

생체신호 측정 및 종합관리 시스템 (SiMACS)

우 응 제, 박 승 훈

건국대학교 의과대학 의학공학과

Biological Signal Measurement, Archiving, and Communication System (SiMACS)

Eung Je Woo and Seung-Hun Park

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

ABSTRACT

We have developed a biological signal measurement, archiving, and communication system (SiMACS). The front end of the system is the intelligent data processing unit (IDPU) which includes ECG, EEG, EMG, blood pressure, respiration, temperature measurement modules, module control and data acquisition unit, real-time display and signal processing unit. IDPUs are connected to central data base unit through LAN (Ethernet). Workstations which receive signals from central DB and provide various signal analysis tools are also connected to the network. The developed PC-based SiMACS is described.

서론

병원 전산화는 PACS, HIS, RIS, LIS, OCS 등 여러 분야에서 진행되고 있다. 이러한, 의료정보의 전산화를 통하여 진료의 효율성, 정확성 및 병원 업무의 효율 증진 효과를 얻을 수 있음은 주지의 사실이다. 본 논문에서는 지금까지 부분적으로 진행되어 온, 생체신호의 종합적인 전산화를 위한 시험 시스템을 개발하였고, 이 시스템을 SiMACS (Signal Measurement, Archiving, and Communication System) 이라 명명하였다. 본 논문에서는 SiMACS의 총괄적인 개념과 전체구조를 설명하고 현재 까지 개발된 각 부분의 기본 사양을 기술하고자 한다.

또한, 본 연구에서는 SiMACS의 각 요소에 PC를 이용함으로써, 성능의 향상과 가격의 하락이 빠르게 진행되고 있는 PC 관련 기술을 이용하는 의료기기 (PC-based medical instrumentation)의 개발이 바람직하다는 점을 보이고자 한다. 특히, 다양한 그래픽 기능과 우수한 user interface, 그리고 통신망의 구축 등에는 PC 기술을 이용하는 것이 개발기간의 단축뿐 아니라, 시스템의 성능과 가격 면에서도 유리하다. 또한, 전형적인 multi-media의 양상을 가지는 다양한 의료정보의 전산화에는 PC의 채용이 더욱 증가되리라 예상된다.

SiMACS의 구조

그림 1은 SiMACS의 전체 구조를 보여주고 있다. SiMACS는 PACS와 유사한 구조를 가지나, 각종 생체신호를 측정하는 모듈형 측정장치들이 IDPU (Intelligent Data Processing Unit)에 포함되며, IDPU 들은 중앙 DB나 workstation들로부터 제어를 받을 수도 있다.

본 논문은 유, 무선 통신 방식에 의해 접속되는 원격지 IDPU들과 PACS, HIS, RIS, LIS 등 타 병원 정보망과의 접속 부분은 포함하지 않는다. 본 논문에서는 그림 1의 전체 구조 중, Ethernet 방식의 LAN에 의해서 접속이 가능한 IDPU 및 중앙 DB와 workstation들을 포함한다.

그림 2에 보인 바와 같이, 현재 개발된 SiMACS의 시험 시스템은 3개의 IDPU와 1개의 중앙 DB, 그리고 1개의 workstation으로 구성되어 있다. 각 IDPU들은 ECG, EEG, EMG, 혈압, 호흡, 체온 신호들을 측정하여 실시간 도시하는 기능을 가진다.

IDPU의 구조

그림 3과 같은 구조의 IDPU (Intelligent Data Processing Unit)는 SiMACS의 front-end로서, PC를 기본으로 하여 개발하였고 모듈형 생체신호 측정기들의 제어, 생체신호 데이터의 수집, 실시간 파형 도시, 단순한 실시간 신호처리 및 데이터의 전송 및 수신 기능을 가지며, 데이터의 자체 보관 기능을 가진다.

모듈형 생체신호 측정기

하나의 IDPU는 최대 8개까지의 모듈형 생체신호 측정기들을 가질 수 있도록 하였다. 각 측정기 모듈은 최대 2개까지의 생체신호를 제공할 수 있다. 따라서, 총 16개의 생체신호를 수집할 수 있다.

현재 까지 개발된 측정기 모듈은 기본 사양은 다음과 같다.

1) ECG 모듈

하나의 ECG 모듈은 12개의 lead 중 2개의 lead를 선택하

여 ECG 파형을 제공한다. ECG 모듈의 사양은 기본적으로 AAMI의 기본 사양을 충족 또는 능가하도록 하였고, 전극의 접촉 상태를 감시하는 기능 등 대부분의 기능을 포함하였다.

ECG 모듈은 뒤에 기술할 호흡 모듈과의 결합이 가능하도록 하였다. 따라서, 1 채널의 ECG와 1 채널의 호흡신호를 측정하는 복합형 모듈의 구성이 가능하다. 이러한, ECG 모듈은 2장의 양면 PCB가 포개어지는 형태를 가진다.

2) 혈압 모듈

혈압 모듈은 2 채널의 관혈적 혈압 (IBP, invasive blood pressure) 신호를 제공한다. 접속 가능한 혈압 센서는 Viggo-Spectramed 사의 IBP 센서들이나, 스트레인 게이지 형태의 다른 센서들도 접속이 가능하다.

이 모듈의 기본 사양은 기존의 환자감시장치 등에서 사용하고 있는 IBP 모듈들의 사양을 충족시키도록 하였다. 또한, 각 채널 모두 auto-zeroing의 기능을 가지며, 센서 접속 여부의 검출, 정맥압 측정을 위한 이득 조정 등의 기능을 가진다.

3) 호흡 모듈

호흡모듈은 1 채널의 호흡신호를 제공한다. 호흡측정 방식은 임피던스 방식을 사용하였으며, 50kHz의 500 μ Arms 전류를 주입하고, AM 변조된 흉부 임피던스 신호를 복조하여 출력한다.

이 모듈의 기본 사양은 기존의 환자감시장치 등에서 사용하고 있는 호흡 모듈들의 사양을 충족시키도록 하였고, 대상이 신생아인 경우와 어른인 경우에 따라, 이득 및 필터의 특성을 바꿀 수 있도록 하였다. 또한, 앞서 기술한 바와 같이 ECG 모듈과의 접속이 가능하다.

4) 체온 모듈

체온모듈은 2 채널의 체온신호를 제공한다. YSI 400 및 700 계열의 thermister 센서를 사용하도록 하였고, 센서의 접속 여부 및 형태를 자동 검출할 수 있도록 하였다.

5) EEG 모듈

하나의 EEG 모듈은 2채널의 EEG 파형을 제공한다. 본 논문에서 개발한 EEG 모듈은 최근에 사용되고 있는 디지털 EEG와 같은 전용 장비는 아니어서, 10-20 전극 시스템이나 다양한 montage를 제공하지는 않고, 각 채널의 차등증폭기에 의한 두 전극 사이의 EEG를 모니터링하는 데에 그 용도를 두었다.

6) EMG 모듈

하나의 EMG 모듈은 역시 2채널의 EMG 파형을 제공한다. 본 논문에서 개발한 EMG 모듈은 신경에 관한 여러가지 검사를 제공하는 전용 장비는 아니고, 일반외과나 비뇨기과 등에서 근육의 활성도 유무와 정도를 측정하거나, 근육의 상태를 모니터링하는 용도에 적합하도록 개발하였다.

모듈제어 및 데이터 수집

측정기 모듈들은 주기판의 접속부에 접속 또는 분리되

며, 8개의 모듈이 하나의 케이스에 장착된다. 이 모듈 케이스내의 각 모듈은 PC 16-bit slot 형의 모듈제어 및 데이터 수집 카드에 의해 제어되고, 각 모듈에서 나오는 아날로그 신호가 AD 변환되어 IDPU의 주 프로세서인 PC로 넘겨진다.

이러한 모듈제어 및 데이터 수집 카드는 MCS96 계열의 8097 microcontroller에 의해 작동하며, ADC와 microcontroller, 그리고 PC와의 명령 및 신호 데이터 교환은 shared RAM을 이용하여 구현하였다.

실시간 신호 도시

PC로 넘어온 신호 데이터의 실시간 도시는 MS Windows 3.1 환경하에서 동작하는 IDPU 용 프로그램에 의해 이루어진다. 이 프로그램은 제어 및 데이터 수집 카드상의 microcontroller와 약정된 protocol에 의해 명령 및 상태를 교환한다. 따라서, Windows 프로그램 상에서 각 모듈의 접속 여부를 확인하고 각 모듈 별로 필요한 설정을 바꿀 수 있다. 이렇게 각 모듈의 상태를 설정하면, 여러 채널의 생체신호를 동시에 실시간으로 super VGA 모드로 화면에 도시한다.

생체신호 데이터의 송, 수신

IDPU는 생체신호 데이터를 실시간 도시하면서, 필요한 시간 마다, 통신망을 통하여 중앙 DB로 정해진 packet 형태에 따라 데이터를 전송한다. 또한, 통신망 상의 다른 IDPU 나 workstation으로부터 명령을 수신하여 동작 상태를 바꿀 수 있으며, 다른 IDPU가 수집한 생체신호를 별개의 window 상에서 관찰할 수 있다.

중앙 DB

각 IDPU는 spreadsheet 형태의 문자 및 숫자 정보 입출력 기능을 제공하며, 입력된 환자의 신상정보는 각종 생체신호 데이터와 함께 통신망을 통하여 중앙 DB 장치로 전송된다. 중앙 DB 장치는 통신망에 접속된 서버 역할을 수행하는 PC로 구성하였고, 역시 MS Windows 3.1 환경 하에서 Code Base를 이용하여 개발한 DB 프로그램에 의해 작동된다.

Workstation

Workstation은 LAN 카드를 장착한 PC 상에 MS Windows 3.1 환경 하에서 수행되는 프로그램을 개발하여 구성하였다. Workstation은 중앙 DB의 내용을 검색하여 원하는 환자 데이터 file을 추출할 수 있는 DB 접속기능을 가진다.

추출한 환자 데이터 중 이름, ID 등의 문자 또는 숫자 정보는 spreadsheet 형태로 출력하며, 생체신호는 여러개의 windows를 생성하여 각각 도시한다. Workstation은 신호의 크기, 시간 간격의 측정 등 기본적인 기능뿐 아니라, 여러 가지 신호처리 알고리즘을 적용하여 신호 해석을 수행할 수 있도록 하였다.

생체신호 측정 및 종합관리 시스템(SiMACS)

통신망

IDPU들과 중앙 DB 및 workstation들을 접속하는 통신망은 10BASE2 Ethernet을 사용하였다. 현재에는 Novel Netware를 이용하여 데이터의 전송을 하고 있으며, LAN 카드가 National Semiconductor 사의 chipset을 사용한 경우에는 직접 카드를 제어하는 통신 프로그램을 개발하였고, 현재 MS Windows 용 device driver를 개발 중에 있다. 이 경우에는 별도의 상용 프로그램의 사용 없이 직접 데이터의 실시간 송수신이 가능하다.

SiMACS 용 통신망은 PACS의 경우와는 달리 전송 데이터의 양이 많지 않으므로, twisted-pair 선을 이용하는 10BASE-T 방법도 가능하나 전체적인 구조를 bus 형으로 하는 것이 바람직하므로 10BASE2를 이용하였다.

결론

본 논문에서는 생체신호 측정 및 종합관리 시스템(SiMACS)의 시험 시스템 개발 내용을 기술하였다. 기존의 병원 전산망들과 마찬가지로 SiMACS도 생체신호 관련 정보를 총괄적으로 전산화하므로, 효율적인 진료 및 병원 운영을 위한 지속적인 연구가 필요하다고 생각된다.

앞으로 특히 연구해야 할 사항으로는, 우선 각종 IDPU와 workstation 들의 접속 방법에 대한 규격화의 분야이다. 이미 1980년대 말에 IEEE P1073 Medical Information Bus (MIB) 규격이 제안되어서, 시험적인 시스템 구성의 보고도 있으나, 아직 대부분의 생체신호 관련 의료기기 생산업체가 이를 정식으로 채택하고 있지는 않고 있다. 대부분의 업체가 이를 채용하기까지는 본 논문에서 기술한 IDPU와 같은 장비가 기존의 생체신호 측정장치로 부터 측정된 신호를 SiMACS에 접속시켜 주는 기능을 수행할 수도 있다.

또한, IDPU의 기능을 확대하면, 특히 최근에 환자감시 분야에서 관심이 집중되고 있는, 여러종류의 생체신호들을 통합하여, 그로부터 좀더 지능적인 정보를 만드는 지능형 정보 시스템의 개발이 가능하리라 생각된다.

SiMACS는 의료 차트의 전산화를 포함하는 총체적인 병원 전산화의 일부로서 지속적인 연구가 필요하리라 생각되며, 현재의 상황으로 볼 때에는 중환자실 등에서 소규모의 통신망으로 구성하는 소형 SiMACS를 구축하여, 기존의 환자감시시스템을 대체할 수도 있으리라 생각된다.

참고문헌

- [1] David F. Franklin and David V. Ostler, 1989, "The P1073 medical information bus," *IEEE Micro*, October, 52 - 60.
- [2] Carlos H. Salvador, Nicanor Pulido, Jose A. Quiles, and Miguel A. Gonzalez, 1993, "An implementation of the IEEE medical information bus," *IEEE Eng. Med. & Biol. Magazine*, Vol. 12, No. 2, 81 - 8.
- [3] Fernando A. Mora, Gianfranco Passariello, Guy Carrault, and Jean-Pierre Le Pichon, 1993, "Intelligent patient monitoring and management systems: a review," *IEEE Eng. Med. & Biol. Magazine*, Vol. 12, No. 4, 23 - 33.

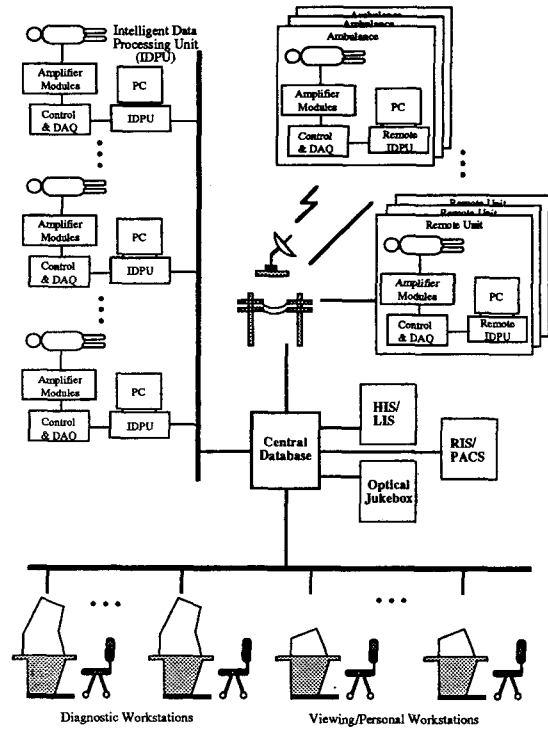


그림 1 SiMACS의 전체 구조

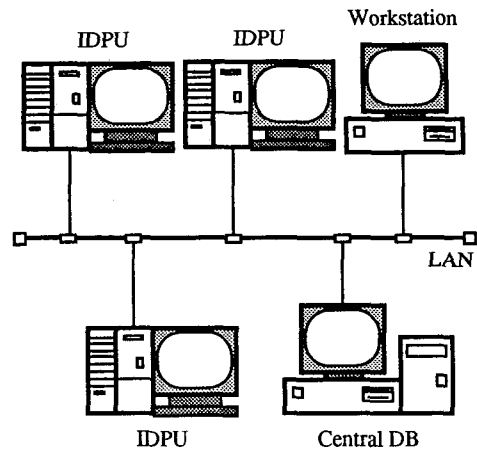


그림 2 PC를 이용한 SiMACS 시험 시스템

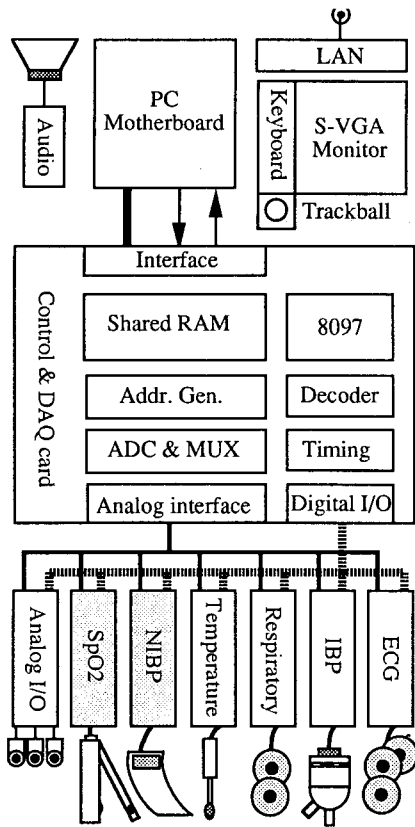


그림 3 IDPU의 구조 (NIBP와 SpO₂ 모듈은 미 개발)