

환자모니터링시스템의 개발 : 전체구조 및 기본사양

우응제·박승훈·김경수*·최근호*·김승태*·문창욱*
전병문*·이희철*·김형진*·서재준*·채경명*·박종찬*

= Abstract =

Development of a Patient Monitoring System : Overall Architecture and Specifications

Eung Je Woo, Seung-Hun Park, Kyung Soo Kim*, Keun Ho Choi*, Seung Tae Kim*,
Chang Wook Moon*, Byung Moon Jun*, Hee Cheol Lee*, Hyung Jin Kim*,
Jae Joon Seo*, Kyung Myung Chae*, and Jong Chan Park*

We have developed a patient monitoring system including module-based bedside monitors, interbed network, central stations, clinical workstations, and DB servers. A bedside monitor with a color LCD can accommodate up to 3 module cases and 21 different modules. Six different physiological parameters of ECG, respiration, invasive blood pressure, noninvasive blood pressure, body temperature, and arterial pulse oximetry with plethysmograph are provided as parameter modules. In a single bedside monitor, modules and a module controller communicate with 1Mbps data rate through an intrabed network based on RS-485 and HDLC protocol. At the same time, it communicates with other bedside monitors and central stations through interbed network based on 10Mbps Ethernet and TCP/IP protocol. Central stations using 20" color CRT monitors can be connected with many bedside monitors and they display 18 channels of waveforms simultaneously. Clinical workstations are used mainly for the review of patient data. In order to accommodate more advanced data management capabilities such as 24-hour full disclosure, we have developed a relational database server dedicated to the patient monitoring system.

Software for bedside monitor, central station, and clinical workstation fully utilizes graphical user interface techniques and all functions are controlled by a rotate/push button on the bedside monitor and a mouse on the central station and clinical workstation. The entire system satisfies the requirements of AAMI and ANSI standards in terms of electrical safety and performances.

Key words : Patient monitoring system, Bedside monitor, Module, Central station, Interbed network

서 론

환자모니터링시스템(PMS, patient monitoring system)의 기본이 되는 환자모니터(bedside monitor)는, 환자에 부착한 각종 센서로부터 여러 종류의 생체 신호들을 측정하고, 이를 처리 분석하여 환자의 상태에 관한 정보를 추

출하여 의료진에게 출력해 주는 장치이다. 환자모니터는 환자 당 1대씩 설치되며, 여러 개의 환자모니터로부터 수집된 정보는 중앙 환자모니터(central station)로 전송된다. 이와 같이 여러 대의 환자모니터와 중앙 환자모니터에 의해, 환자 옆에서 뿐만 아니라, 별도의 특정 장소에서 많은 환자의 상태를 집중 감시할 수 있도록 구성된 시

건국대학교 의과대학 의공학과

Department of Biomedical Engineering, College of Medicine, Kon Kuk University

*삼성종합기술원 의료기기팀

*Samsung Advanced Institute of Technology, Medical Electronics Team

통신저자 : 박승훈, (380-701) 충북 충주시 단월동 322 건국대학교 의과대학 의공학과, Tel. (0441)40-3763,

Fax. (0441)848-0620

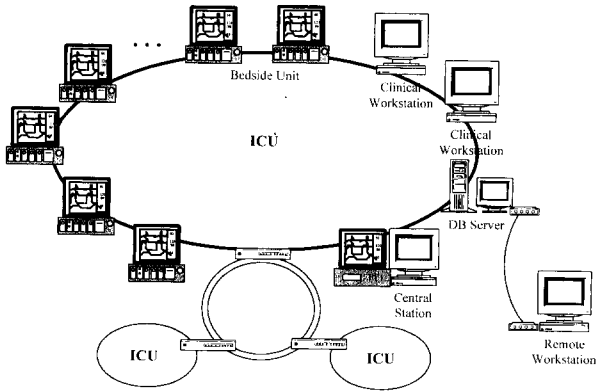


그림 1. 중환자실 환경에서의 환자모니터링시스템의 전체 구성도
 Fig. 1. A configuration of a patient monitoring system in ICU(intensive care unit)

시스템을 환자모니터링시스템이라 한다[1-3].

환자모니터링시스템은 각종 중환자실, 수술실, 응급실 등에서 가장 기본적인 의료 장비의 하나로서 활용되고 있다. 환자에게는 연속적인 집중 감시에 의한 고급의 의료 서비스를 제공하고, 의료진에게는 중환자의 감시에 수반하는 인력과 노력 및 부담의 절감이라는 효과를 제공한다.

본 논문에서는 모듈형 환자모니터, 중앙 환자모니터(central station), 임상 의사용 워크스테이션(clinical workstation) 및 통신망과 DB 서버로 구성되는 환자모니터링시스템의 개발에 관하여 기술한다. 그림 1은 중환자실을 사용 환경으로 가정한 경우에 대하여 전체 시스템의 구성도를 보여주고 있다.

그림 1에서 DB 서버는 환자들의 신상 정보 및 각 환자모니터들을 통하여 수집된 모든 자료의 체계적인 관리를 담당하며, 임상 의사용 워크스테이션은 특정 환자의 현재 데이터를 실시간으로 관측하거나, 이미 수집된 데이터를 검색, 처리, 관찰, 측정하고 진단 보고서를 작성하는 기능 등을 수행한다.

본 논문에서 기술하는 환자모니터링시스템의 설계에 있어서는, 첫째로 관련된 규격을 엄격히 적용하였고, 둘째 기존의 환자모니터링시스템들의 장단점 분석을 바탕으로 하였으며[4-7], 세째 빠른 속도로 발전하는 컴퓨터 및 통신 기술 그리고 소프트웨어 기술의 신속한 적용에 의한 기능의 향상이 가능한 구조를 채택하였고, 네번째로는 기존의 제품들과 차별화할 수 있는 새로운 개념들을 도입하였다. 이렇게 하여, 시스템의 확장성, 사용의 편리성, 기능의 다양성을 강조하였다[8]. 이와 같은 기본 원칙하에서 다음과 같은 10가지의 구체적인 설계 지침을 수립하였다.

- 1) 생체 신호 측정기는 모듈화, 소형화한다.
- 2) 신호의 도시에는 컬러 모니터와 LCD를 사용한다.
- 3) GUI에 의해 사용의 편리성을 극대화한다.
- 4) Networking 기능을 필수 기능으로 한다.
- 5) 모든 데이터의 DB화 및 정보 시스템화를 구현한다.
- 6) 우수한 신호처리 및 해석 기능을 구현한다.
- 7) 지능형 정보 시스템의 도입이 가능한 구조를 갖춘다.
- 8) 개인용 컴퓨터와의 완벽한 데이터 호환성을 제공한다.
- 9) 사용자의 요구에 맞추어 시스템을 구성, 가동하는 것이 가능하게 한다.
- 10) 기능의 확장이 용이한 구조를 갖춘다.

모듈형 환자모니터, 중앙 환자모니터, 임상 의사용 워크스테이션, DB 서버 및 통신 방식 등에 관한 자세한 기술적인 내용은 별도의 논문으로 발표하기로 하고, 본 논문에서는 이와 같은 개념에 기초하여 개발한 환자감시시스템의 전체적인 구조와 기능 등을 기술한다.

모듈형 환자모니터

환자모니터링시스템에서 가장 핵심적인 기능을 수행하는, 모듈형 환자모니터는 12.1" 컬러 TFT LCD와 주 프로세서 및 보조기억장치, 비디오 장치, 모듈 제어기 등의 주변장치들로 구성된다. 모듈 제어기에는 7개의 모듈을 장착할 수 있는 모듈 케이스를 3개 까지 연결할 수 있고, 3 채널의 레코더 모듈을 포함하는 9 종류의 모듈이 개발되어 있다. 이러한 모듈들은 현재 가장 많이 사용되고 있는 심전도, 호흡, 관혈적 혈압, 비관혈적 혈압, 체온, 동맥

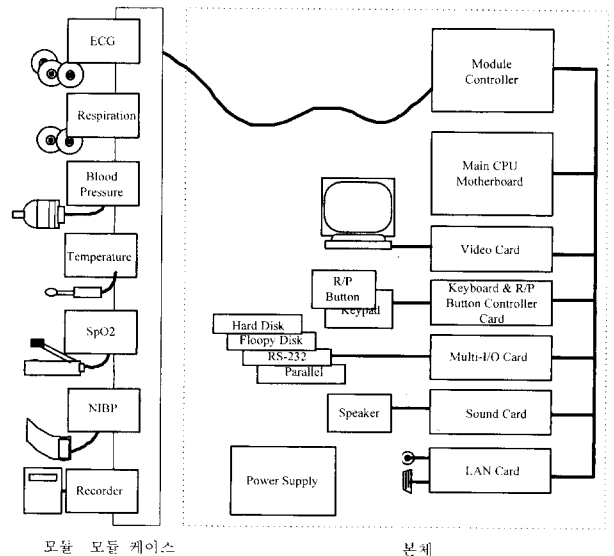


그림 2. 모듈형 환자모니터의 구조
 Fig. 2. Structure of a module-based bedside monitor

표 1. 개발된 모듈들과 간략한 사양

Table 1. Developed modules and their specifications

모듈	간략한 사양
심전도	<ul style="list-style-type: none"> ■ 3채널: I, II, III, aVR, aVL, aVF 중 택 2, V ■ 리이드 탈락 검출 ■ 페이스 펄스 검출 및 제거 ■ 입력 보호: 5000V, 360J ■ 입력 범위: $\pm 5mV$
호흡	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1채널 임피던스 측정법 ■ 리이드 선택 ■ DC 저항 범위: 500~1000Ω ■ 신호 범위: 0~5 Ω
관혈적 혈압	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2채널 ■ 센서: Ohmeda 및 호환 ■ 센서 민감도: 5 $\mu V/V/mmHg$ ■ 측정 범위: -30~300mmHg
체온	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2채널 ■ 센서: YSI400 및 700 (센서 종류 자동 검출) ■ 측정 범위: 20~50$^{\circ}C$ ■ 정확도: 0.1$^{\circ}C$
비관혈적 혈압	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1채널 oscillometric 법 ■ 측정 범위: 0~300mmHg ■ 모드: 성인 및 유아
동맥 산소 포화도 및 plethysmography	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1채널 동맥 산소 포화도 및 plethysmograph ■ 센서: Nellcor 센서 ■ 범위: 0~100% ■ 심전도 동기 가능
복합 모듈1	■ 심전도(3채널)+호흡(1채널)+관혈적 혈압(2채널)+체온(2채널)
복합 모듈2	■ 심전도(3채널)+호흡(1채널)
레코더	<ul style="list-style-type: none"> ■ 3채널 thermal array printer ■ 출력 속도: 12.5, 25, 50mm/s ■ 문자 출력

산소 포화도 및 plethysmograph 등 6 종류의 생체 신호들을 측정할 수 있다. 모듈들은 단일 모듈과 2가지 이상의 생체 신호를 제공하는 복합 모듈로 나뉘어 진다.

모듈 제어기와 각 모듈들 사이의 통신은 1Mbps의 전송속도를 가지는 RS-485 및 HDLC 프로토콜로 구현하였다. 모듈들의 장, 탈착에 대한 자동 인식 및 그에 따른 화면상의 적절한 환경설정 등이 구현되어 있다.

모듈형 환자모니터들과 중앙 환자모니터들 사이의 통신은 10Mbps의 Ethernet과 TCP/IP 프로토콜에 의해 구현하였다. 전기적인 안전도 및 성능에 있어서, 전체적인 시스템의 기본 규격 및 사양은 AAMI와 ANSI의 각종 관련 규격에 맞추었다[9-16].

1. 구조

모듈형 환자모니터는 다음의 그림 2와 같이 각종 모듈, 모듈들과 모듈 제어기 사이의 통신망, 모듈 제어기, 주 프로세서 부, 주변장치, 및 모니터 등으로 구성된다. 기본적으로 모듈형의 구조를 채택하였고, 모듈의 종류를 다양하게 하여 사용자의 필요에 따라 시스템의 구성을 바꿀 수 있도록 하였다. 또한, 현재의 6종의 생체 신호 이외에, 심박출량, 이산화탄소, 정맥 산소 포화도, 기타 가스 농도 등의 추가적인 생체 신호들을 모듈로 개발하여 기능을 확장하는 것이 용이하도록 하였다.

각 모듈에는 2개의 프로세서가 내장되어, 신호의 수집, 처리, 저장, 및 통신의 기능을 수행하며, 이러한 분산처리

기법의 적용을 통하여 많은 개수의 모듈들을 사용하여 시스템의 기능을 확장하는 것이 용이하도록 하였다. 또한, 새로운 모듈의 추가에 따른 시스템의 과부하 현상을 미연에 방지하였다. 화면은 12.1" TFT LCD 이외에도 사용자의 필요에 따라 다양한 크기의 CRT 모니터를 추가로 설치하는 것이 가능하게 하였다.

소프트웨어에 있어서는 rotate/push 버튼에 의해 메뉴 및 대화상자 등을 통해 프로그램의 모든 기능을 제어하는 완벽한 GUI를 구현하였다. 화면은 여러 가지의 색과 아이콘의 채택에 의해 많은 정보의 효율적인 전달이 가능하게 하였고, 다양한 기능의 제공과 함께 그러한 기능의 사용을 간편하게 하였다.

2. 모듈

각 모듈은 센서로부터의 생체 신호를 처리하는 아날로그 회로 부분과 아날로그 회로의 제어 및 상태 확인 그리고 신호의 A/D 변환과 디지털 신호처리 등을 담당하는 프로세서 부분, 그리고 HDLC 통신용 프로세서 부분의 3 부분으로 구성된다.

모듈들의 전면에는 동작 상태를 나타내는 LED들과 해당 모듈의 신속한 제어를 위한 몇 개의 버튼들이 설치되어 있다. 개발된 모듈의 종류와 간략한 사양은 다음의 표 1과 같으며, 이외의 심박출량, 이산화탄소, 정맥산소포화도, 기타 가스 농도 모듈들은 앞으로 개발될 예정이다.

3. 모듈 케이스

하나의 기본 모듈 케이스에는 7개까지의 모듈을 장착할 수 있다. 또한, 2개까지의 추가 모듈 케이스의 연결이 가능하다. 따라서, 최대 3개의 모듈 케이스가 하나의 모듈형 환자모니터에 접속될 수 있으므로, 최대 21개의 모듈들을 사용하는 것이 가능하다.

각 모듈의 모듈 케이스 장착 및 탈착은 자동 인식되며, 자동 인식의 결과는 즉시 화면 상에 표현된다. 장착 시에는 모듈의 종류에 따라 미리 정해진 기본 설정 상태로 화면에 새로운 파형 또는 숫자 정보 도시 부분이 추가된다. 탈착 시에는 화면 상의 해당 도시 영역이 자동으로 제거되면서 나머지 파형 등의 도시 영역이 재배치된다.

4. 본체 및 화면

본체는 주 프로세서와 주변 회로가 실장된 주기판과 이에 추가되는 각종 주변장치들을 포함한다. 주변장치로는 하드디스크와 800×600 해상도의 비디오 장치, 프린터 연결 장치, 10Mbps Ethernet 통신 장치, 모듈들과의 HDLC 통신을 위한 모듈 제어기, 음성 경보의 출력을 위한 사운드 장치 등이다.

화면은 12.1" 컬러 TFT LCD를 기본으로 하고, 통상

6채널의 파형 및 그와 관련된 숫자 정보들을 동시에 도시한다. 또한, 동일한 화면을 여러 개의 크기가 다른 CRT 모니터들에 출력하는 것이 가능하다. 화면을 포함하는 본체에는 사용자의 프로그램 제어를 위한 rotate/push 버튼이 장착되어 있다.

5. 인트라베드 통신망(Intrabed Network)

21개 까지 장착될 수 있는 모듈들과 모듈 제어기 사이의 데이터 통신망을 인트라베드 통신망이라 한다. 통신 속도는 1Mbps로 하였고, RS-485에 의한 multi-drop의 구조를 가진다. 모듈 제어기가 주(primary)이고 모듈들이 종(secondary)이 되는 NRM(normal response mode)를 구현하였고, HDLC 프로토콜을 기본으로 하였다.

모듈의 장착과 동시에 각 모듈에는 고유한 HDLC 주소가 할당된다. 각 모듈의 종류 인식이 이루어지면, 현재의 통신망을 구성하는 모든 모듈들과 모듈 제어기 사이의 가장 효율적인 시분할 통신 방식을 추정하여 그러한 방법으로 통신이 이루어진다. 사용자의 명령이나 모듈로부터의 데이터들은 자체 개발한 상위의 통신 프로토콜에 의해 일정한 형태의 message로 전송된다.

약물 주입기나 인공호흡기 등의 기존의 의료기기 중에서 RS-232C 등의 통신 기능을 가지는 것들은 본 시스템의 인트라베드 통신망에 인터페이스하는 것이 가능하다. 또한, 아날로그 출력만을 제공하는 의료기기들도 인터페이스가 가능하도록 하였다. 따라서, 이미 사용하고 있는 의료기기들을 본 논문에서 개발한 환자모니터에 연결하여 함께 사용할 수 있다.

6. 소프트웨어

모듈형 환자모니터의 모든 소프트웨어는 객체지향형 프로그래밍 기법을 적용하여 개발하였다. 개발한 프로그램은 인트라베드 통신망을 통한 모듈들과의 통신, 신호와 기타 관련 정보의 실시간 처리 및 도시, 경보 시스템, 데이터의 저장, 그리고 인트라베드 통신망을 통한 타 환자모니터 및 중앙 환자모니터, 그리고 DB 서버와의 통신 등의 기능을 동시에 수행한다.

소프트웨어의 구조 설계 및 개발에 있어서는 모듈로부터 수집한 종류가 서로 다른 데이터들 간에 의학적인 상관관계가 있을 때, 이러한 관계가 반영되도록 하였다. 예를 들면, 심전도와 혈압, 동맥 산소 포화도 등은 모두 심장 기능에 관한 정보를 제공하므로, 이들의 출력에 있어서는 파형의 동기화, 심박수 계산 방법의 일관성 등에 의하여 올바른 상관관계의 유지가 가능하도록 하였다. 또한, 최근에 많은 연구가 이루어지고 있는 지능형 환자모니터링시스템으로의 기능 향상을 고려한 소프트웨어 구조가 되도록 하였다[17, 18].

사용자 인터페이스는 그래픽 사용자 인터페이스 기법을 최대한 활용하여 설계하였고, 사용 용도에 따라 시스템의 환경 설정을 쉽게 변경할 수 있도록 하였다[19]. 이러한 환경은 초기 상태가 가장 빈번히 사용되는 상태로 설정되어 있을 뿐 아니라, 사용자가 변경한 상태로 저장할 수 있게 하여 작업의 연속성을 최대한 보장하였다.

인터베드 통신망(Interbed Network)

여러 개의 모듈형 환자모니터들과 중앙 환자모니터들은 10Mbps의 Ethernet 통신망으로 연결된다. 통신망의 구성을 위해서는 현재 병원에서 많이 사용되고 있는 일반적인 LAN 구축 기술을 그대로 채용하여, 기존의 병원 정보망에 직접 접속하거나 확장할 수 있도록 하였다. 따라서, 여러 종류의 통신 장비 및 배선 방식을 사용할 수 있어서, 중환자실이나 수술실, 응급실 등의 고유한 환경에 맞추어 통신망을 구성할 수 있다.

본 논문에서 개발한 시험 시스템에서는 10Base-T 규격에 맞는 하드웨어를 사용하였고, 통신 프로토콜로는 TCP/IP를 채용하였다. 시스템의 사용 양태에 따라 통신량이 달라져서 정확한 예측을 어려우나, 보통 한 개의 LAN 세그먼트에 수십대 이상의 모듈형 환자모니터들을 접속할 수 있다.

중앙 환자모니터

중앙 환자모니터는 대형 모니터를 채택할 수 있고, 한 순간에 최대 18 채널의 파형 및 그와 관련된 숫자 정보들의 실시간 도시가 가능하다. 각 중앙 환자모니터는 현재 통신망에 접속된 모듈형 환자모니터들 중에서 접속을 원하는 것들을 선택할 수 있고, 각각의 모듈형 환자모니터가 전송하는 정보 중에서 선택적으로 도시 및 저장할 수 있도록 하였다. 현재 중앙 환자모니터의 화면에 출력되지 않고 있는 모듈형 환자모니터들에서 경보가 발생하면 자동으로 중앙 환자모니터의 화면에 신호 파형들과 관련된 정보가 경보 상태와 함께 출력되는 "alarm watch"의 기능도 가지도록 하였다.

기본적으로는 접속된 모듈형 환자모니터들로부터 수집된 모든 정보의 입수가 가능하며, 각 환자모니터의 모든 상태 설정이 가능하다. 그러나, 사용자에게 허용되는, 중앙 환자모니터에 의한 각 모듈형 환자모니터의 상태 설정 및 변경 기능에 있어서는, 사용상의 오류를 방지하고자 하는 목적에 의해서 일정한 수준으로 제한을 두었다.

중앙 환자모니터에는 모듈형 환자모니터와는 다르게 키보드가 제공되고 프로그램의 전 기능을 마우스에 의해 제어하도록 하였다. 모든 소프트웨어는 역시 객체지향형 프

로그래밍 기법에 의해 개발하였고, 완벽한 GUI를 구현하였다. 또한, DB 서버를 사용하지 않는 경우에는 중앙 환자모니터에서 간단한 관계형 DB의 관리를 담당할 수도 있게 하였다.

별도로 추가가 가능한 DB 서버에서는 관계형 DB 관리 시스템(SQL 서버, 마이크로 소프트 사)을 사용하였다. 선택한 환자모니터들에 대해서는, 환자 정보와 그 환자에게서 측정되는 모든 실시간 신호 데이터 및 경보 발생 관련 정보들이 DB 서버에 저장될 수 있다.

실 험

그림 3은 모듈형 환자모니터의 동작 중 화면을 보여주고 있다. 이 그림은 1채널의 체온, 3채널의 심전도, 1채널의 호흡과 1채널의 관혈적 혈압의 측정이 동시에 이루어지고 있는 화면이다. 그림 4는 중앙 환자모니터의 동작 중 화면의 모습으로, 현재 2대의 모듈형 환자모니터로부터 전송되는 정보를 도시하고 있는 상태이다.

개발한 각 모듈의 성능 평가를 위한 실험에는 환자신호 발생기(patient simulator, medSim300, Dynatech Nevada 사)와 자체 제작한 시험 장치들을 사용하였다. 관혈적 혈압을 제외한 나머지 신호들의 수집에는 건강한 20대 또는 30대의 성인 남자를 대상으로 하였으나, 실험실에서 진행된 관혈적 혈압의 측정에는 환자신호발생기만을 사용하였다. 현재 진행 중인 임상실험에서는 여러 환자를 대상으로 관혈적 혈압을 포함한 모든 신호의 수집 및 성능 검증은 진행하고 있다.

그림 5와 6은 각각 모듈형 환자모니터와 중앙 환자모니터의 메뉴 시스템 및 환경 설정을 위한 대화상자의 한

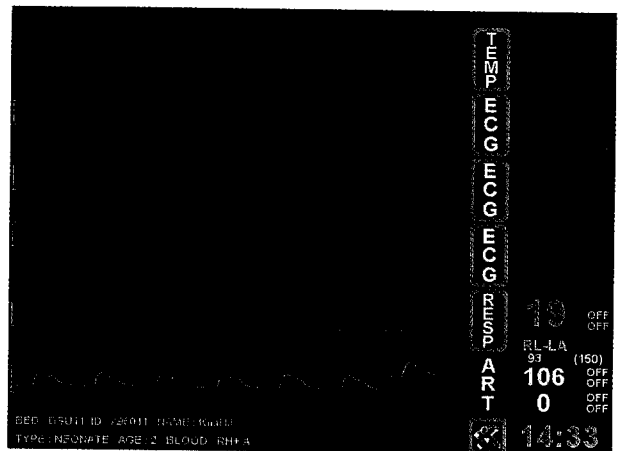


그림 3. 모듈형 환자모니터의 동작 화면
Fig. 3. Screen of the developed module-based bedside monitor during operation

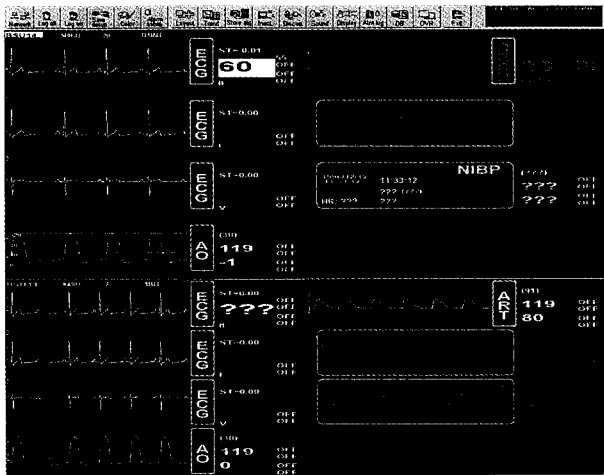


그림 4. 중앙 환자모니터의 동작 화면
Fig. 4. Screen of the developed central station during operation

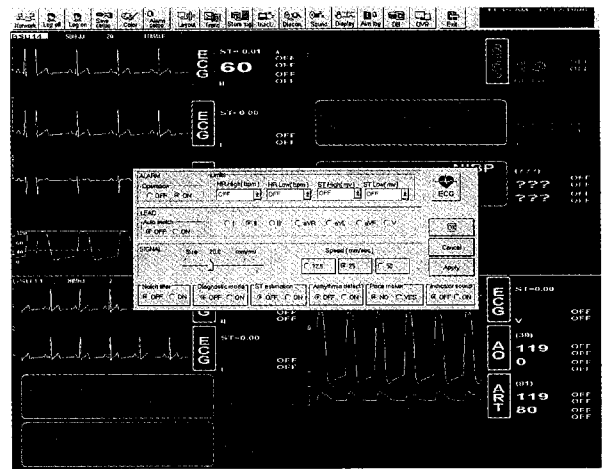


그림 6. 중앙 환자모니터의 메뉴 시스템 및 대화상자
Fig. 6. Menu system and typical dialog box of the developed central station

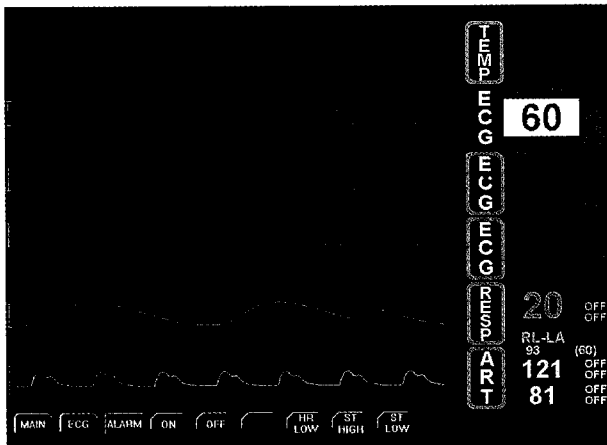


그림 5. 모듈형 환자모니터의 메뉴 시스템 및 경보 설정
Fig. 5. Menu system and alarm operation of the developed module-based bedside monitor

예를 보여 주고 있다. 그림 5에서는 심전도 채널에 대하여 심박수 경보의 최대 및 최소 문턱치 설정 상태와 경보의 발생 상태를 보여준다. 이와 같이 모든 모듈들에 대하여 임상적으로 중요한 변수들은 각각에 대하여 경보를 설정할 수 있다. 또한, 여러 가지의 변수들에 관한 복합적인 경보를 구현하기 위하여 각 변수의 상태에 대한 논리적인 조합에 의해서 어떠한 경보를 발생시키는 초보적인 지능형 경보시스템을 구현하였다.

그림 6에서는 중앙 환자모니터에서 특정 모듈형 환자모니터의 심전도 모듈의 여러 변수 설정을 대화상자를 통하여 수행하는 것을 보여주고 있다. 중앙 환자 모니터는 기본적으로 각 모듈형 환자모니터의 모든 기능의 제어

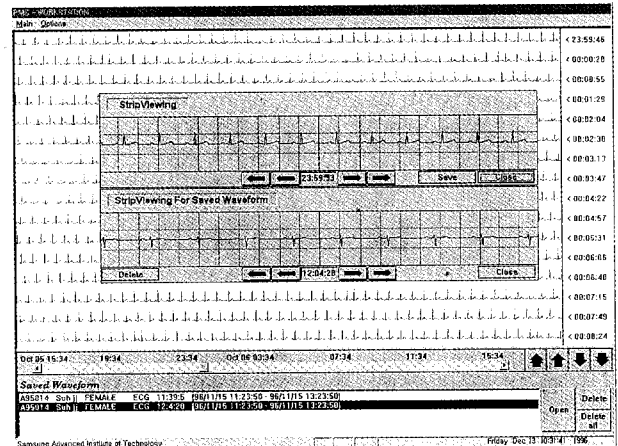


그림 7. 임상 의사용 워크스테이션의 동작 화면
Fig. 7. Screen of the developed clinical workstation during operation

가능하나, 실제로는 꼭 필요한 기능들 만으로 제한을 두었다.

그림 7은 임상 의사용 워크스테이션의 동작 화면을 보여주고 있다. 워크스테이션은 한 환자의 실시간 데이터를 모니터링하는 것이 가능하나, 그 주된 기능은 DB 서버에 저장된 장시간의 환자 데이터를 관찰, 분석하고 소견서를 작성하는 등의 기능에 주안점을 두었다. 그림 7은 24시간 동안의 모든 데이터를 저장하고 있는 DB 서버로부터 심전도 데이터를 추출하여 분석하는 경우를 보여준다. 현재에는 파형의 크기, 시간 등의 측정과 검색 등의 기본 기능을 제공하고, 심전도의 자동 해석 기능은 개발 중에 있다.

토 의

본 논문에서 기술한 환자모니터링시스템은 중환자실 환경 하에서 사용하기에 충분한 기능을 가지고 있다. 그러나, 원격지 워크스테이션(remote workstation), 이동형 환자모니터(portable bedside monitor), 무선 통신 기능, 그리고 더욱 다양한 여러 종류의 모듈 개발 등이 앞으로 진행되어야 할 것이다.

인터베드 통신망에 연결되는 DB 서버는 선택 사양으로 제공되는데, 규모가 큰 시스템에서는 중앙 환자모니터에서 DB 관리를 하는 것 보다는 전용의 서버를 이용하는 것이 바람직하다. DB 서버의 설치는 완벽한 관계형 DB 관리 기능 이외에도, 환자 데이터의 24-시간 연속 저장 기능(24-hour full disclosure)을 제공한다. 저장된 데이터는 중앙 환자모니터에서 되돌려 볼 수 있고, 통신망에 접속된 개인용 컴퓨터에서도 필요한 소프트웨어를 설치하면 볼 수 있다.

인터베드 통신망에 직접 연결되거나 또는 모델을 통하여 DB 서버에 접속될 수도 있는 임상 의사용 워크스테이션은 현재 개발 중에 있다. 워크스테이션에서는 특정 환자 1인의 현재 데이터를 실시간으로 관측하는 것이 가능하고, 이와 동시에 이미 수집된 데이터들을 검색, 처리, 관찰, 추적하고 진단 보고서를 작성하는 기능을 수행할 수 있다.

워크스테이션은 일정한 수준 이상의 개인용 컴퓨터에서 수행되는 Windows95 또는 Windows NT 용 프로그램으로 개발하였으므로, 낮은 가격으로 임상 의사용 워크스테이션의 활용이 가능하게 할 예정이다.

결 론

본 논문에서는 모듈형 환자모니터와 중앙 환자모니터 및 통신망으로 구성되는 환자모니터링시스템에 대하여 기술하였다. 모듈형 환자모니터에서는 6종류의 생체 신호 측정과 레코더 출력 기능을 모듈의 형태로 제공하며, 다양한 신호처리 및 경보 시스템이 구현되어 있다. 완벽한 GUI를 이용한 편리한 사용자 인터페이스는, 단순한 기능의 선택에서부터 복잡한 환경의 설정에 이르기까지의 전 과정을 쉽고 빠르게 하였다.

두 단계의 통신망(인트라베드 및 인터베드 통신망)은 모두 그 하층 구조에 있어서는 IEEE P1073 MIB 규격을 따라 구현하였다. 따라서, 앞으로의 P1073의 완전한 내용 결정 및 관련 업체에서의 선택 여부에 따라서 그 채용이 가능하다.

중앙 환자모니터는 통신망에 접속된 어떠한 모듈형 환

자모니터에 대해서도 그 상태를 한곳에서 집중적으로 관찰할 수 있는 기능을 제공한다. 환자와 직접 접속되어 있는 각 모듈에서 검출한 신호 데이터 뿐만 아니라 이와 관련된 각종 정보 및 모든 사건의 발생 기록은 중앙 환자모니터 까지 투명하게 전달될 수 있다. 또한, 환자의 신상 정보 및 각 모듈들을 통하여 수집된 모든 자료는 관계형 데이터 관리 시스템(RDBMS)에 의해서 체계적으로 관리되며, 사용될 수 있다.

현재 진행중에 있는 임상 실험을 통하여 사용자의 의견을 시스템에 반영하고, 심박출량, 이산화탄소 등의 새로운 모듈을 추가적으로 개발할 예정이다. 또한, 시스템의 완성도를 증가하기 위해서는 무선 통신의 기능을 가지는 환자모니터 및 이동용 소형 환자모니터의 개발을 계획하고 있다.

참 고 문 헌

1. J. G. Webster, ed., *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation*, New York, John Wiley & Sons, 1988.
2. 의공학교육연구회, *의용계측공학*, 서울, 여문각, 1993.
3. L. A. Geddes and L. E. Baker, "*Principles of Applied Biomedical Instrumentation*", New York, John Wiley & Sons, 1989.
4. Fukuda Denshi Co., Ltd., *Service Manual for DS-3300 Hardwire Bedside Monitor*, Tokyo, Fukuda Denshi Co., Ltd., 1992.
5. SpaceLabs Medical Inc., *Service Manual for PC Bedside/Central Monitors*, Redmond, WA, SpaceLabs Medical Inc., 1993.
6. Marquette Electronics, *Service Manual for Transcope 12 Monitor*, Jupiter, FL, Marquette Electronics Service and Supplies, 1993.
7. Hewlett Packard, *Service Manual for HP Component Monitoring System*, Waltham, MA, Hewlett Packard, 1993.
8. 건국대학교 의공학과, *생체신호 종합처리 및 관리 시스템(SiMACS) 기술개발에 관한 연구(공업기반기술 개발사업 최종보고서)*, 서울, 상공자원부, 1994.
9. AAMI, *Safe Current Limits for Electromedical Apparatus(ANSI/AAMI ES1)*, Arlington, VA, AAMI, 1993.
10. AAMI, *Blood Pressure Transducers(ANSI/AAMI BP22)*, Arlington, VA, AAMI, 1993.
11. AAMI, *Human Factors Engineering Guidelines and Preferred Practices for the Design of Medical*

- Devices(AAMI HE), Arlington, VA, AAMI, 1993.
12. AAMI, Development of Safe, Effective, and Reliable Medical Software(AAMI MDS), Arlington, VA, AAMI, 1993.
 13. AAMI, Apnea Monitoring by Means of Thoracic Impedance Pneumography(AAMI TIR4), Arlington, VA, AAMI, 1993.
 14. AAMI, Evaluation of Clinical Systems for Invasive Blood Pressure Monitoring(AAMI TIR9), Arlington, VA, AAMI, 1993.
 15. AAMI, Cardiac Monitors, Heart Rate Meters, and Alarms(ANSI/AAMI EC13), Arlington, VA, AAMI, 1993.
 16. AAMI, Electronic or Automated Sphygmomanometers(ANSI/AAMI SP10), Arlington, VA, AAMI, 1993.
 17. F. A. Mora, G. Passariello, G. Carrault, and J. L. Pichon, "Intelligent patient monitoring management systems: a review", IEEE EMBS Mag., vol. 12, Np. 4, pp. 23-33, 1993.
 18. T. Sukuvaara, M. Sydanmaa, H. Nieminen, A. Heikela, and E. M. J. Koski, "Object oriented implementation of an architecture for intelligent patient monitoring", IEEE EMBS Mag., vol. 12, Np. 4, pp. 69-81, 1993.
 19. B. Thull, H. Popp, and G. Rau, "Man-machine interaction in critical care settings", IEEE EMBS Mag., vol. 12, Np. 4, pp. 42-49, 1993.

= 국문초록 =

본 논문에서는 모듈형 환자모니터, 중앙 환자모니터, 임상 의사용 워크스테이션 및 통신망과 DB 서버로 구성되는 환자모니터링시스템에 관하여 기술한다. 12.1" TFT 컬러 LCD를 채용한 모듈형 환자모니터는 7개의 모듈들을 장착할 수 있는 모듈 케이스를 3개 까지 연결할 수 있고, 개발된 모듈들은 3 채널의 레코더 모듈을 포함하여 9 종류가 있다. 이러한 모듈들은 현재 가장 많이 사용되고 있는 심전도, 호흡, 관혈적 혈압, 비관혈적 혈압, 체온, 동맥 산소 포화도 및 plethysmograph 등 6 종류의 생체 신호들을 측정할 수 있다. 모듈 제어기와 모듈들 사이의 통신은 1Mbps의 전송속도를 가지는 RS-485 및 HDLC 프로토콜로 구현하였다. 모듈형 환자모니터들과 중앙 환자모니터들 사이의 통신은 10Mbps의 통신 속도를 가지는 Ethernet과 TCP/IP 프로토콜로 개발하였다. 20" 컬러 CRT를 이용하는 중앙 환자모니터는 최대 18채널의 파형 및 숫자 정보들을 동시에 도시할 수 있다. 임상 의사용 워크스테이션은 주로 수집된 환자의 데이터를 관찰하고 분석하는 기능을 담당한다. 또한, 환자모니터링시스템 용 관계형 DB 서버는 다양한 데이터 관리 기능 및 24시간 동안의 데이터 저장 및 복원 기능을 제공한다.

모듈형 환자모니터와 중앙 환자모니터 및 워크스테이션의 사용자 인터페이스는 그래픽 사용자 인터페이스 기법을 활용하여 구현하였고, 각각 rotate/push 버튼과 마우스에 의해 제어된다. 전기적인 안전도 및 성능은 AAMI와 ANSI의 각종 관련 규격의 사양에 맞추었다.