
LAN을 사용하는 심전도 단말기의 구현에 관한 연구

이정택*, 최재석*, 김영길*

A Study on the Implementation of ECG Terminal with LAN

Jeong-Taek Lee, Jae-Suk Choi, Young-Kil Kim

요 약

현재 사회는 고령화와 생활의 질적 향상으로 인해 재택 의료 기술이 필요하게 되었다. 재택 의료의 가능하게 되려면 재택 의료기의 가격이 저렴해야 하며, LAN이나 공중망에 의료기가 직접 접속을 하여 어디서든지 의사가 있는 병원으로 접속이 가능해야 한다. 본 논문에서는 심전도 전처리 과정에서 기저선 제거만을 하고 디스플레이 영역을 생략하며, 전력선 잡음 제거를 위해 연산량이 적은 디지털 필터를 적용함으로써 CPU의 부담을 줄일 뿐 아니라 크기를 줄이고 가격을 낮출 수 있고, 남은 CPU의 능력을 LAN(Local Area Network)을 이용한 심전도 데이터 전송에 사용하여 직접 TCP/IP망에 접속할 수 있는 심전도 단말기를 구현하였다.

Abstract

Nowadays is the increasing percentage of the aged in the population. Advanced age shows concern at own health status. So it is needed the home medical instrument which is cheap and connectable to hospital with a LAN or a public network. In this paper, We have implemented a ECG (Electrocardiogram) terminal. The ECG terminal is composed of two parts. One is the analog board to remove the baseline drift. The other is the digital board consists of a data aquisition part and data transmission part. The ECG terminal doesn't have the display region to show a ECG curve and uses the modified digital filter to remove the power noise. The ECG terminal transmits a ECG signal with a LAN using TCP/IP. So ECG signal can be seen by the Central Patient Monitor Program connected TCP/IP network.

* 아주대학교 공과대학 전자공학부

접수일자 : 1999년 12월 21일

I. 서 론

현재 사회는 의료 기술의 발달로 인한 인간 수명의 연장으로 고령화 시대를 맞이하게 되었다. 또한 생활의 질적 향상은 자신의 건강에 대한 관심이 증대시키게 하였다. 이는 의료 기술이 점점 일상 생활 안으로 들어와야 하는 요구를 발생시켰다. 이러한 요구의 해답으로써 대두되는 것이 재택 의료 기술이다. 재택 의료는 병원에서 받아야 되는 진료나 다른 의료 서비스를 집에서 받을 수 있게 하는 것이고 지금까지 이러한 요구를 이루어준 것은 재택 의료기였다. 집에서 재택 의료기를 통하여 자신의 건강을 저렴하게 수시로 체크하고 자신이 병원에 갈 필요가 있는지를 판단할 수 있게 한다. 이러한 재택 의료기는 다른 분야와 마찬가지로 정보 통신 산업의 발달로 인한 영향을 받게 되었다. 1995년 정보화촉진기본계획의 일환으로 초고속 정보통신망의 구축하고 있고 이 계획에는 2000년까지 의료기관의 50%를 초고속정보통신으로 연결하는 내용이 있다. 이러한 통신망을 기반으로 한 재택 의료기는 단순히 집에서 자신의 건강을 점검 하였던 것을 벗어나서 병원과 연동하여 병원에 가지 않고 집에서 의료 기관에서 제공하는 의료 서비스를 받을 수 있게 될 것이다.

여러 가지 의료기중 환자감시장치는 가장 기본적인 생체 신호들을 받아서 보여주는 장치이다. 환자감시장치는 환자가 병이 있는지 어떻게 병이 진행중인지 또한 병을 회복하는 과정을 볼 수 있는 가장 기본적인 의료기중 하나이다. 또한 위급한 상황이 환자에게 발생을 하게 되면 이를 의료진에게 알려 조치를 취할 수 있도록 도와준다. 그런데 기존의 환자감시장치는 가격이 비싸고, 병원 내에서 RS-232를 이용하여 의사에게 생체 신호를 전송하고 감시한다. 그래서 환자감시장치는 가정 내에서 사용되기 어려웠다. 그래서 보통 때는 정상인 환자들이 언제 무슨 일이 있을 지 몰라서 병원에 입원시켜 놓고 입원비를 내면서 생활을 제한시켰고, 거동이 불편한 노약자들은 어렵게 병원에 가지 않고서는 진료나 검진이 불가능하였다. 만약에 병원과 접속한 환자감시장치가 집에 존재하고 환자가 이것을 사용할 경우 집에서 입원비의 부담과 병원

을 왕복하는 시간적 소모와 이동하는 정력을 줄이고 동시에 자신의 건강을 병원의 의료진에 의해 면밀히 검진되고 긴급 사항이 발생하면 긴급조치를 받을 수 있게 될 것이다. 집에서 이들이 환자감시장치를 사용할 수 있게 하기 위해서는 가격이나 통신 기능에서 획기적인 방법이 필요하다. 먼저 가격을 낮추어야 한다. 그러기 위해서는 환자감시장치의 내용을 간소화하여 소형화하는 것이 필요하다. 환자감시장치의 통신 기능의 향상이 필요하다. 집에서 병원으로 네트워크 접속이 가능하게 하여야 한다. 그러기 위해서는 환자감시장치는 직접 공공망에 연결할 수 있어야 한다. 이 것이 본 논문에서 주로 살펴볼 내용이다.

본 논문은 이러한 조건을 만족시킬 수 있는 환자감시장치 중 심전도를 상대로 하고 LAN(Local Area Network)에 연결이 가능한 단말기를 구현하려고 한다.

II. 구현된 심전도 단말기의 하드웨어

구현된 심전도 단말기는 아무런 움직임이 없는 상태에서 측정 심전도인 레스트 상태 심전도만을 측정하게 하였다. 본 단말기는 크게 아날로그 부와 디지털 부로 나뉘고 디지털 부는 프로세서 부와 통신부로 구분이 된다.

아날로그 부의 동작을 최소화하고 단말기의 디스플레이 영역을 생략하여 CPU의 부담을 줄이고 크기를 줄여 가격이나 크기에 의한 공간 낭비를 줄일 수 있게 했다. 그리고 남은 프로세서 능력을 통신을 위해 할당하였다.

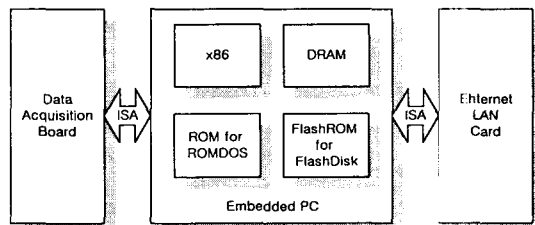


그림 1. 심전도 시스템 전체 블록도
Fig 1. Whole Block Diagram of ECG system

1. 아날로그 부

1-1 심전도(Electrocardiography, ECG)

심장 근육 수축의 원동력이 되어 동방결절에서 발생하는 미세한 전류는 심장을 흥분시켜 수축과 이완 운동을 하는 데 이러한 심장 근육의 전기적 활동을 신체의 표면상에서 전기적으로 측정할 수 있는 신호를 심전도라고 한다. 심전도 신호는 0.05~100Hz의 주파수 대역폭을 갖고 있다.

1-2 아날로그 부의 동작

일반적으로 환자감시장치의 아날로그 부에서는 심전도 데이터가 디지털에서 처리가 가능하도록 하기 위해 각각의 전극으로 들어오는 심전도 신호를 받아서 1Hz 이하의 저주파 잡음과 전원에서 발생하는 50/60Hz의 전력선 잡음 그리고 근육에서 발생하는 근잡음을 제거를 하고 기저선 변동과 같은 전처리 작업을 한다.

본 심전도 단말기는 심전도 측정 방법 중 사지 유도에 기반을 두었다. 그림 2에서 보듯이 초단에 들어오는 심전도 신호를 증폭하고 기저선 및 고주파 잡음 제거를 위한 기저선 제거 필터를 거치고 차동 증폭 회로를 거쳐 직류성분의 Offset을 조절 후 아날로그-디지털 변환기(ADC, Analog to Digital Converter)로 가도록 하였다. 즉 전처리 작업에서 기저선 제거만을 하므로 기존의 심전도 단말기의 전처리 과정을 줄이고 있다.

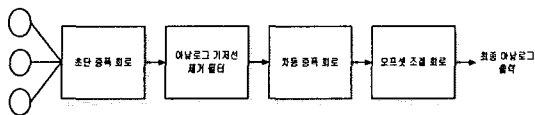


그림 2. 아날로그 부 시스템
Fig 2. System of Analog part

2. 디지털 부

디지털 부는 심전도 데이터를 처리하는 프로세서 부와 통신부로 구성되어 있다. 그림 3은 구현한 심전도 단말기의 디지털 부의 블록도이다. 각각의 블록들은 ISA(Industry Standard Architecture) 공통 버스로 연결되어 데이터를 교환한다.

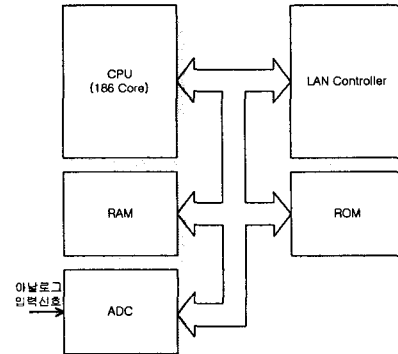


그림 3. 디지털 부 시스템
Fig 3. System of Digital part

2-1 프로세서 부

프로세서 부는 메인 프로세서인 186과 프로그램 ROM과 프로그램 실행에 필요한 RAM으로 구성되어 있다. ADC를 통해서 디지털화 한 심전도 데이터를 프로세서 부에서 얻어서 디지털 필터를 사용, 전력선 잡음을 제거하고 패킷화 한 후 통신부로 데이터를 넘겨준다. 그리고 LAN Controller를 조절한다.

2-2 통신부

LAN Controller로 구성되어 있으며 외부로 데이터를 전송하거나, 외부에서 조절 신호(Control Signal)를 받는 역할을 한다. 통신부에서는 프로그램 상에서 TCP/IP를 사용해 외부로 접속이 가능하게 해준다. 그럼으로써 심전도 단말기가 직접

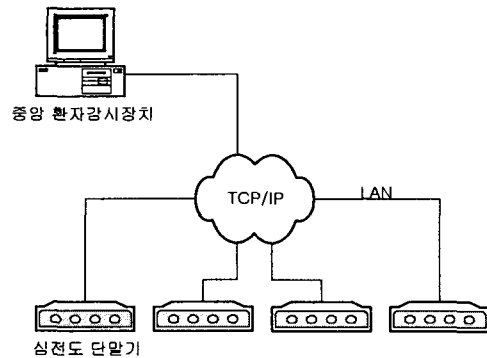


그림 4. 네트워크 구조
Fig 4. Network Structure

TCP/IP를 접속하게 해준다. 그림 4는 구현한 단말기가 중앙환자감시 장치와 LAN을 통해 통신을 하는 모습을 보여주고 있다.

Ⅲ. 구현된 심전도 단말기의 소프트웨어

본 심전도 단말기의 프로그램은 심전도 데이터를 얻어서 처리하는 프로그램과 처리된 심전도 데이터를 전송하기 위한 전송 프로그램으로 구성이 된다. 본 심전도 단말기는 186 프로세서 위에 ROM-DOS를 얹어서 프로그램을 구현하였다. 그림 5는 각 프로그램 모듈의 흐름도이다.

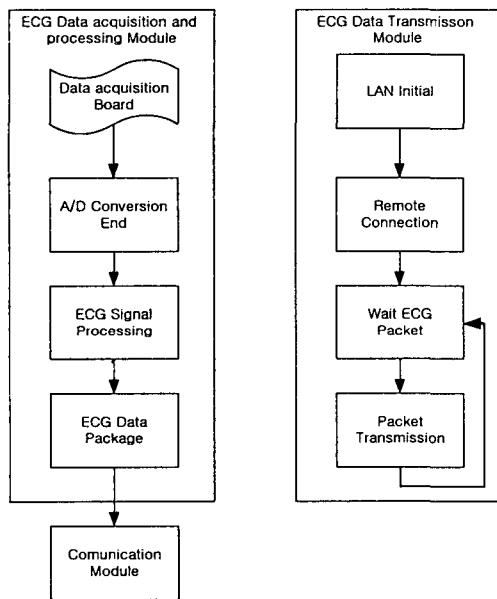


그림 5. 프로그램 전체 구조
Fig 5. Whole Program Structure

1. 심전도 처리 프로그램

심전도 처리 프로그램에서는 아날로그 부에서 다하지 못한 심전도 전처리 과정 중 전력선 잡음을 제거하는 과정을 수행을 한다. 아날로그 부로 들어와서 아날로그 디지털 변환이 된 심전도 신호는 FIR(Finite Impulse Response) 필터를 사용하여 전력선 잡음을 제거하였다. 그리고 필터를 거친 심전도 신호는 패킷을 구성하여 통신 모듈로 전송이

된다.

2. 통신 프로그램

2-1. TCP/IP 프로토콜

TCP/IP는 컴퓨터 네트워크 등의 통신회선을 매개로 컴퓨터간의 데이터 통신을 위한 프로토콜의 일종이다. TCP/IP의 통신 계층 구조는 네트워크 인터페이스 층위에 인터넷층 그리고 전송계층을 얹고 그 위에 응용계층이 올라가는 구조로 형성되었다. 그 중 전송계층에서는 TCP (Transmission Control Protocol)와 UDP (User Datagram Protocol)의 두 가지 형태의 전송 프로토콜이 있다. TCP는 전송할 때 패킷과 그 앞에 많은 데이터를 보조하기 위한 헤더를 붙여서 보낸다. 그러므로 통신 패킷을 처리하는 데 많은 오버헤드를 사용하므로 시간이 오래 걸리고 연산이 많아지는 단점이 있지만 확실하게 데이터를 전송할 수 있다는 장점이 있다. 그리고 UDP는 데이터 패킷과 함께 TCP로 통신할 때보다는 훨씬 적은 헤더를 붙여서 전송하므로 고속 통신이 가능하고 통신 소프트가 신뢰성 있고 효율적인 제어를 세밀하게 할 수 있다. 그러나 그렇게 하기 위해서는 프로그램이 복잡해진다는 것과 신뢰할 수 있는 패킷전송을 할 수 없게 된다.

본 심전도 단말기에서 TCP전송을 택했다. 심전도 단말기는 심전도 데이터라는 생체 신호를 전송하기 때문 이 신호가 진단에도 사용되므로 빠른 전송을 하기보다는 신뢰성을 더욱 중요시하기 때문이다. 또한 TCP프로토콜은 잘못 받은 데이터에 대한 재전송이나 오류 복구가 자동적으로 프로토콜 상에서 처리해 주므로 프로그램이 간단해지는 장점이 있다.

2-2. 중앙 환자 감시 장치와의 통신

중앙환자감시장치와 심전도 단말기 사이의 통신을 위해서는 TCP/IP 프로토콜을 사용한다. 그러기 위해서는 그림 6과 같은 계층을 구성한다.

심전도 단말기는 가장 아래의 물리 계층 위에 패킷 드라이브(Packet Drive)를 얹는다. 그리고 IP(Internet Protocol)와 TCP를 얹고 그 위에 세션 계층에 Socket을 얹고 통신 응용 프로그램을 작성

하였다.

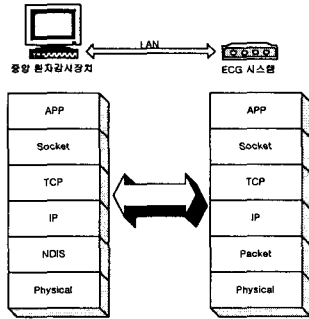


그림 6. 중앙환자감시장치간의 계층 구조
Fig 6. Layer Structure between Central Patient Monitoring System and ECG Terminal

중앙환자감시장치는 PC에 근거한 윈도우즈 프로그램을 이용하기 위해서는 Windows98이 제공하는 NDIS(Network Driver Interface Specification)위에 TCP/IP 스택을 얹고 그 위에 심전도 단말기와 통신을 가능하게 하는 소켓 프로그램을 올렸다.

2-3. 심전도 단말기 통신 프로그램

프로그램의 실행은 ROM-DOS 위에서 LAN 칩을 초기화하기 위해 패킷 드라이브를 실행을 한다. 그리고 통신 프로토콜로 TCP/IP를 사용하기 위해 공개된 TCP/IP 스택인 WATTCP(Waterloo TCP)를 사용하여 전송 및 수신을 위한 소켓을 초기화하였다. 그리고 심전도 단말기는 LAN망을 통하여 중앙환자감시장치에 접속을 시도한다. 그리고 접속에 성공하게 되면 패킷을 만들기 위한 버퍼를 전력선 잡음이 제거된 심전도 데이터가 채우기 시작한다. 이 버퍼가 다 차고 패킷 구성을 완료하면 이 패킷을 전송한다. 그리고 다시 버퍼에 심전도 데이터를 채우고 패킷을 전송하는 과정을 계속 반복한다.

IV. 실험 및 결과

1. 실험 방법

그림 7은 심전도 신호를 수신하는 아날로그 부

의 구현한 보드이고 그림 8은 심전도 신호를 처리하고 LAN을 통해 데이터를 송수신하는 구현된 디지털 부의 보드이다. 그리고 그림 9와 같은 임의의 전력선 잡음이 첨가된 심전도 신호를 심전도 단말기로 인가하였다.

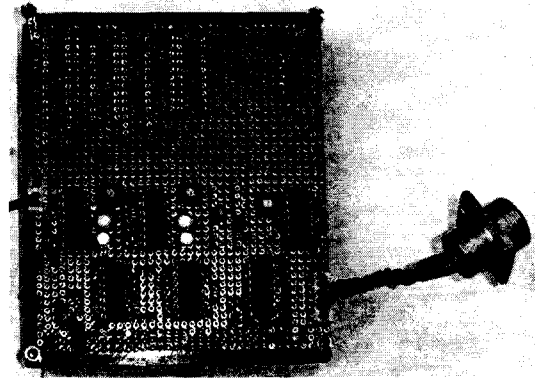


그림 7. 구현한 아날로그 부
Fig 7. Implemented Analog part

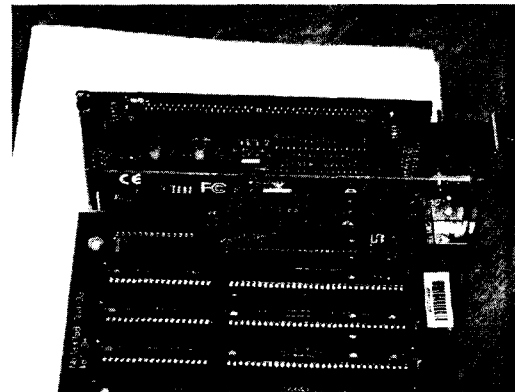


그림 8. 구현한 디지털 부
Fig 8. Implemented Digital part



그림 9. 심전도 단말기에 인가된 심전도 신호
Fig 9. Input ECG signal to ECG Terminal

중앙 환자감시장치로 그림10과 같은 PC를 사용

한 중앙환자감시 프로그램은 Visual C++ 6.0으로 작성하여 Windows98로 구동하였다. LAN으로 통신을 하기 위해 심전도 단말기와 중앙환자감시장치에 표 1과 같이 IP 주소를 할당하였다.

이렇게 하여 실험 환경을 구축하고 실험을 하였다.

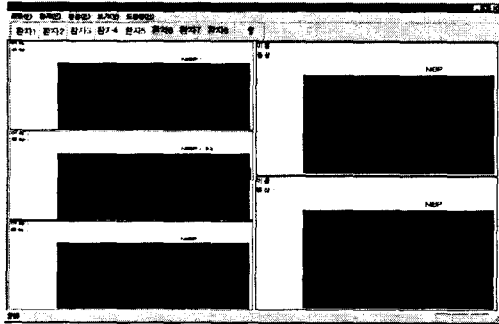


그림 10. 환자 감시 프로그램의 화면
Fig 10. Screen of Patient Monitoring Program

표 1. 할당된 IP 주소

Table 1. Given IP Address

	IP Address
심전도 단말기	202 . 30 . 11 . 116
중앙환자감시장치	202 . 30 . 11 . 117

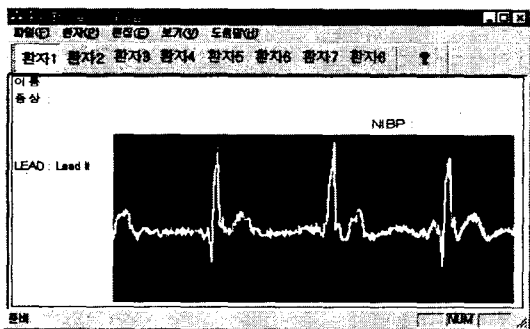


그림 11. 중앙 환자감시 프로그램에 나타난 심전도 신호
Fig 11. ECG Signal on Central Patient Monitor Program

2. 실험 결과

그림11은 심전도 단말기로부터 전송된 데이터를

중앙 환자감시장치에서 수신한 결과를 보이고 있다. 이 신호는 그림 9의 모양으로 심전도 신호를 인가하였고 단말기를 통해 처리되고 TCP/IP을 이용한 LAN망을 통해 들어온 신호이다. 그림 9의 신호에 보이던 50/60Hz 전력선 잡음의 크기가 작아져서 심전도의 신호가 뚜렷하게 되었다.

V. 결 론

본 논문에서 제안된 시스템의 구현을 실험적으로 확인하였다. 즉 구현한 단말기가 심전도 신호를 받아서 전력선 잡음, 근잡음을 제거하고 그리고 기저선 변동을 처리한 후 LAN을 이용하여 환자 단말기에서 처리된 심전도 데이터가 중앙의 PC에 전송된 것을 검증하였다.

재택 의료 검진 시스템의 발전은 네트워크의 발전과 더불어서 네트워크의 능력을 갖는 의료기에서 출발을 할 것이다. 특히 환자 감시장치는 사용 목적상 네트워크에 대한 내용에 가장 민감한 의료 기종 하나이다. 제안된 시스템은 LAN을 통해 환자감시 시스템을 구현을 하여 LAN망에 연결된 모든 장치들이 생체 데이터를 공유가 가능하다. 그러나 LAN 망을 이용하기 위한 방법은 원거리 전송 시 방화벽(Fire Wall)에 대한 문제 IP 주소 문제에 대한 해결 (Address Resolution)의 문제로 인한 한계가 있다. 궁극적인 재택 의료 검진 시스템을 이루기 위해서는 이러한 문제를 근본적으로 해결하는 것과 초고속 통신망이 모든 가정에 연결이 필요하다.

참고문헌

- [1] W. J. Tompkins, "BiomedicDigital Signal Processing", Prentice Hall,1993
- [2] P. M. Embree, "C Algorithms For Real-Time DSP", Prentice Hall, 1995
- [3] Ralph Davis, "Win32 Network Programing", Addison Wesley Developers Press, 1996
- [4] 이강민, 이종수, 김영길, "의료 기기에서의 실시간 전력선 잡음 제거에 관한 연구", 한국해양정보통신학회, p565~568, 1998

[5] 김화중 “컴퓨터 네트워크 프로그래밍“, 홍릉 과학 출판사, 1997



이 정 택(Jeong-Taek Lee)

1986. 2. 아주대학교 전자공학과 졸업(학사)

1992. 9. INPT(프랑스 국립 플루즈 종합공대) 대학원 졸업 (신호 및 영상 전공) D.E.A 학위

1992. 12. ENSAE(프랑스 국립 항공/우주 고등 공대) 대학원 졸업 (우주통신 전공) Master 학위

1996. 8~현재 아주대학교 대학원 전자공학과 박사과정

1985.12~1986.11 대우통신 종합연구소(연구원)

1986.11~현재 문화방송(차장)

*주관심분야 : 신호처리, 디지털방송, 위성통신



최 재 석(Jae-Suk Choi)

1999. 2. 아주대학교 전자공학과 (학사)

1999.2~현재 아주대학교 대학원 전자공학과 석사과정

*주관심분야 : 네트워크 시스템, 의료정보시스템, 무선근거리 시스템



김 영 길(Young-Kil Kim)

1977. 12 제12회 기술고시 통신직.

1977. 1~1978. 2 체신부 정책국 전자통신 전담반.

1978 고려대학교 전자공학과(학사).

1880 한국과학원 산업전자공학과(학사)

1984 ENST(France)(박사)

1984.9~현재 아주대학교 전기전자공학부 교수

*주관심분야 : 의용신호 및 시스템 무선근거리 통신망, 수중통신, BISDN