

무선식별(Radio Frequency IDentification)시스템 기술기준 연구

장동원*

*한국전자통신연구원

A Study on Technical Regulation for Radio Frequency Identification Systems

Dong-won, Jang

*Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail : dwjang@etri.re.kr

요 약

본 고에서는 무선식별시스템의 기술 표준화에 대해서 기술하였다. 무선식별시스템은 최근 모든 산업에 폭발적으로 사용되고 있다. 무선식별시스템은 적당한 트랜스폰더 즉 태그에 데이터를 보내서 그 용도에 만족하는 응답을 즉시 받는 것이다. 본 고에서는 국제적인 표준화 동향 및 기술에 대해서 분석하고, 국내에서 RFID 기술을 응용하기 위한 기술기준에 대해서 기술하였다.

ABSTRACT

In this paper, we analysed the standardized techniques for radio frequency identification systems. RFID system is to carry data in suitable transponders, generally known as tags, and to retrieve data, by machinable means, at a suitable time and place to satisfy particular application needs. The paper has discussed on international standardization trends and its techniques and provided with understanding the technical regulations for activating and harmonizing internationally domestic RFID industries.

키워드

무선식별시스템, RFID, 간섭, 전파방사, radio frequency identification, interference, emission

1. 서 론

최근에 자동식별 절차가 서비스 산업, 구매 및 물자 조달, 제조시스템 및 물류시스템 등에서 매우 많은 각광을 받고 있다. 자동식별 절차는 상태가 계속 변화되고 있는 사람, 동물, 상품 등에 대한 정보를 제공하게 된다.

과거에 식별 시스템의 혁명을 주도했던 현존하는 바코드 라벨은 현재 여러 분야의 수요에서 적합한 점들이 지적되고 있는데 이는 바코드는 매우 저렴하지만 저장 능력이 적고 재프로그램이 불가능하기 때문이다.

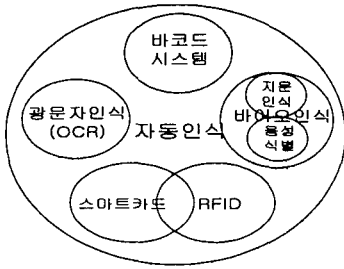
기술적으로 최적화한 해결책은 실리콘칩에 데이터를 저장하는 것이다. 일상 생활에서 사용되고 있는 가장 보편적인 전자적 데이터 운반장치 형태는 전화카드나 은행카드와 같은 접촉방법에 의한 스마트카드이다. 하지만 스마트카드에서 사용되는 기계적인 접촉은 비실용적이다. 데이터 운반장치와 리더(reader)간의 비접촉식 데이터 전달이 보다 더 실용적이다. 이상적인 경우에 전자식 데이터 운반장치를 동작시키기 위한 전원은 비접촉식 기술

을 사용해서 리더로부터 전달될 수 있을 것이다. 전원과 데이터를 전달하기 위해서 사용되는 절차 때문에 비접촉식 식별시스템을 RFID(Radio Frequency IDentification) 시스템이라고 부른다.

RFID시스템은 데이터를 저장한다는 면에서 태그가 스마트카드와 비슷하지만 데이터 교환을 위한 전원 및 접촉이 자장(magnetic field)이나 전자장(electromagnetic field)에 의해 이루어진다는 것이 다르다. RFID는 다른 자동인식에 비해 매우 많은 장점을 가지고 있으며 특히 대량을 거래하는 시장에서 선두를 점해가고 있다. 이에 대한 대표적인 예가 대중교통에서 티켓으로 사용되는 비접촉 스마트카드 사용이다.

RFID는 항상 리더(Reader)와 트랜스폰더(Transponder)로 구성되며 트랜스폰더는 식별해야 할 물체에 위치하고 인터로게이터(Interrogator)인 리더는 설계 및 사용된 기술에 따라서 읽기 전용 또는 읽기/쓰기 겸용 장치이다. 리더는 송수신기, 제어장치, 결합장치(안테나)로 구성되며 부가적인 인터페이스를 통해서 수신한 데이터를 PC 등으로 송신한다. 태그 즉 트랜스폰더는 결합장치(안테나)와

전자칩으로 구성된다. 트랜스폰더가 자체적인 전원(배터리)을 갖지 않은 경우에 리더의 인터로게이션 영역을 벗어나면 트랜스폰더는 작동하지 않는다. 트랜스폰더는 결합장치를 통해서 리더로부터 전원을 공급 받아서 타이밍 펄스 및 데이터를 주고 받을 수 있다(수동형).



II. 본 론

RFID(Radio Frequency Identification)는 각종 서비스 산업은 물론 물류, 산업 현장, 제조 공장과 물품의 흐름이 있는 곳이면 어디에서나 적용이 가능하며, 사회 여러 분야로부터 큰 관심을 받고 있다. 이와 같은 상황을 반영하여 ISO/IEC의 JTC1/SC31 전문위원회를 중심으로 RFID 글로벌 표준화가 진행되고 있으며 이에 따라 국내에서도 RFID 기술 및 응용 분야의 조기 구축을 통한 관련 기술 발전 및 세계 시장 진출의 기회 확보를 위하여 UHF 대역 신규 주파수 할당을 포함하는 RFID용 주파수 및 기술기준 관련 제반 규정을 국제 표준에 부합하도록 정비할 필요성이 대두되고 있다.

RFID는 고유한 장점과 유연성을 갖고 있으나 비호환적 표준 RFID 만연은 큰 문제를 야기할 수 있다. 대부분의 RFID 제조업체에서는 개별적인 시스템을 제공하므로 응용 및 산업체에서는 경쟁에 의한 주파수와 프로토콜의 표준화가 요구된다.

상호 교환할 수 있는 개방 시스템의 부족은 RFID 산업 성장에 중대한 영향을 가져오게 된다. 이는 산업체에서 널리 사용되지 않으면 가격 절감 효과를 얻기 어렵기 때문이다.

이전에 바코드시스템에서 광범위한 사용을 위해 표준화에 노력한 것과 마찬가지로 RFID에서도 이러한 표준화 노력이 필요하다.

현재 국내에는 13.56MHz대와 2.45GHz대 RFID에 대한 기술 기준이 제정되어 있으나 새로운 기술 발전 및 응용에 부합되고 글로벌 표준화에 조화되도록 개정되어야 하며 또한 새롭게 대두되고 있는 UHF대 RFID에 대한 기술 기준 제정도 필요하다. 본 고에서는 이러한 각 사용 주파수대 RFID에 대한 기술기준을 제, 개정하기 위해서 국제적인 표준화 동향 및 새로운 기술 등에 관하여 분석하고 기술하였다.

2.1 표준화 필요성

RFID를 분류하는 가장 중요한 기준은 운용 주파수, 사용 거리, 결합 방법이다. 일반적으로 많이 사용되는 RFID는 운용 주파수가 135kHz에서 5.8GHz까지이고, 사용 거리는 수 밀리미터에서 15m정도까지이며, 결합 방법은 전기(electric), 자기(magnetic), 전자기(electromagnetic) 결합 등이다. RFID는 매우 다양하므로 아래와 같이 분류할 수 있다.

- 기본적인 운용절차
 - Full Duplex/Half Duplex
 - Sequential(SEQ)
- 트랜스폰더 데이터 저장 능력
 - 1비트 트랜스폰더
 - 수 바이트에서 수 킬로바이트
- 전원공급
 - Passive(배터리 없음)
 - Active(배터리 있음)
- 운용 주파수
 - LF(Low Frequency) : 30-300kHz
 - HF(High Frequency) : 3-30MHz
 - UHF(Ultra High Frequency) : 300MHz이상
- 사용 거리
 - 근결합 : 1cm이하
 - 원결합 : 1m 이하
 - 장거리 : 1m 이상
- 데이터 송신(트랜스폰더 -> 리더)
 - Backscatter
 - Load modulation
 - Harmonic 생성
- 트랜스폰더 모양(카드, 막대, 동전 등)

2.2 표준화 동향

RFID 시스템은 전파를 사용해서 트랜스폰더/리더 간 통신을 하기 때문에 다양한 응용분야에서 표준없이 응용시스템을 개발하거나 표준화가 진행되면 글로벌 관점에서 사용 및 보급에 제한을 가져올 수 있다. 이를 방지하기 위해서 ISO(International Standardization Organization)의 자동인식기술연구위원회(JTC1/SC31)에서 사용 주파수 대역별 통신조건(Air Interface), 데이터 포맷, 데이터 내용, 시험방법 등의 표준화를 추진하게 되었으며 그 결과 2004년 말까지 해당 국제표준의 제정이 완성될 것으로 전망하고 있다.

현재 사용 주파수 대역별로 통신 표준을 제정 중에 있다. ISO/IEC 18000-1에서는 유통물류, 상품 공급망의 상품인식 개념구조를 제안하고 표준화가 필요한 파라미터를 규정하고 있다.

ISO/IEC 18000-2는 135kHz이하에서 사용되는 RFID에 대한 표준안으로 독일 DIN에서 제안한 type A/B의 두가지 사양이 검토되고 있다. 리더는 type A/B의 태그를 모두 통신할 수 있어야 한다. 통신거리는 수 10cm 정도이다.

ISO/IEC 18000-3은 13.56MHz에서 사용되는 RFID에 대한 표준안으로 모드 1은 IC 카드 규격(ISO/IEC 15693)에 Tagsis사의 충돌방지방식을 선택사항으로 하고 있으며 모드 2는 Magellan사에서 제안한 방식으로 424kbps의 빠른 통신속도가 특징으로 고속분류용으로 유효하다. 그러나 모드 1과 2는 호환되지 않는다.

ISO/IEC 18000-4는 2.45GHz에서 사용되는 RFID에 대한 표준안으로 모드 1(Intermec사 방식)은 FHSS 방식을 채용하고 있으며 Passive방식으로 통신영역은 수10cm에서 1m 정도이다. 모드 2(Siemens사/Nedap사 방식)은 Active방식으로 통신거리가 수m-10m 정도이다.

ISO/IEC 18000-5는 5.8GHz에서 사용되는 RFID에 대한 표준안으로 Q Free사가 제안한 Passive 방식이다. 이 표준안은 ITS(Intelligent Transportation Systems)와 호환성이 없어서 철회되었다.

ISO/IEC 18000-6은 860-930MHz(UHF대역)에서 사용되는 RFID에 대한 표준안으로 Philips, TI 등 5개사가 공동으로 제안하였다. 유통물류에 가장 널리 적용될 것으로 전망되고 있으나 한국, 일본 등 Region 3 국가들은 전파 분배 및 할당이 큰 장애이다. 그러나 유통물류 산업의 국제화를 위해 적극적으로 검토되어야 한다.

ISO/IEC 18000-7은 433MHz에서 사용되는 RFID에 대한 표준안으로 SAVI사가 제안하였다. Active 방식에 의한 컨테이너 인식용으로 100m의 인식도 가능하다. UHF대와 마찬가지로 이미 다른 서비스에 사용 중인 국가가 많으므로 국제적인 조화에 어려움이 예상되고 있다.

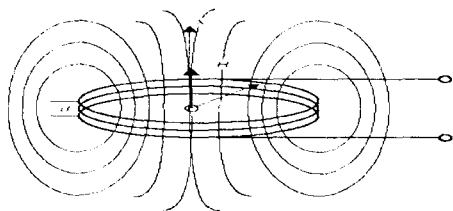
2.3 동작 원리 및 기술

2.3.1 유도 결합

유도 결합 RFID 시스템에서 자기 교류 필드를 발생시키기 위해서 짧은 원통 코일 모양의 도체 루프(Conductor Loop)가 이용된다.

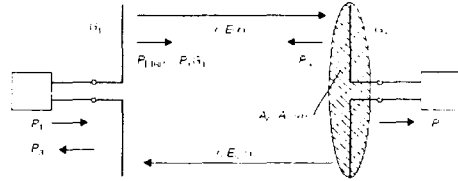
(그림 2)의 측정점에서 코일 축(x)을 따라서 멀어지면 자기장도 H는 줄어든다.

$$H = \frac{N \cdot I \cdot a \cdot b}{4\pi \left[\left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2 + x^2 \right]^{3/2}} \cdot \left[\frac{1}{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + x^2} + \frac{1}{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + x^2} \right] \quad \text{(식 1)}$$



(그림 2) 원통 코일에서 자속선(Magnetic Flux)

2.2.2 전자파 결합



리더 (그림 3) 리더의 인터로게이션 영역에 트랜스폰더가 위치할 때 마이크로파 RFID시스템 모델

$$P_{DWR} = P_t \cdot G_t$$

$$P_s = \sigma \cdot S$$

$$S_{RCS} = \frac{P_{DWR} \cdot \sigma}{(4\pi)^2 \cdot r^2}$$

$$\sigma = A_s = \frac{\lambda^2}{4\pi} \cdot G$$

$$P_s = A_s \cdot \omega \cdot \cos^2 \theta \cdot S_{RCS}$$

$$P_r = \frac{P_t \cdot G_t^2 \cdot \cos^2 \theta \cdot \lambda^2 \cdot G_r}{(4\pi r)^2}$$

$$r = \frac{\lambda}{4\pi} \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \cos^2 \theta}{P_r}}$$

도체 루프에 의해 생성된 일차적인 자계는 안테나에서 시작된다. 자계가 전파하면서 전계 또한 유도에 의해 발생이 증가된다. 원래 순수한 자계는 연속적으로 전자계로 변환된다. 더욱이 $\lambda/2\pi$ 거리에서 전자계는 안테나로부터 분리되기 시작하며 전자파 형태로 공간으로 날아가게 된다. 안테나로부터 한 점까지의 전자계를 형성하는 영역을 안테나의 근거리장(near-field)이라고 부른다. 전자파로 완전히 형성되고 안테나로부터 분리되는 곳 이후 영역을 원거리장(far-field)이라고 부른다.

전자파는 생성점으로부터 공간으로 전파된다. 전자파는 주변 공간으로 에너지를 전달한다. 이 에너지는 공간 표면으로 나눈 값으로 표시되며 방출 밀도(radiation density, S)로 표시한다.

$$S = \frac{P_{EMF}}{4\pi \cdot r^2} \quad \text{(식 2)}$$

안테나로부터 특정 거리 r에서 전계 강도 E는 (식 3)와 같다.

$$E = \sqrt{\frac{P_{EMF} \cdot Z_F}{4\pi r}} \quad \text{(식 3)}$$

RFID 시스템에서 트랜스폰더에서 리더로 데이터 전달은 전자파 반사에 의해 이루어진다. 일반적으로 물체의 반사 성질은 주파수 증가에 따라 같이 증가한다. UHF대 이상 주파수에서는 이와 같은 특성을 이용한다.

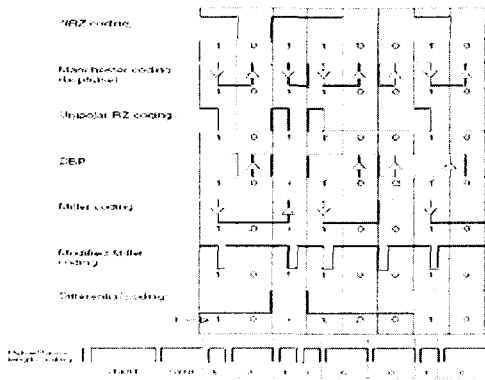
2.2.3 코딩 및 변조 방식

트랜스폰더와 통신하기 위해서 리더는 다음 두가지 조건을 만족해야 한다. 먼저 리더는 트랜스폰더가 동작할 수 있도록 충분한 전력을 공급해야 한다. 즉 트랜스폰더가 반사한 전력이 리더에서 오류 없이 검출될 수 있도록 충분히 강해야 한다. 데이

터 전송을 위해서 트랜스폰더에 의해 반사된 신호는 변조된다. 변조 과정의 일부로 반사된 전력 PS는 반사된 캐리어 신호와 두 측파대로 나뉜다. 이론적으로 100% ASK 변조인 경우에 각 측파대는 반사된 총 전력 PS의 25%를 차지한다. 변조 지수가 낮아지면 전력도 낮아진다. 정보는 반드시 측파대로 전송되므로 원하는 신호는 변조 지수에 의해 명시될 수 있다. 반사 캐리어는 정보를 포함하지 않으며 리더의 송신 주파수와 일치하므로 수신기에서 수신되지 않는다.

2.2.3.1 코딩

RFID 시스템에서 신호 코딩을 선택하는데 신중해야 한다. 가장 중요한 점은 변조 후의 신호 스펙트럼과 전송 오류에 대한 민감성이며 수동 트랜스폰더의 경우에는 코딩과 변조의 부조화로 인한 전원 공급 방해가 없어야 한다.



(그림 4) RFID시스템 신호코딩

NRZ(Non Return to Zero)코드는 FSK와 PSK 변조에서 반드시 사용된다.

맨체스터 코드 또는 Split-phase 코드는 서브캐리어를 사용하는 부하 변조에서 트랜스폰더에서 리더로 데이터를 전송할 때 사용된다.

수식(Modified) 밀러 코드는 유도결합 RFID 시스템 리더에서 트랜스폰더로 데이터를 전송하는데 매우 적합하다. 매우 짧은 펄스 지속시간을 갖기 때문에 데이터를 전송하는 동안에 리더의 고주파 펄드로부터 트랜스폰더에 전원을 지속적으로 공급할 수 있다.

Pulse-pause 코드도 유도 결합 RFID 시스템 리더에서 트랜스폰더로 데이터를 전송하는데 매우 유용하다.

2.2.3.2 변조

RFID 시스템에서 사용되는 디지털 변조는 ASK (Amplitude Shift Keying), FSK(Frequency Shift Keying), PSK(Phase Shift Keying) 등이 있다. 모든 변조 과정에서 대칭적인 변조적(modulation products) 즉 측파대(sideband)가 발생되는데 이 측파대

의 스펙트럼과 진폭이 코딩 신호 스펙트럼과 변조에 의해 영향을 받는다.

2.2.4 다중 액세스 절차

다중액세스 절차(충돌방지)는 동시에 단일 리더의 인터로게이션 영역에 많은 트랜스폰더가 존재할 때 필요하다. 이런 시스템에서는 두 가지 기본적인 통신형태가 존재한다. 한 통신모드는 리더에서 트랜스폰더로 데이터를 전송하는 경우이다. 전송된 데이터 스트림은 동시에 모든 트랜스폰더에서 수신된다. 이는 방송국에서 보내는 뉴스를 동시에 수 많은 라디오 수신기로 수신하는 것과 같다. 이러한 형태의 통신을 브로드캐스팅이라고 한다.

두 번째 통신은 리더의 인터로게이션 영역에서 리더로 많은 트랜스폰더들이 각각 데이터를 전송하는 경우이다. 이러한 형태의 통신을 다중액세스라고 한다.

모든 통신 채널은 채널 용량이 정해져 있다. 이는 통신 채널의 최고 데이터 속도와 유용한 시간간격으로 결정된다. 유용한 채널 용량은 상호 간섭없이 즉 충돌없이 한 개의 리더로 여러 트랜스폰더로부터 전달할 수 있는지로 분류된다. 유도 RFID 시스템에서 리더의 수신부만이 리더로 데이터를 전달하기 위해서 공통채널로서 인터로게이션 영역에 있는 모든 트랜스폰더에게 가능하다. 최대 데이터 속도는 트랜스폰더와 리더의 유효 안테나 대역폭에서 찾을 수 있다.

2.2.5 대역 공유(Band Sharing)

대역 공유는 잘 알려진 방법들에 의해서 구현될 수 있다. 가장 효율적인 대역공유기법은 어느 한 순간에 특정 시스템의 특정 주파수로 방사되는 에너지량을 제한하는 spread spectrum을 사용하는 것이다. 이 기법은 DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum)와 FHSS(Frequency Hopping Spread Spectrum)방식이 잘 알려져 있다.

대역 공유는 송신 duty cycle을 제한함으로써 더 효율적으로 사용할 수 있다. 이는 공유대역에서 평균송신전력을 제한하면서 더 높은 방사전력을 사용할 수 있다. 대역 공유를 향상시키기 위한 다른 또 다른 방법은 RFID 사용 공간을 제한하는 것이다. 이는 실내나 제한된 공간에서 전파 차폐를 이용하는 것으로 더 많은 방사전력을 사용하는 것과 같은 효과를 가진다.

현재 UHF대역에서 FHSS방식을 사용하기 위해서는 최소한 2MHz이상의 대역폭에서 25kHz 간격으로 78개의 호핑주파수를 가져야 한다. 이때 각 호핑 주파수에서 20dB 전송 대역폭이 50kHz를 초과하면 안되고 dwell time은 20초 주기에서 0.4초를 초과하면 안된다.

AFA(Adaptive Frequency Agile)는 스스로 환경에 적합한 운용 주파수로 변경되는 무선방식으로 간섭의 위험을 최소화할 수 있는 대역공유기법의 일종이다. 이 방식은 저렴하며 최소의 스펙트럼으로 많은 사용자가 사용할 수 있다. 그러나 채널 탐

색 기법이 요구되며 이 기법에 따라서 전체 성능이 영향을 받게 된다.

III. 결 론

RFID 시스템은 매우 폭발적으로 다양한 응용분야에서 요구되고 있다. 기존의 135kHz, 13.56MHz 대역의 RFID는 단순한 데이터 식별에 응용되었으나 보다 많은 데이터 식별을 위해서 UHF대, 2.45GHz대역의 RFID가 요구되고 있다. 이러한 요구에 부응하기 위해서 새롭게 밀리미터파 대역의 RFID 개발이 진행되고 있다.

RFID 응용은 물류시스템과 같은 대량의 다양한 물체를 식별해야 하는 곳에 사용되며 인식된 데이터를 제어장치에서 자동으로 처리한다. 그러므로 글로벌한 세계 물류 시장에서 조화된 표준으로 설계된 RFID 시스템이 필수적으로 요구된다. 이러한 표준화가 ISO를 중심으로 현재 매우 활발하게 진행 중에 있다.

RFID는 전파를 이용해서 비접촉인 방법으로 물체를 식별하므로 전파의 사용은 필수적이다. 그러나 전파의 사용은 각 국가의 사정에 따라서 다른 전파 이용 기기들과 간섭을 최대한 피해서 사용하도록 규제하고 있다. 그러므로 국제 표준의 조화는 매우 어렵다. 현재 전 세계적으로 조화된 135kHz, 13.56MHz, 2.45GHz RFID는 국제적인 표준화가 용이하지만 UHF대(860-930MHz), 433MHz RFID는 주파수 대역이 국가별로 상이하므로 국제 표준화에 어려움을 겪고 있다.

본 고에서는 이러한 다양한 환경에서 사용되는 RFID의 표준화 동향 및 각 주파수 대역에 적용할 수 있는 기술들에 대해 분석했으며, 이는 RFID 시스템을 효율적이며 전파 간섭 없이 활용하도록 설계하고 관리하는데 기여할 것이다.

참고 문헌

- [1] Klaus Finkenzeller, RFID Handbook Second Edition, John Wiley & Sons, Ltd., England, 2003
- [2] 정현수 외, 밀리미터파 공학, 문운당, 1998
- [3] ISO/IEC18000-1, Air interface, Part 1 Generic parameters for air interface communication for globally accepted frequencies, 2003
- [4] ISO/IEC18000-2, Air interface, Part 2 Parameters for air interface communications below 135 kHz, 2003
- [5] ISO/IEC18000-3, Air interface, Part 3 Parameters for air interface communications at 13.56 MHz, 2003
- [6] ISO/IEC18000-4, Air interface, Part 4 Parameters for air interface communications at

2.45 GHz, 2003

- [7] ISO/IEC18000-5, Air interface, Part 5 Parameters for air interface communications at 5.8 GHz, 2003
- [8] ISO/IEC18000-6, Air interface, Part 6 Parameters for air interface communications at 860-930 MHz, 2003
- [9] ISO/IEC18000-7, Air interface, Part 7 Parameters for an active RFID air interface communications at 433 MHz, 2003