

마이크로프로세서를 이용한 생체정보시스템의 구성에 관한 연구(I)

—환자감시 장치용 Scanconverter 를 중심으로—

박상희* · 김원기** · 김남현** · 문병룡***

= Abstract =

Implementation of Biological Information System Using Microprocessor(I) —Scanconverter—

Sang-Hui Park*, Won-Key Kim**, Nam-Hyun Kim**, Byung-Ryong Moon***

In this paper, a scanconverter which displays the biological signals of low frequency on CRT for the purpose of easy read-out is attempted to design for using the CRTIC, and it shows some good effectivenesses.

The results obtained in this experiment are as follows:

- (1) Using only one chip, CRT controller, it can display both waveforms and characters simultaneously.
- (2) The flexibility of CPU program can be obtained using the sub-microprocessor function of CRTIC chip.
- (3) The trend of digital data is possible through the graphic function.
- (4) The vibration of displayed waveform can be prevented using the chip-simplification and the trigger signal of one chip.
- (5) Operation with microprocessor makes the expansion and interface easy.

1. 서 론

1970년초 X선 전산화단층촬영기의 출현으로 전기 및 전자공학이 의학에 응용되는 획기적인 계기가 되었고, 최근에는 마이크로컴퓨터의 발달과 함께 더욱 더 그 응용범위를 넓히게 되었으며¹⁾, 세계 각국에서는 최신기술을 이용한 각종 의료장비의 개발 연구가 활발하게 진행되고 있다.

<1986. 6. 12 접수>

*연세대학교 공과대학 전기공학과

**연세대학교 의과대학 의용공학과

***연세대학교 대학원 전기공학과 석사과정

또한 생체신호에 대한 기초연구가 체계적이고 종합적으로 이루어지고 있으며, 이러한 생체신호를 분석하는 자동분석 시스템에 대한 연구도 병행되고 있는 실정이다.

이러한 기초 생체신호를 분석하고 감시하기 위한 생체정보시스템으로서 대표적으로 널리 사용되고 있는 계측기로서는 환자감시장치(bed-side monitor)를 들 수 있다.

이 환자감시장치는 기능상 증폭부, Scanconverter, 정보의 디지털표시, on-CRT 및 전원등으로 나눌 수 있다.

본 연구에서는 환자감시장치에 핵심이 되고 생체신호를 적절히 변환하여 판독가능한 신호로 CRT 상에

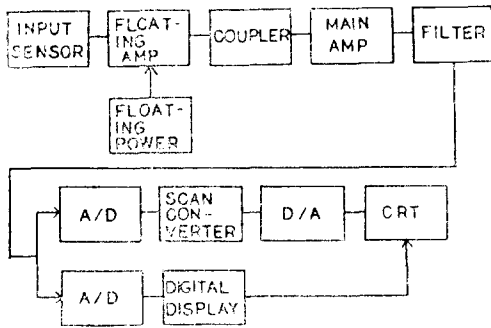


그림 1. 환자감시장치의 블록선도
Fig. 1. Block diagram of bed-side monitor

표시하는데 필요한 부분인 scanconverter의 구성을 마이크로프로세서를 이용하여 시도한 결과를 보고하고자 한다.

2. 환자감시장치

(1) 환자감시장치의 기본 구성

최근 환자감시장치의 일반적인 구성상의 특징은 디지털화로 가고 있으며 혈압(BP), 심전도(EKG), 호흡(RES), 체온(TEM)등을 하나의 CRT에 표시하는 방식, 즉 다중채널(multi-channel) 방식을 택한다는 것이다.

대체적으로 그 구성은 증폭부, scanconverter, 정보의 디지털표시, on-CRT 및 전원으로 나눌 수 있으며, 기본구성은 그림 1과 같다.

(가) 증폭부

모니터의 가장 중요한 부분의 하나인 증폭부는 전기적 충격으로부터 인체의 안전을 확보하기 위하여 분리증폭(floating amp.) 부분과 주증폭(main amp.) 부분으로 구성되고, 또한 각종의 잡음을 제거할 수 있는 시스템이 되어야 한다.

또한 분리증폭부분에 채택되고 있는 방법은 반송파(carrier)방식, 광결합(optically coupled)방식 및 전류분배(current loading)방식등으로 나눌 수 있다. 잡음제거를 위하여서는 저역통과필터, 고역통과필터, notch 필터등이 사용되며, 특히 notch 필터는 60 Hz 교류전원 잡음의 제거를 주목적으로 사용된다.

그러나, 이러한 특정주파수의 잡음을 제거한다는 것은 필요한 생체신호속에 포함된 특정주파수도 제거되어 바람직하지 못한 현상들이 발생하는 경우가 나타나므로 최근에는 이러한 문제들의 해결을 위하여 적응필

터링 시스템(adaptive filtering system)이 고려되고 있다.

(나) Scanconverter

일반적으로 측정되는 생체신호는 100 Hz 이하의 저주파 신호이다. 이러한 저주파 신호를 직접 CRT 상에 표시할 경우 전체 신호가 기억되어 한꺼번에 나타나지 않고 하나의 점으로 나타나므로 무의미한 일이다.

그러므로, 이러한 저주파 생체신호를 관측가능하게 CRT 상에 표시하기 위해서는 제측된 생체신호를 계속적으로 복원(refresh)시켜 줄 수 있는 scanconverter가 필요하게 된다.

(다) 정보의 디지털 표시

환자의 맥박, 최고·최저·평균혈압, 호흡, 체온의 디지털표시는 파형의 표시와 함께 필수적인 부분이며, 아날로그부분에서 나오는 파형을 A/D 변환하여 처리한 각 디지털정보를 LED 또는 CRT 상에 표시하며, 최근에는 디지털 하드웨어, 마이크로프로세서 및 메모리 램(Data RAM)을 이용하여 정보의 디지털표시를 하기 위한 여러가지 방법이 개발되고 있다.

(라) CRT 및 전원

각 채널의 파형 및 디지털 숫자가 CRT에 표시되도록 하는 방법에는 Raster 방식과 X-Y 방식이 있으며, CRT의 크기에 따라 시스템의 개발이 여러가지로 이루어지고 있다²⁾.

Raster 방식은 단지 자료기록(data-logging) 및 이동된 배열자료(shifted array data)의 도식적 표시등만이 요구되는 극히 간단한 알고리즘을 가지고 있으며, 이 방식은 율동적(rhythmic)인 현상을 계속하는데 좋은 기법으로 추천되고 있다³⁾.

그러나, Raster 방식은 일반적으로 선명한 화상을 얻기가 어려운 결점이 있다.

한편, X-Y 방식은 선명한 화상표시가 가능하나 알고리즘이 상대적으로 복잡하고 각 채널을 동시에 표시하기가 어려운 난점이 있다.

최근에는 주 측정대상 생체신호의 특성에 따라 적절한 각 방식이 채택되거나, X-Y 방식을 기본으로 하여 Raster 방식을 혼용하는등 파형 및 디지털숫자를 표시하기 위하여 여러가지 방식이 개발되고 있다.

또한 전원부는 전기적으로 안정된 분리전원시스템을 채택하고 있다.

(2) Scanconverter에 대한 고찰

(가) Scanconverter의 발전 단계

Scanconverter 회로 구성의 발달은 주로 반도체기술

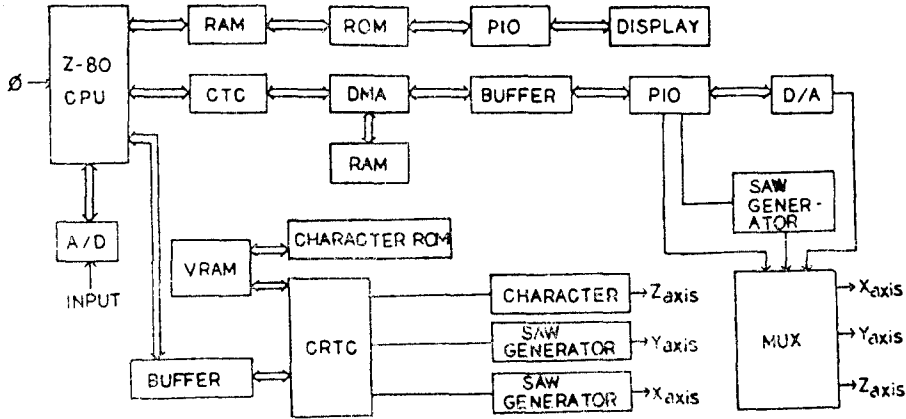


그림 2. DMA 를 사용한 scanconverter 의 블록선도
Fig. 2. Block Diagram of scanconverter using DMA chip

의 발전, 특히 새로운 칩들의 등장과 함께 발전되어 왔다.

그 발전단계를 살펴보면,

1단계 : 랜덤 로직에 의한 회로로서 플립플롭과 쉬프트 레지스터를 사용하여 설계하였다. 그러나, 랜덤로직을 사용하여 scanconverter 를 구성한다는 것은 그 구성요소 및 로직을 변경시키거나 추가시키지 않는한 그 기능을 변경시킬 수 없으므로 융통성 및 확장성이 전혀 없다.

2단계 : 계수기(counter)와 램(RAM)을 사용한 scanconverter 의 출현이다. 이것은 1단계에 비하여 칩의 수가 줄어들고 회로설계의 간략화라는 관점에서 진보하였으나, 이것 역시 기기의 융통성 및 확장성이 보장되지 못한다.

3단계 : 마이크로프로세서를 이용하여 PIO(parallel input output), 계수기, 램을 사용하는 scanconverter 의 개발이다. 이것은 마이크로프로세서를 사용하여 시작 어드레스의 프로그램을 제어함으로써 종래의 scanconverter 에 비하여 확장성이 용이한 반면, 칩수의 증가 및 CRT 이용에 어려움이 있다.

4단계 : DMA(direct memory access)칩과 마이크로프로세서 및 램을 이용한 scanconverter 단계이다. DMA 를 이용한 방법은 복원속도의 증가 및 칩수의 감소, 프로그램의 간편, 데이터 전송블록의 크기나 어드레스의 변경의 용이함등의 장점이 있으나, DMA 데이터 전송시 CPU 의 데이터 버스와 어드레스 버스를 DMA 칩이 사용함으로써 가로채기(interrupt)처리와 프로그램 명령 처리시간(program instruction time)이 오래

걸리며 하드웨어 구성이 비교적 복잡하고 복원하는 동안 다른 프로그램을 실행할 수 없는 단점이 있다⁴⁾. 그림 2는 DMA 를 사용한 scanconverter 의 블록선도를 나타낸 것이다.

(나) Scanconverter 의 특징

측정되어지는 입력신호가 생체신호와 같은 저주파일 경우 이러한 신호 자체를 그대로 화면에 표시할 경우 전체 신호가 기억되어 한꺼번에 나타나지 않고 하나의 점으로 나타나게 된다.

이러한 점표시(dot display)는 스토리지스코우프나 메모스코우프로 보아야만 식별이 가능하게 되어 보통의 CRT 에 표시한다는 것은 신호의 식별이 거의 불가능하므로 무의미한 일이 될 것이다.

이와같이 측정된 신호가 100 Hz 이하 정도의 생체신호일 경우 이러한 신호를 식별가능한 신호로 CRT 상에 표시하기 위해서는 신호의 흐름이 연속적으로 이루어져야 한다.

이를 위하여 측정되어지는 저주파신호를 250배~500배 정도로 주파수를 증가시켜 화면에 표시하여야만 연속적으로 흐르는 신호로서 나타나게 되어 식별이 용이하게 된다.

이와같이 저주파의 생체신호를 신호의 왜곡을 극소화하면서 250~500배정도의 표시가능한 주파수로 변환시켜주는 장치가 scanconverter 이다.

이러한 기능의 특수성으로 인하여 scanconverter 는 100 Hz 이하의 저주파 신호가 대부분인 생체신호의 표시를 위하여 임상용의 의료측정기기에 많이 사용되고 있다.

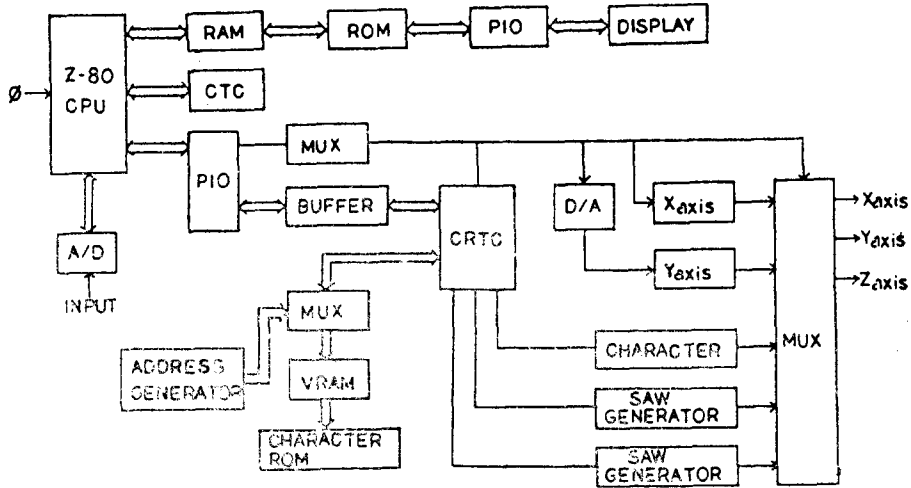


그림 3. CRTC 를 사용한 scanconverter 의 블럭선도
Fig. 3. Block diagram of scanconverter using CRTC

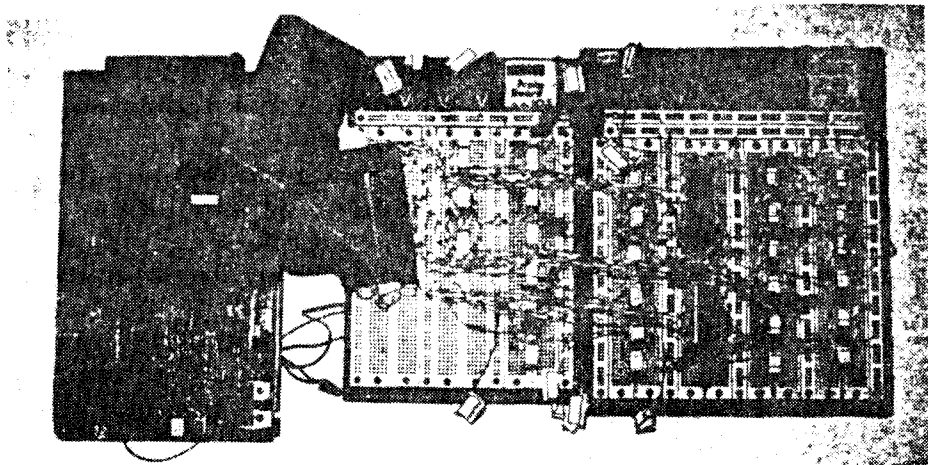


사진 1. 실제 구성된 scanconverter
Photo. 1. Actually constructed scanconverter

3. 마이크로프로세서를 이용한 Scanconverter 의 구성

본 연구에서는 마이크로프로세서, CRTC(CRT controller) 및 램을 이용하여 scanconverter 를 구성한후 환자감시장치와의 연계를 통하여 CRTC 칩을 사용한 scanconverter 의 특성을 살펴보고자 한다.

(1) Scanconverter 의 구성

(가) 하드웨어의 구성

마이크로프로세서를 이용한 scanconverter 의 하드

웨어 구성은 그림 3과 같다. 그리고 실제 구성된 scanconverter 는 사진 1과 같다.

전체 하드웨어의 부분별 기능을 살펴 보면 다음과 같다.

① 샘플링한 신호를 A/D 변환기를 통하여 디지털화시켜 램의 할당된 번지에 데이터를 축적시킨다. 본 연구에서는 이러한 기능을 위하여 스테틱램(6264)을 사용하였다.

② 본 연구에서 사용한 CRTC(CRT controller) 칩은 HD 46505이며, 이 기능은 각각의 어드레스에 축적된 데이터를 각 샘플링 주기동안 250회 반복·복원하여 비메모리에 내보내는 것이다.

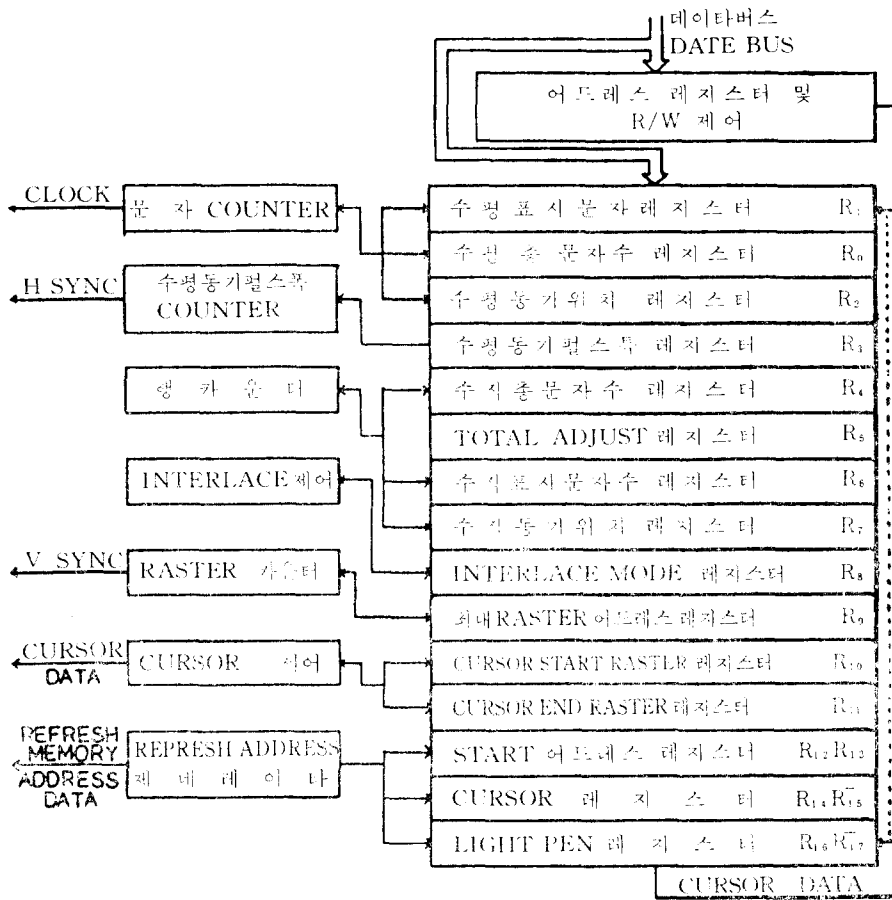


그림 4. CRTC(HD 46505)칩 구성도
Fig. 4. Block diagram of CRTC(HD 46505) chip

③ 이러한 속도로 복원함으로써 메모스코프 형태의 표시가 이루어진다. 본 연구에서는 이 기능을 비테오 램(6264)이 담당하고 있다.

(나) 소프트웨어의 구성

CRTC(CRT controller: HD 46505)는 18개의 레지스터, 리프래쉬 메모리(refresh memory)의 문자 및 행 카운터, 수평 및 수직 동기신호 발생회로, 커서 제어회로, 라이트 펜 제어회로 및 표시제어회로 등으로 구성되어 있으며, 구성도는 그림 4와 같다.

이상의 각 레지스터의 역할과 본 연구에서 적용된 설정 데이터는 다음과 같다.

(R₀) 레지스터는 수평 총 문자수를 설정한다. 본 연구에서는 브랭킹 에리어를 포함하여 14문자분이 필요하므로 14-1=13H을 세트. 여기서 -1은 R₀레지스터가 0에서 시작되어 있기 때

문이다.

(R₁) 레지스터는 수평표시 문자수를 설정한다. 본 연구에서는 R₁=10H으로 세트.

(R₂) 레지스터는 수평동기 위치를 설정한다. R₂=11H로 세트.

(R₃) 레지스터는 수평동기 펄스폭을 설정한다. 본 연구에서는 펄스폭이 클 필요가 없고 수평 총 문자수 내에 들어있어야 하므로 R₃=01H로 세트.

(R₄) 레지스터는 수직 총 문자수이다. 이것은 R₀와 똑같은 방법으로 R₄=40H로 세트.

(R₅) 수직 전체조정 레지스터이며 프레임 주변의 총 레지스터를 모니터에 맞추어서 조정하기 위한 것이다. 본 연구에서는 사용하지 않았으므로 00으로 설정.

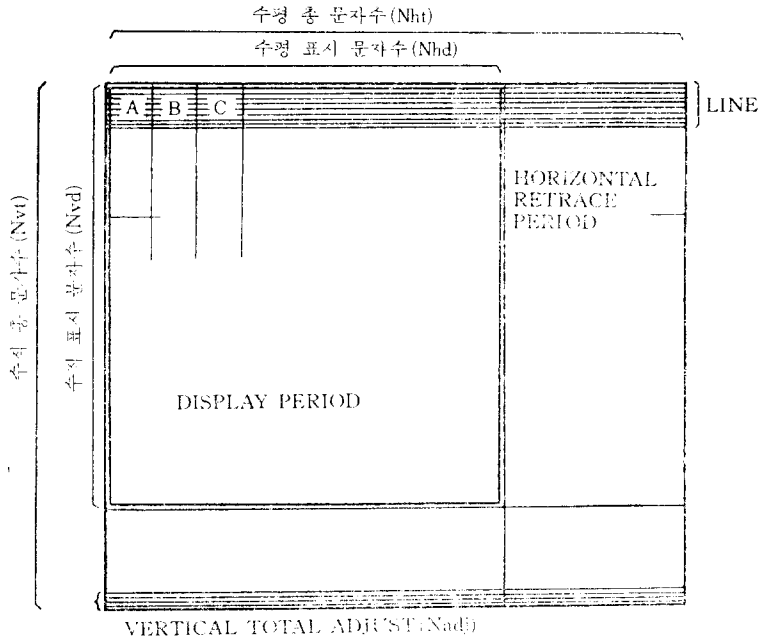


그림 5. CRT 화면의 구성
Fig. 5. Composition of CRT screen

- (R₆) 수직표시 문자수 레지스터이며, R₆=3FH 로 설정.
 - (R₇) 수직동기위치 설정 레지스터이며, R₇=3FH 로 설정.
 - (R₈) Interface 모드의 설정 레지스터이며, non-interface 방식을 택하였으므로 R₈=00H 으로 설정.
 - (R₉) 최대 Raster address 설정 레지스터이며, 이용하지 않으므로 R₉=00H 으로 설정.
 - (R₁₀, R₁₁) 커서 제어용 레지스터이며, 역시 사용하지 않으므로 모두 00H 으로 설정.
 - (R₁₂, R₁₃) 시작 어드레스 레지스터이며, R₁₂=00H, R₁₃=00H 으로 설정.
 - (R₁₄, R₁₅) 커서 위치를 설정하는 레지스터이며, 사용하지 않으므로 모두 00H 으로 설정.
 - (R₁₆, R₁₇) 라이트 펜의 검출 어드레스가 설정되는 레지스터이다. 라이트 펜 제어회로의 어드레스가 스트로브 신호에 의하여 이 레지스터에 설정된다. 이 레지스터도 사용하지 않으므로 모두 00H 으로 설정.
- 또한, CRT 상의 화면 구성은 그림 5와 같다.

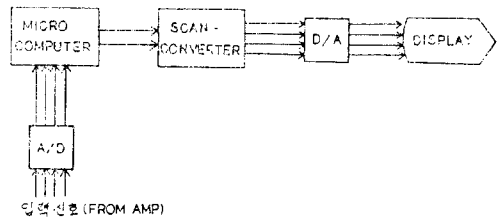


그림 6. Scanconverter 와 환자감시 장치의 연계 관계
Fig. 6. Block diagram of bed-side monitor coupled with scanconverter

(다) 비디오 램

시작 어드레스에 의해서 순차적으로 연속적인 어드레스가 발생된 후 이 어드레스는 연속적으로 비디오 램에 전달된다. 이 어드레스 신호를 받은 비디오 램은 전송되는 각각의 어드레스에 대응하여 램자체내에 축적된 데이터를 다시 D/A 변환기로 전송함과 동시에 CRT에 CRT 제어를 위한 정보를 전송함으로써 문자 표시 및 주사변환하는 데이터의 저장장소 역할을 한다.

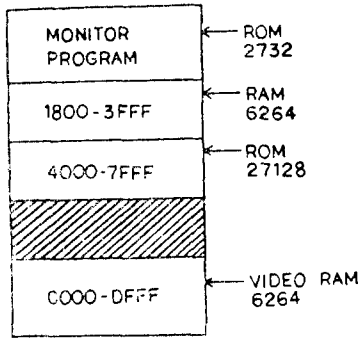


그림 7. 메모리 맵
Fig. 7. Memory map

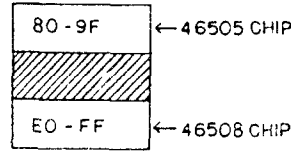


그림 8. I/O 맵
Fig. 8. I/O map

(2) 환자 감시장치와의 연계

(가) 실험 시스템의 구성

Scanconverter와 환자감시장치와의 연계관계는 그림 6과 같다.

일반적 환자감시장치로 계측하는 신호를 A/D 변환하여 이 신호를 scanconverter 시스템으로 전송하고 scanconverter는 시작어드레스를 지정하여 빠른 속도로 복원을 계속하고 이 어드레스를 비디오램에 전송하면 이 어드레스에 따라 데이터를 D/A 변환기로 전송하고 D/A 변환하여 아날로그 파형을 CRT 화면에 표시한다.

(나) Memory Map 및 I/O Map

이 시스템의 memory map 및 I/O map은 각각 그림 7 및 그림 8과 같다.

(다) 실험 시스템의 동작 흐름도

Scanconverter를 동작시키기 위한 시스템의 흐름도는 그림 9와 같다.

즉, 처음 전체 시스템을 구동시키고 CRT를 CPU로부터 데이터를 받아 초기화시킨 다음 A/D로부터 입력데이터를 읽어들이면서 변화의 완료 여부를 계속적으로 체크하고 A/D 변환이 완료되었을 경우 이 디지털 데이터를 시스템 램(6264)의 1800-3FFF번까지 저장한 후 이 시스템 데이터를 문자표시를 위해서 다시 캐릭터 롬에 전송시키고 해당되는 문자의 데이터를 꺼내서 비디오 램에 전송시켜준다.

또한, 파형표시를 위해서는 시스템 램에서 직접 비디오 램으로 전송시켜 D/A를 거쳐 CRT 상에 표시한다.

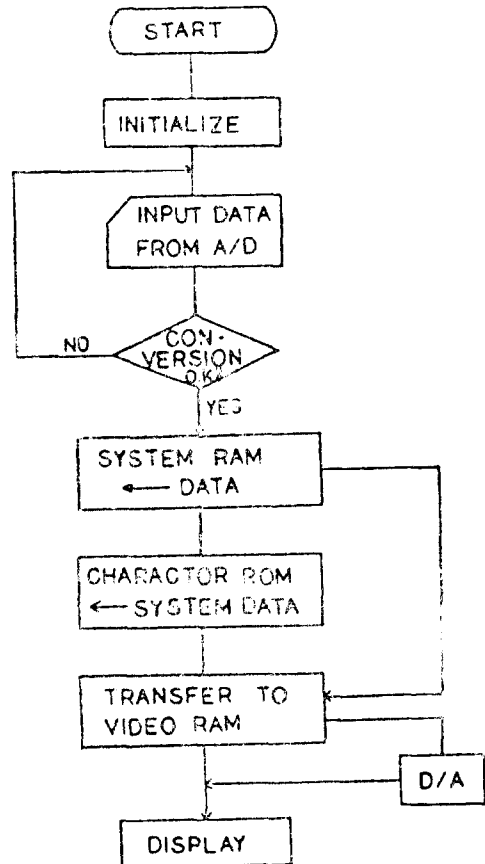


그림 9. 흐름도
Fig. 9. Flow chart

4. 결과 고찰

이러한 scanconverter는 데이터 전송 능력의 크기

나 어드레스의 변화가 제한되고 소프트웨어가 복잡하며, 침수가 많아지나 CPU가 CRT와 독립적으로 작용하고 CPU 처리능력이 향상되고 제어가 다양해지며 가로채기 처리와 하드웨어 구성이 간단하고 깨끗한 파

형을 얻을 수 있다. 그리고 CRTC 칩을 이용함으로써 복원과 문자표시, 그래픽 및 경향 분석을 용이하게 표현하고 CRTC를 scanconverter와 글자 표시를 병행하는 용도로 복합사용하며, CPU에서 가능한 모든 가로채기 처리를 할 수 있으므로 선형적인 A/D 변환의 선형 샘플링이 가능하다.

DMA를 사용한 scanconverter의 특성과 비교해보면, DMA 사용의 경우에는 DMA가 데이터 및 어드레스 버스를 사용할 때 CPU 가로채기 처리가 제한되지만 CRTC를 사용할시에는 CRTC가 sub-microprocessor의 기능을 하여 이러한 제한이 완화된다.

또한 DMA 사용시에는 DMA 칩에서 어드레스가 발생되므로 주사변환을 위해서 계속적으로 CPU와 DMA를 바꿔가며 사용하는 반면 CRTC 사용시에는 칩 하나만을 이용하여 주사변환을 할 수 있으므로 CPU와 DMA 전환사용으로 인한 화상의 떨림을 방지할 수 있다.

5. 결 론

CRT controller 칩을 사용하여 구성한 scanconverter에서 얻어진 결과는 다음과 같다.

(1) Scanconverter의 개발에 있어 하나의 CRTC 칩만으로 파형과 문자표시를 할 수 있어 하드웨어간소화를 도모할 수 있었다.

(2) CRTC 칩 자체가 sub-microprocessor 기능을 함으로서 CPU 프로그램의 융통성을 얻을 수 있었다.

(3) 그래픽 기능이 가능하므로 디지털 데이터의 경향 분석이 가능하였다.

(4) 칩의 간소화 및 trigger 신호가 하나의 칩에서 나오므로 파형표시시 떨림을 방지하였다.

(5) 마이크로프로세서를 복합 운용함으로써 확장성 및 인터페이스의 용이성을 확보하였다.

감사의 말씀

본 연구는 한국학술진흥재단의 '85 첨단과학 연구비에 의하여 수행된 것으로 감사드립니다. 아울러 본 연구 수행에 참여하여 수고한 서울시립대학 김성환 박사 와 명지대학교 백승화선생에게 감사드리고, 또한 연세대학교 대학원 박사과정에서 연구중인 고훈우, 이용천, 윤태성, 유선국군을 비롯한 생체정보공학연구실 원생들의 수고를 고맙게 생각합니다.

참 고 문 헌

- 1) Willis J. Tomkins and John G. Webster, "Design of Microcomputer-based Medical Instrumentation," Prentice-Hall Inc., 1981.
- 2) Willam M. Newman & Robert F. Spoull, "Principles of Interactive Computer Graphics," McGraw-Hill Book Company, 1979, 213-245.
- 3) D.A. Linkens, R.I. Kitney & O. Rempelman, "Raster-scan Method for Observing Physiological Entrainment Phenomena," Medical & Biological Engineering & Computing, 1982, 20, 483-488
- 4) "Z80 DMA Controller Product Specification", Zilog, 1979, 1-18.
- 5) "Microprocessor Components Handbook(Microprocessor and Peripherals) Vol II," Intel, 294-316.
- 6) Josep C. Nichols, Elizabeth A. Nichols & Peter R. Rony, "Z80 Programming and Interface Book 1," Heward W. Samsons & Co., Inc., 1980, 33-46.
- 7) 官崎誠, 官崎仁, "リアルタイム・モニタ(1)", トランズスタ技術, 第23卷, 第5號 1986. pp.423-432.
- 8) 박상희 : 자동차자감시 시스템의 개발에 관한 연구, 과학기술처 보고서, 1986.7