

VHDL을 이용한 RFID 시스템 Type C의 구현

조경철*

요약

최근 900MHz 대역의 RFID 시스템 규격인 ISO/IEC 18000-6의 국제 표준이 발표되었고, 여기에 새롭게 Type C가 추가 되었다. Type C는 EPC Global의 단체 표준으로서 월마트 등 민간 업체를 중심으로 공동의 규격을 만들어 이를 ISO에서 수용하게 되었다. 최근에는 900MHz 대역에서의 물품 인식에서 가장 큰 문제가 되었던 금속과 액체 물질 인식에서도 큰 진전을 이루어 완벽한 상용화를 눈앞에 두고 있다. 이 대역에서의 RFID 시스템은 미국의 월마트, 영국의 테스코 그룹, 독일의 메트로 그룹 등 대형 유통 회사뿐만 아니라 미국 국방성 등에서도 물류 관리에 관심을 가지고 있는 매우 시장성이 높은 시스템이다. 이와 같이 RFID 시스템 중에서도 가장 큰 관심을 받고 있는 900MHz 대역의 규격인 ISO/IEC 18000-6에서는 기존의 형식 A, B를 포함하여 모두 세 종류의 형식이 존재하며, 본 논문에서는 형식 C에 대한 규격을 분석하고, 이의 기능 블록을 VHDL로 구현하였다. 임의의 데이터 프레임을 구현하고 임의의 데이터를 가정한 후에 데이터 변조 방식으로서 사용되는 Miller 부호와 FM0 변조 방식 등을 구현하고, 이를 송수신함으로써 변복조가 정확히 구현되었음을 확인하였다.

Implementation of RFID System Type C Using VHDL

Kyung-Chul Cho*

Abstract

In recent years, the International Standard ISO/IEC 18000-6 is announced and a new scheme of Type C is added to conventional standard. Among the RFID systems the ISO/IEC 18000-6 standard is the most interesting to companies due to its potential market growth. The operating frequency is between 860-960 MHz, and three kinds of RFID system are included in the standard, i.e. type A, B and C. In this paper, we implemented the data frame of type C with baseband coding using VHDL. The data frame is encoded based on Miller code and FM0. We showed the implementation results with waveforms. The data frame was proved that it is properly implemented by the experiment of transmission and receiving operation.

Keywords : RFID, VHDL

1. 서론

최근 RFID 시스템에 대한 국내의 동향을 보면 교통 카드 등이 많이 사용되고 있는 13.56MHz에서 출력이 기존의 5배 가량 증가하면서 10cm 정도에 불과하던 인식 거리가 70cm 까지 확대 되는 등 활용 범위가 크게 확대되고 있고, 국제적으로도 900MHz 대역의 RFID 시스

템 규격인 ISO/IEC 18000-6의 국제 표준이 발표되었고, 여기에 새롭게 Type C가 추가 되었다. 국외에서는 미국의 월마트, 영국의 테스코 그룹, 독일의 메트로 그룹 등 대형 유통업체들이 자사로 납품하는 업체들에게 RFID 칩을 내장하여 납품할 것을 요구하였고, 시험 운영 중 발견되었던 문제인 액체 물질과 금속 물질로 인한 물품 인식의 문제가 2006년 10월에 개최된 EPC Global 학회에서 거의 해결된 것으로 보고되었다.

최근의 RFID 시험과 관련된 특이 사항은 이제 한 장소나 한 국가에 국한 되지 않고, 국가간 물류 이동까지도 시험 대상이 되어 수입과 수출에 문제가 없는 지에 대한 점검과 함께 세관 업

※ 제일저자(First Author) : 조경철

접수일:2006년07월27일, 심사완료:2006년09월14일

* 한국정보통신기술대학 방송통신설비과

kccho@icpc.ac.kr

무의 효율성을 대폭 향상 시킬 수 있는 대안으로까지 제안되고 있다는 사실이다. 즉, 최근에는 홍콩과 일본 간의 컨테이너 물류에서 EPC가 제안한 방식으로 본격적인 RFID 물류에 대한 시험이 진행되고 있다. 이 시험의 목적은 EPC 글로벌에서 인증한 RFID 기술과 EPCIS 기술이 국가와 국가 간 무역에서 무역 당사자와 서비스 제공자 간에 호환성을 시험하는 것이다. 바다를 통과하는 컨테이너에서 발생하는 RFID 데이터는 국가 간 경계 즉, 국경에서만 공유되는 것이 아니라 수송과 물류를 담당하는 산업체도 공유하게 되는 것이다. EPCIS는 Electronic Product Code Information Services의 약자로서 EPC 글로벌에서 규정한 기술 규격이며, 무역 당사자 간에 EPC 데이터가 표준화된 과정과 형태로서 유통망에서 전달되고 공유되도록 도와준다. 또한, 이것은 다음과 같이 정의되어 있다. EPCIS는 현재는 규격이지만 일단 EPC 글로벌의 표준 개발 과정을 거쳐 통과하게 되면 공식적인 표준으로서의 역할을 하게 된다. 현재까지도 많은 업체들이 EPCIS 규격에 적합하도록 제품을 개발하고 있으며, 제품에 적용하여 상호 운용성에 대한 시험을 하고 있다. 아시아에서의 이번 시험 사업은 지금까지의 시험 중 가장 규모가 큰 시험이며, 가장 핵심적인 것은 두 무역 당사자 뿐만 아니라 여러 파트너들 간에 데이터 공유를 위한 EPCIS 통신이 성공하는 것이다.

본 논문에서는 ISO/IEC18000-6에서 제안하고 있는 Type A, B, C중에서 Type C의 FM0와 Miller 부호를 VHDL로 구현하여 기본적인 통신 프로토콜을 구성하였다. 기본 프레임은 크게 명령어(Command) 프레임과 응답(Response) 프레임으로 나뉘며 명령어 프레임은 SOF 8비트, 명령 16비트, CRC 16비트, EOF 8비트로 총 48비트로 구현하였다. 응답 프레임 역시 기본 구조는 같게 하였으며 총 48비트로 구현하였다.

데이터 부호화 변조는 Xilinx사의 FPGA 디자인 툴인 Foundation3.1을 사용하여 구현하였으며, Xilinx사의 Spartan2칩에 Type C형의 부호화 및 변조 등의 프로토콜을 구현하였다.

2. ISO/IEC 18000-6 국제 표준 형식 C의 규격

2.1 프로토콜

호출기는 양측과대 크기 변조(DSB-ASK), 단측과대 크기 변조(SSB-ASK), 또는 펄스 간격 부호화(PIE) 형식을 이용한 위상 반전 크기 변조(PR-ASK) 등을 이용하여 RF 반송파를 변조함으로써 하나 또는 그 이상의 태그에게 정보를 전송한다. 태그는 동일한 변조된 RF 반송파로부터 동작 에너지도 수신한다. 호출기는 변조되지 않은 RF 반송파를 전송하고 백스캐터된 응답을 접수함으로써 태그로부터 정보를 수신한다. 태그는 RF 반송파의 크기 또는 위상을 백스캐터 변조함으로써 정보를 송신한다. 호출기 명령에 응답하기 위하여 선택된 부호화 형식은 FM0이거나 밀러 변조된 부반송파이다. 호출기와 태그 간의 통신 링크는 단방향 통신이며, 이것은 태그가 백스캐터링 하는 동안은 호출기의 명령을 복조할 필요가 없다는 것을 의미한다. 태그는 필수형 또는 선택형 명령어에 양방향 통신을 사용하여 응답하지 않는다. 호출기는 3개의 기본 동작을 사용하여 자신의 영역 내의 태그 군집을 관리한다.

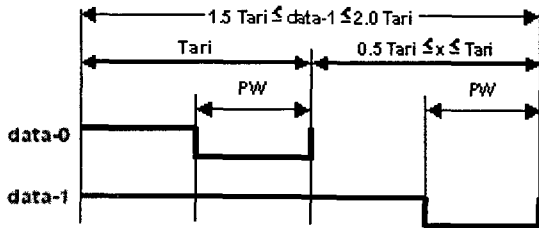
Select : 인벤토리와 액세스를 위하여 태그 군집을 선택하는 동작. Select 명령어는 사용자가 정한 기준에 기반 하여 특정 태그 군집을 선택하기 위하여 연속적으로 적용될 수 있다.

Inventory : 태그를 인식하는 동작. 호출기는 네 세션 중 한 세션에서 Query 명령어를 전송함으로써 인벤토리 라운드를 시작한다. 하나 또는 그 이상의 태그가 응답할 수 있다. 호출기는 하나의 태그 응답을 검출하고, 태그에게 PC, UII와 CRC-16을 요청한다.

Access : 태그와의 통신 동작(태그로부터 읽거나 태그에게 쓰는 동작). 개별적인 태그는 액세스하기 전에 고유하게 인식되어야 한다. 액세스는 다중의 명령어로 구성된다.

2.2 데이터 부호화

R=>T 링크에서는 (그림 1)에 보이는 바와 같이 PIE를 사용한다. Tari는 호출기에서 태그로 가는 시그널링을 위한 기준 시간 구간이며, 데이터 0의 시간 폭이다. 펄스 변조 깊이, 상승 시간, 하강 시간, 그리고 PW는 <표 1>에 정의되어 있으며, 데이터 0과 데이터 1에 대하여 동일하다. 호출기는 한 인벤토리 라운드 시간 동안은 일정한 변조 깊이, 상승 시간, 하강 시간, PW, Tari, 데이터 0의 길이와 데이터 1의 길이를 사용한다.



(그림 1) PIE 심볼

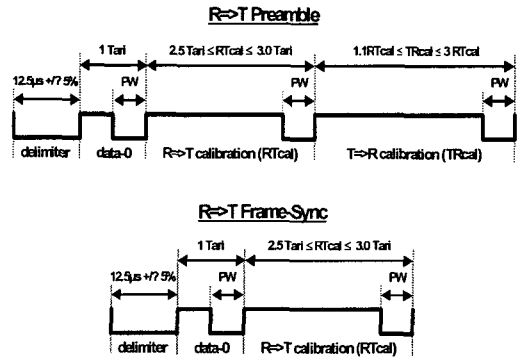
<표 1> RF 포락선 파라미터

Tari	파라미터	심볼	최소	공칭	최대	단위
6.25 μs to 25 μs	변조 깊이	(A-B)/A	80	90	100	%
	RF 포락선 리플	$M_h = M_l$	0		0.05(A-B)	V/m
	RF 포락선 상승 시간	$t_{r,10-90} \%$	0		0.33Tari	μs
	RF 포락선 하강 시간	$t_{f,10-90} \%$	0		0.33Tari	μs
	RF 펄스폭	PW	$\text{MAX}(0.265\text{Tari}, 2)$		0.525Tari	μs

2.3 프리앰블과 프레임 동기

호출기는 모든 R=>T 시그널링을 프리앰블이나 프레임 동기로 시작하며, 이 두 가지는 (그림 2)에 있다. 프리앰블은 Query 명령어 앞에 있으며, 인벤토리 라운드의 시작을 나타낸다. 모든 다른 시그널링은 프레임 동기와 함께 시작된다.

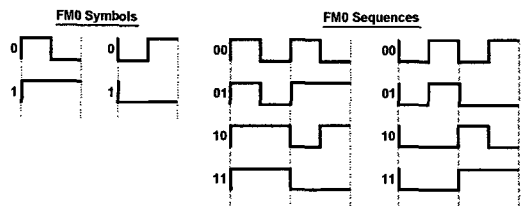
Tari의 단위로 규정된 모든 파라미터에 대한 허용 오차는 ±1%이다.



(그림 2) 호출기에서 태그 방향으로의 프리앰블과 프레임 동기

프리앰블은 고정된 길이의 시작 디리미터, 데이터 0 심볼, R=>T 캘리브레이션 (RTcal) 심볼과 T=>R 캘리브레이션 (TRcal) 심볼로 구성된다.

프레임-동기는 프리앰블에서 TRcal 심볼을 뺀 것과 동일하다. 인벤토리 라운드의 구간 동안 호출기는 라운드를 시작하는 프리앰블에서 사용된 것과 동일한 길이의 RTcal을 프레임-동기에서 사용한다.

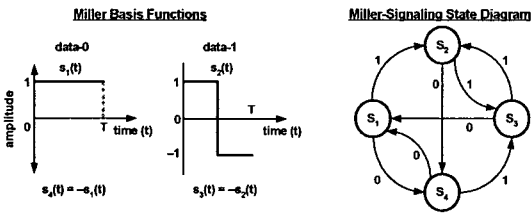


(그림 3) FM0 심볼과 시퀀스

2.4 밀러 변조된 부반송파

(그림 4)는 밀러 부호화를 발생시키는 기초 함수와 상태도를 보여 준다. 기저대역 밀러는 시퀀스에서 두 개의 데이터 0 사이의 위상을 반전시킨다. 기저 대역 밀러는 또한 데이터 1심볼의 중간에서 위상을 반전시킨다. (그림 4)의 상태도는 논리적 데이터 시퀀스를 기저 대역 밀러 기초 함수에 대응시킨다. 상태 레이블 S1 - S4는 4개의 가능한 밀러 부호화된 심볼을 나타내며, 이

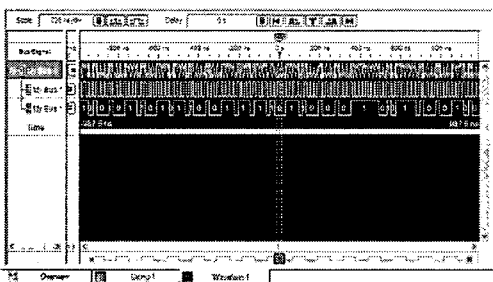
심볼들은 각 밀러 기초 함수의 두 위상으로 표현된다. 상태 레이블 또한 상태로 들어갈 때 발생하는 기저 대역 밀러 파형을 나타낸다. 전송된 파형은 심볼 속도의 M배로 사각파가 곱해진 기저대역 파형이다. 상태 천이에서의 레이블은 부호화될 데이터 시퀀스의 논리값을 나타낸다. 예를 들면, 상태 S1에서 S3으로의 천이는 허용되지 않는다. 이것은 결과적인 전송이 데이터 0과 데이터 1 사이의 심볼 경계에서 위상 반전을 갖기 때문이다.



(그림 4) 밀러 기초 함수와 발생기 상태도

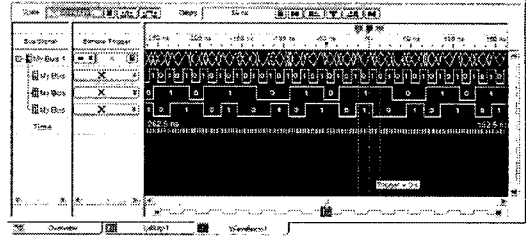
3. 실험 및 결과

(그림 5)은 펄스 간격 부호화(PIE)의 측정 파형이다. (그림 5)의 data_out_1은 입력 데이터이며 data_out 항목이 그 결과이다.



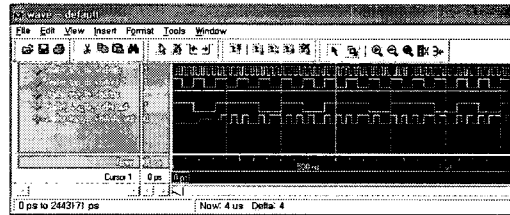
(그림 5) 펄스 간격 부호화 PIE의 측정 파형

(그림 6)는 FM0의 측정파형이다. in_s_data 은 입력 데이터이고 data_out 은 FM0 부호화 된 결과파형이다.



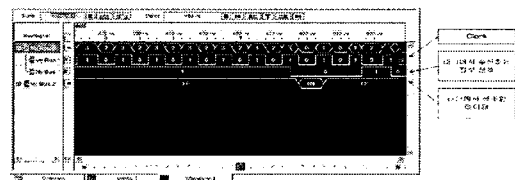
(그림 6) FM0 측정파형

(그림 7)은 밀러 변조된 시뮬레이션 파형이다. (그림 7)의 data_in은 입력 데이터이며 data_out 은 그 결과이다.



(그림 7) 밀러 변조된 시뮬레이션

리더기에서 태그로 Tag_ID 전송요청을 했을 때 태그는 자신의 Tag_ID를 리더기로 전송하며, 리더기는 정보신호를 복조하여 원하는 데이터를 수신하게 된다. 아래 (그림 8)는 태그에서 송신한 신호(Tag_ID)를 복조하여 검파한 신호이다.



(그림 8) 리더기에서 복조된 데이터

(그림 8)에서 볼 수 있는 바와 같이 클릭 중간 신호는 태그에서 리더로 보내는 정보신호를 나타내고, 리더에서는 입력신호를 감시하다가 신호가 검출될 경우에만 데이터를 표시하게 된다. 위의 그림에서 "B9"이 태그가 지닌 데이터로서 복조된 것을 알 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 현재 900MHz 대역의 RFID에서 사용하는 ISO/IEC 18000-6의 규격 중 형식 C의 기능을 구현하고, 그 결과를 관찰하였다. ISO/IEC18000-6에 C 형식은 데이터 인코딩 방식으로 펄스 간격 부호화(PIE) 방식을 사용하며, 충돌 중재(Collision Arbitration) 방식으로는 슬롯 알로하 방식을 사용한다.

기본 프레임은 크게 명령어(Command) 프레임과 응답(Response) 프레임으로 나뉘며 명령어 프레임은 SOF 8비트, 명령 16비트, CRC 16비트, EOF 8비트로 총 48비트로 구현하였다. 응답 프레임 역시 기본 구조는 같게 하였으며 총 48비트로 구현하였다.

데이터 부호화 변조는 Xilinx사의 FPGA 디자인 툴인 Foundation3.1을 사용하였고, Xilinx사의 Spartan2칩에 형식 C형의 부호화 및 변조 등의 프로토콜을 구현하였으며, 송수신 실험 결과 기저 대역 파형이 적합하게 구현되었음을 보였다.

참 고 문 헌

- [1] RFID HANDBOOK, Klaus Finkenzeller 저, 이근호, 강병권 역, 영진닷컴
- [2] ISO/IEC 18000-6 International Standard, 2005.
- [3] Digital communications, Bernard Sklar, Prentice Hall.
- [4] 16bit and 32bit Microprocessor, Avtar Singh and W. A.Triebel, Prentice Hall.

조 경 철



1995년 :순천향대학교 정보통신공학 학사

1997년 : 순천향대학교 정보통신공학 석사

2001년 : 순천향대학교 정보통신공학 박사수료

2001년~현 재:한국정보통신기능대학 방송통신설비과 교수