

Zigbee 기반의 WBAN용 ECG 측정 시스템 설계 및 구현

류옥재, 김대중, 장윤석
대진대학교 컴퓨터공학과

e-mail : skyroom7@daejin.ac.kr, djnara@gmail.com, cosmos@daejin.ac.kr

Design and Implementation of Zigbee-based ECG Measurement System for WBAN Service

Uk Jae Ryu, Dae Jung Kim, Yun Seok Chang
Dept. of Computer Engineering, Daejin University

요 약

본 연구에서는 ECG 신호 측정을 위한 시스템에서 센서와 기기 사이의 연결 케이블을 대신하여 Zigbee 기반의 WBAN을 구성하여 이동성과 편리성을 제공하고, 기존 병원용 ECG 기기와 병행하여 사용할 수 있는 WBAN용 ECG 측정 시스템을 개발하였다. 이 시스템에서는 기존 의료용 기기에 이동성을 부여하기 위해 Zigbee 통신 기능을 가진 microSD를 구현하고 스마트폰의 microSD 슬롯에 삽입하여 Zigbee WBAN을 구성하였다. 또한 ECG 신호의 분석과 처리에 스마트폰을 사용하여 데이터 분석과 심박수 표시를 수행하는 앱 응용 프로그램을 구현함으로써 WBAN 환경에서 이동성과 편리성을 제공할 수 있는 무선 ECG 측정 시스템을 구현하였다.

1. 서 론

최근 무선 네트워크를 기반으로 하는 많은 기술들이 개발되고 실생활에 유용한 기기들로 구현되어 활용되고 있다. 특히 의료 기기 및 의료 정보 서비스 분야에서는 무선 시스템과 서비스들에 대한 많은 연구 개발들이 이루어지고 있으며 이를 통하여 이동성과 활용성을 크게 높여 효과적인 의료 서비스를 제공하는 데에 많은 도움이 되고 있다.[1]

생체 신호를 측정하는 기기의 경우, 생체 신호를 추출하는 센서와 센서로부터 신호를 받아서 처리하는 기기장치 사이에 많은 케이블을 사용한다. 케이블은 센서와 기기장치 간에 안정된 신호를 전달할 수 있다는 장점이 있으나, 설치 및 유지 관리가 어렵고, 측정하는 대상자의 이동성이나 편리성이 떨어진다는 문제점을 가지고 있다. 이런 케이블에 의한 여러 문제들을 해결하기 위해 신체 주변에 Zigbee를 이용하여 WBAN(Wireless Body Network)을 구성하는 연구가 진행되고 있다.[2]

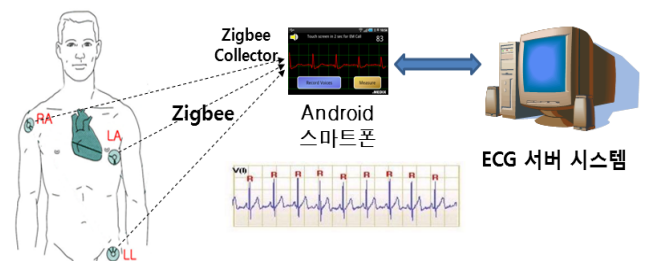
본 연구에서는 Zigbee 통신 기반의 WBAN을 구성하여 중요 생체 신호인 ECG(Electro Cardiogram)을 측정하는데 필요한 센서들과 기기 사이를 무선으로 연결하였다.[3,4] 동시에 전문적인 병원용 ECG 시스템 대신에 개인이 개별적으로 소지하고 있는 스마트폰과 같은 모바일 스마트기기를 사용하여 간편하게 ECG 데이터를 분석, 표시할 수 있는 앱 소프트웨어를 개발함으로써 WBAN 환경에서 이동성과 편리성을 제공할 수 있는 무선 ECG 측정 시스템을 설계, 구현하였다.

2. Zigbee 기반의 WBAN용 ECG 측정 시스템

기존의 병원용 ECG 측정 시스템들에서는 측정용 센서

lead들을 3개에서 24개까지 사용하고 있으며 이들 센서 lead들은 유선의 신호 전송 케이블들을 사용하여 ECG 측정기와 연결된다.

Zigbee 기반의 WBAN용 ECG 측정 시스템은 ECG lead와 ECG 측정기기 사이에 연결되는 신호 전송용 케이블들을 Zigbee 통신 기술을 사용하여 근거리 무선 네트워크를 구성함으로써 무선화 시키고, 고가의 ECG 측정기기 대신에 스마트폰과 같은 이동성과 편리성이 뛰어나면서도 Zigbee를 용이하게 연결할 수 있는, 안드로이드 기반의 스마트폰과 같은 모바일 스마트 기기를 사용한 ECG 측정 시스템이다. 또한 필요한 경우, 내부 메모리에 측정, 저장된 ECG 데이터들을 서버로 전송하여 저장하였다가 필요할 때에 다시 불러올 수 있는 서버 시스템을 연결할 수도 있다. 그림 1은 이와 같은 개념의 Zigbee 기반의 WBAN용 ECG 측정 시스템을 나타내고 있다.



(그림 1) Zigbee 기반의 WBAN용 ECG 측정 시스템

ECG 측정 기기에서, ECG 신호를 추출하는 lead의 위치와 개수는 측정 방법에 따라서 여러 가지가 사용되는데, 본 논문에서는 사지유도 방법 중 3개의 측정점(RA, LA,

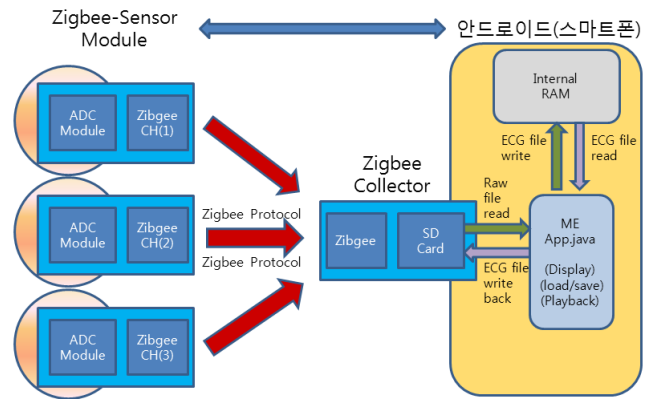
LL 지점)으로부터 유도 신호를 포착, 측정하는 쌍극 유도 방법을 사용한다. 유도가 일어나는 각 lead는 ECG 패드(Pad)와 아날로그-디지털 변환 장치(ADC), 프로세서, 그리고 Zigbee가 포함된 하나의 ECG 송신 모듈로 구성되며, 이를 센서 모듈이라고 한다. 센서 모듈에서 측정되어 전송되는 디지털화된 ECG 데이터들은 Zigbee 컬렉터(Zigbee Collector)라고 하는 수신 모듈을 통하여 수집되고, 이를 스마트폰의 앱 프로그램으로 전송하여 스마트폰의 내부 메모리에 데이터를 저장하고, 필요한 분석을 수행한 다음 스마트폰의 화면에 결과를 보여주게 된다. Zigbee 컬렉터 모듈은 센서 모듈에서 사용된 것과 동일한 프로세서와 Zigbee 칩을 사용한다. 또한 센서 모듈과 컬렉터 모듈은 프로세서 내부 메모리에 각 모듈의 기본적인 동작과 기능을 제어하는 임베디드 프로그램이 내장되어 있다. 송신 모듈의 경우에는 ADC 기능 제어와 Zigbee 송신 기능이, 컬렉터 모듈의 경우에는 송신 모듈들과의 다채널 통신 기능, 스마트폰 메모리간 인터페이스 기능이 포함된다.

3. 시스템 구현

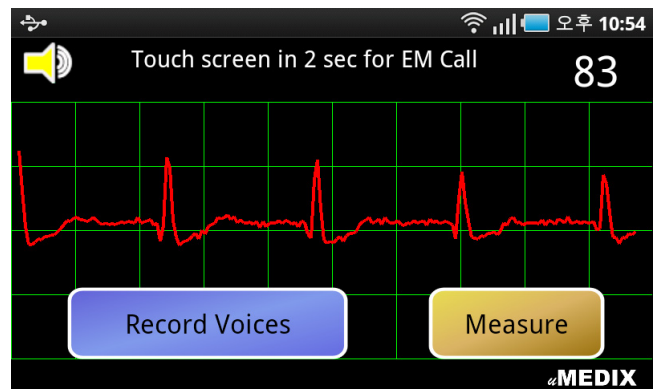
Zigbee 기반의 WBAN용 ECG 측정 시스템은 크게 센서 모듈, 컬렉터 모듈, 그리고 안드로이드용 앱 프로그램의 3가지로 구현되었다. 센서 모듈은 24bit ADC를 내장하고 있는 ADuC824 프로세서 코어와 Zigbee 통신 칩을 하나의 PCB에 단일 모듈로 구현하였으며, ICE(In-Circuit Emulator)에 의하여 임베디드 프로그램이 내장되고 배터리에 의하여 구동된다. 컬렉터는 센서 모듈에서 사용된 것과 동일한 Zigbee 통신 칩과 microSD 카드 어댑터 모듈의 인터페이스를 통하여 모듈의 내부 메모리에 내장된 임베디드 프로그램이 ME(Mobile Equipment), 즉 안드로이드 스마트폰의 앱과 연동된다. 안드로이드 앱은 컬렉터 모듈의 microSD 카드 인터페이스를 통하여 전송되는 데이터를 안드로이드 내부 메모리에 저장함과 동시에 이 실시간 데이터를 사용하여 신호 처리를 수행한 후에 ECG 신호와 신호 정보들을 생성하여 화면에 표시하여 준다. 또한 앱에서 생성된 ECG 데이터를 무선 네트워크를 통하여 지정된 ECG 서버로 전송하거나 필요한 ECG 신호 데이터를 서버로부터 전송받을 수도 있도록 구현되어 있다. 구현에 사용된 ME는 가장 최근에 제공되는 안드로이드 2.2를 지원하도록 되어 있으므로 앱도 안드로이드 2.2를 기반으로 구현되어 있다. 그림 2는 Zigbee 송신 모듈, 컬렉터 모듈 및 스마트폰 앱 구조를 그림 3은 스마트폰 앱 동작 화면을 나타내고 있다.

4. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 ECG 신호 측정을 위한 생체 신호 계측 시스템에서 센서와 기기 사이의 연결 케이블 대신에 Zigbee 기반의 WBAN을 구성하여 데이터 통신을 무선화한 시스템을 개발하였다. 이를 위하여 센서 모듈과 기기 사이의 연결을 Zigbee 송신 모듈과 Zigbee 컬렉터 모듈 사이의 통신으로 구현하고 스마트폰을 사용하여 ECG 데이터를 저장하고 처리, 표시하는 무선 ECG 측정 시스템을 설계 구현 하였다.



(그림 2) Zigbee 송신 모듈, 컬렉터 모듈 및 스마트폰 앱 구조



(그림 3) 스마트폰 앱 동작 화면

이는 단순히 기기와 서버 시스템 사이를 무선 네트워크로 구성하는 개념을 넘어서, 기기 자체를 구성하는 모듈들 사이의 연결을 근거리 무선 네트워크화 하고 스마트폰을 활용한 본격적인 WBAN용 ECG 시스템을 개발함으로써, 낮은 비용으로 효과적인 이동성과 편리성을 제공할 수 있다. 그러나 Zigbee를 기반으로 하는 ECG 시스템에서 실시간 데이터 전송을 수행할 경우, 송신 모듈과 컬렉터 사이에 정확한 송수신 버퍼링이 지원되지 않으면 통신 중에 데이터 손실과 재전송이 발생할 수 있다. 따라서 이후의 연구에서는 송신 모듈과 컬렉터 사이에 통신 손실을 최소화할 수 있는 방법을 연구할 필요가 있다.

참고 문헌

- [1] 이근호, 이기혁, 한호현, "유비쿼터스 컴퓨팅 핸드북", 진한M&B, 2003.
- [2] Adnan Saeed, Miad Faezipour, Mehrdad Nourani, Subhash Banerjee, Gil Lee, Gopal Gupta, and Lakshman Tamil, "A Scalable Wireless Body Area Network for Bio-Telemetry", Journal of Information Processing Systems, Vol.5 No.2, June 2009, pp.77-86.
- [3] 박승창, "유비쿼터스 센서 네트워크 기술", 진한M&B, 2005.
- [4] Ata Elahi, Adam Gschwendner, "ZigBee Wireless Sensor and Control Network", Prentice-Hall, 2010.