있는 식품의 종류, 유통기한 및 조리방법 등을 표시할 수 있게 된다. 이렇게 되면 과거 PC 수준에 머물던 정보화가 모든 정보기기에 까지 확산될 수 있을 뿐만 아니라, 현재 정체되어 있는 IT산업도 국민소득 2만불 달성을 위해 다시 한번 도약할 수 있는 계기가 될 수 있을 것이다. 따라서 사물 하나 하나에 RFID 태그를 붙임으로서 사물의 정보를 인식할 수 있는 RFID 기술이 향후 정보화의 핵심기술로 대두되게 된 것이다[3].

이를 관련 산업 측면에서 기술하면, 과거에는 RFID 기술이 태그(Tag)와 리더기(Reader)가 중심의 하드웨어 산업으로 간주되었지만, 앞으로는 네트워크 기능이 RFID기술의 핵심 기술이 될 전망이다. 따라서 RFID 기술은 정보화를 사물에게까지 확대하여 인터넷을 통하여 사물의 정보를 인식하고, 응용하는 인터넷 응용 서비스 및 인프라로 인식되게 될 것이다.



(그림 1) RFID 시스템 구성도(4)

2.2 태그 기술

RFID 태그의 구성은 반도체 칩과 안테나로 구성되고, 칩에는 사물의 코드나 정보를 저장하며 리더의 요청에 의해 자신의 정보를 전송하게 된다. 태그는 리더와 전자기 에너지 교환에 의해 동작을 하며, 배터리를 사용하는 능동형(active) 태그와 배터리를 사용하지 않는 수동형(passive) 태그로 나눌 수 있다. 주파수에 따라 태그를 분류하면 종래에는 인식 거리가 짧은 125kHz, 13.56MHz용 저주파 태그가 주류를 이루었으

나, 앞으로는 인식거리가 수미터에 달하는 900MHz, 2.45GHz 대역 등 고주파 대역의 다양한 태그들이 출현되고 있다.

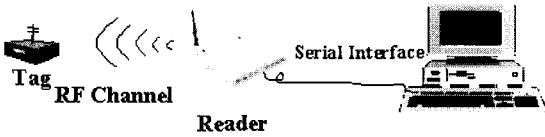
2.3 리더 기술

RFID 리더는 태그의 정보를 읽어내기 위해 태그와 송·수신하는 기기이며, 태그에서 수집된 정보를 네트워크로 전송하는 기능을 한다. 현재 RFID 리더기는 안테나 성능 및 주변 환경에 의해 인식 거리, 인식 정확도가 영향을 받아 적용 범위가 제한되는 특성이 있으므로, 향후 13.56MHz, 900MHz, 433MHz 등의 다양한 주파수대역에서 동작하는 리더기와, EPC Code 및 ISO 18000 계열의 코드 등 다중 코드를 인식하는 리더기가 필요하게 될 것이다. 따라서 다중대역/다중코드 리더기와 다양한 모바일 기기에 연동할 수 있는 리더기 등이 출현할 것으로 예상된다.

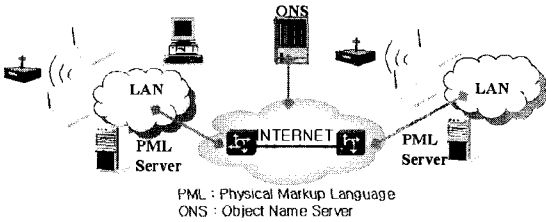
2.4 RFID 미들웨어 및 망 연동 기술

과거의 사용자 인식 기능 위주의 RFID와 현재 고려되고 있는 사물의 정보화를 위한 RFID를 구분하는 가장 큰 특징이 미들웨어와 망 연동 기능이 있는가의 차이이다. 예를 들어 RFID를 신분증으로 사용하는 회사의 네트워크를 보면, 인식된 태그의 정보는 근태관리 및 출입관리 등 회사 내에서만 사용되며, 외부의 망에서는 접속이 불가능하다. 또한 본인의 신분증은 자신이 속한 회사에서만 인식이 될 뿐 타 회사의 리더기에서는 코드 체계가 다르기 때문에 인식될 수 없게 된다. 하지만 향후 사물의 정보화를 위한 RFID 정보는 전세계 어디서나 통용될 수 있는 Global 코드가 부여되며, 각 코드는 인터넷을 통하여 다양한 응용분야에서 활용될 수 있게 된다. 그림 2는 기존의 RFID 시스템과 현재의 사물의 정보화를 위한 RFID 시스템의 네트워크 측면에서의 개념을 나타낸다.

이러한 기능을 위하여 미들웨어 기술 및 망연동 기술이 필요하게 되며, 현재 다양한 개념이 도입되고 있다. RFID 미들웨어는 현재 개념 정립 단계의 기술로, 주요개념은 MIT Auto-ID센터에서 제시한 개념을 사용

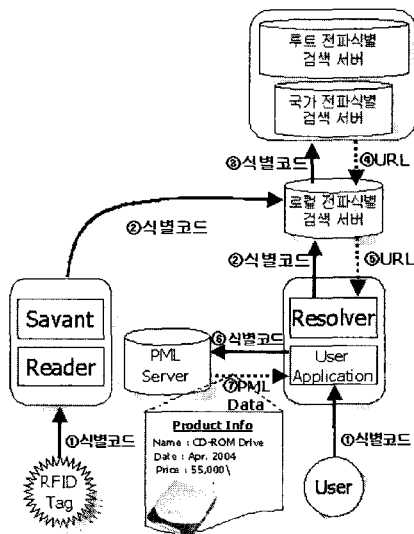


(a) 기존의 RFID망 개념



(b) 네트워킹 기능을 갖는 RFID망 개념
(그림 2) RFID 망의 진화

하고 있다. MIT Auto-ID센터에서는 다음 그림과 같이 Savant, ONS(object Naming Server), PML(Physical Markup Language) 등의 개념을 도입하였다. 다음 그림 3은 현재 한국인터넷진흥원(NIDA)에서 고려하고 있는 RFID 네트워크 서비스의 개념도를 나타낸다. ONS는 RFID에 내장된 Code를 이용하여 인터넷 상의 IP 주소와 동일한 개념으로 관련 정보를 찾아올 수 있도록 하며 미들웨어와 PML서버 간의 통신은 PML언어를 기반으로 이루어지게 된다.



(그림 3) RFID 네트워크 정보 흐름도(5)

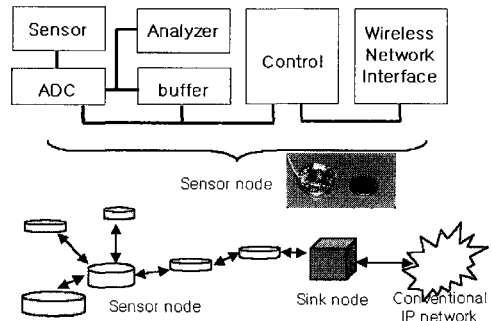
3. USN 기술 개요

3.1 배경

USN 개념은 두가지 측면에서 이해해야 하는데, 첫째는 기존의 RFID 기술에 네트워크 기능이 추가된다는 의미로 이해해야 한다. 이는 앞에서 설명한 지능형 냉장고 등에서 볼 수 있는 것으로 사물의 정보화를 의미한다. 둘째는 센서 네트워크 자체의 출현으로 센서기술 및 저가의 저전력 무선통신기술의 발달에 따라, 센서 자체의 지능이 발달되어 센서끼리 네트워킹을 구성하는 단계에 도달한다는 개념이다. 이렇게 되면, '수많은 소용량 데이터를 얼마나 효율적으로 관리할 것인가'가 중요한 네트워킹 이슈가 되며, 이는 과거의 '정보단말이 얼마나 효율적으로 서버에 접속하여 광대역 데이터를 가지고 오는가'의 측면과는 반대의 개념이 된다[3].

센서 네트워크 개념은 초기 군사용으로 도입된 것으로 2001년 미군에서 Smart Dust(모트)라고 불리는 소형 센서를 실험한 것이 그 시초이다. 미군에서는 무인 정찰기를 통해 모트들을 도로상에 뿌리면, 모트들은 서로 통신 네트워크를 형성한 다음, 센서를 활성화시켜 차량의 통과를 감시하게 된다.

이러한 센서 네트워크 개념은 무인정찰 등의 군사 응용 분야, 산불감시 등 환경 분야, 교량 검사 등의 산업 응용 분야 등 다양한 응용 분야에 사용될 수 있으며, 센서 기술 및 네트워크 기술을 기반으로 한다. 그림 4는 센서네트워크를 구성하는 센서노드의 블록도와 센서네트워크의 개념을 나타낸다.



(그림 4) 센서 네트워크 개념도

3.2 센서 네트워크 기술

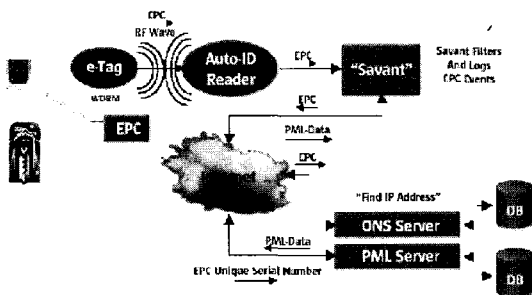
센서 네트워크 기술이 과거의 네트워크 기술과 다른 점은 저전력 소자 및 망접속 기술을 사용한다는 점이다. 저전력 기술은 센서노드 자체가 저전력으로 동작하여야 할 뿐만 아니라 망의 구성 역시 고정된 Routing기술을 사용하는 것이 아니라, Ad-hoc 네트워킹 등의 기술을 활용하여 상황에 맞는 라우팅을 형성해야 함을 의미한다.

USN에 대한 국외 연구 동향은 현재 연구개발 수준으로 대표적인 예가 Smart Dust 연구로, 미세 나노 구조를 이용하여 소형화된 센서 노드의 역할을 한다. 이러한 센서 노드는 사용전력에 민감하고 이웃하는 전파와의 간섭 혹은 충돌을 최소화하여야 하므로 다양한 분산 알고리즘 등을 이용하여 유동적으로 망을 운영하는 것을 목표로 한다.

4. 국내의 연구동향

4.1 국외 연구개발 동향

RFID/USN관련 국외 연구개발 동향으로 살펴보아야 할 기관으로는 MIT Auto-ID센터를 계승한 EPC Global 및 일본의 유비쿼터스 ID센터가 있다. MIT Auto-ID Lab은 1999년에 설립된 연구센터로서 제품에 바코드 대신 RFID 태그를 부착하여 사물을 인지하는 방법과 그와 관련된 시스템 인프라에 대한 연구 개발을 진행하고 있다. MIT Auto-ID센터에서 제시한 RFID 인프라 개념은 다음 그림 5와 같다.



(그림 5) EPC 시스템 개념도

동경대학교의 사카무라 켄 교수가 이끌고 있는 유비쿼터스 ID센터는 2003년 3월에 설립되었으며, 128bit의 "유비쿼터스 ID"를 제안하였다.

4.2 국내 연구개발 동향

정보통신부는 RFID와 USN분야를 각각 8대 서비스 및 3대 인프라의 하나로써 고려하고 있으며, 향후 유비쿼터스 사회의 핵심 기술로 보고 있다. 정보통신부는 전산원내에 RFID/USN 센터와 한국 RFID/USN 협회를 중심으로 관련 기술 개발 및 서비스 보급 및 주파수 분배 등의 주요 업무를 수행하고 있다.

주파수 분배의 경우 전세계적으로 관심이 높은 900MHz대역으로 이전 CT-2 반납대역인 908.5MHz에서 914MHz의 5.5MHz를 할당하였으며, 능동형 RFID 주파수로 현재 433MHz가 내년 중에 할당될 계획이다. 고려 중에 있다. 또한 출력 등에 관한 규정도 엄격하여 RFID 활성화에 장애요인이 되고 있으므로 RFID가 세계적으로 통용될 수 있도록 외국의 기준을 고려하여 출력제한을 완화하는 방향으로 주파수 정책을 변경하는 방안을 검토하고 있다.

기술개발은 한국전자통신연구원(ETRI)를 중심으로 칩, 태그, 리더 및 미들웨어 분야에 연구개발을 진행 중에 있으며, NIDA를 중심으로 인프라 구축을, 한국정보보호진흥원(KISA)와 ETRI를 중심으로 정보보호에 대한 기술개발을 추진할 예정이다.

RFID가 활성화되기 위해서는 다양한 응용분야에 RFID기술이 적용되어야 한다. 정보통신부에서는 국가적으로 파급효과가 큰 분야를 우선적으로 선정하여 1단계 수동 RFID, 2단계 능동 RFID, 3단계 센싱형 RFID 이용분야에 대한 시범서비스를 계획 중에 있다. 현재 정통부에서는 1차 시범사업을 진행하고 있는 주요 시범사업내용으로는 조달청의 'RFID를 이용한 물품관리시스템 구축', 산업자원부의 'RFID를 활용한 수출입 국가물류 인프라 지원사업', 국립수의과학검역원의 'RFID이용 수입쇠고기 추적 서비스', 국방부의 'RFID기술 적용 국방탄약관리시스템 시범 구축' 및 한국공항공사의 'RFID기반 항공 수하물 추적 통계 시스템'으로 구성된다.

산업자원부의 경우 RFID분야의 가장 큰 적용 분야로 고려되어지는 물류분야에 특화되어 연구개발 및 시범사업을 진행 중에 있다.

5. 표준화 동향

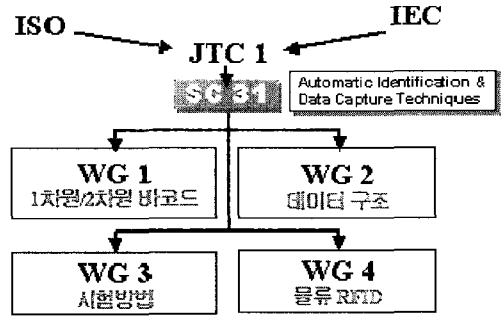
5.1 국제 표준화 추진체계

RFID의 표준화는 표준화 대상에 따라 분류되어지며, 동물 및 사람, 사물에 따라 표준화를 별도로 진행하고 있다. 기존에 사람이나 동물을 중심으로 하는 표준화는 오랜시간에 걸쳐 표준이 만들어졌는데 비하여, 사물에 관련된 표준(Item Management)은 최근 들어 RFID에 대한 관심이 집중됨에 따라 매우 빠르게 표준화가 진행중이다.

사물에 관련된 RFID의 국제표준화는 ISO(국제표준화기구)와 IEC(국제전기기술위원회)가 공동으로 구성된 ISO/IEC JTC1/SC31 산하위원회에서 진행되고 있다. 현재 RFID국제표준화는 이 SC31의 워킹그룹 4(WG4)에서 추진되고 있으며, WG4내에는 다시 4개의 서브그룹(SG)이 있어 분야별로 표준화가 진행중이다. 서브그룹 중에서 SG3에서는 주파수 대역별 Air interface의 표준화를 진행중이며, 다음 그림 1에서 사물과 관련된 RFID관련 국제표준화 조직을 나타내었다.

5.2 EPC Global

EPC Global은 EAN과 UCC가 총 800만 달러를 출자해 구 "MIT Auto ID센터"를 흡수해 설립한 비영리 기구로서 EPC코드의 보급과 EPC시스템의 표준화, 코드관리 등을 담당하고 있다. EPC Global에서는 상품 한개 한개에 96bit의 EPC code를 붙여 그 상품에 관한



(그림 6) ISO/IEC JTC1/SC31 조직도

생산정보나 유통 이력 등을 인터넷을 통해 알 수 있도록 하는 것을 목표로 하는데, 96bit의 경우 1,600만 제조자번호와 2억 7천만 상품번호 및 687억개의 상품 시리얼 번호가 부여될 수 있도록 하고 있다.

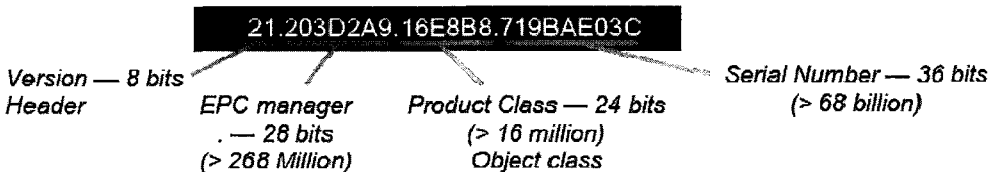
미국에서는 월마트, 국방성(DoD) 등이 EPC 시스템을 이용하여 RFID시스템의 본격 적용을 계획하고 있다.

6. 향후 주요 연구 내용

6.1 저가격화 기술

향후 RFID/USN기술의 핵심은 사물에 부착할 태그가 가장 저렴한 수동 태그의 경우 5센트 이하로 저가격, 초소형, 고기능 등의 특성을 가져야 한다는 것이다. 현재 칩의 가격이 태그 가격의 약 40%를 차지하고 있으므로 5센트 이하의 태그를 실현하기 위해서는 칩을 소형화하고 패키징 가격을 줄이는 새로운 기술개발이 필요하다. 현재는 Flip chip기술이 사용되고 있으나, 향후 칩이 작아지므로 wafer label packaging(WLP) 등의 반도체 기술을 사용하여야 한다.

최근 일본의 히다찌에서는 0.3 × 0.3 mm² 크기의 뮤칩을 개발하였고, 미국 피츠버그 대학에서는 안테나



(그림 7) EPC 코드 체계 예시(16진수 사용)

를 칩에 내장한 초소형(0.3 × 0.3 mm²) PENI 태그를 개발하였다. 하지만 실리콘 웨이퍼 상에 안테나를 부착하는 방식은 안테나 효율이 급격하게 낮아지므로 인식거리가 급격히 낮아지게 된다. 따라서 앞으로도 안테나는 외장형이 주류를 이룰 것이므로 칩의 소형화와 함께, 패키징 기술 및 소형 안테나 설계 기술 등이 주요 연구 주제가 될 것이다.

6.2 정보 보호 기술

향후 RFID/USN이 활성화하게 되면, 개인의 프라이버시 등의 정보보호 측면에서도 다양한 문제점이 발생할 것이다. 최근 한국 RFID/USN 협회에서 조사한 자료에 따르면, RFID도입 활성화를 위한 최우선 고려사항으로 개인정보보호 문제를 꼽았으며, RFID가 네트워크에 접속이 보편화 될수록 이는 점점 더 심각한 문제가 될 것이다.

서비스 측면에서는 부착하는 사물에 따라 정보보호 수준이 달라야 하는데, 일반 공산품에 붙이는 태그보다는 화폐 등에 붙이는 태그에 정보 보호 기능이 훨씬 더 강화되어야 한다. 하지만 정보보호 기능을 추가할 수록 태그의 가격은 올라갈 수 밖에 없으므로 다양한 종류의 정보 보호 기술에 대한 연구가 필요하게 된다.

6.3 센서 기술

향후 USN기술이 발전하기 위해서는 그 기반이 되는 센서 기술이 필요하며, 특히 저전력, 초소형 센서 기술이 중요하다. 현재는 MEMS기술을 바탕으로 하는 센서기술이 주요 연구테마이며, MEMS기술의 경우 반

도체에서 3차원적으로 기구물을 형성하여 센서를 구성하는 것이 가능하지만, Switch 등에서 알 수 있듯이 저전력 동작이 가능한지가 가장 중요한 연구테마이다. 즉 과거의 MEMS기술은 항공우주 분야 등 초소형, 고가인 분야에 연구가 집중되어 왔기 때문에 초소형, 고신뢰성 등에만 주로 연구가 되어 왔으나, RFID/USN분야에 적용되기 위해서는 저가격, 저전력으로 동작할 수 MEMS센서 기술이 연구되어야 한다.

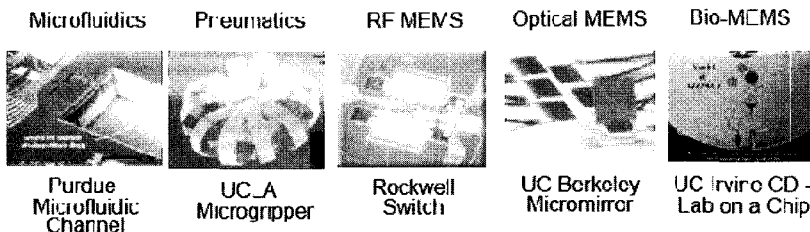
6.4 전파 간섭 기술

RFID/USN자체기술이 네트워크를 기반으로 하지만 리더와 태그간의 통신은 한정된 주파수 자원인 무선을 사용하므로, 향후 RFID의 태그 및 리더의 개수가 많아질수록 주파수 간섭 문제는 지속적인 연구 테마이다.

리더 및 태그 간의 간섭 문제, 리더 상호간의 간섭 문제, Anti-collision 문제, 향후 다양한 태그의 보급에 따른 주파수 대역의 활용 방안 등 주파수 간섭 분야에서 다양한 기술이 필요하게 된다.

6.5 위치 기반 기술

RFID/USN의 핵심 응용 분야 중에 하나가 위치 기반 정보를 이용한 응용 서비스(RTLS : Real Time Location Service)로, RFID가 위치정보까지 제공할 수 있다면, RFID의 활용은 무궁무진할 수 밖에 없다. 현재 433MHz와 2.45GHz를 사용하여 실내에서 사물의 위치를 추적하는 방식에 대한 연구가 진행중이며, 향후 지능형 로봇이나 텔레매틱스 등 위치 기반의 서비스를 제공하는 다른 신성장동력 산업에도 RFID/USN



(그림 8) MEMS 기술 개요

기술이 확산될 예정이다.

미국에서는 2003년 AIAG(Automatic Identification data collection working Group)를 중심으로 RTLS air interface 및 API(Application Program Interface)를 자체 표준인 ANSI INCITS 371로 이미 표준화가 완료된 상태이며, 현재 ISO/IEC의 SC31에서 WG5를 신설하여 국제 표준화를 진행중에 있다.

7. 맺음말

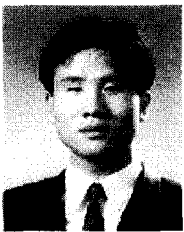
본 고에서는 RFID/USN관련 하여 기술개요, 연구개발 및 표준화 동향, 향후의 연구개발 방향 등을 기술하였다. RFID/USN은 정보통신부의 IT839전략의 핵심 서비스 및 기반 인프라로서 향후 유비쿼터스 사회의 기반이 될 것으로 사료된다. 하지만 현재 개념단계에 머물고 있는 내용이 많으며, 다양한 분야에 RFID/USN 기술을 적용하기 위해서는 핵심 기술개발 및 응용, 서

비스의 확산, 관련 표준화 지원 및 인프라 구축 등 관련 종사자들의 많은 노력이 필요한 분야이다.

참고문헌

- [1] 정보통신부, “국민소득 2만불 달성을 위한 IT839전략 기술개발 Master Plan”, 2004.6.
- [2] 조규조, “RFID정책 추진 방향”, 한국전자과학회지 Vol.15, No.2, 2004.4.
- [3] 이근호, “u센서 네트워크 기반 M2M비즈 개요와 전망”, 전파진흥, 제 14권 제1호, 2004.2.
- [4] 표철식, 채종석, 김창주, “RFID 시스템 기술”, 한국전자과학회지 Vol.15, No.2, 2004.4.
- [5] RFID/USN 국내의 적용사례 세미나, 2004.7.
- [6] Klaus Finkenzeller, “RFID Handbook” second edition, John Wiley & Sons, 2003
- [7] www.epcglobalinc.org

● 저자 소개 ●



장 병 준

1990년 연세대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1992년 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)
 1997년 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사)
 1995~1999 LG전자 멀티미디어연구소
 1999~2003 한국전자통신연구원 무선방송연구소
 2003~현재 정보통신연구진흥원
 관심분야 : RF회로설계, 이동통신, 근거리 무선통신