

## 환자 모니터링 시스템에서의 통신 방식(II) : 인터베드 통신망

박승훈·우응제·김경수\*·최근호\*·김승태\*·김형진\*·서재준\*

= Abstract =

### Interbed Networks in a Patient Monitoring System

Seung Hun Park, Eung Je Woo, Kyung Soo Kim\*, Keun Ho Choi\*, Seung Tae Kim\*,  
Hyung Jin Kim\* and Jae Joon Seo\*

In this paper, we present the design and implementation of the interbed network communication protocol, which links patient monitors, central stations, DB servers, and clinical workstations together in a patient monitoring system. We describe the requirements to be met for real-time patient monitoring, propose 2 services : Patient Locator Service(PLS) and Remote Patient Monitoring Service(RPMS). PLS provides the information about how many patients are currently being monitored and where they are located, while RPMS allows the doctors to monitor their patients' vital sign in real-time. The messages for the services, their formats and exchange scheme are also presented with a whole picture of how they are implemented. We adopted the object-oriented programming paradigm in all the analysis and design processes. In the experiment performed in a real clinical setting, the services turned out to meet all the requirements needed for real-time patient monitoring.

**Key words** : Patient monitoring, Interbed communication protocol, Intrabed network

### 서 론

환자 모니터링 시스템(patient monitoring system)은 환자 모니터(patient monitor), 중앙 환자 모니터(central station), DB 서버(data base server) 및 임상 의사용 워크스테이션(clinical workstation)으로 구성된다[1-3]. 본 연구팀이 개발한 환자 모니터링 시스템의 전체적인 사양 및 성능과 각 부분에 관한 자세한 기술은 별도의 논문들에서 다루었다[4-9].

본 논문에서 기술하는 환자 모니터링 시스템에서는, 특정 환자의 모니터링에 사용하는 생체 신호의 종류는 각각 다를 수 있어야 한다는 요구 조건에 기초하여, 환자 모니터는 경우에 따라 그 구성을 달리 할 수 있도록 모듈형으로 개발하였다. 따라서, 각 생체 신호 측정 모듈들과 환자 모니터 본체 사이에서의 데이터 교환을 위한 통신망이

필요하게 되고, 이를 인트라베드 통신망(intrabed network)이라 한다[9]. 통상 환자 1인 당 1대 씩 설치되는 환자 모니터 여러 개를 하나의 통신망으로 묶어서, 여러 환자에게서 발생한 신호 데이터를 중앙 집중 모니터링 및 관리하는 기능을 구현하기 위해서는 또 다른 통신망이 필요하다. 이것을 인터베드 통신망(interbed network)이라 하고, 여기에는 여러 대의 환자 모니터들과 중앙 환자 모니터, DB 서버, 및 임상 의사용 워크스테이션 등이 상호 연결된다. 본 논문에서는 개발된 환자 모니터링 시스템에서 구현한 인터베드 통신 방식에 대하여 기술한다.

우 등은[9] 환자 모니터링 시스템에서 사용되는 인트라베드 및 인터베드 통신망을 포함하는 통신망의 전체 구조에 대하여 기술하였다. 현재 사용되고 있는 환자 모니터링 시스템들에서는 이러한 두 단계의 데이터 통신망이 각 입체 별로 나뉘도록 개발한 방식에 의해 구현되어 있

건국대학교 의과대학 의공학과  
Department of Biomedical Engineering, College of Medicine, Kon Kuk University  
\*삼성종합기술원 의료기기팀  
\*Samsung Advanced Institute of Technology, Medical Electronics Team  
통신지사 : 우응제, (380-701) 충북 충주시 단월동 322 건국대학교 의과대학 의공학과  
Tel. (0441)840-3762, Fax. (0441)851-0620

다. 인터베드 통신망의 경우는, 스타 구조의 점-대-점 직렬 통신 방법[10]이나 또는 IEEE 802.3 LAN(local area network) 규격에 기초한 방식들이 많이 사용된다[11, 12]. 그러나, LAN의 보급이 급격히 확대됨에 따라, 인터베드 통신망은 현재 산업계의 표준으로 가장 많이 활용되고 있는 이더넷(ethernet)과 호환이 되도록 하는 것이 주된 방향이라 할 수 있다.

현재에는 환자 모니터링 시스템 뿐 아니라, 거의 모든 의료 기기들이 전산화되고 컴퓨터 통신망에 직접 접속할 수 있는 형태로 개발되고 있으나, 구체적인 통신 규격의 통일이 이루어 지지 않아서 서로간의 연동에는 많은 문제가 발생하고 있다. 그러므로, 의료 기기의 각 분야 별로 데이터 통신 규격의 제정이 활발히 논의되고 있으며, 이미 상당한 진척을 이룬 분야도 있다. 현재 제정되고 있는 의료 기기 관련 통신 규격들 중에서, 환자 모니터링 시스템과 같은 1차원 신호를 대상으로 하는 의료 기기에 관한 규격은 IEEE 1073 MIB(medical information bus) 규격이다[13-16]. 본 논문에서는 환자 모니터링 시스템의 개발에 있어서 이러한 규격을 바탕으로 하여, 인터베드 통신망을 설계하고 구현하였다.

### 인터베드 통신망의 설계

중환자실에 있는 각 환자의 병상에는 대부분의 경우 1개의 모듈형 환자 모니터가 설치되어 있어 각 환자들의 상태를 관찰할 수 있게 되어 있다. 중앙 환자 모니터는 여러 개의 환자 모니터들을 연결하여 소수의 의료 인력이 한 곳에서 여러 명의 환자들의 상태를 집중적으로 관찰할 수 있게 해준다. 이러한 중앙 집중 환자 모니터링을 위해서는 모듈형 환자 모니터들과 중앙 환자 모니터들의 데이터 전송을 위한 연결이 필요하다.

이와 같은 인터베드 통신의 초기 형태는 아날로그 형태의 생체 신호를 보내어 중앙에 있는 해당 환자의 모니터에 출력하는 점-대-점 형 아날로그 연결 방식이었다. RS-232C와 같이 디지털 신호를 직렬 통신을 통해 보내는 방법이 개발된 이후, 디지털 형태의 생체 신호 및 추출된 데이터들을 점-대-점 방식의 직렬 통신 방식으로 전송하여, 중앙에서 다중화한 다음, 1개의 중앙 환자 모니터에 출력하는 방식이 한동안 널리 사용되었다. 이 방법은 아날로그형 중앙 모니터링 방법에 비해 많은 장점들을 가지고 있었으나, 확장과 배선에 많은 어려움이 있었다. 특히, 일반 컴퓨터 통신망과의 접속을 위해서는 접속 환경에 따라 많은 맞춤 작업이 필요하다.

최근 들어, 병원에서 LAN이나 WAN(wide area network)과 같은 일반 컴퓨터 통신망의 사용이 일반화됨에 따라, 환자 모니터들을 일반 컴퓨터 통신망에 연결하여

한 곳에서 집중적으로 관찰하려는 시도가 많아지고 있다. 최근에 개발된 대부분의 환자 모니터는 수집한 생체 신호를 디지털의 형태로 변환하여 처리하기 때문에, 일반 컴퓨터 통신망을 통해 전송되는 다른 디지털 데이터들과 같은 방법으로 다루어질 수 있다. 환자 모니터들을 일반 컴퓨터 통신망에 연결함으로써 얻을 수 있는 가장 큰 이점은 일반 컴퓨터 통신망이 연결되어 있는 곳에서는 어디에서든지 중앙 환자 모니터나 임상 의사 용 워크스테이션을 통해 환자의 상태를 관찰할 수 있다는 점이다. 일반 컴퓨터 통신망은 병원의 거의 모든 곳에서 접속할 수 있을 뿐 아니라, 공중 통신망을 사용하면 다른 곳에 있는 병원이나 가정에서도 접속할 수 있어서 많은 종류의 새로운 서비스를 창출할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 여러 개의 모듈형 환자 모니터들과 중앙 환자 모니터들을 10Base-T 규격의 이더넷 통신망으로 연결하였고, TCP/IP와 UDP 통신 프로토콜을 사용하여 데이터를 전송하고 있다. 따라서, 모듈형 환자 모니터와 중앙 환자 모니터 등은 각각 이더넷 접속 카드를 내장하도록 하였다. TCP/IP 통신 프로토콜은 ISO/OSI 참조 모델에서 네트워크 계층과 트랜스포트 계층에 해당하는 통신 프로토콜이기 때문에 물리 계층 및 데이터 링크 계층의 통신 프로토콜에 대해서는 영향을 받지 않는다. 따라서, 접속을 위한 하드웨어 장치만 바꾸면, TCP/IP와 UDP를 지원하는 토큰 링(token ring) 방식이나 ATM 방식과 같은 다른 종류의 통신망에 접속할 수 있다[17]. 본 연구에서는 인터베드 통신망을 통해 현재 모니터링이 진행되고 있는 환자를 알아내어 연결해주는 환자 위치 결정 서비스(patient locator service)와 모니터링 중인 환자의 생체 신호 및 추출된 정보를 원격지에서 실시간으로 관찰할 수 있도록 하는 원격 환자 모니터링 서비스(remote patient monitoring service)를 설계하고 구현하였다.

### 환자 위치 결정 서비스(Patient Locator Service)

원격지에 있는 환자의 모니터링을 위해서는 우선 어떤 환자들에 대해 모니터링이 진행 중인지 알 수 있어야 한다. 환자 위치 결정 서비스는 현재 인터베드 통신망에 연결되어 모니터링이 진행 중인 환자들의 이름과 위치를 알려주는 서비스이다.

#### 1. 메시지들의 종류와 표현형식

병상에 설치되어 있는 모듈형 환자 모니터는 모니터링 세션을 시작할 때는 새로운 모니터링 세션 시작 메시지를, 그리고 모니터링 세션을 마칠 때에는 모니터링 세션 끝 메시지를 멀티캐스팅(multicasting) 방식으로 통신망에 연결된 모든 환자 모니터 및 DB 서버와 임상 의사 용

워크스테이션들에게 알린다. 여기서, 모니터링 세션이란 환자 1인에 대해 여러 종류의 생체 신호들을 이용하여 그 상태를 관찰하기 시작하여 끝날 때까지 과정을 일컫는다. 모든 환자 모니터링은 모니터링 세션 시작 메시지와 모니터링 세션 끝 메시지를 항상 받을 수 있으며, 이러한 메시지들이 들어오면 이를 해석하여 새로 시작되거나 끝난 모니터링 세션의 존재를 밝혀내고, 자신이 관리하고 있는 활성 모니터링 세션 리스트에 그 모니터링 세션을 등록하거나 삭제한다. 환자 위치 결정 서비스에서 존재하는 메시지의 종류는 다음과 같다.

- PLS\_MONSESSION\_START : 새로운 모니터링 세션이 시작되었음을 알린다.
- PLS\_MONSESSION\_STOP : 모니터링 세션이 끝났음을 알린다.
- PLS\_MONSESSION\_PAUSE : 모니터링 세션이 일시 정지하였음을 알린다.
- PLS\_MONSESSION\_RESUME : 모니터링 세션이 다시 시작하였음을 알린다.
- PLS\_MONSESSION\_INFORQST : 모니터링 세션에 대한 정보를 요청한다.
- PLS\_MONSESSION\_INFONFTFY : 모니터링 세션에 대한 정보를 보낸다.

환자 위치 결정 서비스에서 존재하는 메시지의 표현 형식은 메시지의 이름이 처음에 오고, 그 다음에 4개의 바이트로 구성된 모니터링 세션을 식별하기 위한 통신망에서의 고유한 번호가 온다. 메시지의 종류에 따라 달라지는 메시지의 내용을 표현하기 위하여 메시지의 길이와 메시지 길이 만큼의 내용이 뒤따른다. 여기서, 메시지의 길이는 메시지 내용을 저장하는데 소요되는 바이트의 수를 나타낸다. 그림 1은 메시지의 표현 형식을 나타낸 것이다.

모니터링 세션의 끝, 일시 정지, 다시 시작을 알려거나 모니터링 세션에 대한 정보를 요청하는 메시지는 메시지 이름과 모니터링 세션의 식별 번호만을 갖는다. 즉, 메시지 내용이 포함되지 않아서 메시지 길이는 0이다. 그러나, 모니터링 세션의 시작과 세션에 대한 정보를 보내는 메시지는 메시지 내용 부분에 IP 주소, 환자 병원 번호, 환자 이름 등과 같은 모니터링 세션에 대한 정보를 넣어 보낸다. 그림 2는 메시지의 내용 부분에 들어가는 모니터링 세션에 대한 정보를 표현하는 형식이다.

환자 위치 결정 서비스를 위한 메시지들은 UDP 통신 프로토콜을 사용하여 통신망에 연결된 모든 환자 모니터링 세션들에게 전달된다. 환자 모니터링 세션들이 진행 중인 호스트들을 멀티캐스팅 그룹으로 만들어 메시지를 전달하기 때문에, 환자 모니터링 세션이 존재하지 않는

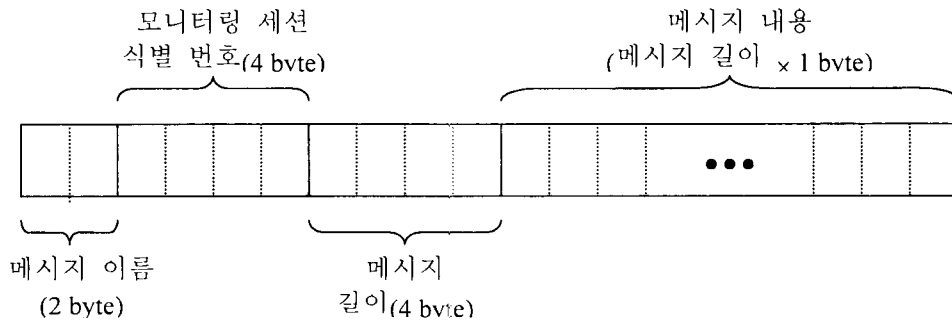


그림 1. 환자 위치 결정 서비스 메시지의 표현 형식  
Fig. 1. Message format for patient locator service

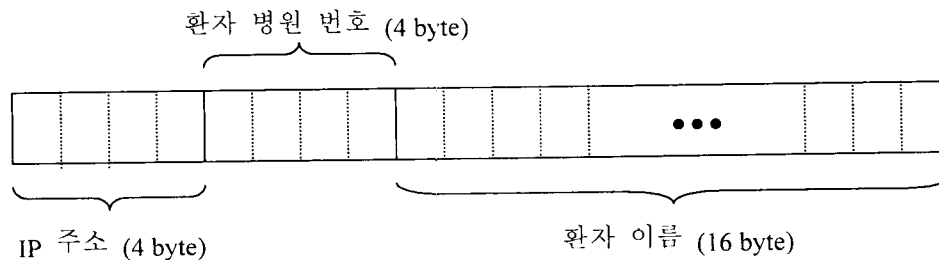


그림 2. 환자 위치 결정 서비스 메시지 내용의 표현 형식  
Fig. 2. Data format of the content of the message for patient locator service

다른 호스트들에게는 이러한 메시지들이 전달되지 않는다. 멀티캐스팅은 같은 그룹에 속한 여러 개의 호스트들에게 한 번에 같은 메시지를 전달하는 방법으로서, 통신망에 연결된 모든 호스트들에게 같은 메시지를 전달하는 브로드캐스팅(broadcasting)과는 구별된다.

**2. 모니터링 세션의 시작을 위한 메시지 교환**

새로운 환자 모니터링 세션이 시작되면, PLS\_MONSESSION\_START 메시지를 멀티캐스팅을 통하여 진행 중인 모든 환자 모니터링 세션들에게 전송한다. PLS\_MONSESSION\_START 메시지를 받은 모니터링 세션은 그 메시지를 해석하여 새로 모니터링 세션이 시작된 환자에 대한 정보인 환자 병원 번호, 환자 이름 및 IP 주소를 알게 된다. 이러한 정보는, 그림 3과 같이, 각 모니터링 세션들이 관리하는 활성 모니터 세션 리스트(AMST, active monitor session table)에 새로운 엔트리로 등록된다. 환자의 이름과 IP 주소는 환자의 식별과 위치 결정을 위해 사용되고, 환자의 병원 정보는 환자의 신상에 대한 자세한 정보를 데이터베이스에서 검색할 때 SQL 질의어를 만드는데 사용된다.

AMST에는 현재 진행 중인 모든 모니터링 세션들에 대한 정보가 들어 있다. 새로 시작된 모니터링 세션은 자신에 대한 정보는 기존의 다른 모니터링 세션에 전달했지만, 그 자신은 다른 모니터링 세션에 대한 정보를 가지고 있지 않다. 다른 모니터링 세션에 대한 정보를 얻기 위해 PLS\_MONSESSION\_INFQRST 메시지를 멀티캐스팅한다. 그림4는 진행 중인 다른 모니터링 세션들에 대한 정보를 받아 새로운 모니터링 세션의 AMST를 작성하는 과정을 나타낸 것이다.

**3. 모니터링 세션을 끝내기 위한 메시지 교환**

진행 중인 모니터링 세션을 끝내기 위해서는 우선 PLS\_MONSESSION\_STOP 메시지를 보내 다른 모니터링 세션에 등록되어 있는 자신의 엔트리를 삭제해야 한다. PLS\_MONSESSION\_STOP 메시지는 삭제하고자 하는 모니터링 세션의 고유한 식별 번호를 포함하고 있기 때문

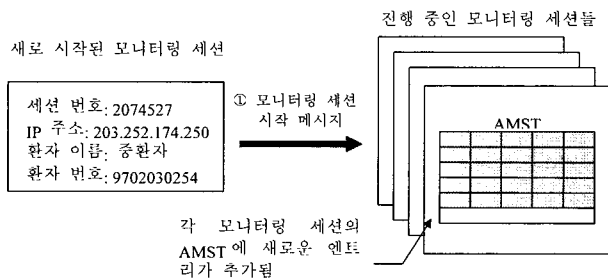


그림 3. 새로운 모니터링 세션의 등록  
Fig. 3. Registry of a new monitoring session

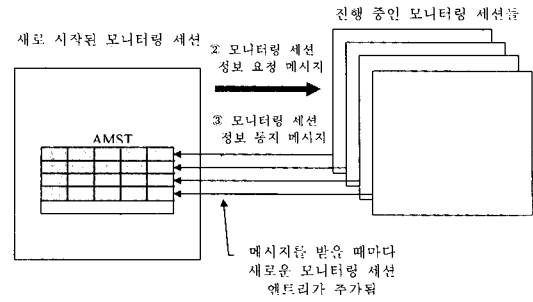


그림 4. 새로운 모니터링 세션의 AMST 작성  
Fig. 4. Generation of AMST in a new monitoring session

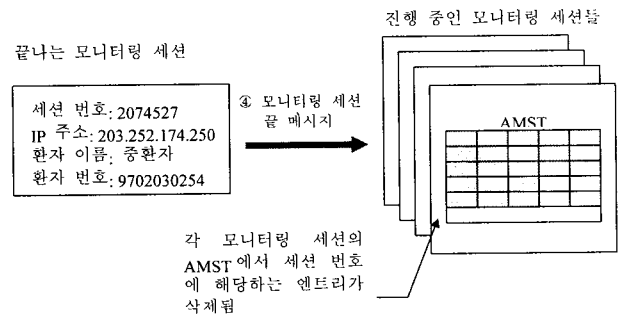


그림 5. 끝나는 모니터링 세션의 AMST 엔트리 삭제  
Fig. 5. Removal of the AMST entry of a closed session

에 해당하는 엔트리를 정확히 삭제할 수 있다. PLS\_MONSESSION\_PAUSE나 PLS\_MONSESSION\_RESUME 메시지는 AMST의 엔트리를 추가하거나 삭제하지 않고, 단지 엔트리에 있는 모니터링 세션의 상태를 일시 정지 상태나 동작 상태로 설정할 뿐이다. 그림5는 PLS\_MONSESSION\_STOP 메시지에 의해 AMST에서 해당하는 엔트리를 삭제하는 과정을 나타낸 것이다.

**원격 환자 모니터링 서비스  
(Remote Patient Monitoring Service)**

원격 환자 모니터링 서비스는 원격지에서 진행 중인 환자 모니터링의 과정을 실시간으로 관찰할 수 있게 해 주는 서비스이다. 원격 환자 모니터링 서비스는 환자 위치 결정 서비스를 사용하여 현재 진행 중인 모니터링 세션들을 파악한 다음, 여기에서 얻은 IP 주소를 사용하여 원하는 모듈형 환자 모니터에 연결함으로써 시작된다.

중앙 환자 모니터는 여러 개의 모듈형 환자 모니터에 대해 원격 환자 모니터링 서비스를 제공해 주는 반면, 모듈형 환자 모니터는 한 개의 다른 모듈형 환자 모니터에 대해 원격 환자 모니터링 서비스를 제공할 수 있다. 다시 말하면, 중앙 환자 모니터는 여러 명의 환자들에 대해 원격 모니터링 서비스만을 제공하는 모니터이고, 모듈형 환

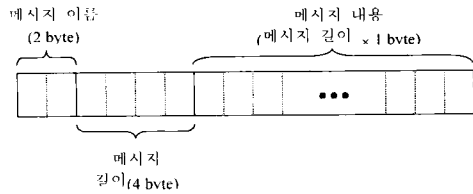


그림 6. 원격 모니터링을 위한 메시지 표현 형식  
Fig. 6. Message format for remote patient monitoring service

자 모니터는 1명의 환자에 대한 직접적인 모니터링 서비스와 함께 다른 1명의 환자에 대한 원격 모니터링 서비스까지도 제공하는 모니터이다.

원격 환자 모니터링 서비스는 TCP 통신 프로토콜을 사용한다. 먼저, IP주소가 가리키는 목적지를 연결하는 단계의 논리적인 스트림 형의 데이터 전송로를 개통한 다음, 이 전송로를 통해 원격 모니터링에 필요한 모든 데이터를 교환한다. 논리적인 스트림 형의 데이터 전송로는 인터넷 세션(internet session)이라는 객체에 의해 관리된다.

1. 메시지의 종류와 표현형식

원격 모니터링에 필요한 메시지는 그 사용에 따라 세션 관리 메시지와 데이터 메시지의 2종류로 크게 분류되나, 메시지의 표현 형식은 같다. 세션 관리 메시지는 모니터링 세션 상태의 변화를 서로에게 알리고 세션의 관리에 필요한 정보를 교환하기 위해 주로 사용되며, 데이터 메시지는 환자 모니터링에 실제로 필요한 생체 신호 데이터, 생체 신호로부터 추출한 정보, 모듈 하드웨어 제어 명령 및 상태 정보 등을 교환하기 위해 사용된다. 원격 환자 모니터링 서비스에서 사용되는 메시지는 모니터링 세션의 식별 번호가 없다는 것이 환자 위치 결정 서비스의 메시지와 다를 뿐, 비슷한 구조를 가지고 있다. 그림 6은 원격 모니터링에 필요한 메시지의 구조를 나타낸 것이다. 메시지의 내용은 메시지의 종류에 따라 각각 다르게 인코딩 된다. 따라서, 메시지를 해석할 때에는 메시지의 이름에 따라 각각 다른 디코딩 방법을 사용하여 정보를 얻어낸다.

2. 원격 모니터링을 위한 메시지 교환

원격 모니터링 세션에서는 모듈형 환자 모니터에서 활성화된 채널들 중에서 임의로 선택하여 화면에 출력할 수 있다. 모듈형 환자 모니터에서 활성화된 채널들이란 현재 생체 신호를 수집하고 있는 모든 채널을 의미하기 때문에, 화면에 출력되고 있는 채널만을 의미하지는 않는다. 다시 말하면, 어느 채널이 모듈형 환자 모니터의 화면에는 출력되고 있지 않으나 활성화 되어 있으면, 원격 모니터링 세션에서는 화면에 출력할 수도 있다는 것을 의미한다.

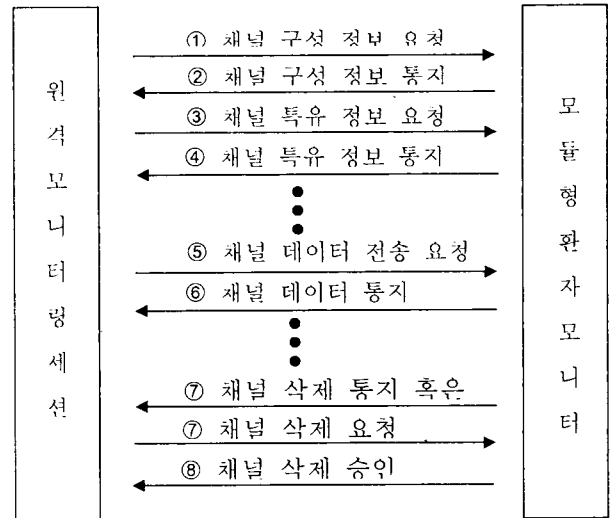


그림 7. 원격 모니터링을 위한 메시지 교환 순서  
Fig. 7. Typical data flow in a remote patient monitoring

원격 모니터링 세션의 채널 설정은 모듈형 환자 모니터의 활성화된 채널의 구성을 요청하는 것으로부터 시작된다. 그림 7은 채널 설정 및 데이터 교환을 위한 메시지의 교환 과정을 나타낸 것이다.

원격 모니터링 세션은 모듈형 환자 모니터에 채널의 구성에 대한 정보를 요청하여 현재 활성화된 채널의 수와 각 채널의 파라미터 유형을 받은 다음, 사용자의 확인을 받아 화면에 출력할 채널들을 결정한다. 각 채널에 특유한 사항들을 요청하여 얻으면, 바로 데이터 전송 요청을 한다. 그 후, 모듈형 환자 모니터는 해당 채널에 대한 데이터를 계속 전송하며, 원격 모니터링 세션은 이 데이터를 받아 화면에 출력한다. 모듈형 환자 모니터로부터 채널 삭제 통지를 받거나, 채널 삭제 요청을 보내어 그 결과로 채널 삭제 승인이 오면 해당 채널에 대한 원격 모니터링을 끝마친다.

인터넷 통신 서비스의 구현

환자 위치 결정 서비스와 원격 환자 모니터링 서비스는 Windows NT환경에서 C++와 WIN32 API(application programming interface) 및 WinSock API를 사용하여 구현하였다. 환자 위치 결정 서비스는 UDP의 멀티캐스팅 기능을 이용하여 구현하였고, 원격 환자 모니터링 서비스는 TCP 통신 프로토콜을 이용하였다. 그림 8은 환자 위치 결정 서비스와 원격 환자 모니터링 서비스를 제공하기 위하여 구현된 객체들의 관계를 Booch 다이어그램을 사용하여 나타낸 것이다[18].

환자 위치 결정 서비스 API와 원격 모니터링 서비스 API는 하위에 존재하는 객체들에 의해서 제공되는 프로

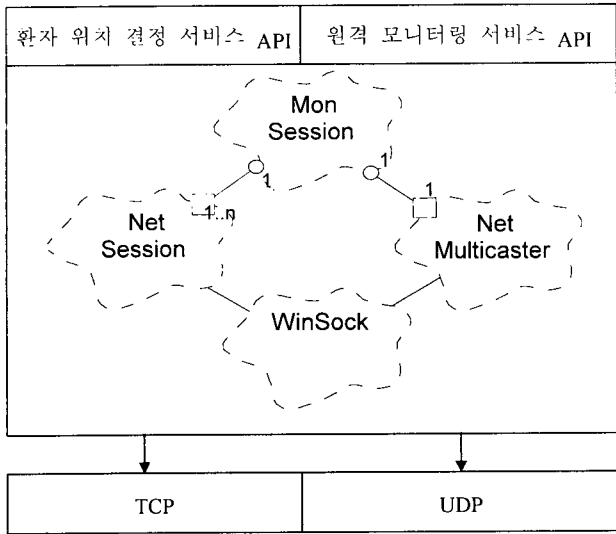


그림 8. 계층 구조로 구현된 인터베드 통신 서비스  
Fig. 8. Interbed communication service implementation with hierarchical structure

그래밍 인터페이스이다. NetSession 클래스는 연결형 데이터 전송로를 제공해 주는 클래스로서, 원격 모니터링 서비스 API를 통해 접근할 수 있다. Multicaster 클래스는 멀티캐스팅 전송로를 제공해 주는 클래스로서 환자 위치 결정 서비스 API를 통해 접근할 수 있다. 둘 다 TCP와 UDP를 바탕으로 구현된 WinSock 클래스로부터 파생된 클래스들이다.

### 실 험

모듈형 환자 모니터와 중앙 환자 모니터를 본 대학 부속병원의 중환자실에 설치하였고, 현재 3개월 짜 임상실험을 진행하고 있다. 모듈형 환자 모니터를 시동하면, 인터베드 통신을 담당하는 ModuleNetSession을 생성하여 모듈들과 양방향으로 통신한다. 모듈형 환자 모니터를 시동할 때 수행되는 또 다른 작업은 환자 위치 결정 서비스를 통해 그 존재를 통신망에 연결된 다른 모니터링 세션들에게 알리는 것이다. 특정한 환자에 대한 원격 모니터링을 수행하기 위해서는 우선 그 환자가 현재 모니터링 중인 지를 알아야 한다. 그림 9의 대화상자는 중앙 환자 모니터의 화면에 나타나는 것으로서, 환자 위치 결정 서비스에 의해 알아낸 현재 모니터링 중인 환자들의 목록이 나타나 있다. 이 대화상자를 통해서 사용자는 원격 모니터링을 수행할 다수의 대상 환자들을 선택할 수 있다.

원격 모니터링 세션이 생성되면, 원격 모니터링 서비스에 의해 모듈형 환자 모니터에서 수집된 각종 생체 신호 정보들이 실시간으로 전달된다. 그림 10은 중앙 환자 모니터가 원격 모니터링 서비스를 통해 모듈형 환자 모니터

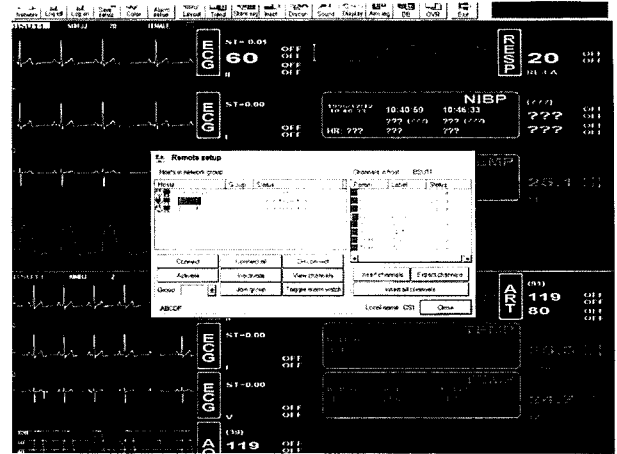


그림 9. 중앙 환자 모니터의 화면에 나타나는, 현재 모니터링 중인 환자들의 목록을 포함한 대화상자  
Fig. 9. Dialog box of a central station showing a list of patients being monitored by patient monitors

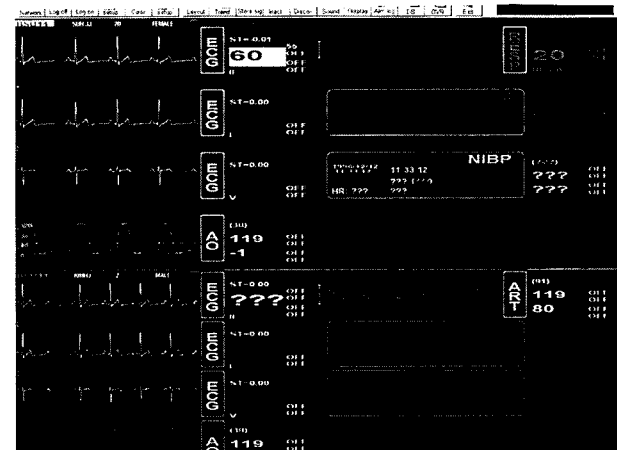


그림 10. 중앙 환자 모니터에서의 원격 모니터링 세션의 한 장면  
Fig. 10. Screen of a central station doing remote patient monitoring

로부터 전달된 생체 신호 정보들을 실시간으로 화면에 출력하는 장면을 보인 것이다.

환자 위치 결정 서비스와 원격 모니터링 서비스의 성능을 평가하기 위해서 10Base-T 방식의 LAN에 8개의 모듈형 환자 모니터들을 연결하고, 1 개의 중앙 환자 모니터에서 이들 모두에 대해 각 1채널씩 원격 모니터링을 실시하였다. 2개의 모듈형 환자 모니터는 하드웨어 모듈을 설치하여 데이터를 수집하였고, 6개는 프로그램을 사용하여 하드웨어 모듈과 같은 속도로 데이터를 발생시켰다. 10회의 24시간 연속 시험에서 아무런 문제없이 동작하였다.

토 의

인터베드 통신망에서, 현재 모니터링이 진행 중인 환자들을 알기 위한 환자 위치 결정 서비스는 한 개의 세그먼트로 이루어진 LAN에서 잘 동작하였다. 원격 모니터링 서비스에서 현재와 같이 연결형 전송로를 사용해 생체 신호 정보들을 보낼 경우, 한 개의 원격 모니터링 세션에게 서비스를 제공하는 것은 별 다른 문제가 없다. 그러나, 여러 개의 원격 모니터링 세션들에 서비스를 제공해야 할 경우에는 점-대-점 연결 방식만을 지원하는 연결형 전송로의 특성 때문에 같은 데이터를 원격 모니터링 세션들에게 각각 따로 보내주어야 한다는 문제점이 있다. 따라서, 통신량이 많아지고, 데이터 전송에 많은 시간이 걸린다.

멀티캐스팅을 사용하여 원격 모니터링 서비스를 구현하는 경우에는 한꺼번에 여러 개의 원격 모니터링 세션들에게 데이터를 보낼 수 있다는 장점은 있으나, 송신 측에서 전송한 순서로 수신하는 방법을 구현해야 하고, 전송 실패를 극복할 수 있는 대책이 수립되어야 한다. 한 개의 세그먼트로 이루어진 LAN에서 사용할 경우에는 위에서 지적한 문제점이 없으나, 라우터를 통한 전송이 필요한 경우, 데이터들을 송신하는 순서대로 수신할 수 없고, 손실 없는 데이터 전송을 보장할 수 없다는 문제점이 있다.

앞으로, 압축율이 높은 생체 신호 데이터 압축 알고리즘을 고안하여 대역폭이 좁은 공중망을 통해서도 중환자 모니터링에 필요한 여러 채널의 생체 신호를 원격에서 모니터링할 수 있도록 할 예정이다.

결 론

본 논문에서는 개발이 완료되어 현재 임상 실험 중인 환자 모니터링 시스템의 인터베드 통신 방법에 대해 기술하였다. 인터베드 통신에서는 현재 모니터링이 진행 중인 환자들에 대한 정보들을 얻기 위한 환자 위치 결정 서비스와 특정한 환자에 대한 생체 신호 정보들을 원격지에서 실시간으로 모니터링할 수 있게 하는 원격 환자 모니터링 서비스를 개발하였다. 현재 널리 사용되는 10Base-T 방식의 LAN 환경에서 8개의 원격 모니터링 세션에 대해 이러한 인터베드 서비스들을 실험한 결과, 실시간 모니터링에 필요한 충분한 성능을 가짐을 확인하였다. 파형의 도시 등과 관련된 중앙 환자 모니터의 데이터 처리 능력은 별도로 하고, 인터베드 통신망 만의 성능에 의한 최대 접속 가능한 원격 모니터링 세션의 개수는, 10Base-T 이더넷의 실제 데이터 전송 속도와 각 모듈형 환자 모니터의 송신 데이터의 분량에 따라 달라질 것이나, 약 64개 이상은 가능할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. J. G. Webster, ed., *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation*, New York, John Wiley & Sons, 1988.
2. L. A. Geddes and L. E. Baker, *Principles of Applied Biomedical Instrumentation*, New York, John Wiley & Sons, 1989.
3. 의공학교육연구회, *의용계측공학*, 서울, 여분각, 1993.
4. 건국대학교 의공학과, *생체 신호 종합처리 및 관리 시스템(SiMACS) 기술개발에 관한 연구 (공업기반 기술개발사업 최종보고서)*, 서울, 상공자원부, 1994.
5. 우응제, 박승훈, 전병문, 문창욱, 이희철, 김승태, 김형진, 서재준, 채경명, 박종찬, 최근호, 이왕진, 김경수, “모듈형 환자 모니터와 중앙 환자 모니터로 구성되는 환자 모니터링 시스템 시제품의 개발 : 전체구조 및 사양,” 대한의용생체공학회 춘계학술대회 논문집, 제18권, 제1호, pp. 315-319, 1996.
6. 우응제, 박승훈, 김경수, 최근호, 김승태, 문창욱, 전병문, 이희철, 김형진, 서재준, 채경명, 박종찬, “환자 모니터링 시스템의 개발 : 전체구조 및 기본사양,” 의공학회지, 제18권, 제1호, pp.17-24, 1997.
7. 우응제, 박승훈, 김경수, 최근호, 김승태, 문창욱, 전병문, 이희철, 김형진, 서재준, 박종찬, “모듈형 환자 모니터의 개발,” 의공학회지, 제18권, 제2호, pp.133-146, 1997.
8. 박승훈, 우응제, 김경수, 최근호, 김승태, 김형진, 서재준, “집중 환자 모니터링을 위한 중앙 환자 모니터의 개발,” 의공학회지, 투고 예정, 1997.
9. 우응제, 박승훈, 김경수, 최근호, 김승태, 이희철, 서재준, 김형진, “환자 모니터링 시스템에서의 통신 방식(I) : 인트라베드 통신망,” 의공학회지, 제18권, 제4호, 1997.
10. Hewlett Packard, *Service Manual for HP Component Monitoring System*, Waltham, MA, Hewlett Packard, 1993.
11. SpaceLabs Medical Inc., *Service Manual for PC Bedside/Central Monitors*, Redmond, WA, SpaceLabs Medical Inc., 1993.
12. Marquette Electronics, *Service Manual for Tramscope 12 Monitor*, Jupiter, FL, Marquette Electronics Service and Supplies, 1993.
13. M. Glass and L. Costa, “IEEE 1073 MIB: standardized connectivity for patient connected devices,” *Medical Electronics*, September, pp. 44-53, 1996.

14. C. H. Salvador, N. Pulido, J. A. Quiles, and M. A. Gonzalez, "An implementation of the IEEE medical information bus standard," IEEE EMBS Mag., vol. 12, No. 2, pp. 81-88, 1993.
15. R. J. Kennelly and J. Wittenber, "New IEEE standard enables data collection for medical applications," SCAMC Proc., Am. Med. Informatics Assoc., pp. 531-535, 1994.
16. ILC Data Device Corporation, *1073 Prototype Development Kit DD-51002X3-300 Instruction Manual*, Bohemia, NY, ILC Data Device Co., 1995.
17. D. E. Comer and D. L. Stevens, *Internetworking with TCP/IP*, NJ, Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1994.
18. Grady Booch, *Object-Oriented Analysis and Design*, Redwood, CA, The Benjamin/Cummings Company, Inc., 1994.

= 국문초록 =

본 논문은 환자 모니터링 시스템에서 환자 모니터, 중앙 환자 모니터, DB 서버 그리고 임상 의사용 워크스테이션들을 연결하기 위한 인터베드 통신망의 통신방식의 설계와 구현에 대해 기술하였다. 실시간 생체신호 모니터링을 위해 필요한 조건들을 바탕으로 각종 메시지 형식과 교환방식을 결정하였으며, 객체지향 설계기법을 적용하여 구현하였다. 현재, 인터베드 통신방식을 사용하여 구현된 서비스는 모니터링 중인 환자들에 대한 정보를 제공하기 위한 환자 위치 결정 서비스와 실시간으로 환자의 생체 신호 정보를 전달하기 위한 원격 환자 모니터링 서비스이다. 임상 현장에서 실험한 결과 이들 서비스들이 실시간 생체신호 모니터링에 필요한 조건들을 모두 만족하고 있음을 확인하였다.