

PC를 이용한 의료 영상 관리 및 디스플레이 시스템 개발에 관한 연구

김동윤

연세대학교 보건과학대학 의용전자공학과

초 록

본 연구에서는 개인용 컴퓨터에서 디지털 의료 영상을 관리하고 특정 영상을 외부의 다중 모니터에 출력할 수 있는 시스템을 설계하였다. 본 시스템의 주화면은 크기는 1280×1024로 256×256×8bits의 영상을 8개까지 디스플레이할 수 있으며 이 중 영상 처리가 필요한 영상을 마우스로 선택할 경우 512×512×8bits 혹은 1024×1024×8bits로 디스플레이 할 수 있게 하였고, 정밀한 관찰을 원하는 영상을 마우스로 선택할 경우 외부 모니터로 출력할 수 있게 하였다. 저장된 모든 영상을 효율적인 검색과 저장을 위해 B+TREE 구조를 사용하여 데이터베이스를 구축하였다.

이상과 같은 모든 기능은 IBM-PC 386 이상 어느 기종에서도 작동하며, 사용자 편의 환경을 구현하기 위해서 모든 기능들은 마우스로 작동하게 하였다.

1. 서 론

최근 컴퓨터의 발달과 함께 이를 이용한 멀티 미디어 분야의 발전이 눈부시게 이루어지고 있다. 한편, 의학 분야에서는 최근 20~30년 사이에 X-선 장비, 초음파, MRI, CT, PET, SPECT 등과 같이 환자에 대해 비침습적이면서 진단시 많은 정보를 제공하는 의료영상 기기들의 등장으로 임상 의료진들의 진단에 필수적인 장비로써 각광 받고 있다. 이와 같은 의료 영상에 디지털 영상 분야에 관련된 하드웨어 및 소프트웨어 기술을 적용한 Picture Archiving and Communications Systems(PACS)를 이용할 경우 기존의 필름에 의한 영상 관리 체계에서의 문제점들을 극복할 수 있을 뿐만 아니라 임상 의료진의 진단에 도움을 줄 수 있는 다양한 진단 보조 알고리즘을 적용할 수 있게 함으로써 의료 영상 데이터의 조작성과 유용성을 크게 향상시킬 수 있게 한다.¹⁾²⁾³⁾ 즉, 기존의 필름에 의한 영상 관리 시스템에서는 촬영된 영상이 필름에 기록되므로 많은 양의 필름을 보관하기 위해서는 저장 공간이 필요하고, 진단에 필요한 필름을 검색하기 위해서는 시간과 인력이 소요되며, 필름의 이동 및 보관시 분실의 문제가 대두된다. 또한 한번 촬영된 영상에 대한 데이터의 처리 및 가공 기술을 적용하기가 불가능하다. 그러나 의료 영상을 디지털화하여 관리하는 PACS에서는 디지털 영상 데이터베이스 구축을 통한 효율적 영상 관리 및 컴퓨터 네트워크를 사용한 영상 전송을 통해 이상과 같은 문제점들을 해결할 수 있으며, 디지털 의료 영상에 대해 다차원 신호 처리 기술들을 적용하여 Computer Aided Diagnosis를 실현할 수 있게

* 이 논문은 1992년도 연세대학교 학술연구비에 의하여 연구되었습니다.

함으로써, 차세대 의료 영상 기술로 각광 받고 있다.^{4),5),6)} 이러한 PACS를 병원의 각과를 통합하여 사용할 경우 기존의 병원 각과에서 보유하고 있는 다양한 종류의 영상 촬영 장비에서의 영상 출력의 형태가 다름으로 인하여 영상의 통합성 및 막대한 초기 투자에 대한 효율성 문제 등으로 인한 경제성이 문제가 되고 있다.

그러므로, 본 연구에서는 PACS의 모든 장점을 가지면서 중소 병원 혹은 대형 병원의 1~2개과에서 사용할 수 있는 mini-PACS형태의 저가 의료 영상 관리 체계를 구축하고 현재 병원에서의 판독실과 유사한 환경을 제공할 수 있는 다중 모니터를 사용한 디지털 영상 판독실 형태의 디스플레이 시스템을 개인용 컴퓨터에서 구현하고자 한다.

2. 영상 관리 시스템 구성

입력 영상 데이터는 기존의 필름에 의한 의료 영상을 레이저 스캐너로 디지털화한 디지털 데이터를 사용하였으며, 해상도는 $512 \times 512 \times 8\text{bits}$ 와 $1024 \times 1024 \times 8\text{bits}$ 의 두 종류를 사용하였다. 먼저 디지털 영상을 관리하기 위한 기본 화면은 1280×1024 를 구성하였으며 이러한 영상을 지원하기 위하여 2M VRAM을 갖는 sVGA를 사용하여 의료 영상 관리 시스템의 기본 화면을 구성하였다.

1. 영상 관리 시스템의 화면 구성

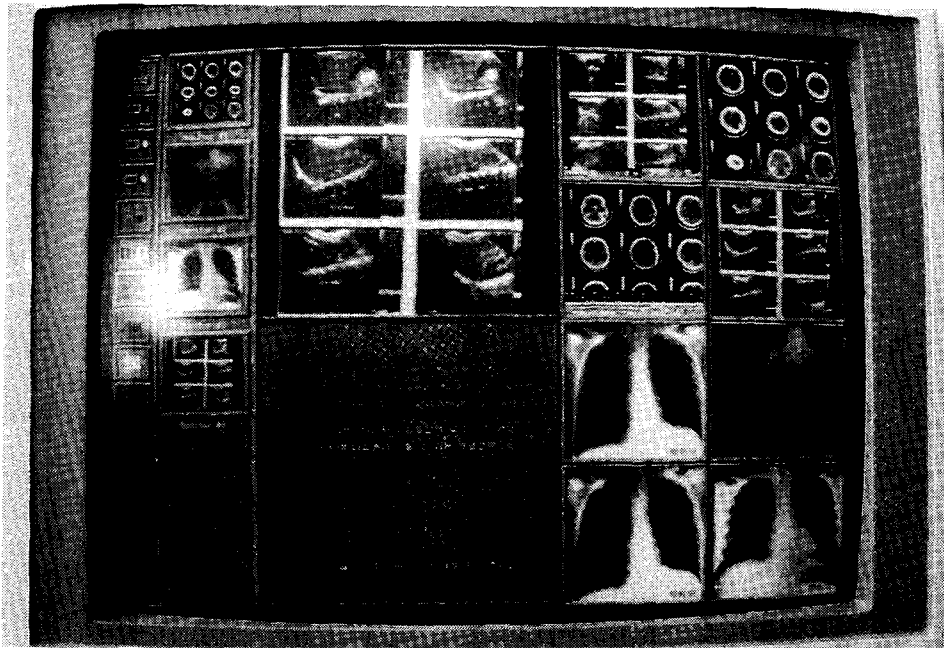


Fig. 1. Schematic diagram of TC-SPC system

PD : pin diode, MCP-PMT : micro channel plate photomultiplier tube, CFD : constant fraction discriminator, TAC : time to amplitude converter, MCA : multi channel analyzer, BS : beam splitter, ND : neutral density filter, M : mirror, L : lens

본 연구에서는 개발한 영상 관리 시스템은 Fig. 1과 같은 자체적인 Graphical User Interface(GUI)형태의 화면 구성을 갖는다. 기본적인 기능 선택은 마우스로 이루어지므로 컴퓨터에 익숙하지 못한 사용자들도 쉽게 사용할 수 있게 구성하였다. 1280×1024 해상도의 화면에 512×512 보조영상창 8개(③)와 주영상창(②), 기능 아이콘(①), 외부모니터창(④), 도움말창(⑤) 등으로 구성되어 있다.

- ①기능 아이콘 : 기본적인 영상 처리 및 다른 모드로의 전환 등 다양한 기능들을 간단한 마우스 클릭으로 수행할 수 있게 해주는 아이콘 형식의 버튼이다. 사용자는 원하는 기능의 아이콘을 마우스를 이용하여 누름으로서 그 기능을 수행할 수 있다.
- ②주영상창 : 관찰하거나 다양한 영상 처리를 원하는 영상이 놓이는 자리이다. 기능 아이콘의 모든 영상 처리 기능들을 주영상에만 사용 가능하다. 따라서 8개의 보조영상창 중에 원하는 하나의 영상을 선택하여 주영상 위치에 놓아야 한다.
- ③보조영상창 : 데이터베이스에서 선택되어진 8개의 보조영상이 놓여지는 자리이다. 이중 하나를 주영상으로 선택할 수 있다.
- ④외부모니터창 : 4개의 외부모니터를 나타내는 창으로 주화면을 선택할 수 이중 하나를 선택하면 선택된 외부모니터로 영상을 출력하게 된다. 그리고 128×128×8bits의 크기로 선택된 외부모니터 창에 영상이 출력된다.
- ⑤도움말창 : 사용자가 선택한 기능이나 영상의 정보를 간단하게 출력해 주는 영역이다. 1024×1024모드 선택시에 ②, ③, ⑤는 하나의 주영상창으로 바뀌며, 8개의 보조영상창은 기능 아이콘과 주영상창 사이의 공간에 작은 창으로 존재하게 된다. 또 데이터베이스 모드시에는 ③의 상위 4개가 하나의 주영상창으로 바뀌며 하위 4개는 몇 가지 정보를 출력하는 창으로, ②, ⑤는 데이터 베이스 창으로 바뀌게 된다.

2. 영상 처리 알고리즘

진단에 필요한 기본적인 영상처리를 위한 기능들로 구성되며, 각 세부기능들은 다음과 같다.

- 화면 밝기 조정 : 영상의 그레이 레벨을 조정하여 영상을 전체적으로 밝게 하거나 어둡게 하고, 그레이 레벨을 역으로 하여 역상을 취할 수 있게 한다.
- 영상 확대 : 전체 화면을 320×200 화면 모드로 전환하여 영상을 부분적으로 확대하여 관찰하며 마우스를 움직이므로서 관찰하고자 하는 영상의 위치를 연속적으로 변경 시키면서 관찰할 수 있게 하였다. 주화면 모드로 돌아가기 위해서는 마우스의 기능 취소 버튼(Right Mouse Button)을 누르면 된다.
- 콘트라스트 조절 : 특정 범위 내의 그레이 스케일을 전체(256그레이 레벨)로 확장하여 작은 그레이 레벨의 변화를 쉽게 관찰 할 수 있다.
- 특정 그레이 레벨 제거 : 선택한 영상의 히스토그램을 보조화면에 출력시키고, 특정 그레이 레벨 구간을 마우스로 선택하면 그레이의 특정 범위를 지정한 색(검정, 흰색, 파랑)으로 채운다.
- 1024×1024 영상 디스플레이 : 1024×1024로 디스플레이된 주영상의 한 점을 선택(Lift Mouse Button)한 후 Drag(Mouse를 움직임)하면 상자가 그려진다. 이것은 부분적인 영상 처리를 하기 위한 Image상의 영역을 나타내주는 것이다. 이때 선택 버튼을 떼면 아래와 같은 영상 처리 메뉴가 나타나게 된다. 이것은 부분적인 영상 처리를 가능하게

하므로 Menu Icon의 전체적인 처리와는 많은 차이점을 갖는다. Menu Icon에 의한 영상 처리는 화면상에 출력된 값을 이용하여 산술적인 계산에 의한 처리를 하므로서 영상의 특정 중복으로 처리 할 수 있다. 가능한 영상 처리는 다음과 같다.

- 반 전 : 선택한 상자 안의 영상을 반전시킨다.
- 돌출필터 : Embossing Filter를 적용하여 영상의 가장자리 부분을 강조하게 한다.
- 강 조 : High-Pass Filter를 적용하여 영상의 가장자리 부분을 강조하게 한다.
- 외 광 선 : Sobel Edge Detection Filter를 적용하여 외곽선을 추출한다.

3. 의료 영상 데이터베이스 구축

의료 영상의 저장 및 관리를 위한 데이터베이스는 정형화된 데이터인 환자 기록 정보와 비정형화된 데이터인 환자 영상 정보로 구분된다. 정형화된 데이터인 환자 기록 정보는 기존 관계 데이터베이스에 의해 저장 및 관리되어지며 환자 기록 정보와 대응되어지는 비정형 데이터인 영상 정보는 환자 기록 정보와는 별도로 저장된다. 일반적으로 정형화된 데이터와 비정형화된 데이터로 구성된 데이터베이스의 검색 기법으로는 인덱스 기법과 요약 기법, 해싱 기법 등이 이용된다. 인덱스 기법은 저장부가 비용이 많이 드나, 나머지 두 방법에 비하여 검색 속도가 가장 빠른 장점을 갖고 있다. 따라서 본 연구에서는 데이터 베이스의 자료 구조를 dBASE에서 이용하고 있는 B+트리 인덱스 기법을 라이브러리 형태로 이용하였다. B+트리 구조는 인덱스 방식으로 데이터를 관리하고 데이터의 삽입, 삭제 및 검색에 있어서 뛰어난 성능을 보여주는 관리 방법으로 알려져 있다.⁷ 그리고 데이터베이스의 레코드 형식은 임상 의료진과 상의하여 결정했으며 정렬 방법을 다양하게 하여 손쉽고 효율적인 자료 검색이 가능하도록 했다. 의료 영상 데이터와 그에 따른 다양하게 하여 손쉽고 효율적인 자료 검색이 가능하도록 했다. 의료 영상 데이터와 그에 따른 환자의 신상 명세 및 의사의 진단 소견 등을 효율적으로 저장 및 관리하여 임상 의료진이 원하는 데이터를 간편하고도 신속하게 얻을 수 있도록 고려하였다.

본 연구에서는 영상 데이터에 따른 환자의 신상 명세 및 의사의 진단 소견에 대한 정보를 키보드를 통해 언제든지 내용의 입력/추가/수정/삭제/조회가 가능하도록 입/출력 모드 윈도우 형태로 제작하였다. 데이터 베이스 부분의 각종 정보들은 다음 표와 같이 구분해 관리하였고 화면 구성은 다음 그림과 같다.

Table 1. List of the Data Fiedls

환 자 카 드	영 상 카 드	진 단 카 드
환자번호	영상번호	문서번호
환자이름	부분번호	담당의사
주민등록번호	촬영부위	진단일자
등록일자	영상취득매체	진단서양식
성별	촬영일시	소견서화일이름
나이	저장방식	
	영상화일이름	

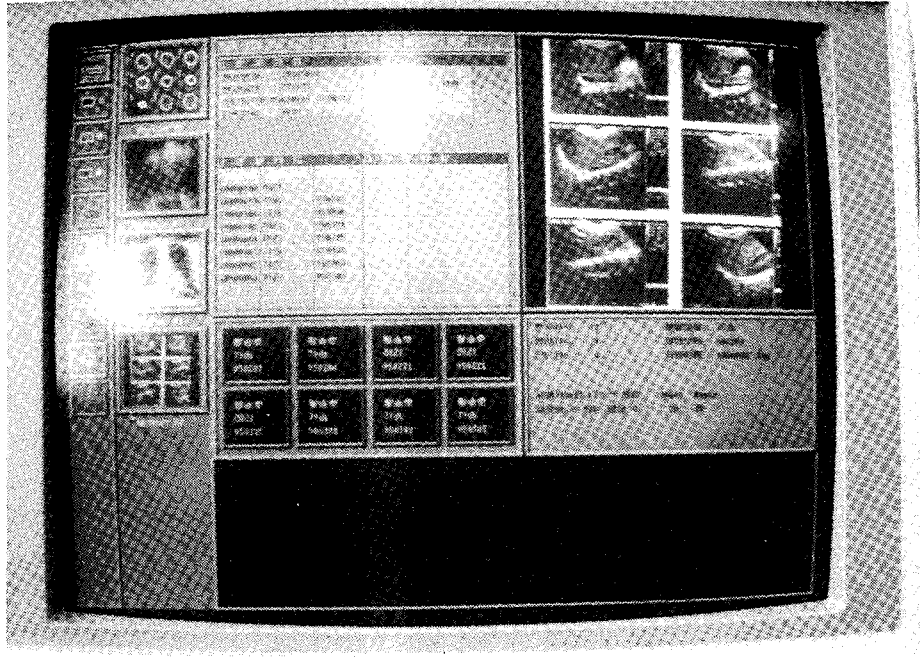


Fig. 2 Example of the Database Menu

- ①윈도우 : 등록, 수정, 삭제, 검색, 리스트, 인덱스, 진단, 영상보기, 종료 등의 pull-down 메뉴가 있는 위치로 키보드나 마우스로 기능을 선택할 수 있다.
- ②윈도우 : 환자 카드를 디스플레이하는 부분으로 환자이름, 환자번호, 주민등록번호, 등록일자, 성별, 나이 등이 나타난다.
- ③,④윈도우 : 각각 진단카드와 영상카드를 나타내 준다.
- ⑤윈도우 : 주 화면에 디스플레이 되어 있는 8개의 영상에 대한 요약이 나타나는 부분으로 8개의 윈도우 각각에 환자 이름, 촬영 부위, 촬영 일자가 나타난다.
- ⑥윈도우 : 8개의 영상 중 선택된 영상에 대해서 512×512의 해상도로 디스플레이하는 부분이다.
- ⑦윈도우 : 선택된 영상에 대한 카드 상태 촬영 일자/부위 및 파일이름 등 기본적인 정보와 현재 하드디스크의 남은 용량 및 저장 가능한 영상의 개수를 보여준다.

4. 외부 모니터 구동을 위한 하드웨어 설계 및 제어 알고리즘

- ①목표 출력 장치 : 화소수 512×512 인 256 gray level의 영상 신호를 컴퓨터용 흑백 모니터에 출력하여 640×480 해상도를 얻는다.
- ②영상 출력 부분의 구성 : 영상 출력 부분은 video 메모리와 동기 신호 발생기, 어드레스 발생기, D/A 변환기 및 영상 신호 발생기로 구성되며 아래 그림과 같다. 여기서 외부 동기 신호는 영상 획득부에서 제공하는 수직 및 수평 동기 신호를 사용하며, 외부 동기 신호가 없더라도 자체 클럭 발생에 의해 동기 신호를 만들도록 하였다.
- ③D/A : 본 시스템에서 사용한 D/A 변환기는 8 bits의 resolution 이고, 20MHz 이상의

변환을 가지며, deglitch 회로가 내장되어 있다. 또한 표준 복합 영상 신호 발생이 용이하도록 video control, sync 및 blanking 회로가 포함되어 있다. 아날로그 출력의 dynamic range는 1.0V 가 되어 미소 오프셋 조정이 가능하다.

- ④ 제어 알고리즘 : 의료 영상을 외부의 모니터로 보재기 위한 하드웨어 제어는 크게 세가지로 나뉘는데, 첫째는 하드웨어에서 사용하는 포트를 설정하는 것이다. 본 연구에서 설계한 하드웨어는 300h에서 370h까지의 8개의 포트를 사용하므로 최대 8대의 외부 모니터를 연결할 수 있다. 둘째는 RAMDAC에 256그레이의 컬러 팔레트 값을 저장하는 것으로, 미리 설정된 포트로 특정값을 출력하므로써 이루어진다. 마지막으로 세 번째는 영상 데이터를 화면에 출력하는 것이다. 하드웨어는 128Kbyte 크기의 SRAM을 두개를 가지고 있다. 이 전체 256Kbyte의 메모리를 외부 모니터로 계속 보내 주어서 영상을 출력하는 것이다. 따라서, 간단히 위에서 설정한 포트로 영상 데이터를 보내므로써 외부 모니터에 영상을 출력할 수 있다.

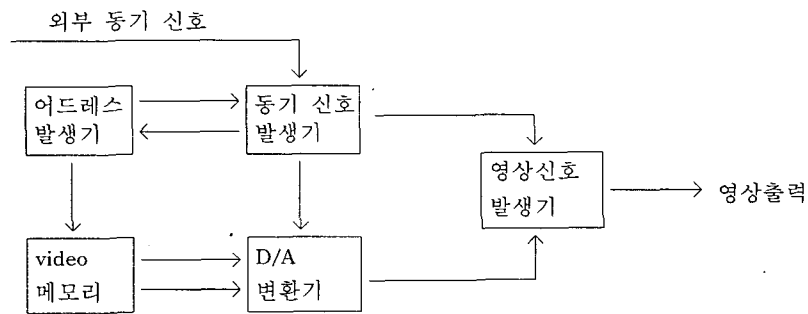


Fig. 3. Block Diagram of the Remote Monitor Driving System

3. 실험 결과 및 고찰

본 연구에서 개발한 시스템은 크게 두 부분으로 나뉜다. 첫째는 소프트웨어 부분으로 디지털화된 의료 영상을 효율적으로 관리하고, 다양한 출력과 영상 처리를 수행한다. 사용자 편의를 위하여 자체적으로 GUI형식의 화면구성을 갖추었으며, 거의 모든 기능을 마우스만으로 수행시킬 수 있다. 둘째는 외부 모니터 디스플레이를 지원하는 하드웨어 부분이다. 디지털화된 영상 자체는 8bits의 그레이 레벨을 가지고 있지만, 그것은 PC상의 1280×1024모드 화면에 출력하기 위해서는 6bits로 변환하여야 한다. 따라서, 많은 부분의 영상 정보에 PC화면 출력 과정에서 손실이 생기게 된다. 본 시스템에서는 하드웨어를 설계하여 직접 외부모니터에 8bits 그레이 레벨의 영상을 출력하므로써 영상 정보가 소실되는 문제를 해결하였고, 선명한 화면출력을 얻을 수 있었다.

김동윤

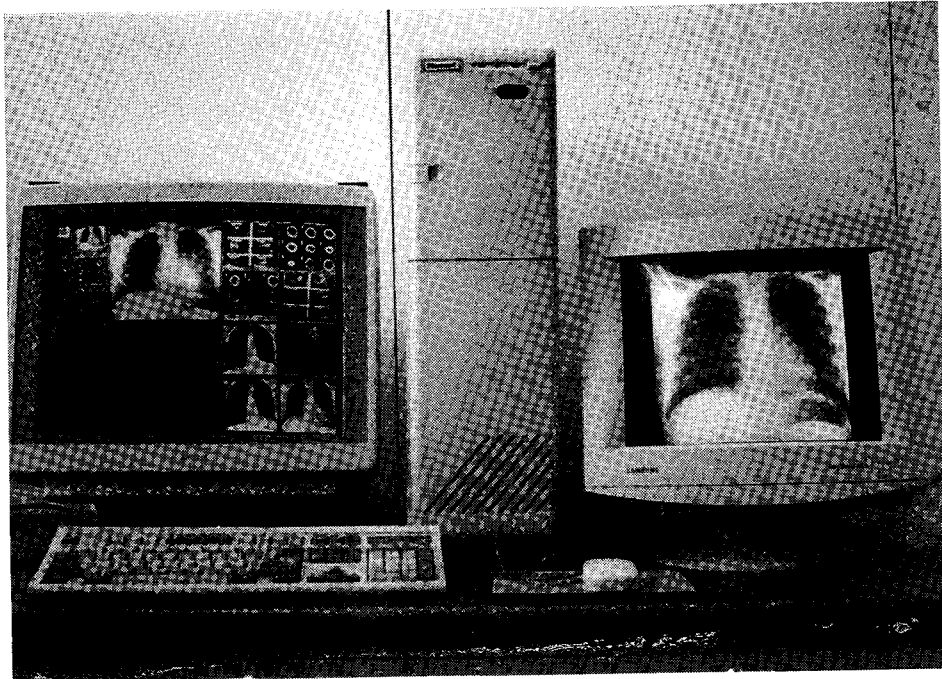


Fig. 4. The Designed Medical Image Management and Display System

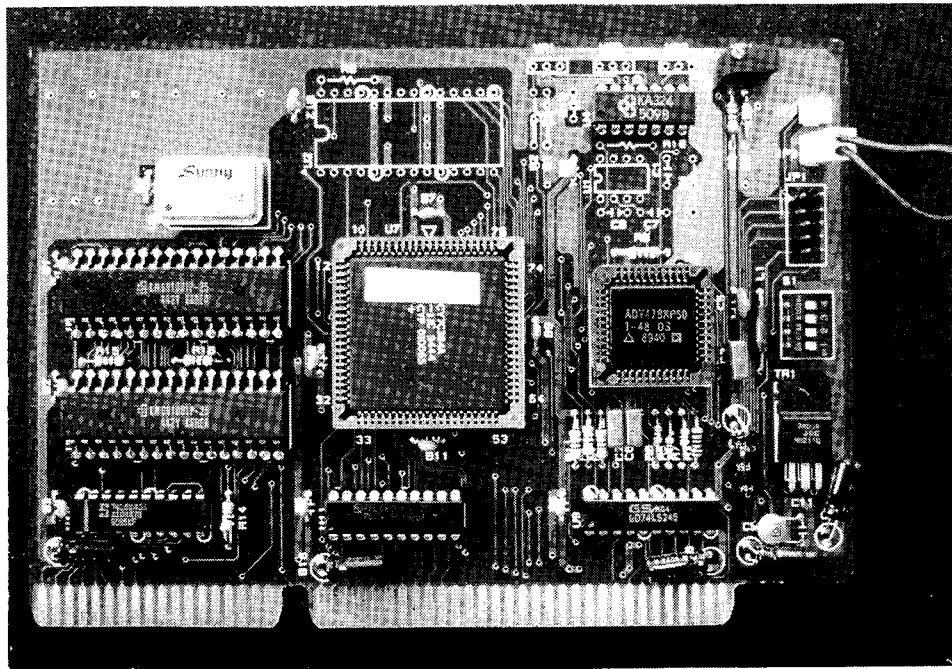


Fig. 5. The Designed Remote Monitor Driving Hardware

4. 결 론

본 연구에서는 개인용 컴퓨터에서 디지털 의료 영상을 관리하기 위한 소프트웨어와 임상 의료진의 진단에 도움을 줄 수 있는 영상 처리 알고리즘을 개발하였으며 이를 외부 모니터에 출력하기 위한 하드웨어 설계 및 이를 구동하기 위한 알고리즘을 작성하였다. 이와 같은 시스템은 의료 영상을 디지털화하여 관리하고 특정 영상을 외부 모니터로 출력할 수 있게 함으로써 디지털 영상용 판독 환경에 사용될 수 있게 하였다. 본 연구에서 개발한 시스템에서는 $1024 \times 1024 \times 8\text{bits}$ 이하의 모든 영상을 처리할 수 있으며 IBM PC 386 이상의 저가의 개인용 컴퓨터에서 동작하므로 임상 의료진 및 의료 영상 관련 분야에서 널리 사용될 수 있으리라 생각된다. 또한, 이와 같은 시스템을 기존 아날로그 출력을 갖는(모니터에서 영상을 관측하는) 영상 장비에 부착할 경우 각 영상 장비의 디지털화를 통한 제품의 부가가치를 크게 높일 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구진은 다양한 영상 촬영 장비에서 출력되는 아날로그 영상을 디지털로 획득하기 위한 디지털 영상 입력부 설계와 $2048 \times 2048 \times (8\text{bits}, 12\text{bits}, 16\text{bits})$ 까지를 출력할 수 있는 출력부의 기능 향상을 위한 연구를 진행하고 있으므로 이러한 연구가 완료될 경우 저가의 mini-PACS을 완성할 수 있으리라 사료된다.

5. 참 고 문 헌

1. Allan I. Edwin, Robert. B. Diederich : Multi-Modality Image and Communication Systems Design and Architecture Considerations : SPIE, 454, 86-90(1984)
2. G. R. Lawrance, G, A, Marin, S. E. Navon : Hospital PACS : SPIE, 6262, 792-739(1986)
3. Y. Wang, G, S, Lodwick, J, S, Eielonka et al. : Over View of ACR/NEMA Digital Imaging and Communication Standard : SPIE, 536, 132-138(1985)
4. M, J, Gray, H. R. Ford : Functional Specification of a Useful Digital Multimodality Image Workstation : Proc. ISMIL.IEEE Comp., 8-12(1984)
5. H. K. Huang, N. J. Mankorich, Z.Barbaric, H. Kanganloo et al. : Design and Implementation of Multiple Digital Viewing Stations : SPIE, 418, 189-197(1983)
6. 박광석, 이태수, 민병구 : 임상용 워크스테이션의 개발에 관한 연구 : 의공학회지, 11, 141-146(1990)
7. 오인원 : C언어 DATA BASE : 크라운출판사, 1991, pp. 36-54

김동윤

A Study of the Development of the Digital Image Management and Display System Using a PC

Dong Youn Kim

Dept. of Biomedical Eng., College of Health Science, Yonsei University.

Abstract

In this paper, we implemented a digital medical image management and a remote monitor display system for a personal computer. The designed system can display up to a 1280×1024 image which can accommodate eight images with a $256 \times 256 \times 8$ bits. When one of these images is clicked by the mouse, the selected image can be displayed with $256 \times 256 \times 8$ bits or $1024 \times 1024 \times 8$ bits. For the selected image, we can use one of the image processing functions in this system and send it to a remote monitor for the close examinations. To search and store digital images effectively, we constructed an image database management system with the B+TREE structure.

This system can be operated in an IBM-PC 386 or higher and all the functions are performed easily with a mouse to provide a user friendly environment.