

논문 2007-44TC-4-9

임베디드 기반의 RFID 도서관리 시스템

(RFID Library Management System base on Embedded System)

정원수*, 박용민*, 오영환**

(Won-Soo Jung, Yong-Min Park, and Young-Hwan Oh)

요약

본 논문은 X-HYPER Intel PXA255 ARM CPU를 이용하여 임베디드 리눅스운영체제를 기반으로 구현한 시스템에서 RFID 리더를 통해 읽어 들인 태그 정보를 도서관 관리 시스템에 적용하기 위한 RFID 미들웨어를 설계 및 구현하였다. 구현한 임베디드 리눅스 기반의 RFID 미들웨어는 크게 RFID 모듈, ARM 프로세서, RS-232 인터페이스 등으로 구성된다. RFID 모듈은 사용자 및 도서정보를 입력 받기 위하여 사용되며, RS-232 인터페이스를 통하여 RFID 미들웨어로 정보를 전달한다. 또한 본 시스템은 임베디드 전용 ARM 프로세서를 사용하여 도서관 관리 시스템에 특화된 시스템을 구현하였다.

본 논문에서는 RFID 미들웨어의 개념 및 동작원리를 소개하고 임베디드 리눅스기반에서 Qt/Embedded를 사용한 무인 대출 및 반납 시스템을 구현하였다.

Abstract

This paper is an embedded system using the X-Hyper Intel PXA255 ARM CPU that base of the Linux operation system. This system applies tag information reading through RFID leader to Library executive system and designed and embody RFID middleware. The RFID middleware is consisted of RFID module, ARM processor and RS-232 interface. The RFID module is used to be inputted user and books information and RS-232 interface pass information by RFID middleware. Also, This system is embodied by specific Library management system using embedded exclusive use ARM processor.

In this paper introduces concept and action principle of RFID middleware and uses Qt/Embedded and embodied manless loaning and return system.

Keywords : RFID, EPCglobal, Library, Embedded, Qt/Embedded

I. 서론

최근 유비쿼터스 컴퓨팅을 실현하기 위한 핵심 기술로서 RFID(Radio Frequency Identification) 기술이 주목 받고 있으며 RFID 기술을 도입하기 위한 연구가 다각도로 진행 중에 있다. RFID 방식은 접촉하지 않고 태그의 정보를 판독하거나 인식하는 무 접촉 객체인식 기술로서 물류, 국방, 교통, 의료, 환경 분야에서 관련 연구가 다양하게 진행되고 있다. 최근 RFID 기술을 활용

한 RFID 기반의 도서 관리 시스템 실현에 관심이 고조되고 있으며 시스템은 태그 입력 리더, 무인 대출 및 반납기, 사서용 데스크톱 리더, 분실 방지 게이트, 휴대용 리더 등으로 구분하고 있다^{[1][2][3]}.

RFID 시스템에서 태그 식별은 리더기가 물품에 부착된 태그에 일정 주파수 신호를 안테나를 통해 방사하면 리더에 인접한 태그는 수신된 신호를 변경하여 반사파의 형태로 재전송하는 응답과정을 통하여 수행된다. 리더기를 통하여 읽어 들인 태그의 정보는 해당 제품의 EPC(Electronic Product Code) 코드를 key로 하여, 인터넷을 경유 관련 데이터베이스에 접근하여 그 상품의 속성 정보를 즉시 알 수 있게 한다. 그러나 도서 관리 시스템을 효율적으로 사용하기 위해서는 시스템에 적합

* 정회원, ** 종신회원, 광운대학교 전자통신공학과
(Dept. of Electronics and Communications
Engineering Kwangwoon Univ.)

접수일자: 2006년10월30일, 수정완료일: 2007년4월16일

한 태그 메모리에 정보 입력이 우선시 되어야 한다^{[4][5]}.

본 논문에서는 도서 관리 시스템의 한 영역인 무인 대출 및 반납기 시스템을 효율적으로 관리하기 위한 방법으로 RFID 시스템을 적용하였으며, 효율적인 사용자 관리를 위하여 태그 메모리에 정보 입력을 위한 필드 영역을 설계하였으며, 유비쿼터스 컴퓨팅을 효율적으로 제공하기 위한 환경으로 임베디드 리눅스를 선택 하였다^{[6][7]}.

II장에서는 임베디드 리눅스 기반의 RFID 플랫폼을 개발하기 위한 기반기술, 즉 임베디드 리눅스 및 RFID 기술에 관하여 알아보고, III장에서는 시스템 개발을 위한 개발 환경에 대하여 알아보고, IV장에서는 RFID 기반의 무인 대출 및 반납기 시스템에 적합한 사용자 태그 메모리에 정보 입력을 위한 필드 영역 및 미들웨어 구현을 위한 구조 설계 및 구현에 대하여 알아본다. 마지막으로 V장에서는 결론 및 향후 연구 방향으로 끝을 맺고자한다.

II. 기반 기술

1. 임베디드 리눅스

임베디드 리눅스란 HPC, PDA, 핸드폰 등과 같은 모바일 컴퓨팅 기기나 마이크로프로세서를 보유한 가전제품, 공장자동화기와 같은 임베디드 시스템의 운영시스템으로 쓰이는 리눅스이다. 임베디드 시스템이란 어떤 특정한 처리를 하기 위해 전용으로 설계되어 내장된 시스템이다.

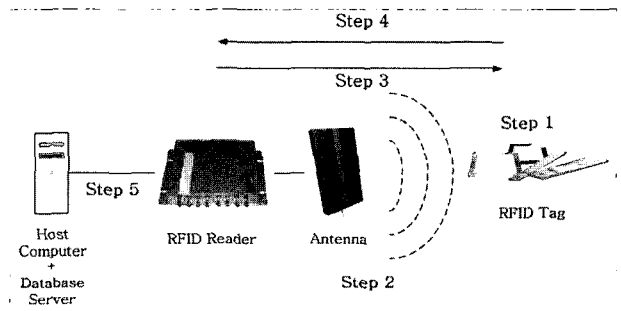
임베디드 시스템은 미리 특성화된 기능을 수행하기 위하여 컴퓨터의 하드웨어 소프트웨어가 결합된 고기능의 전자 시스템이다. 기존의 내장형 시스템은 순차적인 기능만 수행되었지만 고기능의 시대를 맞이하여 특정된 기능만이 아닌 여러 가지 기능을 요구하게 된다. 임베디드 시스템에 들어가는 운영체제는 초기에는 시스템이 단순하여 필요하지 않았지만, 시스템 자체가 커지고 네트워크나 멀티미디어가 시스템에 장착되면서 기능이 복잡해졌기 때문에 실시간 운영체제가 도입되었다. 초기에는 실시간 운영체제(RTOS: Real Time Operating System)가 주로 이용되어 개발 되었으나 리눅스의 성능과 안정성이 입증되고 다양한 프로세서들을 지원하기 시작하면서 리눅스를 활용한 응용 사례가 늘어가고 있다. 현재 리눅스가 지원하는 프로세서는 인텔 계열, 알파, 파워 PC, MIPS ARM 계열, SH계열을 지원하고 있다. 또한 각종 주변 장치들의 드라이버 개발도 용이하

다. 논문의 시스템 역시 임베디드 리눅스를 기반으로 개발하였다.

2. RFID 기술

(1) RFID 기술이란

RFID 기술은 자동인식 기술의 한 종류로 마이크로 칩을 내장한 태그, 카드, 라벨 등에 저장된 데이터를 무선 주파수를 사용하여 수 cm에서 수십 m에 떨어져 있는 사물이나 사람에 부착된 태그를 인식하여 태그로부터 정보를 주고받을 수 있도록 하는 기술이다. RFID 기술은 태그, 안테나, 리더, 그리고 태그와 리더사이의 교환되는 정보를 받아 서버나 네트워크로 전달해 주는 미들웨어 등으로 구성된다. 그림 1은 RFID 기술 구성과 동작과정을 보여 준다.



단 계

- Step 1 리더 기기를 통하여 태그의 메모리 영역에 정보 저장
- Step 2 안테나 전파 영역 내에 태그 진입
- Step 3 태그의 전원 공급 및 태그 식별 코드 전송
- Step 4 태그의 메모리 영역에 저장된 정보를 리더 기기에 전송
- Step 5 리더 기기는 수집한 정보를 호스트 컴퓨터에 전달

그림 1. RFID 시스템 구성
Fig. 1. RFID system configuration.

(2) RFID 기술의 특성

트랜스폰더 (transponder)라고도 불리는 태그는, 태그 내 배터리 유무에 따라 액티브 태그 및 패시브 태그로 나누며 주파수 대역에 따라 서로 다른 특징과 응용범위를 나타낸다. 표 1은 주파수 대역별 특징과 응용 분야를 나타낸다.

RFID 기술은 저주파수일수록 태그 인식 속도가 늦고 태그 크기가 큰 반면 환경영향에는 고 주파보다 민감하지 않으며, 고주파수일수록 태그 인식 속도나 빠르고

표 1. RFID 주파수 대역별 특징 및 응용 분야
Table 1. Characteristic of RFID Frequency Band and Application.

주파수 대역	특징	응용 분야
125KHz	<ul style="list-style-type: none"> · 인식거리 -50cm 정도 · 물, 금속이 있는 환경에 강함 · 데이터 전송 속도 낮음 · 비교적 가격 비쌈 · No Anti-collision(동시 다량 판독 안 됨) 	출입 통제 가속 관리 차량 원격 시동
13.56MHz	<ul style="list-style-type: none"> · 인식거리 -최장 1m · 물이 있는 환경에 강함, 금속이 있는 환경에 약함 · 데이터 전송속도 양호 · Anti-collision (10~40tags/sec) 	재사용 용기 스마트카드 도서관, FA 재고관리
860~960MHz	<ul style="list-style-type: none"> · 인식거리 -3~8m · 금속 환경에 적합, 물이 있는 환경에서 반사 · 빠른 데이터 전송속도 · Anti-collision (50tags/sec) 	응용 물류 분야
2.45GHz	<ul style="list-style-type: none"> · 인식거리 -90cm 정도 · 태그 사이즈가 작아서 유리 · 금속 환경에 적합, 물이 있는 환경에서 반사 · 빠른 데이터 전송속도 · Anti-collision (50tags/sec) 	상품 관리 차량 통제

태그의 크기가 작아지는 반면 환경영향에는 저주파보다 민감한 편이다.

3 RFID 표준화 동향

현재 RFID는 국제적으로 단일한 표준이 있지는 않지만 대표적인 RFID 표준으로는 북미 지역을 중심으로 국제 표준으로 자리를 잡아가고 있는 EPCglobal의 표준과 오래전부터 다양한 RFID 응용분야에서 표준 제정을 추진해 온 ISO(국제표준화기구)의 표준이 대표적이다.

(1) EPCglobal

EPCglobal은 기존 MIT Auto-ID 센터에서 개발한 RFID 기술을 표준화하고 상용화를 추진하기위해 2003년 10월 설립한 미국 중심의 조직으로 EPC를 기반으로 EPC 네트워크를 구성하기 위해 RFID 기술을 태그, 리

표 2. EPC 글로벌의 태그 표준화 범위
Table 2. Tag standardization extent of EPC global.

EPC 태그 Class	기능
Class 0	Read only (태그 생산과정에서 EPC 번호가 쓰여 지고 리더는 그 후 태그에 정보를 더 이상 기록하지 못함)
Class 1	Read, Write once (태그 생산과정에서는 EPC 번호가 기록되지 않고 추후 리더에 의하여 기록함)
Class 2	Read, Write
Class 3	Class 2의 기능에 더하여, 멀리서도 읽혀질 수 있고 추가된 기능도 보유함 (예: 센서)
Class 4	Class 3의 기능에 더하여, 능동적인 통신 기능을 보유하여 다른 태그와도 통신을 수행함
Class 5	Class 4의 기능에 더하여, 수동형 태그와도 통신을 할 수 있음

더, 미들웨어 그리고 네트워크 관련 ONS 및 PML 부분 등으로 나누어 개발하고, 이를 국제 표준화에 반영하도록 노력하고 있다. 현재 미국은 ISO에서 제정하는 RFID 국제 표준 규정하고는 별도로 EPCglobal에서 제정하는 RFID 표준을 미국 표준으로 정하고 있다. EPC 코드는 기존의 바코드 관리 기관에서 제안한 RFID 용 코드 체계로서 64비트, 96비트, 혹은 256비트의 상품 번호 체계에 기반을 두고 있고, 버전 관리를 위한 1개 영역과 상품을 구별하기 위한 3개의 영역, 총 4개 영역으로 구성되어 있으며, 코드의 표현 순서는 상위 비트 열부터 버전 숫자, 영역 관리자 번호, 객체 클래스 번호, 일련번호 순으로 나열되어있다. ECP 버전은 총 7종류가 존재하며 버전 구조의 차이는 각 영역에 할당된 비트 길이의 차이므로 버전 번호를 알게 되면 상품에 대해 할당된 길이가 예측 된다. 표 2는 EPCglobal의 태그 표준화 범위이다.

(2) ISO 표준화 동향

최근 부각되고 있는 것과는 달리 RFID 기술은 오래전부터 사용되어 왔기 때문에 다양한 용도와 주파수에 따른 표준화가 이미 진행되어 왔다. 특히 ISO는 전 세계적인 표준화 단체로서 규모가 크고 각국 정부와의 관련성이 높기 때문에 ISO 표준은 전 세계적으로 공공 부문과 민간 부문에 수용되고 있다.

(3) 기타 표준화 동향

ISO와 EPC 글로벌 이외에도 몇몇 조직이 RFID 뿐

만 아니라 자동데이터 인식과 관련된 표준을 개발해 왔다. 이 중에서 ANSI(American National Standards Institute)는 ISO 표준 개발에서 중요한 역할을 담당해 왔다. ANSI는 민간의 비영리 단체로 미국 표준 시스템을 제정하고 관리한다. ANSI 256(INCITS 256-2001)이라는 RFID 관련 표준은 호환성이 있는 RFID 장치들의 기술적 표준을 제공한다. 이것은 RFID 태그와 리더 소프트웨어 사이에서 표준 API를 정의한다. 이 표준은 다양한 UHF와 HF 주파수 대역을 위한 API를 제공하는데, 2.45GHz와 433MHz 대역을 위한 API는 이미 제공되었다. 중국은 RFID 표준 제정에서 또 다른 중요한 역할을 담당하고 있다. 중국에 있는 수천 개의 공장에서 만드는 제품들이 세계 곳곳으로 수출되고 있다. 따라서 완전한 공급망 가시성을 추구하는 회사들이 중국에서 제품을 제조하는 단계에서부터 제품에 태그를 부착하고자 하는 것은 당연한 일이다. 제조 단계에서 제품에 태그를 부착하는 것이 제품이 미국에 도착한 후에 부착하는 것보다 당연히 비용이 적게 든다. 더욱이 이렇게 하여 중국의 제조사들 또한 RFID를 이용해 국내 공급망에서도 가시성을 높일 수 있다. 그러나 중국은 RFID 표준이 없을 뿐만 아니라 태그와 리더 통신을 위해 사용 가능한 주파수 대역 또한 제정되어 있지 않다. 그러므로 아직은 몇몇 기업만이 중국 공장에 RFID를 적용하고 있다. 이러한 상황을 개선하기 위해 중국 정부는 2004년 워킹 그룹을 조직하고 RFID 표준과 프로토콜을 제정하고자 노력하고 있다. 그러나 현재 이 표준이 앞으로 EPCglobal 과 어떻게 연계될지 알 수 없으며 표준의 제정 시기가 명확하지 않다.

III. 개발환경

임베디드 리눅스 기반의 RFID 무인 도서 대출 및 반납기 시스템을 구현하기 위하여 Intel PXA255 400MHz CPU가 탑재되어 있는 (주)Hybus 의 X-Hyper255B 보드를 사용하였다. 개발 보드의 사양과 블록도는 그림 2 와 같다.

임베디드 시스템의 개발은 개발보드에서 이루어지는 것이 아니라 호스트 시스템에서 크로스 컴파일러를 이용하여 운영체제의 커널 이미지 및 파일시스템을 개발한 후 이를 개발보드 시스템으로 다운로드한다. 개발보드를 제어하기 위해 터미널 프로그램인 Minicom을 사용하는데 이것은 윈도우즈 시스템의 하이퍼터미널과 동일한 기능을 수행한다. 다운로드 과정은 호스트 컴퓨터

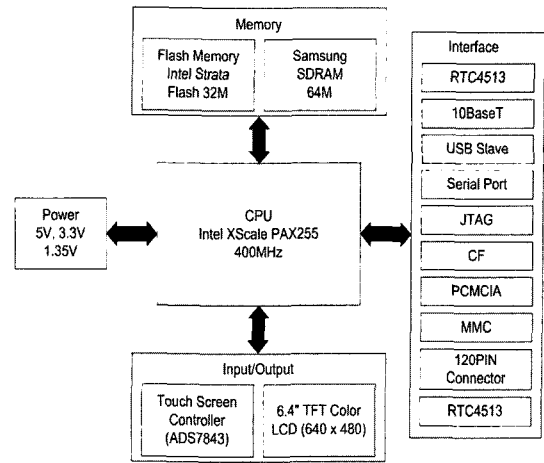


그림 2. X-Hyper255B 블록도
Fig. 2. X-Hyper255B block diagram.

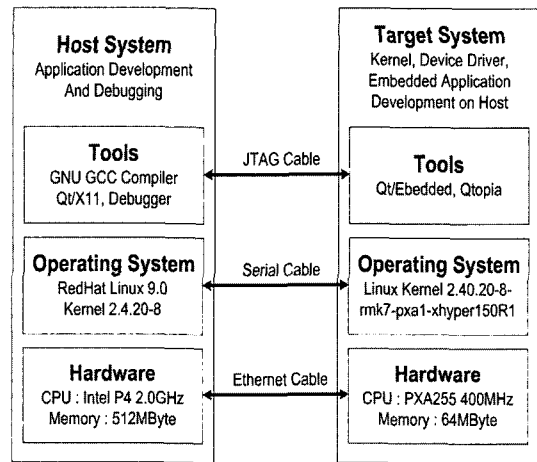


그림 3. Embedded System 구성도
Fig. 3. Embedded System configuration diagram.

에서 개발보드에 적합한 커널 이미지 및 파일 시스템을 작성한 후 tftp 서비스를 이용하여 개발보드의 플래시 메모리에 다운로드 한다. 그림 3은 이와 같은 개발환경을 도식화한 것이다.

임베디드 리눅스 환경에서 GUI(Graphic User Interface)를 구현하기 위하여 C++ 기반의 GUI 프로그램인 Qt/Embedded를 사용하였다.

IV. 시스템 설계 및 구현

본 논문에서 구현한 RFID 시스템의 구성은 그림 4와 같다.

1. 제안한 태그

제안한 태그를 구현하기 위하여 Philips에서 생산된 64비트 U·Code EPC 119 태그를 사용하였다. 일반적



그림 4. 성능 평가를 위한 실험 시스템
Fig. 4. Experimentation system for performance evaluation.

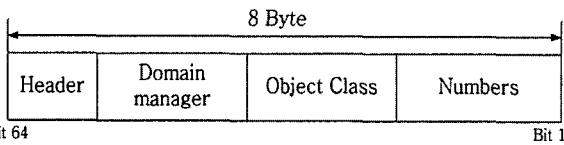


그림 5. 64 비트 EPC 태그 구조
Fig. 5. General Structure of 64 Bit EPC number.

표 3. EPC 태그 데이터 타입
Table 3. The data type of EPC tag.

EPC Type	Header Type	Domain manager	Object Class	Number
EPC-64Type1	2(01)	21	17	24
EPC-64Type2	2(10)	15	13	34
EPC-64Type3	2(11)	26	14	23

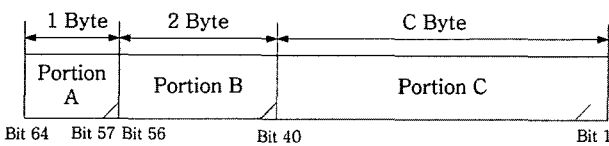


그림 6. 64비트 EPC U·code 태그 구조
Fig. 6. Separation of 64 Bit EPC data structure from U·CODE EPC 1.19.

인 64비트 EPC 태그 구조는 그림 5와 같다.

표 3은 64 비트 EPC 태그의 데이터 타입을 나타낸다. 64 Bit의 태그의 타입이 세 가지인 이유는 상품의 종류가 적고 한 종류의 상품 개수가 많은 경우와 그 반대의 경우 등을 유연성 있게 표현하기 위해서이다.

다음 그림 6은 64비트 U·Code EPC 119 태그 구조를 보여준다.

64 비트 EPC U·Code 태그 메모리 구조는 그림 7과

Byte	10 _{hex}	01 _{hex}	02 _{hex}	03 _{hex}	04 _{hex}	05 _{hex}	06 _{hex}	07 _{hex}
memory content	EF _{hex}	04 _{hex}	Portion A	Portion C				

Byte	00 _{hex}	11 _{hex}	12 _{hex}	13 _{hex}	14 _{hex}	15 _{hex}	16 _{hex}	17 _{hex}
memory content	Portion B		Portion A	0000 0000 _{bin}	0000 0000 _{bin}	0000 0000 _{bin}	0000 0000 _{bin}	Filter value
	0000 0000 _{bin}							

그림 7. 64비트 EPC U·code 태그 메모리 구조
Fig. 7. Mapping of 64 Bit EPC data structure into U·CODE EPC 1.19 memory.

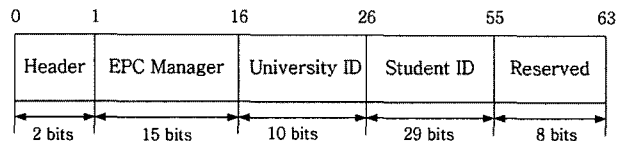


그림 8. 제안한 태그 구조
Fig. 8. Proposing tag structure.

표 4. 제안한 태그 필드 값
Table 4. Proposing tag field value.

필드 값	설명
Header (2bit)	64 비트 EPC 태그의 데이터 타입을 나타냄 (10 : EPC64-Type2)
EPC Manager (15bit)	EPC에서 제시하는 태그 제조사 정보 식별 코드
University ID (10bit)	국내 여개의 대학 도서관을 구분하는데 쓰이는 식별자
Student ID (29bit)	학생 정보를 구분하는데 쓰이는 식별자
Reserved (8bit)	보안 설정을 위해 예약한 영역

같다.

본 논문에서 제안한 태그 구성은 그림 8과 같으며, EPC-64Type2를 기반으로 하여 설계하였다. 제안한 태그는 고정된 영역을 제외하고, 47비트를 목적에 맞게 필드를 구성하였다.

2. 제안한 태그 성능 평가

(1) 제안한 태그 구현 환경

제안한 태그를 구현하기 위한 실험 환경조건은 표 5와 같다. 테스트 조건에서 인식거리를 10cm, 50cm, 1m 식으로 증가시키면서 측정을 한다. 주파수 전송 속도는 400ms, 200ms, 100ms, 50ms 로 바뀌어가며 태그의 인식률을 측정한다. 태그의 개수는 환경조건에 따라 10개부터 순차적으로 증가시켜 100개까지 측정을 한다.

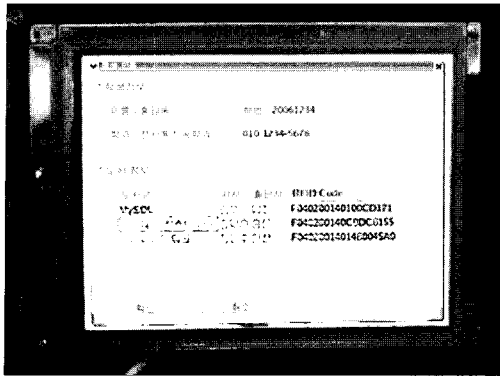


그림 12. 사용자 도서 관리 현황을 나타내는 GUI 화면
 Fig. 12. The GUI screen that the book condition of user.

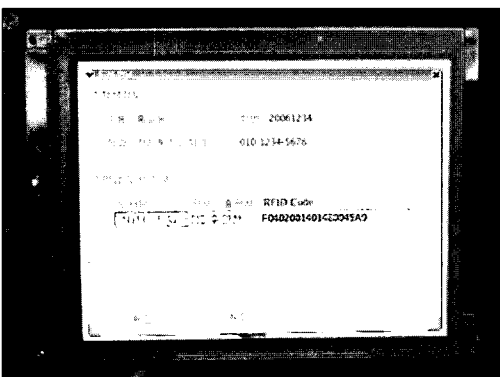
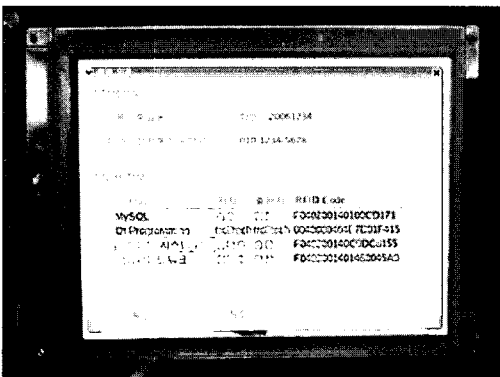
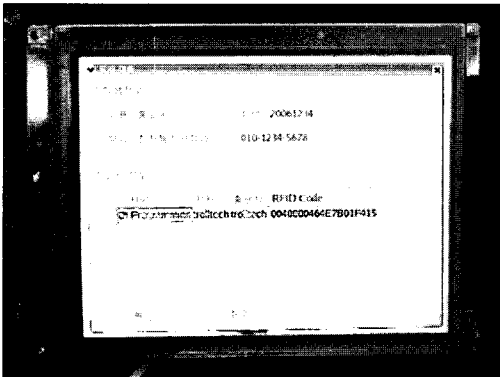


그림 13. 도서 대출 및 반납 과정을 나타내는 GUI 화면
 Fig. 13. The screen that books loaning and return process.

반의 GUI 라이브러리로서 Qt를 사용하였다. Qt 프로그램은 다양한 플랫폼을 제공하는데 본 연구에서는 Qt/Embedded 3.3.3 버전을 사용하여 무인 대출 및 반납기 시스템을 구현 하였다. 구현한 시스템은 RFID 태그 정보와 사용자 및 도서 관리를 담당하는 데이터베이스 서버와 연동하여 사용자 정보 및 도서 사용 현황을 실시간으로 확인할 수 있도록 하였다.

그림 11은 구현한 시스템의 사용자 인증 과정을 실행한 화면이다. 그림 12는 사용자 도서관리 현황을 나타내는 화면이다.

사용자는 사용자 인증 확인 후 RFID 태그를 부착한 도서를 대출 및 반납 할 수 있다. 그림 13은 도서 대출 및 반납 과정을 실행한 화면이다.

3. MySQL 서버 구현

RFID 리더로부터 읽혀진 데이터를 효율적으로 처리하기 위하여 데이터베이스 서버를 사용하였다. 구현한 데이터 서버는 Redhat 9.0 기반에서 MySQL 3.23을 기반으로 구현하였다. 구현한 데이터베이스 서버의 테이블 정보를 나타내는 그림 14와 같다

```

mysql> select * from book;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| no | rfidcode | bookcode | name | year | type | type2 | cost | etc | writer | location |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 1 | 05B0003EB16508D | 005.139C B641c | C++ GUI Programming with Qt 3/ | Blanche, Jasmin | Prentice Hall | 2004 | 1 | 005.139C | 0 | 4 |
| 2 | 05B00030B0B17504E | 005.12 D143p2 | Programming with Qt | Dalheimer, Matthias Kalle | O'reilly | 2002 | 1 | 005.12 | 48 | 5 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set (0.00 sec)
    
```

admin		book		student	
관리자정보테이블		도서 정보 테이블		학생 정보 테이블	
pwd	용도	pwd	용도	pwd	용도
id	관리자아이디	no	구분번호	no	구분번호
passwd	관리자비밀번호	rfidcode	도서 RFID 코드	rfidcode	학생 RFID 코드
		bookcode	도서 분류 코드	name	이름
		name	도서명	student_no	학번
		writer	저자	course	학과
		publisher	출판사	tel1	전화번호1
		year	출판년도	tel2	전화번호2
		type	도서 종류	tel3	전화번호3
		cost	가격	address	주소
		etc	기타정보	zipcode1	우편번호1
		location	도서 보유 장소	zipcode2	우편번호2
		status	도서 현황	email	이메일
				e_date	입학년도
				e_date2	입학월
				status	학생 현황

그림 14. MySQL 서버
 Fig. 14. The server of MySQL.

V. 결 론

참 고 문 헌

본 논문은 임베디드 리눅스 기반의 RFID 무인 도서 대출 및 반납 시스템을 개발하기 위해 XHYPER-255B 보드 및 KIS- KIT1000U Development Kit 를 사용하여 무인 도서 관리 시스템을 구현하였다.

임베디드 기반의 GUI 환경의 미들웨어 개발을 위하여 Qt/Embedded 를 사용하였으며, 효율적인 도서 관리를 위하여 사용자 및 도서에 관한 데이터 베이스 정보를 MySQL 서버를 사용하여 구축하였다. 사용자는 RFID 태그를 사용하여 인증 및 도서의 대출 현황을 파악할 수 있도록 사용자 중심의 도서 관리를 할 수 있도록 하였다.

RFID 시스템을 사용함으로써 기존의 바코드 방식을 사용한 도서관리 시스템에서 한 번에 하나의 코드를 인식하는 단점을 보완하였으며, 구현한 시스템에서는 한 번에 5개의 태그를 동시에 인식할 경우 그 이상의 태그를 인식할 때 보다 인식 성공률이 높게 나타나는 것을 확인 할 수 있었다.

- [1] 이근호, 한호현, 강병권, 조영빈 역, Klaus Finkenzeller 지음, 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 RFID HANDBOOK, 영진닷컴, 161-180, 2005년 4월
- [2] 조대진, RFID 이론과 응용, 홍릉과학출판사, 37-50, 69-81, 2005년 5월
- [3] 박정현, RFID 기술 수준과 도입 사례, ETRI, 전자통신동향분석 제 21권 제3호, 137-146, 2006년 6월
- [4] Auto-ID Center, Draft protocol specification for a 900 MHz Class 0 Radio Frequency Identification Tag, EPCglobal, 23 Feb 2003.
- [5] EPCglobal, Generation 1 Tag Data Standards Version 1.1 Rev.1.27, 10 May 2005
- [6] 박영환, 임베디드 시스템 & 임베디드 리눅스, 사이텍미디어, 2002년,
- [7] 정원수, 오영환, PXA 255 임베디드 리눅스 기반의 RFID 미들웨어 설계 및 구현, 하계종합학술발표회 논문 초록집, 332, 라마다프라자 호텔, 사단법인 한국통신학회, 2006년

저 자 소 개



정 원 수(정회원)
 2003년 대전대학교 통신공학과 학사
 2005년 광운대학교 전자통신공학과 석사
 2005년~현재 광운대학교 전자통신공학과 박사 과정
 <주관심분야 : 통신망, 유비쿼터스, 임베디드>



오 영 환(중신회원)
 2006년 대한전자공학회 논문지 제45권 TC편 제4호 참조

박 용 민(정회원)
 2005년 대한전자공학회 논문지 제42권 TC편 제 10호 참조