

U-Healthcare 기반의 환자 모니터링 시스템

정회원 정 원 수*, 오 영 환*

Patient Monitoring System Base on U-Healthcare

Won-Soo Jung*, Young-Hwan Oh* *Regular Members*

요 약

기존의 환자 모니터링 시스템은 환자가 자신의 정보를 원하는 경우 의료 기관을 통해서 정보 확인이 가능 하였다. 그러나 U-Healthcare 기반의 환자 모니터링 시스템에서는 RFID 시스템을 의료 환경에 적용하여 언제 어디서나 자신의 정보를 RFID 리더가 탑재된 모바일 장치를 통하여 확인이 가능 하다. 환자의 태그 정보를 읽어 들 여 환자가 원하는 서비스를 제공하기 위해서는 RFID 미들웨어 설계가 필요하다. 임베디드 리눅스 기반의 RFID 미들웨어는 크게 RFID 모듈, ARM 프로세서, RS-232 인터페이스 등으로 구성된다. RFID 모듈은 사용자의 정보를 입력 받기 위하여 사용되며, RS-232 인터페이스를 통하여 RFID 미들웨어로 정보를 전달한다. 또한 본 시스템 은 임베디드 전용 ARM 프로세서를 사용하여 환자 모니터링 시스템에 특화된 시스템을 구현하였다.

본 논문에서 제안한 U-Healthcare 기반의 환자 모니터링 시스템은 임베디드 리눅스 기반의 Qt를 사용하여 RFID 미들웨어를 구현하였다.

Key Words : RFID, EPCglobal, U-Healthcare, Embedded, Qtopia

ABSTRACT

The existing patient monitoring system when the patient want own information. The patient confirm information through the medical institution. But the patient monitoring system based on the U-Healthcare, the patient always confirms own information through the mobile device including rfid reader. The patient need RFID middleware design to provide wanting service when the RFID reader read patient's tag information. The RFID middleware is consisted of RFID module, ARM processor and RS-232 interface. The RFID module is used to be inputted user information and RS-232 interface pass information by RFID middleware. Also, This system is embodied by specific patient monitoring system using embedded exclusive use ARM processor.

In this paper introduces concept and action principle of RFID middleware and embodied patient monitoring system that use Qt.

I. 서 론

최근 인구의 고령화와 함께 생활양식 및 환경의 변화로 인하여 건강에 관한 관심이 높아지고 있다. 또한 정보 통신 기술의 발전으로 언제, 어디서나 자신의 건강 상태를 모니터링하고 특화된 건강관리 서비스를 받을 수 있는 U-Healthcare에 관한 관심이 고

조되고 있다. U-Healthcare란 Ubiquitous Healthcare 의 약자로 시간과 공간의 제한 없이 원격의료 기술을 활용한 건강관리 서비스를 말한다. 이러한 U-Healthcare 가 구현된 이상적인 환경에서는 환자가 의식하지 않은 상태에서 환자의 건강상태를 실시간으로 모니터링하고 환자의 상태가 악화될 경우 바로 응급센터 및 병원 등에 환자 상태에 관한 정보가 전달되어 신

* 광운대학교 전자통신공학과(sootan77@dreamwiz.com)

논문번호 : KICS2007-12-575, 접수일자 : 2007년 12월 17일, 최종논문접수일자 : 2008년 6월 18일

속한 의료 서비스가 이루어진다.^{[1][2]}

RFID 기술은 접촉하지 않고 태그의 정보를 판독하거나 인식하는 무 접촉 객체인식 기술로서 물류, 국방, 교통, 의료, 환경 분야에서 관련 연구가 다양하게 진행되고 있다.^{[3][4][5]} 의료 환경에서 RFID 기술은 자동 인식 및 데이터 획득(AIDC: Automatic Identification and Data Capture)을 실현 할 수 있어 U-Healthcare 환경을 구현할 수 있는 기술로써 다양한 연구가 진행되고 있다.^{[6][7][8][9]} 그러나 U-Healthcare 구현을 위한 많은 연구와 시스템들이 개발되고 있지만, 병원 및 의료진을 위한 서비스를 목적으로 하고 있어 환자가 실시간으로 자신의 정보를 확인할 수 없는 단점이 있다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 임베디드 시스템 및 RFID 기술을 의료정보 시스템에 도입하였으며, 환자의 의료 정보가 의료진에게만 제공되는 서비스가 아닌, 환자가 자신의 정보를 실시간으로 제공 받을 수 있는 서버 클라이언트 기반의 환자 모니터링 시스템을 제안하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 U-Healthcare 기반의 환자 모니터링 시스템을 구현하기 위한 기술에 관하여 알아보고, 3장에서는 제안한 시스템 모델에 관하여 알아보고, 4장에서는 U-Healthcare 환자 모니터링 시스템에 적합한 미들웨어 구현을 위한 시스템 설계 및 구현에 대하여 알아본다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향으로 끝을 맺고자한다.

II. 기반 기술

2.1 임베디드 리눅스

임베디드 리눅스란 HPC, PDA, 핸드폰 등과 같은 모바일 컴퓨팅 기기나 마이크로프로세서를 보유한 가전제품, 공장자동화기와 같은 임베디드 시스템의 운영시스템으로 쓰이는 운영체제이다.

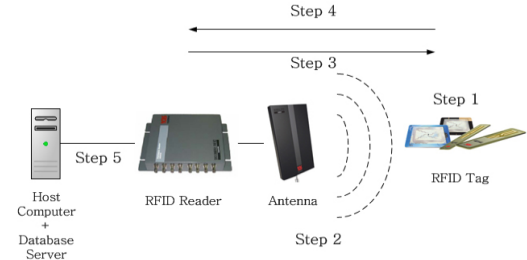
임베디드 시스템은 미리 특성화된 기능을 수행하기 위하여 컴퓨터의 하드웨어와 소프트웨어가 결합된 고기능의 전자 시스템이다. 기존의 내장형 시스템은 순차적인 기능만 수행되었지만 고기능의 시대를 맞이하여 특정한 기능만이 아닌 여러 가지 기능을 요구하게 된다. 임베디드 시스템에 들어가는 운영체제는 초기에는 시스템이 단순하여 필요하지 않았지만, 시스템 자체가 커지고 네트워크나 멀티미디어가 시스템에 장착되면서 기능이 복잡해졌기 때문에 실시간 운영체제가 도입되었다. 초기에는 실시간

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 용이하다. 논문의 시스템 역시 임베디드 리눅스를 기반으로 개발하였다.

2.2 RFID 기술

2.2.1 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

2.2.2 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 고주파보다 민감하지 않으며, 고주파수일수록 태그 인식 속도가 빠르고 태그의 크기가 작아지는 반면 환경영향에는 저주파보다 민감한 편이다.

2.2.3 RFID 표준화 동향

RFID 기술은 1990년대 중반부터 국제표준화기구(ISO)에서 국제 표준화가 논의되기 시작하였다. ISO JTC1/SC17에서 비접촉형 IC 카드의 표준화에 대해 2001년 관련 규격이 모두 제정되었다. RFID 시스템은 전파를 사용해서 리더와 태그간의 통신을 하기 때문에, 국제적인 규격화된 표준 없이 개발이 진행되면 향후 글로벌 관점에서 혼란과 수많은 기준들이 존재하는 문제점이 발생하기 때문에 이를 미연에 방지하고자 ISO 자동 인식 기술 분과인 ISO JTC1/SC31에서 본격적으로 UHF 대역을 비롯한 실용 주파수별 무선 인터페이스, 데이터 방식 등의 표준화가 거의 마무리하게 되었다. 그 결과 여러 가지 기준들로 존재하던 RFID 기술들이 국제 표준에 맞게 재정비 되고 있다. 현재 RFID 관련 국제화 기구는 ISO/IEC JTC1 이고 국제 민간단체 표준화 기구는 EPCglobal 및 uID 센터 등이 있다.

2.3 U-Healthcare

U-Healthcare는 홈 네트워크상의 장치나 휴대용 장치 등을 통해 생체 정보를 실시간으로 모니터링 하고 자동으로 병원 및 의사와 연결되어 언제 어디서나 진료 및 치료가 가능한 시스템을 의미한다.

U-Healthcare는 시스템의 역할에 따라 센싱(Sensing), 모니터링(Monitoring), 분석(Analyzing), 경고(Alert) 등으로 구분된다.

센싱은 환자에게서 발생하는 물리적, 화학적인 현상의 변화를 감지하는 역할을 수행하고 모니터링은 측정된 생체정보를 1차적으로 가공하는 단계로서 환자의 정보를 실시간으로 확인하는 역할을 수행한다. 분석의 경우 수집된 데이터로부터 정보를 획득하는 단계로서 환자의 상태를 파악하는 역할을 수행하고 경고는 획득된 정보를 바탕으로 사용자에게 관련 정보를 알리는 역할을 수행한다.

U-Healthcare의 특징으로는 신속한 의료서비스, 질병 예방, 생체 데이터 관리 중앙처리화 및 진료 분산화, 노약자, 장애인 독거인 관리 등이 있다. 신속한 의료서비스는 실시간으로 환자의 상태를 모니

터링 함으로서 환자의 상태가 악화될 경우 능동적으로 대처할 수 있다. 질병 예방의 경우 환자의 상태를 지속적으로 모니터링 함으로서 질병의 사후 치료가 아닌 건강상태 사전관리 및 예방이 가능하다. 생체 데이터 관리 중앙처리화하는 반면 진료를 분산화 함으로서 환자 이외에도 노약자, 장애인, 독거인 등 관리에 활용할 수 있으며 전통적인 Healthcare 방식에 비해 비용이 저렴하고, 유연한 시스템을 보유할 수 있게 되었다. 표 1은 전통적인 Healthcare와 U-Healthcare의 특징을 비교한 것이다.

표 1. 전통적인 Healthcare와 U-Healthcare의 비교
Table 1. Comparison of traditional Healthcare and U-Healthcare

구분	전통적인 Healthcare	U-Healthcare
위치	병원 등 전문기관	환자 (고객)
조직	분산(독립)	네트워크화
임상접근	발병 위주	건강관리 위주
의사결정자	의사	의사와 환자
데이터	일정기간 자료관리	실시간 자료 접근 및 관리

2.4 Medical Tag

의료용 태그를 구현하기 위하여 Philips에서 생산된 96비트 UCODE EPC 1.19 태그를 사용하였다. 일반적인 EPC Tag 구조는 그림 2와 같다.

표 2는 EPC의 General Identifier(GID-96) 태그의 데이터 타입을 나타낸다.

다음 그림 3은 96비트 UCODE EPC 1.19 태그 구조를 보여준다.

64 비트 EPC U·Code 태그 메모리 구조는 그림 4과 같다.

표 2. EPC 태그 데이터 타입
Table 2. The data type of EPC tag

	Header	General Manager Number	Object Class	Serial Number
	8	28	24	36
GID-96	00010101 (Binary value)	268,435,456 (Decimal capacity)	16,777,216 (Decimal capacity)	68,719,476,736 (Decimal capacity)

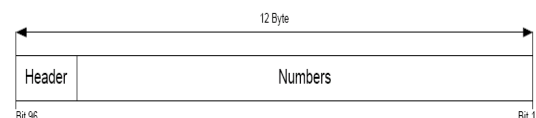


그림 2. 96비트 EPC 태그 구조
Fig. 2. General Structure of 96Bit EPC Tag

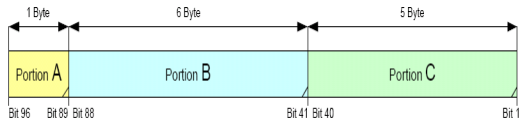


그림 3. 96 비트 UCODE EPC 1.19 태그 구조
Fig. 3. Separation of 96 Bit EPC data structure for UCODE EPC 1.19

Byte	00 _{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	10 _{hex}	11 _{hex}	12 _{hex}	13 _{hex}	14 _{hex}	15 _{hex}	16 _{hex}	17 _{hex}
memory content	Portion B						Partition value	Filter value
							0000 0000 _{bin}	0000 01 _{bin}

그림 4. 96 비트 EPC 데이터 구조 형태의 UCODE EPC 1.119 태그 메모리 구조
Fig. 4. Mapping of 96 Bit EPC data structure into UCODE EPC 1.19 memory

본 논문에서 사용한 태그 구성은 그림 5와 같으며, EPC의 GID-96을 기반으로 하여 설계하였다. 사용한 태그는 고정된 영역을 제외하고, 60비트를 목적에 맞게 필드를 구성하였다.

- Header (8bit) : 태그 정보 비트로 태그의 종류를 식별하는 코드로서 의료용 목적에 맞는 구분된 비트체계 필요
- EPC Manager (28bits) : EPC에서 제시하는 태그 제조사 정보 식별 코드
- G bit code (4bits) : 의료 환경에 부합하는 우선순위를 설정하여 코드를 생성
- H code (16bits) : 국내 27,000여개의 병원을 고려한 코드 생성
- Medical ID (12bits) : 의료 환경에 쓰이는 식별자
- Serial Number (20bits) : 각각의 태그 구분을 위한 일련번호
- Password (8bits) : 보안설정 코드

III. 제안한 충돌 방지 알고리즘

본 논문에서 제안한 U-Healthcare 기반의 환자

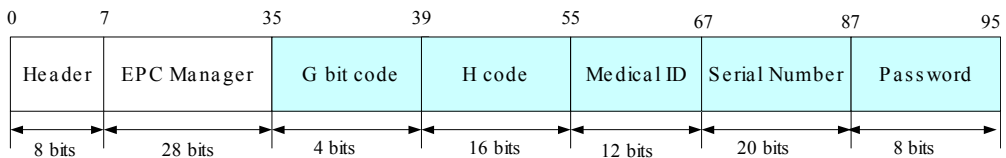
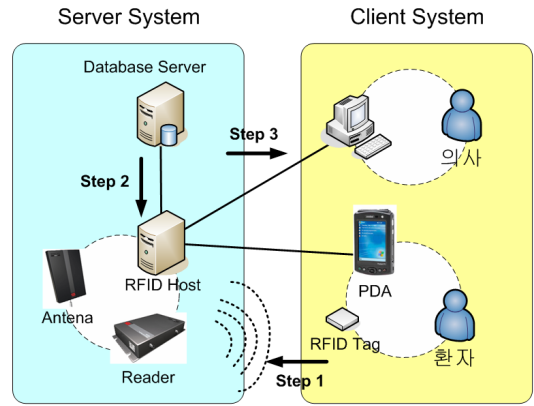


그림 5. 의료용 태그
Fig. 5. Medical Tag



- 단계
- Step 1 병원에 배치된 RFID 시스템은 환자의 RFID 태그 정보를 인식한다.
인식된 환자의 RFID 태그 정보를 바탕으로 서버로부터 환자의 RFID 태그의 정보와 일치하는 데이터 즉, 환자의 기본 정보 및 병원에서의 치료 기록과 같은 병원에서 제공하는 서비스를 가져온다.
- Step 2 가져온 정보를 바탕으로 환자 및 의사에게 필요한 정보를 전송한다.
- Step 3

그림 6. U-Healthcare 서비스를 위한 시스템 구성도
Fig. 6. System configuration for U-Healthcare service

모니터링 시스템의 구성은 그림 6과 같다. 제안한 시스템 모델에서 RFID 호스트는 2가지 기능을 수행한다. RFID 리더에 연결되어 환자의 RFID 태그 정보를 인식하여 필요한 정보를 처리, 가공하는 DSP 기능과 인식된 환자의 RFID 태그 정보를 바탕으로 환자의 정보를 보관하고 있는 병원 데이터베이스에 접속하여 필요한 정보를 환자의 PDA와 의사의 데스크탑 컴퓨터에 전송하기 위한 데이터통신 서버로서의 기능을 수행한다. 데이터베이스 서버에는 환자의 정보 및 기타 의료 처방에 관한 중요한 데이터가 보관 되어 있으므로 원치 않는 사용자의 인위적인 접속 및 데이터의 변질을 막기 위하여 RFID 호스트만 데이터베이스에 접속할 수 있도록 하였으며 환자의 PDA와 의사의 데스크탑에 데이터베이스에 저장되어 있는 정보를 전달하

기 위하여 서버로서 동작하도록 하였다. 클라이언트 프로그램은 환자의 PDA와 의사의 데스크탑 컴퓨터에서 동작을 하며 서버로부터 전송되는 데이터를 실시간적으로 처리하여 사용자에게 전달한다.

IV. 성능 평가

4.1 태그 성능 평가

4.1.1 태그 구현 환경

제한한 시스템 모델에서 사용한 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.

(2) 태그 성능 평가 결과

EPC에서 제시하고 있는 96bit Spec을 따르고 있는 Philips사의 UCODE EPC 1.19를 사용하였다. 성능평가에 사용된 태그는 EPC Data 부분과 User Define 부분 모두 Write를 할 수 있다. EPC Data 부분은 기존 태그가 출시될 때 초기적으로 Write 되어 진 것을 사용하였고 나머지 User Define 부분은 제안한 데이터 값을 추가하는 방법으로 Write를 하였다. 사용된 태그의 개수는 구현환경을 고려하여 100개를 사용하였다.

앞에서 제안했던 태그 값을 그림 7과 같이 입력하였다.

- G bit code : 0001(4bit)
- H code (16bits) : 000100100010001 (16bits)
- Medical ID : 000100010001(12bits)
- Serial Number : 000100010001000A(20 bits)
- Password : 00000000 (8bits)

표 3. 태그 실험조건
Table 3. Tag experimental condition

장비	실험조건
리더	900MHz RFID Reader KIS900W-4CH
안테나	1번
주파수 전송 속도	400ms, 200ms, 100ms, 50ms
주파수 인식 거리	10cm, 50cm, 1m
태그	Philips 100개
통신 연결 인터페이스	Serial COM1
Baud Rate	38,400

입력된 태그들을 각각 RFID 리더로 읽어 들여서 태그의 메모리 부분을 확인한 결과 정상적으로 Write 된 상태를 확인하였다.

표 4는 제안한 태그 성능평가에 대한 결과를 보여주고 있다.

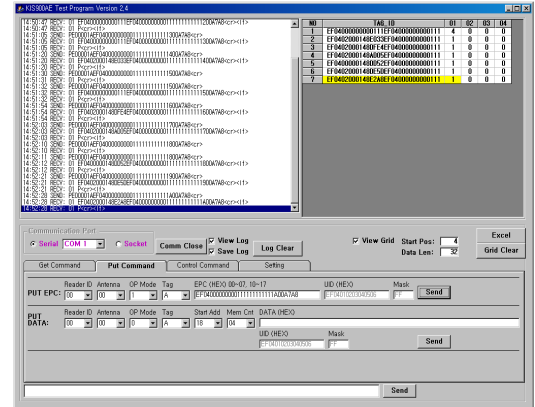


그림 7. 태그 데이터 입력 화면
Fig. 7. The tag data input screen

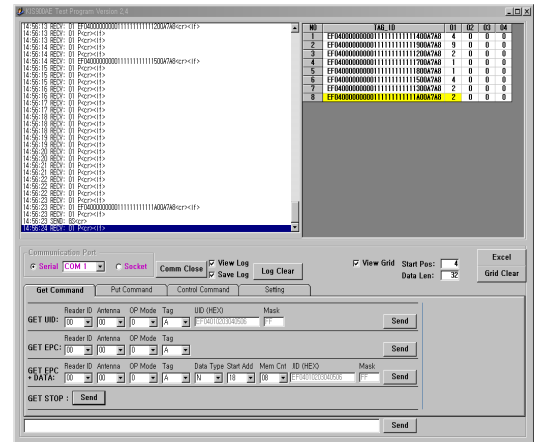


그림 8. 태그 데이터를 읽어 들이는 장면
Fig. 8. The scene that read tag data

표 4. 태그 성능평가 결과
Table 4. The result of tag performance evaluation

시험항목	에러율[%]
Header 읽기	0%
그룹 비트 코드 읽기	0%
G bit code	0%
H code	0%
Medical ID	0%
Serial Number	0%
Password	0%

4.2 개발환경

임베디드 리눅스 기반의 U-Healthcare 기반의 환자 모니터링 시스템을 위한 서비스 모델을 구현하기 위하여 Intel PXA255 400MHz CPU가 탑재되어 있는 (주)Hybus 의 X-Hyper255B 보드를 사용하였다. 개발 보드의 사양과 블록도는 그림 9와 같다.

임베디드 시스템의 개발은 개발보드에서 이루어지는 것이 아니라 호스트 시스템에서 크로스 컴파일러를 이용하여 운영체제의 커널 이미지 및 파일 시스템을 개발한 후 이를 개발보드 시스템으로 다운로드한다. 개발보드를 제어하기 위해 터미널 프로그램인 Minicom을 사용하는데 이것은 윈도우즈 시스템의 하이퍼터미널과 동일한 기능을 수행한다. 다운로드 과정은 호스트 컴퓨터에서 개발보드에 적합한 커널 이미지 및 파일 시스템을 작성한 후 tftp 서비스를 이용하여 개발보드의 플래시 메모리에 다운로드 한다. 그림 10은 이와 같은 개발환경을 도식화한 것이다.

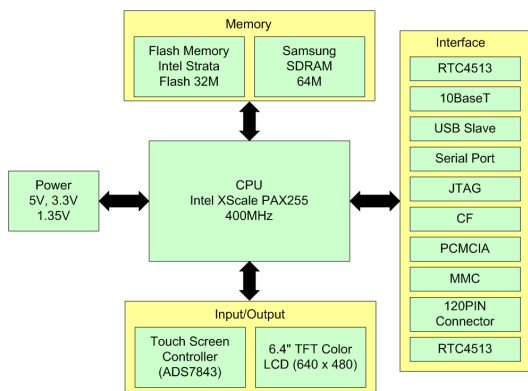


그림 9. X-Hyper255B 블록도
Fig. 9. X-Hyper255B block diagram

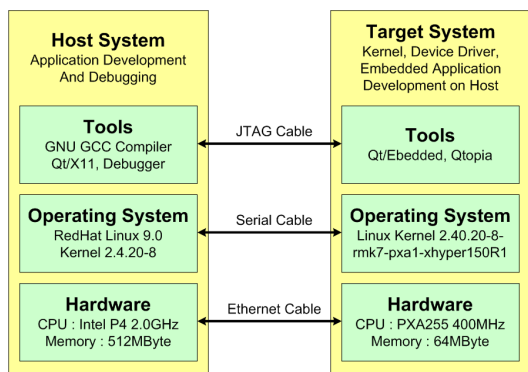


그림 10. Embedded System 구성도
Fig. 10. Embedded System configuration diagram

4.3 시스템 구현

본 논문에서 구현한 RFID 시스템의 구성은 그림 11과 같다.

그림 12 는 환자의 PDA 에 디스플레이 되는 초기 GUI 화면을 나타낸다.

그림 13 환자의 PDA 화면에 표시되는 사용자의 기본 정보를 나타낸다.



그림 11. 성능 평가를 위한 실험 시스템
Fig. 11. Experimentation system for performance evaluation



그림 12. GUI 초기 화면
Fig. 12. initialized screen of GUI

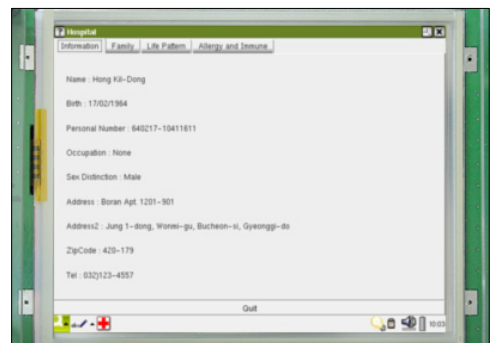


그림 13. 환자 정보를 나타내는 화면
Fig. 13. The screen that display patient information

그림 14는 환자의 가족 정보를 나타내는 화면이다.

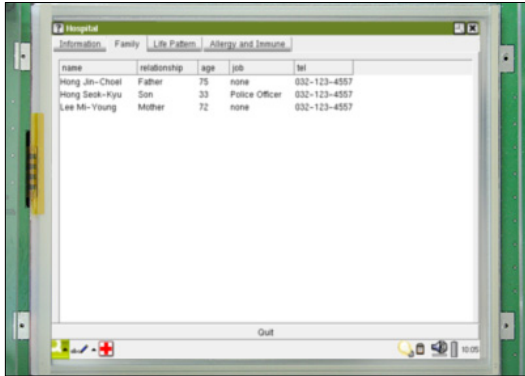


그림 14. 환자 가족 정보를 나타내는 화면
Fig. 14. The screen that display patient family information

그림 15는 환자의 생활 패턴을 나타내는 화면이다.

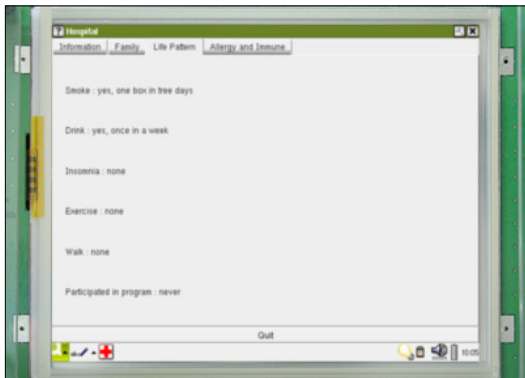


그림 15. 환자의 생활 패턴을 나타내는 화면
Fig. 15. The screen that display patient's life pattern

그림 16 은 환자의 병력 기록을 나타내는 화면이다.

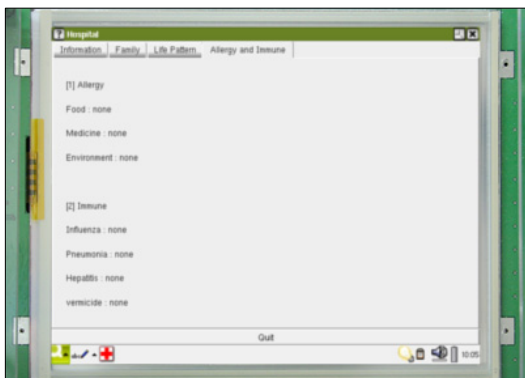


그림 16. 환자의 병력 기록을 나타내는 화면
Fig. 16. The screen that display patient's medical history

4.4 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 17과 같다.

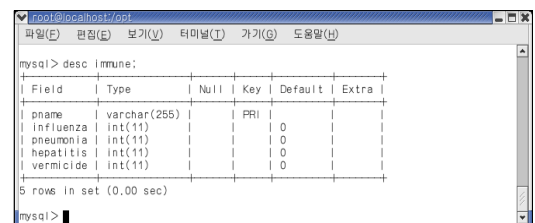
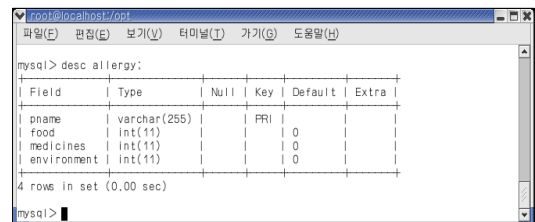
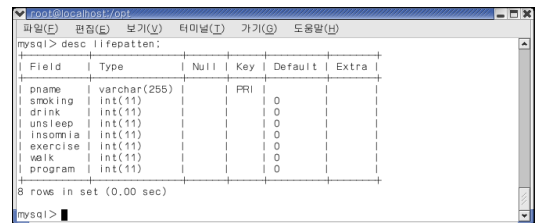
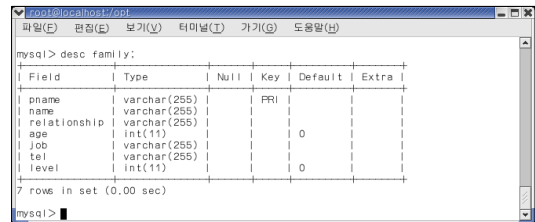
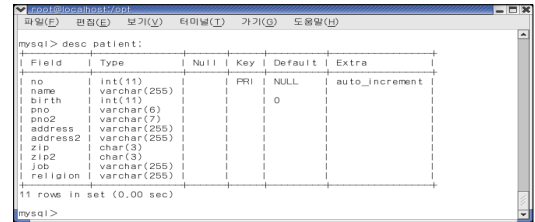


그림 17. 환자 정보 테이블
Fig. 17. Patient information table

V. 결론

본 논문에서는 기존의 단방향 정보 전송 서비스

만 제공하는 U-Healthcare 모델의 단점을 보완하여 환자와 병원 정보시스템간의 양방향 정보전송 서비스를 제안하였다. 이러한 서비스를 바탕으로 언제 어디서나 다양한 정보를 주고받을 수 있고 새로운 서비스를 창출해낼 수 있을 것이다. 사용자는 RFID를 통하여 언제든지 자신이 필요한 정보를 확인할 수 있으며 태그 인식으로 인한 자동 미들웨어 인식 및 이에 따른 UI에 직접적인 데이터 입력을 통해 의사와 정보를 교환할 수 있다. 다수 리더기를 일정 거리에 배치할 한다면 환자의 태그를 감지하여 위치 파악기능을 활용할 수도 있을 것이다. 외부에서는 직접적으로 네트워크에 접속하여 정보를 전달할 수도 있다.

향후 센서네트워크를 활용하여 특정 지역에서만 적용 가능한 서비스 모델이 아닌 일상생활에서의 유비쿼터스 환경을 지원하기 위한 서비스를 연구할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 정병주, u-Healthcare 서비스의 현황과 과제, 유비쿼터스사회연구시리즈 제 10호, 1-5, 2005년 12월.
 [2] 박주희, RFID를 이용한 HL7기반의 병원정보시스템 구축, 광운대학교 박사학위 논문, 36-38, 2005년.

[3] 이근호, 한호현, 강병권, 조영빈 역, Klaus Finkenzeller 지음, 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 RFID HANDBOOK, 영진닷컴, 161-180, 2005년 4월.
 [4] 황태욱, 김영수, 박경환, 900MHz 대역 RFID 시스템의 무선 인터페이스 표준화 동향, 한국전자과학회지, 3-15, 2005년 7월.
 [5] 박정현, RFID 기술 수준과 도입 사례, ETRI, 전자통신동향분석 제 21권 제3호, 137-146, 2006년 6월.
 [6] Auto-ID Center, Draft protocol specification for a 900 MHz Class 0 Radio Frequency Identification Tag, EPCglobal, 23 Feb. 2003.
 [7] EPCTM Tag Data Standards Version 1.1 Rev.1.27, 21-22, 10 May 2005.
 [8] 박영환, 임베디드 시스템 & 임베디드 리눅스, 사이텍미디어, 2002년.
 [9] 정원수, 오영환, PXA 255 임베디드 리눅스 기반의 RFID 미들웨어 설계 및 구현, 하계종합학술발표회 논문 초록집, 332, 라마다프라자 호텔, 사단법인 한국통신학회, 2006년.

정 원 수 (Won-Soo Jung) 정회원
 한국통신학회논문지 제32권 제12호 참조

오 영 환 (Young-Hwan Oh) 정회원
 한국통신학회논문지 제32권 제12호 참조