

블루투스에 사용한 생체신호의 무선 전송에 대한 연구

이동훈, 장경섭, 김기태
광운대학교 전기공학과
02-940-5148

A Study on wireless transmission of biomedical signal using Bluetooth

D. H. Lee, K. S. Chang, K. T. Kim
Department of Electrical Engineering, Kwangwoon University
ldhspl@explore.kw.ac.kr

Abstract

Data acquisition of biomedical signal is important that can convert health of human body to measurable datas. In this paper, we developed system that can send multiple ECG data, ECG signal in biomedical signals, using Bluetooth wireless transmission. Developed system has several features, total gain of 1000, filtering data for noise reduction in hardware / software parts, portable to carry cause it has small size and battery operation. And system was designed which can measures data in several OS(Windows 2000, Windows CE).

1. 서론

현대사회에서 삶의 질 향상에 따라 건강에 대한 관심이 점차 높아지고 무선 전송 등 통신방식의 발전 등에 따라 간편하게 건강을

측정할 수 있는 방법에 대한 방법에 대한 연구가 진행되고 있다. 생체신호의 측정은 생체신호를 수치화하여 인간이 판독할 수 있는 데이터로 만들기 때문에 그 의미가 있다 할 수 있다. 기존 심전도 신호의 측정 시스템은 유선 측정에 기반하였기 때문에 병원까지 가서 측정을 해야하는 불편함이 있고, 피검사자가 계속 침대에 누워있는 불편함도 있으며 일상생활에서 간헐적 / 불규칙적으로 발생하는 증상에 대해서는 측정이 어려운 점이 존재한다. 본 논문에서는 가장 많이 측정되는 생체신호중의 하나인 심전도 신호를 측정하고 무선전송하고, 휴대성이 용이한 시스템을 제작하였다.

2. 관련이론

1. Bluetooth

블루투스는 10세기 바이킹으로 유명한 헤럴드 블루투스의 이름에서 유래하였다. 헤럴드 블루투스가 덴마크와 노르웨이를 통일하였던 것처럼 블루투스 기술이 서로 다른 통신장치들간에 선이없고 단일화된 연결장치를 이룰 것이라는 의미를 지니고 있다.

블루투스의 장점은 소형이며 저전력, 그리고 데이터 혼선에 대해 신뢰성이 높다는 점이다. 블루투스 1.0b 스펙을 참고하면 블루투스의 주파수 대역은 2.4GHz의 ISM(industrial, scientific, medical) 밴드를 사용하며 최대 전송거리는 10m(추가 출력증폭기 사용시 최대 100m)까지 가능하다.

블루투스에서 하나의 공동마스터와 함께 작동하는 슬레이브들의 집합을 피코넷이라고 하고 모든 장치들은 마스터의 주파수 호핑순번과 시간에 따른다. 블루투스는 짧은 데이터 패킷의 사용과, FHSS(frequency hop spread spectrum) 전송 방식으로 마스터 기기에서 설정한 주파수 호핑 순번과 시간에 슬레이브 기기들을 동기화시켜 동일 주파수 대역의 다른 신호들과의 혼용을 방지한다.

2. 심전도 신호

심장은 피의 펌프 역할을 하는 근육이다. 근육조직이 심장벽을 수축하고 활동전위를 발생시키면 심장은 피를 펌프질한다. 이 전위는 심장으로부터 온몸으로 퍼지는 전류를 발생한다. 퍼지는 전류는 몸의 위치에 따라 전기적인 전위차를 발생시키고, 이 전위는 피부에 접촉하고 있는 표면 전극을 통해서 검출되고 기록할 수 있다.

3. 본론

3-1. 하드웨어 제작

인체로부터 측정된 생체신호는 수 mV 범위를 갖기 때문에 Tx 보드의 ECG 측정부에 의해 증폭 / 필터링 되어야 한다. 하드웨어적으로 구현하기 위하여 Analog Devices 사의 AD620 instrument amplifier를 사용하여 5배를 전단증폭하고 다시 동일회사의 op-77 op-amp를 사용하여 200배 증폭한다. 따라서 본 시스템의 총 이득은 1000배이며 이는 수 mV 범위로 측정되는 생체신호를 수V 단위로 증폭하여 analog to digital conversion한다. 생체신호에서 부가적으로 측정될 수 있는 노이즈와 오프셋을 제거하기 위하여 high-pass / low-pass filter를 저항과 커패시터를 사용하여 구현하여 대역통과 필터를 제작하였다. high-pass filter는 offset(DC)을 제거하기 위하여 0.5Hz 이상을 통과시켰으며,

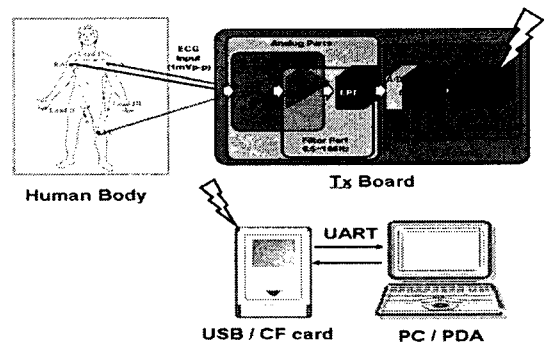


그림 140 전체 시스템 블록 다이어그램

low-pass filter는 생체신호가 아니라 추정되는 부분을 제거하기 위하여 106Hz를 cut-off frequency 로 설정하였다. 필터링된 신호는 PIC12C671 마이크로 컨트롤러를 사용하여 analog to digital conversion 되었으며 변환된 데이터는 UART serial protocol로

삼성전기의 블루투스 모듈 BTMZ5012A0에 전달된다. 블루투스 모듈은 전달된 데이터를 수신 Bluetooth 장치에 전달하고 이를 PC / PDA에서 구현한 software로 데이터를 수신한다.

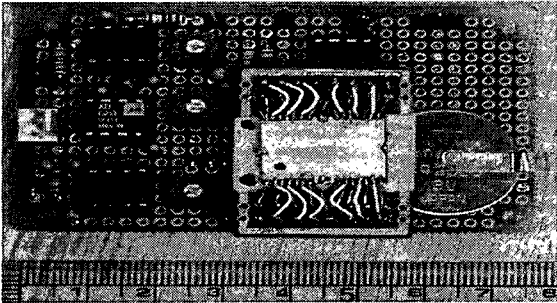


그림 141 제작 하드웨어

3-2. 마이크로컨트롤러 소프트웨어 제작

PIC12C671 마이크로 컨트롤러의 소프트웨어는 어셈블리 프로그램 언어를 사용하여 제작되었다. 핀설정 등에 관련된 레지스터를 설정한 뒤 analog to digital conversion interrupt가 발생할 때 까지 프로그램은 대기한다. 인터럽트 발생 후 측정된 데이터를 UART로 전송한다. A/D conversion 시간은

$$F_s = \frac{1}{(T_{Sampling} + T_{UART})} \dots\dots\dots(식$$

1)

로 나타낼 수 있고 샘플링 시간은 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$T_{Sampling} = T_{AmplifierSetting} + T_{capacitor\ Charging\ Time} + Const_{Temperature} = 5us + 5.724us + 0 = 10.724 \dots\dots(식$$

2)

총 데이터 전송시간은

$$T_{send} = T_{bit\ send} \times 10 \text{ (start, A/D 8bit, stop bit)} = 104us \times 10 \text{ bit} = 1040us \dots\dots\dots(식3)$$

위의 식2, 3을 식 1에 대입하여 analog to digital conversion Frequency를 구하면

$$F_s = 1/(10.724us + 1040us) = 1/1050.724us = 951.7Hz \dots\dots\dots(식$$

4)

의 전송속도로 analog to digital 하였다.

3-3. 윈도우즈 프로그램의 제작

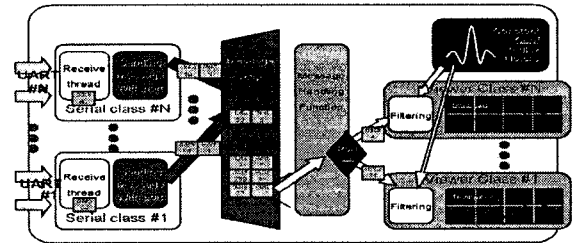


그림 142. 윈도우즈 프로그램 블록 다이어그램

윈도우즈 프로그램은 Microsoft Windows 2000, Microsoft Windows CE 3.0 두가지 개발환경에서 개발하였다. PC 기반 OS인 Windows 2000에서의 프로그램은 Microsoft Visual C++ 6.0으로 프로그래밍하였고, PDA 기반 OS인 Microsoft Windows CE 3.0에서의 프로그램은 Microsoft Embedded Visual C++ 3.0을 사용하여 제작하였다. serial port에서 얻어지는 데이터를 수신 serial class에서 receive 역할을 하는 스레드가 수신하고 이 데이터를 윈도우즈 메시지로 데이터 값과 port 번호를 함께 넘겨주게 된다. 이 메시지

를 핸들링하는 함수가 이 메시지를 차례차례 해독하여 각각의 뷰어 클래스로 데이터를 넘겨준다. 넘어온 데이터에 존재하는 60Hz 노이즈는 FIR filter를 사용하여 제거하였고, 계수를 계산하기 위해 Mathworks사의 Matlab을 사용하였다. 필터링된 데이터는 차례차례 화면에 업데이트 되며 이 데이터를 파일로 기록한다.

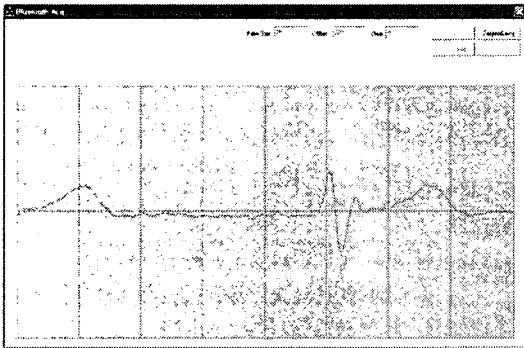


그림 143 수신 데이터(PC)

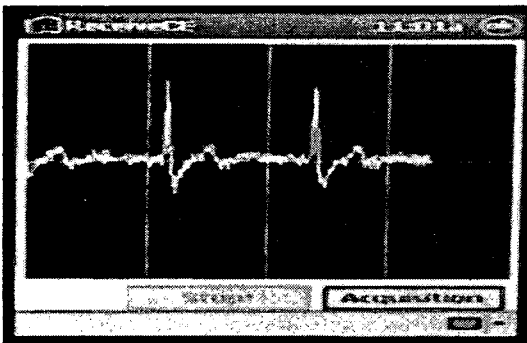


그림 144 수신 데이터(PDA)

4. 결론

본 논문에서는 인체의 건강을 수치적으로 나타낼 수 있는 생체신호 중에서도 심장질환의 진단과 발견, 수술시의 감시, 중환자의 감시등에 사용될 수 있는 심전도 신호를 블루

투스 기술을 사용하여 다중전송하는 시스템을 설계하였다.

시스템 전체 이득은 1000배이고, 통과대역은 0.5 ~ 106 Hz이며, analog to digital 변환시 sampling rate는 951Hz이고 양자화 레벨은 8bit를 할당하였다. PDA와 PC에서 호환이 가능하도록 Microsoft Emvedded C++ 3.0과 Visual C++ 6.0으로 프로그램하여 시스템의 호환성을 높였다.

본 시스템을 이용하여 환자의 원격진료, 실버타운 등지에서의 중환자 감시, 병원내에서의 원격 환자감시 등 공간적 제약을 줄일 수 있으며, PDA를 사용한 이동중 진료에 사용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Joseph J.Carr, John M. Brown, "Introduction to Biomedical Equipment Technology", 1993 by Prentice-Hall.
- [2] Albert Paul Mlvino, "Electronic Principles, Sixth Edition", 1999 by McGraw-Hill.
- [3] Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer, "Discrete-time Signal Processing, Second Edition", 1999 by Prentice-Hall.
- [4] Douglas Boling, "Programming Microsoft Windows CE, Second Edition", 2002 by Microsoft Press.
- [5] Jennifer Bray, Charles F Sturman, "Bluetooth connect without cables", 2001 by Prentice-Hall.