

마이크로컴퓨터를 이용한 환자감시장치의 개발

김 남 현, *박 영 철, *유 선 국, *김 원 기, **박 상 희
연세대학교 *의용공학과 **전자공학과 ***전기공학과

The Development of Patient Monitoring System Using Microcomputer

① N. H. Kim, ** Y. C. Park, * S. K. You, * W. K. Kim, *** S. H. Park
Yonsei Univ. *Medical Eng. **Electronic Eng. ***Electrical Eng.

ABSTRACT

In this paper, we represent the development of microcomputer-based monitoring system which monitors patient's states- ECG, blood pressure, temperature and respiration. And since data acquisition and system controls are processed by microprocessor, this system improved the conventional method.

I. 서 론

전자공학의 발전과 마이크로 컴퓨터의 발전은 의료기기의 개발에 있어서도 높은 파급효과를 지니게 되었으며, 특히 전자 의료기기의 급속한 발달을 가져오게 하였다. 감시장치는 70년대 전반까지만 해도 단순히 하드웨어에 의한 시스템으로 설계되어 운용되었으나, 디지털 소자 및 마이크로프로세서의 발달로 현재 이를 이용한 시스템으로 거의 바뀌어 가고있다. 본 연구는 마이크로프로세서를 이용한 환자의 심전도, 혈압, 호흡, 체온을 감시하는 환자감시 장치에 관한 연구이다.

II. 본 론

1. 시스템의 구성

구성된 환자감시 장치의 전체 블록선도는 그림

1과 같다. 이 시스템은 크게 아날로그 부분과 디지털 부분으로 나눌 수 있다. 아날로그 부분은 심전도 증폭부, 혈압 증폭부, 호흡 증폭부, 체온 증폭부 및 화면표시를 위한 아날로그 프로세서 부분으로 나눌 수 있다. 디지털 부분은 입력되는 아날로그 신호를 디지털로 변환하여 화면에 표시하기 위하여 디지털 소자의 제어부 (micro-controller), ADC (analog-to-digital converter), scanconverter 및 CRTC (CRT controller) 로 나눌 수 있다.

2. 시스템의 아날로그 구성

환자 각 부위에 부착된 변환기를 통과한 신호는 각각 해당 증폭부에 인가된다. 증폭부는 환자의 안전을 위하여 분리 증폭부와 주 증폭부로 나뉘게 되며 증폭부에서 나온 심전도, 호흡, 혈압, 체온의 4채널이 ADC로 인가되어 디지털 신호로 바뀌며, 직류신호로는 혈압 증폭부에서 나온 최고, 최저, 평균 혈압치가 ADC로 인가되고 체온도 마찬가지로 증폭부에서 증폭된 신호가 ADC로 인가되어 RAM에

기억된다. 또한 혈압 변환기 대신 사용할 수 있는 펄스 증폭부를 첨가하여 간이용 혈압표시를 할 수 있게 하였다.

2-1 심전도 증폭부

환자감시장치를 구성하는데 가장 기본적인 감시 장치로서 환자를 효과적으로 감지시켜 전기적인 안정성을 얻을 수 있는 Right leg 구동방식을 사용하였다. 또한 환자의 몸에 전극이 부착되지 않았거나 리이드선이 단락되었을 경우 이를 감지할 수 있는 Lead fault 기능을 갖도록 구성하였으며 QRS 기준전압 1mV를 발생시킬 수 있도록 하였다.

2-2 혈압 증폭부

혈압 감시장치는 2가지 위치에서의 혈압을 동시에 측정할 수 있도록 설계하였다. 한편 증폭된 혈압 신호는 항상 오프셋(offset) 전압을 가지게 되는데 D/A 변환기를 사용하여 자동 영점조정을 할 수 있도록 하였으며, (-) 혈압에 대한 인식이 가능하도록 하였다.

2-3 호흡 증폭부

폐의 임피던스 변화를 측정함으로써 호흡수를 검출하는 임피던스 pneumography법을 이용하였다.

2-4 체온 증폭부

더미스터와 휘스톤브리지를 이용하여 저항과 온도의 비선형특성을 선형화시키는 방법을 이용하였다.

2-5 아나로그 프로세서

아나로그 프로세서의 블록선도는 그림 2와 같다. CPU 제어 및 CRT 콘트롤러에 의해 발생하는 신호로부터 CRT에 파형 및 디지털 숫자를 표시하기 위한 회로이며 파형 및 문자표시부와 CRT를 동작시키기 위해 고압을 발생시키는 증폭부로 구성된다. 파형과 문자의 스캔방식이 다르기 때문에 프로그램에 의해 CRT가 발생하는 동기신호로 각각의 스캔을 발생시킨 다음 멀티플렉서를 거쳐 3채널의 파형과 문자가 순차적으로 표시되게 된다.

3 시스템의 디지털 구성

디지털부의 전체 블록선도는 그림 3과 같으며 CPU부분과 scanconverter 및 CRT 표시부로 구성된다.

3-1 CPU회로의 구성

CPU부분은 각종 기능을 효율적으로 처리하며 수학적 연산 및 전체 시스템을 제어, 운용하는 마이크로 콘트롤러의 기능과 아나로그 신호를 디지털로 변환하여 정보를 얻어내는 기능을 수행하는 ADC의 기능을 수행하는 부분이다. 마이크로 콘트롤러의 블록선도는 그림 4와 같다.

(가) CPU

전체 시스템을 제어하며 명령이 다양하고 여러 가지 가로채기 기능이 있는 Z-80A CPU를 사용하였다.

(나) Key scan

전면 판넬의 Key를 구동시키고 환자감시장치의 기능을 수행하기 위한 키 인터페이스로서 8255를 사용하여 프로그램에 의한 4X4 행렬의 키를 읽어 들일 수 있도록 구성하였다.

(다) PIO 제어

전체 시스템의 구동을 위한 입력신호의 제어와 scanconverter, 문자표시 및 트랜스를 제어하고 가로채기 제어회로를 내장함으로써 필요한 전체 출력신호를 제어한다.

(라) CTC (counter timer circuit)

CTC부는 시스템의 scan conversion 시간과 문자표시 타이밍을 제어하며 1시간, 4시간 동안의 심박동수 및 호흡수의 계산시간을 동기 시킨다. 또한 ADC에 필요한 선형 샘플링의 주기 및 펄스수의 주기를 제어하는데 2개의 CTC를 데이지 체인으로 연결하여 구성하였다. CTC 1의 채널 0은 파형과 문자표시의 시간을 맞춰주게 되는데 이는 CRT의 수직동기 신호를 검출하여 인터럽트를 발생시키게 된다. CTC 1의 채널 1과 CTC 2의 채널 0과 채널 1은 각각 심박동수, 샘플링 레이트와

호흡수의 계산을 위해 사용된다. 또한 CTC 2의 채널 2와 3은 1시간 및 4시간의 트랜스폼 하기 위하여 사용된다.

(마) ADC의 구성

10비트의 분해능력을 갖는 ADC를 사용하였으며 프로그램에 의해 입력의 종류에 따라 해상도를 다르게 설정하여 정보의 정확성을 기했으며, 입력 신호의 변화에 따른 에러를 제거하기 위하여 샘플&홀더 회로를 사용하였다.

3-2 Scanconverter 및 CRT 표시부

이 부분에서는 화면에 표시하는 디지털신호를 제어하는 실질적인 부분으로 CPU가 동작하고 있을 때 독립적으로 처리하는 부시스템으로서 입력된 저주파 생체신호를 메모리소프 형태의 연속적인 신호를 얻어내기 위한 scanconversion 과 심장 수축비, 심장 이완비, 심장 평균비와 체온의 수치를 표시하기 위한 문자 표시기능을 X-Y scan과 Raster scan 방식으로 복합처리하고 있으며 트랜스지 심전도와 혈압, 호흡, 체온의 경향을 Raster scan 방식으로 표시하는 기능을 수행하는 부분이다. 이 부분의 출력선도는 그림 5와 같으며 CRT컨트롤러, 멀티플렉서, 비디오RAM, 클럭 컨트롤러, 시프트 레지스터로 구성되어 있다.

(가) CRTC

Raster scan 방식의 컨트롤러를 사용하였으며 파형을 표시할 때는 라스터번지는 사용하지 않고 비디오 RAM의 시작번지만을 지정하여 A/D 변환한 데이터를 화면상에 그리도복 프로그래밍 하였다. 문자를 표시할 때는 라스터 번지를 사용하여 나타내며 트랜스지에는 CPU RAM에 저장된 데이터를 비디오 RAM으로 옮겨 라스터 번지를 사용, 화면에 나타낸다.

(나) 어드레스 발생기

Scan conversion을 하기 위하여 비디오 RAM의 번지를 발생시키며 5K 바이트의 번지를 순차적으로 발생시킨다. 이 부분은 로직에 의하여 일정한 시간 간격의 번지를 CPU와 독립적으로 생성시켜 화면 표시 때 흔들림이 없이 처리할 수 있도록 하여준다.

(다) 멀티플렉서

Scan conversion 시와 트랜스지에 CRTC에서 발생하는 번지를 선택하고 파형과 문자표시를 혼합하며 화면표시 데이터를 비디오 RAM에 저장하기 위해 사용된다.

4. 시스템 소프트웨어

소프트웨어의 흐름도는 그림 6과 같으며 가로제기 모드 2를 설정하여 주변 IC간의 데이터 라인에 의한 우선순위를 설정하였다. 모든 타이밍의 기준은 CRTC의 수직동기 신호이며 CTC의 시분할에 의하여 CRT에 표시한다.

주프로그램에서는 가로제기 루틴에서 얻은 시간값을 이용하며, 심박동수와 호흡수를 계산하기 위하여 look up 테이블을 이용함으로써 계산시간을 단축시켰고 키 스캔에 의해 모니터의 기능을 수행한다. 트랜스지에는 CRTC를 트랜드 모드로 변환 사용하여 멀티플렉서를 트랜드 형태로 제어함으로써 최대값, 최소값 및 평균값을 계산한다. 파형 모우드에서는 멀티플렉싱에 의해 화면상에 심전도, 혈압, 호흡의 3 채널 파형을 X-Y스캔에 의해 표시하며, 동시에 문자 데이터를 화면상에 라스터 스캔으로 표시하게 된다.

III. 결 론

앞에서 서술한 하드웨어와 소프트웨어를 기본으로 하여 구성한 환자감시장치는 마이크로 컴퓨터 시스템을 채택하여 소프트웨어의 기능을 극대화시켰으며, Z-80 마이크로프로세서를 기본으로 시스템을 개발함으로써 주변장치와의 인터페이스 및 기억능력을 확장 시켜 마이크로 콘트롤러 기능뿐 아니라 다양한 신호처리도 가능하게 되었다.

