

RFID System의 신뢰성 향상에 관한 연구

함정기* · 권오홍*

* 관동대학교 전자정보통신공학부

A Study on the Reliability Improvement of RFID System

Jung-Gi Ham* · Oh-Heung Kwon*

*Kwandong University

E-mail : hjk@bell-korea.net

요 약

RFID는 각종 서비스 산업은 물론 물류, 산업 현장, 제조 공장과 물품의 흐름이 있는 곳이면 어디에서나 적용이 가능하여 사회 여러 분야로부터 큰 관심을 받고 있다. 하지만 현재 900MHz 대역의 RFID에서 사용하는 ISO18000-6의 프로토콜에서는 에러검출을 위한 CRC16만을 사용하고 있으며, 에러정정능력을 갖추지 못해 그 신뢰성이 매우 떨어진다. 본 연구에서는 이러한 RFID 시스템의 신뢰성 향상을 위하여 Reader에서 Tag로의 데이터 전송 시에 대역확산방식과 컨볼루션 부호를 적용하여 시스템의 신뢰성 향상을 목적으로 하고 있으며, 또한, 이러한 방식을 적용했을 때와 적용하지 않았을 때의 에러율을 측정 비교하였다.

ABSTRACT

In recent years, RFID is widely used in industrial applications including factory, material flow, logistics and defense areas. In this paper, we developed a RFID baseband system with ASK modulation and convolutional channel code. A commercial ASK RF module is used and its frequency range is 350~351MHz and power is 10mW and the convolution code is constraint length $k=3$ and rate $R=1/2$. The performance is measured by frame error rate and the convolutional code is very useful in performance improvement and, also we implemented the binary search algorithm as anti-collision method and we show the wave shapes with collision occurrence. This RFID system is designed by FPGA therefore it produces result of speed-up and improvement of reliability.

키워드

RFID, 대역확산, 신뢰성 향상, convolution, FPGA

I. 서 론

최근 주목을 받고 있는 유비쿼터스 환경은 기술, 비즈니스, 산업의 접목과 융합에 의한 새로운 공간 가치와 재화의 창출을 그 특성으로 할 것이다. 즉, 유비쿼터스 컴퓨팅을 기반으로 일상 생활의 사물들, 어플라이언스, 상품들, 기업의 생산, 물류, 판매, 고객관리 등의 비즈니스 프로세스를 구성하는 기기나 시스템들이 모두 지능화되고 네트워크로 연결됨으로써 매우 다양한 새로운 비즈니스를 출현시킬 것이다. 이와 관련된 기술의 필수적 요소는 전자기술이 집적된 RFID (Radio

Frequency Identification) 태그(Tag)와 리더(Reader)이다.

RFID의 개념은 위 그림에서 보인 것과 같이 리더기를 통하여 접촉하지 않고 Tag의 정보를 판독하거나 기록하는 무선 주파수 인식을 말하며 간단히 무선인식 시스템은 흔히 내장형 시스템이라고 하며 정해진 용도에 맞추어서 최적화 되어 있다.

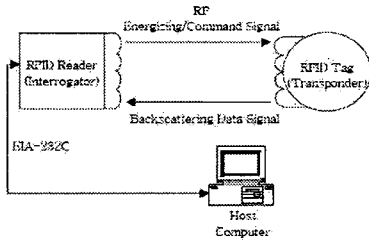


그림 3. RFID 시스템의 구성요소

RFID는 리더(Interrogator), 안테나, Tag(Transponder) 등으로 구성되어 사람, 차량, 상품, 교통카드 등을 비접촉으로 인식하는 기술로써 일반적으로 많이 사용되는 PassiveTag 시스템의 RFID의 리더는 RFID Tag에 읽기와 쓰기가 가능하도록 해주는 장치로써 RF 캐리어신호를 Tag에 송신하고 안테나는 정의된 주파수와 프로토콜로 Tag에 저장된 데이터를 교환하도록 구성되어 있다. Tag는 RF 신호가 들어오면 진폭 또는 위상 변조하여 Tag에 저장된 데이터를 캐리어 주파수 신호로 리더로 되돌려 준다(backscatter). 되돌려 받은 변조신호는 리더에서 복호화 되어 Tag 정보가 해독되는 것이 기본원리이다. 리더는 보통 PC에 연결되어 운용되며 응용목적에 따라 운용 소프트웨어에 의해 RFID 시스템을 제어한다.

본 논문에서는 ISO18000-6에서 제안하고 있는 Type A와 Type B중 Type B의 방식을 적용한 시스템을 구성하고 기본적인 프로토콜을 구성하여 Test하고 기존의 프로토콜에서는 Reader에서 Tag로의 Command 전송 시 Command에 CRC16만을 추가하여 에러검출만 가능했던 시스템을 보완하여 시스템의 전송효율을 높이기 위해 Reader에서 Tag로의 Command 전송 시 대역확산 방식과 컨볼루션 방식을 적용하였고 최종적으로 신뢰성과 처리속도 향상을 위해 FPGA로 디자인한 시스템을 구현하여 기존의 방식과 성능을 비교해 보고자 한다.

II. 본 론

2.1 구성회로

본 논문의 Test를 위해 제작한 시스템의 기본 구성도는 Reader와 Tag 모두 FPGA부 그리고 ASK 모듈부로 나누어진다.

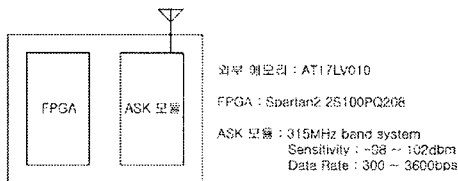


그림 6. 시스템 구성도

FPGA부는 Data 프레임을 구성하며 전체 시스템의 I/O를 담당한다. 또한 컨볼루션부호, 비터비 알고리즘, 충돌방지 알고리즘, 대역확산과 역확산 등의 기능을 수행한다. 그리고 ASK 모듈부는 데이터를 ASK 변조하여 전송하는 기능을 수행한다.

2.2 프로그램 플로우차트

가. Reader 플로우차트

- (1) 명령대기 : Reader의 Input port를 감시하며, User의 시작명령을 감시한다.
- (2) Tag_ID 전송요구 : 이진 검색 알고리즘에 근거하여 최초로 Tag_ID에 존재할 수 있는 가장 큰 값으로 전송하며 그 이후로는 Collision bit를 수정한 값으로 Tag_ID를 변경하여 전송한다.
- (3) Collision Search : 수신된 값의 충돌 여부를 판단한다.
- (4) Tag 정보 전송요구 : 충돌 없이 인식된 Tag에게 정보를 전송할 것을 명령한다.
- (5) Stand Command : 충돌 없이 인식된 Tag와의 통신을 위하여 인식된 Tag를 제외한 모든 Tag에 Stand 명령을 전송한다.

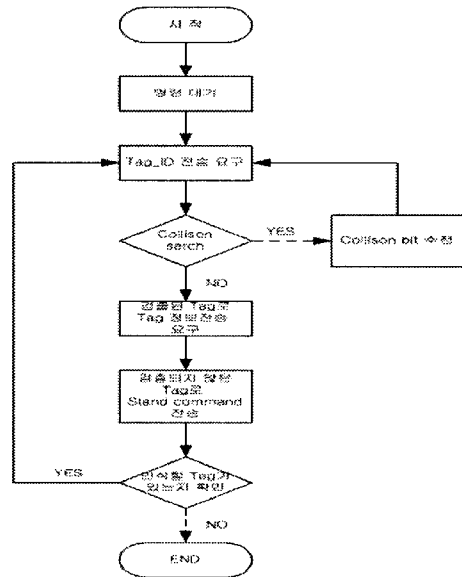


그림 7. Reader 플로우차트

나. Tag 플로우차트

- (1) 명령대기 : Reader의 명령을 기다리며 Reader에서 전송되는 명령을 판단하여 동작 방법을 결정한다.
- (2) Tag_ID 전송여부결정 : Reader에서 전송 요구한 Tag_ID와 자신의 Tag_ID를 비교하여 자신의 Tag_ID를 전송할지를 결정한다.
- (3) Tag 정보전송 : Reader가 Tag_ID를 충돌 없이 인식한 후 인식된 Tag에게 정보의 전송을 요구하는 명령을 받았을 경우 Tag는 자신의

정보를 Reader에 전송한다.

- (4) Stand : Reader가 Tag_ID를 충돌 없이 인식한 후 인식된 Tag와의 통신을 위해 아직 인식되지 않은 Tag에 Stand Command를 전송하면 이 명령을 수신한 Tag들은 잠시 동작을 멈추고 대기한다.
- (5) END : Reader에 자신의 정보를 전송한 후 Reader의 전송완료 메시지를 수신한 후 모든 동작을 완료한다.

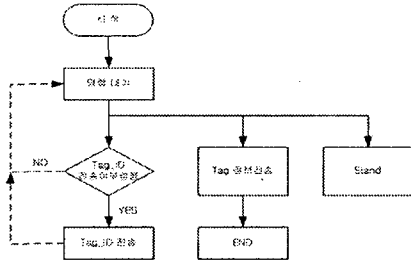


그림 8. Tag 플로우차트

2.3 Data 프레임 구조

가. Reader Command 프레임 구조

Preamble	Command	CRC	ETX
16bit	8bit	16bit	8bit

(1) Command Type

- ① Tag_ID 전송요구 Command
- ② 인식된 Tag의 정보전송 요구 Command
- ③ Stand Command
- ④ Tag의 동작 완료 Command
- ⑤ Reset Command

나. Tag Command 프레임 구조

(1) 기본적인 Response 프레임 구조

Preamble	Tag_ID	CRC	ETX
16bit	8bit	16bit	8bit

(2) 정보전송시 Response 프레임

Preamble	Data	CRC	ETX
16bit	8bit	16bit	8bit

III. 실험 및 측정

3.1 충돌감지 및 ID 인식 테스트

실험은 전송속도 1200bps로 진행하였으며, Reader 1대와 Tag 2대를 사용하여 시스템 동작을 확인하였다. 또한 실험 장소는 Reader와 Tag를 동일한 장소에서 line of sight 상태로 시스템간 거리를 3m로 했을 때(1)와, Reader와 Tag를 각각 서로 막힌 다른 장소에 두었을 때(2)에 관해 측정하였다. 측정된 장소는 그림 5와 같은 구조이다.

그림 5에서 1위치는 Reader의 위치이고 2, 3은 각각의 Tag의 위치이다.

가. 충돌 감지

Reader에서 Tag로 Tag_ID 전송요청을 했을 때, Tag는 자신의 Tag_ID를 Reader로 전송하며 이 때 Manchester Code를 이용하여 충돌을 감지할 수 있다. 그림 6은 충돌이 일어났을 때를 오실로스코프를 이용하여 측정된 파형이다.

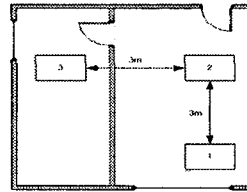


그림 9. 측정 장소

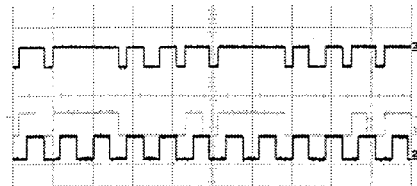


그림 10. ID 충돌이 일어난 경우의 파형

나. ID 인식 테스트

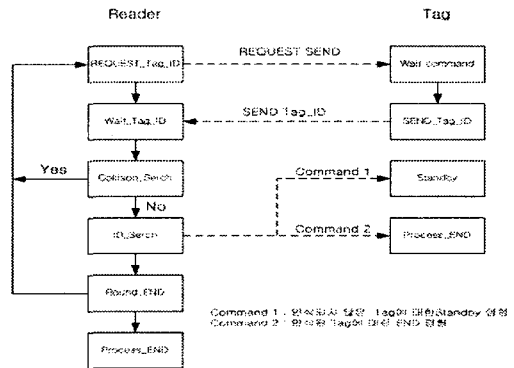


그림 11. Reader와 Tag의 인식과정

위의 그림 7은 Reader가 Tag를 인식하는 과정을 보여주며 Reader에서는 Tag가 가질 수 있는 ID값 중에서 가장 큰 값을 최초의 REQUEST로 보내며 그 후부터 이진트리 알고리즘을 적용하여 최종적으로 Tag의 ID를 인식하게 된다.

3.2 시스템에 적용한 결과

본 논문에서의 실험은 위와 같이 기본적인 시스템, 대역확산방식과 쿼터루션 부호를 각각 FPGA부와 마이크로프로세서부로 나누어 구현 적용한 시스템

템, 대역확산방식과 컨볼루션 부호를 FPGA로 구현 적용한 시스템에서의 각각의 그 에러율을 같은 실험환경에서 측정하였으며 각 측정시마다 100,000bit의 임의의 data를 전송하여 그 에러율을 측정하였으며 그 결과는 그림 8, 9와 같았다.

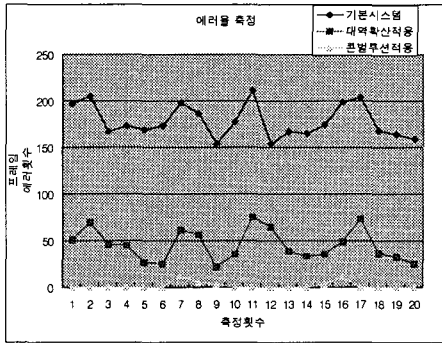


그림 8. 장소 1에서의 측정결과

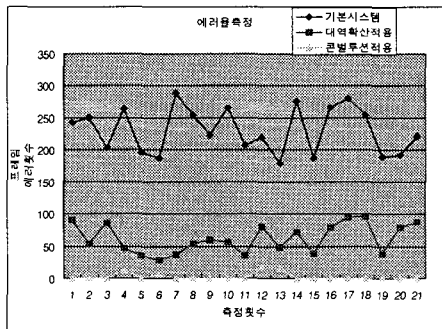


그림 9. 장소 3에서의 측정결과

IV. 결론

본 논문에서는 ISO18000-6에서 제안하고 있는 900MHz 대역의 프로토콜의 Reader에서 Tag로의 데이터 전송시 CRC16만을 사용하여 에러의 검출만이 가능하게 하는 시스템의 신뢰성과 처리속도 향상을 위해 CRC16 이외에 이동통신 분야에서 널리 사용하고 있는 대역확산 방식과 컨볼루션 부호, 비터비 알고리즘을 FPGA로 구현하였다. 컨볼루션 부호는 구속장 $k=3$ 이며, Data Rate=1/2인 부호를 사용하였으며 또한 PN Generator를 구현하여 16chip을 발생시켜 송신신호에 곱해줌으로써 확산하도록 하였고 비터비 알고리즘을 이용하여 전송된 데이터가 정확하게 복구되는 것을 확인하였다.

구현한 시스템의 기본 프로토콜은 ISO18000-6에 B Type을 기본으로 하며, 인코딩 방식으로는 맨체스터 코딩을 적용하였고, Anti-Collision 방식으로는 이진 검색 알고리즘을 적용하였다. 기본 프레임은 크게 Command 프레임과 Response 프레임으로 나

누며 Command 프레임은 preamble 16bit, command 8bit, CRC 16bit, tail 8bit로 총 48bit로 구현하였다.

Test를 위해 FPGA로 구현한 시스템은 Xilinx사의 FPGA 디자인 툴인 ISE 7.1i를 사용하였으며, Xilinx사의 Spartan2칩에 구현하였다.

구현된 시스템은 동일 장소에서 line of sight 상태와 그렇지 않은 상태에 관해 그 에러율을 측정하였으며, 또한 구현된 기본 시스템에 대역확산 방식과 컨볼루션 부호를 FPGA에 구현 적용한 시스템의 데이터 에러율을 비교하였다. 그 결과, 대역확산방식과 컨볼루션 부호를 적용하였을 때의 데이터 에러율이 적용하지 않았을 때보다 향상되었음을 알 수 있다.

참고문헌

- [1] RFID HANDBOOK, Klaus Finkenzeller 저, 이근호, 강병권 역, 영진닷컴
- [2] ISO18000-6
- [3] Digital communications, Bernard Sklar, Prentice Hall.
- [4] CDMA 이동통신 공학 Samuel C. Yang 저, 김남수 역, 대영사.
- [5] CDMA SYSTEMS ENGINEERING HANDBOOK, Jhong Sam Lee, Leonard E. Miller, Artech House.
- [6] CDMA RF SYSTEM ENGINEERING, Samuel C. Yang, Artech House.