

멀티미디어를 이용한 의료용 영상 워크스테이션

이태수·차은종·황영일*·구용숙**·이현무***·김원재***

=Abstract=

Medical Image Workstation Using Multimedia Technique

Tae Soo Lee, Eun Jong Cha, Young-il Hwang*, Yong Sook Goo**, Hyun Moo Lee***,
and Wun Jae Kim***

A medical image workstation was developed using multimedia technique. The system based on PC-486DX was designed to acquire medical images produced by medical imaging instruments and related audio information, that is, doctors' reporting results. Input information was processed and analyzed, then the results were presented in the form of graph and animation. All the informations of the system were hierarchically related with the image as the apex. Processing and analysis algorithms were implemented so that the diagnostic accuracy could be improved. The diagnosed information can be transferred for patient diagnosis through LAN(local area network).

Key words : Medical image, Workstation, Image processing, Image analysis, LAN, Multimedia.

서 론

컴퓨터의 발달과 더불어 급속히 진행되어 가는 영상진단용 의료기기의 컴퓨터화는 다양한 양식의 의료용 영상을 낳고 있다. 이러한 영상들은 각 기기마다 다른 양식을 가지고 있으며, 다른 H/W 및 S/W에 의해 수집되어 처리 및 분석되고 있다. 그러나 각 의료기기는 동일한 알고리즘에 의거해서 처리되는 부분이 대부분이며, 이러한 처리 및 분석을 위해 의료 기기마다 동일한 기능을 가진 다른 H/W 및 S/W를 각각 구비하는 것은 시스템의 효율 측면에서 매우 불합리한 것이다. 따라서 각 의료 기기들 간에 서로 공유하여 사용할 수 있는 의료용 영상 워크스테이션이 절실히 요구되고 있다. 또한 여기서 처리 및 분석된 결과는 결과판독지에 판독을 행하는 전문가가 직접 기록하거나 혹은 오디오 테이프에 녹음하였다가 추후 재생하여 들

으면서 컴퓨터에 입력하는 과정을 거치는 것이 일반적이다. 이러한 작업은 매우 번거로운 것으로서, 주치의가 검사결과 영상 및 판독 결과를 치료 목적으로 검토하려면, 필름 및 결과지에 기록된 판독결과인 경우는 말할 것도 없고, 영상 및 판독결과가 컴퓨터에 입력된 경우에도 실제 진단이 완료된 이후 입력하는 과정에서의 시간지연으로 인해 신속한 진료가 어려운 실정이다. 이러한 문제를 컴퓨터를 이용해서 해결하기 위해 많은 연구가 이루어지고 있으며, PACS(Picture archiving and communication system)는 의료기기를 대용량의 영상 저장장치에 직접 연결하여, 진료의 신속화를 이루고자 하는 대표적인 경우이다¹⁾. 그러나 이 경우에도 판독결과 자체는 입력원이 입력해야만 하며, 진료의사는 텍스트 형태의 컴퓨터 화면을 참조하며 결과 영상을 별도로 검토하여야 하는 문제가 있다. 이 문제점은 현재 국내외적으로 많은 개발 및 상품화가 진행되고

충북대학교 의과대학 의공학, 해부학*, 생리학**, 비뇨기과학교실***

Departments of Biomedical Engineering, Anatomy*, Physiology**, and Urology***, College of Medicine, Chungbuk National University

† 본 연구는 1992년도 한국과학재단의 특정협력연구과제의 연구비에 의해 지원되었음.

통신저자: 이태수, (360-763) 충북 청주시 개신동 산48 Tel. (0431) 69-6332, Fax. (0431) 69-6387

있는 멀티미디어 시스템 기술을 응용하여 해결할 수 있을 것으로 판단된다. 즉 방사선 전문의가 판독결과를 기록하거나 오디오 테이프에 녹음하는 것이 아니라, 멀티 미디어의 음성 기록 기능을 이용해서, 컴퓨터에 직접 입력할 수 있다면, 주치의는 원하는 환자의 진단 정보를 용이하게 얻을 수 있으며, 진료의 신속화가 이루어 질 것이다²⁾. 또한 동일한 워크스테이션을 이용하여 의료영상을 수집, 처리, 분석 및 판독을 하는 경우 별도의 컴퓨터 작업을 배제하게 되어 보다 신속하고 생생한 작업이 가능하리라 생각된다.

따라서 본 연구에서는 멀티미디어 기법을 응용하여 의료용 영상을 획득, 처리, 분석하는 영상 워크스테이션을 설계하고 이를 H/W 및 S/W로 구현하고자 하였다.

이를 위해서 영상 의료기기에서 출력되는 영상과 이에 관련된 음성 정보, 즉 판독의사의 판독 보고를 영상 수집 과정과 동시에 음성 정보의 형태로 컴퓨터에 입력하도록 하였다. 입력된 영상 정보는 처리 및 분석과정을 거쳐 그 결과를 결과 영상, 그래프 또는 애니메이션의 형태로 컴퓨터 화면에 종합적으로 표출할 수 있도록 개발하였다. 영상을 중심으로 해서 관련정보들을 유기적으로 연결하였으며, 진료정보를 사용할 때 그 정확성을 높일 수 있는 처리 및 분석 알고리즘들을 구현하였다. 또한 처리된 정보를 필요한 장소까지 전송할 수 있도록 근거리 통신망으로 시스템들을 연결하였다.

재료 및 방법

1. 시스템의 요구조건

본 연구에서 개발하고자 하는 의료용 영상 워크스테이션은 의료기기에서 출력된 영상과 이에 관련된 음성 판독 보고를 수집해서 처리 분석하고, 분석 영상, 결과 그래프 및 동화상(dynamic image 혹은 animation)을 근거리 통신망을 통해 필요한 곳으로 전송해서 진료에 참고로 할 수 있도록 하는 시스템이다. 이러한 시스템은 그 사용 환경, 용도 및 사용자의 기계 이해 수준에 적합해야 하며, 아래에 열거한 요구조건을 만족하도록 설계하였다. 이는 기본적으로 포괄적인 영상 워크스테이션의 요구조건이다³⁻⁵⁾.

- 1) 시스템에 표시된 의료용 영상은 진료의사의 시각적인 관점에서 진단 정보의 손실이 없어야 한다.
- 2) 컴퓨터 및 멀티미디어에 관한 전문지식이 없는 전문의 및 보건기사가 시스템을 사용하는데 어려움이 없도록 사용자 편의 인터페이스가 제공되어야 한다.
- 3) 의료용 영상을 수집, 처리, 분석, 압축 및 재생하는데 사용되는 알고리즘들을 진료에 불편이 없도록 짧은 시간

내에 처리할 수 있어야 한다.

- 4) 근거리 통신망과의 접속이 가능해서 진료 정보를 필요로 하는 곳으로 전송할 수 있어야 한다.
- 5) 음성 판독보고를 위해 전용의 음성 입출력 장치를 내장하여야 한다.

통상 의료영상은 영상의료기기가 있는 촬영실 혹은 검사실에서 수집되어 판독실에서 판독되며 그 판독결과는 직접적인 진료를 위하여 외래 혹은 병동에서 검토된다. 의료영상의 처리장소가 다르기 때문에 그 기능에 따라 영상 수집(acquisition) 워크스테이션, 영상 처리(processing) 워크스테이션 및 영상 검색(review) 워크스테이션의 세가지 시스템으로 구분하여 개발하였다. 물론 필요에 따라 하나의 시스템으로 통합할 수도 있도록 하였다. 이들은 기능과 역할에 따라 세가지의 다른 하드웨어적인 요소를 가지지만, 공통적으로 위에 열거한 구비조건을 갖추도록 하였다.

2. 하드웨어의 구성

상술한 다섯가지의 요구조건을 만족하는 의료용 영상 워크스테이션을 구현하기 위하여 영상처리기 및 영상 전용의 디스플레이 장치를 별도로 사용하지 않고 고해상도 그래픽장치를 가진 32비트 PC를 기반으로 하였으며 이를 아래에 설명한다.

첫번째 조건은 PC를 사용할 경우 SVGA이상(1024×768 해상도, 65,536 칼라 이상)을 그래픽 장치로 내장하면 무리가 없을 것으로 판단된다. 흉부 X-선 촬영상을 제외한 의료용 영상의 경우 1024×768 해상도 및 65,536 칼라로 무리 없이 표현할 수 있을 것으로 판단되며, 흉부 X-선 촬영상의 경우도 영상고유의 정보는 그 이상이지만, 전문의의 실질적인 진단시 시각적으로 관찰이 가능한 영역 및 진단하고자 하는 부위는 비교적 좁으므로 확대(zooming)기능 등을 통하여 해상도 문제를 해결할 수 있으며, 영상 대조도 또한 동적 영역을 제한함으로써 개선이 가능하다. SVGA의 Palette 수는 R,G,B 당 64 칼라이므로 2¹⁸이 되며, 한 화면에 동시에 표현 가능한 칼라의 수는 해상도 및 비디오 메모리의 용량에 관계되는데, 비디오 메모리의 용량이 2 MByte인 경우 1024×768 해상도에 65,536 칼라를 표시할 수 있다.

두번째 조건은 의료용 영상 워크스테이션의 설계에 있어서 가장 중요한 것으로서, 이를 위한 많은 연구가 이루어지고 있다. 사용자의 기기에 대한 모델을 설정하고 이에 가장 부합하는 인터페이스를 찾아가는 기법들이 연구되고 있다³⁾. 그 해는 PC를 이용할 경우 윈도우 형태가 가장 좋은 것으로 알려져 있으며, 본 연구에서도 이를 이용

표 1. 의료용 영상 워크스테이션의 규격

Table 1. Hardware specification of the present medical image workstation

Item	Specification
CPU	80486-DX2(66Mhz)
Main memory	8 MByte DRAM
Disk	250M
Graphic card	SVGA(1024×768, 65536 color, 2MByte)
Video input device	Frame Grabber(21 bit true color, 4:1:1 YUV)
Video monitor	17 inch SVGA display monitor
Pointer	Mouse
Network interface	Ethernet LAN adaptor
Sound card	8-bit Sound Card
Speaker	8 Ohm, 2 Watt
Microphone	Condenser microphone

해서 사용자 편의 인터페이스를 제공하고자 하였다. 또한 영상 처리를 위한 영상 저장장치로는 마우스를 사용하였다.

세번째 조건은 중앙연산처리기 및 수치보조처리기의 성능에 좌우되는데, 512×512 해상도의 영상을 수초내에 처리하기 위해서는 PC의 경우 486급(66Mhz)으로 충분히 가능할 것으로 판단된다. 영상처리 알고리즘 중에서도 Unsharp masking, Smoothing, Edge sharpening 알고리즘이 계산량이 많으며, 그외의 알고리즘은 계산량이 많지 않으므로 속도 문제와는 무관하다.

네번째 조건은 의료기기와의 연결 및 근거리 통신망과의 연결로서 충족되는 것으로서, 본 연구에서는 PC를 컴퓨터로 이용하므로, 프레임 그래버(Frame grabber) 및 LAN 접속장치(adaptor)를 내장하여 해결하였다.

다섯번째 조건은 현재 PC용으로 개발되어 있는 8비트 혹은 16비트의 오디오 보드를 시스템에 내장함으로써, 마이크를 통해 판독결과를 음성으로 입력하고, 이를 영상의 검색후 출력시에 스피커를 통해 소리가 출력되도록 함으로써 요구 조건을 만족시킬 수 있을 것이다. 음성판독 보고는 전문 음악과 같이 정교한 음성 재생이 불필요하므로 8 비트의 오디오보드를 사용하였다.

상술한 조건을 모두 만족하는 하드웨어의 규격을 표 1에 보였다. 여기서 영상 수집 워크스테이션은 표 1의 규격을 모두 구비하여야 하지만, 처리 워크스테이션은 영상 입력장치를 구비할 필요가 없다. 검색 워크스테이션은 이에 덧붙여 음성입력장치가 필요치 않으며, 특히 병원 환경에서 진료용으로 사용될 때에, 사용자의 수준이 가장 다양하기 때문에 수집이나 처리 시스템과 같은 고성능 및 기능을

표 2. 프로그램 개발 환경

Table 2. Software environment for program development

Operating system	DOS
Network OS	Netware
GUI	Windows
Compiler	Borland C++

갖추지 않더라도 사용자의 인터페이스가 가장 중요한 문제가 되며, 설치해야 할 시스템의 수가 가장 많아서 경제성을 고려해야 하는 특징이 있다.

3. 소프트웨어의 구성

의료용 영상 워크스테이션을 개발하는데 있어 가장 중요한 것은 전용의 소프트웨어이며, 이를 위해 전용의 프로그램을 개발하였다. 개발시의 주안점은 사용자와의 인터페이스인데, 현재 가장 널리 개인용 컴퓨터에서 사용되고 있는 GUI(graphic user interface)의 일종인 Windows 방식을 사용자 인터페이스로 선택하였다. 따라서 본 소프트웨어는 Windows 응용 프로그램을 기준으로 개발하였으며, 프로그램의 확장성 및 유지를 위하여 C++언어를 사용하였다. 프로그램의 개발 환경을 표 2에 나타내었다.

C++에서의 각 매체는 하나의 object로 주어지며, 이러한 object는 주 윈도우 상에서 child window로 설정하여, 다중 child window가 동시에 화면에 나타날 수 있도록 설계하였다. child window는 검사 영상을 기본 object로 하여, sound, graph 및 처리, 분석 결과등이 영상 object에 하나의 구성요소가 되도록 하였다. 따라서 기본이 되는 영상 object에 해당하는 window가 파괴되면, 그에 관련된 모든 매체는 그와 더불어 동시에 소멸되도록 하였다.

또한 윈도우 방식으로 작성된 MDI(multiple document interface)를 사용하는 다중객체 표시에는 윈도우의 직렬배열(cascade), 병렬배열(title), icon 재정렬, 및 전체 클로즈 기능이 기본으로 제공되며, 본 연구에서도 화면상에 나타나는 모든 MDI개체들은 4가지 윈도우 정렬기능에 따르도록 하였고, 그 목록이 순서대로 메뉴상에 표시될 수 있도록 하였다.

결 과

본 시스템에서 주윈도우 및 메뉴가 표시된 화면을 그림 1에 보였다. 화면은 주 윈도우를 나타내며, 영상, 그래프 등은 영상을 중심으로 한 부 윈도우로서 화면의 내부에 표

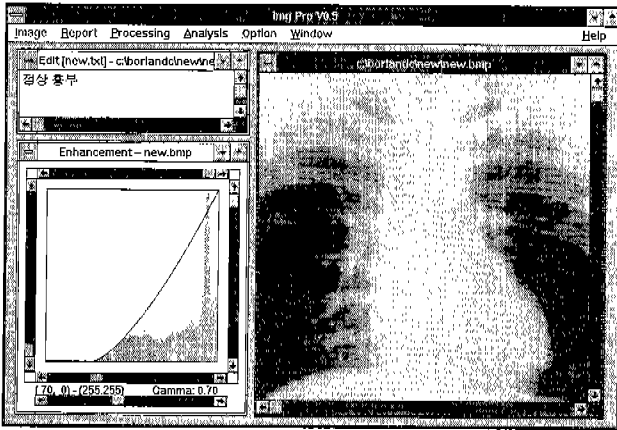


그림 1. 시스템의 주윈도우 및 메뉴
Fig. 1. Main window with system menu

시되도록 하였다. 그림 1에 보인 바와 같이 주 메뉴는 화면의 상단에 표시되며, 부메뉴는 풀다운 메뉴의 형태로 표시된다. 주메뉴에서 "Image" 및 "Report"는 검사에 관련된 영상 및 음성의 수집, 표시 기능을 가진다. "Processing", "Analysis", 및 "Option" 메뉴는 표시된 검사 결과의 처리, 분석 및 이에 관련된 특수 기능을 가지고 있으며, 이를 기능 별로 아래에 상술한다.

1. 영상 수집 프로그램

영상수집 프로그램은 의료기기로 부터 영상신호 혹은 영상 데이터를 워크스테이션에 등록하고 저장하는 기능을 수행하는 것으로서, 본 연구에서는 비디오 신호를 기준으로 정지영상을 수집하는 기능을 갖도록 하였다. 영상신호의 디지털화를 위해 프레임 그라버로는 멀티미디어 엔진의 일종인 Bravado 보드를 사용하였고, 이 보드 전용의 영상 수집 프로그램을 개발하였다. 영상 수집 프로그램은 True Vision 사에서 제공한 VIEW 개발 툴 키트를 사용하였으며, 기본으로 제공하는 메뉴에 음성 녹음 메뉴를 추가하여, 영상을 컴퓨터로 입력하면서, 그 영상에 대한 음성 판독 결과를 동시에 보고할 수 있도록 하였다. 영상 캡처 보드에 입력된 비디오 신호는 RGB당 7bit 즉 2^7 color로 디지털화 되어 (692×470 해상도), 비디오 램에 저장된다. 이 데이터는 TGA 화일형식으로 디스크로 저장되는데, 이때 color는 24bit 혹은 16bit로 양자화되어 TGA의 표준 화일 형식에 맞도록 변환되어 기록된다. 영상에 대한 검사보고는 마이크로폰을 통해 컴퓨터에 내장된 오디오 보드에서 디지털화 되어, 컴퓨터에 저장된다. 이때 저장된 화일의 형식은 윈도우에서 제정한 음성신호 화일의 표준인

WAV 화일 형식이다. 영상 입력시 디지털화하는 비디오 신호의 색조, 채도, 밝기, 콘트라스트 및 각 색상당(RGB) 밝기 정도를 아날로그적으로 조절한 상태에서 가장 진단하기에 용이하도록 디지털화하기 위해서 scroll bar 형태의 object를 각 조절 대상마다 대응시켜 사용하도록 하였다.

2. 영상처리 알고리즘

의료용 영상 워크스테이션의 장점 중 하나는 컴퓨터에 입력된 영상의 처리를 통한 진단의 정확성 제고이다. 본 시스템에서는 의료용 영상의 처리에 일반적으로 가장 많이 사용되는 알고리즘만 선택하여 구현하였다⁶⁾. 본 연구에서 구현한 알고리즘을 아래에 열거하였다.

- 히스토그램 평활화 알고리즘
- 비선명 제거 알고리즘
- 스무딩 알고리즘
- 에지 검출 알고리즘
- 영상 개선 알고리즘

의료용 영상에서의 히스토그램 평활화 알고리즘은 영상상의 밝기 차이가 많이나는 특성으로 인해 매우 유용하게 사용된다. 흉부영상에서 폐영역과 심장영역 및 늑골 부분의 밝기 차는 필름의 경우 밀도가 천배 정도에 이르는 것으로 알려져 있다. 따라서 히스토그램이 평활화 되면 시각적인 영상의 개선 효과가 매우 크며, 다양한 알고리즘들이 개발되어 있다. 본 연구에서는 가장 평범한 알고리즘으로 전영역에서 히스토그램을 계산하고 이를 평활화 하였다. 비선명 제거 알고리즘은 영상중의 공간적인 색의 변화가 큰 부분을 강조하고, 변화하지 않는 부분을 제거하는 것으로, 흉부영상과 같은 흑백 영상은 밝기값을 비선명 제거 커널에 곱해서 계산하면 되지만, 칼라 영상은 각 RGB 값에 따라 커널을 곱해서 계산한 다음, 계산된 RGB 값을 화면에 표시하였다. 이때 그래픽 장치의 한 화면 표시 가능 color수가 256으로 제한된 경우 256 color 중에서 가장 유사한 값으로 치환해서 표시하여야 하며, 이 문제는 현재 그래픽 장치의 고성능화로 color수가 증가되면, 문제가 되지 않을 것으로 판단된다. 본 연구에서 사용한 비선명 제거 커널은 그림 2와 같다.

스무딩은 영상중의 잡음을 제거 혹은 완화하는 알고리즘으로 비선명 제거 알고리즘과는 반대의 의미를 가진다. 에지 검출 알고리즘은 영상중의 에지를 검출하는 것으로 비선명 제거가 매우 강조되면 에지 만이 남게 되며, 처리된 값은 절대치를 취하여 음의 값이 나오지 않도록 처리하였다. 영상개선은 영상중의 밝기값을 원하는 Look up-table(LUT)을 지정함으로써 변환하는 것으로, 영상 상의

-1/2	-1/2	-1/2
-1/2	5	-1/2
-1/2	-1/2	-1/2

그림 2. 비선명제거 알고리즘의 처리 커널
Fig. 2. Processing kernel of unsharp masking algorithm

콘트라스트 강조 및 음영상화 등이 이를 통해 가능하고, 또한 화면 모니터의 특성을 보정하기 위한 감마 수정을 할 수 있다.

본 연구에서는 영상의 히스토그램을 참조한 영상의 개선이 가능하도록 영상 개선 윈도우를 설계하였다. 영상개선 윈도우는 기본적으로 배경에 히스토그램을 표시하도록 하고, 입력 밝기값의 범위를 제한하는 두개의 scroll bar와 처리후 영상 값의 범위를 제한하는 두개의 scroll bar를 히스토그램의 좌, 우, 상, 하에 두어, 영상상의 밝기값을 최대한으로 표시할 수 있는 미세한 조절이 가능하도록 하였다. 이 외에도 영상의 밝기값 혹은 색의 음영상에 해당하는 처리를 가능하게 하여 원영상에서 발견되지 않은 병변을 발견할 수도 있도록 하였고, 확대 기능을 주어 영상 전체 혹은 일부분을 2배로 확대하여 관찰할 수 있도록 하였다.

이러한 처리들은 원영상과 함께 각각의 처리 영상을 한 화면에 나타낼 수 있도록 하였고, 처리된 영상은 다른 알고리즘으로 재처리 하기 위해, 처리된 영상을 원영상으로 대체할 수도 있도록 하였다(option 메뉴의 transfer 수행시 대체됨). 이 경우 원영상과 처리영상들은 모두 소멸되고, 지정한 처리영상이 원영상으로 된다. 이와 같이 영상의 처리를 서로 연관지어 수행할 수 있도록 하여 영상진단이 최대한의 유연성을 갖도록 하였다.

3. 영상분석 알고리즘

의료용 영상 워크스테이션에서 발생하는 그래프는 수치 혹은 영상 분석 결과를 나타내는 것으로서, 본 연구에서는 영상의 분석 결과 및 시스템의 상태를 그래프로 처리하였다. 영상의 분석은 진단의 객관성 및 정량성을 보다 높일 수 있는 한 방법으로 생각되는 바, 아래와 같은 영상 분석 알고리즘을 프로그램화하였다.

- 전체 영상의 히스토그램
- 병변부위의 길이
- 병변부위의 면적
- 라인 프로파일
- 라인 스펙트럼

표 3. 현미경 및 흉부 영상의 압축률 및 오차
Table 3. Compression ratio and error level of microscopic and chest images

quality	Microscopic image		Chest image	
	error	rate	error	rate
50	5.10	55.4	2.10	62.8
60	4.95	44.8	1.97	55.9
70	4.76	33.3	1.82	46.6
80	4.53	23.5	1.67	36.6
90	4.18	13.5	1.49	23.6
100	3.13	3.8	1.04	7.2

이러한 영상 분석에 관련된 그래프는 256×256 크기의 영상분석 윈도우내에 표시하였다. 영상상의 관심 부위의 공간적 특성, 특히 길이 및 면적등은 길이 표시 윈도우 및 면적 표시 윈도우를 별도로 생성하여, 공간적 특성에 관한 매개변수를 정량적으로 측정할 수 있도록 하였다. 또한 커서윈도우를 생성하여 영상상의 색값을 영상좌표와 함께 마우스의 위치가 변화할 때마다 표시하였다.

4. 영상 압축 알고리즘

본 연구에서는 JPEG 영상압축 알고리즘을 사용하였으며, 압축과정을 사용자가 느끼지 못하도록 변환자체가 화일을 읽거나 저장할때 자동으로 수행되도록 하여, 사용자의 편의를 최대한 반영하였다. JPEG 알고리즘을 수집한 칼라의 현미경 영상과 흑백의 흉부영상에서 수행해 본 결과 압축률이 각각 50:1에서 60:1 정도까지 되었으며, 수 초이내로 프로그램이 종료 되었다. 영상의 압축률은 재생된 영상의 질과 관계되며, 관련 매개변수 값에 따른 압축률 및 오차는 표 3과 같다.

5. 음성의 녹음 및 재생

영상에 대한 정보를 음성 정보와 연결 시키기 위해 영상 수집시에 음성 정보를 마이크로폰을 통해 입력해서 "wav" 화일 형식으로 저장하게 하였다. 멀티미디어 기능이 기본적으로 제공되는 윈도우 3.1에서는 "Sound Recorder"라는 응용 프로그램이 내장되어 있어 이를 통해 음성을 입력 및 재생할 수 있다. 다만 음성의 재생은 영상의 화면 출력과 동기되어야 하므로 MCI의 명령어를 사용해서 전용의 프로그램을 작성하였다⁷⁾. 음성의 녹음 및 재생을 위한 오디오 카드의 장치제어는 윈도우 API 기능 중에서 MCI 명령어를 사용하였다. 음성 윈도우는 화면에 생성된 영상 윈도우마다 각각 종속적으로 연결되어 있어, 원하는 음성 보

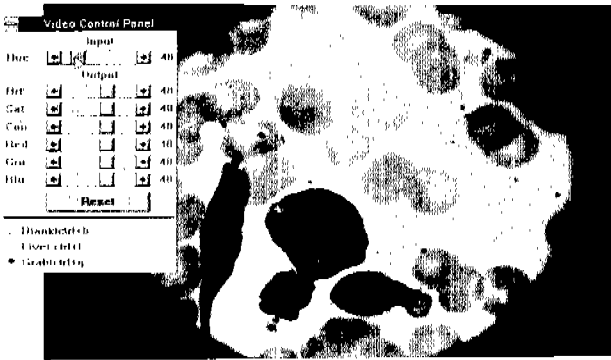


그림 3. 시스템으로 현미경 영상을 획득하는 화면
 Fig. 3. Microscopic image acquisition through the system screen

고를 다시 재생하고자 할 경우에는 관심있는 영상 윈도우를 click한 뒤에 음성 메뉴에서 재생 부메뉴를 수행하면 언제든지 다시 재생해서 들을 수 있도록 하였다.

6. 영상 애니메이션

동화상은 멀티미디어 표준인 MPEG(Moving Picture coding Experts Group)을 목표로 하고 있으나⁸⁾, 이는 현재 개인용 컴퓨터의 용량으로서는 의료용으로 사용하기에는 아직 해상도에 문제가 있으므로, 컴퓨터 그래픽에서 가장 많이 사용되고 있는 FLI와 FLC 형태로 구현하였다. FLC와 FLI의 기본 형태는 계층적인 조각들로 구성된 화일 구조이며, 각 조각의 기능에 따라 좀 더 개선된 형태의 구조가 FLC이다. FLI는 동영상의 크기가 320×200으로 제한되어 있으나, FLC를 동시에 지원함으로써 크기의 제한이 없게 하였다. 동화상 표시메뉴는 음성 메뉴에서 부메뉴로 선택할 수 있게 하였으며, 원하는 동화상을 선택하면, 화면 전체에 동화상이 표시될 수 있도록 하였다⁹.

7. 시험 가동

본 연구에서 개발한 시스템은 비디오 신호를 출력하는 모든 의료기기 및 컴퓨터를 구비한 의료기기들의 데이터를 수집할 수 있지만, 다른 의료기기에 비해 하루에 수집하는 영상의 수가 비교적 많지 않고, 중요한 데이터는 slide로 만들어, 장기간 보관 했다가 진료뿐만 아니라 교육의 목적으로도 이용하고 있는 임상병리과의 현미경 사진을 대상으로 시험적으로 적용하여 보았다. 사진촬영을 위한 광학부에 칼라 카메라를 연결하여 영상을 컴퓨터로 입력하였으며, 초점을 일치시키기 위하여 광학 연결용 어댑터를 사용하였다. 저장된 화일의 효율적인 검색을 위해 환자

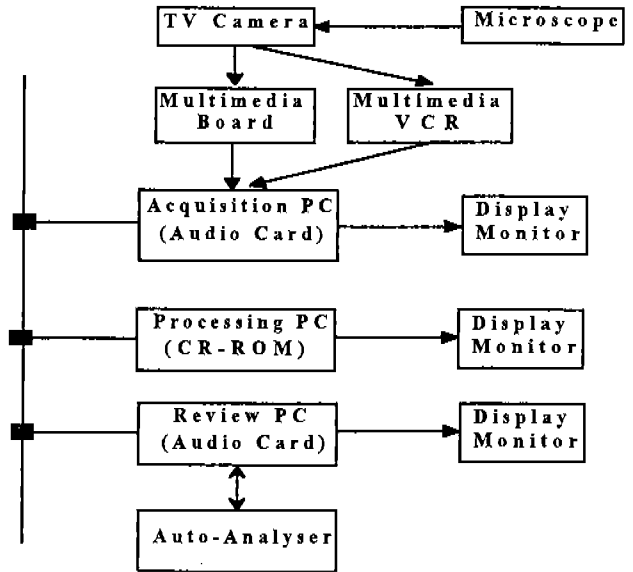


그림 4. 임상병리과에 설치된 시스템의 구성도
 Fig. 4. System configuration installed in clinical laboratory

의 등록번호 8자리로 구성된 등록번호와 현미경 사진을 나타내는 "M", 그리고 일련번호로 구성된 화일명을 사용하도록 하였다.

본원 임상병리과에 시범으로 설치하여 현미경 데이터를 수집하고(그림 3), 검체진단에 시험 운용한 본 시스템의 구성도를 그림 4에 보였다. 저장된 데이터는 LAN으로 연결된 표준시스템에서(Review PC) 음성 정보와 함께 재생시켜서 진단을 수정할 수 있으며, 처리 및 분석이 가능하였다.

고 찰

시스템을 개발하는데 사용한 하드웨어의 규격은 일반적인 PC를 기준으로 함으로써, 소프트웨어만 갖추면 PACS의 영상 워크스테이션으로 사용할 수 있게 하였다. 따라서 본 연구 결과를 응용하면 점차 종합병원에서 요구되고 있는 의료용 영상의 처리, 전송, 및 저장 문제를 용이하게 해결할 수 있을 것으로 기대된다^{10, 11)}.

또한 본 연구에서 사용한 멀티미디어 기법은 PC의 멀티미디어의 표준사양을 만족하도록 설계하였고, 하드웨어의 구성에 무관하게 표준사양을 지원하는 시스템에는 모두 적용할 수 있게 함으로써 최근 국내에서 상품화되고 있는 멀티미디어 관련 장치를 그대로 장착하여 이용할 수 있게 하였다.

본 연구에서 사용한 윈도우방식의 사용자 인터페이스는 기존의 모든 응용 프로그램에서 모두 동일하므로, 사용자가 프로그램을 대할때, 친근감을 가질 수 있으며, 사용법에 대한 별도의 교육이 없더라도, 기본적인 메뉴의 수행을 통해 각자가 사용법을 터득해 나갈 수 있는 장점이 있기 때문에, 본 연구에 최적의 사용자 인터페이스로 판단하였으며, 현재 개발이 진행되고 있는 일반적인 영상 워크스테이션의 환경이 거의 대부분 윈도우를 기반으로 하고 있으므로, 기능의 개선 및 확장에 문제가 없을 것으로 기대된다.

영상 워크스테이션은 기본적으로 처리해야 할 데이터의 크기가 영상 데이터의 크기에 비례하게 되며, PC를 기반으로 개발된 시스템에서는 주메모리의 관리가 필수적인데 윈도우를 사용하게 되면 XMS 프로토콜에 의해 메모리가 관리되므로 대용량의 주메모리를 영상 처리를 위해 용이하게 사용할 수 있다. 또한 윈도우 방식을 사용함으로써 기존의 시스템과 연결하기 위한 주변장치의 드라이버를 별도로 개발하지 않고 주변장치에 따라 기본적으로 제공되는 윈도우 드라이버를 그대로 사용할 수 있는 장점도 있다.

의료용 영상 워크스테이션을 병원환경에서 사용하고자 할때 가장 문제가 되는 것은 대용량의 저장장치가 요구되는 것이다. 대개 600명상 정도의 종합병원에서 하루에 발생하는 디지털화된 의용화상은 2 Gbyte정도인 것으로 알려져있다^{1, 12)}. 따라서 원 영상으로 진단이 완료된 영상의 경우 이를 압축하는 알고리즘이 필요하며, 여기에는 압축한 영상을 원 영상으로 재생했을 때, 원영상과 동일하게 재생 가능한 알고리즘과 약간의 정보 손실로 인해 재생 불가능한 알고리즘 두가지가 있다. 영상 압축에 관해서는 매우 다양한 연구가 진행되어, 현재 그 종류가 매우 다양하다⁸⁾. 본 연구에서 사용한 압축 알고리즘은 혼합형으로, 여기에는 JPEG와 MPEG이 있다. JPEG(Joint Photographics Expert Group)은 1992년에 ISO/IEC에서 제정한 정지 영상 압축 표준 알고리즘으로 DCT와 Huffman coding을 혼합한 방식이다.

영상 애니메이션은 인체 구조중에서 심장과 같이 운동을 하고 있는 기관의 화면 표시나 특정 기관의 표면 구조에 대한 3차원적인 표시에 사용될 수 있다. 따라서 이는 특히 의학교육에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

컴퓨터를 기반으로 한 판독보고 시스템은 Dictaphone이라는 전화를 이용한 중앙 집중방식이 처음으로²⁾, 이는 UCLA에서 PACS의 일부로 연구되어 현재 개발되고 있으나, 본 연구에서는 멀티미디어 기법을 이용한 분산처리 방

식을 채택함으로써 분산시스템의 장점을 살릴 수 있었다.

임상병리과에서 수행한 시험가동에서 처리 및 분석된 영상과 함께 병리의사의 육성으로 기록된 검사결과에 대한 판독보고가 동시에 시스템에서 출력됨으로써, 슬라이드 및 판독보고 결과를 일일이 찾으러 다니는 번거로움을 없앨 수 있었으며, 진료의 효율성 및 정확성을 제고할 수 있었다.

개발된 시스템을 병원의 진료업무에 직접 적용하기 위해서는 데이터의 신속한 검색을 위해 검사정보, 환자정보, 및 병원정보 등 모든 관련정보의 관계형 데이터베이스화가 필요하다. 이 경우 환자의 등록번호가 가장 기본적인 항목이 되며, 검사명, 검사일자, 및 일련번호 등이 보조적인 항목이 되어 진단 및 환자관리에 요구되는 데이터를 호출하게 된다. 이 문제에 대해서는 현재 PACS에서 많은 연구가 진행되어 있으며¹⁰⁾, 이 연구 결과를 도입하여 해결할 수 있을 것으로 생각된다.

결 론

종래에는 의료용 영상을 처리함에 있어 별도의 처리기를 중형컴퓨터에 연결하여 사용하였기 때문에 사용하기도 어려웠을 뿐만아니라, 매우 고가여서 일반에게는 물론 의료용으로도 종합병원에 설치된 곳이 국내에서는 손꼽을 정도였다. 그러나 컴퓨터 기술의 향상으로 이제는 개인용 컴퓨터 자체로도 일반적인 알고리즘들은 구현할 수 있게 되었다. PC는 그 처리 속도가 향상됨은 물론 그래픽 장치의 고해상도(1024×768이상)화로 흉부 X-선 촬영상 이외의 모든 의료용 영상을 한 화면에 완전히 표현할 수 있게 된 것이다. 본 연구는 PC에 영상처리기 및 영상 전용의 디스플레이 장치를 별도로 사용하지 않고, 고해상도의 그래픽장치를 가진 32 비트의 컴퓨터만으로 의료영상 처리기를 구현함으로써 편리하고 광범위한 응용이 가능하도록 하였다. 또한 표준 멀티미디어 PC와 동일한 규격을 사용하였으므로 호환성과 경제성을 보장하고 있다. 음성을 사용한 직접적인 판독보고는 업무를 효율화하여 신속한 진료를 가능하게 해 줄 것이고, 영상 애니메이션 기능은 향후 의학 교육등에 응용할 수 있을 것이다. 본 시스템은 의료영상을 중심으로 다른 매체정보가 연관관계를 갖게 한 후 이를 종합적으로 표출할 수 있는 의료용 영상 워크스테이션으로서 그 개발과정에서 다음과 같은 장점들을 얻을 수 있었다.

1. 윈도우 방식의 사용자 인터페이스를 구현함으로써 컴

퓨터 및 영상 처리에 대한 전문적인 지식이 없는 임상 의사 및 보건기사들도 용이하게 사용할 수 있다.

2. 512×512 해상도의 영상을 수초 내에 처리할 수 있다.
3. PACS의 영상을 처리, 분석할 수 있으므로 PACS용 영상 워크스테이션으로 활용이 가능하다.
4. 일반 PC를 사용하였기 때문에 시스템의 구성이 용이하며, 목적에 따라 여러 형태로 수정이 가능하다.
5. 의료기와 연결이 가능해서 의학 영상으로 나타나는 검사 영상을 시스템으로 입력할 수 있다.
6. 판독결과는 육성을 오디오보드로 직접 녹음해서 시스템에서 관리한다.
7. 진단을 위한 정보를 영상을 중심으로 음성, 그래프, 텍스트, 애니메이션 등의 멀티미디어를 사용하여 한 화면에 종합적으로 표출할 수 있으며 정보간의 계층적인 상호관계를 이용하여 종합적인 진단을 용이하게 해줄 수 있다.
8. 영상의 처리를 통해 진료의 정확성을 높일 수 있다.
9. 영상의 분석을 통해 보다 객관적이고, 정량적인 진단이 가능하다.
10. 근거리 통신망과의 접속이 가능해서 분석 정보를 원하는 장소로 전송할 수 있다.

References

1. Mun SK, Freedman M, Kapur R. *Image Management and Communications for Radiology*. IEEE EMB Magazine, 12: 70-80, 1993
2. Breant CM. *Integration of a voice processor machine in a PACS*. Comp Medi Imag & Graphics 17: 13-20, 1993
3. Gee JC. *User Interface Design of Radiological Imaging Workstations*. AJR 150: 1117-1121, 1988
4. 의료용 화상처리 및 관리 시스템에 관한 연구. 상공부, 1992
5. Stewart BK. *Clinical utilization of grayscale workstations*. IEEE EMB Magazine 12: 86-102, 1993
6. Lim JS. *Two dimensional signal and image processing*. Prentice-Hall, 1990
7. Eckel B. *Windows 3.1 multimedia programming with Borland C++*. Borland Language Express 2: 4-9, 1992
8. Edward A. fox. *Advances in Interactive Digital Multimedia Systems*. IEEE Computer Magazine, pp 9-21, Oct. 1991
9. Michael J. Young. *Animation for Windows application*. Byte, pp.197-200, June 1993
10. 병원용 디지털 영상 전산망 개발에 관한 보고서. 과학기술처, 1990
11. Duchene J, Lerallut JF, Gong N, Kanz R. *MicroPACS: a PC-based PACS implementation*. Medi & Biol Eng & Comp 31: 268-276, 1993
12. Leotta DF, Kim Y. *Requirements for Picture Archiving and Communications*. IEEE EMB Magazine, 12: 62-69, 1993