

논문 2006-43SC-6-8

PXA255 ARM칩을 활용한 임베디드 RFID R/W 시스템 개발

(Development of Embedded RFID R/W System Using PXA255 ARM Chip)

황 기 현*, 장 원 태*, 심 현 준**

(G. H. Hwang, W. T. Jang, and H. J. Sim)

요 약

본 논문에서는 Tag 신호를 IEEE 802.11 통신 프로토콜을 통해서 데이터 및 영상처리가 가능한 PXA255 ARM칩을 내장한 임베디드 RFID Reader/Writer 시스템과 전송된 Tag 신호를 이용하여 D/B를 검색한 후 이를 IEEE 802.11 통신 프로토콜 통해서 임베디드 시스템에 전송하는 임베디드 RFID R/W 미들웨어를 개발하였다. 개발한 임베디드 형태의 RFID R/W 시스템은 PXA255 ARM칩을 중심으로 13.56Mhz의 RFID Reader/Writer, 서버와 데이터 통신을 위한 무선랜 및 TFT-LCD로 구성되어 있다. 임베디드 RFID R/W 시스템은 Tag 신호를 시리얼단자로 통해 입력받으면 이를 무선랜을 이용하여 서버로 데이터를 전송하고 다시 서버로부터 처리된 결과 이미지 데이터를 받아서 TFT-LCD화면에 표시한다. 임베디드 RFID R/W 미들웨어는 RFID R/W 칩의 Tag 신호를 임베디드 시스템에 전송하고, 임베디드 시스템은 클라이언트 소켓 프로그램을 작동시켜 IEEE 802.11 통신 프로토콜을 통해 윈도우 서버에 접속한 후 Tag 신호를 전송한다. 윈도우 서버 프로그램은 Tag정보를 이용하여 D/B를 검색한 후 이를 IEEE 802.11 통신 프로토콜을 통해서 임베디드 시스템의 TFT-LCD창에 표시할 수 있는 미들웨어를 개발하였다.

Abstract

In this paper, it was introduced that embedded RFID Reader /Writer system including PXA255 ARM chip which enables the Tag signal to be used by data and video processing via IEEE802.11 communication protocol. Embedded RFID R/W middle ware was developed which transmit the searched result in the data base using the received Tag signal via IEEE 802.11 communication protocol. Developed embedded RFID R/W system was composed of three parts - PXA255 ARM chip (Core Part), 13.56 MHz RFID Reader /Writer, wireless LAN for data communication with server and TFT-LCD terminal. Once this system receives the Tag signal through the serial port, it transmits the data through the wireless LAN to the server, and it displays the received image data which was processed by the server onto the TFT-LCD screen. Embedded RFID R/W Middle ware transmits the received Tag signal from RFID R/W to the embedded system, which activates the socket program to connect to the window server via IEEE 802.11 communication protocol and transmits the Tag signal. Window server program searches the Database using this Tag information and displays the result on to the TFT-LCD window in the embedded system via IEEE 802.11 protocol.

Keywords : 임베디드 시스템, RFID Reader/Writer, RFID Middleware, 13.56MHz RFID

I. 서 론

모든 생활과 산업에 대변혁을 예고하는 유비쿼터스 세상을 이끌기 위해서 RFID(Radio Frequency Identification) 기술이 점차 필수적이고 이러한 RFID 기술이 생활 속으로 들어오고 있다^[1-8]. 세계적인 유통 회사인 월마트(Wall Mart)는 이미 2005년 1월부터 100

* 정회원, 동서대학교 컴퓨터정보공학부
(Division of Computer Information Engineering,
Dongseo University)

** 학생회원, 동서대학교 디자인 & IT 전문대학원
(Graduate School of Design & IT,
Dongseo University).

※ 본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.

접수일자: 2006년4월19일, 수정완료일: 2006년11월6일

개 주요 납품업체에 대해 제품마다 RFID 태그를 부착해달라고 공식 요청한 상태이며, 영국 최대의 유통업체인 테스코도 동일한 조치를 취했다. 미 국방부도 대형 납품업체에 대한 RFID 태그 부착을 2006년 1월부터 의무화하기로 결정했다^[3]. 바코드가 가져온 유통혁명을 뛰어넘을 'RFID기술혁명'이 무서운 속도로 우리 앞으로 다가오고 있다. 우리나라도 2005년을 기점으로 RFID 초기 시장이 서서히 형성되고 있다. IT의 신개념으로 유통업에 대하여 매우 높은 관심도를 만족시키고 향후 1-2년 내에 실질적으로 산업에 도입될 유통업 기술인 RFID에 관한 기술과 애플리케이션 개발이 필요할 것이다.

국내의 RFID 산업과 관련된 기술 개발 분야는 크게 RFID Tag 및 R/W 기술, RFID 미들웨어 산업과 관련 소프트웨어 및 애플리케이션 기술로 구분할 수 있다. 본 논문과 연관 있는 기술은 RFID R/W, 임베디드 시스템, 무선 네트워크 기술, 다양한 RFID 태그 및 리더 기간의 데이터 통합과 방대한 데이터를 실제 의미 있는 정보와 데이터로 재구성하여 데이터양을 줄이는 RFID 미들웨어 기술을 정리할 수 있다^[9-13].

일반적으로 사용되고 있는 RFID 리더기는 그림 1에 나타내었다. 그림 1(a)에서 보는 것처럼 고정형이고, 시리얼 통신을 통해서 PC와 데이터를 주고받고, Tag정보를 RFID 리더기에서 직접 표시하기가 불가능하고, Tag 신호를 읽기는 가능 하나 쓰기는 불가능하다. 그러나 본 논문에서 개발한 임베디드 RFID R/W 시스템은

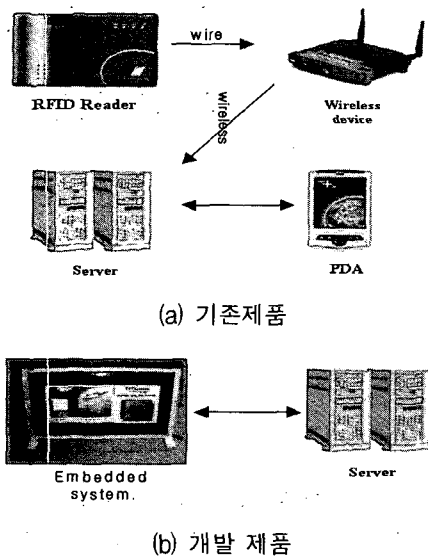


그림 1. 개발 제품과 기존 제품과의 차이점
Fig. 1. The Difference with development product and conventional product.

고정형 및 적용업무에 따라 이동형(portable)으로 설계가 가능하고, TCP/IP 또는 무선랜 통신 기능이 있어 서버와 연동을 통해 Tag정보를 RFID R/W에 내장된 TFT-LCD에 표시할 수 있고, Tag정보의 읽기, 쓰기가 가능하다.

본 논문에서는 Tag정보를 무선랜을 통해서 데이터 및 이미지 전송이 가능한 PXA255 ARM칩을 내장한 임베디드 RFID R/W 시스템과 전송된 Tag정보에 적합한 데이터 및 이미지를 검색한 후 이를 무선랜을 통해서 임베디드 시스템에 전송하는 임베디드 RFID R/W 미들웨어를 개발하였다.

II. 임베디드 RFID R/W 시스템

1. 임베디드 RFID R/W 하드웨어 개발

본 논문에서 개발하고자하는 임베디드 RFID R/W 시스템에 대한 전체 구성도는 그림 2에 나타내었다. 그림 2에서 보는 것처럼 PXA255 ARM칩을 내장한 임베디드 RFID R/W 시스템은 RFID R/W에서 읽어 들인 Tag 정보를 시리얼 통신을 통해 임베디드 시스템으로 전송된다. Tag 정보는 무선랜을 통해 서버로 전송되고 D/B 검색을 통해 Tag 정보와 일치하는 영상 및 데이터 정보를 클라이언트로 무선랜을 통해서 전송한다. 전송된 영상 및 데이터 정보는 TFT-LCD 창에 표시된다. 그림 3은 임베디드 RFID R/W 시스템 실제 구성 예를 나타내었다. Energy 및 Clock 신호를 Tag에 전송하면 이 신호에 따라 RFID R/W에서 Tag값을 읽어 들이고, 시리얼 통신을 통해 PXA255 임베디드 시스템으로 전송된 Tag정보는 무선랜을 통해 서버로 전송된다.

그림 4는 임베디드 RFID R/W 시스템 동작원리를 나타내었다. 먼저 프로그램시작과 동시에 시리얼합수를

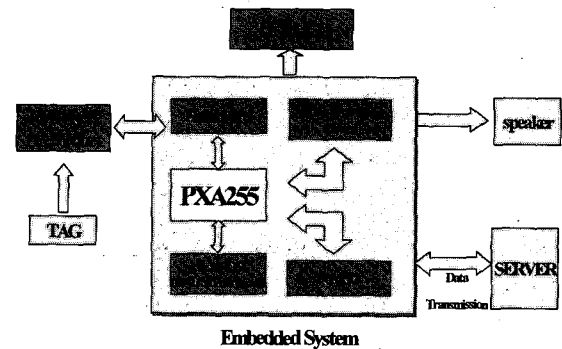


그림 2. 임베디드 RFID R/W 시스템 구성도
Fig. 2. The structure of embedded RFID R/W system.

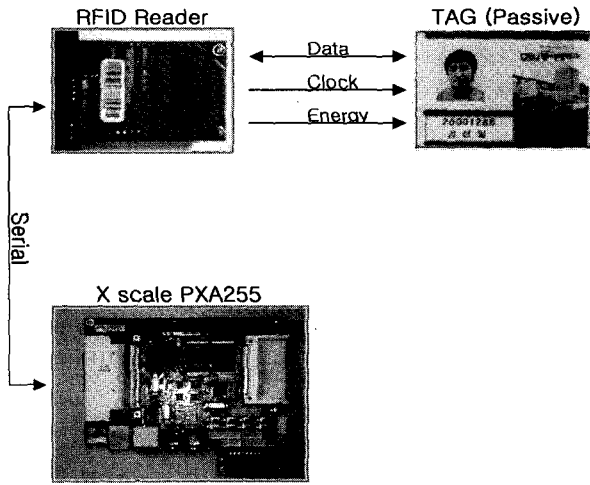


그림 3. 임베디드 RFID R/W 시스템
Fig. 3. Embedded RFID R/W system.

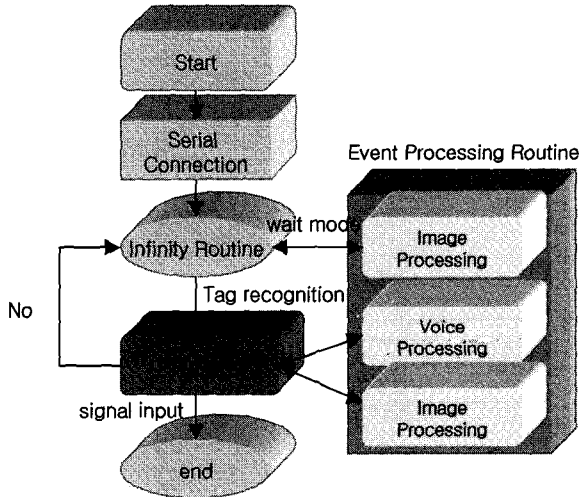


그림 4. 임베디드 RFID R/W 시스템 동작원리
Fig. 4. The flowchart of Embedded RFID R/W system.

Open시켜주고 Tag정보가 들어올 때 까지 계속 신호를 발생시켜주면서 대기 한다. 이때 이벤트 발생부에서 대기모드일 경우 계속적으로 광고이미지를 표시한다. Tag를 인식하였을 경우 Send함수를 이용하여 데이터를 전송하고 Recv함수를 이용하여 서버로부터 처리된 이미지를 받게 된다. 이벤트 발생부에서는 이 일련의 과정을 음성과 이미지를 이용하여 사람들에게 알려준다. 마지막으로 시그널 함수를 입력받지 않으면 다시 대기모드로 돌아가서 Tag 정보가 입력 될 수 있도록 대기 한다.

2. 임베디드 RFID R/W 미들웨어 개발

그림 5는 RFID R/W 서버 구성도를 나타내었다. 그림 5에서 보는 것처럼 RFID R/W와 연결되어서 데이터

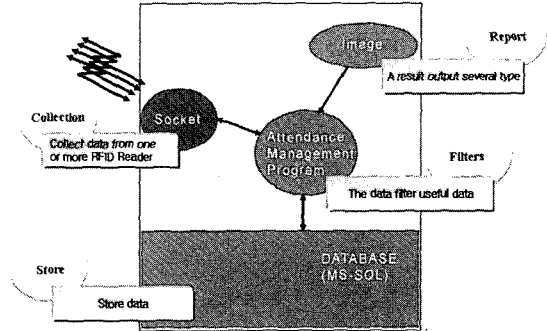


그림 5. RFID R/W 서버 구성도
Fig. 5. The structure of RFID R/W server.

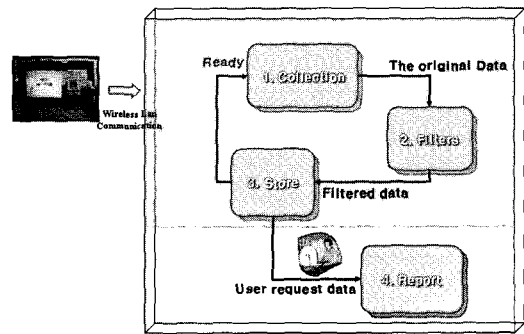


그림 6 Tag 신호 처리 흐름도
Fig. 6. The flowchart of tag information processing.

를 받아오는 Collection, 데이터를 프로그램의 목적에 적합하게 여과시켜주는 Filter, 데이터를 데이터베이스와 파일에 저장하는 Store, 그리고 데이터베이스와 연결해 데이터를 여러 형식으로 출력하는 Report 이렇게 크게 네 가지 부분으로 나누어 개발하였다.

그림 6은 서버 시스템에서의 Tag 정보처리 흐름도를 나타내었다. 각 부분별 데이터의 흐름은 개발한 임베디드 RFID R/W 시스템에서 Tag정보를 무선랜을 통해서 전송 받게 되면 Collection에서 전송된 데이터를 Filter에 전달하고 Filter에서는 수신한 데이터를 필요한 데이터들로만 선별하여 Store에 전달합니다. Store에서는 데이터를 데이터베이스에 저장하고 프로그램을 다시 수신 대기상태로 전환한다.

그림 7은 임베디드 RFID R/W 시스템과 통신을 하는 Collection 부분을 나타내었다. Collection은 IEEE 802.11 통신 프로토콜을 사용하여 클라이언트인 임베디드 RFID R/W와 통신하는 방식을 사용하고 있다. 이 프로그램에서는 두 개의 소켓을 사용하였다. 하나는 접속을 대기하는 소켓이고, 나머지 하나는 접속이 들어왔을 때 실제로 통신을 하는 소켓이다. 프로그램에서 서버의 설정을 접속 대기 상태로 바꿔주면 클라이언트의 접속을 받아들이기 위해 대기 소켓을 먼저 만들고 이

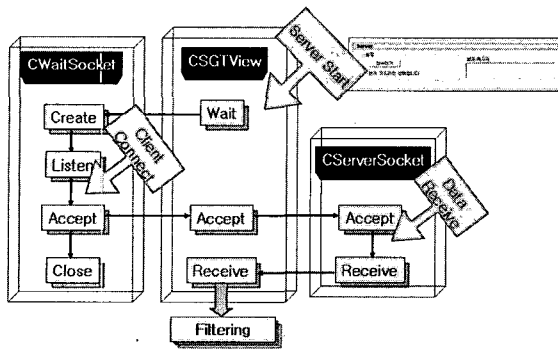


그림 7. 임베디드 RFID R/W 시스템과 통신하는 collection 부
Fig. 7. Collection part of communication with embedded RFID R/W system.

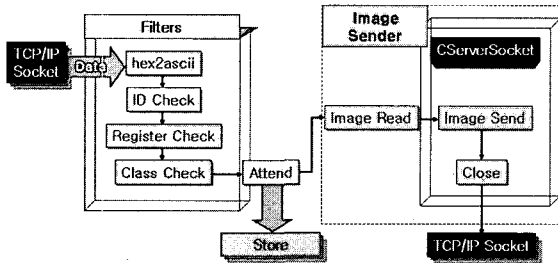


그림 8. Tag 정보 Filtering 부
Fig. 8. Filtering part of Tag information.

소켓의 Listen 함수를 호출하여 접속을 대기하도록 하였다. 이 상태에서 클라이언트로부터 접속 요청이 들어오면 Accept함수가 호출되고 이 함수에서 FormView에 연결을 알려주고 실제 통신 소켓을 생성하게 된다. 이렇게 접속이 이루어진 후 클라이언트로부터 데이터를 수신했을 때 Receive함수가 호출된다. 이 함수에서 Receive 함수로 데이터를 읽어 Filter로 데이터를 넘겨주게 된다.

그림 8은 Tag 정보를 필터링하는 부분을 나타내었다. Filter는 데이터의 변환과 데이터베이스를 이용해 불필요한 데이터를 여과해 데이터베이스에 기록하는 역할을 한다. Collection에서 전달되어진 데이터는 hex2ascii함수에서 ASCII값으로 변환되고 IDCheck 함수와 RegisterCheck 함수, ClassCheck함수를 이용해서 데이터베이스에 해당 데이터를 검색해 ID값을 비교하고 과목을 등록한 학생인지, 그리고 해당 과목의 시간이 올바른지를 검색해서 올바른 값만을 Attend함수로 넘겨주게 된다. 이 Attend함수는 해당하는 이미지를 읽어 들이고 통신부에 접근하여 ImageSend함수를 통해 클라이언트로 전송을 하고 현재 열려있는 소켓을 닫고 다시 대기상태로 돌아가게 된다. 이 함수는 또 Store로 데이터를 저장하게 된다.

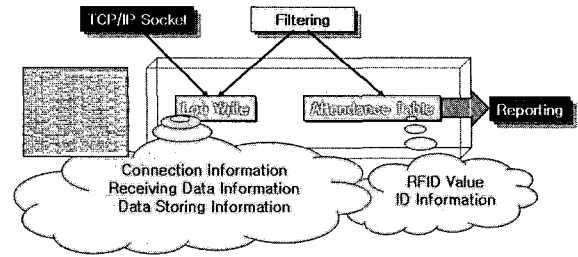


그림 9. Tag 정보 저장 부
Fig. 9. Store part of Tag information.

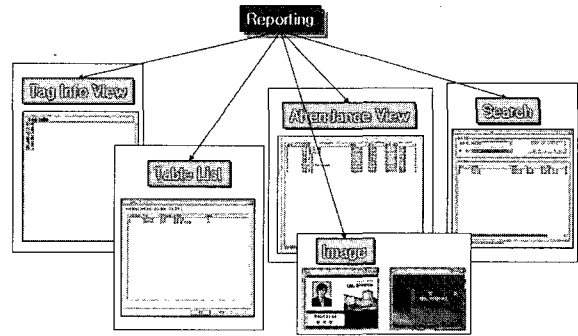


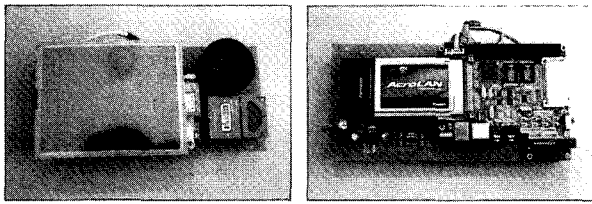
그림 10. Tag 정보 Reporting 부
Fig. 10. Reporting part of Tag information.

그림 9는 Tag 정보 저장하는 부분을 나타내었다. Store는 D/B와 로그파일에 데이터를 기록한다. 필터에서 전달된 ID는 통신부에서 발생한 RFID R/W의 접속 정보와 전송된 모든 데이터를 LogWrite 함수를 이용해 로그파일에 시간과 함께 기록한다. 그리고 수신한 ID값을 이용해 D/B를 검색하고 그에 해당하는 정보들과 ID값을 D/B의 Attendance 테이블에 기록한다. 이렇게 저장된 데이터들은 Report를 통해 사용자에게 여러 형태로 제공될 수 된다.

그림 10은 Tag 정보를 Reporting하는 부분을 나타내었다. 마지막 Report는 D/B에 저장된 출력 데이터를 여러 형태로 보여주는 부분이다. Tag Info View는 Filtering된 Tag정보를 해당하는 정보를 출력하며 Table List는 등록된 학생정보와 과목정보, 교수정보, 수강정보를 출력한다. Attendance View는 학생들의 출력정보를 출력하고 Search Dialog는 출력정보를 강의 이름과 학번으로 검색할 수 있게 하였다. Image window는 클라이언트로 송신되는 이미지를 출력한다.

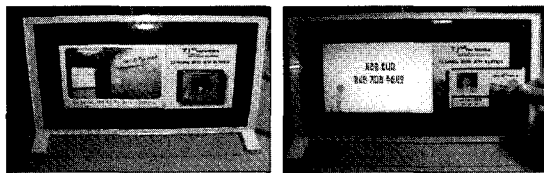
III. 실험 결과

그림 11은 본 논문에서 개발한 임베디드 RFID R/W 시스템을 나타내었다. 그림 11(a)에서 보는 것처럼 서버에서 전송된 Tag정보를 표시하는 TFT-LCD와 데이터



(a) TFD-LCD 창 (b) 임베디드 시스템

그림 11. 임베디드 RFID R/W 시스템에 대한 하드웨어
Fig. 11. The H/W for embedded RFID R/W system.



(a) 초기화면 (b) 데이터 처리 중



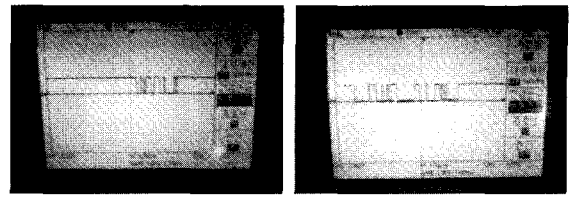
(c) 데이터 처리 완료

그림 12. 임베디드 RFID R/W 시스템 실험 결과
Fig. 12. The experiment result of embedded RFID R/W system.

처리과정을 설명해주는 음성처리 및 Tag값을 읽는 RFID R/W로 구성된다. 그림 11(b)는 RFID R/W에서 전송된 정보를 서버와 송수신할 수 있는 무선랜과 RFID R/W 미들웨어가 내장된 임베디드 시스템으로 구성된다.

그림 12은 임베디드 RFID R/W 시스템 실험 결과를 나타내었다. 그림 12에서 보는 것처럼 Tag정보를 RFID R/W에 접촉하지 않을 때는 일반적인 이미지 또는 영상정보가 표시된다. 그림 12(b)에서 보는 것처럼 Tag를 접촉하면 “데이터를 처리 중입니다. 잠시만 기다려 주십시오.”라는 문자 메시지와 함께 음성메시지가 들리고, Tag 정보는 서버로 전송된다. 서버에서 Tag정보와 일치하는 영상 또는 데이터를 임베디드 RFID R/W 시스템에 전송되면 TFD-LCD 창에 그 결과를 표시된다.

그림 13는 임베디드 RFID R/W 시스템에서 RFID 동작신호를 나타내었다. 그림 13(a)는 임베디드 시스템에서 RFID R/W를 동작시키기 위해 시리얼장치를 이용하여 동작 시그널을 보내주는 파형이다. 그림 13(b)는 RFID R/W에서 Tag정보가 들어왔을 때 임베디드 시스템으로 RFID Tag신호를 보내주는 계측된 파형이다.



(a) RFID 동작신호 (b) 응답신호

그림 13. 임베디드 RFID R/W 동작신호
Fig. 13. The operation signal of embedded RFID R/W.

AttendID	ClassID	StdID	PointID	Today	AttendCheck
1	2182	2002245	1100	2005-11-25 오전	출석
3	2182	2003456	1100	2005-11-25 오전	출석
4	4195	2001101	3400	2005-11-25 오전	출석
5	4195	2002122	3400	2005-11-25 오전	출석
6	4195	20021731	3400	2005-11-25 오전	출석
7	5556	99003144	3100	2005-11-25 오전	출석
8	4195	99003144	1200	2005-01-05 오후	출석/오류
9	4195	99003144	1200	2005-01-10 오후	출석

그림 14. Store 부에 대한 실험 결과
Fig. 14. The experiment result for store part.

RegisterID	StdID	ClassID	Point
1	99003144	4195	A-
2	20001268	2182	A+

그림 15. Store 부분에 대한 Register 테이블
Fig. 15. The register table for store part.

그림 14는 서버 시스템에서 Tag 정보를 Store하는 부분에 대한 테스트 결과를 나타내었다. Attendance 테이블은 Class.ClassID와 Student.StdID등을 참조하고 테이블에 데이터가 등록될 때 Today 필드에 자동으로 시간이 저장된다. 그리고 처음 입력이 들어왔을 시에는 AttendCheck 필드에 출석을 저장하고, 두 번째 입력이 들어왔을 시에는 AttendCheck 필드에 조퇴 또는 확인을 저장한다.

그림 15은 서버시스템에서 Tag 정보를 Store 부분에 대한 Register 테이블을 나타내었다. Register 테이블에는 학생이 어떤 과목을 수강했을 때 저장하는 테이블로 최초 Student.StdID를 참조하고, Class.ClassID를 참조해 저장된다.

그림 16은 Log 파일에서는 프로그램 구동 유무와 수신한 ID값, 프로그램이 처리한 결과 등 프로그램이 수

- [4] 함일환, "RFID 적용분야 및 도입방안", LGCNS, 2004. 2
- [5] 이은곤, "RFID 확산 전망 및 시사점 - 환경분석, 가격전망 및 정책적 시사점 -", 「정보통신정책」, 제16권, 제13호, 2004.
- [6] 유승화, "RFID/USN 기술 및 표준화 동향", 「중소기업 정보화 경쟁력 강화를 위한 하계 세미나」, 2004. 8. 25.
- [7] 김도훈, 이미숙, "u-사회의 역기능과 대응과제 : RFID 도입과 프라이버시 문제중심으로", Telecommunications Review, 제15권 1호, 2005. 2, pp.117-131.
- [8] 이은곤, "RFID 확산 전망 및 시사점 - 환경분석, 가격전망 및 정책적 시사점 -", 「정보통신정책」, 제16권, 제13호, 2004.
- [9] Alexander, K., G. Birkhofer, K. Gramling, H. Kleinberger, S. Leng, D. Moogimane and M. Woods, "Focus on Retail : Applying Auto-ID to Improve Product Availability at the Retail Shelf", IBM-AUTOIDBC-001, Auto-ID Centre, 2002.
- [10] Chappell, G., D. Durdan, G. Gilbert, L. Ginsburg, J. Smith and J. Tobolski, "Auto-ID in the Box : The Value of Auto-ID Technology in Retail Stores", ACN-AUTOID-BC-006, Auto-ID Centre, 2003.
- [11] Frisk, L., J. Jarvinen and R. Ristolainen, "Chip on Flex Attachment with Thermoplastic ACF for RFID Applications", Microelectronics Reliability, Vol.42, 2002.
- [12] C. Intanagonwiwat et al., "Directed Diffusion for Wireless Sensor Networking", IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 11, No.1, Feb. 2003, pp. 2-16.
- [13] Wendi B. Heinzelman et al., "An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks", IEEE Trans. on Wireless Communication, Vol. 1, No. 4, Oct., 2002, pp. 660-670

저 자 소 개



황 기 현(정회원)
 1996년 부산대학교 전기공학과 석사 졸업.
 2000년 부산대학교 전기공학과 박사 졸업.
 2003년 동서대학교 컴퓨터정보공학부 교수

<주관심분야 : RFID, 임베디드, 영상처리>



장 원 태(정회원)
 1989년 성균관대학교 전자공학과 학사 졸업
 2000년 서울시립대학교 제어계측공학과 석사 졸업
 2002년 동서대학교 컴퓨터정보공학부 교수

<주관심분야 : 모바일 프로그램, RFID, 컴퓨터>



심 현 준(학생회원)
 2002년 동서대학교 인터넷공학부 학사 졸업.
 2006년 동서대학교 디자인&IT 전문대학원 석사과정

<주관심분야 : RFID, 영상처리>