

생체신호수집을 위한 다중접속 모니터링 시스템

Multi-access Monitoring System for Biological Signal Collection

Tae-Woong Kim*

*Assistant Professor, Department of Computer Education, Silla University, Busan, 46958 Korea

ABSTRACT

Wearable computing is growing rapidly as research on body area communication network using wireless sensor network technology is actively conducted. In particular, there is an increasing interest in smart clothing measuring unrestrained and insensitive bio signals, and research is being actively conducted. However, research on smart clothing is mainly based on 1: 1 wireless communication. In this paper, we propose a multi-access monitoring system that can measure bio-signals by multiple users wearing smart clothing. The proposed system consists of wireless access device, multiple access control server and monitoring system. It also provides a service that allows multiple users to monitor and measure bio signals at the same time.

Keywords : Biological Signal, Bluetooth Access Point, Multi Access, Monitoring System

I. 서 론

각종 센서나 무선 기술이 발전하여 우리 주변의 사물들 즉, 벽, 의자, 옷 등에 스며들어 존재하게 되면서 사물들이 지능화 되고 이러한 센서나 무선 기술이 네트워크로 연결됨으로써 언제 어디서나 사용자들이 다양한 생체정보를 수집할 수 있는 웨어러블 컴퓨팅 시대이다. 이러한 웨어러블 컴퓨팅 중에서 의류에 센서를 임베디드

시켜 생체신호를 측정하여 질병의 조기진단 및 조기치료를 할 수 있는 원격의료와 헬스케어 서비스가 보편화 될 것으로 예상된다.

웨어러블 컴퓨팅은 전 세계적으로 연구 및 개발을 진행하고 있으며, 글로벌 기업들이 대형 프로젝트를 중심으로 급속히 성장하고 있다. 특히 무선통신기술을 적용하여 다양한 생체신호를 보다 편리하게 측정하고 이로 부터 건강모니터링을 수행하는 연구들이 추진되었다 [1][2][3]. 최근에는 무선센서 네트워크 기술을 헬스케어 분야에 적용하여 신체영역통신망을 구축하여 건강정보를 모니터링 하는 연구들이 활발하게 수행되고 있다 [4][5]. 생체신호의 계측에 있어 환자나 사용자의 편의성을 확보하기 위하여 무구속, 무자각 생체신호 계측 연구들이 수행되고 있다. 특히 무구속, 무자각 생체정보계측을 위하여 웨어러블 기기를 착용하여 생체신호를 측정하는 연구들이 수행되고 있다[6][7]. 그러나 이러한 연구들에서 사용되는 기기들은 1:1 통신 기반의 무선 통신을 이용하여 스마트폰과 연결하여 심박수, 심전도 및 운동량을 측정하는 연구가 주를 이루고 있다. 즉 웨어러블 기기에서 수집된 정보는 개인의 스마트폰과 연동하여 생체신호를 저장하고 이를 다시 서버에 전송하는 형태이다. 이것은 실시간으로 동시에 여러 개의 스마트폰 으로부터 전송되는 생체신호를 분석할 수 없다는 단점을 가지며, 이동통신망을 이용하여 전송 시에는 데이터 사용량의 증가로 추가 비용이 발생하는 등 한계를 보이고 있다.

본 논문은 병원, 요양원 등과 같이 건물 내부에서 어디에서나 무선접속 장치(블루투스 AP)를 이용하여 다수의 사용자로부터 동시에 생체신호 데이터를 수집하여 이더넷 망을 통하여 실시간으로 서버로 데이터를 전송하는 시스템을 설계하고 모니터링하는 시스템을 제안한다.

Received 26 November 2019, Revised 3 December 2019, Accepted 9 December 2019

* Corresponding Author Tae-Woong Kim(E-mail:twkim@silla.ac.kr, Tel:+82-51-999-5865)

Assistant Professor, Department of Computer Education, Silla University, Busan, 46958 Korea

II. 본 론

2.1. 생체신호 측정 모듈

본 연구에서 생체신호를 수집하기 위한 웨어러블 기기는 2009년부터 2013년까지 본 연구자가 참여한 지식경제부의 나노섬유 기반의 웰니스 의류시스템 개발과제에서 개발한 그림 1과 같은 디지털실을 이용한 심전도 벨트를 이용한다. 이것은 심전도와 3축 가속도신호를 개인이 소유하고 있는 스마트폰으로 데이터를 전송한다.



Fig. 1 ECG belt using digital yarn

이는 3개의 전극을 통해 생체신호를 전달 받으며, 각종 잡음을 차단하기 위한 하드웨어 필터와 생체신호의 증폭을 위한 증폭회로, 소프트웨어 잡음 신호 필터링과 신호를 데이터화하기 위한 DSP(Digital Signal Processing) 프로세서, 무선 데이터 전송을 위한 블루투스 모듈로 구성되어 있다. 그림 2는 생체신호 모듈의 구성도이다.

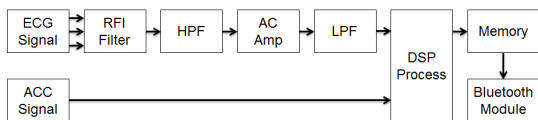


Fig. 2 Biological signal module architecture

일반적으로 샘플링이 높을수록 정확한 심전도 신호를 측정할 수 있다. 그러나 샘플링이 높을수록 데이터의 송·수신 용량이 증가하여 생체신호 측정 모듈의 배터리 사용량이 증가하기 때문에 최소한의 심전도 QRS 파형을 측정할 수 있는 200Hz 샘플링으로 측정을 한다. 생체신호 측정 모듈에서는 그림 3과 같이 32바이트로 구성된 1개의 패킷을 전송한다. 심전도신호와 가속도신호를 전송하는 패킷으로 Head1, Head2, Size와 심전

도 신호, 가속도 신호, 디바이스이름, Serial 번호, 손실 발생을 확인하기 위한 Check Data로 구성되어 있다. Head1은 패킷의 시작점을 알리고, Head2는 패킷의 시작을 표시하고 심전도 신호는 8개의 심전도 신호를 모으며, 가속도 신호는 X,Y,Z축의 신호로 구성되어 있다. Device Name과 Serial No로 다중으로 접속되어 있는 생체신호 수집 기기 중 어떤 기기의 신호인지를 판단하는데 사용한다. 끝으로 Check Data는 ECG1~8, ACC_X, ACC_Y, ACC_Z 값을 차례로 XOR한 후 그 결과 값을 가지며 손실에 의하여 변경이 발생함을 확인하기 위한 지표로 사용된다.

| Spec. | Head1 | Head2 | Size |
|-------|--------|--------|--------|
| HEX | FE | 01 | 0X1C |
| Size | 1 Byte | 1 Byte | 1 Byte |

| ECG1 Rx1 | ECG1 Rx2 | ECG2 Rx3 | ECG2 Rx4 | ECG3 Rx5 | ECG3 Rx6 | ECG4 Rx7 | ECG4 Rx8 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 00~03 | 00~FF | 00~03 | 00~FF | 00~03 | 00~FF | 00~03 | 00~FF |
| 8 Byte | | | | | | | |

| ECG5 Rx9 | ECG5 Rx10 | ECG6 Rx11 | ECG6 Rx12 | ECG7 Rx13 | ECG7 Rx14 | ECG8 Rx15 | ECG8 Rx16 |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 00~03 | 00~FF | 00~03 | 00~FF | 00~03 | 00~FF | 00~03 | 00~FF |
| 8 Byte | | | | | | | |

| ACC_X Rx17 | ACC_X Rx18 | ACC_Y Rx19 | ACC_Y Rx20 | ACC_Z Rx21 | ACC_Z Rx22 |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 00~03 | 00~FF | 00~03 | 00~FF | 00~03 | 00~FF |
| 2 Byte | | 2 Byte | | 2 Byte | |

| Device Name | Serial No | Check Data |
|-------------|-----------|------------|
| "SDT" | 00~FF | 00~FF |
| 3 Byte | 3 Byte | 1 Byte |

Fig. 3 ECG and ACC signal data packet for multi access

2.2. 다중접속 모니터링 시스템

다중접속 제어서버를 이용한 모니터링 시스템의 전체 서비스 구성도는 그림 4와 같다. ECG벨트로 부터 측정된 생체신호를 블루투스 AP를 통하여 다중접속 제어 서버로 전송이 된다. 서버는 블루투스 AP로부터 수신된 생체신호 데이터를 저장, 분석하고 심전도 신호를 모니터링 시스템으로 실시간으로 전송하는 역할을 한다. 모니터링 시스템은 사용자의 실시간 심전도 신호와 맥박을 보여주는 시스템이다.

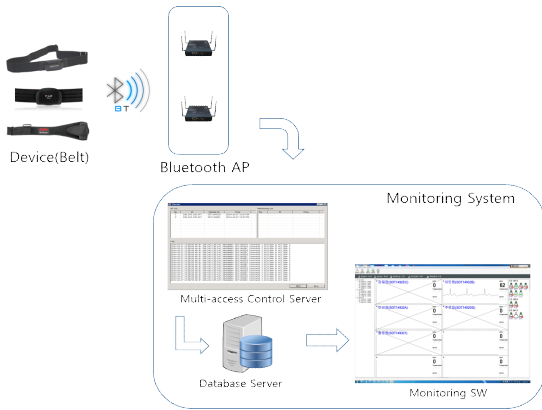


Fig. 4 Monitoring system architecture

2.2.1. 무선 접속 장치

스마트 의류에서 측정된 생체신호를 서버로 전송하기 위한 무선 접속 장치가 필요하다. 다중접속 기반의 AP는 지속적으로 주변의 장치를 파악하기 위해 일정 주기로 Inquiry 과정을 수행하여 주변의 장치를 발견한다. AP의 위치는 고정되어 있기 때문에 검색된 장치에 AP는 접속을 하여 연결한다. 그러나 모든 장치에 AP가 연결을 방지하기 위해 AP는 블루투스 디바이스 이름으로 검색하고 PIN을 확인하여 등록된 장치만 접속을 한다. AP는 접속된 장치의 데이터를 서버로 전송하는 역할을 한다. 서버로 전송을 위해 AP는 Client의 역할을 하며 서버와의 연결이 지연될 경우 지속적으로 연결 메시지를 전송한다.

2.2.2. 다중접속 제어 서버

그림 5의 다중접속 제어서버는 접속된 AP와 사용자의 리스트를 보여주며, 사용자의 생체신호 데이터를 수집하고 어느 사용자에게서 생체신호가 도달하였는지를 분석하고 이를 분류하여 데이터베이스 서버로 보내는 역할을 한다. AP에서 연결 메시지가 오면 서버는 wait() 되어 있는 Thread를 깨워 지속적으로 연결 상태를 유지하고, 새로운 AP의 접속을 대기한다. Thread가 생성되면 서버는 AP에서 전송된 신호를 모니터링 시스템에 전송하기 위해 각 Thread의 데이터를 수집하여 실시간으로 모니터링 시스템에 전송을 한다. 이러한 Thread는 다중 접속 시스템을 위하여 Multi Thread로 구성한다. 다중접속 시스템을 구축하기 위해 새로운 연결 시 지속적으로 Thread를 생성시키는 구조는 서버에 부하가 발생

하여 서버 자원이 고갈되는 상황에 직면할 수 있다. 따라서 서버는 요청을 처리하는 Thread를 프로그램이 실행이 될 때 50~100개를 실행시키고 wait() 상태로 대기한다. 연결 메시지가 오면 Thread들 중 한 Thread가 깨어나 queue에서 값을 꺼내어 처리하는 폴링(polling)기법으로 프로그램의 충돌 회피 또는 동기화 처리한다.

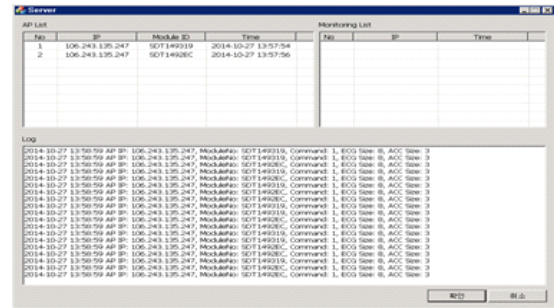


Fig. 5 Multi access control server

2.2.3. 모니터링 시스템

그림 6은 다중접속 제어 서버에서 전송된 심전도와 맥박을 실시간으로 보여주는 모니터링 시스템의 예이다. 모니터링 시스템은 각 방이나 호실별로 설치된 무선 접속 장치에서 접속된 생체신호를 실시간으로 화면에 보여주며 또한, 응급 상황 발생 시에 알람을 보내는 역할을 할 수 있다. 서버에서 전송된 데이터는 무선접속 장치별로 하나의 스프레드를 생성하여 모니터링 시스템이 생체신호를 수신하기 때문에 벨트를 착용한 사용자의 위치를 확인할 수 있다. 그림 6의 우측 화면으로 사용자의 위치를 확인할 수 있다. 또한, 모든 사용자의 생체신호를 실시간으로 한 화면에 보여주기에는 어려움이 있으므로 본 논문에서는 무선접속 장치는 최대 7대의 블루투스 장치가 접속 가능하기 때문에 7명의 사용자의 실시간 생체신호를 보여줄 수 있다.

본 논문은 심전도와 심박 수를 모니터링 하는 시스템으로 심박 수로 정상범위 내의 데이터 인지 또는 이상범위인지 검사한다. 심박 수의 범위에 따라 분당 100회 이상을 빈맥, 60회 이상을 서맥으로 구분한다. 응급 상황은 심박 수는 250회 이상이거나 최소 50회 이하가 되면 응급 상황으로 판단하지만 각 개인별로 성별, 나이, 질병에 따라 응급 상황의 심박 수를 조절할 필요가 있기 때문에 사용자별로 최대와 최소 심박 수를 설정할 수 있게 한다.

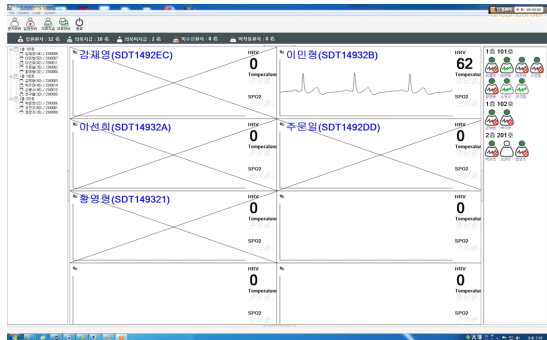


Fig. 6 Proposed monitoring system

III. 결 론

본 논문에서 제안한 생체신호 수집을 위한 다중접속 모니터링 시스템은 기존의 1:1 무선통신 방식에서 벗어나 다수의 사용자가 단말기나 스마트 폰 없이 무선접속 장치를 통해 동시에 사용자의 생체신호를 측정하고 모니터링 할 수 있는 시스템을 제시했다는 것에 의미를 두고 있다. 또한 여러 대의 무선접속 장치를 설치하면 다수의 사용자의 생체신호를 지속적으로 받을 수 있다. 본 논문에서 예로 구현한 다중 접속 모니터링 시스템은 병원과 요양원 등에서 24시간 건강 모니터링을 필요로 하는 사람들을 위해 사용될 수 있다. 모니터링 시스템은 측정된 생체신호를 저장하고 분석하여 응급상황 여부와 건강상태를 파악하는 기능으로 발전할 수 있으며, 건강 상태에 이상이 있을 시에 모니터링 시스템을 통해 간호사나 보호자에게 위험 신호를 보낼 수 있는 시스템의 기초연구가 될 것이라 기대한다.

향후 다중접속 서버에 저장된 사용자 고유의 생체신호를 분석하여 사용자의 건강관리 및 행동패턴을 파악할 수 있으며, 각 사용자의 건강 상태 및 질병 예방에 대한 피드백을 할 수 있는 시스템으로 발전하기 위한 연구가 지속되어야 하겠다.

REFERENCES

- [1] J. Saha, A. K. Saha, A. Chatterjee, S. Agrawal, A. Saha, A. Kar, and H. N. Saha, "Advanced IOT based combined remote health monitoring home automation and alarm system," *Computing and Communication Workshop and Conference 2018 IEEE 8th Annual*, pp. 602-606, 2018.
- [2] A. Misra, P. Agnihotri, and J. Dwivedi, "Advanced IoT based combined remote health monitoring and alarm system," *International Journal of Advance Research and Development*, vol. 3, no. 4, pp. 6-11, 2018.
- [3] H. H. Nguyen, F. Mirza, M. A. Naeem, and M. Nguyen, "A review on IoT healthcare monitoring applications and a vision for transforming sensor data into real-time clinical feedback," *Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD) 2017 IEEE 21st International Conference*, pp. 257-262, 2017.
- [4] M. S. Jang, S. H. Um, P. S. Kim, and U. H. Lee, "Design and Implementation of Mobile Terminal with Multi Bio-signal Measurement for u-Healthcare System," *Journal of Rehabilitation Welfare Engineering & Assistive Technology*, vol. 7, no. 2, pp. 27-43, 2013.
- [5] J. H. Hong, S. Y. Lee, M. C. Liang, C. H. Hsieh, and S. Y. Chien. "A wireless ECG acquisition and classification system for body sensor networks," *Engineering in Medicine and Biology Society*, pp. 5183-5186, Jul. 2013.
- [6] M. I. Joo, K. S. Chung, and H. C. Kim, "Implementation of a system to analyze user behavior patterns based on vital signs and user locations," *KISM Smart Media Journal*, vol. 3, no. 4, pp. 35-40, 2014.
- [7] S. Y. Lee, J. H. Hong, C. H. Hsieh, M. C. Liang, S. Y. C. Chien, and K. H. Lin, "Low-Power Wireless ECG Acquisition and Classification System for Body Sensor Networks," *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, vol. 19, no. 1, pp. 236-246, 2014.