

웹을 이용한 원격 의료정보 시스템의 구현

배의환^{*} · 김영길^{*}

^{*}아주대학교

The implementation of Tele-medicine Information System using Web

Eui-Hwan Bae^{*} · Young-kil Kim^{*}

^{*}Ajou University

E-mail : xwolf@madang.ajou.ac.kr

요 약

생체 전위 신호의 일종인 심전도 신호는 심장 질환 보유 환자의 임상적 임상 진단 수단으로 널리 사용된다. 원격 의료정보 시스템은 이러한 정보를 환자의택내에서 병원으로 전송할 수 있으면 간단한 검사를 위해 병원을 자주 방문해야 하는 환자의 불편함을 줄일 수 있고, 의료비용을 절감할 수 있을 것이다. 본 연구에서 제안한 시스템은 심전도 신호를 환자택내에서 획득하여 인터넷망을 통해 병원 서버로 전송하고, 의사 역시 인터넷망에 연결된 컴퓨터에서 환자의 실시간 심전도 신호와 병원 서버에 저장된 심전도 기록을 열람할 수 있도록 설계되었다.

ABSTRACT

Electrocardiograph(ECG), one of the major vital signals, is widely used in the hospitals to check a heart disease patient. In tele-medicine information system, If the ECG signal could be acquired at the patient's home and sent to the physician via telecommunication line, the number of visit to the hospital and medical expenses can be reduced dramatically. The tele-medicine information system proposed by this paper is designed to acquire patient's ECG signal by portable ECG terminal at his or her home and to send it to the hospital server via internet. For the mobility of physicians, the patient's real-time data can be viewed at any internet connected computer as well as server connected terminal.

1. 서 론

사회의 발전에 따라 고령화 현상과 예전에 없던 많은 병들이 생겨나고 있다. 특히, 심장 계통의 질환이 급격히 증가하고 있으며, 예고 없이 발생하거나 악화되는 심장 질환은 환자의 생명에 치명적인 위협이 되고 있다. 이를 예방하기 위해 심장질환 보유 환자는 지속적인 관찰이 필요하지만, 초기 단계의 심장질환 환자의 경우 계속 병원에 입원하기는 어렵고, 외래 환자도 정기 검진을 위해 병원을 자주 방문하는 것이 불편하고, 부담이 될 수밖에 없다.

심장질환 보유 환자의 정기 검진을 위한 주요한 수단으로는 심전도(ECG:Electrocardiogram) 신호가 주로 이용되고 있다. 이러한 심전도 검사를 위해 환자택내에 심전도 측정기와 개인용 컴퓨터나

네트워크 장비를 이용하여 공중 전화망에 연결, 원격으로 심전도를 진단 받을 수 있는 시스템이 원격 의료정보 시스템이다. 인터넷망이 대중화되고 의료정보 시스템의 필요성이 부각이 되면서 원격 의료정보 시스템 연구가 활발이 이루어지고 있다. 그러나 지금까지의 시스템은 환자택내에 개인용 컴퓨터를 구입해야하는 부담이 따르고, 심전도 검사를 받을 수 있는 장소가 환자택내로 제한된다. 또한 독자적인 통신 프로토콜과 저속의 모뎀으로 구성하였기 때문에 병원 접속 절차가 복잡하고, 범용성이 부족한 단점을 가진다.

하지만 병원에 입원한 환자가 병원 내에서 자유롭게 이동하며 심장 상태를 지속적으로 검사 받을 수 있는 무선 근거리 통신망(Wireless LAN) 기반의 환자 감시 시스템도 연구되었으나, 입원 환자에게만 적용할 수 있는 단점이 있다. 또한 환

자의 이동성을 보장하기 위해 공중 무선망을 이용하여 환자의 심전도를 감시하는 시스템도 연구되었다. 그러나 국내 공중 무선망이 제공하는 데이터 전송 속도가 9600bps로 낮고, 여러 대의 무선 단말기가 동일 기지국에 접속되는 경우 이 데이터 전송 속도를 나누어 서비스하기 때문에 서비스 지연과 이에 따른 전송기능 상실이 자주 발생할 수 있다는 단점을 내포하고 있다.

본 논문에서는 기존에 연구된 원격 의료 시스템의 단점과 제약점을 해결하고 의료 정보의 체계적 관리를 위해 웹을 이용한 원격 의료정보 시스템을 제안하고 구현하고자 한다. 또한 원격 의료 서비스가 확산되기 위해서는 특정 프로토콜을 개발하여 사용하는 것보다 범용 프로토콜을 채용하여 환자와 병원의 의료비용을 절감할 수 있어야 한다. 제안하는 시스템은 국내에 급속히 확산되고 있는 인터넷망과 이의 근간이 되는 TCP/IP 프로토콜 집합을 사용하여 고가의 특별한 전용 통신 단말이 없이도 생체 신호의 원격 진단이 가능토록 하였다. 인터넷망을 이용해 생체 신호를 전달하기 위한 통신 단말로는 환자의 이동성을 최대한 보장하기 위해 인터넷이 가능한 휴대 전화를 채택하였다. 제안하는 시스템에서 사용하는 휴대전화망은 공중 무선망에 비해 사용 범위가 넓고 높은 데이터 전송 속도를 보장한다. 환자의 의료 데이터를 병원에서 체계적으로 저장, 관리하고 의사가 원하는 과거의 데이터를 언제든지 제공할 수 있도록 하기 위해 병원에는 데이터베이스 프로그램을 내장한 서버를 구성하였다.

전문 의료인력을 최대한 활용하고 의사의 이동성을 최대한 보장하기 위하여 의사가 개인용 컴퓨터 단말에서 인터넷망을 통해 병원 서버에 접근할 수 있도록 구현하였다. 이에 따라 의사는 병원 내부는 물론 외부에서도 인터넷에 연결된 어떤 컴퓨터에서도 병원 서버에 접속하여 담당 환자의 상태를 감시할 수 있다.

II. 재택 환자감시 장치 구현

웹기반 환자감시시스템의 전체적인 구조는 그림 1과 같다. 재택 환자감시 장치, 병원서버, 의 사용 웹 프로그램으로 구성된다. 각각은 네트워크로 연결되어 있다.

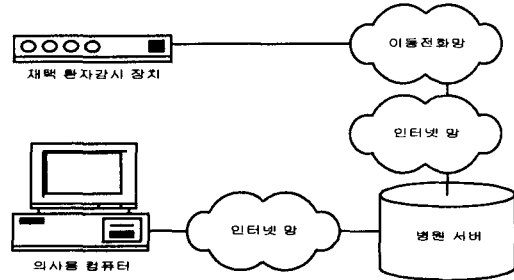


그림 65 웹을 이용한 환자감시 시스템 구성
Fig. 65 Patient monitoring system using Web.

환자택내에 설치되는 재택 환자감시 장치는 그림 2와 같이 생체신호 획득기, 메인부, 네트워크부, 휴대전화로 구성된다. 이 시스템은 생체 신호를 획득하여 PPP(Point to Point Protocol)를 사용한 패킷데이터를 휴대전화를 이용해 전송하는 시스템이다.

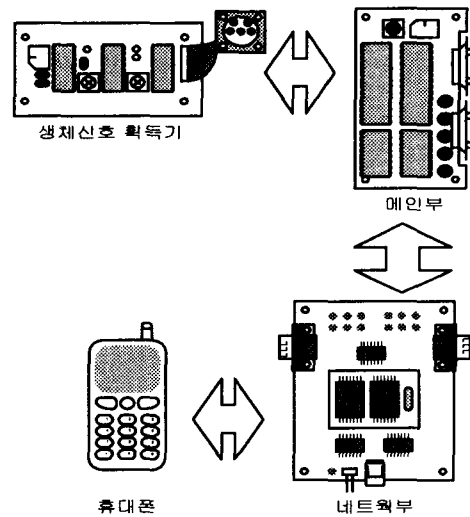


그림 66 재택 환자감시 장치 구성도
Fig. 66 Configuration of monitoring terminal.

1. 생체신호 획득기

생체 신호 획득기는 아날로그 형태의 생체 신호를 수집하고 각각의 생체신호에 맞는 전처리 과정을 실행한다.

2. 메인부

메인부에서는 아날로그 형태의 생체 신호를 받아서 디지털 신호로 바꾼다. 디지털화된 생체 신호는 직렬포트를 통해 다음 단으로 전송하고, 외부에서 발생하는 컨트롤 데이터를 수신한다. 컨트롤 데이터는 재택 환자감시 장치 시스템 조정에 사용된다. 그림 3은 메인부의 기능별 구성도이다.

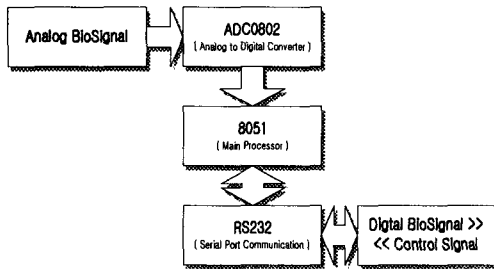


그림 67 메인부의 기능별 구성도
Fig. 67 Functional block diagram of Main part.

3. 네트워크부

네트워크부는 원격시스템과 PPP 접속과정을 실행하여 통신을 개설한다. 이어서 시스템 직렬 포트에서 들어오는 데이터를 사용해 TCP/IP 패킷을 구성하고, 여기에 PPP 패킷을 추가하여 원격통신 직렬포트로 데이터를 전송한다. 이 데이터는 모뎀이나 휴대폰에서 변조되어 원격지 시스템으로 전송된다.

III. 병원 서버의 구현

1. 서버 시스템의 구성

병원 서버는 그림 4와 같이 웹서버, 응용서버, 데이터베이스로 구성된다. 웹서버는 처음 병원 서버에 접속하는 사용자에게 ActiveX 컨트롤러를 서비스하기 위해 필요하다. 응용서버는 재택 환자의 모니터 단말기에서 전송되는 신호를 인터넷 망을 통해 수신하고, 서버에 저장된 환자 데이터를 의사에게 서비스하기 위해 사용된다.

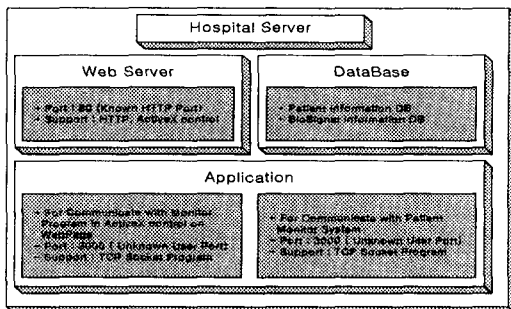


그림 68 병원 서버의 구성
Fig. 68 Hospital server architecture.

2. 환자 데이터베이스

병원에서는 환자들을 감시하고 환자의 병 진행 상황과 발병 여부를 지속적으로 관찰하기 위해 환자의 생체 데이터 저장 시스템을 갖추어야 한다. 본 논문에서 구현한 저장 시스템은 가장 일

반적인 ODBC(Open DataBase Connectivity)로 구현했다. 환자 관리 데이터 테이블의 구조는 표 1과 같다.

필드 이름	형식	설명
ID	정수	환자의 ID
PatientName	텍스트	환자의 이름
PatientAge	정수	환자의 나이
PatientDiagnosis	텍스트	환자의 진단 정보
PatientLocate	텍스트	위치
PatientIPAddress	텍스트	환자 단말기의 IP주소
PatientPhone	텍스트	환자의 연락처
PatientInfo	텍스트	환자의 특기사항

표 1. 환자 관리 데이터 테이블
Table 1. Patient management data table.

3. 병원 서버 관리 프로그램

병원 서버 관리 프로그램은 데이터베이스 접근 모듈, 사용자측의 소켓, 환자감시시스템 (PMS : Patient Monitoring System) 소켓 등 3가지로 구성된다. 즉 이벤트(Event)의 발생지는 데이터베이스를 제어하는 기능버튼, 사용자의 접속 및 명령, PMS의 접속 및 응답메시지 등이다.

4. 의사용 사용자 프로그램

의사용 사용자 프로그램은 병원 서버와 마찬가지로 윈도우 환경에서 ActiveX Control의 형태로 개발되었다. ActiveX Control 프로그램은 웹 브라우저 위에서 동작하기 때문에 프로그램은 캐비닛(확장자가 CAB) 파일을 만들어서 웹을 통해 다운로드 되고 설치까지 가능하다. 이 프로그램의 역할은 병원서버 안에 구축된 데이터베이스의 데이터를 불러들여 데이터를 그래프로 볼 수 있게 하고, 또한 병원서버를 통해 재택 환자의 생체 데이터를 그래프형태로 실시간으로 볼 수 있게 한다.

그림 5은 의사용 컴퓨터의 프로그램 흐름도이다. 이벤트는 두 곳에서 발생한다. 첫째는 데이터를 전송하는 버튼들과 이외의 컨트롤들에 의해 발생하는 이벤트이다. 다른 하나는 소켓을 통해 서버에서 전송해오는 데이터들로 인한 이벤트이다.

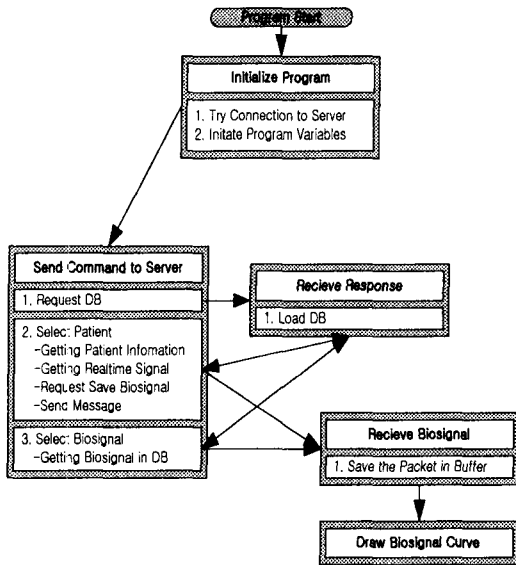


그림 69 의사용 사용자 프로그램
Fig. 69 User program for physician.

여기서 화면에 생체 신호를 그리는 부분은 멀티프로세싱(멀티스레드)방식으로 동작하고 이벤트는 발생시키지 않는다.

IV. 실험 및 결과

1. 실험 환경

실험 시스템은 그림 6과 같이 한 대의 재택 환자감시 장치와 두 대의 컴퓨터를 사용하여 구성하였다. 재택 환자감시 장치는 가장 일반적인 생체 신호인 심전도(ECG)를 감시하여 휴대전화와 인터넷망을 이용해 병원 서버에 데이터를 전송하는 시스템이다. 한 대의 컴퓨터는 병원 서버 프로그램을 구동하고 환자의 데이터 베이스 구축에 사용되는 병원 서버이다. 다른 한 대의 컴퓨터는 의사가 사용하는 것으로 의사용 사용자 웹 프로그램을 구동한다. 실험에서 사용한 병원서버의 IP 주소는 202.30.11.116이고, 포트는 3000번이다. 사용자용 프로그램이 실행되는 컴퓨터의 IP주소는 202.30.11.117로 할당하였다.

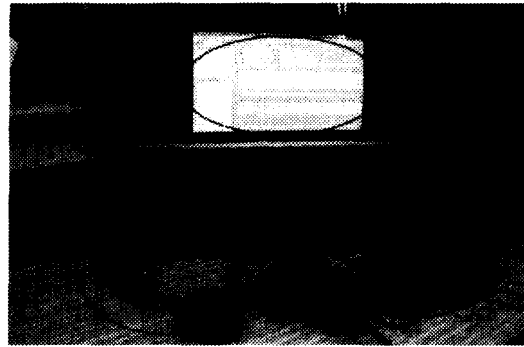


그림 70 실험 시스템
Fig. 70 Experimental system.

2. 재택 환자감시 장치에서 병원서버 접속
재택 환자감시 장치는 PPP 프로토콜에 의해 공중통신망으로 접속을 시도한다. 실험 결과 PPP 접속 시간은 최대 25초로 매우 빠른 접속이 이루어짐을 확인할 수 있었다. 무선통신망 속도가 14400 bps를 지원하는 상황에서 최대 Upload 속도는 1.3Kbytes/sec로 심전도 데이터 전송에 아무런 문제가 없었다.

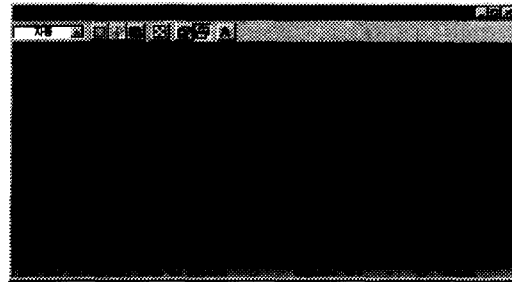


그림 71 병원서버 접속 절차
Fig. 71 Server connection process.

재택 환자감시 장치는 별도의 컴퓨터 모니터나 주변장치를 필요로 하지 않는다. 그러나 실험 환경에서는 컨트롤러 모듈에 직렬 포트를 한 개 더 설치하여 디버깅에 사용하였다. 이 디버깅 포트를 사용하면 메인부에 직접 명령을 전달하여 T 네트워크부를 제어할 수도 있고, 상태를 감시할 수도 있다. 그림 7는 디버깅 포트를 이용하여 단말기가 병원 서버에 접속하는 상태를 모니터에 나타내도록 한 화면이다.

3. 병원 서버의 구동

병원서버에서는 새로운 환자를 등록 및 관리할 수 있고, 재택 환자감시 장치가 접속을 시도하면 접속하는 단말기의 IP 주소를 분석하여 자체 데이터 베이스와 비교한 후 데이터를 전송 받는다. 그림 8은 유효한 단말기가 접속된 상태를 나

타낸다. 이로써 재택 환자감시 장치는 자신의 생체 데이터 저장을 요청할 수 있고 병원서버는 사용자, 즉 의사용 터미널에 환자를 감시 할 수 있는 정보를 제공할 수 있게 된다.

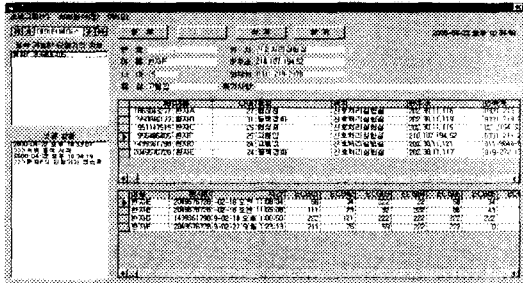


그림 72 모니터 단말기의 접속
Fig. 72 Monitor terminal connected to the server.

4. 의사용 사용자 프로그램의 동작

의사용 컴퓨터에 ActiveX 컨트롤이 설치되어 있으면 웹을 접속한 후 환자 감시 프로그램을 실행할 수 있다. 사용자 컴퓨터가 병원서버에 접속되었는가는 화면 하단에 메시지로 표시된다. 만약 접속에 실패하였다는 메시지가 표시되면 Reload (F5)를 눌러 다시 접속을 시도할 수 있다. 그림 9은 의사가 환자의 심전도를 실시간으로 감시하는 화면이다.

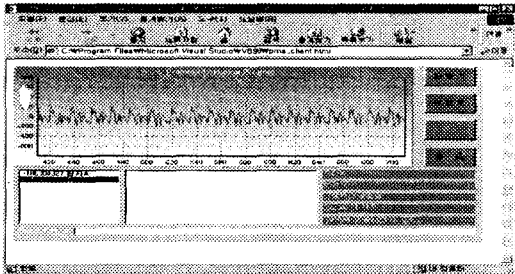


그림 73 모니터 단말기의 실시간 감시
Fig. 73 Real time patient monitoring.

V. 결 론

기존 원격 진료 시스템의 여러 가지 제약점을 보완하고 의료 정보의 체계적 관리와 환자 및 의사의 이동성을 최대한 보장하기 위해 본 논문에서는 웹을 이용한 원격 의료정보 시스템을 제안하고 구현하였다. 본 논문에서 구현한 시스템의 가장 큰 특징은 TCP/IP/PPP 프로토콜 집합을 원격 의료 시스템에 도입한 것이다. 인터넷 확산과 더불어 보편화된 프로토콜을 채용함으로써 어떤 환자라도 원격 의료 시스템을 대내에 구성하여 병원에 가는 불편 없이 자신의 심전도를 의사

에게 전송할 수 있게 하였다. 또한 웹을 이용한 설계는 환자뿐만 아니라 의사의 자유도를 획기적으로 증가시켰다. 웹에 연결된 컴퓨터 단말만 보유하고 있으면 의사가 병원이 아닌 제3의 장소에서도 웹 브라우저를 통해 특정환자의 심전도 상태를 감시할 수 있도록 구현하였기 때문이다.

환자의 입장에서는 정보통신과 더불어 발달한 인터넷망을 통해 병원서버에 연결될 수 있으므로 전용회선이나 전용 프로토콜을 사용하는 경우보다 회선 비용을 절감할 수 있다. 또한 필요 없는 기능을 제거한 최소한의 하드웨어와 소프트웨어로 구성된 재택 환자감시 장치는 원격 진료의 대중화에 기여할 수 있을 것이다.

심전도 데이터 송신 단말로는 이미 널리 보급된 휴대 전화를 사용함으로써 환자의 이동성을 대내에서 더욱 확장할 수 있었다. 이 경우 구급차에도 장착할 수 있어 응급환자의 심전도 데이터를 환자가 병원에 도착하기 전에 의사에게 실시간으로 전송할 수 있어 응급 구조 시스템에도 활용될 수 있을 것이다.

본 논문에서 제안된 시스템이 더욱 발전하기 위해서는 향후 병원 서버 프로그램에 진단 프로그램과 경보 시스템을 도입할 수 있을 것이다. 환자의 상태를 진단 프로그램이 자동으로 감시하고 건강 상태에 이상이 발생할 경우 이를 담당 의사에게 경보를 전달하는 시스템이 구축되면 병원 업무 개선에 기여할 수 있을 것이다. 또한 향후 서버에서 인증하는 의사만이 병원 서버에 접속하는 보안 시스템 도입도 검토될 필요가 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Jian Bai, Yonghong Zhang, Delin Shen, Lingfeng 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, July/August, pp.63 - 69, 1999.
- [2] W. J. Tompkins, "Biomedical Digital Signal Processing," Prentice Hall, 1993.
- [3] B Cesnik, "The future of health informatics," International Journal of Medical Informatics Vol. 55, pp.83 - 85, 1999.
- [4] 의공학연구회譯, "의용계측공학," 여문각, 서울, 1993.
- [5] 강현국, 김대영, 안상현, 한선영譯, "PC TCP/IP 인터넷워킹," 그린, 서울, 1999.
- [6] 이정택, 최재석, 김영길, "LAN을 사용하는 심전도 단말기의 구현에 관한 연구," 한국해양정보통신학회, 4권1호, pp 27 - 33, 2000. 3.