

Ag/AgCl 박막을 이용한 ECG 및 온도 측정용 무선센서

임진희, 남효덕*, 정우철**

영남대학교, 영남대학교 전자정보공학부*, 포항산업과학연구원**

ECG & Temperature Measurement Wireless Sensor used Ag/AgCl Thin-Film

Jin-Hee Lim, Hyo-Duck Nam* and Woo-Chul Jung**

Yongnam UNIV, Research Institute of Industrial Science & Technology**

Abstract : In this paper, we developed an integrated miniaturized device which acquires and transmits the signal of ECG an interested heartbeat and body's temperature. Electrocardiogram(ECG) is a recording of the electrical activity on the body surface generated by heart. ECG & temperature measurement is collected by wireless sensor (for Ag/AgCl Thin-Film) placed at designated locations on the body. It is that dual wireless sensor will apply variously to Ubiquitous & Healthcare System.

Key Words : ECG, Temperature, RF system, Network system

1. 서론

최근 정보통신 기술의 발전에 따라 유비쿼터스 환경을 기반으로 하는 응용 서비스들을 바탕으로 생활의 많은 변화를 발생하고 있다. 또한 인간의 건강한 삶을 위한 u-헬스케어 프로그램과 의료정보 서비스에 대한 수요가 급증하고 있다. 이 분야에서 측정대상이 되는 것 중 인체의 심전도를 감지하고 측정하는 센서 데이터 처리 기술 및 체온의 monitoring이 그와 관련된 연가가 다수 진행되고 있다[1]. 본 연구에서는 Ag/AgCl 박막을 이용한 ECG Electrode 및 온도측정용 센서를 제작을 한 후 주요한 측정 대상이 되는 심전도 및 체온에 대한 데이터를 효과적으로 검출하고, 무선 기반의 원격측정 시스템을 설계하여 그 특성을 비교 분석하였다.

2. ECG 및 온도 측정용 무선센서 시스템

본 연구에서 설계한 ECG 및 체온 검출용 센서 시스템은 두개의 주요한 부분으로 구성된다. 먼저 ECG 및 체온을 검출하기 위한 센서 및 아날로그 신호 처리회로를 이용하여 해당되는 생체신호를 검출한 후 이를 신호처리하고, 무선전송하기 위한 회로를 추가하였다. ECG 및 체온을 검출하기 위하여 그림 1의 전극 구성을 설계하였다.

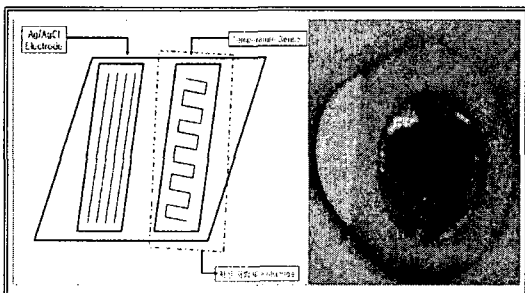


그림 1. 제작된 ECG 및 온도센서의 구조

온도 센서는 Ag/AgCl 전극과 Polyimide를 이용한 온도센서를

제작하였다. ECG 전극의 원리는 박막형 Ag/AgCl 전극을 이용하였다[5]. 온도센서의 기본 구조는 MEMS(Micro-Electro-Mechanical-System)기술을 이용하여 제작된 실리콘 Membrane 위에 Polyimide를 감습막으로 하는 형태로 제작하였다.

이러한 센서로 검출되는 생체신호는 매우 미약하고 외부 노이즈의 영향을 많이 받으므로 적절한 아날로그 회로를 이용하여 처리에 용이한 신호세기로 변환하여야 한다. 사용한 변환회로의 구성을 그림2에 나타내었다[2][3].

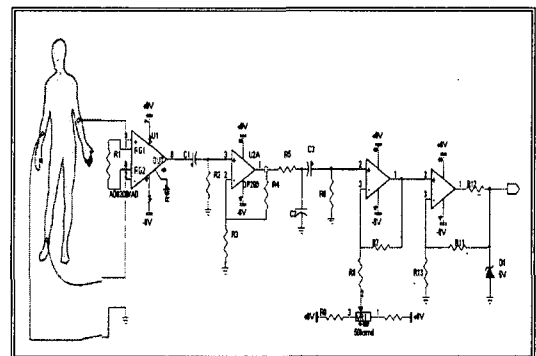


그림 2. ECG circuit

ECG는 심장벽을 형성하는 근세포가 수축할 때 발생하는 활동전위는 심장으로부터 온몸으로 퍼져 전류를 일으킨다. 몸 전체로 퍼진 전류는 전류의 몸의 위치에 따라서 전위차를 발생하며, 이 전위를 전극을 통해 검출하여 알 수가 있다. ECG 신호의 효과적인 검출과 잡음처리를 위하여 필터를 통해서 외부노이즈를 제거하였다.

잡음제거를 위한 식으로는 다음과 같다.

$$G = 49.4k\Omega / R_1 + 1 \quad (1)$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC} \quad (2)$$

$$G = 1 + R_2 / R_2 \quad (3)$$

공통모드 노이즈 제거를 위해 차동증폭 기법을 사용하였고(1), Low-Pass-Filter와 High-Pass-Filter를 이용하여 원하지 않는 주파수를 제거하였다(2).

미세한 신호를 잡기 위해서는 증폭기를 사용하여 신호를 증가시켜줘야 한다(3). Off-set 조정을 위해서 조절단자를 구성하여 설계한다[4][7].

전극의 부착 위치는 왼쪽다리(LL), 오른쪽 팔(RA), 오른쪽 다리(RL)부분이며, LL은 amplifier의 +IN 입력단자에 연결시키고, RA은 amplifier의 -IN입력 단자에 연결시킨다. 마지막으로 오른쪽다리(RL)는 접지로 연결시킨다. 전원은 ±5V를 넣어야 하고, 전류는 0.3A이하로 제한되어야 한다.

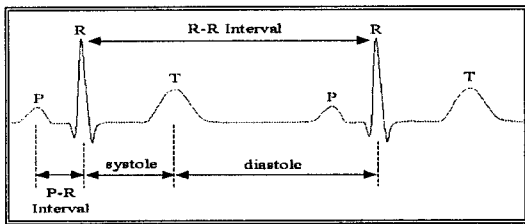


그림 3. 일반적인 ECG 파형

그림3에서 R-R 구간이 심장박동비율이다. P파는 심방의 수축을, QRS 복합파 심실의 수축을, 그리고 T파는 불응기를 나타낸다. PR파는 150-200ms, QRS 복합파 90ms, systole 세그먼트는 50-150ms의 시간주기가 필요하다.

다음의 식은 심장박동수를 구하는 식이다[2].

$$HR = \frac{60000}{R-R} (bpm) \quad (4)$$

온도측정은 열 확산 압 저항체가 사용되며, 온도에 따른 이 저항성분의 변화량이 전기적인 출력으로 나타나게 된다. [6]

온도에 관한 일반적인 저항체의 수식들을 나타내면 다음과 같은 온도에 관한 식을 가진다.

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha t) \quad (5)$$

$$\alpha(t) = \frac{1}{\rho_0} \frac{d\rho(t)}{dt} \quad (6)$$

위 식(1),(2)에서 나타낸 α 는 저항체의 온도계수(temperature coefficient)이며 저항 값이 온도에 따라 변화하는 변화율을 의미한다. ρ 는 고유저항 또는 저항률이라고 하며 ρ_0 는 0°C에서의 저항률을 의미한다. 식 (2)는 온도계수를 저항률에 관해 나타낸 식으로 위의 식에서 나타낸 것과 같이 온도에 따라 저항 값이 변하는 고유의 저항률 ρ 와 온도계수에 따라 그 변화량이 결정된다.

무선 환경을 이용한 생체신호의 처리를 위하여 그림3의 시스템을 구성하였으며 400Mhz 대역의 RF 통신방식을 이용하여 Data를 전송하도록 구성하였다. 이때 얻어지는 신호의 출력은 그림4와 같다.

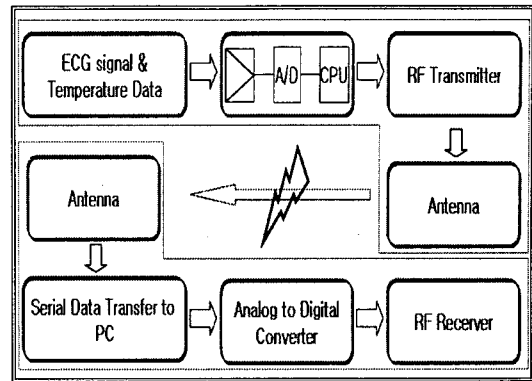


그림 4. 전체 시스템 구성도

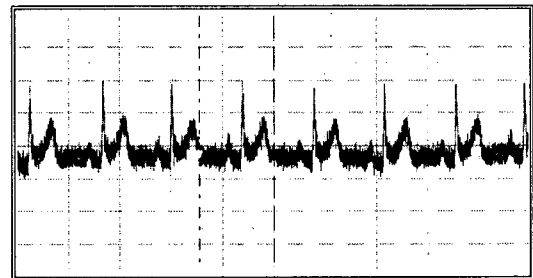


그림 5. ECG의 출력파형

이와 같이 ECG의 검출의 경우 심박동에 의한 생체신호의 검출이 가능하며 이를 RF를 통한 무선sensor system에 접속하는 경우, u-헬스케어 등의 분야에 효과적으로 활용할 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 신체의 심전도와 온도를 측정을 동시에 할 수 있는 센서를 제작하여 이를 이용한 동작 평가를 통해 다양한 응용이 가능함을 확인하였다. 이러한 실험 및 분석들을 통해 실내공간뿐만 아니라 외부에서도 쉽게 직접적인 측정이 어려운 환경에 유비쿼터스 및 헬스케어 시스템에 다양한 적용이 가능할 것으로 생각된다.

참고 문헌

- [1] 이충섭, 정창원, 주수원 "홈 네트워크 서비스 및 모니터링을 위한 헬스케어 정보 구축 및 활용" 원광대학교.
- [2] Ping He, Ph.D., P.E. "Electrocardiogram(ECG)".
- [3] AD620, OP290 Data Sheet revision F.Analog Devices, Inc, ©2003.
- [4] 장인배, "생체신호계측", 강원대학교 공과대학 기계-메카트로닉스공학과.
- [5] 정호(2004). MEMS기술을 이용한 일회용 마이크로 불용형 pH센서 제작과 그 특성, 영남대학교 석사학위논문.
- [6] 차부상(2005). MEMS 기술을 이용한 온도도 복합센서 제작 및 무선 측정 시스템 설계, 대구대학교 석사학위논문.
- [7] Robert F.Coughlin and Frederick F. Driscoll "Operational Amplifiers and Linear Integrated Circuits".