

ISO/IEC 18000-6 Type C 규격에 적합한 리더 펌웨어 개발

양정규*, 오하령**, 성영락**, 박준석*,
송의석***, 정명섭***, 곽호길***, 안시영*

*국민대학교 전자공학과

**국민대학교 전자공학과 교수

***(주)유컴테크놀러지

e-mail:poohyjk3@gmail.com

An Implementation of a RFID Reader Firmware for ISO/IEC 18000-6 Type C Specification

Jung-Kyu Yang*, Ha-Ryoung Oh**, Yeong-Rak Seong**,
Jun-Seok Park**, Eui-Seok Song***, Myoung-Sub Joung***,
Ho-Kil Kwak***, Si-Young Ahn*

*Dept of Electronics Engineering, Kookmin University

**Prof, Dept of Electronics Engineering, Kookmin University

***UCommTechnolgy

요 약

As RFID systems are applied to various fields and applications such as supply chain management, asset management, location based applications etc. the requirements becomes diverse. For example, Much higher performance, TCP/IP protocol stack are required in some applications. However, low end processors based systems such as 8051 processor can not meet such requirements due to their low processing capacity and limited size of memory. In this paper a UHF band RFID system which meets the ISO 18000-6 TYPE C specification with ARM920T-based processor is implemented and tested.

1. 서론

현재 RFID(Radio Frequency Identification)의 적용 분야가 다양해짐에 따라 각 분야의 특성에 맞게 RFID 리더에 요구되는 기능들도 다양해지고 있다. 단일 태그의 인식률과 인식 거리 향상을 요구하는 분야도 있고 복수 태그의 인식률을 중점으로 요구하는 분야도 있다. 또한 RFID 리더는 인식 속도, 저장할 수 있는 정보량, 미들웨어와의 연동을 위한 다양한 통신 환경 등 다양한 조건들을 기본적으로 제공해야 한다.

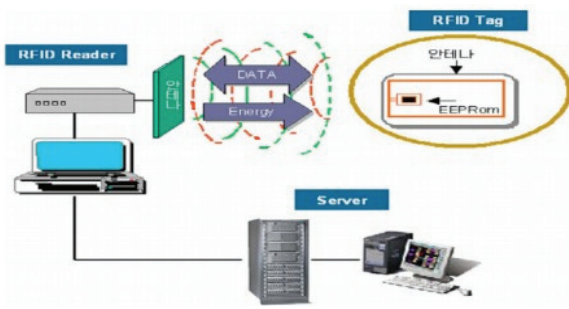
본 논문에서는 다양한 요구 조건들을 충족시키기 위해서 현재 내장형 시스템에서 많이 사용되고 있는

ARM920T 기반의 프로세서를 이용하여 ISO 18000-6 TYPE C 규격을 만족하는 UHF 대역의 RFID 시스템을 구현하였다.

2. 관련연구

2.1 RFID 기술 개요

RFID 기술은 사물의 고유 정보를 저장할 수 있는 태그와 태그로부터 정보를 읽고 쓸 수 있는 리더, 태그와 리더간의 정의된 주파수와 프로토콜을 사용하여 사물의 정보를 교환할 수 있는 기술이다. RFID 시스템은 (그림 1)과 같이 태그, 리더, 미들웨어 및 응용 서비스 플랫폼으로 구성된다.



(그림 1) RFID 개념도

리더는 특정 주파수대역의 RF 신호를 태그로 전송한다. RF 신호는 고주파 캐리어 신호와 태그에 대한 질문을 포함하는 명령 신호로 구성된다. 태그는 리더의 RF 신호로부터 전원을 공급받고 수신된 RF 신호를 근거리 태그에 저장된 ID 등의 데이터를 백스캐터(backscatter)하여 리더에 전송한다.

2.2 ISO/IEC 18000-6 TYPE C 프로토콜

ISO/IEC 18000-6 Type C 프로토콜의 기본 개념은 '리더가 먼저 통신(ITF: Interrogator talks first)한다'는 것이다. 즉, 리더가 먼저 태그에 명령을 전송한 후에 태그의 응답을 분석하고 그에 따른 다음 명령을 리더가 전송하는 것이다.

기존 프로토콜과 달리 리더가 태그로부터의 응답을 받은 후, 정해진 시간 안에 다음 명령어를 전송해야만 태그가 정상적인 응답을 한다. Type C 프로토콜에 대한 특성을 (표 1)에서 기술하였다.

(표 1) Type C 프로토콜 특성

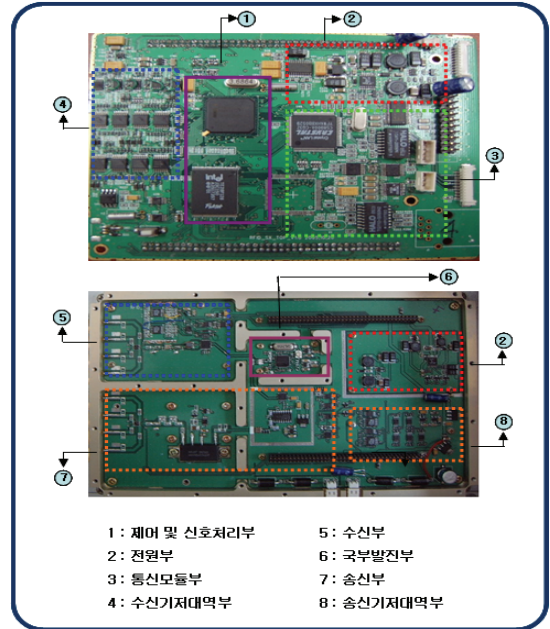
표준 제안		ISO/IEC 1800-6 Type C
리더	전송속도	128 ~ 26.7 Kbps
	변조방식	DSB-ASK, SSB-ASK, or PR-ASK 90 ~ 100%
	인코딩방식	PIE (Pulse Interval Encoding)
태그	전송속도	40 ~ 640 kHz
	변조방식	ASK and/or PSK
	인코딩방식	FM0 and/or Miller-modulated subcarrier
충돌 중재 방식	Enhanced ALOHA	
리더 적합 요구 사항	모든 Mandatory와 Optional 명령을 구현	
리더-태그 응답시간	MAX(RTcal, 10T _{pri})	
태그-리더 응답시간	20T _{pri}	

3. 구현 및 실험

3.1 하드웨어 구성

900MHz RFID 시스템은 크게 디지털 파트와 RF 파트로 구분되며 디지털 파트에는 CPU가 포함된 시

스템 제어 및 신호처리부가 있다. 또한 RF 파트는 수신부, 송신부 그리고 국부 발진부로 구성되어 있다. (그림 2)은 구현된 리더 시스템의 모습이며 각 부분의 명칭을 설명하고 있다. 제어 및 신호처리부의 사양 다음과 같다.



(그림 2) 리더 시스템의 구성

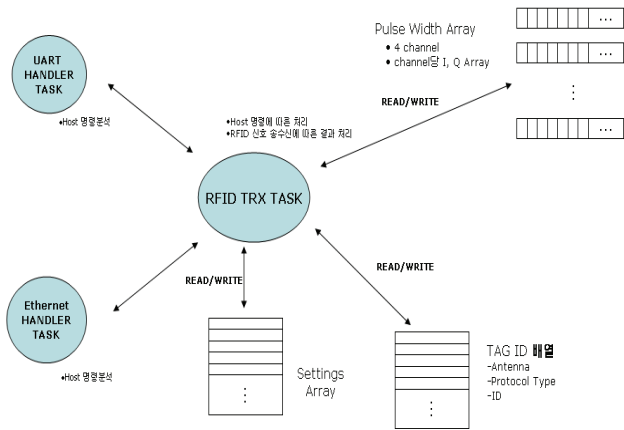
3.2 펌웨어 개발

본 논문에 구현한 RFID 리더를 구현하기 위한 환경을 (표 2)에서 정리하였다

(표 2) 펌웨어 개발 환경

개발 환경	세부 사항	
프로세서	S3C2440A (400MHz)	
메모리	RAM	K4M513233C-D(64MB)
	ROM	AM29LV800BBC(1MB : Nor Flash) K9F1208U0B(32MB : Nand Flash)
부트로더	U-Boot	
운영체제	uCOS-II	
통신환경	UART, 10BaseT LAN	
플랫폼	Linux Enterprise 3.0	
툴체인	gcc 3.3.2 binutil 2.14 gdbc 2.2.5	
개발 도구	ARM Development Suite 1.2	

본 시스템에 "LWIP (Light-Weight implementation of the TCP/IP protocol)"라는 TCP/IP 스택을 이식하여 Ethernet 인터페이스를 제공하였다. 그리고 "uCOS-II"를 이식함으로써 다양한 실시간 이벤트 처리가 가능하다. (그림 3)은 구현한 uC/OS-II 태스크 구성을 보여주고 있다.



(그림 3) 태스크 구성

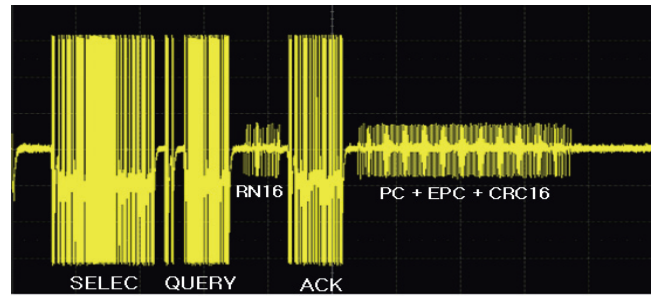
3.3 실험 및 측정 결과

3.3.1 태그응답

리더에서 태그로 보내는 신호는 Preamble이나 Frame-Sync, 각 명령에 따른 파라미터, CRC로 구성된다. Query 명령만 Preamble로 시작하고 나머지 명령들은 Frame-Sync로 시작한다. Preamble은 리더와 태그 사이의 통신하는 속도와 관련된 정보를 담고 있다. Query 명령의 파라미터 중 Q값은 태그 내부의 슬롯 개수를 지정한다. 이 Q값은 4bit로 0~15까지 설정할 수 있으며 20~215(1~32768)개까지의 태그의 충돌을 중재할 수 있게 된다. 단일 태그 시에 Q값을 0으로 하게 될 경우 태그 내부의 슬롯 개수가 1개이기 때문에 태그는 항상 반응하게 된다. 반면 다중 태그일 경우에는 상황에 따라 Q값을 조정하여 충돌 중재를 하는데 본 논문에서는 기본 Q값을 4로 하여 테스트하였다.

리더는 Select 명령을 태그로 전송하여 태그의 Session, Membank 등을 결정한다. 다음에 Query 명령을 전송하여 DR, Q값 등을 결정한다. Select, Query 명령을 차례로 전송 받은 태그는 내부의 난수 발생기를 만들어진 16비트 난수를 응답하게 된다. 이 난수를 RN16이라고 부른다. 리더는 태그의 RN16을 전송받은 후 ACK 명령에 RN16을 실어서 태그로 다시 전송하게 되면 태그는 자신이 내부적으로 가지고 있는 RN16과 리더로부터 전송받은 RN16 값이 같을 경우에 자신의 EPC를 리더로 전송하게 된다. (그림 4)는 태그의 EPC를 얻어오기까지의 리더-태그간의 실제 신호를 보여주고 있다.

그리고 Type C에서는 ISO 18000-6 Type A 프로토콜에서 사용했던 "ALOHA" 방식을 더 개선시킨 Slotted



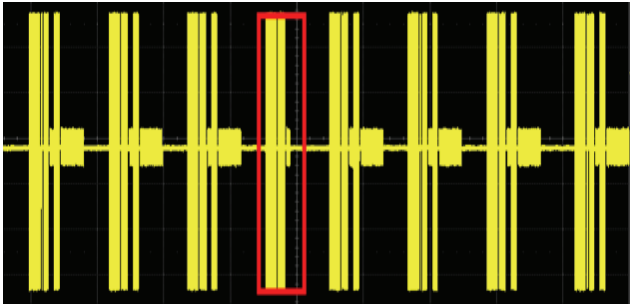
<그림 4> 실제 리더의 명령 및 태그의 응답 신호

ALOHA 방식을 사용한다. Slotted ALOHA 방식은 난수를 이용하여 응답 순서를 정해서 태그를 인식한다는 것이 주된 내용이다. 최초 Query 명령의 Q 값을 받은 태그들은 0 ~ 2Q-1 중의 하나의 난수를 발생시켜 갖게 된다. 첫 Query 명령에 대해 태그가 생성한 난수가 0이었던 태그가 응답을 하게 된다. 리더는 Q값에 따른 Round 크기만큼 QueryRep 명령을 반복적으로 태그로 전송하고 태그는 자신이 생성한 난수를 1씩 감소시킨다. 이때 난수가 0인 태그는 응답을 하게 된다. 라운드가 끝나면 리더는 라운드 동안에 “몇 번의 충돌이 일어났는지?”, “응답이 전혀 없었는지?” 등의 정보를 가지고 QueryAdjust 명령을 이용해 Q값을 재조정한다. 이런 식으로 반복적으로 수행하여 복수 태그의 정보를 읽어 온다. 이러한 Slotted ALOHA 방식의 단점은 주변에 적은 수의 태그가 있을 경우, Q 값을 너무 큰 값으로 설정하게 되면 모든 태그의 응답을 받아내는데 걸리는 시간이 매우 늦어진다는 것이고, 반대로 주변에 매우 많은 태그가 있을 경우엔 적은 Q 값으로 설정하게 되면, Q 값을 적절한 크기의 값으로 재설정하기 전까지의 작은 Q 값의 경우는 충돌을 중재할 수 없는 버려지는 시간이 된다는 것이다. 그러나 Type B의 경우 매번 태그 ID(Return Preamble + 64bit Data + 16bit CRC16)의 응답을 분석하는 반면에, Type C 프로토콜의 충돌 중재는 RN16(Return Preamble + 16bit RN16) 응답만을 가지고 분석하기 때문에 시간적으로 유리한 면도 있다. 따라서 Type C 프로토콜에서의 충돌 중재는 적절한 Q 값을 찾아내는 방법과, 상황에 따라 Q 값을 재설정하는 것이 필요하다.

3.3.2 인식률 비교 측정

기존의 8051시스템에서는 입력 신호의 에지에서 인터럽트가 발생되므로 1개의 채널내의 2개의 신호 경로를 동시 처리를 하지 못하였다. 또한 기준 전압을

단계별로 적용해야 되는 문제점이 있었다. 이런 문제점은 1개의 채널내의 2개의 신호 경로를 번갈아 분석해야하며 태그응답의 수신 감도에 따라 기준 전압이 맞지 않을 경우에는 태그가 정상적으로 반응함에도 불구하고 응답 신호를 처리하지 못하는 경우가 많았다. 이런 상황은 충돌 중재 시에 알고리즘 구현 및 성능에 치명적인 영향을 미치므로 반드시 개선되어야 할 문제점이었다.



(그림 5) 태그 인식 실패했을 경우의 응답 신호

그러나 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고자 ARM을 이용하여 프로세서의 처리속도 향상시켰고 기준전압을 단계별로 적용하는 오버헤드(overhead)를 줄이기 위해서 하드웨어를 수정하였다. 기존의 인터럽트 방식의 알고리즘을 주기적으로 RX 포트를 폴링(Polling)하는 알고리즘으로 수정하여 총 4개 채널(총 8path)을 동시에 처리할 수가 있다. 또한 기준 전압이 각 채널별로 할당이 되어서 기존의 8051 시스템에서 문제되었던 부분들을 해결하였다.

8051 기반 시스템과 ARM 기반 시스템의 비교실험을 통해서 인식률을 측정해 보았다. 기본적으로 전체적인 하드웨어 구조가 다르므로 정확한 비교 실험이 어렵지만 태그가 잘 인식되는 곳을 선택하여 TX 10번 당 태그 인식의 성공률을 측정하여 비교 하였다. (그림 5)와 같이 태그가 정상적으로 Query 명령에 대한 응답을 하였지만 리더에서 분석을 못하여 리더의 ACK 명령이 태그로 전송이 안 된 경우를 실패한 경우로 보아서 두 시스템 간의 인식률을 비교 측정하였다. (표 3)에서 나타난 인식률을 분석해보면 8051 프로세서를 이용한 시스템의 77%의 인식 실패율에 비해 ARM 프로세서를 이용한 시스템은 4%의 인식 실패율을 보였다. 결국 인식실패율이 약 1/20배 정도로 감소되었음을 확인할 수 있었다.

4. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 Type C 규격에 적합한 리더 시스템을 설계하고 구현하였다. 그리고 uCOS-II를 이식하

(표 3) 8051시스템과 ARM시스템의 인식률 비교

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ARM	9	10	10	9	10	9	10	10	9	10	96%
8051	2	3	4	3	2	2	3	1	2	1	23%

여 다양한 이벤트 처리에 유연하게 대처하도록 하였으며 LWIP라는 TCP/IP 스택을 이식하고 시리얼 인터페이스뿐만 아니라 이더넷 인터페이스도 지원하였다. 호스트 또는 미들웨어와의 연동을 위해 호스트 프로그램과 통신 프로토콜도 구현하였다. 또한 ARM 920T 기반의 프로세서를 이용하여 기존의 8051 기반의 시스템에서 문제되었던 부분들을 해결함으로써 약 1/20배정도 인식실패율이 감소되었다. 현재 다양한 응용분야에서 충돌 중재 성능이 중요하게 대두되고 있다. 다양한 환경에서 충돌 중재 알고리즘을 검증 및 개선을 하여 리더의 성능을 개선할 것이다. 뿐만 아니라 다중 리더 환경의 리더들 간의 충돌 문제를 해결할 수 있는 알고리즘을 연구하여 해결 방안을 모색할 것이다.

참고문헌

- [1] ISO/IEC FDIS 18000-6, "Parameters for air interface communication at 860MHz to 960MHz".
- [2] "MicroC/OS-II The Real-Time Kernel 2/E" Jean J.Labrosse