
Bluetooth 기반의 U-헬스케어 스마트 시스템

김관형*

Ubiquitous Health Care Smart System base on Bluetooth

Gwan-Hyung Kim*

본 논문은 2012년도 (재)부산인적자원개발원의 BB(Brain Busan)21 4단계 사업의 지원을 통해 수행한 연구결과입니다.

요 약

안드로이드 기반의 스마트폰 기술의 발달에 따라 우리 생활에 다양한 변화를 가져오고 있다. 본 논문에서는 스마트폰을 기반으로 인간의 생체 정보인 맥파 및 산소포화도를 측정할 수 있는 단말기를 이용하여 환자의 상태를 모니터링 할 수 있도록 블루투스 기반의 u-헬스 케어 시스템을 구현하였다.

본 논문의 구현을 통하여 블루투스를 지원하지 않고 PC에서만 모니터링 하는 의료 장비를 블루투스 모듈을 추가하여 스마트폰으로 데이터를 모니터링 할 수 있음을 확인하였다.

ABSTRACT

Depending on the development of technology, android-based smartphones has brought about various changes in our lives. In this paper, based on smartphones, it was implemented that the biometric information of human pulse wave and oxygen saturation by measuring device can be monitor the status of the patient on bluetooth-based u-health care system.

Through the implementation of this paper, it has confirmed that it's can be monitoring smartphone adding a bluetooth module on the medical equipment of PC based monitor system.

키워드

스마트폰, 헬스케어, 블루투스, 안드로이드

Key word

Smart Phone, Health Care, Bluetooth, Android

* 종신회원 : 동명대학교 컴퓨터공학과 교수 (kimgh69@nate.com)

접수일자 : 2012. 06. 01

심사완료일자 : 2012. 06. 01

I. 서 론

최근 정보통신기술이 급격히 발전함에 따라 유비쿼터스(ubiquitous) 시스템이 많은 곳에서 자리 잡고 있다. 특히, 스마트 헬스케어 서비스(smart healthcare service)는 최근에 급속히 보급되고 있는 스마트폰(smart phone)을 기반으로 예방적 건강관리와 웰니스(wellness)를 위한 수요자 중심의 능동적 서비스 제공을 목표로 하는 보건의료서비스를 제공하고 있다.

과거의 보건의료서비스는 단순 처치에 국한되어 있으며 진료 및 처방 중심의 서비스 등의 문제로 능동적 서비스로 그 한계를 보이고 있다. 그러나 최근에는 정보통신기술이 급격히 발전함에 따라 과거의 한계를 극복하기 위하여 IT 기술을 기반으로 보건의료서비스를 확대하는 방법들이 제시되고 있다. 그 중에 현재 급속히 보급되고 있는 스마트폰(smart phone)을 바탕으로 국민들의 일반 생활에 매우 밀접하게 접근하여 자신의 의료, 복지, 그리고 안전 등을 복합적으로 관리 할 수 있는 스마트 헬스케어 서비스(smart healthcare service)가 급속히 보급되고 있다.

본 논문에서는 스마트폰을 기반으로 하여 시간과 공간의 제약에서 벗어난 u-헬스 케어시스템을 제시하고자 한다. 이러한 u-헬스 케어시스템은 향후 고령화 사회를 대비하여 노년층뿐만 아니라 중장년층을 대상으로 하여 다양한 보건의료서비스를 제공할 수 있도록 환자의 의료 정보 데이터를 측정할 수 있는 생체신호 측정모듈 및 전송모듈을 이용하였다. 본 논문의 생체신호 측정은 맥파(pulse wave) 및 산소포화도(SPO2)를 측정하였으며, 블루투스(bluetooth)를 기반으로 하여 스마트폰으로 전송하도록 하였다.

본 논문에서는 환자 또는 일반인을 대상으로 하여 맥파 및 산소포화도 데이터를 측정할 수 있는 모듈을 이용하여 환자의 생체 데이터를 모니터링 하도록 하였으며, 블루투스 통신을 이용해 스마트 기기로 전달하도록 하였다. 모니터링은 안드로이드 기반의 스마트폰 및 태블릿 PC를 이용하여 모니터링 하였다. 이러한 스마트 헬스케어시스템은 직접 자신의 건강상태를 진단할 수 있으며, 그 데이터를 모니터링 할 수 있도록 블루투스를 지원하는 스마트폰 기반의 U-헬스 모니터링 시스템을 제시하고자 한다.

II. 관련 연구

심장 안에는 동방결절(sinoauricular node/SA node, 주기적으로 전기를 생성하여 심장 수축을 유도함으로써 심장 박동을 조절하는 심장의 특정한 부분)이란 부분에서 전기적 신호를 만들어 내 심장내의 전기 전도시스템을 따라 심장 전체에 전달되게 된다. 이러한 심장 전기 전도시스템 및 심장의 구조는 그림 1과 같다.

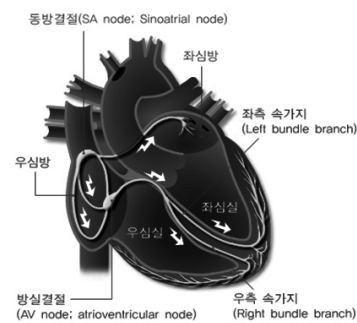


그림 1. 심장의 전기 전도시스템(보건복지부)
Fig. 1 The heart's electrical conduction system
(Department of Health and Human Services)

그림 1에서 제시한 바와 같이 심장의 박동은 동방결절에서 시작되어 심장의 각 부위에 전달된 전기 신호에 의해 심장 근육을 이루는 세포가 수축하게 되어 심장이 뛰게 된다. 이러한 전기적인 신호를 체외의 전극을 이용하여 측정된 파형을 심전도라 한다. 이러한 심장의 박동을 바탕으로 인체 내의 모든 기관에 혈액을 공급하게 된다.

심장 박동을 통하여 심장에서 뿜어 나온 혈액은 심혈관 계통을 통하여 말초 신경까지 전달되면서 일정한 파동을 형성하게 된다. 동맥경화 등 심혈관계에 이상이 발생하면 맥파의 형태와 전파 속도가 변하게 된다. 따라서 맥파를 통하여 혈관의 탄력성과 혈액 흐름 상태를 알 수 있으며 손가락 등 말초 부위에서 맥파를 측정하면 혈관 나이를 알 수 있다고 알려져 있다. 이러한 맥파는 혈액이 심장에서 파장을 이루며 전파하는 파장을 의미하며 맥박 및 맥파의 파형은 심장의 동맥, 혈관벽의 상태, 혈관 내의 압력에 의해 좌우되는 중요한 정보를 제공한다. 맥파 전파의 속도는 심장에 가까운 동맥과 먼 동맥에 약간의 차이가 있지만 이러한 맥파계의 현상을 관찰함으로써

써 심장 및 혈액관계의 모양을 판단할 수 있으며 심장에서
서의 거리도 측정할 수 있다.

반면, 혈액의 산소포화도(oxygen saturation)는 헤모
글로빈이 산소와 결합하고 있는 비율(%)을 말하며 산
소포화도의 지표는 호흡 순환의 중요한 생리 참고 자
료가 된다. 산소의 결핍은 다양한 질병의 원인이 되며
많은 질병들이 산소 결핍을 초래하여 건강을 위협하
게 된다.

심장의 박동과 관련된 심전도 신호는 심근의 전기적
인 변위를 나타내는 것과 달리 맥파는 심혈관계의 물리
적인 원인으로 생기므로 맥파는 심전도와 함께 더욱 다
양하고 복잡한 파형을 보이게 된다.

그러나 맥파 및 심전도의 경우 대역폭이 각종 전자 장
치의 고주파 잡음과 근육의 활동에 따른 근전도 신호 등
다른 대역들과 노이즈 현상이 일어 날수 있다. 그러므로
다양한 신호처리 회로 및 알고리즘을 통하여 유입된 잡
음을 제거할 수 있는 하드웨어 필터 또는 소프트웨어 필
터를 설계하여 구현하여야 한다.

III. 시스템 구성

본 논문에서는 홈 헬스케어에서 건강측정을 위하여
가장 많이 사용되는 개인 건강 기기(personal health
device) 중에서 심박측정계(heart rate monitor), 산소포화
도 측정계(pulse-oximeter)를 대상으로 하여 홈 헬스케어
의료기기를 구성하여 블루투스 기반으로 의료 정보를
스마트폰에 모니터링 하도록 시스템을 구성하였다. 이
러한 시스템의 구성은 그림 2와 같다.

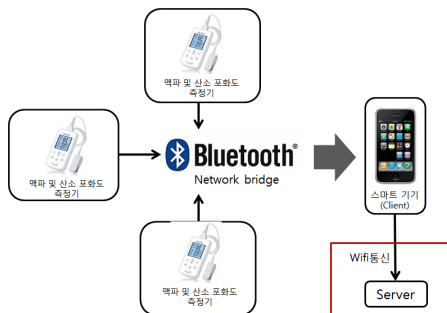


그림 2. 시스템 블록 다이어그램
Fig. 2 System block diagram

블루투스 통신은 다수의 통신장비를 연결할 수 있
도록 1:N 방식의 네트워크를 구성할 수 있다. 그림 2
의 의료 단말기 각 모듈은 의료기기를 보유할 수 있는
슬레이브(slave)로 둘 수 있으며 슬레이브 단에서 설
치된 사람의 건강 상태를 측정하여 측정된 데이터를
무선통신을 통해 블루투스 브릿지 모듈을 통하여 데
이터를 스마트폰이나 테블릿 PC 등 스마트 장비에서
데이터를 저장하고 관리할 수 있도록 시스템을 구성
하였다.

본 논문에 사용된 블루투스 모델은 FB155-BC 통신
모듈을 사용하였으며, 2.4[GHz]의 통신 주파수 대역을
이용하여 스마트 기기로 데이터를 전송하도록 하였다.
FB155-BC 모듈의 세부사양은 아래의 표 1과 같다.

표 1. 블루투스 사양
Table. 1 Bluetooth specification

블루투스 규격	v2.1
프로파일	GAP, SPP
주파수대역	2.4[GHz], ISM Band
소비전류	chleo 43[mA]
입력전원	3.3[v]
통신거리	10[m] 이상
크기	18x200mm
통신속도	F/W v1.3 - 1,200~115,200
	F/W v2.0 - 2,400~230,400
인터페이스	USART(TTL level)

이러한 블루투스 통신은 단거리, 저전력, 고신뢰성,
저가의 무선 통신을 구현함에 있어 효과적이며 허가 없
이 사용할 수 있는 ISM 대역을 사용한다. 또한 현재 출시
된 스마트 기기들의 대부분은 블루투스를 지원하므로
데이터를 쉽게 연동할 수 있다.

최근 시판되는 의료장비들 또한 블루투스 통신 또는
다양한 통신 방식을 지원하도록 표준화하고 있다.

IV. 블루투스의 구성

그림 3은 안드로이드 기반의 블루투스 계층 구조도를
제시하였다.

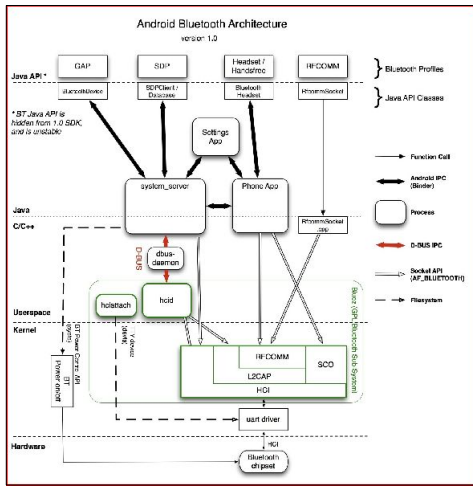


그림 3. 안드로이드 기반의 블루투스 계층구조
Fig. 3 Bluetooth hierarchy based on Android

안드로이드에서는 블루투스 스택을 포함하고 있기 때문에 다른 디바이스들과 간단하게 데이터를 교환 할 수 있다. 어플리케이션 프레임웍은 안드로이드 블루투스 API(Application Program Interface)를 사용해 블루투스 에 쉽게 접근(access) 할 수 있다. 블루투스 API를 사용하여 다른 블루투스 디바이스를 검색하며 페어링과 관련하여 양방향 데이터 전송을 가능하게 한다.

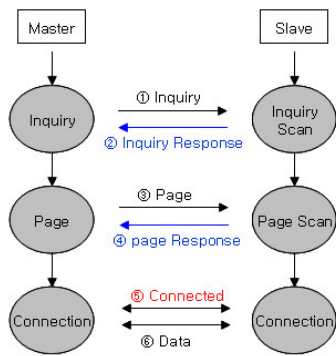


그림 4. 블루투스 동작방식
Fig. 4 Operating method of bluetooth

블루투스의 동작은 기본적으로 마스트(master)와 슬레이브인 주/종 역할로 동작 하게 되어있다. 통상적으로 Inquiry(검색) 및 Page(연결요청)을 하는 쪽을 마스트라

고 하며, Inquiry Scan(검색대기) 및 Page Scan(연결 대기)를 하는 쪽을 슬레이브라 한다. 따라서 이를 적용하기 위해 의료 장비 쪽의 블루투스를 슬레이브, 스마트 기기를 마스트로 설정하였다.

본 논문에서는 데이터를 지속적으로 관리하기 위해 그림 3의 계층구조를 지원하는 블루투스 API를 사용하였다. 수신된 의료 정보 데이터는 다시 스마트폰의 Wi-Fi 통신을 사용하여 원격지 서버로 전송하여 데이터를 서버에서 관리하도록 하였다.

V. 실험 및 구현

본 논문의 실험은 심박측정기와 산소포화도를 동시에 측정할 수 있는 하나의 단말기를 이용하여 의료정보를 계측하였다. 또한 계측된 의료정보는 블루투스 통신 모듈을 통하여 안드로이드 기반의 스마트폰으로 전송하도록 하였다.

스마트폰에서는 심박에 관련된 데이터를 표현하기 위하여 Canvas 객체의 Draw 메서드(method)를 이용하여 그래프로 표현하였으며, 산소포화도 데이터는 TextView 객체의 SetText 메서드를 이용하여 텍스트로 디스플레이 하였다.

이러한 개발 환경은 그림 5와 같이 이클립스를 기반으로 하였으며, 테스트용 스마트 기기는 안드로이드 기반의 갤럭시탭10.1을 통하여 계측된 의료정보를 그림 6에 제시하였다.

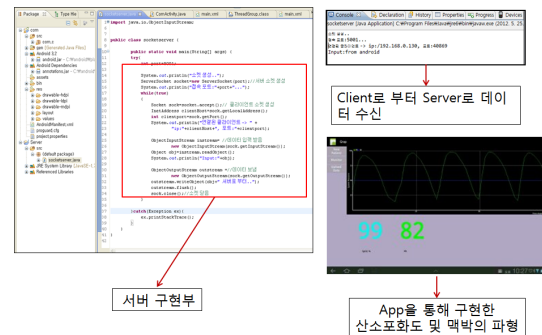


그림 5. 이클립스 기반의 안드로이드 어플리케이션 개발 환경

Fig. 5 Development environment of android application based on Eclipse

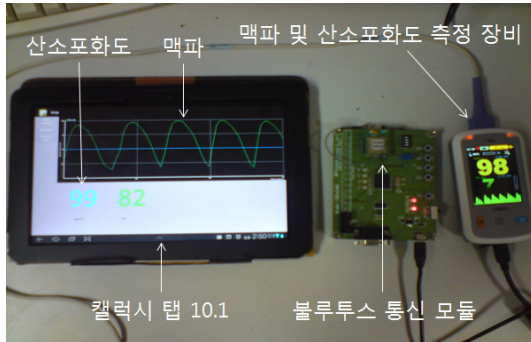


그림 6. 블루투스 기반의 의료 정보 모니터링 시스템
Fig. 6 Health information monitoring system based on bluetooth

VI. 결 론

본 논문에서 블루투스 기반의 u-헬스 케어시스템을 설계하여 맥파 및 산소포화도를 스마트 기기에서 모니터링 하도록 시스템을 구현하였다. 블루투스를 통하여 전송된 생체 정보를 이벤트로 처리하여 생체 측정 장비로부터 전송된 데이터를 실시간으로 모니터링 된 것을 확인할 수 있었다.

향후 블루투스를 지원하는 다양한 의료 장비가 판매 될 것으로 예상되지만 본 논문에서는 블루투스를 지원하지 않는 의료기기를 대상으로 블루투스 브릿지를 구성하여 맥파 및 산소포화도 측정값을 스마트기기로 전송하여 모니터링 하였다.

향후 연구과제는 블루투스가 탑재된 의료 단말기를 제작하고자 하며, 스마트기기에 의료 서비스를 제공하고 있는 안드로이드4.x을 기반의 지능형 앱을 개발해 나갈 계획이다.

감사의 글

본 논문은 2012년도 (재)부산인적자원개발원의 BB(Brain Busan)21 4단계 사업의 지원을 통해 수행한 연구결과입니다.

참고문헌

- [1] 박병호, 장성원, 허범, 박상주, 성현경, “안드로이드 기반의 심전도 측정 어플리케이션 구현”, 한국컴퓨터정보학회 하계학술대회 논문집, 제19권 제2호, 2011.6.
- [2] 임병진, “Implementation of Ubiquitous Healthcare Monitoring System using Sensor Network”, 신라대학교 대학원, 2008.
- [3] 권기진, 박세광, “산소 포화도 측정용 광센서의 기초 연구”, 경북대학교 센서기술연구소, 1991.
- [4] 김정원, “센서네트워크를 이용한 심전도 측정시스템의 설계 및 구현”, 한국콘텐츠학회논문지, Vol.8, No.1, 2008.
- [5] 이민기, 김규호, 이기영, “Design and Implementation of BAN System using ECG Sensor based on Smartphone”, 한국인터넷방송통신학회 논문지, Vol.10, No.4, 2010.
- [6] <http://www.firmtech.co.kr>
- [7] <http://www.bluetooth.org>

저자소개



김관형(Gwan-Hyung Kim)

2001년 한국해양대학교
전자통신공학과 공학박사
2000년 ~ 현재 동명대학교
컴퓨터공학과 전임강사

※관심분야: 최적제어, 인공지능, 임베디드시스템 설계, 신호처리, 영상처리