한국농업기계학회 2005 동계 학술대회 논문집 pp.108-113

이더넷을 이용한 원격혈압진료시스템 개발†

Integrated Telemedicine System using Blood Pressure Monitor via Ethernet

문용균* 비회원 Y. K. Moon

이상식* 정회원 S. S. Lee

문정환* 정회원 J. H. Mun

1. 서론

의료기기법 제 2조에 따르면, 의료기기는 사람 또는 동물에게 단독 또는 조합하여 사용되는 기구·기계·장치·재료 또는 이와 유사한 제품으로서 질병의 진단, 치료 경감, 처치 또는 예방의 목적으로 사용되는 제품, 상해, 장의 진단, 치료, 경감 또는 보정의 목적으로 사용되는 제품, 구조 및 기능의 검사, 대체, 변형의 목적으로 사용되는 제품, 임신조절의 목적으로 사용되는 제품에 해당하는 제품을 말한다(의료기기법, 법률 제6909호).

산업적인 측면에서 살펴볼 때, 의료기기산업은 의약품 산업과 함께 인간의 생명 및 건강에 직접 관련되는 재화를 생산하는 대표인 제조 산업이다(이견직등, 2000). 특히 전자의료기기 분야는 연평균 세계규모가 5.6%씩 상승하는 고성장 산업 분야이다. 관련기술은 차세대 성장 유망한 복합, 첨단과학기술이 필요한 부문이기 때문에, 그 응용분야가 다양하고 국민경제의 파급효과가 큰 산업이기도 하다(이견직등, 2000). 의료기기산업은 고부가가치 산업으로 미국, 이스라엘 등에서는 전략 산업으로 각광받고 있으며, 벤처기업주도의 생산구조에 적합하고, 고용창출력이 뛰어난 산업이다. GNP 대비 의료비 지출이 높은 선진국일수록 수요가 커 경제성장과 미래 지향형 산업으로도 주목받고 있다.

하지만 현재 국내의 의료용구 수입금액은 연간 79억$로(의료용구공업협동조합등, 2002) 국내 생산 금액(11억$)의 7배에 가까운 외화를 낭비하고 있다.(한국의약품 수출입협회, 2002) 이는 국내 의료기기 산업의 발전 및 국외 업체와의 기술이전을 통한 의료용구 수출증대의 필요성을 제시하고 있다.

최근 국내의 전자의료기기 산업은 국외 제품과 차별화 될 수 있는 서비스를 연구 중이며, 그 중 주목할 만한 연구가 바로 원격진료 분야이다. 원격진료 분야와 연계한 전자의료기기 산업은 1965년 5월 미국 감리교병원에서 시행한 심장수술을 위성을 통해 전송한 것을 시작으로(백설화등, 1996), 2000년 심장혈관 조영 영상과 혈관 내 초음파영상을 인터넷을 통해 전송하는 시스템까지 발전하였다(Stahl JN등, 2000). 국내의 경우 1990년 울진의료원의 시험

†본 연구는 보건복지부 보건의료기술진흥사업 연구 과제로 수행.

*성균관대학교 생명공학부 바이오메카트로닉스전공

운용부터 2001년 연세대의 정보통신망을 이용한 재택 진료 시스템의 개발까지 활발한 연구를 진행하고 있다. 특히 국내의 원격정보기술의 발달과 통신 인프라의 구축을 통하여 병원 업무 전산화, 인터넷을 통한 진료관리(e-Care), 재택 진료 시스템, 무선 이동형 원격진료 시스템 등 많은 분야에서 연구가 진행되고 있다(유태우등, 2002).

이러한 원격진료의 발전은 응급 진료의 지역적, 시간적 한계를 극복하는데 도움을 줄 수 있으며 다수의 응급원격진료시스템이 자문, 진단, 진료 및 전원 결정을 위해 개발되고 있다(김승호등, 2003).

개발된 원격진료시스템에는 여러 멀티미디어의 요소가 포함되어 있지만, 병원 내 기기에만 한정되어 있다. 그리고 재택진료를 위한 생체 활력 징후 (Vital Sign, Blood Pressure, Pulse Rate, Respiration Rate, Body Temperature)를 실시간으로 통합하여 원격지에 있는 전문 의료인에게 제공하지 못하는 한계를 가지고 있다. 또한 기존 원격진료시스템은 이더넷(Ethernet)을 사용하여 자료를 전송하였으나, 클라이언트/서버 구조를 채택하지 않고 1:1 네트워크 구조를 사용하거나, 멀티 프로세스 방식을 사용한 서버를 사용하여 실시간 다중접속 구현하지 못하는 한계를 가지고 있다.

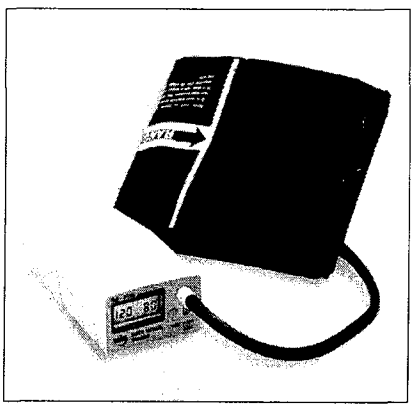
그러므로 본 연구의 목적은 생체 활력 징후 전송을 위한 재택 진료 시스템 개발의 첫 단계로 BP(Blood Pressure)와 PR(Pulse Rate)을 실시간으로 측정하여, 원격지 전문 의료인에게 전달하는 시스템을 개발하는데 있다.

2. 재료 및 방법

가. 하드웨어 구조

1) 혈압계 (Blood Pressure Monitor)

그림 1에서 보는 바와 같이 국내 세인전자社에서 병원용 장비로 공급하는 24시간착용 혈압감시 장치 (SE-25S)를 대상으로 실험하였다. 기존 SE-25S는 네트워크를 통한 자료전송이 불가능하며, 병원 내 지역에 국한하여 사용되었다.



Display	Systolic/Diastolic BP, Pulse, Measuring Date, Interval of AutoMeasureing
Measuring Type	Oscillometry measurement method
Measuring Range	Systolic Blood Pressure : 60-280 mmHg Diastolic Blood Pressure : 20-160 mmHg Pulse : 40-200
Accuracy	Pressure : ±3mmHg , Pulse : ±5%
Storage	512 Measurements Storage

Fig. 1 Specification of Sein Blood Pressure Monitor (Model : SE-25S)

2) 클라이언트/서버

클라이언트/서버는 그림 2와 같은 구조로 구성하였다.

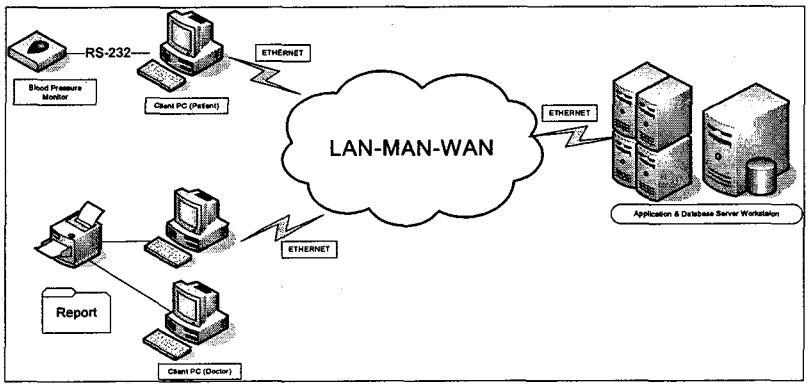


Fig. 2 Hardware configuration of the system

나. 소프트웨어 구조

그림 3에서 보는 바와 같이 클라이언트인 PC는 서버 측에 비하여 상대적으로 단순한 소프트웨어 구조를 가진다. 서버측은 J2SE 개발 플랫폼을 사용하였으며, 다수 클라이언트의 동시자료수신이 가능하도록 멀티스레드(Multi-Thread)구조를 가진다. 멀티스레드 방식은 운영체제의 스레드풀(Thread Pool)에 의존적이기 때문에 서버의 운영체제는 리눅스(Redhat Linux Fedora 9)로 구성하였다. 서버시스템은 각 이용자에 1개의 스레드를 발생시키며, 동시다발적인 서비스가 가능하도록 구성되었다. 또한 이더넷에 접속할 수 있는 TCP/IP 소켓을 사용하였으며 사용자 인터페이스를 위한 스윙과 AWT 콤포넌트를 사용하여 구성되었다. 데이터 저장, 검색, 추출을 위한 데이터베이스 연동은 JDBC를 이용하였다.

클라이언트는 Microsoft Visual Basic 개발 플랫폼을 사용하였으며, RS-232로 혈압계와 연동하기 위하여, Microsoft Comm Control을 이용하였다. 또한 이더넷(Ehternet)에 접속할 수 있도록 Microsoft Winsock Control을 이용하였다. 사용자 인터페이스를 위하여 그래프 모듈인 Microsoft Chart Control과 DB 연동을 위한 ODBC를 이용하여 구현하였다.

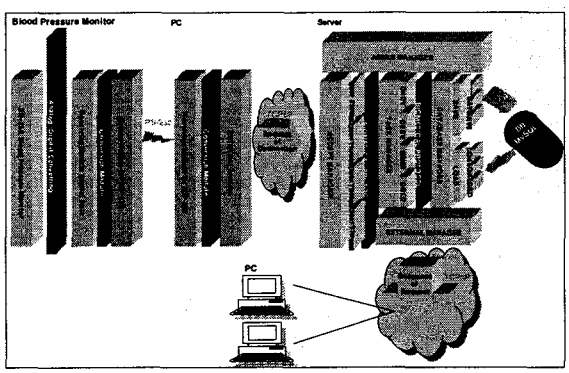


Fig. 3 Software architecture of the system

다. 검증 실험

개발된 시스템을 성균관대학교 생명공학부 의공학연구실에 그림 4와 같이 구성하고, 시스템 운용 특성을 확인하기 위하여 검증실험을 수행하였다.

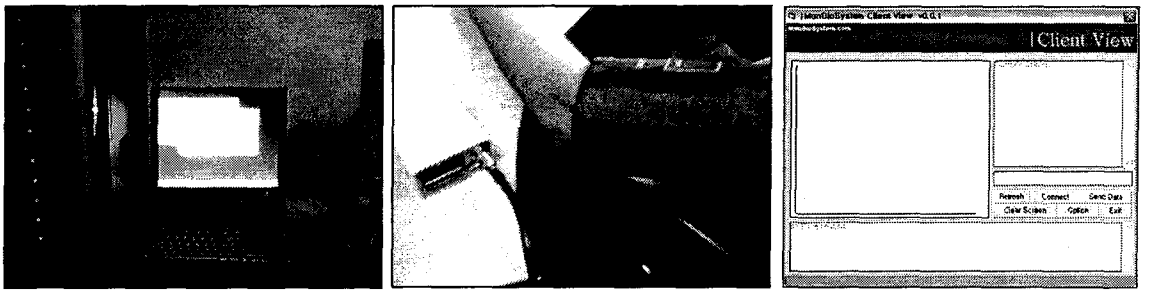


Fig. 4 System Set up for Testing

3. 결과 및 고찰

가. 서버 시스템 결과

그림 5는 서버의 데이터 저장 및 추출 상태에서의 시스템 메시지를 보여주고 있다. 환자의 혈압과 심박동수를 원격진에 신속하고 정확하게 전달하기 위하여 클라이언트는 서버에게 데이터를 전송한다. 서버는 기본적으로 데이터를 받아 저장하고, 동시에 다른 사용자를 수용할 수 있어야 한다. 서버 실행결과 1002개의 정보를 연속 전송할 경우 손실율은 0.1 %이었다.

프로세스 코드와 스택 메모리 크기는 초기 9244 KB에서 최대 13412KB 이었으며, RSS 값은 초기 9MB에서 최대 12MB, 평균 11MB 이었다. 스레드를 사용하여 동시 접근이 가능하였으며, 저장 로직이 실행하는 순간에도 다른 사용자의 접근을 가능하였다. 데이터 추출의 경우 6개의 데이터 셋을 받아오는 실험을 408번 시행하였다. 프로세스 코드와 스택 메모리 크기는 초기 9244 KB에서 최대 15412KB 이었으며, RSS 값은 초기 9MB에서 최대 16MB, 평균 12MB 이었다.

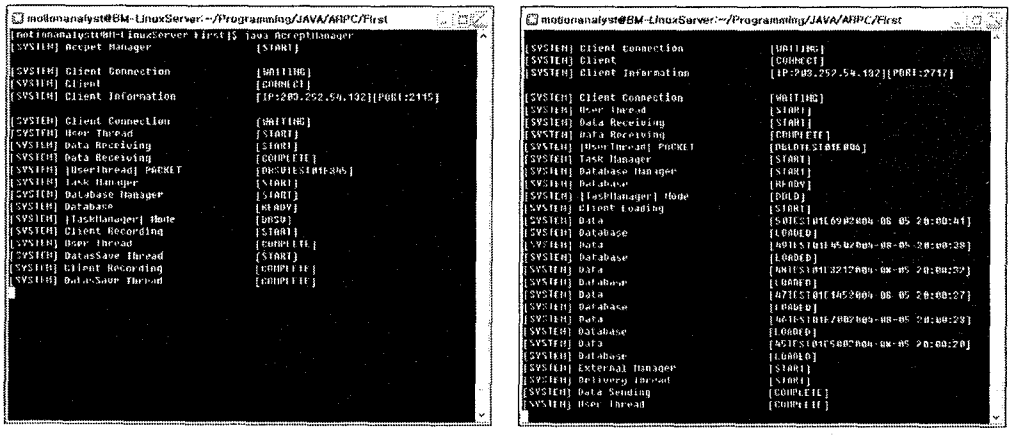


Fig. 5 System Message of Data I/O

그리고 실제 메모리 변화량은 접속의 증가에 따라 급격히 증가하지 않았으며, 다중 접속의 경우에 도 원할한 서비스가 가능하였다.

나. 클라이언트 시스템 결과

클라이언트 시스템은 그림 6과 같은 결과를 나타내며 회원 DB와 연동하여 환자를 선택할 수 있도록 구현하였다. 환자 DB와 연동하여 측정 혈압을 서버로 전송할 수 있도록 개발하였다. 또한 과거 환자의 데이터를 원할 경우, 서버에 데이터 요구(Request)를 할 수 있도록 개발하였다. 사용자 인터페이스는 생체 활력징후의 원할한 비교를 위하여 최대혈압(Systolic), 최저혈압(Diastolic), 평균혈압(Mean), 심박수(Pulse) 그래프를 선택 표시 할 수 있도록 구성하였다.

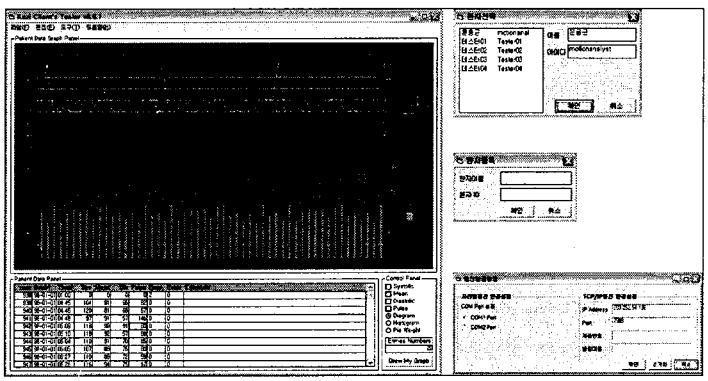


Fig. 6 Interface of Client Solution

4. 요약 및 결론

본 연구에서 개발된 원격혈압진료시스템은 재택 진료를 기반으로 생체 활력 징후를 측정하고, 원격지의 서버에 전송하여 전문 의료인에게 전달할 수 있도록 개발하였다. 이 시스템의 특징은 클라이언트/서버 구조를 채택하고, 서버를 구성함으로써, 환자 및 의료인의 동시 다중 접근이 가능하도록 개발한 것이다. 구성된 원격혈압진료시스템을 통해 호흡수와 체온의 측정을 통합하고, PAN 지역의 무선 모듈을 추가한다면 앞으로 환자는 의사의 집과 연결되고 의사는 환자의 집과 연결되어 진료하는 재택 진료 시스템이 완성될 것이다.

5. 참고문헌

1. 김승호, 김동근, 박인철, 조준호, 유선국, 오진호, 멀티미디어 원격진료시스템을 이요한 병원간 응급환자 협의 진료 모델, 대한응급학회: 2003, 14권 5호, p467
2. 백설화, 신기술동향 : 원격진료의 발전 및 실례, 한국공학교육기술학회: 1996, 3권, p38
3. 유태우, 재택원격진료, 한국의료복지시설학회: 2002, 8권 2호, p83

4. 이견직, 정영호, 의료기기의 국민경제적 기여도 분석(1990-1995), 한국보건경제연구학회: 2000, 6권, 1호 p113
5. 의료기기법 제 2조, 법률 제 6909호 신규제정 2003. 05.29., 보건 및 환경법, 행정법
6. 의료용구공업협동조합, 제약협회, 2002
7. 한국의약품 수출입협회, 2002
8. Beltrame F, Maryni P, Orsi G., On the integration of healthcare emergency system in Europe: The WETS project case study: 1998, IEEE trans INF Technol Biomed, vol(2), 89-97
9. Corr P, Couper I, Beningfield SJ, Mars M. A simple telemedicine System using a digital camera: 2000, J Telemed Telecare, vol(6), 233-238
10. R. Coleman. Improving the Quality of Life through Telemedicine: 1995, KISDI Int'l Conf, vol(7), 101-114
11. Stahl JN, Zhang J, Zellner C, Pomerantsev EV, Chou TM, Huang HK, Teleconferencing with dynamic medical images: 2000, IEEE trans InfTechnol Biomed, vol(4), 88-96
12. Takizawa M, Sone., Hanamura K, Asakura K., Telemedicine system using computed tomography van of high-speed telecommunication vehicle: 2001, IEEE trans Inf Technol Biomed, vol(5), 2-9