

의료용 멀티미디어 시스템

이태수, 차은중

충북대학교 의과대학 의공학교실

Multimedia system for medical application

Tae Soo Lee, Eun Jong Cha
Dept. of Biomed. Eng., College of Medicine,
Chungbuk National University

I. 서론

의료용 멀티미디어 시스템이란 의학영상, 화상, 문자, 그래프, 애니메이션 및 음성 정보를 상호 연관지어 한 시스템에서 종합적으로 나타내는 멀티미디어 시스템을 말한다. 이 시스템은 관련된 정보의 종류에 따라 진료용 시스템과 교육용 시스템, 두가지로 구분할 수 있다. 진료용 시스템은 의료기기에서 출력된 영상과 이에 관련된 음성 정보, 즉 판독의사의 판독 보고를 음성 정보 형태로 컴퓨터로 입력하여, 입력된 정보를 처리 및 분석해서 그 결과를 그래프 또는 애니메이션의 형태로 컴퓨터에서 종합적으로 표출하는 시스템이다. 교육용 시스템은 환자에 직접 관련이 없는 일반적인 의학 지식에 대한 다중 매체를 시스템을 통해 나타내는 시스템이다. 본 연구에서는 진료용 멀티미디어 시스템을 개발하여, 충북대학교 병원 임상병리과에서 시험 가능하여, 사용할 의사 및 보건기사들이 만족할 만한 결과를 얻었으므로 이를 보고하는 바이다.

II. 시스템의 구현

일반적인 멀티미디어 시스템은 문자, 영상, 화상, 음성, 그래픽, 애니메이션 등 각종 매체 중 두 가지 이상을 혼합된 형태로 수집해서 처리하여 표출하는 시스템을 말한다[1]. 여기서 멀티미디어 정보는 실시간 데이터 수집단계, 미디어 데이터 편집단계, 멀티미디어 구성단계, 멀티미디어 재생단계 등 4단계로 구성된 멀티미디어 재생 모델 과정을 통해 생산되고 최종적으로 사용자에게 전달된다[2]. 따라서 멀티미디어 시스템은 사용자가 다중 매체 데이터를 수집하여 기록하고, 합성, 통합 등을 통하여 원하는 정보 표현 방식으로 재구성할 수 있게 하는 기능을 제공해야 한다.

본 연구에서 개발한 시스템은 기능 및 역할에 따라 세가지 형태로 구현하였다. 즉 데이터 수집 시스템, 데이터 처리 시스템, 및 데이터 표출 시스템이 그것으로, 각기 다른 하드웨어적인 요소를 가지지만, 공통적으로 아래의 구비조건을 갖추어야 한다[3].

(1) 표시된 의료용 영상은 진단하는 의사의 시각적인 관점에서 진단정보의 손실이 없어야 한다.

- (2) 전문지식이 없는 진단의사 및 보건기사가 시스템을 사용하는데 어려움이 없도록 사용자 편의 인터페이스가 제공되어야 한다.
- (3) 근거리 통신망과의 접속이 가능해서 진료 정보를 필요로 하는 곳으로 전송할 수 있어야 한다.
- (4) 시스템 내의 모든 정보는 데이터베이스로 구축 되어 신속한 재생이 가능해야 한다.
- (5) 오디오 카드를 갖추고 있어서, 마이크로폰 및 스피커를 통해 영상과 관련된 판독 보고의 실시간 입출력이 가능해야 한다.

1. 데이터 수집 시스템

데이터 수집 시스템은 의료기기 및 실험용 대상으로 부터 매체를 수집하는 기능을 가진 것으로서, 각 매체 전용의 영상 입력 장치를 시스템에 연결하여 데이터를 수집한다. 의료용 멀티미디어 시스템에서 매체로 사용되는 데이터는 문자, 영상, 화상, 음성, 그래픽, 애니메이션 등이 있으며, 각 데이터의 수집 방법은 다음과 같다.

1) 데이터의 종류 및 수집방법

(1) 문자 데이터

문자 데이터는 가장 기본적인 매체로서, 컴퓨터에 연결된 키보드를 사용하여 데이터를 입력한다. 이는 진료용의 경우 환자의 성명, 등록번호, 성별, 나이, 검사종류, 상병명, 검사부위 등이다. 교육용의 경우에는 타매체에 관련된 부위별 기능 설명 및 정보에 해당한다.

(2) 영상 데이터

영상 데이터는 의료기기에서 출력되는 비디오 신호로서, 비디오 캡처보드(Frame Grabber)를 이용해서 디지털화된 데이터를 컴퓨터에 입력한다. 출력되는 비디오 신호는 대상이 되는 의료기기에 따라 흑백 혹은 칼라의 두가지 형태를 가진다.

(3) 화상 데이터

화상 데이터는 의료기기에서 출력되는 영상중에서 영상 신호 형태를 가지지 않는 데이터들로서, 주로 필름 형태로 기록된다. 필름 형태로 저장된 화상은 스캐너를 통해 입력할 수 있으며 의학용 그림들도 이 부류에 속한다. 디지털화된 화상 정보

데이터를 저장하는 시스템의 경우에는 화상 데이터의 화일 양식의 변환으로 시스템에서 표출 가능한 데이터 형태로 만들 수 있다.

(4) 음성 데이터

음성 정보는 마이크로폰을 통해 오디오 카드에서 디지털화되어 컴퓨터로 입력된다. 본 시스템에서는 영상에 대한 판독소견에 해당하며, 사용자 편의의 관점에서 볼 때, 문자데이터에 비해 우수하다[4].

(5) 그래픽 데이터

그래픽 데이터는 타 매체에 대한 분석내용을 그래프로서 나타낸 것으로, 기존의 분석결과가 그래프형식으로 기존제하는 경우에는 스캐너를 통해 입력 가능하며, 수치로 입력된 문자데이터의 경우 입력된 수치를 기준으로 그래픽 데이터를 시스템에서 생성해야 한다. 또한 영상 매체에 대한 통계 분석, 형태 및 대조도 분석에 대한 그래프의 경우에도 시스템에서 생성해야 한다.

(6) 애니메이션 데이터

애니메이션 데이터는 입력된 영상 및 화상데이터로부터 시간적인 변화 및 공간적인 변화를 동적으로 나타내는 것을 말하며, 입력된 데이터로부터 시스템에서 변환 프로그램을 통해 생성해야 한다.

2) 시스템의 구성

시스템은 개인용 컴퓨터를 기반으로 하였고, 일반적인 요구조건 외에도 다음의 조건을 만족하고, 상습한 데이터를 용이하게 수집할 수 있는 시스템으로 구성하였다.

첫째, 데이터 수집시에, 의사 및 보건기사가 불편함을 느끼지 않을 정도의 시간내에(수초 이내) 저장장치의 기록이 가능하도록 충분한 CPU 및 저장장치의 속도를 갖추어야 한다.

둘째, 흑백 영상 신호인 경우 8비트 이상, 컬러 영상신호의 경우 실칼라 수준으로(21 bit 이상) 디지털화하여, 데이터 수집과정에서의 정보 손실이 없는 영상의 질을 갖추어야 한다.

셋째, 데이터 표출용 영상 모니터는 별도의 모니터를 사용하지 않고, PC의 SVGA급 모니터를 사용해서, 영상 및 관련정보가 한 화면에서 수집, 표출될 수 있어야 한다.

2. 데이터 처리 시스템

시스템은 개인용 컴퓨터를 기반으로 구성하였으며, 일반적인 요구조건외에도 아래의 조건을 갖추는 시스템을 구성하였다.

- (1) 의료용 영상을 처리, 분석, 편집하는데 사용되는 알고리즘들을 의사가 진단하는데 용이할 정도의 시간(수초) 이내에 처리할 수 있어야 한다.
- (2) 관련된 의학영상을 저장하는 대응량의 저장장치를 갖추어야 한다(CR-ROM 등 광 디스크 드라이브).

3. 데이터 표출 시스템

시스템은 개인용 컴퓨터를 기반으로 구성하였으며, 수집 및 처리 시스템과 비교해 볼 때 다음과 같은 특징이 있다.

- (1) 가장 일반적인 시스템으로, 상습한 일반적인 구비조건 5가지만을 만족하면 된다.
- (2) 실제로 병원 환경에서 진료용으로 사용 될 시에, 사용자

의 수준이 가장 다양하기 때문에 수집이나 처리 시스템과 같은 고성능 및 기능을 갖추지 않더라도 사용자의 인터페이스가 가장 중요한 문제가 되며, 설치해야 할 시스템의 수가 가장 많아서 경제성을 고려해야 한다.

III. 소프트웨어의 구성

본연구에서는 진료및 교육의 목적에 맞도록 전용의 프로그램을 구현하였으며, 이를 위해 사용자 인터페이스는 GUI의 일종인 Windows방식을 선택하였고, 언어로는 프로그램의 확장성 및 유지성을 위하여 C++를 사용하였다[5]. C++에서의 각 매체는 하나의 object로 하여 주 윈도우 상에서 child window로 설정해서 다중 child window가 동시에 화면에 나타날 수 있도록 하였다. child window는 멀티미디어 매체중에서 영상매체를 기본 object로 하여, sound, graph 및 처리, 분석 결과등이 영상매체에 하나의 구성요소가 되도록 하였다.

1. 영상수집 프로그램

멀티미디어 데이터 수집시스템에서 수행되는 것으로서, 비디오 신호를 기준으로 정지영상을 수집하는 기능을 갖도록 하였다. 이를 위해 멀티미디어 엔진의 일종인 Bravado 보드를 사용하였고, 전용의 프로그램의 개발을 위해 True Vision 사에서 제공한 VIEW 개발 킷을 사용하여, 기본으로 제공하는 메뉴에 음성 녹음 메뉴를 추가하여, 영상을 컴퓨터로 입력하면서, 그 영상에 대한 음성정보를 동시에 할 수 있도록 하였다. 영상 캡처 모드에 입력된 비디오 신호는 RGB당 7bit 즉 21 color로 디지털화 되어 (692x470 해상도), 비디오 램에 저장된다. 이 데이터는 TGA file 형식으로 disk로 저장되는데, 이때 color는 24bit 혹은 16bit 로 양자화 되어 TGA의 표준 화일 형식에 맞도록 변환되어 기록된다. 영상에 대한 검사 보고는 마이크로폰을 통해 컴퓨터에 내장된 오디오 보드에서 디지털화되어, 컴퓨터에 저장된다. 이때 저장된 file의 형식은 윈도우에서 제정한 음성신호 화일의 표준인 WAV 화일 형식이다. 영상 입력시 디지털화하는 비디오 신호의 색조, 채도, 밝기, 콘트라스트 및 각 색상당 밝기 정도를 아날로그적으로 조절한 상태에서 가장 진단하기에 용이하도록 디지털화하기 위해서 scroll bar 형태의 object를 각 조절 대상마다 대응하게 하였다.

2. 영상처리 알고리즘

의료용 멀티미디어 시스템의 장점중 하나는 컴퓨터에 입력된 영상의 처리를 통한 진단의 정확성 재고이다. 본 시스템에서는 의료용 영상의 처리에 많이 사용되는 알고리즘만 선택하여 구현하였으며 그 종류는 아래와 같다.

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

의료용 영상에서의 히스토그램 평활화 알고리즘은 영상상의 밝기 차이가 많이 나는 특성으로 인해 영상의 시각적 개선을 위해 사용되며 다양한 알고리즘들이 개발되어 있다. 본 연구에

서는 가장 일반적인 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 RGB값에 따라 커널을 곱해서 계산한 다음, 계산된 RGB 값을 화면에 표시한다. 이때 그래픽 장치의 한 화면 표시 가능 color 수가 256으로 제한된 경우 256 color 중에서 가장 유사한 값으로 치환해서 표시 하여야 하며, 이 문제는 현재 그래픽 장치의 고성능화로 color수가 증가되면, 문제되지 않을 것으로 판단된다. 스무딩은 영상중의 잡음을 제거 혹은 완화하는 알고리즘으로 비선명 제거 알고리즘과는 반대의 의미를 가진다. 예지 검출 알고리즘은 영상중의 예지를 검출 하는 것으로 비선명 제거가 매우 강조되면 예지 만이 남게 되며, 처리된 값은 절대치를 취하여 음의 값이 나오지 않도록 처리한다.

영상개선은 영상중의 밝기 값을 원하는 Look up table(LUT)을 지정함으로써 변환하는 것으로, 영상 상의 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 2개의 scroll bar와 처리후 영상 값의 범위를 제한하는 2개의 scroll bar를 두어, 미세한 조절이 가능하도록 하였다. 이 외에도 확대 기능을 주어 영상 전체 혹은 일부분을 확대하여 진단할 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. 이와 같이 영상의 처리는 서로 연관지어 수행할 수 있도록 하여 영상진단이 최대한의 유연성을 갖도록 하였다.

3. 영상분석 알고리즘

시스템에서 발생되는 그래프는 수치 혹은 영상 분석 결과를 나타내는 것으로서, 아래와 같은 영상 분석 알고리즘을 프로그램화 하였다.

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

이러한 영상 분석에 관련된 그래프는 256x256 크기의 영상 분석 윈도우 내에 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 커서 윈도우를 생성하여 영상 상의 색값을 영상좌표와 함께, 마우스 커서의 위치가 변화할 때마다 표시하게 하였다. 윈도우 방식으로 작성된 MDI (Multiple Document Interface)를 사용하는 다중매체 표시에는 윈도우의 직렬배열, 병렬배열, icon 재정렬, 및 전체 클로즈

기능이 기본으로 제공되며, 본 연구에서도 화면상에 나타나는 모든 MDI개체들은 4가지 윈도우 정렬기능에 따르도록 하였고, 그목록이 순서대로 메뉴상에 표시될 수 있도록 하였다.

4. 영상 압축 알고리즘

멀티미디어 시스템을 병원환경에서 사용하고자 할때 가장 문제가되는 것은 대용량의 저장장치가 요구되는 것이다[6]. 대개 600영상 정도의 종합병원에서 하루에 발생하는 디지털화된 의용화상은 2 Gbyte정도인 것으로 알려져있다. 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 다양하다[1]. 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. 본 연구에서는 압축과정을 사용자가 느끼지 못하도록 변환자체가 화일을 읽거나 저장할때 자동으로 수행되도록 하여, 사용자의 편의를 최대한 반영하였다. JPEG algorithm을 수집한 흑백의 흉부 영상, 칼라의 현미경 영상에서 수행해 본 결과 압축율이 50:1 에서 60:1 정도로 나왔으며, 수초이내로 프로그램이 종료되었다. 영상의 압축률은 재생된 영상의 질과 관계되며, 관련 매개변수 값에 따른 압축률 및 오차는 표와 같다.

표. 칼라 및 흑백 영상의 압축률 및 오차

quality	현미경사진(칼라)		흉부영상(흑백)	
	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

5. 음성 녹음 및 재생

영상매체에 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 작성하였다. 음성의 녹음 및 재생을 위한 오디오 카드의 장치제어는 윈도우 API 기능 중에서 MCI 명령어를 사용하였다. 음성 윈도우는 화면에 생성된 영상 윈도우 마다 각각 종속적으로 연결되어 있어, 원

하는 음성 보고를 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 MPEG을 목표로 하고 있으나, 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 320x200으로 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 하였다.

IV. 시험 가동

데이터 수집 시스템은 비디오 신호를 출력하는 의뢰기기 및 컴퓨터를 구비한 의뢰기기들의 데이터를 수집할 수 있지만, 다른 의뢰기기에 비해 하루에 수집하는 영상의 수가 비교적 많지 않고, 중요한 데이터만을 slide로 만들어, 장시간 보관 했다가 진료뿐만 아니라 교육의 목적으로도 이용하고 있는 임상병리과의 현미경 사진을 대상으로 하였다. 사진촬영을 위한 광학부에 칼라 카메라를 연결하여 영상을 컴퓨터로 입력하였으며, 초점을 일치시키기 위하여 광학 연결용 어댑터를 사용하였다. 저장된 화일의 효율적인 검색을 위해 환자의 등록번호 8자로 구성된 등록번호와 현미경 사진을 나타내는 "M", 그리고 일련번호로써 구성하였다. 본원 임상병리과에 시범으로 설치하여 현미경 데이터를 수집하고, 검체진단에 시험 운용한 본 의료용 멀티미디어 시스템의 구성도를 그림에 보였다. 저장된 데이터는 LAN으로 연결된 표출시스템에서(Review PC) 저장시에 함께 저장된 음성 정보와 함께 재생시켜서 진단을 수정할 수 있으며, 처리 및 분석이 가능하여, 진료의 효율성 및 정확성을 제고할 수 있었다.

V. 결론

본 연구에서는 영상을 중심으로 해서 각 의학용 매체들을 유기적으로 연결하였으며, 진료정보를 사용할 때 그 정확성을 높일 수 있는 처리 및 분석 알고리즘들을 시스템에 구현하였고, 시스템을 근거리 통신망에 연결함으로써 멀티미디어 정보를 진료에 필요한 곳까지 전송할 수 있게 하였다.

Reference

1. Edward A. fox, "Advances in Interactive Digital Multimedia Systems", IEEE Computer Magazine, pp 9-21, Oct. 1991

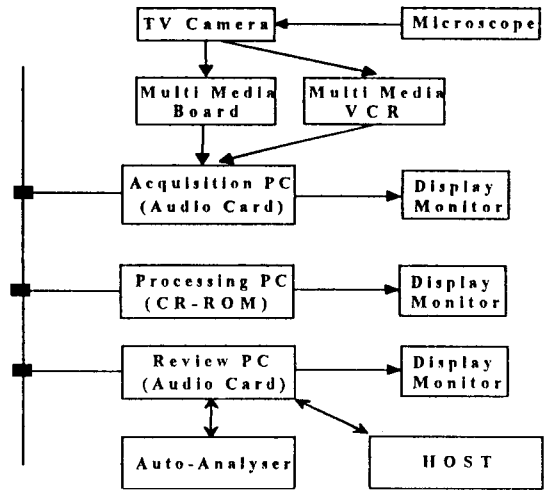


그림. 시스템의 구성도

2. 임영환, "멀티미디어 컴퓨터 관련 기술", 전자공학회지 제 20 권, 제 2 호, pp 90-97, 1993
 3. B.K. Stewart etc, "Clinical utilization of grayscale workstations", IEEE EMB Magazine, Vo.1 12, Num. 1, pp86-102, March 1993
 4. C.M.Breant, "Integration of a voice processor machine in a PACS", Comp. Medi. Imag. & Graphics, Vol.17, No.1, pp 13-20, Jan, 1993
 5. Bruce Eckel, "Windows 3.1 multimedia programming with Borland C++", Borland Language Express, Vol.2, No.2, pp.4-9, 1992
 6. J. Duchene, J.F. Lerallut, N.Gong, R.Kanz, "MicroPACS: a PC-based PACS implementation", Medi. & Biol. Eng. & Comp. pp268-276, May, 1993