

이진검색 알고리즘을 적용한 RFID 시스템 구현

윤성기 · 강병권* · 한기관**

순천향대학교 정보기술공학부* · 한국정보통신기술대학 정보통신설비과**

lostysk@sch.ac.kr, bgkang@sch.ac.kr, hankk@icpc.ac.kr

Implementation of RFID system with Binary Search Algorithm

Sung-Ki Yun · Byeong-Gwon Kang* · Ki-Kwan Han**

Division of Information Technology Engineerikng, Soonchunhyang University*

Division of Information Technology Engineerikng, Korea Information And Communication College**

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 사용하여, 에러정정능력을 갖추지 못해 그 신뢰성이 떨어질 것으로 여겨진다.

본 논문에서는 이러한 RFID 시스템의 신뢰성 향상을 위해 Reader에서 Tag로의 Command data 전송 시에 대역확산방식과 콘벌루션부호를 적용하여 시스템의 신뢰성 향상을 목적으로 하며, 이러한 방식을 적용했을 때와 적용하지 않았을 때의 에러율을 측정 비교하였다.

1. 서 론

RFID는 각종 서비스 산업은 물론 물류, 산업 현장, 제조 공장과 물품의 흐름이 있는 곳이면 어디에서나 적용이 가능하여 사회 여러 분야로부터 큰 관심을 받고 있으며, 이와 같은 상황을 반영하여 ISO/IEC의 JTC1/SC31 전문위원회를 중심으로 RFID 글로벌 표준화가 진행되고 있다.

RFID(Radio Frequency IDentification)의 개념은 다음 그림에서 보인 것 같이 판독기(리더기)를 통하여 접촉하지 않고 Tag(트랜스폰더)의 정보를 판독하거나 기록하는 무선 주파수인식을 말하며 간단히 무선인식이라고도 한다. 일부에서는 보다 쉬운 개념으로 나타내기 위하여 무선 IC 태그, 전자태그 스마트 태그 등으로도 표현한다.

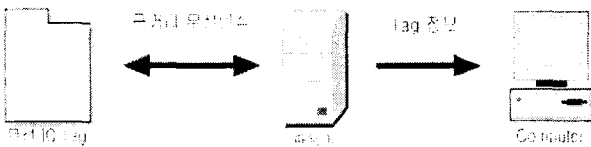


그림 1.1 RFID 시스템의 구성요

RFID는 리더(Interrogator), 안테나, Tag(transponder)등으로 구성되어 사람, 차량, 상품, 교통카드등을 비접촉으로 인식하는 기술로서 일반적으로 많이 사용되는 Passive

Tag 시스템의 RFID의 리더는 RF 캐리어신호를 Tag에 송신하고 Tag는 RF 신호가 들어오면 진폭 또는 위상변조하여 Tag에 저장된 데이터를 캐리어주파수 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.

일반 바코드처럼 Tag도 고유번호(Unique ID)를 가지고 있어 Tag와 리더의 관계는 바코드와 바코드리더 사이 관계와 개념이 거의 동일하다. 바코드는 종이가 찢어지거나 오염될 수 있어 주변 환경에 의해 사용에 제한을 받지만, Tag는 마이크로칩의 형태로 반영구적이며 주변환경에 독립적인 것이 일반 바코드와의 가장 큰 차별요소라 할 수 있다.

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 전송시 command에 CRC16만을 추가하여 에러검출만 가능했던 시스템을 보완하여 시스템의 전송효율을 높이기 위해 Reader에서 Tag로의 command 전송시 대역확산 방식과

콘벌루션 방식을 적용하여 기존의 방식과 성능을 비교해 보고자 한다.

II. 시스템 설계

2.1 구성회로

본 논문의 test를 위해 제작한 시스템의 기본 구성도는 Reader와 Tag 모두 크게 마이크로 프로세서부와 FPGA 부 그리고 ASK 모듈부로 나누어진다(그림 2.1).

마이크로 프로세서는 data 프레임을 구성하며 전체 시스템의 I/O를 담당한다. 또한 콘벌루션부호, 비터비 알고리즘 충돌방지 알고리즘 등을 수행한다. FPGA부는 대역 확산과 역확산을 수행한다. 그리고 ASK 모듈부는 데이터를 ASK변조하여 전송하는 기능을 수행한다.

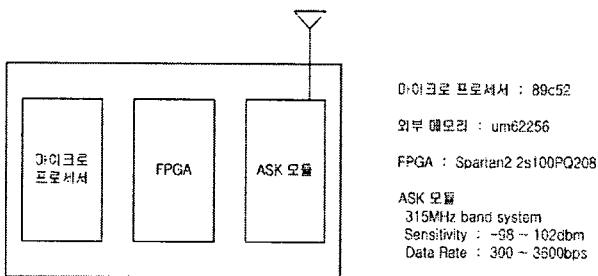


그림 2.1 시스템 블럭도

2.2 프로그램 플로우 차트

2.2.1 Reader 플로우 차트

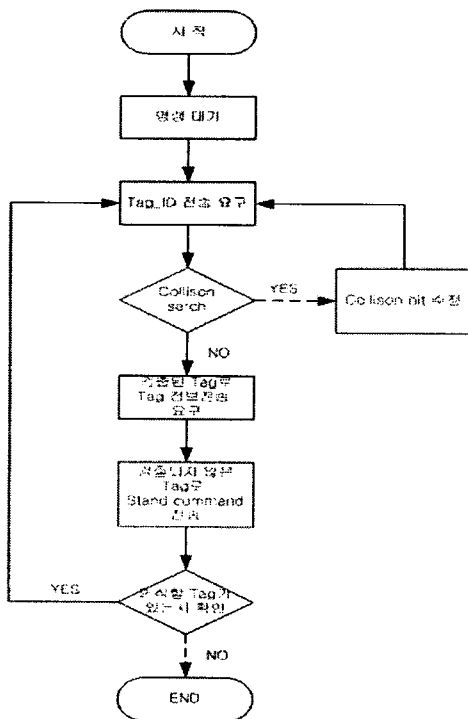


그림 2.2 Reader 플로우 차트

명령대기 Reader의 Input port를 감시하며, user의 시작 명령을 감시한다.

Tag_ID 전송요구 이진 검색 알고리즘에 근거하여 최초에 Tag_ID의 존재할 수 있는 가장 큰 값으로 전송하며 그 이후로는 충돌 bit를 수정한 값으로 Tag_ID를 변경하여 전송한다.

Collison Serch 수신된 값에 충돌 여부를 판단한다.

Tag 정보 전송요구 충돌없이 인식된 Tag에게 Tag 정보를 전송할 것을 명령한다.

Stand Command 전송 충돌없이 인식된 Tag와의 통신을 위하여 인식된 Tag를 제외한 모든 Tag에 Stand 명령을 전송한다.

2.2.2 Tag 플로우 차트

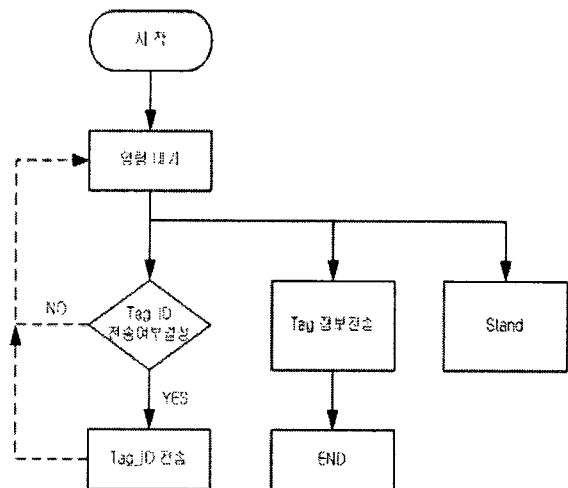


그림 2.3 Tag 플로우 차트

명령대기 Reader의 명령을 기다리며 Reader에서 전송되는 명령을 판단하여 동작방법을 결정한다.

Tag_ID 전송여부결정 Reader에서 전송요구한 Tag_ID와 자신의 Tag_ID를 비교하여 자신의 Tag_ID를 전송할지를 결정한다.

Tag 정보전송 Reader가 Tag_ID를 충돌없이 인식한 후 인식된 Tag에게 Tag의 정보전송을 요구하는 명령을 받았을 경우 Tag가 갖고 있는 Tag 정보를 Reader에 전송한다.

Stand Reader가 Tag_ID를 충돌없이 인식한 후 인식된 Tag와의 통신을 위해 아직 인식되지 않은 Tag에 Stand Command를 전송하면 이 명령을 수신한 Tag들은 잠시 동작을 멈추고 대기한다.

END Reader에 자신의 정보를 전송한 후 Reader의 전송 완료 메시지를 수신한 후 모든 동작을 완료한다.

2.3 DATA 프레임 구조

2.3.1 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

2.3.2 Tag Response 프레임 구조

(1) 기본적인 Response 프레임

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

(2) 정보전송시 Response 프레임

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

III. 실험 및 결과

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. 측정한 장소는 그림 5.1와 같은 구조이다. 그림 5.1에서 1위치는 Reader 위치이고 2,3은 각각의 Tag의 위치이다.

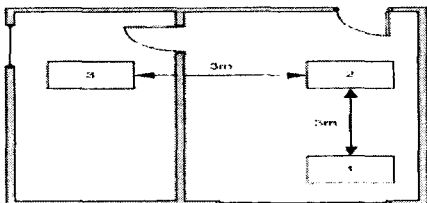


그림 3.1 측정 장소

3.1.1 충돌 감지

Reader에서 Tag로 Tag_ID 전송요청을 했을 때 Tag는 자신의 Tag_ID를 Reader로 전송하며 이때 Manchester code를 이용하여 충돌을 감지할 수 있다 그림 5.2는 충돌

이 일어났을 때의 오실로 스코프 파형이다.

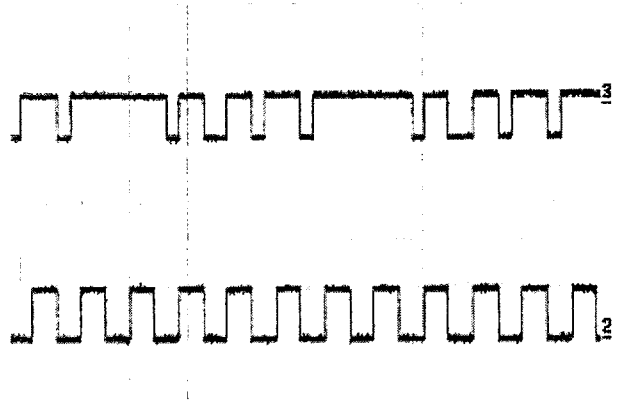


그림 3.2 ID 충돌이 일어난 경우의 오실로 스코프 파형

3.2.2 ID 인식 테스트

Reader에서는 Tag가 가질 수 있는 ID값 중에서 가장 큰 값을 최초의 REQUEST로 보내며 그 후부터 이진 트리 알고리즘을 적용하여 최종적으로 Tag의 ID를 인식하게 된다.

그림 5.3은 Reader가 Tag를 인식하는 과정을 보여준다.

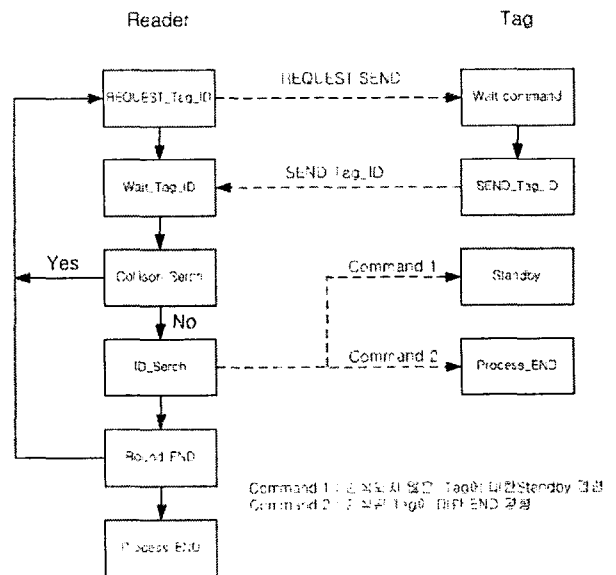


그림 3.3 Reader 와 Tag의 인식과정

3.2 시스템에 적용한 결과

본 논문에서 실험은 위와 같이 기본적인 시스템, 대역확산방식을 적용한 시스템, 콘벌루션 부호를 적용한 시스템의 경우 그 에러율을 같은 실험환경에서 측정하였으며 각 측정마다 100,000bit 임의의 data를 전송하여 그 에러율을 측정하였다. 그 결과는 그림 5.7, 그림5.8과 같았다.

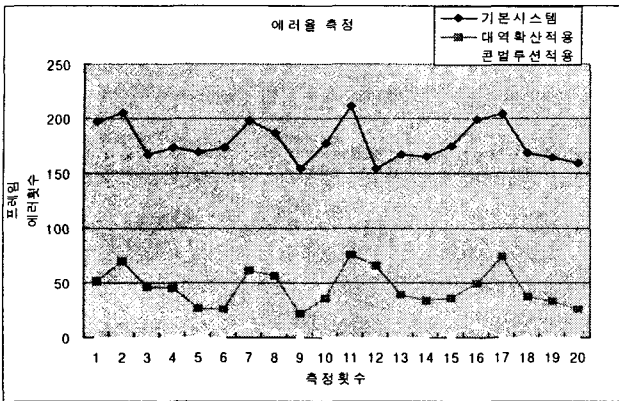


그림 3.5 장소 1에서의 측정결과

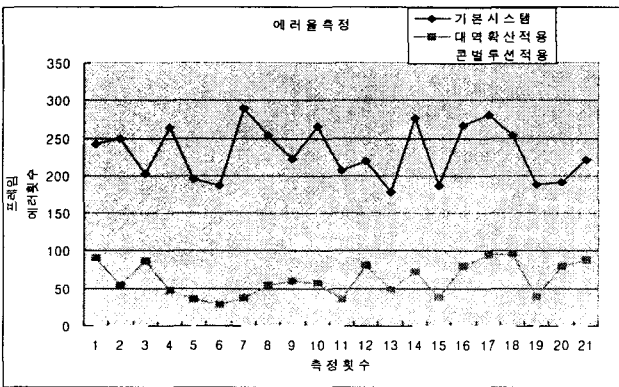


그림 3.6 장소 2에서의 측정결과

IV. 결 론

본 논문에서는 ISO18000-6에 제안하고 있는 900Mhz 대역의 프로토콜의 Reader에서 Tag로의 데이터 전송시 CRC16만을 사용하여 에러의 검출만이 가능하게 하는 시스템의 신뢰성 향상을 위해 CRC16이외에 이동통신 분야에서 사용하고 있는 대역확산 방식과 콘벌루션부호, 비터비 알고리즘을 적용하여 시스템을 구현하였다. 콘벌루션부호는 구속장 $k=3$ 이며, $Data Rate = \frac{1}{2}$ 인 부호를 사용하

였으며, 마이크로프로세서에서 구현하였다. 또한 비터비 알고리즘을 구현하여 전송된 데이터가 정확하게 복구되는 것을 확인하였다. 대역확산 방식은 Xilinx사의 FPGA 디자인 툴인 Foundation3.1을 사용하였으며, Xilinx사의 Spartan2칩에 PN generator를 구현하여 16chip을 발생시켜 송신신호에 곱해줌으로써 확산하도록 하였다.

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

preamble 16bit command 8bit CRC 16bit tail 8bit으로 총 48bit로 구현하였다. Response 프레임 역시 기본 구조는 같게 하였으며 총 48bit로 구현하였다.

구현된 시스템은 동일장소에서 line-of-sight 상태와 그렇지 않은 상태에 관해 그 에러율을 측정하였으며, 또한 구현된 기본 시스템에 대역확산 방식과 콘벌루션 부호를 적용하여 같은 방법으로 측정하였을 때 데이터의 에러율을 비교 하였고, 그 결과 대역확산 방식과 콘벌루션 부호를 적용하였을 때의 데이터 에러율이 적용하지 않았을 때보다 향상됨을 보았다.

하지만 본 논문에서 구현한 시스템은 그 성능의 정도를 평가하기 위해 구현하여 콘벌루션 부호나 비터비 알고리즘, 이진트리 알고리즘 등의 코딩을 마이크로프로세서를 통해 구현하여 데이터 처리속도에 한계가 있었다. 따라서 이러한 데이터 처리부분 전체를 FPGA를 통해 구현하거나 DSP를 이용하여 구현한다면 데이터의 신뢰성뿐만 아니라 처리속도의 향상도 가져 올 수 있을 것으로 여겨진다.

참 고 문 헌

- [1] RFID HANDBOOK, Klaus Finkenzeller 저, 이근호, 강병권 역, 영진닷컴
- [2] ISO18000-6
- [3] *Digital communications*, Bernard Sklar, Prentice Hall.
- [4] Avtar Singh & W.A.Triebel, *16bit and 32bit Microprocessor*, Prentice Hall.
- [5] *8051 마이크로 컨트롤러*, Mackenzie 저, 이상구 역, 도서출판 그린.
- [6] *CDMA 이동통신 공학* Samuel C. Yang 저, 김남수 역, 대영사.
- [7] *통신시스템*, 이병수, 염홍렬, 신화
- [8] *CDMA SYSTEMS ENGINEERING HANDBOOK*, Jhong Sam Lee, Leonard E. Miller Artech House.