

모바일 헬스케어 기반의 환자 모니터링 시스템 구현

김 경 목 *

Implementation of Patient Monitoring System based on Mobile Healthcare

Kyoung-Mok Kim *

요 약

본 논문에서는 모바일 헬스케어 시스템에 적합한 환자모니터링 시스템을 제안한다. 모바일 헬스케어 시스템은 스마트폰과 같은 모바일 장치를 사용하기 때문에 휴대가 간편한 소형 컴퓨팅 장치로 구성되어 있으며, 기존 컴퓨터에서 수행하던 작업을 수행할 수 있다. 환자의 생체정보를 이동통신망 환경에서 의료진과 환자 및 환자 가족의 스마트폰으로 실시간으로 전달할 수 있도록 TinyOS 기반의 의료용 메시지 구조를 설계하였으며 NesC를 사용하여 HBE-Ubi-ZigbeX에 포팅 하였다. 의료진과 환자 및 환자 가족이 스마트폰을 통하여 실시간으로 확인 할 수 있도록 안드로이드 기반의 환자 정보 모니터링 애플리케이션을 구현하여 일상생활에서 사용되고 있는 스마트폰에서 동작을 확인함으로써 생체정보의 원활한 송수신을 확인하였다.

▶ Keywords : 모바일헬스케어, 신체영역네트워크, 무선센서네트워크, 스마트폰, 안드로이드

Abstract

In this paper, we propose an patient monitoring system which is suitable for mobile healthcare system. The mobile healthcare system is using portable device such as smartphone and it consists of small computing device. The mobile healthcare system is carry out same performance with desktop computer. We designed medical message structure based on TinyOS to transmit patient's biometric data on the smartphone of medical team, patient and family over the mobile carrier environment, and ported successfully in HBE-Ubi-ZigbeX using NesC. And We confirmed reliable transmission of biometric data on the smartphone by implementing the Android OS based patient information monitoring application to check the status of patient for medical team, patient and family.

• 제1저자 : 김경목 • 교신저자 : 김경목

• 투고일 : 2012. 08. 29, 심사일 : 2012. 10. 18, 게재확정일 : 2012. 11. 05.

* 삼육보건대학 의료정보시스템과(Dept. Medical Information System, Sahmyook Health University)

※ 본 논문은 2012년 삼육보건대학교 지원에 의해 연구되었음.

▶ Keywords : Mobile Healthcare, Wireless Body Area Network, Wireless Sensor Network, Smartphone, Android

I. 서 론

헬스케어 시스템은 IT-BT 기술을 접목하여 실시간으로 환자의 생체정보를 측정 및 모니터링하고 병원 정보시스템에 연동되어 시간과 공간에 구애받지 않고 언제 어디서나 환자의 건강을 관리하고 질병을 예방하는 새로운 형태의 의료 서비스이다. 모바일 헬스케어(Mobile Healthcare)는 환자와 의사가 시간, 공간, 장소 등에 구애받지 않고 자유롭게 의료서비스를 주고받는 것으로, 생체 신호 계측, 자동진단, 응급경보가 가능한 휴대형 무선 생체 계측 시스템과 스마트폰, PDA, 태블릿 PC 등 이동형 컴퓨팅 장치와 의료 정보 시스템이 유기적으로 연동되어진 환경을 의미한다. 의료진은 언제 어디서나 스마트폰을 사용하여 환자의 건강상태를 실시간으로 모니터링 하여 환자의 치료 및 응급 의료 진료 등 지속적인 생체 신호 관찰과 환자의 상태 이상 여부에 따른 알람을 통하여 신속한 의료 서비스를 제공할 수 있는 장점이 있다[1-3].

모바일 헬스케어 서비스에서 무선 환경을 통하여 환자의 생체정보를 전송하기 위한 기술로 WBAN(Wireless Body Area Network) 기술이 사용되고 있다. WBAN 응용 서비스는 의료용과 비의료용으로 나누어 활용되며 기술은 의료용 서비스를 제공하기 위해서는 환자의 신체에 착용하거나 이식하여 생체정보를 측정한다[4-6].

모바일 헬스케어 서비스를 제공하기 위해서는 다른 무선 센서 네트워크 응용 기술과는 달리 환자의 의료 정보와 같은 보안 유지의 중요도가 높은 정보를 다루게 된다. 전통적인 의료서비스에서는 의료진이 환자의 정보에 접근할 수 있는 권한을 가지기 위해서는 환자의 생체정보를 직접 측정하거나 별도의 식별 정보를 이용하여 병원내부에서 정보를 취득해야만 하는 번거로움이 있다. 또한 응급 환자의 경우나 응급한 상황이 예상되는 환자의 경우 중환자실과 같이 환자의 정보를 실시간으로 모니터링 할 수 있는 별도의 장비 및 시스템이 마련되어 있는 별도의 관리병실에서 항상 지켜봐야 하는 단점이 존재한다[7-10].

본 논문에서는 기존 병원 의료 서비스의 문제점을 해결하고 모바일 컴퓨팅 환경에 적합한 모바일 헬스케어 서비스를 제공하기 위하여 첫 번째, 환자의 생체정보를 WBAN 게이트웨이를 통하여 수집하기 위해서 TinyOS 기반의 의료용 메시지 구

조를 설계하였으며 NesC를 사용하여 HBE-Ubi-ZigBee에 포팅 하였다. 두 번째, WBAN 게이트웨이를 통해서 수집 된 정보를 무선 네트워크 및 이동통신 네트워크를 통하여 의료진과 환자 및 환자 가족이 휴대하고 있는 스마트폰으로 실시간으로 전달할 수 있도록 API 기반의 웹 서버를 구성하였으며, 마지막으로 의료진과 환자 및 환자 가족이 스마트폰을 통하여 환자의 생체정보를 실시간으로 확인 할 수 있도록 안드로이드 기반의 환자 정보 모니터링 애플리케이션을 구현하여 일상생활에서 사용되고 있는 스마트폰에서 동작을 확인함으로써 생체정보의 원활한 송수신을 확인하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 모바일 헬스케어와 WBAN 응용서비스, 모바일 플랫폼에 관하여 알아본다. 3장에서는 모바일 헬스케어 애플리케이션을 위한 네트워크 모델 및 모바일 헬스케어 모니터링 시스템을 구현하였다. 마지막으로 4장에서는 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

1. 관련연구

1.1 모바일 헬스케어 서비스

모바일 헬스케어는 생체신호계측, 자동진단, 응급정보 등이 가능한 무선 생체계측 시스템과 스마트폰·태블릿 PC 등 모바일 컴퓨팅 장치를 유기적으로 연결한 의료 정보환경을 말하는 것으로 모바일 디바이스를 이용하여 건강에 관련된 정보를 송수신하는 서비스로 정의할 수 있다. 의료산업은 유헬스케어 기술의 발달로 인해, 어디서나 건강상태의 평가, 진단 및 치료가 가능한 서비스를 제공하였다. 하지만 전통적인 의료와 정보통신 기술의 결합으로 장밋빛 청사진을 제시하는 유헬스케어는 현실적으로 그 확산 속도가 더디게 진행 되었으며, 사람의 생명을 다루는 의료서비스의 보수적인 법 제도와 정보 통신 기술의 표준화가 늦어지면서 그 활용도가 감소하게 되었다. 2008년도 애플의 아이폰을 필두로 스마트폰이 등장하고 태블릿 PC가 어느덧 데스크탑 PC를

앞서가면서 유헬스케어에서 구현하고자 하였던 서비스가 모바일 헬스케어로 구현되기 시작하였다. 주니퍼리서치에 따르면 전 세계 모바일 헬스케어 시장은 스마트폰의 이동과 맞춤형 의료기기 사용으로 서비스 사용 비용 절감 및 의료 서비스 개선 효과에 힘입어 확대되고, 2016년 이용자가 300만 명에 이를 것으로 전망하고 있다. 또한, 모바일 헬스케어와 의료관련 앱의 다운로드 수는 2012년 4,400만 건에서 2016년 1.42억 건으로 증가할 것으로 전망된다.

1.2 모바일 헬스케어 연구 동향

모바일 헬스케어 기술은 의료진들이 사용하는 서비스와 일반사용자들이 사용하는 서비스로 구분할 수 있다. 의료진이 사용하는 서비스는 무선 인터넷기술과 이동통신기술을 사용하여 무선 네트워크 환경에서 정보 조회 및 입력이 필요한 경우 스마트 폰과 태블릿 PC와 같은 단말기를 활용하는 모바일 병원(m-Hospital)이 있으며, 기존 유헬스케어 시스템을 활용할 수 있는 장점이 있다. 일반사용자가 사용하는 서비스는 스마트폰, 태블릿 PC를 사용하여 이동이 가능한 사용자의 생체정보를 측정하여 언제 어디서나 환자의 생체정보를 얻을 수 있는 모니터링 시스템이 있으며, 예후예터 분야를 활용한 서비스 분야와 수집된 생체정보를 처리 분석하는 기술은 중심으로 연구가 진행 되고 있다.

CodeBlue 프로젝트는 환자들의 건강상태를 모니터링하고, 수집된 건강 상태 정보를 사용자에게 보고할 수 있도록 센서 노드와 모바일 디바이스의 연결을 위한 애드 혹 라우팅과 센서 노드 탐색 및 보안 기술을 탑재한 시스템이다. CodeBlue 프로젝트는 입원 전과 입원 중 응급의료관리, 재난대응, 뇌졸중 환자 재활 등을 포함하여 다양한 메디컬 응용에 사용하기 위한 무선 센서 네트워크 기술이다.

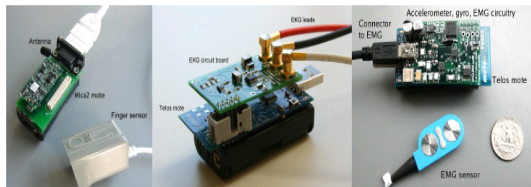


그림 1. 하버드 대학의 CodeBlue 프로젝트
Fig. 1. CodeBlue Project of Harvard University

‘웹 2.0기반의 유비쿼터스 헬스케어 모니터링 시스템’은 스마트폰과 같은 모바일 장치를 사용하여 환자의 생체정보를 모니터링하는 논문이다. 이 논문에서는 표준 웹 개발언어인

HTML5와 자바 스크립트 라이브러리인 jQuery를 사용하여 모바일 플랫폼에서 동작하는 유비쿼터스 헬스케어 모니터링 시스템을 구현하였다.



그림 2. 모바일 프로그램 실행 화면
Fig. 2. Mobile Program Running Screen

한국전자통신연구원(ETRI)에서는 의복형 생체 신호 모니터링 시스템을 개발하였다. 의복형 생체신호 모니터링 시스템은 바이오셔츠라고 이름 붙인 생체정보를 측정할 수 있는 전 소재 센서가 내장된 의복과 바이오셔츠로부터 측정된 생체정보를 처리하여 무선 전송할 수 있는 생체신호 처리 모듈로 구성된다.



그림 3. 바이오셔츠를 이용한 유비쿼터스 헬스케어 시스템
Fig. 3. Ubiquitous Healthcare System using Bio-shirts

생체신호 처리 모듈로부터 전송된 생체정보는 PDA나 휴대전화 등 휴대단말을 통해 확인할 수 있으며, 휴대단말에 내장된 이동통신 또는 무선인터넷 전송 모듈로 서비스센터로 전송이 가능하고, 서비스센터에서는 응급상황 감시, 만성질환 관리, 운동 및 비만관리 등 각종 건강 관련 서비스를 제공할 수 있다.

1.3 WBAN 응용 서비스

WBAN은 응용서비스의 종류에 따라 상이한 서비스 품질을 요구한다. 표 1은 제안한 논문에서 사용하는 센서노드에 적합한 데이터 전송률과 QoS를 나타낸다.

표 1. WBAN 응용서비스 요구사항
Table 1. Requirements of WBAN Application Services.

Application	Target data rate	Latency	BER
ECG	36Kbps (3Kbps, 12channel)	< 250ms	< 10^{-10}
SpO2	32bps (4byte - pulse rate 1byte -perfusing 2bytes -blood oxygenation 1byte)	< 250ms	< 10^{-10}
Blood pressure	< 10bps	< 250ms	< 10^{-10}

일반적으로 의료용 데이터들은 전송할 데이터의 양이 적고 전송 주기가 길다. 의료용 데이터의 경우 생명과 관련된 긴급한 데이터를 우선적으로 전송해야 하는 경우가 있으므로, 이러한 요구사항을 처리하기 위한 메커니즘이 반드시 필요하다.

1.3.1 심전계(ECG, Electrocardiograph)

심전계는 심장이 박동하면서 심근에 발생한 미소한 활동전위차(1mV)를 생체표면에 부착한 전극으로 측정하여 시간에 따른 변동곡선(0.1~200Hz 정도의 주파수 성분)을 기록하여 표시하는 기기를 말한다. 이 때 얻은 곡선을 심전도(Electrocardiogram)라 한다. 심전도에 나타난 심장 박동으로 인한 전기적 파형을 분석하여 부정맥, 협심증, 심근경색(심장마비)등의 허혈성 심장질환, 심방과 심실의 비대, 확장 등을 진단할 수 있다. 임상용으로 사용하는 심전계는 채널에 따라 1~12개 채널에서 동시 측정이 가능하며, 5~10개 리드 선을 심장 부근, 손목과 발목에 전극으로 연결하여 심전도를 검사한다.

1.3.2 혈압(Blood Pressure)

혈압이란 인체의 동맥 혈관에 흐르는 혈액이 심장의 펌프 동작으로 인해 혈관 벽에 가해지는 압력을 말한다. 심장은 주기적으로 수축과 이완을 되풀이하면서 혈액을 보내므로 혈압은 한 번의 맥박마다 최고값(수축기 혈압)과 최저값(이완기 혈압)이 있으며, 둘을 함께 표기한다. 혈압의 단위는 mmHg을 사용한다. 표 2는 정상 혈압과, 고혈압, 저혈압의 분류를 나타낸다.

표 2. 혈압의 분류
Table 2. Classification of Blood Pressure

혈압 상태	수축기	이완기	
저혈압	100이하	60이하	
정상혈압	129이하	84이하	
높은 혈압	130-139	85-89	
고혈압	1단계	140-159	90-99
	1단계	160-179	100-109
	1단계	180이상	110이상

1.3.3 혈중 산소포화도(SpO2)

혈중 산소포화도는 총 헤모글로빈의 농도에 대해 산소를 포함하고 있는 헤모글로빈 농도의 비율로서 정의되어 있는데, 저산소증, 신생아모니터링, 응급의학 등 임상분야에서 중요한 파라미터로 사용되어지고 있다. 혈액에서 산소포화도를 직접 추출하는 방법은 생리학적 조건에 따라 변할 수 있으며, 응급 상황이 발생할 경우 신속하게 정보를 알아야 하는 상황 때문에 부적합하다. 비관혈적인 방법을 이용한 펄스 옥시메터는 손가락 끝이나 귀볼 등을 투과하여 얻어진 서로 다른 두 파장의 광 흡수도에 의해 얻어진 맥동성분의 비를 이용, 산소포화도를 구할 수 있는 기기로서, 환자에 대한 거부감 없이 연속적인 모니터링을 할 수 있다는 장점 때문에 각광받고 있다.

1.4 모바일 소프트웨어 플랫폼

스마트폰에 탑재되고 있는 모바일 소프트웨어 플랫폼들은 범용 운영체제를 기반으로 사용자에게 다양한 서비스를 제공할 수 있는 미들웨어 및 애플리케이션들을 포함한다. 표 3은 공개 형과 오픈소스 방식의 모바일 소프트웨어 플랫폼들의 특징들을 간략히 보여준다.

표 3. 모바일 소프트웨어 플랫폼 특징 비교
Table 3. The Comparison of Mobile Software Platform Features

Mobile OS	Symbian	Window Mobile	Linux	
			LiMo	Android
특징	공개형 -라이선스 및 로열티 비용 부담 -차별화에 어려움 -신뢰성 및 안정성	오픈소스 -리눅스 운영체제간의 호환성 보장이 불가능 -최적 이나 애플리케이션 탑재 가능 -상용 OS보다 비용이 저렴하고 특정기업 유 불가능		
	-노키아 주도 -OS와 UI 같이 제공 (S60m S30)	-Windows OS 호환성 제공 -OS와 UI 같이 제공	LiMo R4 발표 및 상용 모델 출시	안드로이드 4.0 발표 및 상용 모델 출시
참여 기업	Symbian 참여 주주	Microsoft	LiMo 회원사	OHA 회원사

모바일 소프트웨어 플랫폼들은 크게 API를 개발자에게 제공하는 공개형과 소스코드를 공개하는 오픈소스(open source) 방식으로 구분할 수 있다. 공개형 모바일 소프트웨어 플랫폼에는 심비안(Symbian)과 윈도 모바일, 애플 모바일 OS들이 포함되고 오픈소스 방식에는 리눅스 기반의 리모(LiMo, Linux Mobile)와 안드로이드가 해당된다. 모바일 소프트웨어 플랫폼 제공업체들인 애플, 마이크로소프트, 구글, 노키아 등은 자사의 모바일 플랫폼 확산을 위해 개발자 및 사용자들에게 API 혹은 소스 코드를 제공하고 프로그램 개발도구(SDK)등을 무료로 공급하고 있다. 즉 자사의 모바일 소프트웨어 플랫폼 기반의 많은 애플리케이션 개발을 통해 더 많은 사용자들을 유인하고, 그로 인해 인해 결국 더 많은 애플리케이션 개발을 유도하는 선순환 구조 구축에 노력하고 있다.

III. 본 론

모바일 헬스케어 모니터링 시스템이 동작하는 네트워크 모델은 그림 4와 같다.

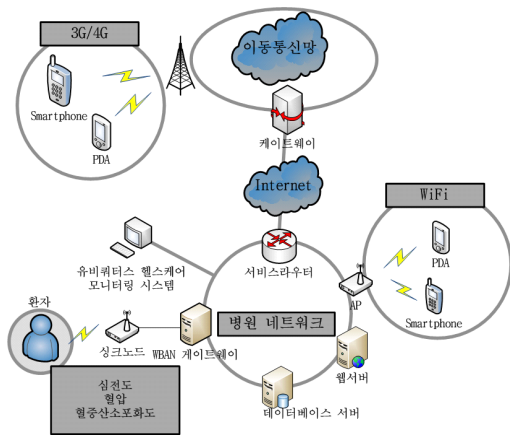


그림 4. 의료용 애플리케이션을 위한 네트워크 모델
Fig. 4. Network Model for Medical Applications

환자의 신체에 부착된 센서로부터 측정된 심전도, 혈압, 혈중산소포화도와 같은 환자의 생체정보는 Zigbee 네트워크를 통해서 무선으로 싱크노드로 전송하게 되며, WBAN 게이트웨이와 연결된 중앙 처리 장치(Central Control Unit)에 TinyOS 메시지 형태로 전달된다. 환자로부터 수집된 생체정보는 환자의 실시간 감지 데이터뿐만 아니라 의료진의 요청에 의해 송수신되는 on-demand 메시지를 포함한다. 일반적인 상황에서 측정되는 환자의 생체정보는 생체정보의 전송 특성

에 따라 주기적인 신호를 전송하지만, 측정 정보의 임계값을 초과하는 생체정보값 또는 일정기간 이상으로 비정상적인 신호가 측정될 경우 응급환자로 판단하여 다른 노드들 보다 먼저 생체정보를 전송하게 된다. 또한 의료진이 환자의 상태를 모니터링하기 위해서 사용하는 on-demand 메시지는 가중치를 일반 메시지 보다 높게 설정하여 원활한 정보전송을 처리하게 된다.

WBAN 게이트웨이에서 수신된 환자의 생체정보는 TinyOS 메시지 형태를 구성하고 있기 때문에 인터넷 망을 통하여 스마트폰 또는 PDA를 사용하는 의료진에게 환자의 생체정보 메시지를 전송하기에 부적합하다. 따라서 WBAN 게이트웨이는 RS-232를 통해서 들어오는 패킷의 구조를 필요한 정보 구조 단위로 분석 및 분류하여 병원 네트워크에 연결되어 있는 DBMS(DataBase Management Server)인 의료용 데이터베이스 서버에 테이블의 필드 정보에 맞게 저장하거나 무선 또는 유선으로 접속하는 의료용 애플리케이션에서 표현하기 쉬운 메시지 구조 형태인 JSON(JavaScript Object Notation)문서 형태로 변환한다. 생체정보가 활용되는 시스템 환경의 차이로 다양한 시스템 환경에서 정보를 공유할 수 있는 표준화된 문서인 XML 형태의 문서로 정보를 교환하며 이는 병원 내 의료 전문가 간에 환자 정보 공유를 위해 사용할 수 있으며, 의료 협업을 위한 자료로 활용될 수 있다. 병원 내에 있는 의료진뿐만 아니라 병원 외부에 있는 의료진 또한 스마트폰 기반의 의료용 애플리케이션을 통하여 실시간으로 환자의 생체정보를 확인할 수 있다. 뿐만 아니라 의료진들은 스마트폰을 활용하여 WiFi와 3G 및 4G를 통하여 환자의 정보 실시간으로 확인할 수 있고 또한 WBAN 게이트웨이로 특정한 메시지를 보내 특정한 환자의 정보와 함께 그동안 축적된 정보를 실시간으로 확인할 수 있다.

1. 의료용 메시지 구조

1.1 의료용 TinyOS 메시지 구조

제한한 의료용 애플리케이션을 지원하기 위해서 WBAN 환경에서 사용되는 메시지는 환자의 생체정보를 정확하고 신속하게 전달하기 위한 목적으로 그림 5와 같이 세 가지 형태의 메시지로 구분하여 설계 하였다.

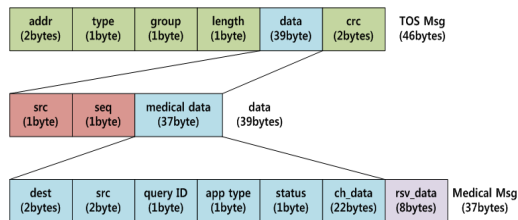


그림 5. WBAN 환경을 위한 의료용 메시지 포맷
Fig. 5. Medical Message Format for Environment of WBAN

의료용 메시지(Medical Msg)는 일반적인 상황에서 주기적으로 환자의 생체 데이터를 측정하여 싱크로 전송하게 되는 일반 메시지(Normal Message), 응급 상황이 발생하여 데이터가 임계치보다 클 경우에 다른 메시지보다 우선적으로 처리되어야 하는 응급 메시지(Emergency Message), 의료진의 요청에 따라 특정 환자의 정보를 처리하게 되는 on-demand 메시지로 구분하였다. TinyOS에서 사용되는 메시지 중 의료용 데이터는 확장용으로 사용하는 예약 메시지(rsv_data)를 포함하여 39Byte의 크기를 가진다. TOS Msg의 데이터 영역은 전송되는 패킷의 노드 ID를 나타내는 src, 데이터의 전송회수를 나타내는 seq와 측정한 생체정보를 나타내는 Medical Data로 구분된다. Medical Data는 dest, src, query ID, app type, status, ch_data, rsv_data로 구분된다. dest는 센싱 데이터를 수신하는 노드의 ID를 나타내며, src는 센싱 데이터를 송신하는 노드의 ID를 나타낸다. query ID는 전송하는 데이터의 메시지 종류를 나타내며 normal, on-demand, emergency message로 구분하기 위한 목적으로 사용한다. app type은 ECG, SpO2, Blood Pressure 등 측정되는 데이터의 종류를 구분하기 위한 목적으로 사용하며, status는 센서와 모드의 연결 상태를 나타낸다.

그림 6은 CCU를 통하여 수집된 의료용 생체정보를 WBAN 게이트웨이를 통해서 실시간으로 분석한 메시지이다. 그리고 이 화면은 app type을 구분하여 ECG 모듈과 Blood Pressure 모듈을 구분하여 메시지 단위로 생체정보를 파싱하여 모니터링 하는 화면이다. 메시지는 바이너리(Binary) 형식으로 송수신하기 때문에 2바이트 이상 필드를 송신할 때는 데이터에서 가장 낮은 자리 맨 오른쪽 비트인 LSB(Least Significant Bit)를 송신한다.

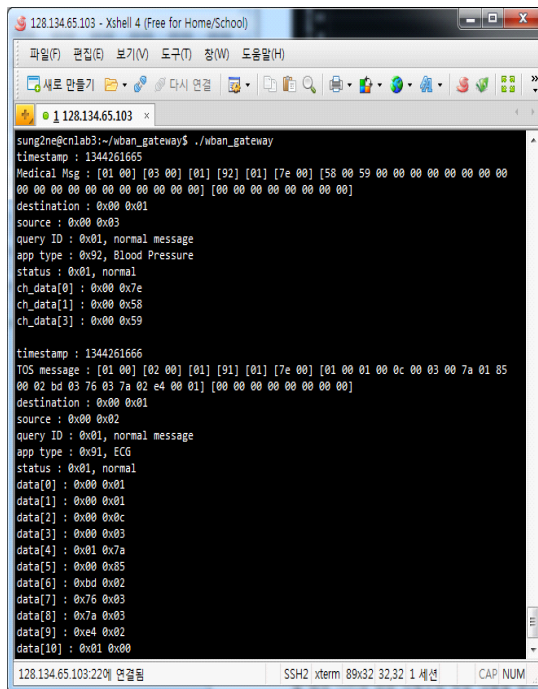


그림 6. 의료용 메시지
Fig. 6. Medical Message

1.2 WBAN 메시지 프로토콜

센서 노드, 싱크 노드, WBAN 게이트웨이 및 모바일 장치에서 통신을 위해 송수신 하는 프로토콜의 흐름도는 그림 6 과 같다. 센서 노드에서 이벤트가 발생할 때마다 싱크 노드가 ZigBee 네트워크를 통하여 정보를 수집하게 되며 RS-232와 같은 통신 장비를 통해서 WBAN 게이트웨이로 전송하게 된다. WBAN 게이트웨이는 수신된 정보를 데이터베이스에 저장하고 JSON으로 변환하여 모바일 장치에 전송하게 된다.

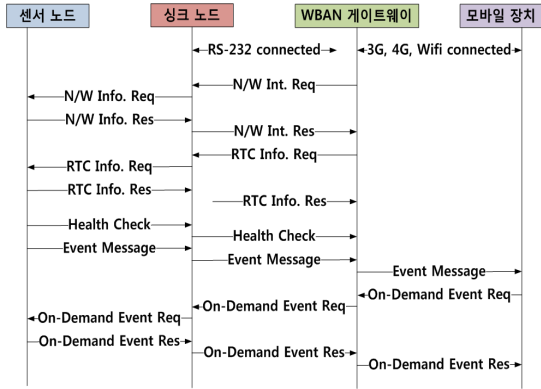


그림 7. 의료용 프로토콜 흐름도
Fig. 7. Medical Protocol Flow

센서 노드, 싱크 노드, WBAN 게이트웨이 및 모바일 장치의 정보 송수신을 위한 메시지 프로토콜에 관련된 설명은 표 4와 같다.

표 4. WBAN 메시지 프로토콜
Table 4. WBAN Message Protocol.

프로토콜	설명
N/W Info. Req	게이트웨이로부터 싱크 노드 및 센서 노드에게 네트워크 연결을 요청하는 메시지
N/W Info. Res	싱크 노드 및 센서 노드로부터 네트워크를 구성하기 위해서 게이트웨이가 받는 응답 메시지
RTC Info. Req	RTC 초기화 및 응답 메시지
RTC Info. Res	RTC 정보를 전달하기 위한 메시지
Health Check	주기적으로 싱크 노드와 센서 노드간의 연결 상태를 확인하기 위한 메시지
Event Message	이벤트가 발생할 때마다 센서 노드로부터 싱크 노드가 수집하는 생체정보 메시지
On-Demand Event Req	모바일 장치로부터 특정 장치에게 생체정보를 요청하는 메시지
On-Demand Event Res	특정 장치로부터 측정된 생체정보를 전달하는 메시지

2. 모바일 헬스케어 모니터링을 위한 웹 서버

제안한 시스템에서 환자의 생체정보를 모니터링하기 위해서 JSON 기반의 API 서버를 사용하였다. 제안한 API 서버는 사용자가 환자의 정보를 요청하는 검색요청 변수와 출력 결과 필드로 구분한다. 검색 요청 변수는 HTTP GET 방식을 사용하여 환자의 상태 정보를 질의 한다. API 서버에서는

검색 응답으로 환자의 생체정보를 포함하는 결과와 에러 코드를 JSON 문서로 변환하고, JSON 문서는 파서를 통하여 스마트폰 디바이스의 모니터링 서비스 앱 화면을 통해 나타난다.

2.1 검색 요청 변수

제안한 시스템에서 검색 요청 변수를 표 5와 같이 구성하였다. id 값은 환자를 구분하기 위한 식별자로 사용하였으며, type 값은 측정 가능한 센서의 종류를 나타낸다.

표 5. 환자 정보 검색 요청 변수
표 5. Search Request Parameters of Patient Information

변수명	타입	설명
id	string	환자의 id 정보
type	integer	센서의 종류 All : 1, Bp : 2, SpO2 : 3, ECG : 4

2.2 출력 결과 필드

제안한 시스템에서 출력 결과 필드는 표 6과 같이 구성하였다. result 결과 는 결과 코드와 결과 메시지로 구성 되어 있으며, Values 출력 값은 측정된 Blood Pressure, SpO2, ECG 값을 나타낸다.

표 6. 환자 정보 출력 결과 필드
Table 6. Output Result Fields of Patient Information

구분	필드명	type	설명	
result 결과	Result_code	string	결과 코드	
	Result_message	string	결과 메시지	
Value s 출력값	Bp	No	integer	수신한 Bp 메시지 숫자
		Time	integer	메시지 측정 시간(sec)
		High	string	Bp 최대값
		Low	string	Bp 최소값
		Pulse	string	측정 혈압
	Spo2	No	integer	수신한 Spo2 메시지 숫자
		Time	integer	메시지 측정 시간(sec)
		Spo2	string	측정 Spo2 값
		heart beat	string	측정 심박 수
	Ecg	No	integer	수신한 Ecg 메시지 숫자
Time		integer	메시지 측정 시간(sec)	
Value		string	측정 Ecg 값	

그림 8은 스마트 디바이스에서 수신한 환자의 생체정보 값을 JSON 파서를 사용하여 출력한 데이터를 나타낸다.

```

{
  "encoding": "UTF-8",
  "result": {
    "result_code": 0,
    "result_msg": "검색을 성공했습니다."
  },
  "values": {
    "bp": [
      {
        "no": "1",
        "time": "0",
        "high": "135",
        "low": "91",
        "pulse": "76"
      },
      {
        "no": "2",
        "time": "1",
        "high": "135",
        "low": "90",
        "pulse": "74"
      }
    ],
    "spo2": [
      {
        "no": "2",
        "time": "0",
        "spo2": "95",
        "heartbeat": "86"
      }
    ],
    "ecg": [
      {
        "no": "2",
        "time": "0",
        "value": "159",
      }
    ]
  }
}
    
```

그림 8. 환자의 생체 데이터
Fig. 8. Biometric Data of Patient

3. 제안한 모니터링 시스템 구현

3.1 시스템 구현 환경

환자의 몸에 부착된 센서를 통해 수집된 심전도(ECG), 혈압(Blood Pressure), 혈중산소포화농도(SpO2), 정보는 Zigbee 모듈을 통해서 WBAN 게이트웨이로 전송된다. 전송된 환자의 생체정보는 데이터베이스 서버에 저장하며, 환자의 생체정보는 응급 메시지와 생체 데이터로 구분할 수 있다. 환자에게 응급상황이 발생하는 경우 담당 의료진에게 환자의 응급 상황을 실시간으로 전송하며, 응급 상황이 아닌 경우 의료진은 환자의 생체정보를 데이터베이스 서버로부터 전송 받기 위한 방법으로 API 서버를 사용하였다. 본 논문에서는 환자의 생체정보를 의료진이 스마트 디바이스에 표시하기 위한 GUI(Graphical User Interface)를 구현하였으며, 모바일 헬스케어 모니터링 시스템을 구현하기 위하여 JAVA 기반의 GUI 라이브러리인 안드로이드를 사용하였다.

표 7. GUI 애플리케이션 개발환경
Table 7. Development Environment of GUI Application

구분	비고
CPU/메모리	AMD Phonem II x2 550BE, DDR3 10GB
운영체제	Windows7 Ultimate K 64bit
SDK	Android SDK 2.3.3

3.2 사용자 인터페이스 구현

그림 9는 의료진이 아이디와 패스워드를 입력한 후 로그인한 이후 환자의 목록을 나타내는 GUI 화면이다. 환자 목록은 담당 환자의 이름과 현재 환자의 상태를 나타내는 화면으로 구성되어 있다. 환자의 이름을 선택하는 경우 환자의 기본 정보 출력 화면으로 이동하게 되며 환자 기본 정보는 Information, Family, Life Pattern, Allergy 로 구성되어 있다. 현재 측정 중인 환자의 생체정보를 확인하기 위해서 환자 목록의 우측에 있는 초록색 이미지를 선택하면 된다. 환자의 생체정보를 측정하는 과정에서 문제가 발생하는 경우 빨간색 이미지로 변경되며 경고 메시지를 전송하게 된다.



그림 9. 애플리케이션 실행화면
Fig. 9. Run the Screen of Application

그림 10은 환자의 기본 정보를 출력하는 화면이다. 환자의 데이터베이스 서버에 입력된 환자의 이력사항 중 환자의 개인 정보, 가족 정보, 생활 패턴 정보, 알레르기 및 면역에 대한 정보를 보여주는 화면이다.

**** Information ****

Name:정원수
 Birth:770910
 Personal Number:770910-1234567
 Address:Shanyook Health University
 Collage Mangwooro 82, Dongdaemoongu
 Zip Code:130-092
 Job:professor
 Religion:none

**** Family ****

Name:정필성
 Relationship:Friend
 Age:32
 Job:Student
 Tel:010-1234-5678

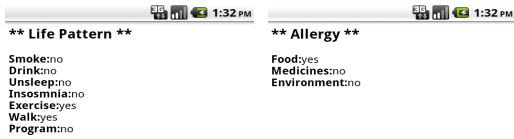


그림 10. 환자 기본 정보 출력 화면
Fig. 10. Basic Output Screen of Patient Information

그림 11 환자의 생체정보를 출력하는 화면이다. 환자의 생체정보로는 혈압, 혈중산소포화농도, 심전도를 사용하며, API 서버를 사용하여 데이터베이스 서버에 저장되어 있는 환자의 생체정보를 스마트 디바이스로 전송하게 된다.

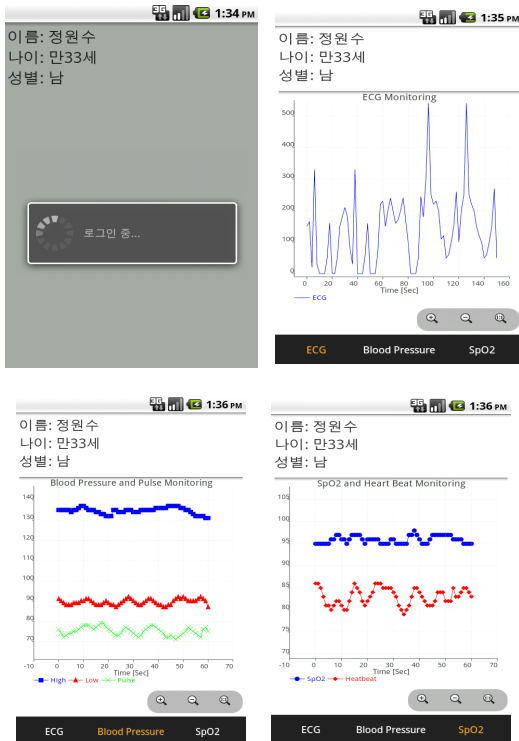


그림 11. 환자 생체정보 출력 화면
Fig. 11. Output Screen of the Patient's Biometric Information

IV. 결 론

모바일 헬스케어는 정보통신기술과 의료기술을 접목한 IT-BT 융합기술로써 인체에 관한 정보를 실시간으로 모니터링하고 병원 및 의사와 연결하여 시간과 공간에 구애받지 않으며, 모바일 디바이스를 사용하여 언제 어디서나 건강 및 질병을 관리 또는 예방하기 위한 의료서비스이다. 모바일 헬스케어는 의료진이 스마트폰을 사용하여 환자의 생체정보를 관리하기 때문에 집, 직장, 차안, 야외 등 장소에 관계없이 건강에 관련된 정보를 실시간으로 수집이 가능하며 지속적인 모니터링 및 진료가 가능하며 질병의 사후 치료가 아닌 건강상태 사전 관리 및 예방이 가능하다는 장점이 있다.

모바일 헬스케어는 환자의 생체정보를 효율적으로 전송하기 위해 인체 영역에서 사용되는 의료용, 비의료용 근거리 통신을 위한 WBAN(Wireless Body Area Network)기술을 기반으로 하고 있으며, 의료용 데이터 전송의 경우 인체에 관한 정보를 전달하기 위한 목적으로 사용하기 때문에 주기적인 데이터 전송과 응급 메시지 전송을 관찰할 수 있는 모니터링 서비스가 요구 되고 있다. 모바일 헬스케어 서비스는 환자의 신체에 부착된 센서를 통하여 습득한 생체정보를 무선으로 게이트웨이로 전송하는 통합 환경을 필요로 한다. 생체정보를 확인하기 위해서는 보안 유지를 위한 별도의 식별 장치를 이용하여 인증을 받은 사용자가만 환자의 생체정보를 확인할 수 있다. 응급 환자가 발생하게 되었을 때 모니터링을 위한 별도의 장치가 준비되어야 하며 정보 전달에 필요한 표준이 준비되어 있지 않기 때문에 사용된 장비별로 별도의 시스템을 준비해야 한다.

모바일 헬스케어 시스템을 위한 모니터링 단말기는 모바일, 홈 등 다양한 사용 환경과 연동되어 운영되어야 하며 사용자의 상시적인 활용을 고려해야 하며 응급 상황이 발생할 경우 환자의 소재 파악이 용이하도록 위치 정보 활용이 가능해야 한다. 본 논문에서는 환자의 생체정보를 언제, 어디서나 확인할 수 있는 모니터링 시스템을 구현하기 위해서 우리의 일상생활에서 많이 활용되고 있는 모바일 컴퓨팅 장치의 하나인 스마트폰을 활용하였다. 제한한 모니터링 시스템은 WBAN 게이트웨이를 통해서 수집한 환자의 생체정보를 환자 및 의료진이 항상 휴대할 수 있는 스마트폰으로 전송하기 위해서 API 서버를 활용하였다. API 서버는 검색 요청 부분과 검색 응답 영역으로 구분하며 검색 요청 변수는 HTTP GET 방식을 기반으로 하였으며, 출력 결과 필드는 JSON 파서를 통하여 스마트폰에 설치된 모니터링 서비스 앱 화면에 보인

다. 스마트폰을 활용한 실시간 모니터링 서비스는 애플리케이션의 설치가 용이하고 환자의 생체정보를 모니터링하기 위한 최소한의 정보만을 이용하기 때문에 개인 정보 보안이 필수적인 병원 네트워크에 적합하며 WiFi, 3G, 4G 등 다양한 통신 환경을 지원한다.

본 논문에서 구현된 WBAN 게이트웨이와 의료용 메시지 포맷 및 스마트폰용 의료용 애플리케이션은 모바일 헬스케어 분야의 작은 부분으로써 향후 WBAN을 위한 MAC 프로토콜 및 건강관리 모니터링 시스템과 웹서비스를 연동하여 다양한 환경 요소를 가지고 있는 실제적인 상황에서 적용하였을 때의 성능을 비교 평가해 보는 것이 필요하다.

참고문헌

- [1] W.D. Cho "Smart Mobile Healthcare Service Trand", Jinhan M&B INC, 2012.06.
- [2] D.Malan, T.Fulford-jones, M. Welsh, and S. Moulton, "CodeBlue: An ad hoc sensor network infrastructure for emergency medical care" In Proc. of MobiSys, 2004.07.
- [3] G.Y. Sung, M.G. Jang, M.Y. Jung, S.H. Kim, S.J. Park, S.H. Park, "Recent Trend in the Ubiquitous Life-Care Technology", Electronics and Telecommunications Trends, Vol. 22, No. 5, 2007.10.
- [4] H.S. Nam, H.S. Lee, J.Y. Kim "Trand of WBAN Application Service", Electronics and Telecommunications Trends, Vol. 24, No. 5, 2009.10.
- [5] D.H. Kim, C. Ryu, J.H. Lee, S.J. Kim, "Mobile Software Platform Trands for Smartphone", Electronics and Telecommunications Trends, Vol. 25, No. 3, 2010.6.
- [6] IEEE Standard for Information technology- Telecommunications and information exchange between systems- Local and metropolitan area networks- Specific requirements Part 15.4 Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs), IEEE Standard Association, 2006.
- [7] W.S. Jung, Y.H. Oh, "Patient Monitoring System

Base on U-Healthcare", The Journal of Korea Information and Communications Society, Vol. 33 No. 7, pp. 575~582, 2008.7.

- [8] Y.S. Kim, J.K. Kim, "Design of ECG Measurement System based on the Android", Journal of Korean Society for Internet Information, Vol.13 No. 1, pp. 135~140, 2012.2.
- [9] P.S. Jung, Y.H. Oh, Ubiquitous Healthcare Monitoring System based on Web 2.0", The Journal of Korea Information and Communications Society, Vol. 37 No. 7, pp. 321~328, 2012.4.
- [10] Hanback Electronics, <http://www.hanback.co.kr>

저 자 소 개



김 경 목

1996: 서울산업대학교
전자공학과 공학사.
2002: 광운대학교
전자통신공학과 공학석사.
2006: 광운대학교
전자통신공학과 공학박사
현 재: 삼육보건대학
의료정보시스템과 교수
관심분야: 의료정보시스템, 통신망
Email : kkm@shu.ac.kr