

센서 태그 기술

여준호

대구대학교

요약

현재 사용되고 있는 대부분의 RFID 태그는 태그가 부착되는 사물에 관한 고유한 ID 정보만을 제공하고 있으나 다양한 고부가가치를 가지는 서비스를 제공하기 위해 온도, 습도 등과 같은 주변 환경정보에 대한 요구가 증가하고 있다. 기존의 ID 획득만 가능한 태그에 외부 환경 정보를 습득할 수 있는 센서와 자체 전원 공급을 위한 박형 전지 (Film battery 혹은 Paper battery)가 추가된 RFID 태그를 '센서 태그' (Smart Active Label 혹은 RFID Sensor Tag)라고 부른다. 본 고에서는 현재 국내외에서 활발히 연구 개발되고 있는 센서 태그 기술과 이와 관련된 표준화 동향에 대해서 알아본다.

I. 서론

RFID 기술은 자동인식 (Automatic Identification, AIDC) 기술의 하나로서 각 주파수 대역별 RF 신호를 이용하여 사물에 부착된 태그로부터 사물의 정보 및 주변 환경을 비접촉식 (Contactless)으로 인식한다. 이러한 RFID 기술은 기존에 많이 사용되고 있는 자동인식 기술인 바코드를 대체하여 바코드의 여러 단점을 보완하고 상품 관리를 네트워크화 및 지능화함으로써 유통 및 물품 관리뿐만 아니라 보안, 안전, 환경 관리 등에 혁신을 선도할 것으로 전망되며, 앞으로 실현될 유비쿼터스 컴퓨팅 (Ubiquitous Computing)의 핵심 요

소가 될 것으로 예상된다. RFID 기술의 발전단계를 살펴보면 우선은 사물의 고유한 ID를 단순히 인식하는 읽는 기능 (Read-only) 중심에서 사물의 이력 정보를 관리할 수 있는 읽고 쓰기 기능 (Read/Write), 그리고 전자 태그들이 자신의 고유 정보뿐만 아니라 온도, 습도, 압력 등 주변의 정보까지 감지하는 센싱 기능 (Sensing Function)을 가지며, 궁극적으로는 이들 간에 지능형 네트워크 (Intelligent Network)를 구성하도록 하는 기능을 가지는 USN (Ubiquitous Sensor Network)으로 발전할 것이다[1-2].

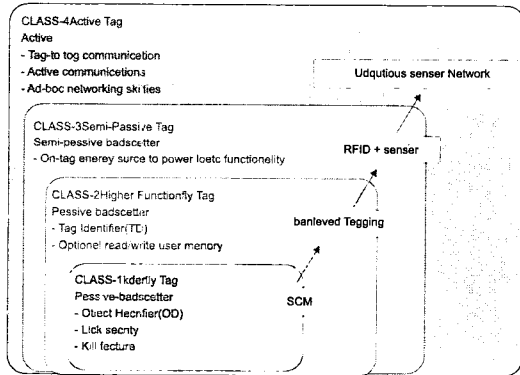
최근 증가하고 있는 주변 환경정보에 대한 모니터링 및 수집에 대한 요구를 수용하기 위하여 사물의 ID 정보뿐만 아니라 온도, 습도, 조도 등과 같은 다양한 센서 정보를 수집할 수 있는 센서 태그에 대한 기술 개발이 국내외에서 활발히 진행되고 있고, 아울러 ISO/IEC나 EPCglobal과 같은 RFID 관련 국제 표준화 기구에서도 센서 태그와 관련된 기술에 대한 표준 규격을 제정하기 위하여 작업반을 구성하여 표준화를 추진하고 있다.

본 고에서는 센서 태그의 기본 개념과 국내외 기술개발 현황을 살펴보고, 이와 관련된 국제 표준화 동향을 알아본다.

II. 센서 태그 기술 동향

산업계 주도의 민간표준화기구인 EPCglobal에서는 RFID 태그를 그 기능에 따라 크게 4개의 다른 Class로 분류하고 있다. (그림 1 참조) Class 0, Class 1 및 현재 대부분 사용되

고 있는 Class 1 Gen 2 태그는 수동형 태그로서 ID 정보를 제공하며 읽고 쓰는 기능을 이용하여 바코드를 대체하는 물류와 유통을 위한 SCM (Supply Chain Management)을 목표로 하고 있다. Class 2 태그는 Class 1기능에서 TID (Tag Identifier)와 사용자가 읽고 쓸 수 있는 사용자 메모리 (User memory) 부분이 확장되어서 SCM 뿐만 아니라 일반 사용자가 물품을 관리할 수 있는 사용자의 "Item level tagging"을 실현할 수 있을 것으로 예상된다. Class 3 태그는 반 능동형 (Semi-active) 혹은 반 수동형 (Semi-passive) 태그로서 수동형 태그에 전지가 추가되어 인식 거리 향상뿐만 아니라 RFID와 센서가 결합된 형태의 응용이 가능할 것으로 보인다. Class 4 태그는 자체 전원과 RF 송수신기(Transceiver)가 내장된 능동형 태그로써 궁극적으로 능동형 태그가 진화하여 지능화된다면 태그가 다른 태그와 통신할 수 있는 기능을 가지고 있어서 태그들 간에 ad-hoc 네트워크의 구성이 가능한 유비쿼터스 센서 네트워크를 구현할 수 있다.



(그림 1) EPCglobal의 RFID 태그 분류

한편, 기존의 ID 획득만 가능한 태그에 외부 환경 정보를 습득할 수 있는 센서와 자체 전원 공급을 위한 박형 전지 (Film battery)가 추가된 RFID 태그를 '센서 태그' (Smart Active Label 혹은 RFID Sensor Tag)라고 부르며, 통신 방식에 따라 크게 반 능동형 방식 (Semi-passive, Semi-active 혹은 Battery-assisted passive)과 능동형 방식 (Active)으로 구분할 수 있다.

반 능동형 방식은 반 수동형, 전지지원 수동형 등으로도 불리며, 기존 수동형 RFID 태그에 자체 전원 공급을 위한 전

지를 추가하여, 수동형 태그의 최대 문제점인 인식률을 개선하고 부착물체의 영향을 보완하여 인식거리를 2배 이상 향상시킬 수 있다 (10 ~ 30m). 이러한 반 능동형 센서 태그는 EPCglobal의 RFID 태그 분류상에서 Class 3 태그에 해당하며 실제로 미국의 Intellex사는 자사 제품을 Class 3 태그로 부르고 있다. 반면, 능동형 방식은 RF 송수신기를 가져서 자체적으로 신호를 리더로 보낼 수 있으며 인식거리가 50m ~ 100m까지 확대할 수 있다. 능동형 센서 태그는 EPCglobal의 Class 4 태그에 속한다고 할 수 있다.

현재 가장 널리 사용되고 있는 수동형 태그와 이것의 인식거리를 늘릴 수 있는 반 능동형 태그의 인식거리 성능을 비교하기 위하여 각 태그의 무선 링크 버짓 (Radio Link Budget)을 Friis 전송 방정식 (Friis Transmission Equation)을 이용하여 구할 수 있다 [8-9]. 이 때 리더 및 태그 안테나의 임피던스 (Impedance)와 편파 (Polarization)는 정합되었다고 가정한다.

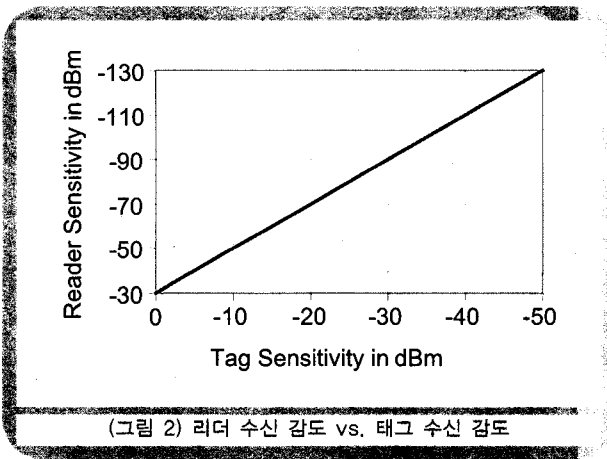
$$P_{tag} = P_{readerTx} \cdot \frac{G_{readerTx} \cdot G_{tag} \cdot \lambda^2}{(4\pi R)^2} \quad (1)$$

여기서, P_{tag} 는 태그 안테나에 수신된 전력, $P_{readerTx}$ 는 리더의 송신 전력, $G_{readerTx}$ 는 리더 송신 안테나의 이득, G_{tag} 는 태그 안테나의 이득, λ 는 동작 주파수에 따른 파장, R 은 리더와 태그 사이의 거리 (m)이다. 태그와 리더가 모두 최대 통신 거리를 낼 수 있는 정합 링크 (Matched Link)를 가정하면 식 (1)을 리더 수신 감도와 태그 수신 감도로 나타낼 수 있다.

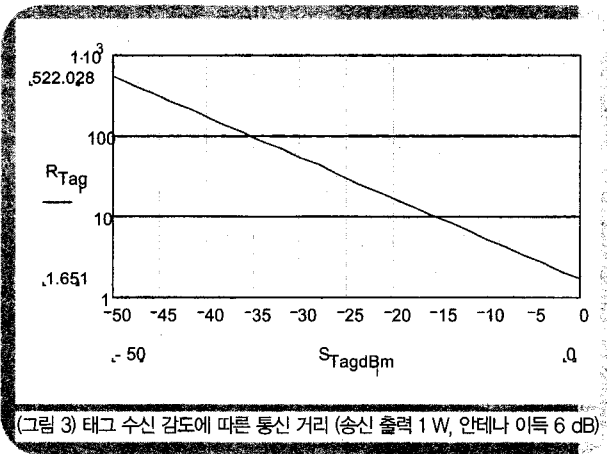
$$S_{reader} = \frac{eS_{tag}^2}{(P_{readerTx})} \quad (2)$$

여기서, S_{reader} 는 리더 수신 감도 (Reader Receiver Sensitivity), S_{tag} 는 태그 수신 감도 (Tag Receiver Sensitivity), e 는 반사 효율 (Reflection Efficiency), $P_{readerTx}$ 는 리더의 송신 전력이다.

ASK (Amplitude Shift Keying) 변조 방식의 경우 e 는 1로 가정할 수 있다. 식 (2)로부터 리더 수신 감도가 태그 수신 감도의 제곱에 비례한다는 것을 알 수 있다. (그림 2)에는 리더 송신 전력이 1W일 때 태그 수신 감도에 따른 리더 수신 감도를 나타내고 있다.



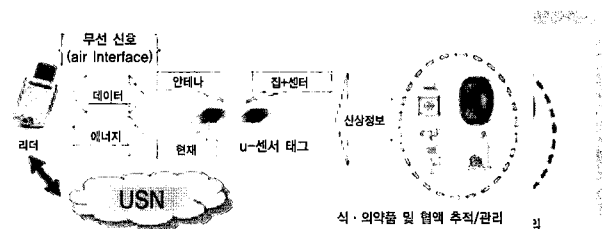
현재 상용으로 판매되고 있는 대부분의 수동형 태그의 최소 수신 전력은 -10 dBm (100μW) 정도이므로 수동형 리더에서 요구되는 최소 수신 감도가 -50 dBm임을 (그림 2)로부터 알 수 있다. 대부분의 상용 수동형 리더들의 수신 감도가 -50 ~ -70 dBm 범위에 있으므로 이 조건을 만족하고 있음을 알 수 있다.



(그림 3)에는 리더 송신 출력 1W와 안테나 이득 6 dB일 때 리더와 태그의 이상적인 통신 거리 (R_{tag})가 태그 수신 감도 (S_{tag})에 따라 로그(Log) 단위로 나타나 있다 [8]. 수동형 태그의 경우 태그 수신 감도를 -10 dBm으로 가정할 경우 통신 거리가 5 m임을 알 수 있다. 또한, 반 능동형 태그의 경우 태그 수신 감도가 -25 dBm일 경우 30 m 정도의 통신 거리를, -35 dBm 일 경우 100 m의 통신 거리를 가질 수 있음을 알 수

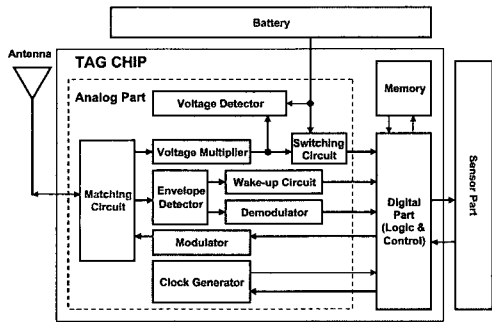
있다. 한편, (그림 2)를 통해 통신 거리 30 m를 위해서는 리더 수신 감도가 -80 dBm이하, 통신 거리 100 m를 위해서는 리더 수신 감도가 -100 dBm 이하가 되어야 함을 알 수 있다. 그러므로 반 능동형 센서 태그 시스템 개발에 있어서는 리더와 태그의 수신 감도를 기존 수동형 시스템에서 얼마의 비용으로 어느 정도까지 구현할 수 있는가가 시스템 성능 뿐만 아니라 시장 점유에 매우 중요한 역할을 한다고 볼 수 있다. 미국 Intellex사의 Class 3 태그의 경우 위의 그래프를 바탕으로 -35 dBm 이하의 태그 수신 감도와 자체 전지를 이용하여 최대 100 m의 통신이 가능하다고 주장하고 있으나 실제 환경에서 100 m의 통신 거리가 나올 수 있는지는 검증되지 않았다. 실제 리더와 태그의 통신 환경에서는 리더와 태그 가까이 있는 물체, 다중 경로 (Mutipath)로 인한 페이딩 (Fading), 사람이나 물체에 의한 흡수 (Absorption)과 같은 현상을 고려해야 하므로 통신 거리가 많이 줄어들며 경우에 따라서는 통신 거리가 증가할 수도 있다. 또한 반 능동형 센서 태그 시스템의 경우 리더와 태그의 통신 거리가 늘어남에 따라 리더간의 간섭, 리더와 태그 간의 간섭의 영향을 더 많이 받을 수 있으므로 이에 대한 분석과 대책이 필요하겠다.

반 능동형 센서 태그 기술은 기존 수동형 RFID 태그에 자체 전원 공급을 위한 박형 전지를 부가하여, 수동형 태그의 최대 문제점인 인식률을 개선하고 부착물체의 영향을 보완하여 인식거리를 2배 이상 향상시킬 수 있는 기술이다. 반 능동형 태그는 센싱 기능을 추가하여, 식의약품 관리, 혈액 관리, 자동차 및 교통 분야, 환경 관리 분야 등의 다양한 분야에 적용될 수 있다. 이러한 저가형 반 능동형 RFID 센서 태그는 수동형 태그가 성능 면에서 차지할 수 없고 능동형 태그가 가격 면에서 담당할 수 없는 응용 분야에서 최소의 가격으로 최대의 성능을 발휘할 수 있는 장점이 있다.



(그림 4) 반 능동형 센서 태그 시스템

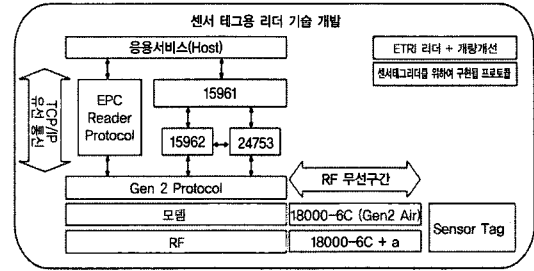
반 능동형 센서 태그 시스템은 (그림 4)와 같이 리더 및 태그로 구성된다. 라벨형 반능동형 센서 태그는 칩, 센서, 안테나, 박형 전지 등으로 구성된다. 박형 전지는 얇고 구부릴 수 있는 1차 전지로 서 두께가 1mm이하이며, 안테나와 함께 라벨형 태그로 단일 패키징이 가능하다. 반능동형 센서태그는 인식거리를 향상시키기 위해 기존의 수동형 태그보다 수신 감도를 향상시켜야 하며, 전지를 사용하여 대기 상태에 있다가 리더로부터 활성화 명령어 (Activation command)를 받았을 때만 깨어나서 리더가 설정한 방식으로 센서로부터 데이터를 수집하여 메모리에 저장 또는 실시간으로 전송하여야 한다. 이를 위해서 최소의 전류로 동작할 수 있는 저전력 웨이크업 (Wake-up) 회로가 태그의 아날로그부에 추가되어야 한다. 또한, 필요에 따라서는 전지 수명이 다했을 경우 메모리에 저장된 데이터를 리더로 전송하기 위하여 수동형 태그로도 동작해야 한다. 그리고 태그 디지털부도 활성화 (Activation)/비활성화 (Deactivation) 및 각종 센서 데이터와 관련된 명령어를 처리할 수 있는 기능이 추가되어야 하고 센서 데이터를 획득하여 처리할 수 있는 인터페이스가 포함되어야 한다. (그림 5)에는 웨이크업 회로를 포함한 반 능동형 센서 태그의 구성도 예가 나타나 있다.



(그림 5) 반 능동형 센서 태그의 구성도 예

한편, 반 능동형 센서 태그용 리더는 기존 수동형 리더의 기능 외에 센서 데이터와 전지의 관리 기능을 수행하며, 이와 관련된 명령어를 처리할 수 있어야 한다. 기존의 수동형 리더에 추가되어야 할 부분이 (그림 6)에 나타나 있다. 여기서, ISO/IEC 15961은 호스트와 RFID 리더간의 응용 명령/응답 및 데이터 포맷 형식에 대한 규격이며, ISO/IEC 15962는

리더의 커맨드 포맷, 태그 드라이버, 논리 메모리 등에 대한 규격이다. 그리고, ISO/IEC 24753은 센서 데이터 구조와 센서 데이터 처리에 대한 규격으로 기존의 수동형 리더에는 없던 규격이다.

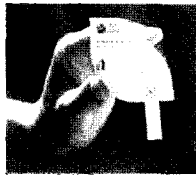


(그림 6) 반 능동형 센서태그용 리더 관련 규격

이러한 반 능동형 센서 태그 시스템은 기존의 수동형 방식인 EPCglobal Class1 Gen2 프로토콜을 토대로 센서 데이터를 처리할 수 있고 인식거리도 비슷한 Gen2 기반 반 능동형 센서 태그 시스템 (~10m)과 30m 이상의 통신거리를 보장하기 위하여 다른 코딩 방식과 리더 및 태그의 수신 감도를 향상시켜 사용하는 장거리용 반 능동형 센서 태그 시스템으로 구분할 수 있다.

대표적인 박형 일차전지 업체로는 이스라엘의 PowerPaper사가 있다. 아직 기술이 완숙기에 접어들었는지에 관해서는 다소 이견들이 있으나, 2005년에 기술 개발을 완료했다고 선언하고 있으며, 본격적으로 제품을 출시한다고 밝혔다. 국내에서는 ETRI와 로케트 전기가 독자적으로 박형 일차전지를 개발하여 상용화를 추진하고 있다. PowerPaper사의 박형 전지는 (그림 7)에 보여지는 것처럼, Polyester계 고분자 필름 표면에 전극을 코팅하여 단전지 형태로 구성한 것으로, 겉포장지를 포함한 전체 두께가 1mm 이하로 전지내 활물질/도전체 성분을 제외하고는 금속 또는 무기를 성분은 전혀 사용되지 않았다. 집전체 막과 전극 층간의 접착 및 전극 및 전해질 간의 접착이 우수하였고, 구부림이 가능하고 가벼우면서도, 매우 저렴한 박형의 특징을 나타내었다. 이러한 박형 전지는 고분자막 형태의 포장재 겸 집전체를 사용한 구조인 것을 제외하고는 전극 및 전해질 내 구성 성분 및 조성이 기존의 원통형 AA/AAA 사이즈

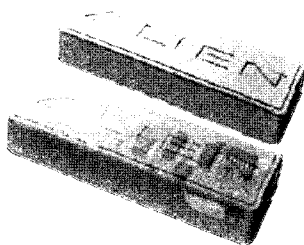
의 망간 또는 알칼리 전지와 거의 유사하며, 단위면적당 방전 용량은 2.5mAh/cm²이다.



(그림 7) Powerpaper사의 박형 전지의 구성

센서 태그 기술과 관련하여 외국에서는 지난 2002년에 박형 전지 제조 회사인 Powerpaper사와 Graphic Solutions, KSW Microtec, Zebra 등의 회사들이 주축으로 민간 표준 단체인 SAL-C (Smart Active Label Consortium)를 설립하였으며, 반능동형 및 능동형 태그의 연구 개발 및 사용을 촉진하기 위하여 노력하였으나 최근에는 활동이 거의없는 상태이다. 한편, Alien Technology사, Identec Solutions사 및 Intelleflex사 등에서는 자체적으로 센서 태그 기술을 개발하여 미국이나 유럽 등에서 시장을 개척하고 있다. 우리나라도 정통부와 ETRI를 주축으로 2005년부터 UHF 대역 반 능동형 센서 태그 시스템 기술 개발을 활발히 진행해오고 있다.

현재 반 능동형 방식으로 센서 정보를 획득할 수 있는 상용 RFID 태그는 Alien사의 ALB-2484가 있다. 이 태그는 2.45



(그림 8) Alien사의 반 능동형 태그

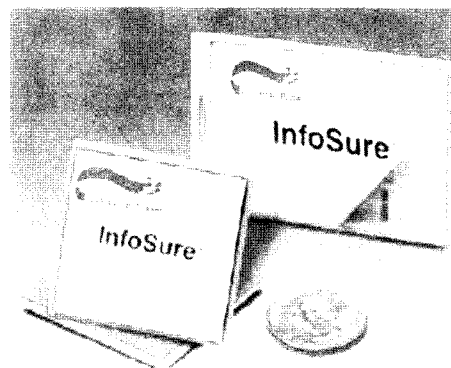
GHz 대역에서 동작하는 보드 형태의 태그이며, 온도 센서와 RTC (Real Time Clock)를 내장하고 있다. 또한, 4 KByte의 RAM을 가지며, 최대 30m의 거리에서 읽고 쓸 수 있다.

이와 달리 능동형 방식으로 온도 센서 정보를 획득할 수 있는 태그가 Identec Solutions사의 I-Q 태그이다. 최대 100m까지 읽고 쓸 수 있으며 8 KByte의 메모리를 지원한다. AA전지를 사용하며 최대 6년까지 사용가능하며, 온도 범위는 -40 ~ 80℃ 이다.



(그림 9) Identec Solutions사 I-Q Tag

한편, 미국의 Intelleflex사는 Manchester 코딩 방식과 FSK 변조 방식을 바탕으로 최대 100 m까지 통신이 가능한 반 능동형 태그 (Class 3 태그)를 개발하여 전세계적으로 판매를 추진하고 있다.

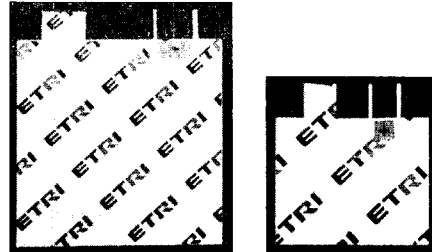


(그림 10) Intelleflex사 Infosure 태그

국내에서의 센서 태그 기술 개발은 ETRI와 공동개발업체들을 중심으로 진행되고 있다. ETRI는 2006년까지 기존 수동형 Gen2 리더를 기반으로한 반 능동형 센서 태그 시스템 기술을 개발하여 보드형 반 능동형 센서 태그, Gen2 기반 반 능동형 센서 태그 리더, 반 능동형 센서 태그용 박형 전지에 대한 시제품을 개발 완료하였다. ISO/IEC 18000-6 REV. 1 과 ISO/IEC 24753에 표준 기고하여 채택된 센서 태그 관련 추가 명령어와 센서 데이터 구조 및 센서 인터페이스에 관한 표준 규격을 바탕으로 온도 센서 데이터를 처리할 수 있는 반 능동형 센서 태그 리더와 보드형 태그를 개발하였고 현재 인식거리는 수동형 리더의 한계로 인하여 최대 9m까지 가능하다.

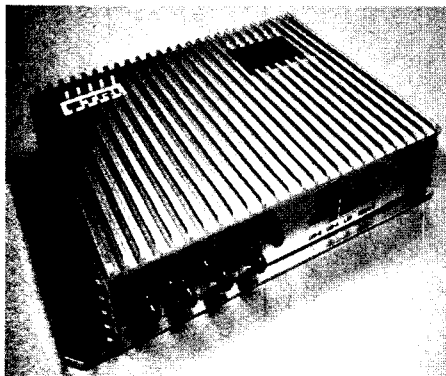
또한, 개발된 반 능동형 센서 태그용 박형전지는 전지 용량이 2.5mAh/cm²으로 이스라엘의 Powerpaper사의 페이퍼 전지와 비슷한 용량을 가진다. 2007년부터는 인식거리를 30

m까지 늘리기 위해 장거리용 반 능동형 센서 태그용 리더와 태그 기술을 개발하고 있다.

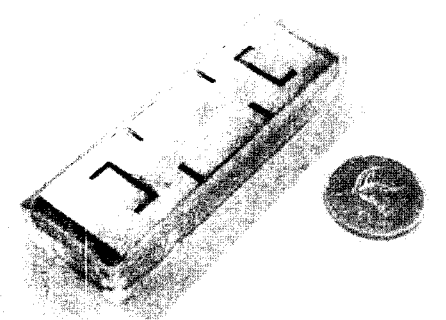


Type A	Type B
(55mmx55mmx0.67mm, ~1.5V, ~25mAh)	(27.5mmx33mmx0.67mm, ~1.5V, ~7.7mAh)
Active Area : 38mmx38mm	Active Area : 13.5mmx19mm

(그림 13) 반 능동형 센서 태그용 박형 전지 (ETRI)



(그림 11) 반 능동형 센서 태그 리더 (ETRI)



(그림 12) 반 능동형 센서 태그 보드 (ETRI)

III. 센서 태그 국제 표준화 동향

국제 표준화 단체인 ISO/IEC에서 진행하고 있는 RFID 기술 표준화 작업은 ISO/IEC JTC1의 SC31에서 담당하고 있으며, 그 중 WG4에서 '사물 관리를 위한 RFID (RFID for Item Management)' 에 대한 표준화를 진행하고 있으며, WG4는 다시 5개의 서브 그룹(SG: Sub-Group)으로 구성된다. SG1에서는 RFID 시스템 구성 요소들 상호간에 주고받는 데이터 및 관리 프로토콜의 표준화를, SG2는 RFID 칩 또는 태그의 유일한 식별을 위한 표준화를, 그리고 SG3는 RFID 주파수 대역별 Air Interface의 표준화를 담당하고 있다. 또한, RFID가 라디오 주파수에 관련된 사항인 만큼 국가 및 지역에 따른 규제 사항을 논의하기 위한 SG4가 있으며, RFID 활용을 위한 요구사항을 마련하기 위한 별도의 리포트 그룹인 ARP (Application Requirement Profile)가 SG5로 되어 WG4의 각 서브 그룹에서 제정된 표준의 응용방안에 대해 논의하고 있다. 현재 SG2와 SG4는 해산되었으며, 3개의 하위 그룹(SG1, SG3, SG5)만이 활동하고 있다.

현재 SC31/WG4에서의 표준화 방향은 기존의 Air Interface 및 데이터 프로토콜에 대한 개정 작업과 RFID 태그에 센서와 전지가 추가되었을 때 전지 지원 및 센서 기능을 어떻게

수용할 지를 중점적으로 다루고 있다. 이를 위해 WG4/SG3에서는 우선 전지 지원 및 센서 기능을 지원하기 위해 필요한 명령어의 일반적인 기능을 정하기 위한 작업반을 결성하여 기능 정의 작업을 진행했으며, 이러한 기능을 각각의 Air Interface 마다 (ISO 18000-3, -6, -7 중심) 적용하기 위한 수정 작업을 추진하고 있다. WG4/SG1에서는 센서 데이터 구조, 센서 데이터 부호화 및 처리, 센서 드라이버 등과 관련된 새로운 표준인 ISO/IEC 24753과 RFID 리더 관리 및 미들웨어 기능과 관련된 Software System Infrastructure (SSI)에 관한 표준인 ISO/IEC 24791에 대한 표준화 작업을 진행 중에 있다. 또한, 전지 및 센서를 지원하기 위한 응용 커맨드 (Application Command)와 응답 (Response)을 추가하고 ISO/IEC 18000-6 type C 내용을 반영하기 위해서 기존의 ISO/IEC 15961과 15962의 개정도 작업 중에 있다.

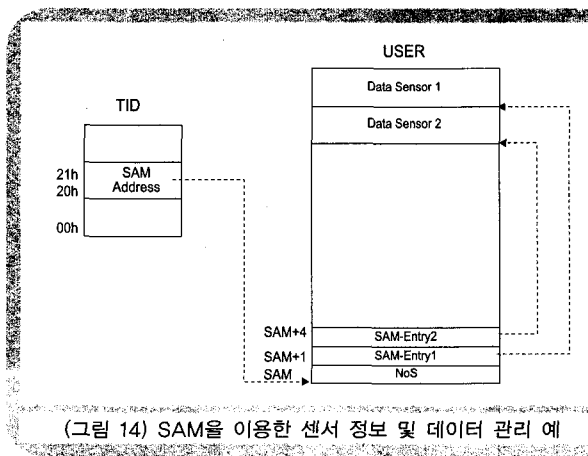
기존 Air Interface에서 전지 지원 및 센서 기능의 추가와 관련하여 WG4/SG3에서의 표준화 진행 상황을 살펴보면, Part-2와 -4는 전지 및 센서 기능의 추가를 필요로 하는 사업이나 응용 분야가 없어서 표준화에서 배제하기로 했으며, 현재 가장 관심을 가지고 있는 Part-3 (13.56MHz)와 -6(UHF)에 대해서는 작업반 (Ad Hoc Group)을 구성하여 표준화 작업을 진행하기로 결정하여 개정 작업 중에 있다. 또한, 전지 지원 및 센서 기능을 합쳐서 고려하지 않고 전지 지원과 센서 기능을 분리해서 다루기로 했다. 센서 기능은 모든 Air Interface에 사용할 수 있도록 일반적으로 정의하며, 센서 데이터를 처리하는데 새로운 명령어를 추가하기 보다는 기존의 명령어를 이용하기를 권장하였다. 그러나 실제 기존의

명령어를 이용하여 센서 데이터를 처리할 경우 리더와 태그 간의 통신을 통한 처리 시간이 오래 걸리므로 센서 데이터 처리 명령들을 추가하여 필요에 따라 선택적으로 사용할 수 있도록 하였다. 그리고 태그에 부착된 센서는 TID (Tag Identifier) 메모리나 DSFID (Data Storage Format Identifier) 등을 이용하여 고정된 주소를 통하여 관리하며 Sensor Address Map (SAM)을 통해 메모리 위치에 매핑하도록 하였다 [3]. 그림 14에는 ISO/IEC 18000-6C 태그에서 TID 및 User 메모리와 SAM을 이용한 센서 정보 및 데이터 관리 예가 나타나 있다. 전지 지원 (Battery-assist) 기능의 경우, 현재 관심을 모으고 있는 UHF대역의 18000-6의 경우 수동형 태그와 전지 지원형 태그를 분리하기 위해서 전지 지원형 태그를 분리하기 위한 Query명령어 (Query-BAT)를 추가하였고, Activation, Deactivation 및 센서 처리 (Sensor Handling) 등과 관련된 명령어들은 선택적으로 사용할 수 있도록 권장하였으며 EPCglobal Class 1 Gen 2 ver. 1.2의 변경 내용 (PC Bit 15 - Indication of existence and data in user memory (XOR), PC Bit 16 - XPC - Extended PC bits (XOR), Block permalock, Tag re-commissioning)을 반영하기 위하여 Revision 1으로 개정 중에 있다.

WG4/SG1에서의 현재 표준화 진행 상황을 살펴보면, 전지와 센서 지원을 위한 데이터 암호화 및 처리에 관한 표준인 ISO/IEC 24753과 관련해서는 RFID 센서와 관련된 새로운 표준안을 만들기 보다는 IEEE 1451 전문가들과 협력하여 기존의 IEEE 1451 표준을 변경하여 RFID 센서에 맞게 적용할 수 있도록 하는 방향으로 진행되고 있으며 이 방안을 어떻게 수용할 지에 대해서 작업반에서 논의가 계속되고 있다. 이와 관련하여 IEEE 1451에서도 RFID와 관련하여 IEEE 1451.7 Sensors for RFID라는 새로운 표준을 준비하고 있다.

ISO/IEC와 별도로 산업계의 자발적인 표준화 단체인 EPCglobal에서도 전지 지원 및 센서 기능에 대해서 2006년 초에 HAG (Hardware Action Group) 산하에 SBAC (Sensors and Batteries Ad Hoc Committee)를 결성하여 전지 지원 및 센서 기능이 추가된 RFID 태그에 대한 비즈니스 전망과 표준화 항목 등에 대해서 작업 중이다.

이와 관련하여 다양한 산업계 및 사용자 요구조건을 만들기 위해서 HAG (Hardware Action Group), SAG (Software Action Group), BAG (Business Action Group)의 회원들이

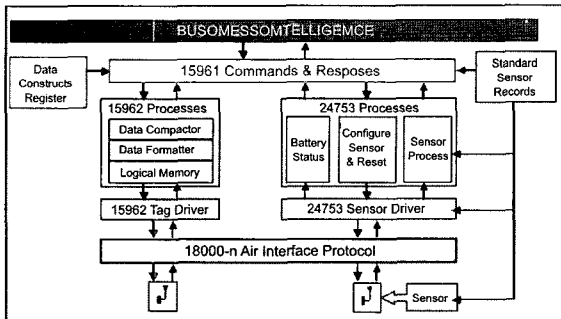


(그림 14) SAM을 이용한 센서 정보 및 데이터 관리 예

참여하는 SB JRG (Sensors & Battery Joint Requirement Group)을 2006년 9월에 결성하여 작업하고 있으며 공동 요구조건을 만든 후에 이를 바탕으로 표준화 작업을 진행할 예정이다. SB JRG는 2007년 상반기에 사용자들의 요구가 크게 없다고 판단하여 잠시 중단하였으나 2007년 6월부터 다시 활동을 재개하였다.

IV. ISO/IEC 15961, 15962 및 24753

ISO/IEC 15961, 15962 및 24753을 기반으로 전지 및 센서 지원 기능이 추가될 때 리더에서 구현되는 응용 인터페이스 모델 (Application Interface Model)이 그림 15에 나타나 있다 [4]. 이 모델은 ID 정보를 처리하기 위한 명령/응답과 ID 데이터 부호화 법칙, 논리 메모리 기능 및 태그 드라이버 등을 정의한 ISO/IEC 15961과 15962에 센서 및 전지 데이터를 처리하기 위해 ISO/IEC 24753 이 추가된 형태이다.

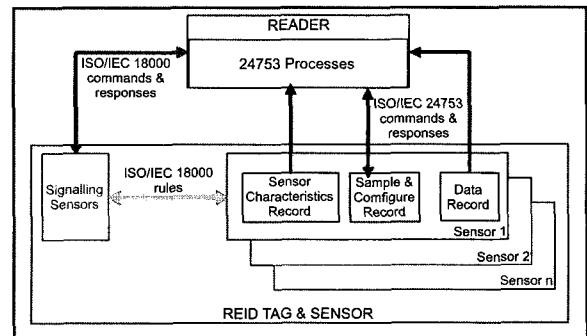


(그림 15) 전지 및 센서 지원 기능이 추가된 리더의 응용 인터페이스 모델

ISO/IEC 15961은 호스트와 RFID 리더간의 응용 명령/응답 및 데이터 포맷 형식에 대한 규격이며, ISO/IEC 15962는 리더의 커맨드 포맷, 부호화 규칙, 태그 드라이버, 논리 메모리 등에 대한 규격이고, 2004년에 모두 IS (International Standard)로 제정되었다. 전지 및 센서 지원 기능을 위해서는 기존의 ISO/IEC 15961에 태그의 센서 유무, 센서 종류/기능, 센서 데이터 획득, 전지 상태 등을 확인할 수 있는 응용 명령과 응답이 추가되어야 한다. 현재 이 부분은 개정되고

있는 ISO/IEC 15961-4에서 표준화 작업을 진행할 예정이다. 현재, WG4내에 SG1 에서는 이미 표준화 작업이 완료되었던 ISO/IEC 15961과 15962에 대해서 새로 추가된 ISO/IEC 18000-6 type C 내용을 반영하고 AFI (Application Family Identifier) 사용 확대를 위해 개정 작업이 진행 중이다. 개정 중인 ISO/IEC 15961은 4개의 part로 나누어 지며, part1 은 기존 ISO/IEC 15961 내용을 그대로 적용한 어플리케이션 인터페이스, part2 는 AFI 등록에 관해서, part3 는 AFI를 고려한 RFID 데이터 구조와 규칙들에 관해서 설명 되어 있다. 그리고 part4는 센서와 전지 사용을 위해 추가되어야 하는 명령과 응답에 대한 내용이다.

ISO/IEC 24753은 Air Interface와 태그 구조에 상관없이 사용할 수 있는 센서 종류, 특성 등에 관한 코드 구조를 정의하고, 태그의 센서를 인식한 후 센서 종류 및 특성 정보를 센서로부터 받아서 특성에 맞게 센서 데이터를 처리하는 프로세스가 정의되며, 다양한 종류의 센서를 지원하기 위해 동일한 구성 법칙 (Configuration Rule)과 리셋 (Reset) 기능을 제공하며, 태그의 전지 상태를 받아서 처리하는 프로세스가 정의되고, 센서 드라이버 (Sensor Driver)를 정의한다. 센서는 직렬 (Serial) 혹은 병렬 (Parallel) 포트 (Port), 혹은 ADC (Analog to Digital Converter)를 통해 태그와 연결되며, 센서 드라이버는 각 Air Interface 별로 어떻게 센서를 지원하고 연결할 지에 대한 법칙을 정의하고 있다. 또한, 센서 드라이버는 ISO/IEC 15961 응용 커맨드를 받아서 각 Air Interface 에서 실제로 사용할 수 있는 커맨드 코드 (Command Code)로 포맷을 바꾸어 주는 역할도 수행한다.



(그림 16) 센서 정보 모델 (Sensor Information Model)

(그림 16)에는 센서 정보 모델 (Sensor Information Model)로서, 리더와 태그/센서의 구성 요소 사이에 상호 관계와 태그 혹은 센서에 저장되는 센서 종류/기능 및 특성에 관한 정보를 나타내고 있다. RFID 태그와 센서는 크게 3가지 형태로 결합될 수 있다. 첫째, IEEE 1451에 정의된 Smart Transducer와 같이 센서는 메모리와 프로세서를 가진 독립적인 장치로서 플러그 앤 플레이 (Plug & Play) 방식으로 포트 등을 통해 태그와 단순히 통신하며, RFID 태그와 Air Interface는 단지 센서 장치를 위한 통신 채널 (Communication Channel) 역할을 수행한다. 둘째, 모든 센서 기능이 RFID 태그 내에 집적 회로 형태로 결합된 센서 구조가 있다. 이 경우에 모든 센서 정보는 태그 메모리에 저장되고 센서의 제어를 위해서 특정한 명령어를 사용한다. 세 번째 구조는 위의 두 경우를 혼합한 방식으로서 센서가 독립적인 장치로 동작하나 그 기능이 간단해서 센싱한 데이터를 단순히 태그에 전달하는 역할을 한다. 센싱된 데이터와 시간 정보 등은 태그 메모리에 저장할 수 있다. RFID 태그 혹은 센서 자체에 저장되는 센서 메모리 레코드 (Sensor Memory Record)는 크게 4가지로 나눌 수 있다. 센서 특성 레코드 (Sensor Characteristics Record)는 센서 종류, 특성 등과 같은 센서의 기본적인 기능을 정의하며 읽기만 (Read-only) 가능하다. 센서 종류와 그 코드 값은 IEEE 1451.0 TEDS에 정의된 것을 그대로 사용하고 있다. 샘플링 및 구성 레코드 (Sampling & Configure Record)는 센서의 샘플링 주기, 경계 값 등 실제 센서가 센싱하기 위해 필요한 정보를 정의하며 센서가 Air Interface 통신과 독립적으로 센싱 기능을 수행하여 데이터를 생성할 수 있도록 한다. 샘플링 및 구성 레코드의 값들이 권한을 가진 사용자에게 의해서만 설정할 수 있도록 하기 위해서는 Air Interface에 보안 기능이 추가되어야 한다. 데이터 레코드 (Data Record)는 이진 형태의 (Binary Format) 센서로부터 센싱한 데이터이다. 그리고 그림 11에는 나타나 있지 않지만 위의 3가지 레코드 이외에 IEEE 1451.4와 호환이 될 수 있도록 센서 식별자 (Sensor Identifier)가 추가되었다. 센서 식별자는 RFID 태그에 여러 개의 센서가 부착될 경우 각각의 센서를 독립적으로 유일하게 판별하기 위해 사용된다.

한편, 센서 데이터를 처리하는 센서 데이터 처리기 (Sensor Data Processor)는 두 가지 모드로 동작할 수 있다. 첫 번째

모드 (Mode 1)는 센서 메모리 레코드의 4가지 레코드를 읽어서 IEEE 1451.0 Transducer Channel TEDS와 호환된 데이터를 생성할 수 있고 두 번째 모드 (Mode 2)는 새로 만들어질 ISO/IEC 15961-4 표준에 명시된 응답에 따라 데이터를 처리할 수 있다.

V. 결 론

본 고에서는 센서 태그의 기본 개념과 기술 동향 그리고 관련 국제 표준화 동향에 대해서 살펴보았다. 현재 활발히 개발되고 있는 반 능동형 센서 태그 기술은 기존의 수동형 태그의 단점이 짧은 인식거리와 낮은 인식률과 신뢰도를 보완할 수 있고 온도, 습도 등의 다양한 외부 환경정보를 제공할 수 있어서 기존의 수동형 시스템이 주로 적용되고 있는 유통, 물류 분야뿐만 아니라 식의약품 관리, 혈액 관리, 자동차 및 교통 분야, 환경 관리 분야 등의 다양한 분야에 적용되어 새로운 시장을 창출할 수 있을 것으로 예상된다. 이러한 반 능동형 센서 태그 기술의 발전은 수동형 태그 기술을 기반으로 하여 반능동형 태그 칩 및 리더 기술이 발전되면 본격적으로 시장 적용이 확대되면서 다양한 서비스를 제공할 수 있을 것이다. 또한, 향후에 보다 향상된 인식거리와 높은 신뢰성을 가진 능동형 센서 태그 기술이 개발된다면 미래에 구현될 유비쿼터스 센서 네트워크 환경에서 센서 노드와 더불어 중요한 구성요소로서 역할을 할 것으로 기대된다.

센서 태그와 관련된 국제 표준화는 RFID 분야의 주요 표준화 기구인 ISO/IEC 산하의 JTC1/SC31/WG4에서 2005년 부터 센서 데이터 구조 및 관리, Air Interface, 서비스 요구 사항 등에 대해서 작업반을 구성하여 관련 표준 규격 제정을 서두르고 있으며, EPCglobal에서도 ISO/IEC와 협조하여 사용자 측면에서의 비즈니스 모델과 요구조건을 개발하여 이를 표준화에 반영하려 하고 있다. 우리나라에서도 정부부와 ETRI를 중심으로 표준화 회의에 정기적으로 참석하고 관련 기술에 대한 표준 기고를 하여 국내 기술 개발 내용을 반영하고 있다. 한편, 미국의 Intellex사는 자체적으로 개발한 장거리용 반능동형 태그 기술을 바탕으로 ISO/IEC와 EPCglobal을 통한 국제 표준화를 추진하고 있으며 리더와

태그 세트를 포함하는 Developer Kit 판매를 통하여 시장 확산을 적극 추진하고 있다. 또한 Identec Solutions사도 자사의 UHF 대역 능동형 센서 태그 기술을 바탕으로 국제 표준화를 추진할 움직임을 보이고 있으며 미국, 유럽 등에서 여러 분야에 적용하여 시장을 확보하려 하고 있다. 그러나 국내 기업들은 아직 센서 태그 관련 기술 개발을 적극적으로 하고 있지 않고 수동형 RFID 기술 개발과 시장 개척에만 주력하고 있는 실정이다. 그러므로, 향후에 센서 태그 관련 국제 표준화를 체계적으로 대응하기 위해서는 산학연 관련 부처들이 함께 모여 표준화 대응 방안과 계획을 수립하고 국내 기술 개발 추진 방향 및 외국 기업의 국내 시장 진출에 대한 대응 방안도 시급히 마련해야 할 것이다.

한편, 최근 외국 RFID 업체들은 특허 풀 (Pool)을 구성하여 표준특허 사용에 관한 로열티 등의 기준을 담은 라이선싱 프로그램을 발표하고 한국을 포함한 전 세계 RFID 기업을 대상으로 특허료 청구에 나설 예정이다. 현재 국내 상당수의 기업들은 표준과 관련된 특허를 가지고 있지 않으므로 상당한 타격을 받을 것이므로 향후 예상되는 이들 외국 기업들의 특허료 징수에 대비하여 국내 기업, 연구소 및 부처들이 참여하는 표준 특허 풀을 결성하여 수동형, 능동형 및 센서 태그 등 RFID 전분야에 대한 크로스 라이선스 등의 대책을 범 국가적으로 수립해야 할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- [1] 손해원, 모희숙, 성낙선, "UHF RFID 기술", 전자통신동향분석 제 20권 제 3호, 2005년 6월.
- [2] 오세원, 표철식, 채종석, "RFID 표준화 및 기술 동향", 전자통신동향분석 제 20권 제 3호, 2005년 6월.
- [3] Josef Preishuber-Pflugl, "Sensor Mapping in ISO/IEC 18000", ISO/IEC JTC1/SC31/WG4/SG3 Paris Meeting, Aug. 2006.
- [4] Paul Chartier, "Status Report on Sensory Information", ISO/IEC JTC1/SC31/WG4/SG3 Paris Meeting, Aug. 2006.
- [5] <http://www.alientechnology.com/products>

/battery_assisted_passive_hard.php

- [6] <http://www.identecolutions.com/ilrlongrange.html>
- [7] <http://www.intelleflex.com/pages/products.htm>
- [8] K. Finkensteller, RFID Handbook, John Wiley and Sons Ltd., 2003.
- [9] K.V.S. Rao, P.V. Nikitin, and S.F. Lam, "Antenna Design for UHF RFID Tags: A Review and a Practical Application," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 53, No. 12, pp. 3870 -3876, Dec. 2005.

약 력



어 준 호

1992년 경북대학교 학사
 1994년 경북대학교 석사
 2003년 미국 Pennsylvania State University 박사
 1994년 ~ 1999년 국방과학연구소 연구원
 2003년 ~ 2004년 미국 Pennsylvania State University 박사후 과정
 2004년 ~ 2007년 한국전자통신연구원 RFID시스템연구팀 선임연구원
 2007년 ~ 현재 대구대학교 교수

관심분야: 센서 태그, RFID/USN, 안테나 및 전파공학, Metamaterial

