

# 원격진료를 위한 인터넷 기반의 의료영상시스템 설계 및 구현

이수진\*, 김문희  
건국대학교 컴퓨터·정보통신공학과  
e-mail:leesj@konkuk.ac.kr

## Design and Implementation of A Web Based Medical Image System for Telemedicine

Su Jin Lee\*, Moon Hae Kim\*

\*Dept of Computer Science & Engineering, Konkuk University

### 요 약

컴퓨터 보급의 급속한 발전과 멀티미디어의 등장으로 기존의 텍스트와 이미지, 음성, 오디오, 동영상 등의 정보를 디지털화하고, 컴퓨터를 이용하여 저장, 처리, 전송하게 되면서 의료 분야에서도 상당한 업무의 변화를 요구하게 되었다. 의료 분야에서의 이러한 급격한 개방과 더불어 초고속 정보 통신의 발달은 원격진료라는 또 다른 요구를 대두시키고 있다. 이를 위해서는, 멀티미디어 기술, 대용량의 정보를 저장하는 데이터베이스 기술, 고속의 광 대역 기술 등을 통합하여 종합적인 멀티미디어 의료 정보 시스템을 구축하는 것이 시급하다. 이러한 이유들로 본 논문에서는 병원/의원의 의료진들로 하여금 의료영상이나 자료를 상호 전송하여 환자의 진료 또는 검진결과를 확인하고 전문가의 조언 등을 구하는 원격 진료용 의료영상 시스템의 요구사항을 분석, 설계하고 구현하였다. 본 시스템은 클라이언트/서버 구조로써 영상 획득 및 출력, 의료영상 국제 표준 포맷인 DICOM 포맷으로의 영상 저장, MCA(Multi Channel Analyzer), ROI(Region Of Interest) 등의 영상 분석, 필터링 및 영상 확대/축소/회전 등의 각종 영상 처리의 주요 기능을 갖추고, 사용자가 편리하고 쉽게 사용할 수 있도록 아이콘(icon) 중심의 직관적인 인터페이스를 갖는다.

### 1. 서론<sup>1)</sup>

컴퓨터 산업의 발전과 더불어 의료업계에서도 많은 요구와 변화가 있었다. 얼마 전만 해도 필름 위주의 많은 저장 장소와 관리·유지비용을 필요로 했던 의료영상을 디지털화 해서 컴퓨터 상에서 각종 영상분석 및 처리를 하여 보다 정확한 영상 분석과 관리를 할 수 있는 시스템 개발이 있어 왔다. 최근에는 이러한 요구사항을 보다 넓혀 도서산간 지역이나 원거리의 작은 병/의원과 도시의 대형 종합병원을 연결하여 서로 영상이나 자료를 상호 전송, 공유하고자 하는 원격진료에 대한 요구로 연결되고 있다.[1] 이러한 요구사항은 급속도로 발전하고 있는

초고속 통신망을 이용하여 실현 가능하다. 원격진료란 MRI, CT, Ultra Sound 등의 의료 영상을 인터넷 통신망을 통해서 의료영상 및 판독소견을 전송하는 시스템을 말한다.

본 논문에서는 영상 획득 및 저장, 분석, 처리 등의 주요 기능을 갖는 원격진료를 위한 인터넷 기반의 의료영상 시스템을 설계하고 구현한다.

2장에서는 관련연구로써 의료영상 국제 표준 포맷인 DICOM(Digital Imaging and Communications in Medicine) v3과 원격진료 시스템에 대한 내용을 살펴보고, 3장에서는 원격진료를 위한 인터넷 기반의 의료영상 시스템에서 필요로 하는 요구사항을 분석하고 기능별로 설계 및 구현하고 시스템 동작원리 등을 살펴본다. 마지막 4장에서는 본 논문에서 연구한 결과를 정리하고 향후 연구 방향을 제시한다.

본 연구의 일부는 한국과학재단 목적기초연구(R 01-2000-00284) 및 보건복지부 선도기술·의료공학기술 개발 사업의 지원으로 수행되었음.

## 2. 관련연구

### 2.1. DICOM

DICOM은 CT, MRI를 비롯하여 CR, Angio, 초음파, 투시기 등 다양한 영상 장비로부터 획득된 각종 의료 영상 파일에 대해 의료기기의 사용자 및 제조업체의 협의체인 ACR-NEMA(American College of Radiology-National Electrical Manufacturers Association)에서 이 기종 영상 진단 장비들과 컴퓨터간에 영상 데이터를 효율적으로 교환하고 전송할 수 있도록 마련한 표준 규격[2-4]이다.

### 2.2 원격진료 시스템

#### 2.2.1 KAMEDIN

독일에서 개발된 KAMEDIN[5]은 ISDN 네트워크 상에서 구현되었으며 CT, MR 영상만을 취급한다. KAMEDIN은 영상 공유를 위해 윈도우를 공유하는 방식을 채택하고 있으며 오디오/비디오 회의 및 ROI(Region Of Interest)와 같은 기본적인 영상 분석 기능을 갖고 있다.

#### 2.2.2 Japanese NCC telemedicine system

일본 국립 암센터(National Cancer Center)에서 개발된 시스템[6]으로써 HDTV 와 ISDN 네트워크를 사용한다. 위에서 언급된 KAMEDIN처럼 영상을 서로 공유하며 오디오/비디오 회의가 가능하다. 그러나, 이 시스템은 웹 브라우저를 통한 영상 공유 방식을 채택하고 있다.

## 3. 인터넷 기반의 의료영상 시스템

본 장에서는 원격진료를 위한 인터넷 기반의 의료영상 시스템에서 요구되는 요구사항들을 알아본다. 또한 각 기능별 시스템 구성도 및 클라이언트/서버 구조에서의 동작원리 등을 살펴본다.

### 3.1. 요구사항 분석

본 절에서는 기존의 일반 의료영상 시스템에서 요구되는 요구사항 뿐만 아니라 원격진료를 위한 인터넷 기반의 의료영상 시스템들이 갖춰야 할 요구사항들을 분석해 본다.

- 정량적 분석 : 영상을 판독하여 병변을 진단하는 의료영상 시스템에서 가장 중요한 기능 중의 하나로써 관심영역(ROI : Region Of Interest)을 설정하여 ROI 내의 픽셀 값의 최대, 최소, 평균, 총계, 분산,

표준편차 등의 값을 구하는 기능이다. 또한 ROI 설정은 사각형, 타원, 직선, 다각형 등 다양한 형태로 설정할 수 있다.

- 대비도(contrast) 및 색상표(Colormap) 조절 : 영상의 픽셀 값의 분포가 너무 조밀하거나 픽셀 값의 크기가 너무 작을 경우, 영상에 대한 가시적 진단이 어렵다. 이럴 경우 원 영상의 데이터에는 아무런 변화 없이 팔레트의 상한 치와 하한 치를 재조정하고, 영상 픽셀 값의 차이에 따라 색상 차를 두드러지게 구분하여 영상에 적용시킴[7]으로써 병소 예상 부위를 쉽게 구분할 수 있도록 한다.

- Zoom In/Out : 영상 전체와 부분적 확대/축소 기능이 가능하여야 하며, 설정한 ROI에 대한 확대/축소 기능이 가능해야 한다.

- 영상처리(Image Processing) : 보다 정확한 병변 진단을 위하여 에지 검출(edge detection), 고/저주파 필터링, 가우시안 필터링, 스무딩 등과 같은 기능이 다.

- 영상회전(Rotation) : 사용자가 원하는 각도를 입력받아 영상을 회전시킨다.

- mirror/flip : 수직/수평으로 영상을 flipping 한다.

### 3.2. 시스템 구성 및 설계

이 절에서는 위에서 분석한 의료영상 시스템에서 필수로 요구되는 요구사항에 따라 본 논문에서 구현된 인터넷 기반의 의료영상 시스템의 기능별 구성 및 시스템 구조를 살펴보고 동작원리를 살펴본다.

- 영상 획득부 : 보드로부터 입력되는 신호를  $x-$ ,  $x+$ ,  $y-$ ,  $y+$  4개의 신호로 분리한 후, 앵거로직 알고리즘을 이용하여 영상을 획득한다.

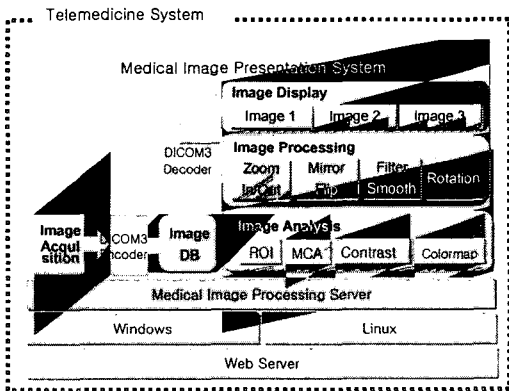
- 영상 출력 및 로드부 : 보드로부터 획득한 신호를 실시간으로 영상을 구성하며 화면에 출력한다. 또한 raw 영상, 의료영상 국제표준 포맷인 DICOM 영상, LabView 영상 등 다양한 포맷의 영상들을 로드한다.

- 영상 저장부 : 획득된 영상을 매체에 저장하기 위한 기본적인 영상 형태로써 의료영상 국제표준인 DICOM(Digital Image and Communications in Medicine) 포맷을 채택하여 DICOM v3.0 포맷으로 저장하고 또한 아무런 파일 포맷을 정하지 않은 raw 영상으로도 저장한다.

- 영상 분석부 : 가장 기본이 되고 중요한 정량적 분석 기능인 ROI(Region Of Interest) 설정 기능과

MCA(Multi Channel Analyzer)기능을 두었다. MCA 기능이란 에너지라 불리는 각 입력채널의 신호세기의 합을 측정한 후 특정범위의 에너지원만을 받아들여 영상을 구성하는 기능이다. MCA 기능은 영상을 구성하기 전에 불필요한 신호나 노이즈(잡음)를 제거함으로써 영상 분석력을 한층 높일 수 있다.

▣ 영상 처리부 : 영상 분석력을 향상시키고, 영상의 가시화를 향상시키기 위해 라플라시안 알고리즘을 이용한 에지검출(Edge Detection), 가우시안 알고리즘을 이용한 스무딩(Smoothing) 및 고/저주파 패스 등의 각종 영상 처리를 한다.



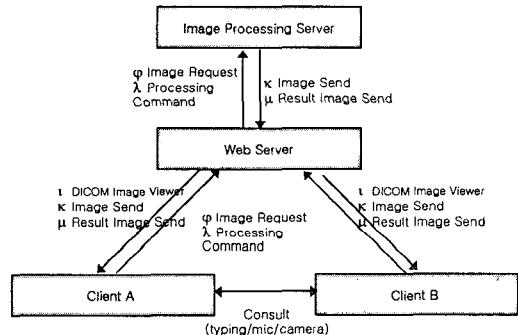
[그림 1] 시스템 구조 및 구성

위의 [그림 1]은 전체적인 기능별 시스템 구성을 나타낸다. 현재는 윈도우 기반에서 동작하는 상태로 실시간으로 신호 획득 및 영상구성을 하고, 각종 영상처리, 영상 분석을 한다. 또한, 의료영상 국제 표준포맷인 DICOM v3을 지원하고 DICOM v3의 SOP 필드[8-9]에 맞게 구성된 영상 데이터베이스를 운영하고 있다.

### 3.3. 시스템 동작원리

클라이언트는 인터넷을 통해 원격 의료영상 표현 시스템 서버에 접속하여 로그인 과정을 통해 인증을 받는다. 인증 과정이 끝나면 원격진료 시스템 서버로부터 DICOM Image Viewer를 플러그인 형태로 다운로드 받고, 웹 서버를 통하여 원하는 영상과 영상에 대한 처리 작업을 전달하게 된다. 웹 서버는 클라이언트로부터의 요구사항을 영상처리 서버에게 전달하게 되고, 영상처리 서버는 전달받은 클라이언트의 요구사항을 수행하여 결과를 다시 클라이언트

에게 보내준다. 즉, 웹 브라우저에 플러그인 (plug-in) 형태로 제공된 DICOM Image Viewer는 단지 영상과 영상처리에 대한 요구/명령을 서버로 전달하고 서버로부터 전달받은 DICOM v3 영상을 디스플레이하는 역할을 한다. 또한 클라이언트들은 문자/화상/마이크를 통하여 서로 토의하고 소견을 타진할 수 있으며, 영상에 대한 조작, 처리, 분석 기능은 여러 클라이언트가 동시에 행할 수 없으며, 권한을 부여받은 하나의 클라이언트만이 작업을 요청할 수 있다. 이 때, 요청에 대한 결과 영상은 인터넷 최심 기술인 PUSH 기법을 이용하여 실시간으로 모든 클라이언트들에게 즉시 전달되어야 한다.

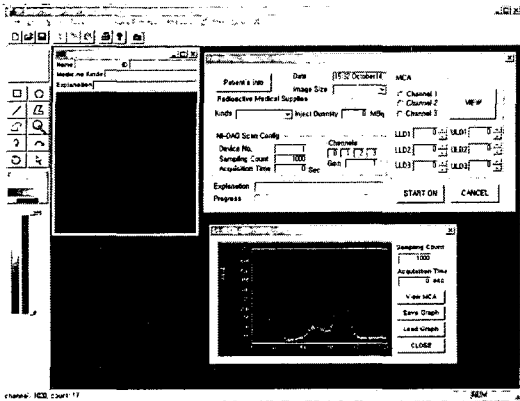


[그림 2] 시스템 동작 구조

[그림 2]는 원격 진료용 의료영상 시스템과 클라이언트들간의 동작구조 및 작업순서를 나타낸다.

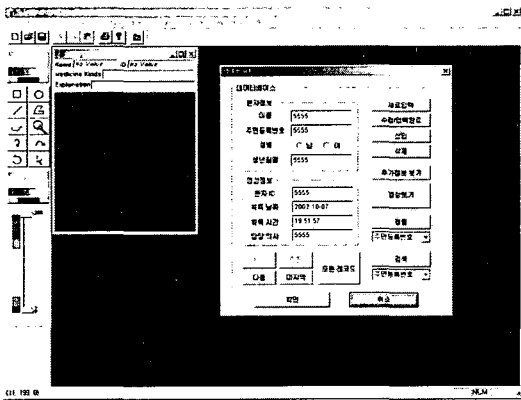
### 3.4. 구현결과

[그림 3]은 의료영상 시스템에서 요구되는 ROI 설정 및 분석, Contrast/Colormap 설정, 영상획득, MCA 등의 여러 가지 요구사항에 따라 완성된 원격진료를 위한 인터넷 기반의 의료 영상 시스템 원형이다. 사용자의 편의를 위하여 자주 사용되는 기능은 그래픽 처리하여 아이콘 중심의 직관적인 인터페이스를 제공하였으며 영상 로드시에 DICOM3 헤더 정보를 분석하여 함께 출력하도록 함으로써 사용자의 편리성을 높였다. 의료영상 시스템에서 가장 중요한 역할을 하는 영상분석 기능은 정량적 분석을 위한 ROI 설정 모양을 사각, 원, 직선, 다각형을 가늠하게 하였으며, 하나의 영상에 여러 모양을 동시에 설정하거나, 복사/붙여 넣기/저장/불러오기 등을 모두 지원한다.



[그림 3] 의료영상 시스템

또한 영상 획득 전에 MCA(Multi Channel Analyzer) 기능을 이용하여 가장 유효한 값이 들어오는 윈도우를 측정하여 윈도우 범위의 신호만으로 영상을 구성하도록 하여 획득영상에 대한 신뢰도를 한층 높였으며 의료영상 국제 표준포맷인 DICOM 포맷에 맞게 데이터 베이스를 구성하였다. 아래의 [그림 4]는 DICOM 포맷의 SOP 필드에 맞춰 구성된 데이터베이스 테이블 내에서 원하는 영상을 검색하여 화면에 로드한 결과화면이다.



[그림 4] 의료영상 데이터베이스

4. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 원격진료를 위한 인터넷 기반의 의료영상 시스템을 설계하고 PC상에서 윈도우즈 환경 아래 그 원형(prototype)을 구현하였으며 현재는 삼성의료원에서 유방암 진단을 위한 임상 테스트용으로 사용하고 있다.

앞으로의 향후 과제로는 개발된 의료 영상 시스템 원형을 인터넷과 연동시켜 클라이언트/서버 구조를 갖춘 원격진료 시스템으로 완성하여야 한다. 또한, CSCW(Computer Supported Cooperative Work) 개념[11]에 입각한 영상 공유기법과 최신 인터넷 기술인 PUSH 기능을 이용한 클라이언트의 화면갱신 기법을 연구하고 핸드폰이나 PDA와 같은 무선 내장형 시스템에서의 확장/응용 기술 등을 연구하여야 할 것이다.

참고문헌

[1] E.C. James, Y. Kim, Multimedia systems for telemedicine and their communications requirements, IEEE Communications Magazine, pp.20-27, Jan. 1996.  
 [2] <http://www.nema.org/medical/dicom.htm>  
 [3] NEMA Standards Publications PS 3.x, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM), National Electrical manufacturers Association, 1998.  
 [4] [http://www.xray.hmc.psu.edu/dicom/dicom\\_intro/DICOMIntro.htm](http://www.xray.hmc.psu.edu/dicom/dicom_intro/DICOMIntro.htm)  
 [5] H. Handels, et al., KAMEDIN: a telemedicine system for computer supported cooperative work and remote image analysis in radiology, Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol. 52, pp.175-183, 1997.  
 [6] Hiroshi Mizushima, et al., Japanese experience of telemedicine in oncology, Intl Journal of Medical Informatics, Vol. 61, pp.207-215, 2001.  
 [7] Randy Crane, A simplified approach to Image Processing, Prentice Hall, 1997  
 [8] B.A. Levine, et al., Challenges encountered while implementing a multi-vendor tele-radiology network using DICOM 3.0, Proc. SPIE 3035, 1997, pp. 237-246.  
 [9] D.W.Kim, "Implementation of WWW-Based Medical Image Management System", 충북대학교 대학원 석사학위 논문, 1998  
 [10] 이수진, "소형 감마 카메라를 위한 PC용 의료영상 표현 시스템 설계 및 구현", 건국대학교 대학원 석사학위 논문, 2000  
 [11] E.J. Gomez, et al., A telemedicine system for remote cooperative medical imaging diagnosis, Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol. 49, pp.37-48, 1996