

휴대용 ECG 측정 디바이스 설계 및 구현

장승완*, 왕창원*, 호종갑*, 김대겸*, 김영*, 민세동*
순천향대*

Implementation of a Portable ECG Measurement Device

Seung-Wan Jang*, Changwon Wang*, Jong Gab Ho*, Dae Gyeom Kim*, Young Kim*, Se Dong Min*
Soonchunhyang University*

Abstract - 본 연구에서는 휴대용 ECG(Electrocardiogram) 측정 디바이스에 대한 회로를 설계하고 구현하였다. 휴대용 ECG 측정 디바이스의 ECG 검출 및 신호 증폭을 위해 저역통과필터, 계측증폭기, 고역통과필터, 연산 증폭기로 회로를 설계하였다. 또한, 휴대성을 높이기 위해 한 손가락으로 측정 가능한 사이즈로 외관을 제작하였다. 설계 및 구현된 디바이스는 FLUKE(USA)사의 ProSim 4를 통해 발생된 ECG 신호를 측정하였으며 오실로스코프로 신호 파형을 확인하였다. 그 결과, ECG 신호가 정상적으로 측정 가능하다는 것을 확인할 수 있었다. 향후 연구에서는 본 연구의 결과를 토대로 ECG 신호 측정 알고리즘을 개발하고, 나아가 PPG 신호도 동시 측정이 가능한 휴대용 측정 디바이스를 개발하여 부정맥(Cardiac dysrhythmia)을 예측하고 관리 할 수 있는 시스템을 개발할 것이다.

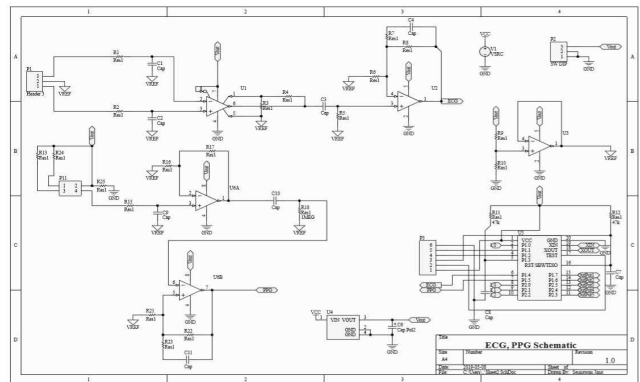
(High pass filter)를 배치하였다. 마지막으로 TI Instrument(USA)사의 OPA342 연산증폭기(OP-AMP)를 통해 최종 ECG 신호가 출력되도록 하였다.



〈그림 1〉 휴대용 ECG 측정 디바이스 블록도

그림 1의 블록다이어그램을 기반으로 회로도를 설계 및 제작하였다. MCU(Micro Controller Unit)는 TI Instrument(USA)사의 MSP430G2553를 사용하였다. 회로도의 동작 전압은 3.3V이며, 증폭되어 출력되는 신호가 포화상태가 되지 않도록 Rail to Rail 소자들을 사용하였다.

블록다이어그램의 순서에 따라 설계된 회로도는 그림 2에 나타내었다. 회로도 설계 시 사용된 툴은 Altium(USA)사의 Altium desinger 이다.



〈그림 2〉 휴대용 ECG 측정디바이스 회로도

휴대용 ECG 측정디바이스에 사용된 배터리는 3.7V 리튬폴리머 배터리를 사용하였고, 3.3V로의 전압강하를 위해 Microchip(USA)사의 TC1108-3.3V Regulator를 사용하였다. 계측증폭기, 연산증폭기는 +3.3V와 0V의 단전원(Single Power Supply)의 DC 공급전압에 의해 구동되도록 개발하였다. 단전원을 사용하기에 기준점을 따로 지정해 주어야한다. 이를 위해 ECG 전원부는 전압 강하를 위한 Regulator와 전압분배법칙에 기반을 두어 연산증폭기를 사용한 기준점을 지정해주었다. 전압분배에 사용된 저항의 값은 각각 10kΩ을 적용하였다.

그림 2의 회로도를 기반으로 디자인된 PCB는 그림 3과 같다. 디자인된 PCB 회로는 약 53 x 35 mm으로 그림 3과 같이 디자인 되었다. 입력 신호는 1mV 미만의 신호이기에 입력 중 노이즈에 대한 영향을 받을 수 있다. 노이즈의 영향을 최소한으로 받기 위하여 계측증폭기로 들어가는 길이를 8.6mm로 PCB 디자인을 하였다. 또한 계측증폭기 입력 시 두 입력의 길이가 다를 경우 시간의 차이에 의해 신호의 왜곡 현상이 발생할 수 있기 때문에 두 입력의 길이가 동일하게 적용되도록 제작하였다. 그

1. 서 론

개인의 건강관리에 대한 관심이 커짐에 따라 간편하게 ECG를 측정하고 관리할 수 있는 기술들은 꾸준히 발전되어 왔다[1]. ECG 신호의 경우, ECG 데이터를 통해 심혈관계 질환(cardiovascular disease)을 예측하는 연구를 수행하였다[2]. 심장 질환은 국내 사망원인 중 가장 많은 비중을 차지하는 질환 중 하나이며 지속적으로 매년 사망률이 증가하는 추세이다. 또한 심장질환은 한번 발병하면 성공적인 수술 후에도 재발률이 높아 치료 이후에도 지속적인 관리가 필요하다. 심장질환은 평상시에는 증상을 느끼지 못하지만 증세가 급격하게 악화되어 급성 심장지로 이어지기도 한다. 이에 간편하게 ECG를 측정하여 심장 질환을 예방하는 것은 중요하다[3].

현재 시장에서 판매 중이거나 상용중인 ECG 측정 디바이스들은 의료기관에서 사용하는 기기들이 대부분이다. ECG 홀터와 같은 경우도 24시간 전극을 부착하여 측정해야 하는 불편함이 있다. 또 한 기존의 ECG 측정기기는 220V 전원으로부터 전력을 공급받고 무게가 무거웠다.

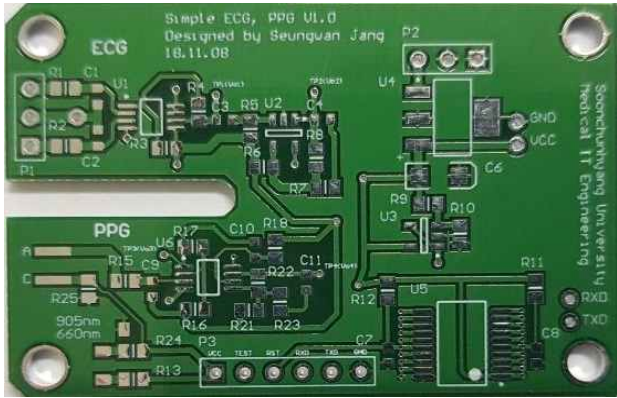
본 연구에서는 기존 연구의 한계를 극복하기 위해 회로도 53 x 35mm이며, case는 49 x 112 x 61.2mm로 디자인되었다. 사용자가 ECG 측정 시 전극을 부착 하지 않고 손가락을 이용하여 간편하게 측정 할 수 있는 측정 디바이스를 설계 및 구현 하고자 한다.

2. 본 론

2.1 휴대용 ECG 측정 디바이스 회로도 설계

본 논문에서는 ECG를 측정하기 위해 소형의 ECG 측정 디바이스를 개발하였다. ECG 신호 외의 잡음을 제거하고자 차단주파수 150Hz 저역통과필터(Low pass filter)를 통해 ECG 주파수 대역 이외의 고주파를 차단하여 잡음을 제거하였다. 입력 단은 높은 입력 임피던스와 높은 공통모드제거비(Common Mode Rejection Ratio)를 가지는 TI Instrument(USA)사의 IN331 계측증폭기(Instrumentation Amplifier)을 사용하여 입력을 받도록 하였다. DC 성분을 차단하고 ECG 주파수 대역(0.1 ~ 150Hz) 이외의 저주파를 차단하기 위해 차단주파수 0.1Hz 고역통과필터

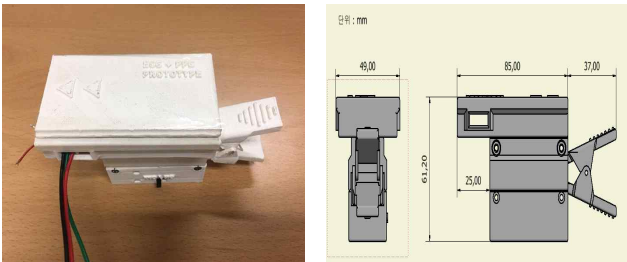
리고 휴대성을 고려하여 대부분의 소자들은 SMD(Surface Mount Device) 유형을 사용하였다. 공급 전압은 Regulator를 통하여 동일하게 공급되며, 추후 ADC를 위해 MCU도 보드 자체에 내장 하였다.



〈그림 3〉 휴대용 ECG 측정디바이스 PCB 회로

2.2 3D print

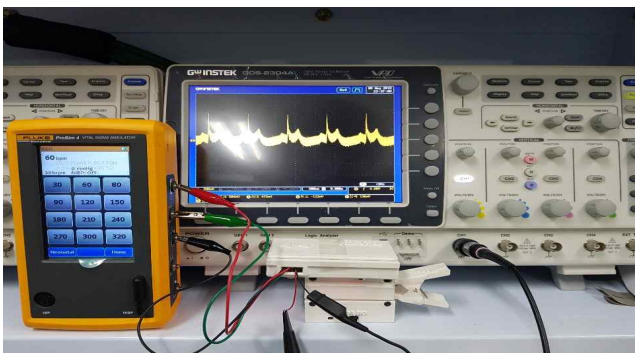
외부 잡음 및 충격으로부터 휴대용 ECG 측정디바이스를 보호하기 위해 AUTODESK(USA)사의 Inventor CAD tool을 이용하여 클립형태의 case를 제작하였다. 제작한 case는 총 7개의 part로 구성되어 있다. 손가락에 착용하여 신호를 측정 할 수 있도록 그림 4와 같이 디자인 되었다.



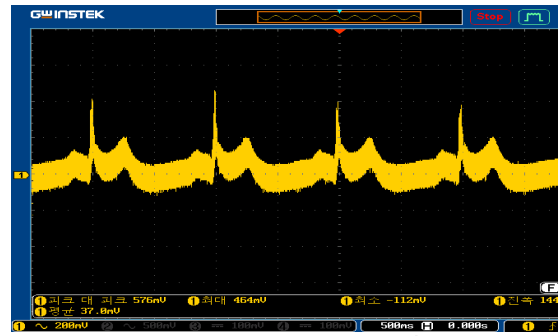
〈그림 4〉 휴대용 ECG 측정 디바이스 외관 케이스 디자인

2.3 측정 결과

제작된 PCB 기판을 외관 case에 결합 한 뒤 ECG 신호 측정 실험을 수행하여 신호출력에 대한 결과를 확인하였다. 본 디바이스에서 발생하는 ECG 신호는 상용 생체신호 측정기기인 FLUKE(USA)사의 Prosim 4를 통해 ECG 신호를 측정하였으며, ECG 측정 방식은 흉부유도방식이 아닌 표준사지유도 방식을 사용하였다. ECG 신호 측정 환경은 그림 5와 같이 구성하였으며, GW instek(Taiwan)사의 GDS-2304a 오실로스코프를 통해 제작된 ECG 측정 디바이스의 출력 신호를 확인한 결과 ECG 신호를 정상적으로 측정한다는 것을 그림 6을 통해 알 수 있었다.



〈그림 5〉 휴대용 ECG 측정 디바이스 기반 ECG 신호 측정



〈그림 6〉 ECG 신호 측정 결과

GW instek(Taiwan)사의 GDS-2304a 오실로스코프를 통해 ECG 신호를 확인 한 결과, 휴대용 ECG 측정 디바이스가 ECG를 감지하여 증폭 후 출력 하는 것을 볼 수 있었다.

3. 결 론

본 논문에서는 휴대용 ECG 측정 디바이스를 설계 및 구현하였다. 설계한 ECG 측정 디바이스는 휴대성을 고려하여 충전 후 재사용이 가능한 리튬 폴리머 배터리를 선정하여 사용하였으며 한손으로도 휴대 가능한 사이즈는 49 x 112 x 61.2mm로 제작 하였다.

구현한 디바이스를 통해 데이터를 측정 시 전반적인 신호에 노이즈가 발생하는 것을 확인 하였지만, P, Q, R, S, T파에 대한 정보는 측정이 가능하다. 노이즈의 원인은 기준점으로 잡아준 전압에 의해 노이즈가 발생했을 거라 판단된다. 이러한 노이즈를 없애기 위해 피크검출기를 사용하여 검출된 신호의 최대치를 출력하여 노이즈를 제거 할 예정이다.

향후 연구에서는 기능성을 높이기 위해 발생했던 ECG의 잡음에 대한 요소를 확인 및 제거하는 연구와 본 디바이스에서 PPG를 측정 하여 두 개의 신호를 동시에 측정이 가능한 휴대용 디바이스를 개발할 예정이다. ECG와 PPG 신호를 이용하여 맥파 전달 시간 PTT(Pulse Transit Time)를 산출한다. 측정된 데이터는 사용자가 어플리케이션을 통해 확인하여 부정맥을 예측 하고 관리 할 수 있는 시스템을 개발할 것이다.

감사의 글

“본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학 ICT연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음”(IITP-2019-2014-01-00720)

“본 연구는 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단 바이오 의료기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임”(NRF-2015M3A9D7067388)

[참 고 문 헌]

[1] 최원철, 최경태, & 이인수. 노이즈 제거 알고리즘을 적용한 전도성 섬유 기반 손목형 ECG 시스템의 구현. 한국정보기술학회논문지, 16(8), 11-18. (2018).
 [2] Yoon, S. J., Kim, G. J., & Jang, C. S. Classification of ECG arrhythmia using discrete cosine transform, discrete wavelet transform and neural network. The Journal of the Korea institute of electronic communication sciences, 7(4), 727-732. (2012).
 [3] 송명길, & 박광민. 9V 초소형 심전도계의 설계 및 구현. 한국산학기술학회 논문지, 9(5), 1130-1133. (2008).