

# Passive RFID(Type B) 태그 Digital Logic 설계

이승혁\*, 조태경\*

\*상명대학교 컴퓨터정보통신공학과  
e-mail: bestcorea78@hanmail.net

## Design of Digital Logic for Passive RFID(Type B) Tag

Seung-Hyuk Lee\*, Tae-Kyung Cho\*

\*Dept of Information TeleCommunications Engineering,  
SangMyung University

### 요 약

본 논문은 유비쿼터스 컴퓨팅 시대를 열어가는 유비쿼터스의 핵심 기술인 RFID 시스템의 구성요소 중 하나인 Type B RFID 태그를 설계하였다. RFID 태그는 전원공급 여부에 따라 능동형과 수동형으로 구분한다. 본 논문에서는 현재의 IT분야에서의 RFID 시장과 연구동향에 맞춰 수동형 Type B RFID 태그의 Digital 파트를 설계하고, 성능을 검증하였으며, 향후 RFID 시스템의 연구방향에 대해서도 제시하였다.

### 1. 서론

RFID는 주파수에 의해 정보가 전달되는 무선 주파수 인식의 약어이다. RFID 시스템은 물품 등 관리할 사물에 태그를 부착하고 전파를 이용하여 사물의 ID 정보 및 주변 환경 정보를 인식하여 각 사물의 정보를 수집, 저장, 가공 및 추적함으로써 사물에 대한 측위, 원격처리, 관리 및 사물 간 정보교환 등 다양한 서비스를 제공한다. RFID 관련해서 국내의 기업과 연구소들이 주로 신규 서비스 개발과 응용 분야에 관심을 주로 보이고 있으나, 가장 중요한 리더와 태그의 칩 개발을 위한 연구와 개발에는 미흡한 실정이다. 실제로 RFID/USN 시장을 살펴보면 60% 정도가 리더와 태그가 될 것으로 전망되고 있으며 RFID의 가장 중요한 것은 어떤 새로운 서비스, 또는 애플리케이션에 맞추어서 태그를 도입하는냐가 아니고, 필요한 애플리케이션에 맞는 RFID 관련 핵심 칩을 먼저 개발하는 것이다.

본 논문에서는 국제 표준화에 따른 ISO/IEC 18000-6 을 바탕으로 RFID 태그의 읽기만 가능한

Type A와 읽기·쓰기가 모두 가능한 Type B 중에 수동형 방식인 Type B 설계를 목표로 하였으며, 태그 ID 및 정보를 기록하고, 태그간의 충돌 방지 기능과 에러 컨트롤 기능 구현 등을 Xilinx들을 사용하여 Verilog HDL로 디지털 로직을 설계하는데 주안을 두었다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 RFID 시스템을 구성하는 각각의 모듈들에 대해 알아보고 태그에서의 충돌방지 알고리즘에 대해 설명한다. 3장에서는 RFID 태그를 구성하는 각 모듈별 특징과 설계 및 구현 방법에 대해 설명한다. 4장에서는 구현한 모듈을 시뮬레이션에 대한 검증 결과를 소개한 후 5장에서 결론을 맺는다.

### 2. 선행연구

RFID 시스템은 태그, 리더, 서버로 구성되고, 유무선 통신망과 연동되어 사용된다. 태그는 객체를 인식할 수 있는 정보를 가지고 객체에 위치하며, 리더는 객체의 정보를 수집, 처리하면서, 송신 및 수신 기능을 가진다. 서버는 객체의 정보를 활용하여 응

용처리를 수행한다. 그림 1은 RFID 시스템의 개념도를 나타낸 것이다.

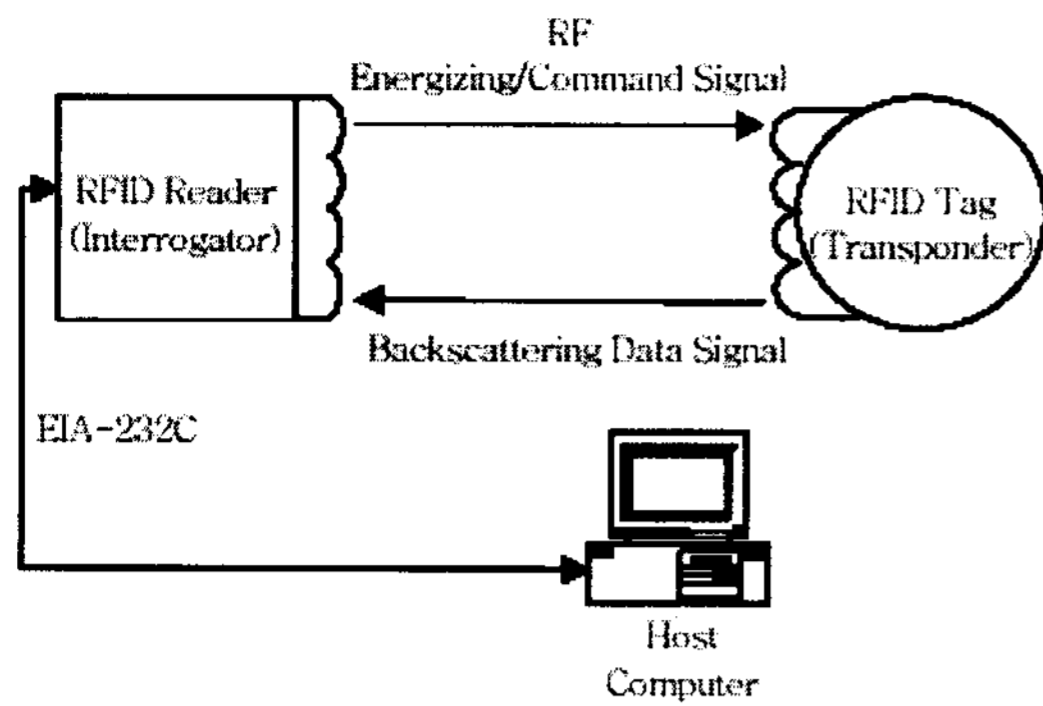


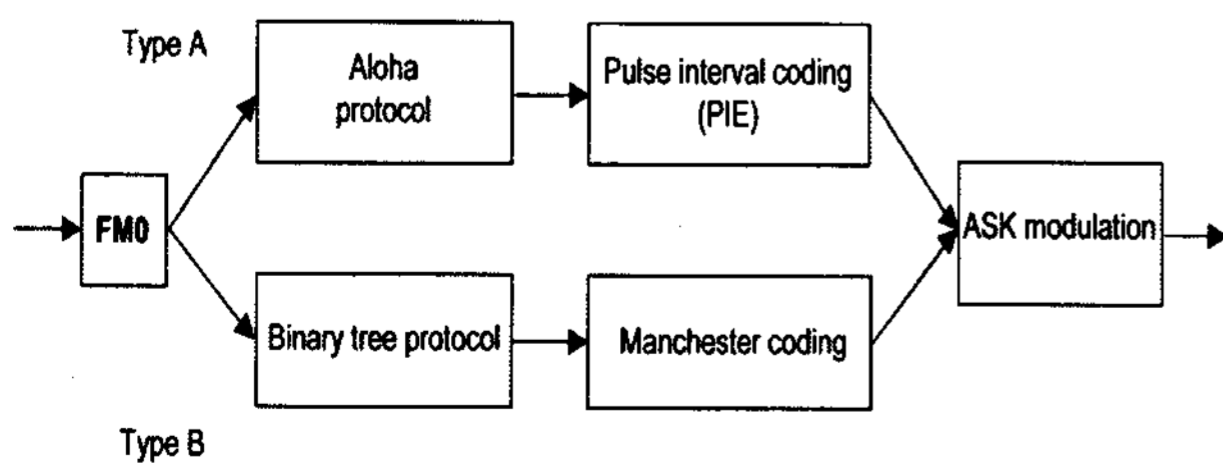
그림 1. RFID 시스템의 구성도

### 2.1 RFID 태그

태그의 매우 중요한 특징 중 하나는 전력공급이다. 태그 내부에 전원공급 장치의 존재 여부에 따라 능동형 태그와 수동형 태그로 구분된다. 수동형 태그는 자체 전원을 가지고 있지 않기 때문에 수동형 태그의 동작에 필요한 모든 전원은 리더의 전자기파에서 끌어 쓰으로써 데이터를 송·수신한다. 반대로 능동형 태그는 배터리를 가지고 있어서 마이크로 칩을 구동할 전원의 전부 또는 일부를 공급하여 데이터를 송·수신하게 된다. 따라서 능동형 태그는 수동형 태그에 비해 훨씬 먼 거리에서도 인식이 가능하며, 수동형 태그는 능동형 태그보다 가볍고 비용이 저렴하여, 동작 수명이 길다. 이러한 이유로 수동형 태그는 전송 시 오랜 시간과 자주 전송이 요구될 때, 데이터 저장에 제한이 없을 때 주로 사용한다.

태그는 모양과 크기가 다양하며, 전원 공급 여부에 따라 능동형 태그와 수동형태그, 그리고 사용하는 주파수 대역에 따라 저주파 시스템과 고주파 시스템으로 나뉜다.

#### 2.1.1 RFID 태그 형식



태그는 내부에 전원공급 장치의 존재 여부에 따라 능동형 태그와 수동형 태그로 구분된다. 수동형 태그는 자체 전원을 가지고 있지 않기 때문에 수동형

태그의 동작에 필요한 모든 전원은 리더의 전자기파에서 끌어 쓰으로써 데이터를 송·수신한다. 반대로 능동형 태그는 배터리를 가지고 있어서 마이크로 칩을 구동할 전원의 전부 또는 일부를 공급하여 데이터를 송·수신하게 된다.

### 2.2 다중인식 기술

일반적으로 리더가 태그를 인식하는 과정은 그림 2와 그림 3과 같이 이루어진다. 리더는 모든 태그에게 요청 메시지를 브로드캐스트 한다. 요청 메시지를 받은 태그들은 리더에게 데이터를 전송하게 되는데, 이 경우 하나의 리더에 많은 태그들이 데이터를 전송하는 다중접속이 이루어진다. 다중접속 시 리더에 많은 태그들이 데이터를 전송하므로 필연적으로 데이터 충돌이 발생하며, 충돌 발생 데이터의 인식을 위해 재전송이 요구된다. 이러한 데이터 재전송 과정을 결국 태그 인식시간의 증가를 유발하여 RFID 시스템의 효율성을 떨어뜨린다. RFID 시스템의 효율성을 높이기 위해서는 태그 충돌을 최소화하는 다중인식 기술이 요구된다.

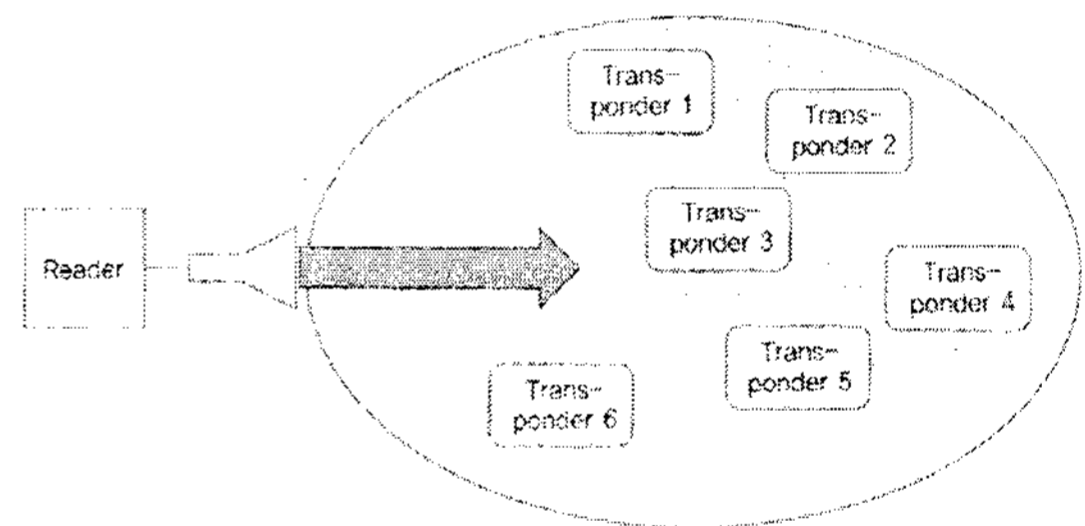


그림 2. 리더와 태그의 통신모드 (Broadcast mode)

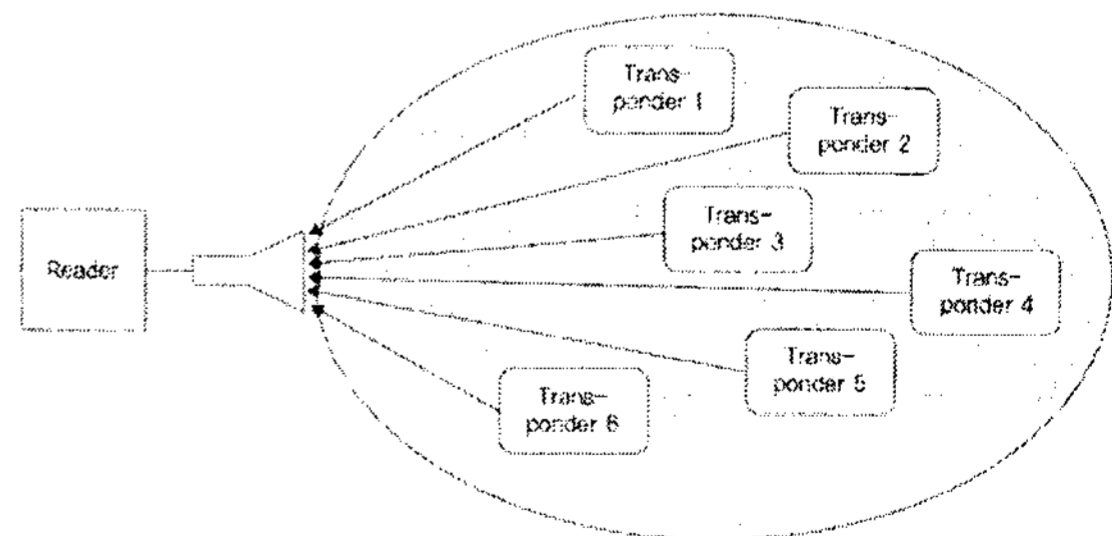


그림 3. 리더와 태그의 통신모드 (Multi-access to a reader)

다중인식기술이란 제한된 주파수 대역폭 자원을 잘 분배하고 기술적으로 보완하여 최대한 많은 태그들이 충돌 없이 리더와 통신을 하기 위한 기술이다.

이러한 다중인식 기술은 태그가 어떤 데이터 전송영역을 할당하여 사용하느냐에 따라 SDMA, FDMA, TDMA 등으로 구분할 수 있다.

### 2.3 충돌방지 알고리즘

RFID 시스템에서 태그식별은 리더기가 물품에 부착된 태그에 질의하면 해당 태그는 그 질의에 대하여 자신의 식별자를 리더기로 전송하는 응답과정을 통하여 수행된다. 이때 리더기의 식별영역 내에 한 개의 태그만 존재할 경우 태그식별은 간단하게 처리될 수 있으나 다수 개의 태그가 존재할 경우에는 여러 개의 태그가 동시에 리더기에 응답하게 되므로 리더기에서 태그들 간의 충돌이 발생하게 된다. 이러한 충돌은 리더기로 하여금 정확한 태그식별을 방해하는 원인이 되며 특히, 한 리더의 인식영역에 존재하는 수많은 태그들을 동시에 인식할 때 발생하는 충돌을 효과적으로 방지하기 위한 충돌방지 알고리즘 기술이 요구된다. 즉, 다중태그 식별을 위한 충돌방지 알고리즘이라 한다.

본 논문에서 구현하는 Type B 태그는 binary tree protocol과 비트-중재 알고리즘을 사용하였다. 이 이진 검색 알고리즘은 매우 유연하며 매우 일반적으로 사용되는 알고리즘이다.

## 3. 태그의 각 모듈별 설계 및 시뮬레이션 결과

본 논문에서 설계와 검증에 위해 사용한 하드웨어 언어로 VHDL보다는 C와 많이 닮고 간단하게 하드웨어를 기술할 수 있으며, ASIC 설계로도 이용할 수 있는 Verilog HDL을 사용하였다. 또한 최근에는 Verilog HDL 프로그램을 VHDL로 변환시키는 소프트웨어도 등장하고 있어 호환성에 대한 이점도 고려하였다. 설계 툴로는 CPLD/FPGA의 디자인 시작(Design Entry)단계부터 최종 프로그래밍 작업까지 통합된 환경(Project Navigator)상에서 쉽게 디자인할 수 있도록 지원하며, 빠른 런타임, 빠른 타이밍과 사용하기 편한 GUI(Graphical User Interface) 등의 효율성이 돋보이는 Xilinx ISE(Integrated Software Environment)설계 툴을 사용하였다. 또한 HDL 시뮬레이션 프로그램으로 Model Sim을 사용하였다.

### 3.1 Packet Detector Module

packet detector module은 리더로부터 전송된 data중에서 실 data만을 검출해 내기 위한 모듈이다.

packet detector module은 GROUP\_SELECT에 대한 명령어에서 preamble\_detect와 preamble, STDEL(Start Delimiter)까지를 검출하여 D\_EN신호를 만들어 주어 그 다음부터 들어오는 data부터가 실data임을 알려주며, manchester block으로 넘기게 된다. delimiter뒤의 Command는 명령어 별로 갖는 parameter가 다르다. 그렇기 때문에 detector 모듈에서는 command를 읽고 판별하여 나올 수 있는 parameter의 길이를 정확히 파악하여 CRC-16이 끝나고 들어오는 data가 끝났음을 알리는 신호를 만들어 줘야한다.

### 3.2 Manchester Decoder Module

manchester decoder module에서는 packet detector에서 검출된 data를 data부호화 하는 역할을 한다. 데이터 부호화는 맨체스터 부호화를 구성하는 펄스를 생성함으로써 수행된다. manchester 코드는 한 bit의 값이 한 bit내에서 레벨변화(음의 변화/양의 변화)로 정의된다. 논리 0이 양의 변화(positive transition)로 정의되고, 논리 1이 음의 변화(negative transition)로 정의된다.

### 3.3 CRC-16 Module

CRC(Cyclic Redundancy Check) 프로시저는 많은 양의 데이터에 대하여도 충분히 신뢰성이 있는 체크점을 발생시킬 수 있으며, 유·무선 인터페이스를 통한 데이터 전송에서 오류를 검출하는데 매우 적합하다. 이 CRC는 오류를 바로 잡을 수는 없지만, 전송 오류를 검출하는데 매우 신뢰성이 높은 방법이다. 또한 CRC 알고리즘의 가장 큰 특징은 연속 데이터 전송에서 오류 검출이 뛰어나다는 것이다.

### 3.4 Core Module

core module에서는 Type B의 binary tree protocol을 사용하여 리더로부터 수신되는 명령어들에 대해 태그의 상태를 응답하게 된다. 즉, 리더와 태그 간에 양방향으로 명령어와 데이터를 processing하며, 리더로부터 태그로의 명령어와 태그에서 리더로의 응답을 교환하는 것에 기초한다. 또한 collision arbitration 알고리즘을 사용하여 충돌 중재를 위해 태그는 태그 내에 8비트 카운터 COUNT와 난수생성기(0과 1의 값 중에서 선택)라는 두 개의 하드웨어 요소를 갖추어야 한다.

### 3.5 FM0 Module

태그의 메모리에 저장된 ID 정보 또는 데이터를 바로 변조할 경우 넓은 주파수 스펙트럼이 요구되어 리더에서 높은 인식률을 보장하기 어려우므로, 두 개의 주파수 스펙트럼이 발생될 수 있는 Bi-phase 형태의 manchester코드 또는 FM0 코드로 만드는 부분으로 XOR gate 등으로 구성되어야 한다. 태그에서 호출기로의 정보 전송은 입사 에너지를 변조하여 이를 다시 호출기로 반사함으로써 이루어지는 백스캐터(backscatter) 방식을 사용한다.

### 3.6 시뮬레이션 결과

본 논문에서는 RFID 태그의 국제표준인 수동형 Type B 태그를 6개의 작은 모듈로 나누어 설계하고 이 6개의 모듈들을 다시 하나의 전체 모듈로 묶어 전체적인 태그의 동작 상태를 시뮬레이션 하였다. 이렇게 실행된 시뮬레이션의 모든 파라미터는 ISO 18000-6 표준을 따랐다.

6개의 모듈 설계에서 가장 중요한 packet detector를 통해 400us 동안 변조되지 않은 일정한 반송파 뒤에 실제 data를 뽑아내고, 두 번째로 중요한 core module에서 또한 command마다의 파라미터가 다르기 때문에 command를 판별하여 뒤따라 들어오는 파라미터들에 대한 처리가 이루어졌으며, 이로 인해 tag data와 WORD\_DATA가 일치하여 tag가 올바르게 UID를 응답하는 것을 확인하였다. 그림 4는 전체 시뮬레이션의 결과를 보여주고 있다.

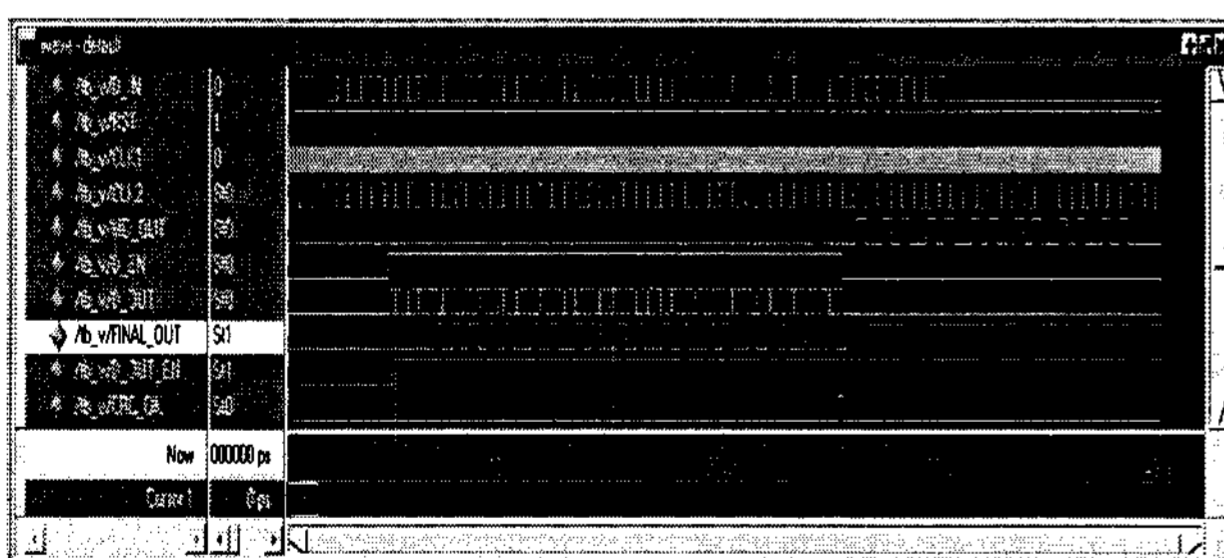


그림 4. 전체 시뮬레이션 결과

## 4. 결론

본 논문에서는 RFID 시스템의 구성요소 중 하나인 RFID 태그에서 현재 표준화된 RFID의 여러 표준분야 중 산업전반에 가장 많은 응용이 가능하고 현재 유통·물류분야(860MHz~960MHz air interface 통신용)에 쓰이는 ISO/IEC 18000-6 표준을 바탕으로

ISO/IEC에서 제안하는 읽기만 가능한 Type A의 단점인 빈번한 전원의 교체가 필요 없는 읽기·쓰기 모두가 가능한 수동형 Type B의 디지털로직을 설계·구현 하였으며, 태그의 동작 과정과 상태들을 검증하였다.

현재 RFID 시스템의 많은 발전으로 인해 그에 따른 시스템의 활용빈도가 증가함에 있어 사용자의 프라이버시 침해 및 정보의 유/노출 등 보완에 대한 문제점 등을 해결해야 할 것이다. 그러기 위해선 향후 RFID 시스템에 대한 암호화 알고리즘과 보안 프로토콜 등에 대한 연구가 활발히 진행되어야 할 것이다. 더구나 수동형 태그는 능동형에 비해 매우 가볍고, 가격도 저렴하면서 반영구적으로 사용이 가능하지만, 리더에서 발생하는 전파를 전력으로 이용하기 때문에 연산 능력이 매우 미흡하여, 통신의 동기를 리더의 신호에 의존하게 된다. 따라서 연산 능력과 통신 능력의 제한으로 인해 통신과정에서 정보를 보호하기 위한 능력이 매우 낮으며, 현재의 수동형 RFID 태그는 이를 수행할 능력이 없기 때문에 기존에 사용되는 방법으로는 메시지를 암호화시키는 데 제약이 있어 새로운 방법이 요구된다.

## 참고문헌

- [1] 변상기, "RFID Tag 기술", 한국전자과학회지, 15권 2호, 2004.
- [2] 권성호, 홍원기, 이용두, 김희철, "저비용 RFID 시스템에서의 충돌방지 알고리즘에 대한 성능평가", 한국통신학회논문지, Vol.30, No.1B, Jan.2005.
- [3] 유승화, "유비쿼터스 사회의 Radio Frequency Identification", 전자신문사, 2005.
- [4] Klaus Finkenzeller, RFID HANDBOOK, John Wiley & Sons, 2000.
- [5] ISO/IEC 18000-6, Part6 : Parameters for air interface communications at 860-960MHz, *International Standards*.
- [6] Auto-ID Center. 860-930MHz Class I Radio Frequency Identification Tag Radio Frequency & Logical Communication Interface Specification Candidate Recommendation, Version 1.0.1. *Auto-ID Center*. Nov. 2002.