
웹 기반 원격 방사선 인터넷 PACS 구현

지연상*, 이성주**

Implementation of Web Based Teleradiology Internet PACS

Youn Sang Ji, Sung Joo Lee

요약

과거에 원격방사선 시스템 혹은 PACS는 높은 가격과 복잡한 형태의 시스템으로 간주 되어 PACS 설치의 저해요인이 되었다. 그러나 새로운 표준안은 낮은 가격과 간소한 형태로 기존 시스템과 동일한 시스템을 구성할 수 있게 해준다. 통신채널과 함께 인터넷은 우리가 안고 있는 지역적인 한계와 통신가격 그리고 소프트웨어 향상에 의해서 복잡한 문제들을 단 순화시킨 WWW 기술형태와 장비설치를 극복할 수 있게 해준다. 인터넷과 웹 브라우저를 이용하여 누구나 어디에서든지 의학적인 영상을 다시 볼 수 있다. 그리고 우리는 의학적인 영상을 위한 표준 DICOM 기술을 적용하여, 사용법 혹은 영상저장과 같은 의학적인 영상체계 사이에 직면한 문제들을 해결할 수 있다. 원격 방사선 인터넷 PACS의 구현은 서브시스템의 인터페이스를 위한 DICOM/WWW, 영상 형태 변환 서브시스템과 WWW 웹 브라우저 사용자에게 보여지는 알파벳 보기의 세 부분의 변환이다. 부가적으로 원격방사선 인터넷 PACS 시스템은 DICOM 컨버터가 non-DICOM 파일 형식을 표준화된 파일 형식으로 변환시켜준다.

Abstract

In the past high cost and complex system configuration often discouraged hospitals from building teleradiology system or PACS(Picture Archiving and Communication System). But new standard platforms enable us to construct the same system with very low cost and simple configurations. internet as a communication channel made us overcome the regional limit and communication cost, and WWW technologies simplified the complex problems on the software developments, configurations and installations.

* 광주보건대학 방사선과

** 조선대학교 전자계산학과

접수일자 : 2001. 1. 25.

So whoever has a Web browser to access internet can review medical images at anywhere. And we adopted DICOM technology which is a standard for medical imaging, thus we could resolve the interface problems among medical imaging systems such as modalities or archives. The implementation is comprised of three part DICOM/WWW interface subsystem, image format conversion subsystem and viewing applets which are displayed on users WWW browsers. In addition, Teleradiology internet PACS system includes DICOM converter that non-DICOM file format converts standard file format.

I. 서론

전 세계적으로 컴퓨터를 이용한 시스템을 의학 분야에 적용하려는 시도가 확대되고 있다. 특히 그 이용에 따른 부대 효과나 이용효율 면에서 직접적으로 도움을 받을 수 있는 처방 전달 시스템(OCS)은 이미 국내의 많은 병원들이 설치 운영하고 있다. 이러한 병원의 관리 업무 전산화를 넘어서 진료업무의 전산화에 대한 요구는 여기서 그치지 않고 이미 선진국의 여러 병원에 설치 운영되고 있는 PACS(Picture Archiving Communication System), Teleradiology 등에 대한 국내의 관심은 어느때 보다도 높고 그 실현 가능성도 높아지고 있다. PACS는 초고속 통신 기술, 대용량 저장장치 및 고화질 의학영상 처리 기술을 필요로 하는 컴퓨터 기술의 통합적 시스템인 만큼 막대한 투자 비용과 기술적 제한으로 인해 소규모 병원에서의 개발투자는 한계가 있다.[1-3] PACS는 많은 병.의원에서 필요성은 절실하지만 오퍼레이터가 필요하는 먼거리로움과 비용의 부담 때문에 아직까지는 현실화 되어 있지 못하다.[4-8] 이러한 문제를 해결 할 수 있는 방안으로 본 논문에서는 윈도우 체제에서 사용자에 친숙하고 비용면에서도 만족할 수 있으며, 다자간 쌍방 영상 전송이 가능한 원격 방사선 인터넷 PACS를 구현 하고자한다.

II. PACS 시스템 구성

2.1 컴퓨터 시스템 구성

원격의료 시스템을 위한 컴퓨터는 현재 가장 많이 사용하고 있는 펜티엄 퍼스널 컴퓨터를 사용하여 구성하였다. 16Mbyte 이상의 메모리와 ZIP 드라이브와 19인치 이상의 칼라모니터에서 동작한다.

소규모 병원에서의 방사선 사진 입력을 위하여 스캐너와 접속하며, 현재 PACS망을 갖춘 경우의 직접적인 획득을 위하여 DICOM (Digital Imaging and Communication Medicine) 규약을 만족하는 G/W(Gate way)와 접속된 병원내 근거리 통신망과 접속하여 데이터를 획득한다.

2.2 시스템 설계

2.1.1 DICOM

미국의 ACR-NEMA(America College of Radiology National Electrical Manufacturers Association) 연합위원회에서 제안한 의료영상에 대한 표준안인 DICOM은 표준 네트워크 환경(OSI와 TCP/IP)에서의 동작을 규정하고, 데이터를 서로 교환하기 위한 conformance를 규약하며, 의료정보의 형식을 표현하기 위한 information object를 정의한다. 그러므로 이를 구현하기 위하여 DICOM에서 규정하고 있는 encoding rule에 의하여 attribute와 description을 포함하는 원격의료 영상 전송용 파일 형식을 만족하기 위한 함수를 모듈화 계층화하여 설계하였다.

- Message Module : DICOM 메시지는 Command Set과 Data Set으로 구성된다. Data Set에는 24개의 데이터 형식에 따라 필요한 data element들로 구성되며, 각 data element는 group과 element별로 구성된다. 또한 JPEG 압축을 지원하도록 함수화 하였다.

- Object data Module : DICOM에서는 의료영상과 관계되는 사항들을 객체별로 분류한다. 이러한 것을 정보객체(Information object)라고 하며, 객체 데이터 모델 모듈의 요소로 구성하였다.

- Service Class Module : 의료영상을 다루는데 관계되는 작업들을 Service로 구분하였다. 이것을 서비스 클래스라고 한다. 여기에는 Storage, Query,

Retrieval, Study Management 등을 포함하여 모듈화 하였다.

- Data dictionary module : 데이터로 사용될 수 있는 모든 정보를 data element 형식으로 구성하여 그룹별로 나누어 저장하였으며, 정보의 해독은 설계된 데이터 사진 모듈을 액세스하여 해독하도록 하였으며, ACR-NEMA의 호환성을 위하여 모든 정보를 포함하도록 모듈화 하였다.

2.2.2 영상획득 및 디스플레이

원격의료 시스템에 사용되는 의료영상은 CR, X-ray, CT, MR 등의 방사선 사진을 포함하고 있다. 소규모 병원의 PACS망이 없는 일반적인 경우를 가정하여, 방사선 사진은 기본적으로 스캐너를 통하여 입력받은 후, 이를 DICOM 형식으로 변환하여 전송할 수 있도록 설계하였다. 그러나 PACS망이 구성되어 DICOM 규약을 만족하는 경우에는 방사선 사진을 직접 획득하여 저장 후, 전송할 수 있도록 하였다. 영상을 보여주기 위한 프로그램은 자바 알파벳을 이용하여 구현 하였으며, 윈도우 기반의 사용자 편의환경을 공유하도록 설계하였다.

2.2.3 의료 영상 전송

의료영상에 대한 전송은 MFC(Microsoft Foundation Class)에서 네트워크의 TCP/IP 프로토콜을 지원하기 위해 제공하고 있는 CWinsock 클래스를 적용하였으며, 안정적이고 연결 지향적인 스트림 소켓으로 다루었다. 서버-클라이언트 개념에서는 클라이언트 쪽에서의 일방적인 연결 요청에 의해서만 이 연결이 이루어지지만 본 프로그램에서는 양쪽 모두 서버 개념에서 소켓을 생성 / 바인드 하고 연결을 서로 기다리다가 둘 중 한쪽이 요청하면 이 연결에 의해 각각은 또 다른 연결 소켓을 생성하여 연결이 이루어지게 만들었다.

2.2.4 영상압축

영상의 화질을 위하여 14×17 인치 크기의 방사선 사진 1장의 영상이나 PACS망을 통한 직접 획득한 디지털 영상 크기는 약 7Mbyte 이상의 데이터를 갖고 있다. 이는 원격의료 시스템의 성능을 저하시키게 된다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 방사선 사진의 전송은 가능한 통신의 복잡도, 데이터 저장, 효율의 증가, 통신 사용료의 절감을 위하여 데이터 압축 모드를 지원하였다. 데이터 압축은 DICOM 표준안에서 권고하고 있는 JPEG 압축방법을 지원 하여 데이터양을 감소시켰다. 정밀진단의 경우 DPCM (differential pulse code modulation)에 의한 무손실 JPEG 압축 방법을 적용하여 약 2:1의 압축비로 압축하였다. 정밀진단이 아닌 경우 DC T(discrete cosine transform)에 근거한 변환부호화 방식인 JPEG baseline 손실·압축 방법을 사용하였다.

Ⅲ. 웹 기반 PACS 설계

3.1 구축 환경

의학 영상 처리의 표준인 DICOM에 기반한 디지털 영상기술과 인터넷 서비스의 핵심이라고 불리는 웹기술을 접목시켜 인터넷이 연결된 곳에서는 영상을 검색, 전송하고 처리할 수 있는 점이다. 본 연구의 시스템 구현은 대학 연구센터와 3개의 병원 방사선과를 연결하는 Teleradiology를 이루기 위하여 그림 1과 같이 구성하였다.

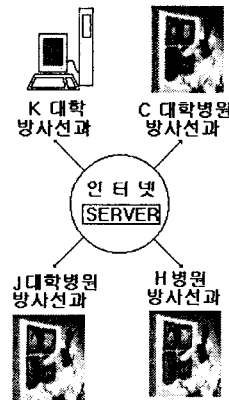


그림 1. 원격 방사선 인터넷 PACS 시스템
Fig. 1. Teleradiology internet PACS system

3.1.1 DICOM 표준 인터페이스

병원에서 사용되는 기기들을 시스템에 연결하는 데는 난이도가 높은 기술이 요구되고 고가의 기술

료가 소요되고 있는 실정이다. 또한 의료기기에 연결된 컴퓨터는 그 기종이 다양하여 각각의 부합하는 프로그램을 별도로 개발해야 하는 어려움도 있다. 뿐만 아니라 데이터 베이스를 검색하는 사용자의 입장에서 표준 인터페이스가 정착되지 않아도 도입된 시스템마다 각각 다른 인터페이스로 인해 사용자의 혼란이 있다. 이와같은 영상 정보의 입출력 부분에서는 의학영상 저장, 전송 분야의 세계 표준인 DICOM 형식의 영상을 직접 처리하기 때문에 DICOM을 지원하는 어떠한 장비와도 연동이 가능하다.

3.1.2 영상 형식 변환

데이터 베이스에 저장되어 있는 영상 정보는 DICOM형식이 아니기 때문에 웹 검색 도구에서는 직접 볼 수가 없다. 따라서 이러한 영상들을 웹 검색도구가 표시할 수 있는 형식인 GIF 또는 JPEG 형태로 변환하여야 한다. 일반적인 영상은 흑백 8비트 또는 컬러 24비트 영상인데 비해 의료 영상은 흑백 8비트 또는 흑백 16비트 영상이며, 또한 일반적인 영상은 4096단계 또는 65536단계의 명암 단계(gray level)를 갖는데 비해 GIF, JPEG 등의 의료영상인 흑백 영상은 256 명암 단계만을 표현할 수 있기 때문이다. 따라서 4096 또는 65536 명암 단계의 흑백 영상을 256 명암 단계의 영상으로 변환하여야 한다. 이렇게 변환하여 얻은 영상을 window level, window width를 이용하여 4096 또는 65536 단계로 임의로 영상을 조절할 수 있게 한다. 이러한 영상 변환방법은 하드웨어인 변환 보드와 소프트웨어인 변환 알고리즘을 사용하는 방법이 있다. 본 논문에서는 DICOM 변환 알고리즘을 구현하여 256 명암 단계의 흑백 영상으로 변환한 후에 다시 이것을 웹 검색 도구가 표시할 수 있는 JPG 형식으로 만들었다.

3.1.3 변환 알고리즘

PACS 시스템의 표준 프로토콜인 DICOM에 지원을 받을 수 없는 영상은 부록과 같이 구현된 변환 알고리즘을 이용하여 그 영상이 PACS에 전송될 수 있도록 설계하였다.

3.1.4 사용자 환경

사용자 환경은 웹을 채택한 하이퍼텍스트(hypertext)의 개념을 적용하여 쉽게 사용방법을 터득할 수 있도록 하였다.

3.1.5 폴더 개념을 도입한 영상검색

표준 폴더 개념을 도입하여 환자-촬영 검사-시리즈-영상의 4단계 검색경로를 따라 영상을 검색하고 있으며, 각 단계별로 각종 검색 키를 사용할 수 있어서 원하는 영상을 쉽고 빠르게 찾을 수 있다.

3.1.6 웹 기반 모듈

웹을 사용하기 위해서는 하이퍼미디어를 지원하는 브라우저가 있어야 하므로 브라우저는 클라이언트에 설치하여 서버로부터 제공받는 정보를 사용자를 위해 재구성하는 역할을 담당한다. 따라서 웹은 완벽한 분산 클라이언트/서버 모델 하에서 작동하며, 아울러 클라이언트의 멀티미디어 환경을 이용하여 다양한 형태로 정보를 표현할 수 있도록 하였다. 웹을 지원하기 위한 궁극적인 목표는 다양한 통신 환경과 데이터 베이스 어플리케이션들을 TCP/IP 기반의 인터넷 환경으로 일원화하도록 하였다.

3.1.7 운영체제

디지털 장비에서 얻은 의료정보를 DICOM 프로토콜에 맞춰 영상정보는 저장 기구에, 검사 환자의 정보 및 영상에 대한 정보는 데이터 베이스에 저장한다.

각 사용자로부터 웹 서버를 통해 자료 요청이 들어올 경우 CGI(Common Gateway Interface) 기법을 사용하여 정보를 교환한다. CGI 프로그램은 데이터 베이스 검색결과를 가공하여 HTML 형식의 자료로 만들어 WWW 서버에 전달하여 사용자에게 제공한다.

정보의 검색은 여러 가지 조건 즉 환자명, 검사일시, 환자 ID 등으로 검색할 수 있으며 검색된 검사, 환자의 영상 정보는 자바 알파넷을 통해 조회한다.

영상 뷰너 에서는 검사, 환자 영상을 Service 단위로 전송한다. 영상 뷰너는 자바 알파넷으로 웹 브라우저에서 이미지 프로세싱이 용이하도록 만들어졌다.

3.2 PACS의 영상처리

사용자 인터페이스의 중요한 기능으로 Zooming 기능, Rotate 및 Flip기능, Brightness 및 Contrast기능, Navigation기능, Window Width and Level Change기능 등으로 검색을 용이하게 하며, 획득되어 들어온 영상을 자동으로 적절하게 조절할 수 있도록 하여 영상처리의 효율성을 높인다.

3.2.1 Zooming

획득된 영상을 확대하거나 여러 개의 영상을 하나의 스크린에서 볼 수 있도록 확대 및 축소기능을 제공한다.

3.2.2 Rotate 및 Flip

영상 획득시 방향이나 상하 좌우가 바뀌었을 경우 이를 수정하는 회전 및 대칭을 할 수 있도록 한다.

3.2.3 Brightness 및 Contrast

영상의 판독시 사용자의 조절에 따라 실시간에 영상의 밝기와 대조도를 조절하는 기능이 필요하다.

3.2.4 Navigation

환자번호, 환자이름 등을 조합으로 찾을 수 있으며, 환자의 촬영기록으로 찾는 기능은 판독 결과 비교시 꼭 필요한 기능으로 원하는 내용을 찾을 수 있도록 한다.

3.2.5 Window Width & Level Change

영상을 디스플레이 할 때 자동적으로 알맞은 영상 폭과 깊이를 선택하는 기능을 할 수 있도록 한다.

IV. 결과 및 고찰

4.1 인터넷 PACS의 효과

본 논문에서 구현한 시스템은 최근 인터넷에서 표준 프로토콜로 자리잡아 가고 있는 웹 기술을 사용하였기 때문에 영상 관리 서버 및 클라이언트의 기종이나 운영체제에 독립적이며, 보다 유연하게 시스템을 구현할 수 있는 점이다. 또한 본 연구에서 설계, 구현된 DICOM 변환기를 사용하여 기존의 장비와 연동시켜 추가 비용 없이 하나의 시스템에서 클라이

언트와 서버가 동시에 공유되게 함으로 네트워크를 통한 정보전달을 용이하게 할 뿐 아니라 단계적으로 PACS를 구축할 수 있도록 설계되었다. 웹을 기반으로 한 인터넷이 급속하게 확산되고 있기 때문에, 기존의 클라이언트-서버 구조를 대체할 수 있는 시스템으로 발전할 수 있다.

4.2 비교 분석

일반적인 방식은 고속의 근거리 전산망(LAN)을 사용하므로 영상 전송 속도가 빠르고, 영상 처리를 위한 전용 모니터와 보드를 사용하므로 영상의 화질이 좋다. 그러나 전용 장비만을 사용해야 함으로 가격이 고가이며, 또한 설치와 유지 보수, 초기 투자비용이 너무 비싸다. 반면에 인터넷 방식은 국내 인터넷 전송 회선이 대용량의 영상을 전송 하기에는 영상 전송 속도가 늦고, 화질이 떨어진다.[9-14] 그러나 웹 서비스 검색 도구와 DICOM/Web 변환 장치를 이용하면 초저가격으로 실현할 수 있으며, 보다 다양한 종류의 영상을 직접 처리 할 수 있으리라 생각 되므로 화질 문제도 개선 되리라 기대한다.

V. 결론

본 연구에서 설계 구현한 DICOM 변환기 기술과 인터넷 기술을 접목하여 보다 쉽고 저렴한 비용으로 의료 영상을 전송하고 검색할 수 있는 방법을 설계했으며, 이 시스템으로 대학연구센터와 3개의 병원 방사선과를 서로 연결하는 Teleradiology을 실현하였다. 기반 기술의 미숙으로 일반적인 접근방식에 성능이 우려되지만, 향후 의료기관처럼 다양한 기종의 컴퓨터 의료기기를 기반으로 하고있는 시스템이 LAN 환경 웹에서 접속되어 있는 경우에는 그 성능이 기대된다. 이를 위해서는 DICOM과 웹을 직접 인터페이스 하는 부분에 대한 연구가 수정되어야 할 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] G.R. Lawrance, G.A. Marin, S. E. Navon, "Hospital PACS" SPIE, 626, pp792-739, 1986.

[2] Gennip E, Poppel BM, Bakker AR et al. "An analysis of the costs of a hospital wide Picture Archiving and Communication System with the software Package CAPACITY European Journal of Radiology", 12:pp69-78, 1991.

[3] Bauman RA, Taaffe JL, "Evolution of picture archiving and communication system", J Digit Imaging. 4:pp37-42, 1991.

[4] Tucker DM, Barnes GT, Koehler RE, "Picture archiving communication system in the intensive care unit". Radiology, 196:pp297-304, 1995.

[5] Taira R.K, Breant C.M, Chan H.M, et al, "Architectural Design and Tools to Support the Transparent Access to Hospital Information System, Radiology Information Systems, and Picture Archiving and Communication Systems", Journal of Digital Imaging, Vol 9, No1:pp1-10, 1996.

[6] Seshadri S.B, Kishore S.K. Arenson R.L, "Software Suite for Image Archiving and Retrieval", Radiographics, 12:pp375-363, 1992.

[7] Wongs A.W.K, Huang H.K, Arenson R.L, et al, "Digital Archive System for Radiologic Images", Radiographics, 14:pp1119-1126, 1994.

[8] Wiltgen M, Gell G, Graif E, et al, "An Integrated Picture Archiving and Communications System, Radiology Information System in Radiology Department", Journal of Digital Imaging, Vol 6, No1:pp16-24, 1993.

[9] Samuel JD, "Imaging system architectures for picture archiving and communication system", Radiologic Clinics of North America, 34:pp496-503, 1996.

[10] Gennip EM, Enning J, Ficher F. et al, "Guidelines for cost effective implementation of Picture archiving and communication systems approach building on practical experiences n three european hospital", International Journal of Biomedical Computing, 43:pp161-178, 1996.

[11] Steven CH, "Image acquisition", Radiologic

Clinics of North America, 34:pp463-494, 1996.

[12] Fred W. Prior, "Specifying DICOM Compliance for Modality Interfaces", Radiographics, 13:pp1381-1388, 1993.

[13] Bidgood WDjr, Horii SC, Prior FW, et al, "Understanding and Using DICOM the data Interchange standard for Biomedical", JAMIA 4: 199-212, 1997.

[14] Beard D, Parrish D, Steveson D, "Cost analysis of film image management and four PACS systems", SPIE MedicalImaging IV, 1446:pp442-450, 1992.



지연상(Youn-Sang Ji)

1961년 11월 5일생

1990년 8월 조선대학교 전산계산학과 졸업 (이학석사)

1999년 조선대학교 전산계산학과 졸업 (이학석사)

1999년 조선대학교 전자계산학과 (박사과정 수료)
1994년 3월~현재 광주보건대학 방사선과 부교수 재직

※ 주관심분야 : 소프트웨어 공학. 원격의료 진단 시스템. PACS 시스템.



이성주(Sung-Joo Lee)

1970년 한남대학교 물리학과 (이학사)

1992년 광운대학교 전자계산학과 (이학석사)

1998년 대구가톨릭대학교 전자계산학과 (이학박사)

1988년~1990년 조선대학교 전자계산소 소장

1995년~1997년 조선대학교 정보과학대학장

1981년~현재 조선대학교 컴퓨터공학부 교수

※ 관심분야 : 소프트웨어 공학. 프로그래밍 언어. 객체지향 시스템 러프 집합