

응급상황 감지를 위한 e-HEALTH 시스템의 구현

신승철^o 유창용 강재환 남승훈 송운선 임태규 이정원 박덕근 김승환 김윤태

한국전자통신연구원

{scshin^o, denizen, mephisto, nsh63238, yssong, ytg63414, jeongwon, duck, skim ytkim}@etri.re.kr

Realization of an e-Health System to Perceive Emergency Situations

Seung-Chul Shin^o Chang Yong Ryu Jea-Hwan Kang Seung Hoon Nam Yoonseon Song

Tea Gyu Lim Jeong Won Lee Duck Gun Park Seunghwan Kim Youn Tae Kim

Microsystems Research Department, ETRI

요 약

응급상황은 일상생활의 어디에서나 일어날 수 있다. 응급상황의 발생을 감지하고 이에 대처하기 위한 e-health 시스템을 개발한다. 생체신호를 측정하기 위하여 입는 형태의 Bio-Shirt를 제작한다. 측정된 신호는 블루투스 무선통신으로 PDA로 전송된다. PDA에서는 전송 받은 데이터를 분석하여 간단한 상황판단 알고리즘을 실행한다. 또한 CDMA 모뎀을 통하여 웹 서버 형태로 구축된 ECMR로 사용자의 생체데이터를 전송한다. ECMR에서는 관리자가 사용자의 건강상태 및 응급상황 여부를 감시하고 위급상황으로 판단한 경우에는 구조센터나 담당의사 등과의 연락을 취한다. 프로토타입으로 개발한 e-health 시스템을 보인다.

1. 서론

정보통신 기술의 발달은 의료서비스 전반에 큰 영향을 미치고 있다. 국토가 넓은 지역을 중심으로 원격진료(tele-medicine) 기술이 개발되어 오고 있으며, 과거에는 병원에 가서 진료를 받아야만 했으나 근래에 와서는 집에서 진료 받을 수 있게 되었다. 건강에 대한 관심은 집안에서 뿐만 아니라 일상생활 속에서 항상 진료 또는 서비스를 받을 수 있는 m-health 기술의 개발로 이어지게 되었다. 최근에는 인터넷과 같은 온라인 전자 기술이 응용된 기기들을 이용하여 소비자의 건강상태를 파악하거나 건강 관련정보를 서비스하는 e-health 기술이 개발되고 있다.

e-Health가 근래에 와서 각광을 받기 시작한 이유는 인터넷을 통한 정보습득의 보편화를 들 수 있다. 전세계적으로 PC 및 인터넷의 보급이 급속하게 이루어지고 있는 추세이다. 평균수명의 연장에 따른 삶의 질 향상과 건강에 대한 관심의 증대도 원인으로 들 수 있다. 우리나라도 향후 20년 후에는 고령화 사회가 될 것으로 예상된다. 홀로 사는 노인들에 대한 건강관리에도 관심이 높아지고 있다.

e-Health에 관한 연구개발은 전세계적으로 진행되고 있다. EU에서 수행중인 HEARTS[1] 과제에서는 심장질환과 관련된 연구를 하고 있다. EPI-MEDICS[2]에서는 심장병과 관련된 응급상황을 파악하는 것을 목적으로 컨소시엄을 구성하여 측정기를 제작하고 서비스 센터를 구축하고 있다. 2002년 MEDICA 세계의료전시회에 참가한 MobiHealth[3]도 실행되고 있다. MOEBIUS[4] 프로

젝트에서는 사용자의 혈당과 혈압치를 인터넷으로 받는 비만 관리센터를 실제로 구축하여 시범적인 서비스를 실시하고 그에 대한 보고서를 제출하였다.

Vivometrics社에서는 wearable device 타입의 Life-Shirt를 개발하여 시판 중에 있다[5]. NASA와 스탠포드대학에서는 우주공간에서의 비행사의 다양한 생체신호를 측정하기 위하여 Life-Guard를 개발하였다. Georgia Tech에서는 특수 섬유를 이용한 Smart Shirt[6]를 개발하였다. CardioNet[7]에서는 실제로 의료센터를 설치하여 심장질환과 관련된 서비스를 하고 있다.

국내에서도 최근 몇 년 동안에 e-health에 대한 관심이 고조되어 오고 있다. 혈압, 심전도, 맥박, SPO₂ 등의 생체신호를 집에서 측정하여 이를 모뎀이나 네트워크를 통하여 서버로 전송하고, 서버에서는 전송 받은 데이터에 대한 분석자료를 사용자에게 제시하여 주는 서비스를 하고 있다[8]. Ambulance 내에서 환자의 영상 신호를 이동통신망을 통하여 병원으로 전송하는 시스템에 대한 연구도 하고 있다[9].

서양인들은 심장병으로 인한 사망률이 가장 높다. 동양인의 경우에는 뇌졸중으로 인한 사망률이 심장질환보다도 더 높다. 심장마비나 뇌졸중으로 인한 응급상황이 발생했을 때 환자의 생명에 관련된 가장 중요한 사항은 '얼마나 빨리 병원으로 이송되어 의사에게 보여지는가'라는 것이다. 본 연구에서는 심장질환이나 뇌졸중, 호흡곤란 등의 응급상황의 발생 시 신속하게 환자와 의료진이 연결되도록 하는 e-health 시스템을 구축하는 것을 목표로 한다.

2. e-HEALTH 시스템의 전체적인 구성

응급상황 또는 위급상황에 대한 정의를 하기가 쉽지 않다. 본 연구에서는 뇌졸중이나 심장마비, 호흡곤란 등으로 인하여 환자의 의식이 불명확하고 움직이기가 힘든 상태를 고려한다. 그림 1에서는 본 연구에서 구현하고 있는 e-health 시스템의 개념도를 보인다.

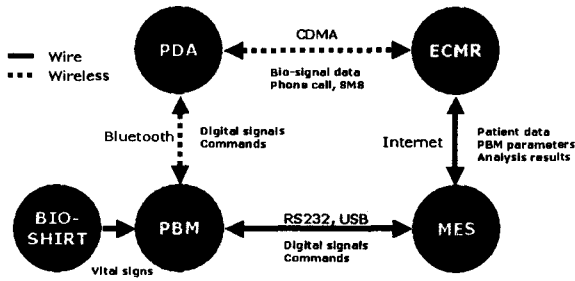


그림 1. e-Health 시스템의 전체적인 구성

Bio-Shirt는 다양한 생체신호를 측정하기 위한 센서들을 적당하게 배치하고 사용자가 입기 편하도록 설계한 wearable shirt이다. PBM(Personal Bio-signal Monitor)은 Bio-Shirt의 센서를 통하여 들어오는 생체신호를 측정하는 장치이다. 측정된 생체신호는 무선통신 모듈을 이용하여 PDA(Personal Digital Assistant)로 전송된다.

PDA에서는 PBM으로부터 생체신호 데이터를 받아서 간단한 응급상황 판단 알고리즘을 수행하고 ECMR(E-health Central Monitoring Room)로 데이터를 보낸다. ECMR에서는 전송된 데이터에 대한 자동분석을 한다. 분석결과 응급상황으로 판단되면 사용자의 PDA로 연결을 시도하고, 주위상황을 종합하여 위급한 상황으로 판단된 경우에는 즉시 응급구조센터나 119로 연락하여 긴급출동을 하도록 한다.

MES(Medical doctor's E-health Station)는 응급환자 및 일반 사용자들이 평소에 기록한 생체신호를 의사의 사무실에서 판독해 볼 수 있도록 해주는 시스템을 말한다. 사용자가 맨 처음 개발한 e-health 시스템을 사용할 때 환경설정을 위하여 의사의 조작이 필요한 모든 측정기기 및 응용프로그램들을 통합한 시스템이다.

3. 생체신호의 전송 및 e-HEALTH 시스템의 구현

본 연구에서 개발한 휴대용 생체신호 측정기(PBM)에서는 4채널의 심전도(ECG)를 비롯하여 체온 및 호흡 파형을 측정할 수 있다. 또한, 사용자의 동작상태를 파악하기 위하여 2축의 가속도 센서가 부착되어 있다. 몸의 움직임으로 인한 케이블의 흔들림을 최소화하도록 Bio-Shirt를 설계하였다. 셔츠를 2겹으로 구성하여 외부에서는 케이블이 보이지 않도록 하였다. 제작한 Bio-Shirt와 PBM을 착용하여 생체신호를 측정하는 장면을 그림 2에서 보인다.

PBM의 크기는 76mmX92mmX22mm이고 무게는 150g이다. 8핀 커넥터를 통하여 외부전극과 연결된다. 심전도 전극은 참고로한 10에서와 같이 RA, LA, RL, LL, C1, C6의 위치를 몸통 부분으로 mapping한 위치에 부착한

다. 표준 12채널 심전도 신호를 유도하기 위하여 4채널의 심전도 신호를 측정한다.

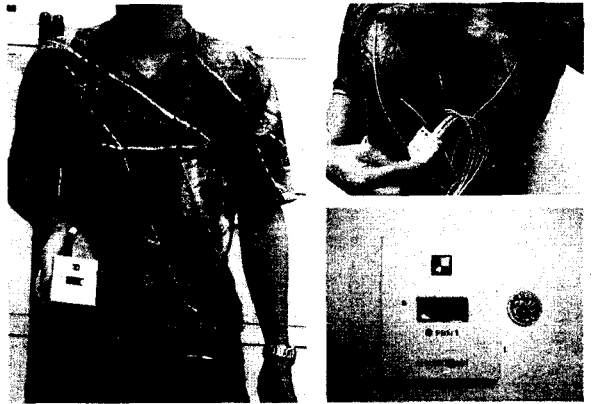


그림 2. Bio-Shirt와 PBM을 이용한 생체신호의 측정

호흡신호의 측정을 위해서는 별도로 2개의 전극을 사용한다. 호흡 시에 변하는 체내의 임피던스 값에 따른 전위차를 측정한다. 체온은 오른쪽 겨드랑이 근처에 부착한 온도센서로부터 측정된다. 움직임에 의한 영향을 줄이기 위하여 피드백을 이용한 필터회로를 내장한다.

전극으로부터 측정된 아날로그 생체신호는 A/D 컨버터에서 10비트의 디지털 신호로 변환된다. 변환된 신호는 측정기 내부의 Bluetooth 모듈을 통하여 PDA나 MES 등의 장치로 전송된다. CSR사의 BlueCore2를 장착한 Hitachi Maxwell Bluetooth 모듈을 사용한다.

PBM에는 event 버튼이 장착되어 있다. 응급의학 전문의들과의 토론 과정에서 나온 요구사항을 반영한 것이다. 사용자가 필요할 때 이 버튼을 누르면 측정기가 신호를 자동으로 측정하고 이를 전송하게 된다. 또한 사용자가 원하는 시간이나 의사 요구하는 시간에 신호가 측정되도록 설정할 수도 있다.

실제로 사용자가 걸어 다니면서 측정한 생체신호를 그림 3에서 보인다. 심전도 LEAD I, III, V1, V6를 화면의 위쪽에서 보이고, 아래로 2축의 가속도센서의 출력파형과 호흡파형 및 체온 값을 차례로 보인다.

개발에 사용한 PDA는 Gmate사의 YOPY3700 모델이다. Intel StrongARM SA-1110 32-bit RISC 마이크로프로세서에 의해 동작하며, 운영체제는 ARM Linux(Linupy™)이다. CDMA 2000 1x를 지원하는 폰 모듈이 부착되어 있고, 무선 랜카드를 CF 슬롯에 삽입하여 AP(Access Point)가 설치되어 있는 지역(Hot Spot)에서 인터넷을 사용할 수 있다.

PBM과의 무선통신을 위하여 Sysonchip사의 Bluetooth CF 카드를 사용한다. Open source 기반의 Bluez 스택을 PDA에 포팅하고, 이를 이용하여 Bluetooth CF card driver와 CDMA 모뎀 driver를 개발한다.

PDA에서의 사용자 접속화면은 Linux 버전 2.4 OS 기반의 GTK 버전 1.2로 구축하였다. 그림 4에서 Bluetooth CF 카드가 장착된 PDA와 실제 설계한 사용자 접속화면을 보인다.

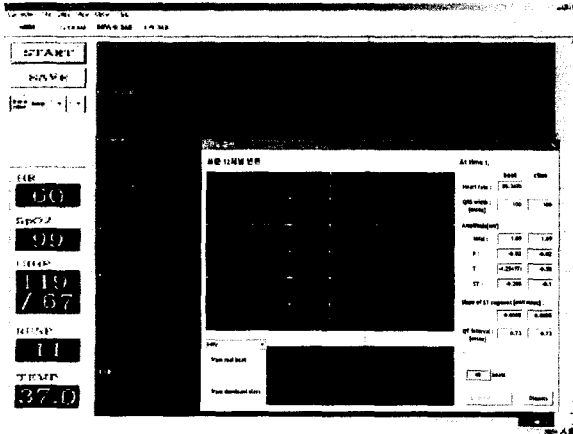


그림 3. 개발자용 생체신호 측정 및 분석화면

PDA에서는 전송 받은 생체데이터를 DES(Data Encryption Standard) 알고리즘으로 암호화하고 CDMA 모뎀을 통하여 인터넷 서버인 ECMR로 보낸다.

ECMR에서는 현재 접속된 환자의 ID를 확인하고, 생체 데이터에 대하여 비트(beat), 심박수, 호흡수, 체온, 넘어짐, 운동량 등에 대한 분석을 한다. 그림 3의 작은 화면에서 12채널 ECG를 유도하고 파라미터를 추출한 결과를 예로 보인다.

ECMR 운영자는 자동으로 분석된 결과와 주위상황을 종합적으로 판단하여 응급상황을 진단한다. 그림 5에서는 Windows OS 상에서 Visual C++ 6.0으로 구성한 ECMR 화면을 보인다. TCP/IP 프로토콜로 전송된 데이터를 winsock 프로그램을 사용하여 웹 브라우저에서 볼 수 있도록 하였다.

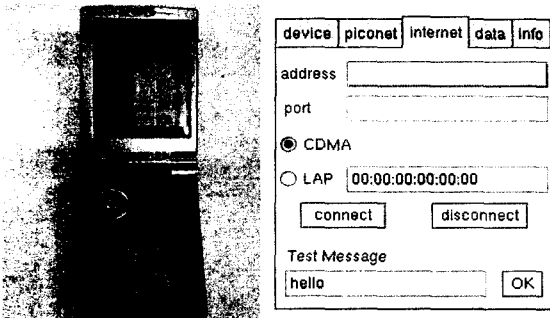


그림 4. 사용한 PDA와 접속화면의 구성

4. 결론 및 추후 연구내용

현재 개발된 PBM은 응급상황이 일어날 가능성이 높은 환자들을 대상으로 설계되어, 측정된 생체신호를 PDA로 전송하는 기능을 위주로 구성되어 있다. 일반 사용자의 경우에는 독자적인 메모리를 사용하여 주기적으로 생체신호를 측정 및 저장하여 진료 시 이를 이용할 수 있을 것이다. 사용자의 움직임에 대하여 민감한 회로를 구현하여 측정된 생체신호의 품질을 높여야 한다.

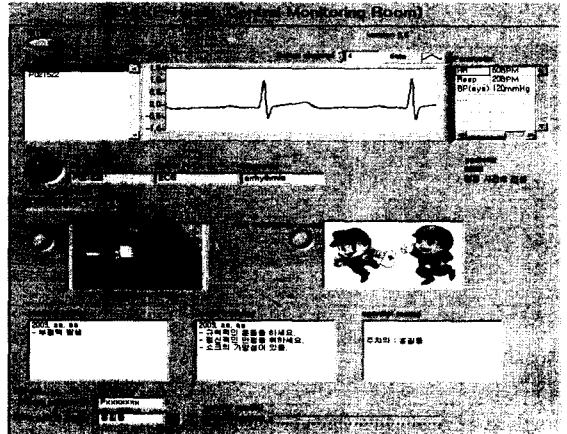


그림 5. ECMR 운영화면

타 생체신호에 대한 측정도 고려하고 있다. 환자 또는 사용자에 따라 특성화된 맞춤형 생체신호 측정기를 개발하는 것이 타당하다고 본다. 또한 PBM을 PDA에 내장하도록 구성하는 것도 고려해 볼 만하다.

현재는 CDMA 2000 1X 통신서비스를 이용한다. 신호의 전송속도가 느려서 데이터의 크기가 큰 경우에 문제가 된다. 다른 통신서비스로의 대체가 필요하다.

응급상황 또는 질병진단을 위한 알고리즘을 개발하기 위해서는 생체신호에 대한 데이터베이스가 반드시 필요하다. 측정기의 품질향상 및 데이터베이스의 구축을 통하여 개발중인 진단알고리즘을 개선할 것이다. ECMR과 같은 사회적인 인프라 구축 또한 필요하다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 정보통신부의 지원으로 이루어졌습니다.

REFERENCES

- [1] HEARTS, <http://heartsproject.datamat.it/hearts/>
- [2] EPI-MEDICS, <http://epi-medics.insa-lyon.fr/>
- [3] MobiHealth, <http://www.mobihealth.org/>
- [4] MOEBIUS, <http://www.ist-moebius.net/>
- [5] Life-Shirt, <http://www.vivometrics.com/>
- [6] Smart Shirt, www.ptfe.gatech.edu/tfhome.html/
- [7] CardioNet, <http://www.cardionet.com/>
- [8] Hicare, <http://www.hicare.net/>
- [9] 박정훈 외, “우선 환경에서의 고정연결 이동/고정시스템 구현”, 대한의료정보학회 추계학술대회논문, 2002
- [10] D. Wei, “Deriving the 12-lead electrocardiogram from four standard leads based on the Frank Torso Model,” Proc. of IEEE EMBS, pp. 381-383, 2001