

논문 2011-2-8

유비쿼터스 환경에서 무선맥박측정기를 사용한 심전도 상태 정보 시스템

In the Ubiquitous Environment with Wireless Heart Rate Meter ECG Status Information System

임명재*, 정희웅**, 이기영***

Myung-Jea Lim, Hee-Woong Jung, Ki-Young Lee

요 약 최근 유비쿼터스 관련 산업이 빠르게 발전하는 추세이다. 이를 기반으로 건강에 관한 U-Healthcare 시스템 개발이 활발히 진행되고 있다. 특히 사용자의 건강 정보를 실시간 환경, 무선 방식으로 측정할 수 있는 건강상태 정보 시스템이 요구되고 있다. 따라서 본 논문에서는 무선기반 건강정보 시스템을 제안한다. 광전용적맥파 원리를 이용하여 사용자의 미동의 맥박을 측정한다. 건강상태 정보를 실시간 확인할 수 있도록 맥박 상태 정보를 이차원바코드로 변환 후, 휴대 단말기를 통해서 사용자의 건강관련 정보를 확인할 수 있다. 또한 MMS 서비스를 통해서 맥파시각 정보와 전문가의 소견을 제공한다.

Abstract Recently, it is emerging in computing industry related ubiquitous. Also U-Healthcare system develops rapidly based on this trends. It is required system of health-status information to check user's health information on real-time and wireless network environment. Consequently, in this paper propose a health-Information system based on wireless and real-time environment. It can check a tremor pulse with method of photo-plethysmography. It convert pulse state information into 2-dimension bar code in order to confirm health information using mobile and also this system provide service of pulse visual record and explanation from specialist with MMS.

Key Words : 유비쿼터스(Ubiquitous), 이차원바코드(2D-Barcode), MMS(Multimedia Messaging Services)

I. 서 론

최근 정보통신 기술의 발전과 네트워크 환경 개선을 위한 노력으로 유비쿼터스(Ubiquitous)시대를 향해 발전하고 있다^[1]. 이에 따라서 유비쿼터스(Ubiquitous) 환경을 기반으로 한 U-Healthcare 관련 사업이 부각되고 있는 가운데, 의료 서비스 분야는 그 시장 규모가 국내외적으로 매년 2배 이상의 성장을 기록하고 있다.

현재 의료 서비스 분야의 맥박 측정기는 대표적으로 압력센서식과 모세혈관의 혈액량을 활용한 제품을 대표적인 방식으로 볼 수 있으며, 의료 서비스 제공자와 환자 사이의 직접적인 접촉을 통해 의료 결과를 얻을 수 있는 의료서비스만이 제공되고, 중환자실 이외의 일반 병동에서는 의료 제공자의 업무 성격상 환자 곁에서 환자의 상태를 지속적인 감시를 할 수 없는 상황이며 일반 병동 내에서 환자에게 응급 상황이 발생되면 일반병실 침대에 유선으로 연결되어 있는 응급 벨을 환자가 직접 경보를 울리게 되는 서비스 체계로 환자의 응급상황에 대한 신속한 상황 대처가 어려운 문제를 지니고 있다.

따라서 본 논문에서는 유비쿼터스 환경을 기반으로

*중신회원, 을지대학교 의료IT마케팅학과

**정희원, 을지대학교 의료전산학

***중신회원, 을지대학교 의료IT마케팅학과(교신저자)

접수일자: 2011.1.28, 수정일자: 2011.3.11

게재확정일자: 2011.4.15

하여 맥파 측정 장치를 이용하여 인체로부터 얻어 지는 여러 가지 생체 신호 중 맥파 정보를 측정된 후에 측정기의 코드변환 처리 과정을 거친 후, LCD 표시부에 나타나면 이를, 촬영 기능을 사용하여 무선 이동 통신망 기반 서비스인 MMS(Multimedia Messaging Services)를 통해 서비스 서버로 송신하고, 이를 다시 병원 서버로 전송하여 맥파 정보를 추출하여 데이터베이스화함과 동시에 전문가의 분석함으로써, 맥파 정보의 체계적인 처리 및 관리를 통해 사용자의 상태를 분석하고 환자의 이동에 편리하도록 하여 사용자(환자)가 의료기관 또는 검진 기관을 방문하지 않고도 원격지에서 본 시스템을 통해 자신의 상태 정보를 시간과 공간의 제약 없이 수집, 처리, 전달, 관리할 수 있는 의료 서비스 시스템을 제안하였다.

본 논문의 구성은 2장에서 맥파 측정 센서(PPG), 이차원 바코드(2D-Barcode), MMS(Multimedia Messaging Services)를 통해 서비스에 대해 설명하고, 3장에서 심전도 상태정보 시스템 설계, 4장에서 시스템 구현에 대해 기술하며, 5장에서 성능평가, 6장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

1. 광전용적맥파(PPG:Photo-plethysmography)

광전용적맥파(Photo-plethysmography:PPG)는 Infrared ray를 이용하여 사람의 인체에서 맥파 정보를 검출하는 센서이다.

광전용적 맥파 Photo-PlethysmoGraphy (PPG)는 특정 파장대역의 빛을 인체에 조사하고 반사 또는 투과된 광을 검출한 신호로 심장 박동에 따라 발생하는 맥동성분을 나타내는 신호이다. PPG를 이용한 생체신호 측정은 무구속, 비침습적이며 단일 센서로 맥박, 호흡, 산소포화도 등의 다중신호의 검출이 가능하며, 저가로 구성이 가능하며 회로 또한 복잡하지 않다는데 장점이 있다.^{[2][3]}

2. 이차원바코드(2D-Bar code)

바코드는 인식 속도와 정확성, 쉬운 조작성 등의 특징으로 널리 보급 그 편리함이 널리 인식됨에 좀 더 다양한 분야의 적용과 다양한 정보를 담아 손쉽게 활용하는 하나의 정보매체이다.

기존 정보 매체의 한 방식으로 사용된 코드 방식 중에 1차원 코드 방식과 2차원 코드 방식의 비교한 표 1과 같

이 2차원 코드 방식의 높은 정보량과 정보를 취급다양성 등의 장점과 본 시스템의 경우 촬영, 전송 및 복호 과정에서 가독성에 제약이 있을 뿐 아니라 오류 가능성이 큰 심각한 문제가 있어 가독성 및 신뢰도를 확보하면서 대용량의 데이터를 수록할 수 있는 이차원 코드 형식이 더 효율적이다.^[4]

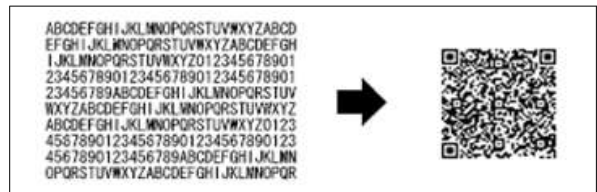


그림 1. 이차원 코드 데이터 정보량
Fig. 1. 2D-Barcode Data information content

기존의 바코드 방식은 정보를 배열하여 평면화한 점자 방식, 모자이크 방식으로 한 방향으로만 정보를 가지고 있는 문제점에 대응하기 위한 방식이 이차원바코드(2D-Barcode)방식이다. 이 방식은 가로, 세로 두 방향으로 정보를 기록할 수 있어 정보량을 비약적으로 증가시킨 방식이다. 일반적으로 측정된 데이터를 인터넷을 통하여 전송하는 방식을 고려할 때 통신 과정에서 데이터 전송 방식 중 하나로써 가독성 및 신뢰도를 확보하면서 상대적으로 대용량의 데이터를 수록할 수 있는 이차원 바코드 형식으로 맥파 정보를 전송하기에 적합하다.

표 1. 1차원 코드와 2차원 코드 비교
Table 1. Comparison of 1D-Barcode and 2D-Barcode

항목	1차원 코드	2차원 코드
정보량	약 20문자	약 2,000문자
정보의 종류	영문자	영문자, 한글, 한자 등
기록 밀도	1	20~40
데이터 복원 기능	없음	있음

3. MMS(Multimedia Messaging Services)통신

멀티미디어 메시지 서비스(Multimedia Messaging Service)는 정보 제공 서비스의 한 종류로서 단순하게 텍스트 방식의 메시지 서비스 방식인 SMS(Short Message Service)와 E-mail이 융합된 기능으로서 기존 SMS의 데이터 크기 및 미디어 한계를 극복한 텍스트 이외에 이미지, 사운드 및 멀티미디어 파일 등 다양한 멀티미디어 데

이터를 전송할 수 있는 서비스 방식이다.^[5]

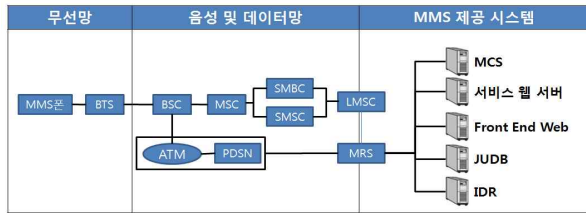


그림 2. MMS 서비스 구성도
Fig 2. MMS Service Configuration

그림 2의 MMS 서비스의 전체 구성도를 보면 멀티미디어 메시지 서비스(MMS) 기능을 장착한 휴대폰으로 기지국(BTS)을 경유하여 기지국 제어기(BSC)에서 데이터망인 ATM 라우터를 거쳐 패킷 데이터 교환노드(PDSN)를 통하여 메시지 검색서버(MRS)에 접속되어 멀티미디어 메시징 서비스 정보를 수신하게 된다. 장문 메시지 전송기능은 장문 메시지 서비스센터(LMSC)를 통하여 단문 메시지 서비스센터(SMSC) 및 단문 메시지 방송센터(SMBC)와 연결되어 메시지 수신 통지 기능을 제공하며, 동영상 및 정지화상의 정보는 미디어 변환서버(MCS)에서 디지털로 저장되어 MRS를 경유하여, 무선 네트워크와 연결되는 PDSN을 통하여 멀티미디어 메시지를 사용자에게 제공한다.^[6]

III. 심전도 상태 정보 시스템

1. 시스템 설계

본 상태정보 시스템은 유비쿼터스 환경 기반에서 사용자에게 휴대가 용이한 심전도 센서를 통하여 일상 활동 또는 병원내에서 환자에 대한 상태정보를 신속, 정확하게 수집하고 전문가의 분석을 통해서 심전도 상태에 대한 정보를 휴대용 이동 단말기로 제공하는 시스템을 제안한다.

그림 3은 본 시스템의 전체 흐름도를 보이고 있다. 사용자 광전용적맥파를 통하여 심전도의 데이터를 추출한 후에 단말기를 통하여서 맥파 정보를 이차원바코드 방식으로 변환과정을 거친다. 이후 이를 LCD 표시부에 나타내게 되고, 이 코드를 이동 통신 단말기를 이용하여 촬영한 후, 무선 통신을 통해 Service Server를 거쳐서 병원 서버로 전송한다.

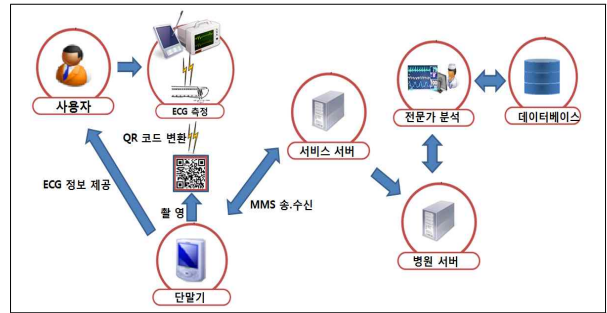


그림 3. 심전도 상태 정보 시스템 개요
Fig 3. ECG Status Information System View

전송된 자료는 전문가의 분석을 통하여서 자신의 상태에 대한 의료 정보를 추출하여 가공하고, 여기에서 생성된 상태 정보를 기반으로 사용자의 건강상태를 관리하게 된다. 특히 분석된 자신의 심전도 정보를 사용자의 단말기로 MMS 방식의 통신을 이용하여 모니터링 할 수 있도록 지원하며, 데이터베이스화함으로써, 심전도 정보의 체계적인 처리 및 관리가 가능하다.

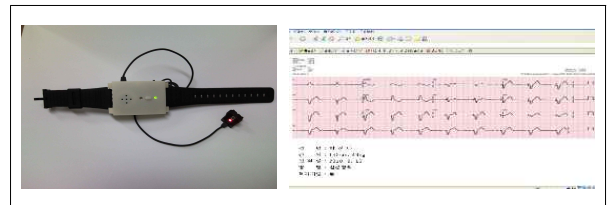


그림 4. Photo Interrupter를 이용한 PPG 신호 획득
Fig. 4. PPG signals obtained Using Photo Interrupter

그림 4는 본 연구를 통해 개발한 휴대용 손목 무선측정기로서, 광전용적 맥파(PPG) 센서를 이용하여 손목 부분에서 미동의 맥파를 획득할 수 있다. LED와 CDS Cell을 이용하여 광원으로부터 발광된 빛이 혈관을 포함한 생체조직에 반사되어 광센서로 검출되도록 구성하였다.



그림 5. PPG 신호의 센서 파트
Fig. 5. PPG signal parts of the sensor

그림 5는 PPG 센서를 통해 검출된 파형이며, 각각의 정보는 다음과 같다.

- a : P파(충격파) : 동맥내압의 최대치이며, 구혈기의 정점
- b : C1(절흔) : P파의 압력하강지수
- c : T파(조랑파) : 좌심실로부터 나온 혈액이 대동맥 벽에 충돌하여 형성. 대동맥 반사 상승지수
- d : C2(후절흔) : T파의 탄성하강지수

검출된 파형은 용적맥파로 2차미분을 통한 가속도 맥파로 변환되어 심전도 상태정보(ECG)로 사용된다.^{[7][8]}

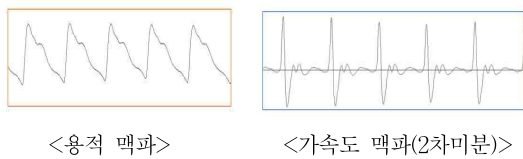


그림 6. 용적맥파 변환
Fig. 6. PPG Conversion

처리과정으로는 ECG 센서로부터 진폭과 파형의 주기, 특징점을 추출하는데 진폭의 최대높이는 일반인의 평균 범위인 1mV보다 높은 1.3mV를 한계 값으로 잡았고, 최소높이는 평균범위인 -0.15~0.85mV를 벗어난 -0.25mV와 1mV를 한계 값으로 구성, 파형의 한번 순환되는 주기는 일반인의 평균 파형주기인 0.8초를 기반으로 한계값을 1.2초까지로 구성한다.

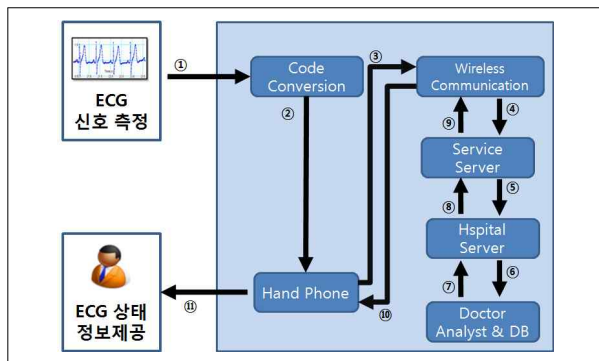


그림 7. 시스템 소프트웨어 구조
Fig. 7. System Software Architecture

그림 7은 본 시스템의 전체적인 소프트웨어 구조도를 보여주고 있다. 심전도 센서에서 받은 측정값을 코드 변환 전처리 과정을 거친 후 LCD로 나타내고, 이를 이동 통신 단말기로 촬영 후 무선 통신으로 Service Server로

무선 전송되며, 다시 Hospital Server로 전송 되어 병원의 전문가를 통하여 측정된 심전도의 값을 분석하여 사용자에게 맥파파형의 시각적 정보의 특징과 현상 및 추후 대처 방법 등을 전달한다.

IV. 실험 및 성능 평가

본 연구에서 사용한 심전도 센서는 광전용적맥파(PPG)로써 심장 박동에 따라 발생하는 맥동성분을 나타내는 방식의 센서를 사용하였다.

심전도 센서(PPG)를 통해 측정된 심전도의 데이터를 IEEE 802.15.4를 기반으로 하는 ZigBee무선 통신 방식을 이용하여 서버 및 데이터베이스로 전송하도록 구현하였다. 운영체제는 Windows 7를 기반에서의 Visual Studio 2005의 C언어를 기반으로 구현하였다. 그림 8은 심전도 측정 후 데이터베이스로부터 전송된 사용자의 정보를 출력하는 화면으로 환자의 Data Signal과 신상명세를 화면으로 출력하는 인터페이스 플랫폼에 결과를 출력한 화면이다. 다음은 본 시스템이 제공하고자 하는 기능들이다.

- . 접촉을 위한 검색 시간 단축효과
- . 환자의 현재 맥박 확인 가능
- . 동시적인 환자상태 정보에 대해서 식별가능
- . 응급상황을 위한 broadcast 경보



그림 8. 심전도 상태 정보 시스템 미분출력 화면
Fig. 8. ECG Status Information System Output Monitor

그림 9는 ECG와 연동하여 맥파의 분석을 위한 환경 값 설정을 위한 컨트롤러 부분이다.



그림 9. ECG 연동 컨트롤러
Fig. 9. ECG connecting Controller

표 2. 파형 형태별 특징

Table. 2. Feature of Pulse type

파형 형태	파형의 분류	파형의 특징
	20대 - 혈액순환이 좋은 상태를 나타내는 파형.	꾸준한 운동을 통한 건강한 상태
	30, 40대 - 혈액순환이 다소 떨어지지만 평이한 상태	혈액 순환에 장애, 수족 냉증이 생기거나 어지럼증이 있음
	40, 50대 - 혈액순환이 나빠지는 초기 상태 파형	신진대사 장애도 보임. 혈관이완으로 인해 잦은 피로감
	50대 - 혈액순환이 초기상태보다 나빠지는 상태의 파형	중년층에서 보이는 형태로, 혈액순환 장애, 건망증, 두통등 피로감
	60대 - 혈액순환이 나빠지고 있는 상태를 보이는 파형	고혈압, 고지혈 등 노환성 질환 가능성이 높음
	70대 - 혈액순환이 매우 나빠지는 상태를 보이는 파형	고혈압, 동맥경화, 심장혈관질환, 순환장애

표 2에서와 같은 파형정보에 대하여 사용자에게 해당되는 시각정보를 제공하며, 파형별 특징을 전문가의 의견을 포함하여 제공할 수 있다. Ubiquitous기반의 저 전력 무선통신(Bluetooth, Zigbee, RF)을 이용하여 사용자의 건강상태를 시간과 공간의 제약 없이 수집, 처리, 전달, 관리할 수 있다. 인체로부터 얻어지는 여러 가지 생체 신호 중 맥박의 파형을 분석하여 사용자의 상태를 분석하고 위험에 대비한다. 서버 시스템으로부터 사용자의 과거 이력(맥파 형태, 나이/성별/특이 사항 등)을 단말기에서 받아 사람마다 차이가 나는 맥파의 오차를 보정한다. 맥박의 파형을 분석하여 상태를 사용자 및 관리자(보호자, 의료진 등)에게 표출하여 응급상황에 대한 대처를 신속하게 진행할 수 있게 한다.

V. 결론

본 논문에서는 유비쿼터스 환경을 기반으로 하여 맥파 측정 장치를 이용하여 인체로부터 얻어 지는 여러 가지 생체 신호 중 맥파 정보를 측정후 무선 이동 통신망 기반 서비스인 MMS(Multimedia Messaging Services)를 통해 서비스 서버로 송신하고, 이를 다시 병원 서버로 전송하여 맥파 정보를 추출하여 데이터베이스 화합과 동시에 전문가의 분석함으로써, 맥파 정보의 체계적인 처리 및 관리를 통해 사용자의 상태를 분석하고 사용자의 이동에 편리하도록 하여, 별도로 의료기관 또는 검진 기관을 방문하지 않고도 원격지에서 자신의 상태 정보를 시간과 공간의 제약 없이 수집, 처리, 전달, 관리 할 수 있는 시스템을 제안하였다.

향후 연구과제로는 현재의 제한된 상황으로 인해서 충분한 임상 실험이 부족한 상태 이지만, 추후 다양한 대상으로 실험한 수치로 좀 더 다양한 사례와 자료를 통해서 높은 신뢰도를 보이기 위한 노력이 필요하다.

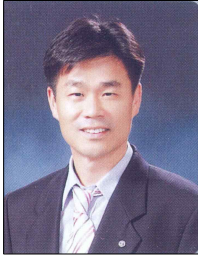
참 고 문 헌

- [1] 이인재, 채효근, "IT기업들의 u-헬스분야 사업추진 전략", 정보통신연구진흥원, 주간기술동향 IT 기획시리즈, 뉴IT전략13, .29-35쪽, 2009년
- [2] 광전용맥파를 이용한 요골동맥 맥파검출 - Korea Journal of Life Science Vol.13.No.1.42~46, 2003
- [3] U-Healthcare 지원을 위한 맥박 정보 모니터링 시스템의 설계 및 구현 - Journal of Digital Contents Society Vol.9 Vol.4 Dec. 2008(pp. 601-606)
- [4] 장승주. International Symbology Specification- QR Code, 1998년.
- [5] MMS 시험방송 결과평가 연구, 2006년
- [6] 차세대 무선인터넷서비스 동향, 부중배 | 무선관리단 연구개발팀, 전과 제112호 2003년07'08월호
- [7] 임명재, "u-zone에서 상태정보 감지를 통한 중독 환자 케어 시스템 구현", 한국인터넷방송통신학회 논문지, 제10권 2호, pp123-128, 2010년 4월
- [8] 오지수, "u-Healthcare를 위한 건강모니터링 시스템에 관한연구", 한국인터넷방송통신학회논문지, 제9권 4호, pp9-16, 2009년 8월

※ 본 연구는 지식경제부 지역혁신센터사업중 바이오-메디테크 산업화 지원을 받아 수행된 연구임
(2010-02-10)

저자 소개

임 명 재(중신회원)



• 1998년 : 중앙대학교 공학 박사
• 1992 ~ 현재 : 을지대학교
의료산업학부 교수
<관심분야 : SE 개발방법, HCI,
U-Healthcare 등>

정 희 웅(준회원)



• 2010년 현재 : 을지대학교 재학중
<관심분야 : U-Healthcare, 임베디드
시스템 등>

이 기 영(중신회원) : 교신저자



• 제 10권 1호 참조
• 2009년 ~ 현재 : 한국인터넷방송통신
학회 이사
• 1991년 ~ 현재 : 을지대학교 의료 IT
마케팅학과 교수
<관심분야 : u-Healthcare, 공간데이터베
이스, GIS, LBS, USN, 텔레메틱스 등>