

## 유·무선 통신망을 이용한 휴대용 심전도계 구현

\*김상득, \*배용욱, \*\*박준홍, \*구자현, \*서희돈  
\*영남대학교 전자공학과, \*\*(주)텔레케어코리아  
전화 : 053-810-1520 / 핸드폰 : 019-433-2643

### Implementation of a Portable ECG Recorder Using Wire and Wireless Communication Network

\*Sang-Deuk Kim, \*Young-Wuk Pae, \*\*Jun-Hong Park, \*Ja-Heon Gu, \*Hee-Don Seo  
\*Department of Electronic Engineering Yeungnam University, \*\*Telecarekorea Inc.  
E-mail : ksdksd@netian.com

#### Abstract

In this paper, we designed a portable ECG Recorder which can transmit collected ECG data using wire and wireless communication network. The portable ECG recorder is characterized by the small-sized and the low-power consumption. The ECG data is transmitted to a hospital using internet or PSTN. We designed the protocol in order to transmit safely. The portable ECG recording system will contribute largely to telemedicine for a cardiac patient.

서, 만성 질환자 등을 대상으로 하는 재택 진료와 의료서비스 낙후지역에 관련된 많은 실험들이 이루어지고 있다[2][3].

본 연구에서는 만성 심장 질환자에 대한 원격의료 서비스를 제공할 수 있는 휴대용 심전도계를 제작하고, 실제 환경에서 유·무선 통신망을 이용하여 실험하였다. 연구의 중요관점은 이동 중에도 심전도 측정이 가능하고 휴대가 용이하며, 장시간 사용할 수 있는 휴대용 심전도계를 제작하고, 현재 존재하는 유·무선 통신망에 적합한 통신 프로토콜을 설계하여, 심전도 데이터를 의료기관으로 전송하는 실험을 하였다.

#### I. 서론

평균 수명의 연장에 따른 인구 분포의 고령화와 의료 수혜 욕구의 증가로 인하여 새로운 형태의 의료서비스가 요구되게 되었다. 이러한 의료산업의 새로운 요구는 통신기술과 컴퓨터의 비약적인 발전으로 인해 가능하게 되었고, 그래서 새롭게 등장한 것이 원격 의료이다[1]. 원격 의료는 의료서비스가 취약한 지역에서 의료복지의 해결책으로 응용되어, 지방중소병원과 도시의 중앙병원사이의 진보된 정보교환의 역할을 수행하기도 한다.

최근 Tele-Home Health Care의 개념이 도입되면

#### II. 본론

##### 2.1 심전도 원리

심전도(Electrocardiogram : ECG)는 심장에서 발생된 전위의 변화를 몸의 표면에서 기록하여 그래프로 나타낸 것이다. 이러한 변화는 그림 1에서와 같이 P,Q,R,S,T,U로 나타내지는 일련의 파형과 이 파형들 사이에서 이루어지는 일련의segment와 interval로 구성된다[4].

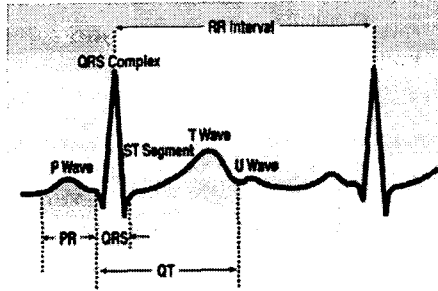


그림 1. 심전도 파형

2.2 휴대용 심전도계

심전도는 0.05Hz에서 100Hz 주파수대역 사이에 존재하는 수mV 미만의 아주 작은 신호이다.

심전도 측정 시 외부 잡음 요인으로는 환자의 움직임에 의해 발생하는 근잡음과 전극의 접촉 불량에 의한 인위잡음(artifact), 60Hz 전원잡음, 전자기기에서 유도되는 고주파 잡음 등이 있다[5].

이 모든 것을 고려하여 제작한 휴대용 심전도계의 블록 다이어그램은 그림 2와 같다.

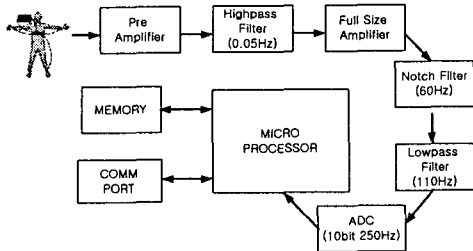


그림 2. 휴대용 심전도계의 블록 다이어그램

심전도 신호의 증폭은 두 번으로 나누어서 증폭을 하는데, 이는 전극간의 큰 전위차로 인하여 심전도 신호가 크게 증폭되어, 신호 대역을 벗어나는 문제를 방지하기 위하여 먼저 전치증폭기단에서 10배를 증폭하고 고역 통과필터로 DC성분을 제거한 후 다시 100배 증폭한다.

제작된 심전도계는 노치 필터와 저역 통과필터를 사용하여 외부에서 유입되는 잡음을 제거하였다.

2.3 데이터 전송 방법

휴대용 심전도계로 저장된 심전도 데이터를 의료기관으로 전송하는 방법은 그림 3과 같이 컴퓨터 매체로 하여 인터넷망 또는 공중전화망을 이용하는 것

이다. 휴대용 심전도계와 컴퓨터의 연결은 RS-232C 케이블 또는 무선 송신기를 이용하였다.

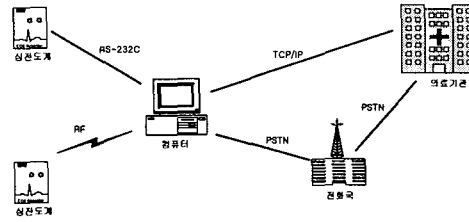


그림 3. 유·무선 통신망을 이용한 심전도 전송 방법

2.4 통신 프로토콜

측정한 심전도 데이터를 의료기관으로 전송하는 도중 데이터의 손실이 발생할 경우 부정확한 심전도 판단을 야기 시킬 수 있다. 이러한 경우 오진으로 이어질 수 있으므로, 심전도의 전송에 있어서 손실 없이 의료기관으로 심전도를 전송하는 것은 매우 중요하다.

이를 해결하기 위하여 에러 검출 능력이 뛰어난 순환중복검사(Cyclic Redundancy Check : CRC)와 전송 에러가 발생할 경우 재전송을 요청해 에러 복구 기능이 있는 국제 표준 프로토콜인 HDLC (High-level Data Link Control)을 응용하여 프로토콜을 설계하였다[6].

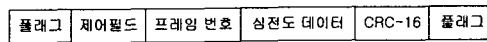


그림 4. 심전도 전송 프레임

그림 4는 설계된 프로토콜에서 심전도 전송 프레임의 나타낸 것이다.

2.5 수신 프로그램

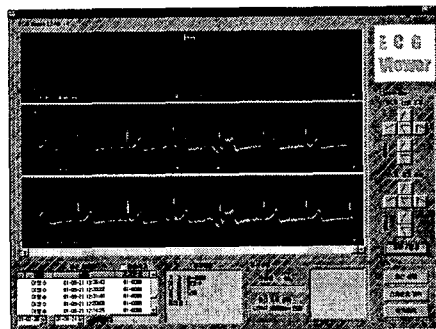


그림 5. 수신 프로그램

그림 5는 휴대용 심전도계에서 전송되어 오는 심전도 데이터를 수신 받아 저장하고, 그 데이터를 모니터에 심전도 파형을 표시하여, 심전도 파형을 판독하기 위한 프로그램이다. 수신된 심전도를 분석하기 위하여 심박수는 매우 필요한 정보이다. 심박수를 계산하기 위해서는 QRS 영역을 검출하여 분당 QRS 수로 심박수를 계산하였다. 심박수 계산에 이용된 QRS 검출 알고리즘은 구현이 간단하면서 검출율이 뛰어난 신호의 크기와 미분을 응용한 방법을 사용하였다 [7].

2.6 결과

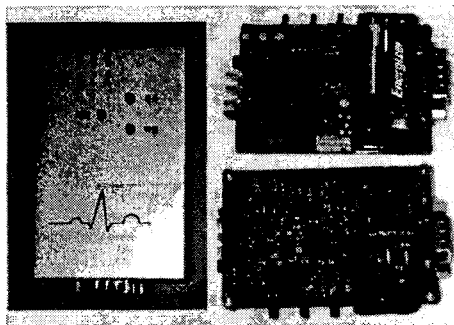


그림 6. 제작된 휴대용 심전도계

그림 6은 실제 제작된 휴대용 심전도계의 사진이다. 제작된 심전도계의 제품 사양은 다음과 같다.

- ① 1 채널(lead I, II, III 선택) 심전도 측정
- ② 10bit 분해능, 250Hz 샘플링
- ③ 90초간 데이터 저장 가능
- ④ 크기 : 58mm × 83mm × 19mm
- ⑤ 무게 : 90g(건전지 포함)
- ⑥ 소비전력 : 250mW
- ⑦ 사용시간 : 연속사용 12시간

휴대용 심전도계의 임상실험은 현대병원의 입원 환자 15명과 일반인 20명을 대상으로 하였다.

심전도 측정은 일반인의 경우 정지상태인 경우, 제자리에서 상체만 움직인 경우, 도보로 이동중인 경우, 뛰어서 이동중인 경우를 각각 측정하였고, 환자의 경우 몸이 불편한 관계로 정지 상태인 경우만 측정을 하였다.

그림 7은 일반인을 측정된 심전도 파형이고, 그림 8은 환자를 측정된 심전도 파형이다. 전문의에 의한 심전도 파형의 판독은 뛰어서 이동 중인 경우를 제외한 모든 경우에 대하여 가능하였다.

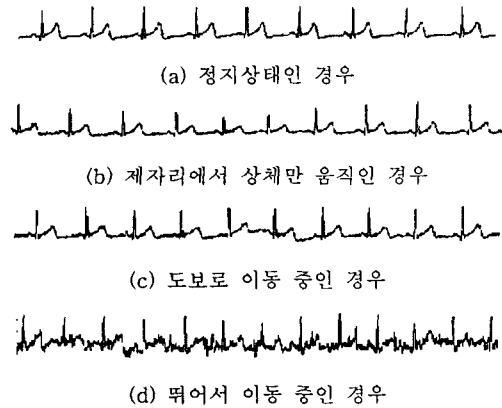


그림 7. 일반인의 심전도 파형

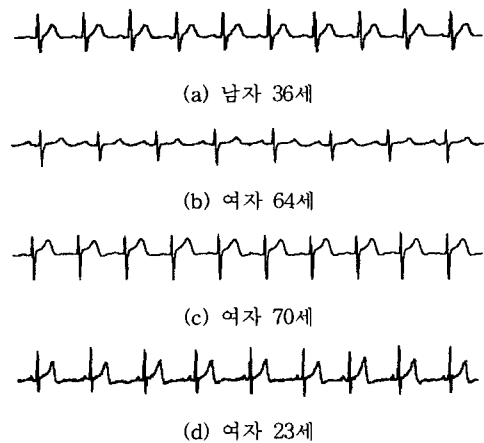


그림 8. 환자의 심전도 파형

III. 결론

본 연구에서는 원격 의료 시스템의 일종인 유·무선 통신망을 이용한 휴대용 심전도계를 제작하고, 실제 환경에서 실험하였다.

제작된 휴대용 심전도계는 이동 중에도 휴대가 용이하도록 소형, 경량(90g)이며, 저전력(250mW) 회로 설계로 연속사용시간이 12시간 유지될 수 있었고, 신뢰성 있는 데이터 전송을 위한 통신 프로토콜을 설계하여 의료기관으로 데이터 전송 실험을 하여 신뢰성 있는 데이터를 얻을 수 있었다.

심전도 데이터를 수신 받고, 수신된 심전도 데이터를 분석할 수 있는 수신프로그램을 제작하여 휴대용

심전도계를 이용하여 임상실험 데이터를 수신 받아 전문의에 의하여 심전도 파형을 분석한 결과 대상의 움직임이 아주 심한 경우를 제외하고는, 거의 정확한 판독이 가능하였다.

본 연구를 통해 만성 심장 질환자가 의료기관에 직접 찾아가지 않고 가정이나 직장 등 장소에 제약을 받지 않고 어디서든 심전도를 측정하여 의료기관으로 전송함으로써, 환자가 자주 의료기관을 찾아가야 하는 불편함을 줄일 수 있어, 보다 나은 의료 서비스의 혜택을 받을 수 있을 것으로 기대된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 천홍구, 김희찬, 이종연, 김인영, "휴대용 심전도 이벤트 기록기 개발", 의용생체공학회 추계학술대회 논문집, 제20권, 제2호, pp. 187-188, 1998.11
- [2] Bai J, Zhang Y, Shou X, Dai B, Sui Z, Lin J, Ding C, Zhang P, Yu B, Ye L, Shen D, Zhu Z, Zhang J, Ye D, Zhou L, "A home electrocardiography and blood pressure telemonitoring system", Journal of Telemedicine and Telecare, 3(1), pp1-2, 1997
- [3] Jing Bai, Yonghong Zhang, Delin Shen, Lingteng Wen, Chuxiong Ding, Zijing Cui, Fenghua Tian, Bo Yu, Bing Dai, Jupeng Zhang, "A Portable ECG and Blood Pressure Telemonitoring System", IEEE Engineering in Medicine and Biology, pp.63-70, 1999
- [4] Joseph J. Carr, John M. Brown, "Introduction to Biomedical Equipment Technology", REGENTS/Prentice Hall, 993
- [5] 의공학 교육연구회, "의용계측공학", 경문사, 1998
- [6] 김영탁, 김종근, 조유제, 한기준, "데이터 통신 및 컴퓨터 망", 경익사, 1996
- [7] Jiapu Pan, Willis J, Tomkins, "A Real- Time QRS Detection Algorithm" IEEE Trans. on BME Vol. BME-32, No. 3, MARCH, 1985