

論文2001-38CI-4-5

웹 상에서 DICOM 변환기를 이용한 MINI-PACS 설계 및 구현

(A Design and Implementation of MINI-PACS Employing the DICOM Converter on Web Environment)

池 連 相 * , 李 康 鉉 ** , 丁 日 鏞 *** , 李 聖 周 ***

(Youn-Sang Ji, Kang-Hyeon Rhee, Il-Yong Chung, and Sung-Joo Lee)

요 약

병원 내의 정보시스템의 도입은 업무운영 효율의 혁신적인 향상을 가져 올 수 있으며 운영 경비의 절감과 환자에 대한 양질의 서비스를 제공한다. X-ray 필름을 포함한 의료 영상 정보를 효율적으로 관리하는 PACS는 현대화된 병원 정보 시스템에 있어서 필수적인 구성요소로 등장하고 있다. PACS 시스템은 각종 장비에서 서로 다른 형태의 영상 정보를 표준 의료 영상 파일 형식으로 표준화시켜 네트워크로 연결시켜 주어야 한다. 본 논문에서는 이를 해결하기 위해서 DICOM 컨버터를 설계하여 Non-DICOM 파일 형식을 표준화된 파일 형식으로 변환시켜 주는 Mini-PACS를 설계하였다. 이 시스템은 웹 기반에서 운영되고 있으며, 클라이언트 모듈과 서버모듈인 두개의 서버로 운영되고 있는 기존의 시스템과 달리 두개의 서버 기능을 하나로 통합하여 시스템 상호간의 강력한 결합을 이룰 수 있도록 설계 및 구현하였다.

Abstract

Application of information system to hospital would bring innovative improvement on efficiency of business management and provide high-quality services toward patients as well as the retrenchment of operating funds. PACS(Picture Archiving and Communication System) including X-ray film that manages the medical image information effectively, has drawn considerable attention to essential structural elements to the sophisticated information system for hospital. PACS system should be connected to the network after making a form of standard medical image file from different style of image information obtained from various medical instruments. In this paper, to solve this problem, we construct Mini-PACS that converts the form of Non-DICOM file to the form of standard file by designing the DICOM converter. This system is designed to be managed under Web environment. Comparing with the existed Mini-PACs, consisting of the client and server module, our system is designed and implemented with integration of these functions in order to be strongly combine strongly between systems.

* 正會員, 光州保健大學 放射線科

(Dept. of Radiology, Kwang Ju Health College)

** 正會員, 朝鮮大學校 電子情報通信工學部

(School of Elec. & Info-Comm. Eng.)

*** 正會員, 朝鮮大學校 電子計算學科

(Dept. of Computer Science, Chosun University)

接受日:2001年4月9日, 수정완료일:2001年6월12일

I. 서 론

정보화 시대의 도래와 함께 현대의 병원들에 있어 병원 내에서 발생하는 의료 정보 및 각종 정보는 다음과 같이 구별 할 수 있다. 첫째, 환자의 진료에 관한 각종 정보이다. 환자의 진료에 대한 내용을 컴퓨터에 입력하면 환자가 다른 부서에 이동하더라도 즉시 관련된 업무를 수행할 수 있도록 한다. 이러한 진료정보 시스

템을 위해서는 진료정보가 발생하거나, 정보의 출력을 필요로 하는 모든 곳에 정보가 전송될 수 있는 LAN이 설치되어야 한다. 즉, 병원정보 시스템은 의사의 치료과정의 결정을 보조하고 진료에 필요한 지식을 가능한 많이 사용하도록 도와준다.

정보 시스템의 효과적인 도입은 병원 내의 업무운영 효율의 혁신적인 향상을 가져올 수 있으며, 운영경비의 절감과 함께 환자에 대한 양질의 서비스를 제공하는 것이 가능해지기 때문이다. 정보 시스템의 도입효과를 극대화하기 위해서는 부분적인 전산화 수준에서 벗어나 병원내의 모든 정보를 통합 관리하는 전체병원 규모의 정보 시스템 구현이 요구되고 있다.

둘째, 의료 영상의 정보화이다. 병원에서 발생하는 의료 정보 및 각종 정보 중에서 가장 많은 양의 정보는 방사선의 각종 환자에 대한 의학 영상 정보화이다. 의료 영상 자료(X-ray film 등)는 종합적인 의료 정보 데이터 베이스가 요구되고, 이를 위해서는 고속의 데이터 전송망과 의료 영상 기기, 영상 출력 모니터 등을 포함한 컴퓨터 시설이 필요하며, 이는 난이도가 가장 높은 의료 정보화 분야라 할 수 있다.^[2]

현재 의료기관에서 사용중인 대부분의 의료 영상 장비들은 영상 데이터를 필름형태로 취급하기 때문에 다량으로 출력된 필름의 보관이나 검색에 많은 노력과 경비가 요구되고 있는 실정이며, 병원이 대형화 될 수록 이러한 문제의 심각성은 더 하다.^[3~5]

병원내의 영상 정보를 포함한 각종 정보의 관리를 담당하는 PACS(Picture Archiving and Communication System)는 현대화된 병원정보 시스템에 있어서 필수적인 구성 요소로서 등장하고 있다. PACS의 도입에 대한 검토와 고려는 앞으로 모든 병원에 실제적인 문제로 다가오게 될 것으로 보여진다. 그러나 막대한 예산과 노력이 소요되는 정보 시스템을 병원 내에 성공적으로 도입 구축하기 위해서는 급속히 발전하는 정보 시스템 기술을 바로 이해함과 동시에 병원내의 여러 가지 여건과 적절히 조화를 이루는 시스템의 도입과정이 필요하다.

지금 도입되어 가동되고 있는 대부분의 전체 PACS는 초기 비용의 많은 투자로 UNIX운영체제로 인한 오퍼레이터가 필요할 뿐만 아니라 각종 장비에서 획득된 서로 다른 파일 형태의 의료 영상 정보를 표준화 시켜 네트워크로 연결시켜주는 시스템이다. 이와 같은 시스템은 병원에서 PACS를 도입하는데 많은 제한 사항이

따르고 있다.^[6]

기존의 병원에서 사용되고 있는 정보화를 완전히 무시하고 새로운 정보화를 구축하는 것은 경제적 손실을 초래한다. 또한, 많은 투자비용으로 PACS를 구축한다는 것은 병원의 경영을 악화시킬 수 있다는 부분을 생각할 때 중소 병원에서 적은 투자로 점진적으로 확장하고, 통합할 수 있는 소형의 부분적인 시스템이 유리하다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위한 방법의 하나로 기존 병원 정보화를 기반으로 시스템을 확장, 통합 할 수 있는 Mini-PACS를 설계 구현했다. 이 시스템은 DICOM(Digital imaging and communication in Medicine) 컨버터를 설계하여 Non-DICOM 파일 형식을 표준화된 파일 형식으로 변환시켜주었고 또한 웹 상에서 시스템이 운영 되도록 인터페이스 부분에 있어서 클라이언트 부분과 서버 부분을 통합함으로써 한 시스템 내에서 두 가지 역할을 동시에 수행할 수 있게 설계했다. 또한 적은 투자로 구현이 가능할 뿐만 아니라 점진적으로 확장 및 통합이 가능해 지고 윈도우 환경 상에서 구현하여 중소 병원에서 사용할 수 있게 하는데 목적을 두었다. 그 밖에 웹을 통해 환자와 관련된 정보인 환자정보, 영상정보, 검사정보 그리고 시리즈(modality에 대한 정보) 등을 종합적으로 관리가 용이하게 하였다. 즉, 부분적인 PACS와 웹 모듈이 혼합된 아키텍처 구조를 갖는다. 다른 장점으로는 단일화된 환경(TCP/IP), 가벼운 클라이언트 환경, 구현이 용이하므로 경제적이고 생산성 향상이 뛰어나게 설계되었다.

II. PACS 시스템

필름을 사용하는 전통적인 방식은 필름의 보관, 검색, 공급 등의 관리에 어려움이 뒤 따른다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 X선, CT, MRI 등에 의해서 촬영된 내용을 촬영과 동시에 디지털 영상으로 변환하여 기억장치에 저장시킨 후 이를 이용하여 환자를 진료하기 위한 포괄적인 영상 저장 및 전송 시스템인 PACS 시스템이 등장하였다.

PACS에서 취급되는 영상 데이터는 DICOM에 의해 관리되며, 의료 영상 기기들과 진료진들을 하나로 연결해 주고 있다. PACS는 시스템의 구성에 따라 전체(full) PACS, 부분 PACS, 원격 영상의 3가지로 세분할 수 있다. 전체 PACS는 병원에서 발생하는 모든 의료

영상을 기기별로 저장 및 분배, 판독, 그리고 진단을 위하여 외부 시스템과 인터페이스 등이 통합적으로 된 시스템이다. 부분적인 PACS는 특정 기기에 대한 생산성 향상을 목적으로 전체가 아닌 단위별로 운영되는 시스템이며 원격 영상은 원격지 간의 의료 영상의 전송, 공동 판독 등을 지원하는 의료영상 처리 시스템이다.

PACS는 [그림 1]과 같이 4가지 시스템으로 구성된다. 영상 발생 장치는 PACS에서 영상 발생을 담당하는 부분으로 컴퓨터 단층 촬영기(CT), 자기공명 영상장치(MRI), 초음파 진단장치 등이 있으며, 영상 저장 장치는 영상 발생 장치에서 발생된 영상은 환자 정보, 진단 정보 등 부가적인 정보와 함께 하드 디스크, CD-ROM, DVD-ROM, 슈크 박스등에 저장된다.

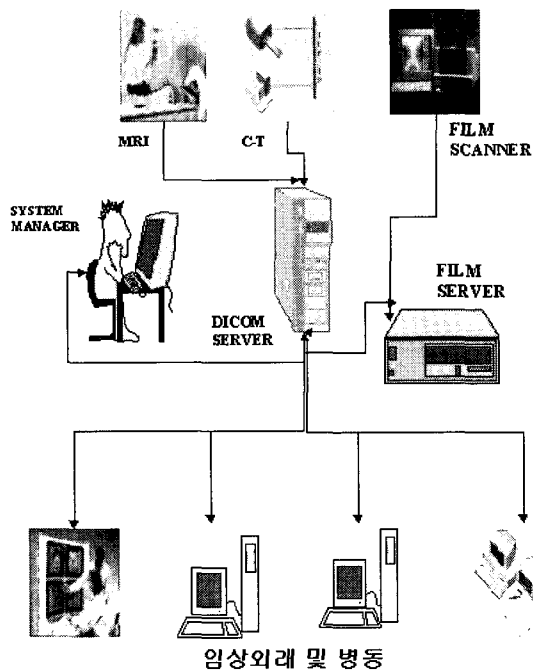


그림 1. PACS 시스템 구성도
Fig. 1. General PACS System Configuration.

영상 전송 장치는 영상이 발생하는 장소에서 저장하는 장소까지, 모니터를 통해 영상을 출력하는 장소까지 전송할 수 있는 전송 장치가 필요하다. 전송 장치는 저장 장치와 같이 필요로 하는 의료 영상의 출력 속도에 따라 구성하는 것이 효율적이며, 이를 위하여 최근에는 인터넷을 이용한 접근이 시도되고 있다.^[7] 영상 출력 장치는 영상을 최종적으로 출력하는 출력용 모니터로, 필름 수준의 영상을 제공하여 진료를 수행하는데 무리

가 없어야 한다.

III. ACR-NEMA와 DICOM

병원의 디지털 영상 정보에 있어서 가장 큰 문제점은 기존의 의료 기기나 또는 최근에 개발된 의료 기기들을 어떻게 시스템에 인터페이스 할 것인가 이다.^[8,9] 이러한 문제를 해결하기 위해 시스템간의 정보 교환이 가능한 통신 프로토콜의 표준화를 위해 ACR-NEMA 1.0과 Version2.0을 발표하였다.^[10] 그러나, 두 표준간에는 의료 정보 교환 방법, 네트워크 계층 및 트랜스포트 계층의 기능, 통신 기술의 적용에 구조적인 문제점이 있으므로 ACR-NEMA는 PACS 프로토콜 표준인 DICOM을 발표하였다. [그림 2]는 DICOM 표준안 버전 명세로 네트워크와 연결할 수 있는 컨버터의 정의, 하드웨어에 대한 표준안 정의, 영상들에 대한 표준 규격, 통신을 위한 프로토콜 등을 정의하였으며, 이를 이용하여 이 기종의 영상 진단 장비를 가지고 PACS를 구성하는 경우에 데이터와 영상을 효율적으로 교환하고 전송할 수 있도록 한다.^[11-14]

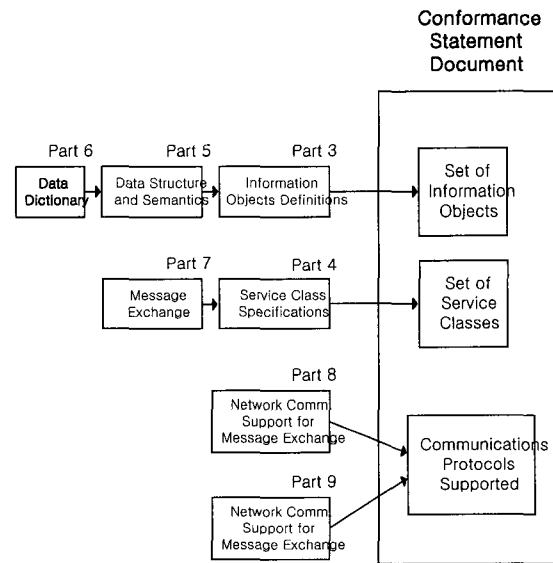


그림 2. DICOM 표준 버전 명세서
Fig. 2. DICOM Standard Version Specification.

Conformance는 PACS 응용 객체의 동작에 대한 필요 조건과 구현 요구 조건을 정의하며, 승인된 정보 객체의 집합들은 데이터 사전, 데이터 구조와 의미, 정보 객체에 대한 정의로 구성된다. 데이터 사전은 객체를

만들기 위한 개별 정보 속성을 제공하는 데이터 요소들을 정의하는데, 이러한 데이터 요소들은 표준 그룹, 승인 그룹 그리고 오버레이 그룹으로 분류 된다. 데이터 구조와 의미는 사용되는 정보 객체와 서비스 클래스 결과로부터 DICOM 어플리케이션 엔티티가 어떻게 기술되는가를 보여주며, 데이터 스트림 구축에 관한 필요한 엔코딩 규칙들을 설명한다.

정보 객체에 대한 정의(IOD)는 많은 부분의 객체 클래스가 정의되는데, 정보 객체 클래스 정의는 정보를 정의하기 위한 속성과 목적이 기술된다. 서비스 클래스는 모든 서비스 클래스에 의해서 공유된 특징들을 정의하며, 개별적인 서비스가 어떻게 구축되어 지는지를 기술한다. 메시지 교환은 진단 영상 획득, 디스플레이 기록을 위한 정보와 명령어들의 교환을 정의한다. 메시지 교환 프로토콜은 통신 양식과 메시지 구조를 결정하기 위한 규칙과 형식의 집합을 정의한다. 네트워크 통신을 제공하기 위한 서비스와 상위 계층 프로토콜을 제공하여 응용 계층에서 일대일 메시지 교환 서비스를 제공하는 필수적인 네트워킹 서비스를 유지하게 한다.

일반 영상에서 얻어진 영상 파일 형식과 DICOM 3.0에서 얻어진 파일 형식은 서로 다른 데이터 셀과 픽셀로 구성되었다. 각각 다른 영상의 데이터 파일과 픽셀 구조를 살펴보면 다음과 같다.

데이터 셀은 실세계의 정보 특성을 나타내며, 대상 객체들의 성질에 대한 코드화된 값을 가지고 있는 데이터 원소들로 구성된다. [그림 3]은 데이터 구조를 나타내며, 데이터 원소(data element)는 데이터 원소 태그, 표시 값, 키 값, 그리고 필드 값의 네 개 필드로 구성된다.

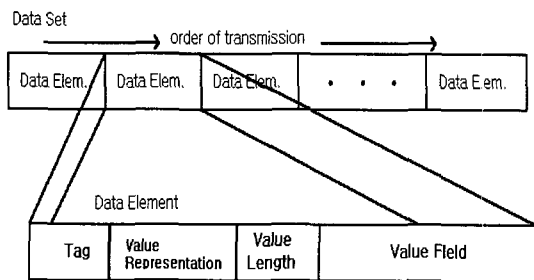


그림 3. 데이터 구조
Fig. 3. Structure of data set.

데이터 원소 태그(Data Element Tag)는 16비트 양의 정수로 정렬된 한 쌍은 원소 번호에 의한 그룹 번호를

의미하고, 표시 값(Value Representation)은 2바이트 문자열로 구성되며, 두개의 문자는 DICOM의 디폴트 문자 셀에 있는 문자들을 이용하여 코드화 된다. 키 값(Value Length)은 16비트 또는 32비트 부호 없는 정수로 구성되며, 필드 값의 길이를 포함 한다. 필드 값(Value Field)은 데이터 원소 값을 포함하고 있는 바이트를 포함한다.

[그림 4]와 같이 영상 픽셀 데이터는 픽셀 데이터 원소의 값 내에 저장되어, 윈도우에서 DICOM 영상 데이터가 어떻게 표현되는가를 보여주는 부분이다. 영상 평면(Image Plane)을 위한 픽셀 데이터 코드화 방법은 좌측에서 우측으로 그리고 위에서 아래로 한번에 한 행씩 이동하는데, 각각의 픽셀은 하나 또는 그 이상의 픽셀 샘플 값으로 구성된다.

각각의 픽셀 셀(cell)은 하나의 픽셀 샘플 값을 포함한다. 픽셀 셀의 크기는 Bit Allocated에서 구체화되고, 픽셀 샘플 값에 할당된 비트들의 수는 Bit Stored 부분에서 정의된다. High bit는 Bit stored 부분의 가장 높은 order bit 부분을 명시한다. 결과적으로 [그림 5]의 CT 픽셀 구조와 [그림 6]에서 표현된 MRI 픽셀 구조와 같이 Bit Stored는 Bit Allocated 보다 작음을 알 수 있다.

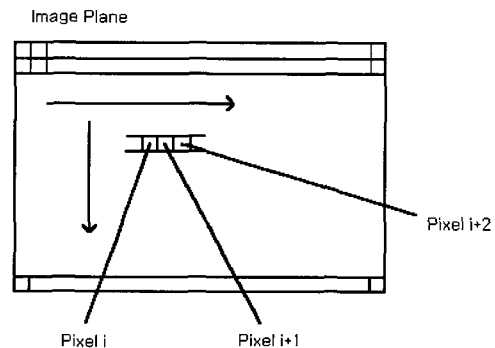


그림 4. 픽셀 데이터 이동
Fig. 4. Movement of Pixel Data.

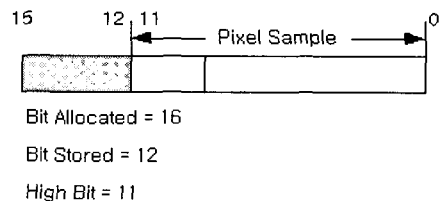


그림 5. CT 픽셀의 구조
Fig. 5. Structure of CT Pixel.

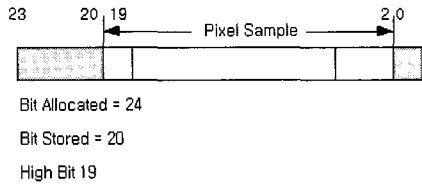


그림 6. MRI 픽셀의 구조
Fig. 6. Structure of MRI Pixel.

이와 같이 데이터 베이스에 저장되어있는 영상정보는 DICOM형식이 아니기 때문에 웹 검색 도구에서는 직접 영상을 볼 수 없다. 따라서 이러한 영상들을 웹 검색도구가 표시할 수 있는 형식인 GIF 또는 JPG 형태로 변환하여야 한다. 일반적인 영상은 흑백 8비트 또는 컬러 24비트 영상인데 비해 의료영상은 흑백 8비트 또는 흑백 16비트 영상이며, 또한 일반 영상은 4096단계 또는 65536단계의 명암단계(Gray level)를 갖는데 비해 GIF, JPG 등의 의료 영상은 256 명암 단계를 표현할 수 있기 때문이다. 따라서 4096 또는 65536 명암 단계의 흑백 영상을 256 명암 단계의 영상으로 변환하여야 한다.^[15~18] 이렇게 변환하여 얻은 영상을 Window level, Window width 값을 이용하여 4096 또는 65536 명암 단계로 영상을 임의 조절할 수 있게 한다. 이러한 영상 변환 방법은 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. 변환 알고리즘을 설계하여 구현하였다.

IV. 제안된 시스템의 상세도

[그림 7]은 본 논문에서 제안된 시스템의 구성도로, 웹 모듈(Web-Based Module), 클라이언트/서버 모듈(Client-Server Module), 내부 관리 모듈(Internal Management Module) 그리고 획득 모듈(Acquisition Module)로 구성된다.

웹 모듈과 클라이언트/서버 모듈은 각각 독립적인 기능을 갖고 있으나, 이들은 내부 관리 모듈과 획득 모듈을 공통으로 사용할 수 있도록 하였으며, 영상 관리 서버는 웹 상에서 ASP를 작동하여 DICOM 3.0 표준안에 의해서 사용될 수 있도록 설계하였다.

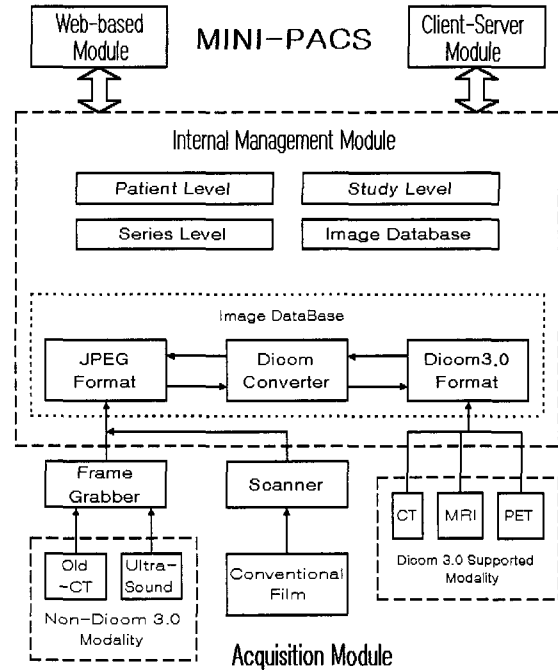


그림 7. 제안된 시스템의 구성도
Fig. 7. Proposed System's Configuration.

1. 웹 기반 모듈(web-based module)

웹의 형태는 HTML의 문서를 통한 정적 위주의 서비스 형태에서 동적 서비스 형태로 변화하고 있다. 사용자가 웹에서 정보검색을 요구하면 웹 서버는 검색하는 로직을 수행하는 응용 프로그램을 구동하여 그 결과를 HTML 페이지 형태로 가공하여 요청한 브라우저로 보낸다.

더 나아가 지속적인 발전을 거듭하면서 웹과 관련된 많은 도구들이 개발되었고, 사용자의 편리성이 극대화될 뿐만 아니라 멀티미디어 환경이 지원된다는 장점으로 인해 인터넷의 수많은 정보들이 웹을 위해 재편되고 있다.

웹을 사용하기 위해서는 하이퍼미디어를 지원하는 브라우저가 있어야 하므로 브라우저는 클라이언트에 설치되어 서버로부터 제공받는 정보를 사용자를 위해 재구성하는 역할을 담당한다.

웹은 완벽한 분산 클라이언트/서버 모델 하에서 작동하며, 아울러 클라이언트의 멀티미디어 환경을 이용하여 그래픽, 오디오, 등 다양한 형태로 정보를 표현할 수 있도록 하였다. 또한 다양한 통신환경과 데이터베이스 그리고 어플리케이션들을 TCP/IP 기반의 인터넷 환경

으로 일원화하여 클라이언트에서는 컴퓨터 기종에 관계없이 웹 브라우저만을 이용하여 모든 정보를 이용할 수 있게 하였으며, 웹 기반의 클라이언트/서버 시스템을 도입하기 위해 다음과 같은 요구 사항들을 수용하게 하였다.

개발의 용이성은 인트라넷 환경에서 사용자들의 다양한 요구 사항을 만족시킬 수 있는 개발 툴이다. 확장성은 클라이언트로부터 DBMS 액세스 요청이 증가할 경우 HTTP 서버나 어플리케이션 서버, 데이터베이스 서버들을 적절하게 시스템의 부하를 분산시키거나 통제할 수 있는 기능이다. 기존 시스템과의 연계성으로 웹을 위한 클라이언트/서버 시스템 도입이 기존의 클라이언트/서버 시스템과의 호환성이다. 서비스 용이성은 사용자들의 요구 장소에 관계없이 쉽게 서비스를 제공함으로 웹 기반 클라이언트/서버 시스템에서도 클라이언트들은 장소에 제한 받지 않는 서비스의 용이성을 말한다. 보안성은 브라우저를 이용하여 중요 정보에 접근될 수 있으므로 중요한 정보에 대한 보안성이다.

또한, 영상관리 서버는 처리 시간을 단축하고 동적이면서 상호 대화적인 어플리케이션을 작성할 수 있도록 ASP(Active Server Page)를 이용하여 구축하였다. [그림 8]은 웹 브라우저가 스크립트를 요청하면 웹 서버는 스크립트를 해석하여 필요한 처리와 데이터를 가공하여 HTML 형태로 웹 브라우저에 전달해 주는 ASP의 작동 원리를 나타낸다.

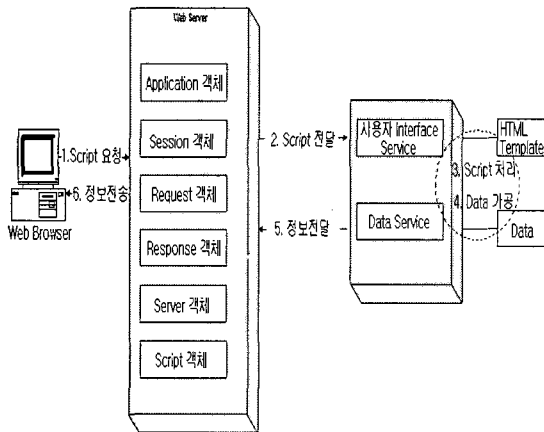


그림 8. ASP의 작동 원리
Fig. 8. Operating principle of ASP.

본 연구에서는 웹 기술을 이용해 브라우저를 통한 환자 정보, 영상 정보, 검사 정보 그리고 기기정보, 영

상 플러그인들을 입력하여 [그림 9]와 같이 검색하도록 하였다.

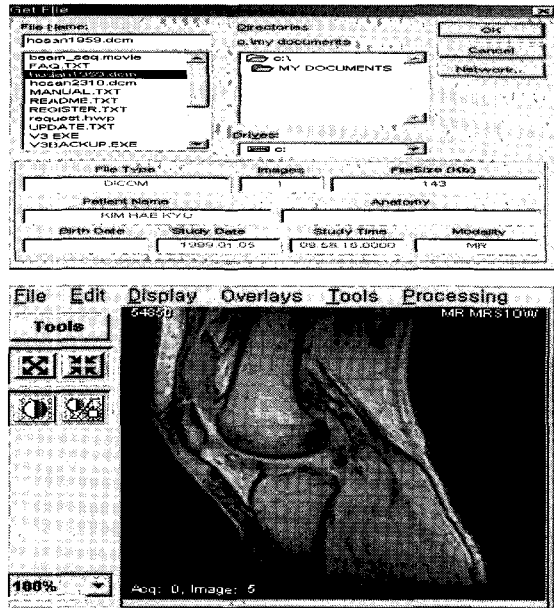


그림 9. 영상 플러그인
Fig. 9. Image Plug-In.

2. 클라이언트/서버 모듈(Client/Server Module)

DICOM은 의료영상 장치들 사이에서 의료 영상 정보들을 전송하는 표준 프로토콜이다. DICOM의 목적은 열린 구조를 지향하며 사용자들로 하여금 Copmputer Radiography와 Digitized Film Radiography뿐만 아니라 다양한 의료영상 장비들을 연결하는 표준 프로토콜을 제시하고 있다. 현재 PACS 시스템의 구성에 있어서 DICOM은 준수 규격이지만 시장에 나와 있는 모든 업체들이 DICOM을 준수하고 있는 것은 아니다. 하지만 DICOM은 기존의 서로 다른 업체들의 의료기기들을 연결하는 문제점에 대한 고려와 ACR-NEMA, 그리고 각국의 의료기기 생산업체들의 지지를 통하여 계속 발전하고 있으며, 계속해서 이를 준수하는 기기들이 개발되고 있다.

클라이언트/서버모듈 부분은 클라이언트가 보낸 요구를 서비스가 처리한 후에 그 결과를 클라이언트 쪽으로 다시 보내는 상호 처리를 기본으로 하고 있고, 클라이언트/서버 환경은 LAN/WAN 기술과 멀티벤더 기술을 포함하고 분산처리를 기반으로 통합하기 때문에 유연한 시스템 즉, 개방형 시스템이 되어야 한다.

본 논문에서는 이러한 개념을 기반으로 하여 클라이언트 모듈(SCU : Service Class User)과 서버모듈(SCP

: Service Class Provider) 형태로 구분하였다. 즉, 클라이언트모듈은 환자가 질의를 요청할 경우 영상을 보여주기 위한 viewer 부분이고, 서버모듈은 질의한 환자에게 요청한 정보를 제공해 주는 부분이다. 즉, 영상을 보여주기 위한 뷰어 부분이고, 서버 모듈은 질의 환자에게 제공할 영상 정보에 대한 클래스 상에서의 모듈로서 전자가 요청한 정보를 제공해 주는 부분이다.

본 연구에서 제안한 Mini-PACS에서는 SCU 기능과 SCP 기능을 분리하지 않고 하나의 시스템에서 두 가지 역할을 수행하도록 하였으며, 원격지에 있는 다른 클라이언트나 서버에서도 장소에 관계없이 정보를 상호 공유할 수 있도록 [그림 10]과 같이 사용자 인터페이스를 설계하였다. 사용자 인터페이스 부분으로 클라이언트/서버모듈이 어떻게 수행되고 있는가를 보여주고 있다. 먼저 image X는 위쪽에 있는 SCP에 저장된다. 저장된 영상은 아래쪽에 있는 SCU에서 볼 수 있다. 그리고 그 영상을 다시 Remote 되어진 다른 클라이언트 쪽에서 볼 수가 있다.

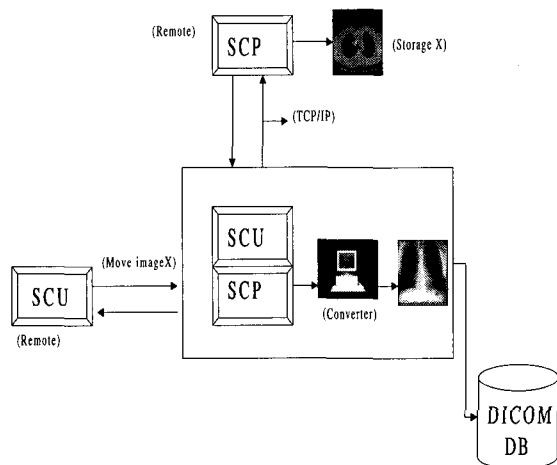


그림 10. 사용자 인터페이스
Fig. 10. User Interface.

클라이언트모듈(SCU : Service Class User)는 SCP로 이미지들을 저장하기 위해서 다음과 같은 양식을 따른다. Storage Service Class SCP로의 Association을 열고 전송할 이미지를 포함하고 있는 DICOM 메시지를 포맷한다. 그리고 SCP로 이미지를 보내고, SCP로부터 응답을 받고 전송결과 상태를 검사한다. 다음으로 다른 이미지들을 SCP로 보내거나 Association을 닫는다. SCP(Storage Class Provider)는 서비스 클래스 SCU로

부터 Association을 받는다. 그리고 SCU로부터 보내진 Storage 요구 메시지를 받고 처리한다. 또 Storage 요구 메시지에 대한 결과로서 Storage Code를 포함한 응답 메시지를 보낸다.

3. 내부 관리 모듈(internal management module)

내부관리 모듈에서는 다음과 같은 항목들을 입력, 조회, 수정할 수 있도록 한다. Patient level로 환자에 대한 다양한 정보를 보유하고, study level은 정보 중에서 중요한 부분으로서 특정 부위의 검사에 대한 검진 결과 등 환자는 여러 개의 경우를 갖는다. Series level은 영상을 제작하는 장비 형태의 정보를 보유하고 image level은 영상 획득과 위치 정보와 영상 데이터를 포함하며 image database는 영상 데이터의 영구적인 보관을 위해 압축하여 저장한다.

4. 획득 모듈(acquisition module)

본 연구에서는 새로운 고가 장비의 도입에 따른 추가비용의 부담을 덜기 위해서 기존의 장비에 DICOM 변환기를 설치하였다.

DICOM 변환기를 구현하게된 주된 목적은 의료진단 시스템의 발달에 따라 장비들 사이에 있어서도 많은 변화를 가져오게 되었다. 그러나 아직도 필름만을 의존하는 병원들이 적지 않다. Mini-PACS의 영상 입력부에서는 개발된 시스템에 연결하려는 장비가 DICOM 표준안의 지원 여부를 구별하여 지원하지 않는 경우는 변환기를 통해 변환하도록 하였다.

제안된 시스템으로 표준안을 지원하지 않는 장비에서도 기능할 뿐 아니라 DICOM 포맷을 따르지만 최신 표준안을 지원하지 않는 파일형태 (DICOM1.0/2.0)의 경우에는 영상신호 케이블에 분기장치를 설치하여 개발된 시스템내의 Frame Grabber로 영상이 입력되도록 하였다. 입력받은 영상은 오퍼레이터의 필요에 따라 8/16 bit 나, RGB Color 등 표준안을 지원하는 파일로 변환하여 데이터베이스에 저장될 수 있도록 하였다. 이러한 상황을 근거로 DICOM에 관한 연구는 장기적인 안목으로 볼 때 더 많은 연구가 이루어져야 한다 앞으로 국제적인 표준안을 따르지 않은 시스템의 경우 다음과 같은 어려움이 예상되기 때문이다.

시스템 확장시 업체 선정에 많은 제약을 받게 되고, 만일 그 업체가 소멸될 경우 시스템의 유지 보수가 불가능해지기 때문이다. 또한 타 의료기관과의 정보교환이 힘들 뿐 만 아니라 즉, 호환성이 결여된다. 마지막

으로 향후 대규모 원격의료 확장시 장비의 교체 없이는 사용 불가능하기 때문이다.

V. 설계 구현된 Mini-PACS의 분석

현재 널리 쓰이고 있는 공개 DICOM 변환기는 여러 가지 문제점을 내포하고 있는데 이들중에 대표적인 것으로는 암시적인(Implicit) VR과 명확한(Explicit) VR 형식을 불인식, 광도 측정의 판단(Photometric Interpretation)이 모노크롬(Monochrome)1의 값을 갖는 경우에 반전된 영상을 출력, 광도 측정의 판단이 RGB인 컬러 영상은 출력 불능, 평면(2차원)구성(Planar Configuration)값이 1인 경우 Color-by-Plane으로 취급하지 못함, Window Center와 Window width에 저장된 값에 따라 영상을 출력 불능, 마지막으로 픽셀 표현 값에 따라 픽셀 값들의 부호 유무가 제대로 결정되지 못하고 있다.^[19-25]

본논문에서 구현된 DICOM 변환기는 기존의 시스템에서 가지고 있는 문제점을 시험하여 아래와 같이 개선하였다.

(1)명확한(Explicit) VR 형식의 DICOM 지원

기존 프로그램중 Scion 이미지의 경우는 명확한 VR 형식의 파일은 다루지 못하였으나 본 시스템에서는 암시적인 VR은 물론 명확한 VR 형식의 DICOM 파일들도 읽어들이 영상을 출력할 수 있었다.

(2) 광도 측정의 판단이 모노크롬 1 일 때.

Gray Scale의 영상인 경우 대부분 DICOM 파일은 태그의 광도 측정의 판단의 값으로 모노크롬 1 또는 모노크롬 2를 갖는다. 전자의 경우 픽셀의 값이 클수록 어두운 값을 나타내며, 후자의 경우는 값이 크면 밝은 값을 나타낸다는 차이가 있다. 대개의 영상 파일에서는 보통 밝은 픽셀일수록 큰 값을 취하는데 이 광도 측정의 판단이 모노크롬 2가 취하는 방식이다. 기존 DICOM 뷰어들은 광도 측정의 판단이 모노크롬 1영상을 2와 같은 식으로 취급하여 반전된 영상을 출력하는 오류를 보였다. 여기 Viewer에서는 태그의 값을 보고 그에 따라 영상을 바르게 표시하였다.

(3) 컬러 영상의 출력

초음파 등의 영상에서 컬러가 나타날 때 대개 DICOM 파일의 광도 측정의 판단은 RGB로 저장한다. 기존 DICOM 뷰어중 Osiris만이 RGB컬러 영상을 출력하였고 나머지는 잘못된 흑백 영상을 출력하였다. 제작

된 프로그램은 컬러 영상을 제대로 출력하였다.

(4) Planar Configuration 값의 취급

RGB 컬러 영상의 경우는 하나의 픽셀 Red, Green, Blue 세 개의 Plane이 존재하며 각 픽셀·데이터들이 픽셀 순서대로 전송되는지 아니면 Plane 순서대로 전송되는지에 따라 Color-by-Pixel과 Color-by-Plane의 전송 방식으로 나뉜다. 태그의 값에 따라 전송 방식이 결정된다. 기존의 프로그램은 이 태그의 값에 상관없이 Color-by-Pixel로 파일을 취급하는 것으로 나타났다. 새로운 프로그램에서는 Color-by-Plane의 파일도 정확히 출력하도록 보완하였다.

(5) Window center 와 Window Width

DICOM 파일의 태그에는 각각 Window center 와 Window Width 값이 저장되는데, 이 값들에 따라 결정되는 픽셀값의 범위가 실제 화면에 표시되는 gray scale영역이 된다.

기존 프로그램들 중 Osiris는 이 태그들의 값을 이용하여 영상을 표시하였으나, 나머지의 경우는 이 값을 무시하고 픽셀 값의 최소 값과 최대 값을 이용하여 Window Level을 결정하는 것으로 나타났다. 구현된 DICOM 뷰어는 DICOM 파일에 기록된 Window Center와 Window Width값을 이용하여 영상을 표시한다.

다음으로 전체 PACS에서 요구되는 주요 사항인 영상 포맷, 디스플레이, 저장, 처리, 압축 및 전송 등 주요 속도 및 기능에 대한 기술적인 문제가 많이 해결되어 전체 PACS의 설치가 가능하게 되었다. 그러나 시스템의 속도가 빠르고 다양한 기능을 가지고 있다더라도 사용자의 요구에 맞지 않으면 유용한 시스템이 될 수 없다.^[26-30]

Mini-PACS는 Fast-Ethernet으로 구축되었으나 병원 전산망인 ATM에 접속하여 기존 데이터망을 최대한 활용하는 네트워크로 설계되어 있으므로 다른 분야 연구에도 응용할 수 있는 기반을 제공할 수 있도록 Mini-PACS 디지털 영상의 표준 규격인 DICOM을 완벽하게 지원하며, 다른 장비와의 연결성 및 호환성이 우수하다. 또한 인터넷 영상 시스템을 갖추고 있어 인터넷을 통한 원격 진단이 가능하다.

전송속도와 전송시간을 전체 PACS시스템과 비교하면 <표 1>과 같이 영상의 종류에 따라 차이가 있지만 임상에서 사용하는 데는 큰 어려움이 없으며 검색속도와 저장 용량에 제한이 따름을 알 수 있다. 일반 고속 데이터 전송망인 ATM은 설치와 유지 보수등 초기 투

자 비용을 고려하면 Mini-PACS 시스템은 비용 면에서 우수하다고 하겠다.

표 1. 영상 전송 시간(sec)
Table. 1. Image transmission time(sec).

구분	Bytes per 1 image	ATM (155Mbps)	Fast-Ethernet (100Mbps)	Ethernet (10Mbps)
CR	10MB	0.5	0.8	8
CT	512KB	0.026	0.04	0.4
MR	128KB	0.006	0.01	0.1
US	900KB	0.045	0.07	0.7

설계 구현된 Mini-PACS의 효과 분석은 모듈성, 확장성, 효율성, 검색정보, 영상처리, 다양성 등으로 나타낼 수 있다.

모듈화는 LAN환경에서 운용되는 데이터베이스로써, 서버에 자료가 입력되는 동시에 PC급 클라이언트가 설치되어 있는 모든 부서에서 데이터 공유가 가능하므로 시스템 설치 및 운영에 있어서 비용 부담이 감소되어 중소, 의원급 병원에 적합한 시스템이다.

점진적 확장성으로 소형, 중형, 대형급등 각 병원의 규모 및 환경에 따라 시스템의 구성을 유연하게 조정할 수 있으므로 병원 예산에 맞추어서 점진적으로 확장할 수 있는 구조를 갖추었다. 효율성으로 동일한 자료를 필름으로 보관 할 때보다 보관 공간을 절약할 수 있고, 인건비와 시간을 절약하여 병원의 생산성 향상과 불필요한 대기시간이 단축시킬 수 있다.

웹을 이용한 정보 검색은 웹을 이용한 의료영상 관리 시스템의 구축으로 웹 브라우저를 통해 손쉽게 영상 정보를 검색할 수 있다. 개방형 구조로 산업 표준을 준수하는 개방형 구조의 하드웨어 및 소프트웨어 기술을 기반으로 시스템을 구성함으로써 여러 개의 다른 정보 시스템과의 용이한 자료교환을 가능하게 하며, 최신 하드웨어나 소프트웨어 출현 시 손쉽게 업그레이드되며 지속적인 성능향상이 가능하게 한다.

VI. 결 론

PACS는 의료기관 전산화의 핵심적인 부분으로서 성공적인 개발과 운영은 경영의 성패와도 직결된다고 할 수 있다. 그러나, 중소 병원이나 의원급 진료 기관에서는 장비에 대한 부담 때문에 full-PACS 설치에 어려움이 있다.

본 연구에서는 고가의 PACS의 주요 기능들을 일반 PC에서 구현하여 일반 중소 병원에서도 사용할 수 있는 Mini-PACS를 구현하였다. 먼저, DICOM 컨버터를 개발하여 기존 장비와 연동시켜 추가 비용에 대한 부담을 최대한 줄였고, 하나의 시스템에서 클라이언트(SCU)와 서버(SCP)를 동시에 공유되게 함으로서 네트워크를 통한 병원에서의 정보 전달을 용이하게 할 뿐 아니라 단계적으로 PACS를 구축할 수 있도록 하였다.

구현된 시스템은 최근 인터넷의 표준 프로토콜을 사용하였기 때문에 영상 관리 및 운영체계에 독립적이며, 보다 유연하게 시스템을 구현할 수 있는 장점을 가지고 있다.

Mini-PACS의 향후 기술 개발은 환자의 병원 방문으로부터 진료, 입원, 수술, 처방 외래진료에 이르기까지 모든 업무를 처리하는 텍스트 중심의 의료정보 전산화 시스템 HIS(hospital information system)과 진단 방사선과의 진단에 관한 텍스트 위주의 컴퓨터 시스템 RIS(radiology information system)의 결합에 있다.

PACS를 포함한 HIS와 RIS의 두 시스템의 통합이 이루어지지 않을 경우 세 개의 워크스테이션을 한 테이블 위에 올려놓고 의료 영상의 판독을 수행해야 할 경우가 발생한다.

이러한 관점에서 세 시스템간의 통합이 필수적이고, 앞으로 더 많은 기술 발달에 따라 문제점들을 해결함으로써 PACS가 대중화 될 것이며, 의료 진단 수준의 전체적인 향상을 가져올 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

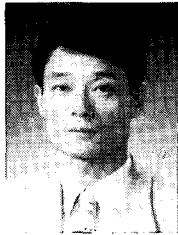
- [1] Slone RM, Foos DH, Whiting BR, et al., "Assessment of visually lossless irreversible image compression: comparison of three methods by using and image-comparison workstation", *Radiology* 215:543-553, 2000.
- [2] 차순주, 김용훈, 허감., "PACS 설치시 영상데이터 용량 산정에 관한 연구", 『대한방사선의학회지』 42:705-708, 2000
- [3] MElon Gale and Daniel R. Gale., "DICOM Modality Worklist: An Essential Component in a PACS Environment", *Journal of Digital Imaging* Vol. 13, August 2000.

- [4] 강호영, 신소영, “중소형 병원에서의 Full PACS 설치 및 운영의 경험”, 『대한 PACS학회지』 6(2):63-65, 2000
- [5] 성민모, 김희중, 홍진오, 정하규, 유형식, “연세의료원 Mini PACS system에서의 DICOM Validation 연구”, 『대한 PACS학회지』 6(2):67-72, 2000
- [6] 차순주, 이동호, 김용훈, 허갑, “신설병원의 완전 PACS 도입”, 『대한 PACS학회지』 6(2):73-78, 2000
- [7] 최승욱, 권동진, 조상욱, “DICOM을 이용한 PACS/OCS 연동사례 분석”, 『대한 PACS학회지』 6(2):79-84, 2000
- [8] 이경수 외, “Interpretation of Chest Radiographs on High-Resolution Pacs Monitor:Optimal Ambient Illumination in a Reading room” 『대한 PACS학회지』 6(2):85-90, 2000
- [9] 박승철 외, “3가지 종류 CR 영상의 DICOM JPEG 압축률 비교와 시각적으로 손상이 되지 않는 비가역 영상 압축에 대한 평가”, 『대한 PACS학회지』 6(2):91-95, 2000
- [10] 김한명, 김희중, “다양한 형식의 DICOM을 지원하는 DICOM Image View의 개발”, 『대한 PACS학회지』 5:27-31, 1999
- [11] 조용호 등, “Storage Service를 중심으로 한 DICOM 3.0 Test Station의 구현”, 『대한 PACS학회지』 5:23-26, 1999
- [12] Bidgood WD jr, Horii SC, Prior FW, et al, “Understanding and Using DICOM the data Interchange standard for Biomedical”, JAMIA 4:199-212, 1997.
- [13] Strickland NH, Deshaies MJ, Reynolds RA, et al. “Short term storage allocation in a filmless hospital”, proc. SPIE Med. Imaging. 3035:509-514, 1997.
- [14] 문성욱 등, “PACS와 교육용 의학영상자료를 이용한 Digital Film Library 개발”, 『대한 PACS학회지』 5:13-15, 1999
- [15] 안중모 등, “대형 종합 병원에서 PACS에 대한 의사 만족도”, 『대한 PACS학회지』 5:9-12, 1999
- [16] 송군식 등, “서울 중앙병원의 2단계 PACS 현황”, 『대한 PACS학회지』 5:1-7, 1999
- [17] R. L. Arenson, D. P. Chkraborty, et al., “The Digital Imaging Workstation,” Radiology, vol. 176, pp. 303~315, 1990.
- [18] F. Goeringer, “Medical Diagonstic Imaging Support System for Military Medicine,” SPIE Medical Imaging V, vol. 1444, pp. 340~350, 1991.
- [19] D. Beard, D. Parrish, D. Stevenson, “A Cost Alalysis of Film Image Management and Four PACS Based on Different Network Protocols,” J. of Digital Imaging, vol. 3, pp. 108~118, 1990.
- [20] D. Ouimette, S. Nudelman, G. Ramsby, F. Speakman, “A total information management system for all medical images,” SPIE, vol. 536, pp. 206~213, 1985.
- [21] G. R. Lawrance, G. A. Marin, S. E. Navon, “Hospital PACS,” SPIE, Vol. 626, pp. 792~739, 1986.
- [22] R. B. Dietrich, M. E. Thomas Wendler, “An Architectural Route through PACS,” Computer managine IEEE Comp., pp. 19~28, 1983.
- [23] M. Frank, “Database and the INTERNET. DBMS,” 8(13), pp. 44~96, 1995.
- [24] A. K. Jain, “Fundamentals of Digital Image Processing,” Prentice Hall, 1989.
- [25] W. K. Pratt, “Digital Image Processing,” Jhon Wiley & Sons, 1991.
- [26] ACR-NEMA, “ACR-NEMA-Digital Imaging and Communications in Medicine(DI -COM),” ACR-NEMA Committee Working Group VI S-225, 1993.
- [27] Allan I. Edwin, Robert B. Diederich, “Multi-Modality Image and Communication Systems Design and Architecture Considerations,” SPIE, Vol. 454, pp. 86~90, 1984.
- [28] B. Grob, “Basic Television and Video Systems,” McGraw-Hill, 1984.
- [29] D. R Haynor, D. V. Smith, H. W. Park, and Y. Kim, “Hardware and Software Requirements for a Picture Archiving and Communication System’s Diagnostic Workstations,” J. of

Digital Imaging, vol. 5(2), pp. 107~117, 1992.

[30] V. V. Erdekian, S. P. Trombetta, "Display Systems for Medical Imaging," SPIE Medical Imaging V, vol. 1444, pp. 151~158, 1991.

저 자 소 개



池 連 相(正會員)

1961년 11월 5일생. 1990년 8월 조선대학교 전자계산학과(이학석사). 1999년 조선대학교 전자계산학과(박사과정수료). 1994년 3월~현재 광주보건대학 방사선과 부교수 재직.

주관심분야 : 소프트웨어 공학, 원격

진단 시스템, PACS 시스템



丁 日 鏞(正會員)

1983년 한양대학교 공과대학 졸업(공학사). 1987년 City University of New York 전산학과(전산학석사). 1991년 City University of New York 전산학과(전산학박사). 1991년~94년 한국전자통신연구소 선임

연구원. 1994년 3월~현재 조선대학교 컴퓨터공학부 부교수. 2001년 1월~현재 조선대학교 정보통신보안시스템 연구센터 소장. 주관심분야 : 네트워크 보안, 전자상거래, 분산시스템 관리, 코딩이론, 병렬 알고리즘

李 康 鉉(正會員) 第38卷 CI編 第 3 號 參照
현 조선대학교 전자정보통신 공학부 교수

李 聖 周(正會員) 第37卷 CI編 第 7 號 參照
현 조선대학교 컴퓨터공학부 교수