

이동통신망을 이용한 원격 심전도 시스템

구 자 현, 서 회 돈, *박 준 홍
영남대학교 전자정보공학부, *(주)텔레케어코리아
전화 : 053-810-2553 / 핸드폰 : 017-514-6530

ECG Telemetry System by Mobile Communication

Ja Heon Gu, Hee Don Seo, *Jun Hong Park
Department of Electronic Engineering, Yeungnam University
*Telecarekorea Ltd.
E-mail : jaheon@yumail.ac.kr

Abstract

This paper presents an ECG (electrocardiogram) telemetry system, in which patients can be monitored in nearly any environment by mobile communication. The ECG is transmitted to a monitor center via a built-in CDMA modem and forwarded to a cardiologist for diagnosis. Also this paper designed and implemented the receiving server which receives the ECG from the ECG acquisition module of patients by Internet. The server puts the ECG into a database. This telemetry system significantly increases the patient's safety and comfort.

최근 이동통신기술과 인터넷의 급속한 발달은 이러한 시스템의 개발을 가능하게 하였다.

본 논문은 이동통신망을 이용하여 시간과 공간의 제약 없이 측정된 심전도를 전송할 수 있는 원격 심전도 시스템에 관하여 연구를 수행하는 것으로서, 이동통신망을 통해 인터넷에 연결하여 심전도를 전송할 수 있도록 심전도 측정 시스템에 CDMA 모뎀을 결합하고, 전송된 심전도를 수신할 수 있는 수신 서버와 환자 정보, 진료 기록, 심전도 등을 저장 및 관리할 수 있는 데이터베이스를 설계하여 구현하였다. 또한 의사가 심전도를 진단할 수 있도록 진단용 애플리케이션을 구현하였으며, 음성이나 메시지를 통하여 환자에게 진단 결과와 처방을 전달 할 수 있도록 하였다.

I. 서론

심장질환은 환자의 생명을 위협하는 매우 위험한 질병 중의 하나이다. 환자의 심전도를 의사에게 전송해서 환자의 상태를 모니터하고, 위험한 상태를 조기에 발견하는 것은 중요하며 사망률 감소에 있어서도 도움이 된다[1,2]. 원격 심전도 시스템은 가정에서 환자의 심전도를 측정하여 병원에 있는 의사에게 전송하고, 진단 결과와 처방을 바로 받을 수 있게 하여, 서로 떨어져 있는 의사와 환자간의 의료행위를 가능하게 할뿐만 아니라 병원과 멀리 떨어진 곳이나 응급상황이 발생한 곳에서 환자의 상태를 감시하는데 효과적이다[3-6].

II. 시스템의 기본 구조

원격 심전도 시스템은 이동통신망을 이용해 심전도를 전송하기 위한 것으로서 일반적인 서버-클라이언트의 구조를 가지며, 심전도 획득 모듈(ECG Acquisition Module), 수신서버(Receiving Server), 데이터베이스(DB) 그리고 진단용 애플리케이션으로 구성된다. 심전도 획득 모듈은 환자의 심전도를 측정하여 기록하고, 서버로 전송하기 위한 장치이다. 수신 서버는 심전도 획득 모듈과 통신을 하여 데이터를 수신하고, 환자의 정보를 식별하여 데이터베이스에 저장한다. 의사는 전송된 환자의 데이터를 데이터베이스에서 확인하여 진

단하고 진단결과와 처방을 환자에게 전달한다. 서버는 여러 환자들로부터 동시에 전송되는 데이터를 다중으로 처리하여 데이터베이스에 저장할 수 있도록 구성하며, 심전도 획득 장치와의 통신을 원활히 하기 위하여 흐름제어와 에러제어를 한다. 시스템의 구성을 그림 1에 나타내고 있다.

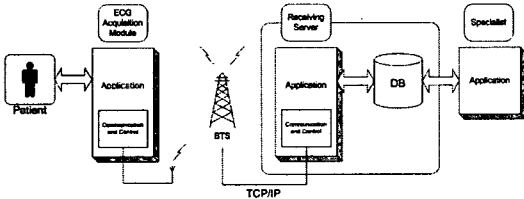


그림 1. 시스템 구성

III. 심전도 획득 모듈 설계

3.1 전송방식

기존의 심전도 시스템의 전송 방식들은 공중전화망이나 무선망을 이용하여 전송하는 것이 대부분이었다. 공중전화망의 경우, 톤 방식을 사용하므로 소음이 심하고 잡음의 영향을 많이 받으며 해상도가 떨어진다는 단점이 있다. 무선망의 경우, 근거리 통신에 적합하며 원거리 통신을 위해서는 중계기가 필요하다는 단점이 있다. 하지만 이동통신망의 경우 기지국이 없는 곳을 제외하고는 대부분의 장소에서 통신이 가능하며, 현재 국내 이동통신망의 환경이 많이 개선되어 더욱 유리해졌다. 아직 이동통신의 패킷망이 조금 불안정하지만 이를 이용하여 인터넷에 접속할 수 있고, 속도가 개선되고 있고 망이 점차 안정화되고 있어 활용 범위가 넓다.

3.2 심전도 획득 모듈

이동통신망을 이용하기 위하여 심전도 획득 모듈에 CDMA 모뎀을 부착하였다. CDMA 모뎀은 최고 144Kbps의 데이터 전송속도를 가지는 IS-95C 방식을 지원하며, SMS 메시지 수신과 음성통화가 가능하다. 심전도 획득 모듈은 심전도 획득, 심전도 파형 표시, 심전도 전송, SMS 수신 및 음성통화 등의 기능을 한다. LCD 화면을 통하여 메모리에 저장된 심전도 파형과 전송 과정을 볼 수 있으며, 병원에서 전송된 SMS 메시지를 수신하여 확인할 수 있다. 그리고 이어-마이크 폰을 사용하여 병원에서 걸려온 전화를 받을 수 있

다. 그림 2는 이러한 심전도 획득 모듈의 내부 구조를 간략하게 나타낸 것이다.

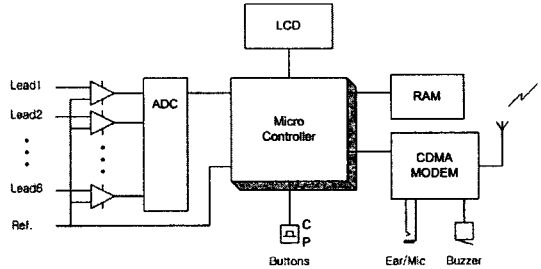


그림 2. 심전도 획득 모듈 내부 구조

IV. 수신 서버와 진단용 애플리케이션

4.1 수신 서버

수신 서버는 심전도 획득 모듈로부터 전송된 데이터를 수신하여, 모듈의 ID를 식별하고 데이터베이스에서 해당 환자의 정보를 찾아 심전도 데이터를 저장한다. 서버는 동시에 여러 심전도 획득 모듈의 연결을 설정할 수 있으며, 매 연결마다 흐름제어와 에러제어를 통하여 심전도 데이터를 손실이 없이 수신할 수 있도록 한다. 심전도 데이터를 데이터베이스에 저장할 때에는 수신된 심전도 데이터를 리드(Lead)별로 구분하며, 심전도를 기록한 시간에 대한 정보와 함께 저장한다. 그림 3은 수신서버의 다중 접속을 보여준다.

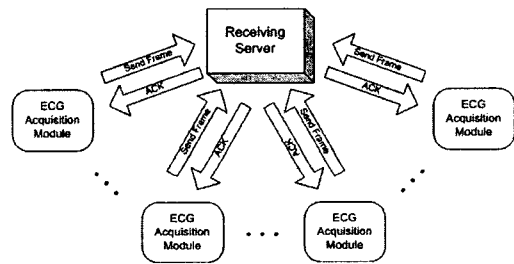


그림 3. 수신 서버의 다중 접속

심전도 획득 모듈은 연결설정요구 프레임(Frame)을 수신 서버로 전송하고, 수신 서버는 응답 메시지를 심전도 획득 모듈에 전송한다. 연결설정 완료 후에는 심전도 데이터 프레임을 서버로 전송하며, 전송이 완료되면 연결해제요구 프레임을 서버로 전송한다. 프레임을 전송한 후에는 반드시 응답 메시지를 수신하고 나서 다음 프레임을 전송한다. 그림 4는 데이터를 심전

도 획득 모듈에서 수신서버로 전송하는 절차를 보여준다.

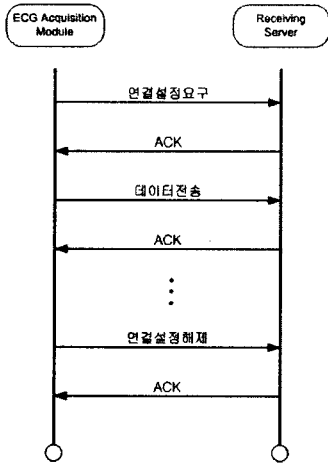


그림 4. 데이터 전송 절차

데이터 전송에 있어서 프레임은 여러 가지 정보를 담고 있다. 프레임에는 에러를 검출하기 위하여 CRC 검출 코드가 포함되어 있다. 만약 CRC 에러가 발생할 경우 수신서버는 프레임의 재전송을 요구한다.

4.2 데이터베이스

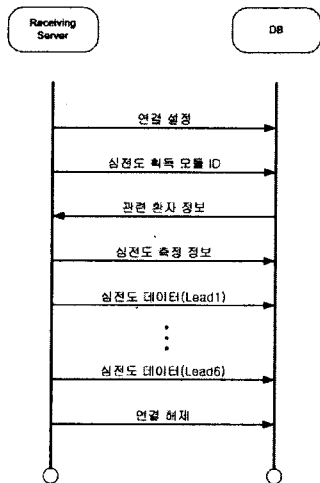


그림 5. 데이터베이스 저장 절차

수신 서버에서 수신한 데이터를 효율적으로 관리하기 위하여 데이터베이스와의 연동이 필요하다. 데이터베이스는 Oracle8i를 사용하며, ODBC 드라이블을 이

용하여 접근한다. 테이블은 환자, 담당의사, 심전도, 진단 결과, 심전도 획득 모듈 정보 등으로 구성한다. 그림 5는 데이터베이스에 심전도 데이터를 저장하는 절차를 보여준다. 수신서버는 심전도 획득 모듈로부터 데이터를 수신한 후에 데이터베이스에 접속하여 수신한 데이터를 저장한다. 그림 5에서와 같이 데이터베이스와의 연결 설정을 완료하면, 심전도 획득 모듈의 식별 ID를 전송하여 등록된 심전도 획득 모듈의 ID와 일치하는 환자를 검색하여 환자에 대한 정보를 가져온다. 심전도 측정 정보와 심전도 데이터는 가져온 환자의 정보를 참고로 데이터베이스에 저장하고, 데이터베이스와의 연결을 해제한다. 여기서 심전도는 리드마다 구분하여 저장하고, 심전도 측정 관련 파라미터와 진단에 필요한 파라미터들을 함께 저장한다.

4.3 진단용 애플리케이션

병원에서 의사가 환자로부터 수신된 심전도 데이터를 진단하기 위해서는 의사가 쉽게 볼 수 있는 진단용 애플리케이션이 필요하다. 의사는 애플리케이션에 로그인한 후, 데이터베이스에 접속하여 목록에서 수신된 환자의 심전도 데이터를 선택하여 환자의 상태를 진단한다. 진단한 결과는 다시 애플리케이션을 통하여 저장되고, 의사는 진단 결과에 따라 처방을 내린다. 애플리케이션에는 심전도의 진단을 돕기 위하여 진단에 필요한 파라미터를 추출하는 해석기능이 추가되어 있으며, 저장된 환자의 심전도 데이터들을 비교할 수 있는 비교 기능이 있다. 그림 6은 수신된 심전도 데이터의 최신 목록을 나타낸 것이다.



Case No.	ECG No.	ECG Date	ECG Time	ECG Status	ECG Type
101	101	2002-04-08 09:20:25	13	1	1
102	102	2002-04-08 09:10:28	13	1	1
103	103	2002-04-08 09:10:28	13	1	1
104	104	2002-04-08 09:10:28	13	1	1
105	105	2002-04-08 09:10:28	13	1	1
106	106	2002-04-08 09:10:28	13	1	1
107	107	2002-04-08 09:10:28	13	1	1
108	108	2002-04-08 09:10:28	13	1	1
109	109	2002-04-08 09:10:28	13	1	1
110	110	2002-04-08 09:10:28	13	1	1

그림 6. 수신 목록 표시 화면

진단용 애플리케이션은 환자의 정보와 진료 기록, 수신 기록, 진단 의사, 증세 등을 검색하거나 입력이

가능하며, 환자의 심전도 파형이 데이터베이스에 저장되어 있어 진단에 중요한 자료로 활용될 수 있다.

V. 결과

제작된 심전도 획득 모듈을 이용하여 실내, 실외 및 보행이나 자동차 이동 중에 측정된 심전도 데이터를 전송하는 실험을 하였다. 일반적인 환경에서는 전송하는 데 있어서 문제가 없었으며, 안테나 수신이 약한 곳에서는 전송속도가 느려지는 현상이 발생하였다. 최악의 경우 수신불능 지역에 들어가게 되면 연결이 끊기는 문제가 발생하였다. 여러 대의 심전도 획득 모듈을 이용해 동시에 전송하는 실험을 한 결과 무리 없이 데이터 전송이 잘 되었다. SMS 메시지 수신과 음성통화는 일반 휴대폰과 같이 아무런 문제가 없었다.

그림 7은 실험을 통해 수신된 심전도 데이터를 데이터베이스에 접속하여 확인한 결과이다. 실제 전송된 심전도 데이터를 진단을 위하여 리드마다 파형으로 나타낸 것이며, 측정된 리드는 I, II, III, avR, avL, avF 이다.

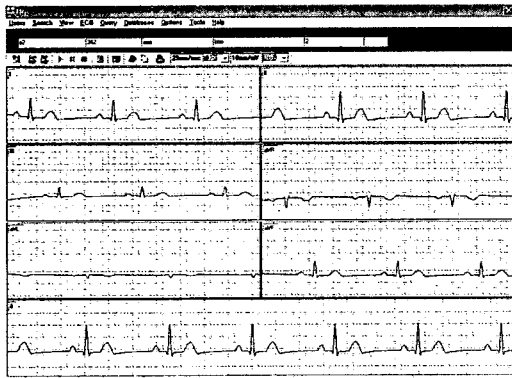


그림 7. 진단을 위한 심전도 파형 표시 화면

VI. 결론

이동통신기술과 인터넷의 발달은 최근 모든 산업에 많은 영향을 미치고 있다. 이와 함께 의료서비스도 변천해 가고 있으며, 원격 진료는 의료서비스 낙후지역이나 취약지역의 환자, 응급상황 발생 환자, 요양중인 환자나 입산부 등 앞으로 그 적용 범위가 광범위할 것으로 사료된다.

본 논문은 심전도 측정 시스템에 이동통신망과의 연결을 위해 CDMA 모델을 결합하여 측정된 심전도 데

이터를 인터넷을 통하여 전송할 수 있도록 초소형, 초경량의 심전도 획득 모듈을 제작하였으며, 전송된 심전도 데이터를 다중으로 수신할 수 있는 수신 서버와 수신한 데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 데이터베이스를 설계하여 구현하였다. 그리고 데이터베이스와 접속하여 데이터를 저장, 관리 및 검색할 수 있고 진단을 할 수 있는 진단용 애플리케이션을 구현하였다.

구현한 원격 심전도 시스템에서 심전도 획득 모듈을 이용하여 심전도를 측정하여 기록하고, 수신 서버로 심전도 데이터를 전송하여 진단 애플리케이션으로 살펴본 결과 정상적으로 동작함을 확인하였다.

참고문헌

- [1] R. Gero von Wagner, Sascha Schubert, Landry F. Ngambia, Christian Morgenstern, Armin Bolz, "Concept for an Event-triggered Electrocardiographic Telemetry-System using GSM for supervision of cardiac patients", IEEE, pp.374-377, 2000.
- [2] 김상득, 서희돈, 구자현, 박준홍, 배용욱, "유무선 통신망을 이용한 휴대용 심전도계 구현", 한국전자공학회 하계종합학술대회 논문집.V, 24권, 1호, pp.85-88, 2001.
- [3] 정희창, 한민수, 류점수, 김영길, "무선 이동통신 기술에 기반한 의료 정보 전송 프로토콜 구현", J. of KOSOMBE, vol.19, no.1, pp.19-24, 1998.
- [4] Robert S. Habib Istepanian, "Modelling of GSM-based Mobile Telemedical System", Proceedings of 20th International Conference on EMBS, IEEE, vol.20, no.3, pp.1166-1169, 1998.
- [5] Koichi Shimizu, "Telemedicine by Mobile Communication", IEEE Engineering in Medicine and Biology, pp.32-44, July/August 1999.
- [6] Alfredo I. Hernández, Fernando Mora, Guillermo Villegas, Gianfranco Passariello, Guy Carrault, "Real-Time ECG Transmission Via Internet for Nonclinical Applications", IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol.5, no.3, pp253-257, sep. 2001.