

## ECG-NIBP-SpO<sub>2</sub> 환자감시장치 개발

김남현<sup>1</sup>, 심원흠<sup>2</sup>, 이건기<sup>3</sup>, 라상원<sup>4</sup>, 김정하<sup>1</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 의과대학 의용공학교실, <sup>2</sup>연세대학교 의과대학 내과학교실

<sup>3</sup>경상대학교 공과대학 전자공학과, <sup>4</sup>(주)BiOSYS 연구소

### Development of ECG-NIBP-SpO<sub>2</sub> Patient Monitoring System

N.H.Kim<sup>1</sup>, W.H.Shin<sup>2</sup>, G.K.Lee<sup>3</sup>, S.W.Ra<sup>4</sup>, G.H.Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Medical Eng., College of Medicine, Yonsei Univ.

<sup>2</sup>Dept. of Internal Medicine, College of Medicine, Yonsei Univ.

<sup>3</sup>Dept. of Electronic Eng., College of Engineering, Gyeongsang National Univ

<sup>4</sup>BiOSYS Ltd.

#### Abstract

In this paper, We designed the ECG-NIBP-SpO<sub>2</sub> patient monitor. This production can measure Electrocardiograph, Heart Rate, Noninvasive Blood Pressure, and Oxygen Saturation for Noninvasive Method and can display each information. These informations were implemented by the electrodes of ECG part, the cuff of NIBP module and the finger probe with light sensor of SpO<sub>2</sub> without injection of needle or catheter. In addition, We developed a new analysis algorithm and measurement technique for NIBP and SpO<sub>2</sub> to observe patient's conditions correctly.

#### 서론

본 논문에서는 환자의 심전도(ECG), 심박(HR)과 함께, 환자의 혈압을 비관혈식으로 측정하는 혈압 감시 장치(NIBP)와 비관혈식으로 혈중 산소포화도(SpO<sub>2</sub>)를 측정하는 다기능의 ECG-NIBP-SpO<sub>2</sub> 환자 감시 장치를 설계하였다.

입력되는 심전도 신호는 증폭과 필터링 등의 신호 처리 과정을 거치게 되며, 이 신호의 분석을 통하여 HR를 계산한다. 혈압 측정은 비관혈식 혈압계를 하나의 모듈로 만들었으며, 사용자 인터페이스 보드와 직렬 통신을 한다. 그리고 SpO<sub>2</sub>는 손가락이나 귀부분에 적색광(665nm)과 적외선광(885nm)의 특정 두 파장의 빛을 쏘아 모세혈관에 투여된 두 광의 빛의 세기의 비를 통하여 측정한다. 각 신호에 대한 제어는 DSP와 EPLD로 구현한 제어 로직에 의하여 제어하였다.

본 논문의 환자 감시 장치는 기능의 정확한 측정과 사용자의 편의와 환자 정보를 효과적으로 화면에 표시할 수 있도록 주안점을 가지고 설계하였다.

#### 본론

본 연구의 ECG-NIBP-SpO<sub>2</sub> 환자감시장치는 심전도 파형, 혈압, 그리고 산소포화도를 측정하는 감시장치이다. 그림 1은 본 연구에서 개발한 ECG-NIBP-SpO<sub>2</sub> 환자 감시 장치의 블록 다이어그램이다.

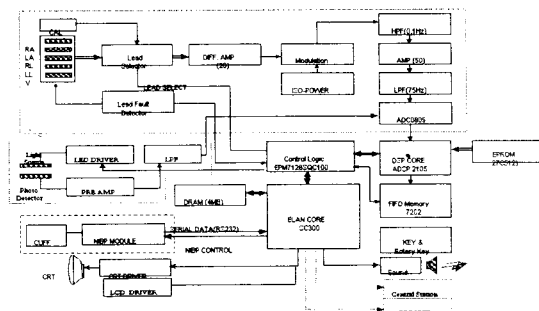


그림1. ECG-NIBP-SpO<sub>2</sub> 환자감시장치의 구성도

#### 1). 심전도 설계

환자의 심장에서부터 나오는 심전도 신호는 사용자의 리드 선택에 의해 I, II, III, aVR, aVL, aVF, 그리고 chest 신호를 측정하게 된다. Defibrillator, Bovie(electrosurgery machines, ES) 등의 사용에 따른 순간적인 고전압으로부터 회로를 보호하기 위하여 보호 회로를 설계하였다. 입력된 신호의 증폭과 함께, 환자에게 부착된 전극으로부터 나타날 수 있는 신호 외의 기타 잡음을 제거하기 위하여 차동 증폭기에서 증폭한다. 차동 증폭부의 출력은 환자의 움직임에 따른 DC 성분을 제거하기 위하여 0.1Hz의 HPF(high pass filter)를 거치게 된다. 이 신호는 주증폭부에서 증폭한 후 75Hz LPF(low pass filter) 처리를 하였다. 그리고 환자에 부착된 전극이 단락되거나 제대로 부착이 되어 있지 않는 경우에 대하여 Lead fault detector 기능을 설계 하였다.

1) 본 연구는 G7 선도의료기술개발사업의 과제입니다.

2). 비관혈식 혈압계 설계

혈압으로 나타나는 파라미터는 Systolic, Diastolic, Mean-pressure 이다. 본 연구에서 설계한 혈압계는 커프를 통하여 전해지는 발진음의 주파수를 측정하여 혈압을 검출하는 oscillometric 방법을 이용하였다.

혈압 측정은, 측정 속도를 높이기 위하여 개발한 가압 알고리즘에 따라, 환자의 팔꿈치 상단을 감싼 커프를 가압 하였다가 공기압을 감압하면서 나타나는 혈압 신호를 혈압계의 압력 센서로 전달한다. 센서에 전달된 신호는 내부에 가지고 있는 마이크로 컴퓨터에 전해진다. 마이크로 컴퓨터는 전달된 신호에 대하여 artifact 제거 처리를 한 다음, 주파수를 계산하여 압력을 찾아낸다. 이 압력값은 RS-232 직렬 통신을 통하여 Elan 보드에 전송된다.

3). 비관혈식 산소포화도 설계

SpO<sub>2</sub>는 혈액내의 산소포화도를 측정한다. 이는 혈액의 채취나 카테터의 삽입 없이 사람의 혈액 속에 존재하는 산소포화도량을 측정할 수 있게 한다.

SpO<sub>2</sub>의 측정은 발광부의 적색광(665nm)과 적외선광(885nm)이 교대로 점멸하면서 손가락 끝의 모세혈관을 투과한다. 이때 반대편에 있는 광센서에 감지된 투과된 빛은 맥동성분을 가지며, 빛의 강도는 전압의 형태로 나타난다. 이를 증폭기에서 증폭한 후 맥동성분을 분리하여 포화도를 계산할 수 있다. 이러한 비관혈식 기술은 간단하고 현시적, 계속적, 지속적인 모니터링이 가능하다.

4). DSP와 제어 로직 설계

DSP와 제어로직은 리드 선택신호, 리드 fault 검출 등의 아날로그 상태, 그리고 FIFO(first in first out) 메모리의 상태를 제어하기 위하여 구성하였다.

ECG 신호와 SpO<sub>2</sub> 신호는 아날로그 신호이다. 이 신호는 AD변환기를 거쳐 Digital 신호로 바뀌어진 다음 DSP의 입력으로 인가된다. 이 때, DSP에 인가되는 심전도 신호는 AC 전원을 사용함에 따른 60Hz(50Hz) 잡음, 그리고 장비 자체에 의한 잡음 등을 제거하기 위하여 필터링 과정을 거치게 된다. 또한 필터링된 심전도 신호로부터 Peak 검출을 위한 알고리즘을 수행한다. 필터링된 심전도 신호와 맥박수, 그리고 산소포화도 신호는 제어로직에 의해 사용자 인터페이스를 위하여 ELAN 보드에 전송된다.

5). 사용자 인터페이스(User Interface) 설계

환자의 정보를 디스플레이하여 주며, 사용자에게 대한 key 인터페이스, 알람 기능등의 각종 구동은 Elan 보드의 마이크로 컨트롤러가 담당한다. 사용하는 마이크로 컨트롤러는 i386 DX급의 CPU를 내장하고 있으며, IBM PC 호환 가능한 PCMCIA 포트, 그리고 2개의 직렬 포트를 가지는 ELAN(SC)300을 사용하였다.

그리고 Freeze 기능, Alarm 기능, 각종 Vital, Trend, Bed 정보, ECG 리드 선택 등의 기능을 제공하는 Key 인터페이스를 제공한다

2. 설계 결과

본 연구의 결과로 나타나는 ECG-NIBP-SpO<sub>2</sub> 환자 감시장치는 그림 2와 같다.

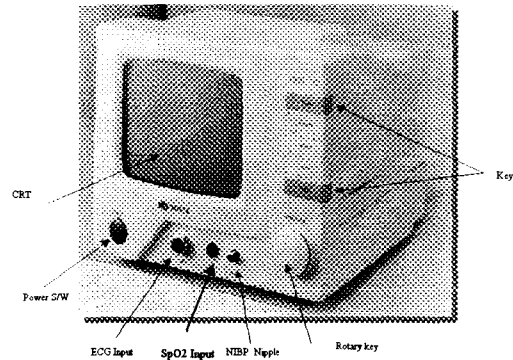


그림2. 개발된 ECG-NIBP-SpO<sub>2</sub> 환자 감시 장치

결과 및 고찰

본 연구에서는 ECG-NIBP-SpO<sub>2</sub> 환자감시장치를 개발하였다. 입력신호의 처리를 위하여 DSP를 사용하였으며, 그리고 이들 신호의 display를 위하여 ELAN(SC)300 마이크로 컨트롤러를 사용하였다.

개발된 환자감시장치는 일반 병원이나 의원급 병원까지 쉽게 사용할 수 있도록 설계하였으며, 국내외에서 경쟁력 있는 제품이 되도록 설계하였다.

나아가 환자 상태의 감시 및 측정 요소를 모듈 형으로 다양화하고 소프트웨어 기능을 대폭 강화하여 제품화함으로써 기존의 타 제품과 경쟁할 수 있도록 하고자 한다.

참고문헌

- 1) Richard A. Norman: Principles of Bioinstrumentation, 1st, Newyork, John Wiley & Sons Inc., 1988:254-266
- 2) Joseph J. Carr, John M. Brown: Introduction to Biomedical Equipment Technology, 1st, New Jersey, Regents/Prentice Hall, 1993, 159-197
- 3) Jergen Serup, Gregor B. E. Jemec: Handbook of Non-Invasive Methods and thr skin, 1st, Newyork, CRC Press Inc., 1995:399-456
- 4) Nam H. Kim, Won K. Kim, Jae M. Huh, Tae Y. Choi: Development of Autometric Blood Pressure Meter in Home, IEEE 12th EMBS Conf, 12-5, 694-695, 1990
- 5) T.W.Foshee: Omega 1400 Noninvasive BP Monitor Service Manual, Invivo Research Lab, 1987
- 6) Ross Flewelling: Noninvasive Optical Monitoring, CRC Press, Inc., 1995:1346-13523
- 7) Kevin K. Tremper, Steven J. Barker: Pulse Oximetry, Anesthesiology 70, 1989:98-108