

PDA기반 의료영상의 전송시스템 구현

Implementation of PACS using PDA System on Medical Images

지연상, 동경래, 김창복
광주보건대학 방사선과

Yeon-Sang Ji(jiysg@mail.ghc.ac.kr), Kyung-Rae Dong(krdong@hanmail.net),
Chang-Bok Kim(kichabo@hanmail.net)

요약

PACS(Picture archiving communication system)란 의료영상정보를 디지털 영상으로 획득, 저장 하여
외래나 병동에서 언제든지 검색 및 조회가 가능한 시스템을 의미 하지만 휴일과 야간에는 의료영상정보에
대한 접근이 공간적으로 제한되어 있어서 환자의 검사결과에 대한 정보를 조회 할 수 없는 문제점이 있다.
이에 대한 해결 방안은 무선 LAN과 CDMA 전화기가 내장된 PDA를 이용하여 판독의사나 수술의사 등
이 원외에서도 의료영상정보에 접근하여 환자의 처치 등에 관하여 원격으로 처방 할 수 있는 서비스 방식
이 유용 하다. 이런 방식은 PDA와 무선랜의 하드웨어적 특성상 JPEG 파일 형태로 서비스 할 수밖에 없
는데 10:1 압축 방식에서 진단가치를 잃지 않으면서도 최대의 효과를 낼 수 있었다. 또한 추후 네트워크
속도와 하드웨어적 사양이 개선된다면 DICOM 무손실 이미지의 조회도 구현 가능함을 알 수 있었다.

■ 중심어 : | PACS | 의료영상 | PDA | DICOM |

Abstract

PACS(Picture archiving communication system) is a system that enables medical images
such as X-ray, CT, MRI, PET to be stored electronically viewed on computer screens so that
doctors and other authorized people can access search the information as needed. But if they
are not in hospital area for example on holiday or at night, that are not able to access the PACS
system instantly. We have to solve this problem for more efficient patient care. So we try to
suggest a method that use the PDA system that wireless LAN and CDMA cellular phone are
equipped. This system may help to access easier to PACS system regardless of the location
and can also attribute the development of telemedicine.

■ keyword : | PACS | Medical Image | PDA | DICOM |

1. 서 론

PACS(Picture archiving communication system)란
현재 병원에서 실행하고 있는 의료영상 정보 전달 시스
템을 지칭한다. 즉 X선, CT, MRI, PET, SPECT 등에

의해 촬영된 모든 환자의 의료영상 정보를 디지털 영상
으로 획득, 저장하여 판독의사가 판독할 수 있으며 외
래나 병동에서 언제든지 검색 및 조회가 가능한 시스
템을 의미한다[1][5][6]. 하지만 의료영상정보에 대한 접
근이 공간적으로 제한되어 있어서 병원 외부에서는 환

자의 검사결과에 대한 조화가 불가능 한 문제점이 있다 [2][12]. 이로 인하여 휴일이나 야간의 경우 진료의 공백이 발생하게 되는데 이에 대한 해결책으로 인터넷을 이용한 Web PACS등이 대안으로 제시 되어 왔으나 이것 역시 궁극적으로는 '인터넷이 가능한 지역'이라는 공간적 제약에서 벗어 날 수 가 없었다. 이러한 공간적 제약을 해결하기 위한 방법으로 CDMA 전화와 무선랜을 탑재한 PDA 기반의 의료영상 전송시스템을 구현하였고[3][4][9] 영상의 진단적 가치에 대한 평가를 위해 구현된 영상들의 PSNR(Peak signal-to-noise ratio)값들을 비교 분석하였고 광주에 위치한 일개 종합병원 영상의학과 전문의 10명의 육안 평가를 점수로 매겨 분석하였다. 또한 전송 속도를 평가하기 위하여 대학병원에서 무선랜과 CDMA방식을 이용하여 동일한 이미지를 불러내는 속도를 측정하여 비교하였다.

II. 본 론

1. 연구 배경

1.1 Web PACS

Web PACS는 DICOM 파일을 일종의 Web 형태로 구현한 것으로서 주된 용도는 OCS상에서 영상을 간편하게 조회하기 위한 임상 진단 목적이다[7][19]. Web PACS의 구현방식은 Storage에 저장되어 있는 DICOM 파일을 ASP 보드에 붙여서 Web에 구현한 형태 이므로 인터넷에 연결시키면 HTTP를 이용해서 원격 조회가 가능하다[그림 1].

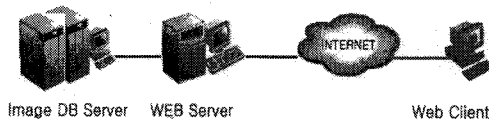


그림 1. Web PACS의 구조

1.2 DICOM

DICOM(Digital imaging and communication in medicine)파일은 디지털 의료영상의 표준 파일 포맷을

말한다. DICOM의 목적은 여러 다양한 업체들에서 생산된 기기종의 의료영상장비들을 연결하기 위한 표준 프로토콜이자 병원 간 영상정보를 교환하는 표준이기도 하다. 이런 DICOM 파일 형태로 완성한 의료 영상의 용량은 일반촬영의 경우 1장당 최대 12MB(부위에 따라서 해상도가 다름, 12bit)정도로 만들어 지고 있으며 CT영상의 경우는 약 0.5MB (해상도 512× 512, 16bit)이며 MRI(해상도 512×512 or 256×256, 16bit)의 경우는 CT영상보다 작거나 같다. 여기에서 보듯 DICOM 파일은 해상도와 양자화 정도에 비해서 용량이 매우 큰 디지털 영상 파일임을 알 수 있다[8][13].

1.3 DICOM 기반의 Web PACS의 문제점과 제안

의료 영상 파일은 궁극적으로 DICOM을 직접 전송하는 것이 가장 이상적 일겠지만 대용량의 DICOM 파일을 조회하게 되면 PDA를 조회 단말기로 사용하기에 역부족인 부분이 있고 현재의 인터넷 속도 또한 불충분한 점이 있다. 그러므로 본 논문에서는 JPEG 방식으로 압축하여 변형한 파일을 전송하는 방식을 채택했다 [10][16]. 그리고 궁극적으로 공간적 제약을 완전히 해결할 수 있는 방안으로 단말기는 전화 PDA를 사용하는 방안이 효율적이라 생각되어 Web 기반의 전화 PDA 의료 영상전달 시스템을 제안했다.

2. Web 기반에서 PDA를 이용한 영상 전송시스템

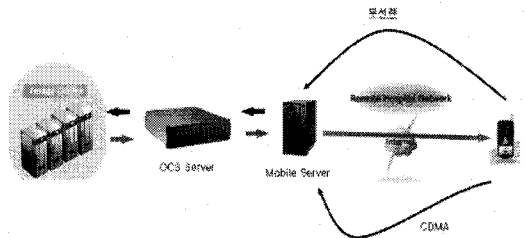


그림 2. PDA를 이용한 의료영상 전송 시스템의 모식도

[그림 2]에서처럼 무선랜이 가능한 지역에서는 무선랜을 이용하고 무선랜이 불가능한 지역에서는 CDMA 전화를 이용하는 방식이므로 무선랜과 CDMA방식 전화가 내장된 PDA를 이용한 영상전송 시스템의 장점은

공간적 제약을 전혀 갖지 않는다는 것이 가장 큰 장점이다[11][15][17].

2.1 시스템 소프트웨어와 하드웨어적 구성

2.1.1 영상 조회 시스템 적용 OS

- Windows mobile 2003 2nd edition phone edition (SPH-M4300 Pocket PC)

2.1.2 영상 조회 시스템 사양

- CPU : Intel bulverde (520MHz)
- LCD : 반투과형 65K TFT LCD(240*320)
- 메모리 : Flas - 128MB (Intel strata flash rom)
RAM - 64MB (133MHz Mobile SDRAM)
- 통신 : 3G CDMA2000 1× EV-DO Technology, IEEE 802 Part 11b(802,11b) 11Mbps
- 개발 툴 및 언어 : EWE (Pocket PC 용 Java)

2.2 시스템의 구조 및 모듈

본 논문에서 구현하고자 하는 PDA를 이용한 의료 영상 조회 시스템의 구조는 [그림 3]과 같은 형태로 구성하였다. [그림 3]에서처럼 기존 병원의 REGACY 시스템과의 연동은 모바일 미들웨어에서 제공하며 무선랜과 CDMA를 통하여 PDA에 전달함으로써 서비스가 가능하다. 모바일 미드 웨어에 탑재된 기능은 우선 OCS DB를 조회 할 수 있는 Tool 이 탑재되어야 하며 PACS의 단기 저장장치(무 손실 압축 이미지를 저장함)로부터 DICOM image를 download 받은 후 DICOM encoding / Decoding 할 수 있는 Transform module이 탑재되어 있어야 한다[14][18]. Window 기반에서 이러한 변환 Library는 많지만 본 연구에서는 Raypax사 제품의 DICOM encoding/Decoding module를 탑재 하였다. 또한 HTTP를 이용하여 전송 서비스를 구현 하므로 WEB서버의 기능을 내장하여 유저의 요구 시 JPEG 파일로 변환된 파일을 ASP 형태로 Web에 저장한 후 의료영상을 제공할 수 있어야 하며 PDA의 로컬에 다운 받은 의료 영상 이미지를 구현하기 위해서는 IE나 그림판 등의 Viewing application이 필요 한데 본 연구에서는 IE에서의 조회 시스템으로 구현 하였다. PDA를

이용한 의료영상 조회 시스템은 Embedded system을 기반으로 하기 때문에 일반 PC에 비해 낮은 해상도 (240*320)를 지원하고 하드웨어 사양도 낮으므로 장치의 특성에 맞는 압축파일 포맷으로의 Image display 가 되어야 하고 Processing 될 수 있어야 한다.

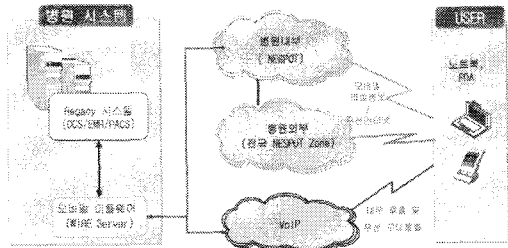


그림 3. PDA를 이용한 의료영상 전송시스템의 구조

2.3 영상 형식 변환

DICOM파일을 JPEG파일로 변환하기 위해서는 DICOM 파일의 Header를 분석하여 JPEG파일을 만드는데 필요한 정보를 추출해야 한다. 필요한 정보로는 Image rows, Image columns, Window width, Window center, Bits allocated, Bits stored등이 있으며 DICOM 정보중 영상 부분은 JPEG lossy/Lossless로 압축되어 있으므로 이를 Decompress하여 Raw 이미지 형태로 만들었으며 압축 알고리즘은 JPEG 표준에 따랐다. 분석한 헤더정보와 이미지 데이터를 이용하여 8Bits JPEG 파일을 생성하는데 12/16 Bits DICOM 이미지를 8Bits JPEG이미지로 만드는 과정에서 이미지는 픽셀 값을 상당부분 손실하게 된다. 또한 12/16 Bit 이미지를 8Bits로 다운사이징을 하면 이미지를 확인할 수 없는 상태가 될 수 있는데 이를 위해 먼저 이미지의 픽셀분포를 분석하여 픽셀 레인지 찾아냈다. 픽셀 레인지가 8Bit안에 들어오는 경우는 특별한 과정 없이 JPEG이미지로 변환했고 픽셀 레인지가 8Bit안에 들어오지 않는 경우는 픽셀의 최소값과 최대값을 구하여 픽셀 최소값을 0으로 최대값을 255로 했다. 매핑은 Linear function을 이용했다. Raypax사 제품의 DICOM Encoding/Decoding 모듈의 특징은 다양한 심도의 영상 데이터를 8bit JPEG 으로 압축할 수 있다는 점이다. 의

료장비에서 나오는 영상들은 8bit에서 16bit에 이르는 다양한 심도를 가진다. 이러한 데이터들을 바로 JPEG으로 압축하는 것이 불가능하기 때문에 JPEG 압축 라이브러리 앞쪽에 down sampling을 수행한다. [그림 4]는 이것을 수행하기 위한 Raypax Codec의 구조도이다.

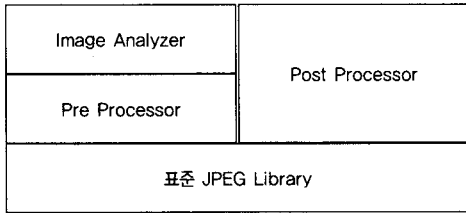


그림 4. Raypax Codec 구조도

8bit가 넘는 심도를 가진 원본 데이터를 표준 JPEG library의 입력으로 사용하기 위해 선형적으로 8bit 영상으로 down sampling을 하게 된다면, 너무 많은 손상을 가져오게 돼서 사용할 수 없게 된다. Raypax Codec의 Encoding 과정에서는 Image Analyzer를 통해 압축하려는 영상의 분포를 조사하고 이것을 기초로 pre processing을 수행한 후, JPEG 압축을 수행하므로 이러한 문제를 해결하였다. Decoding 과정에서는 반대로 표준 JPEG library로 디코딩을 한 후, post processing 과정을 거쳐 영상을 복원한다.

2.3.1 Image Analyzer

의료 영상을 보면, 16bit 데이터라 할지라도 실제 데이터가 16bit에 걸쳐 고루 분포되어 있는 것이 아니고, 특정 영역에 균을 형성하고 있는 경우가 대부분이다. Image Analyzer 모듈은 이러한 영상의 분포 특성을 조사하여 pre processing을 수행하기 위해 기초 자료로 활용하는데 목적이 있다.

영상의 분포는 다음의 몇 가지로 나누어진다[그림 5].

- Case 1 : 영상의 분포가 표현 범위 내에 모두 들어오는 경우.
- Case 2 : 영상의 분포가 표현 범위 밖에 있지만, offset을 변경하여 표현 범위 내로 이동할 수 있는 경우.
- Case 3 : 영상의 분포가 이동을 하여도 표현 범위 내

로 표현 할 수 없는 경우.

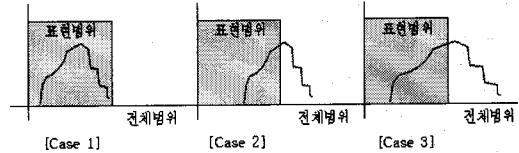


그림 5. 영상의 분포도

2.3.2 Pre Processor

Image Analyzer를 통해 분석된 영상의 분포에 따라 최적의 down sampling과 shift를 이용하여 전체범위에 걸쳐 있던 영상을 표준 JPEG library의 입력으로 사용할 수 있는 8bit 영상으로 만든다.

2.3.3 Post Processor

영상 복원시, 표준 JPEG library를 거쳐 나온 영상 데이터를 pre processing에서 적용한 방법의 역순으로 up sampling 과 shift를 수행하여 압축하기 전 영상이 가졌던 분포대로 복원한다.

3. 구현 및 평가방법

3.1 구현

본 연구의 시스템 개발 중 본 저자의 역할은 미들웨어에 탑재되는 REGACY 시스템과의 연동부분이었다. OCS DB 조회 Tool은 기존 개발 시스템을 이용하였고, 영상 변환 부분은 Raypax Library를 이용하여 PACS의 단기 저장장치로 부터 DICOM image를 download 받은 후 변환하는 DICOM Transform module을 새롭게 개발하였다.

3.2 이미지압축 방식과 압축률에 따른 영상 품질 비교

영상의 품질 비교를 위해서 많이 사용되는 방법 중의 하나가 PSNR값을 측정하여 비교하는 것이다. 이것을 구하기 위해서 Lossy 알고리즘의 경우 원래 영상을 x , 변환된 영상을 y 라 하고 원래 영상과 비교해 차이가 있는 경우는 잡음으로 간주 하여 n 라 하면 변환된 영상 y 는 $y=x+n$ 으로 표현 할 수 있다. 여기서 표본화된 값을 μ , 양자화 된 값을 μ' 이라고 하면 이때 영상의

폭과 높이가 M, N 일때 PSNR 구하는 식은 다음과 같다[수식 1].

$$PSNR(dB) = 10 \log_{10} \left[\frac{MN(255)^2}{\sum_{m=1}^M \cdot \sum_{n=1}^N x(m,n) - y(m,n)^2} \right] \quad (1)$$

본 논문에서는 일반촬영, CT, MR 검사에 대하여 각각 10개 검사를 무작위 추출하여 PSNR 값을 측정하였으며 JPEG 방식으로 5:1, 10:1, 30:1로 압축/복원한 영상을 대상으로 하였다. X-선 영상의 화질 평가에는 여러 물리적 또는 주관적 평가들이 이용되고 있다. 그 중 물리적 평가는 정량적인 평가가 가능하다는 장점이 있지만 실제로 시각에 의한 평가와 다를 경우가 생기게 된다. 이것은 한 매의 영상이 제시되어도 관찰자의 경험, 인식능력이 다르면 그 영상은 전혀 다른 평가를 받게 되어 생기는 문제점이다. 이 평가는 정량적이고 객관적이나 영상을 관찰하는 사람의 시·지각을 배제하였기에 이들의 평가만으로 화질의 좋고 나쁨을 평가할 수 없는 경우가 많다. 따라서 X-선 영상은 최종적으로 관찰자의 시각에 의해 판정되기 때문에 관찰자의 영역을 포함한 주관적 평가가 요구되고 있다. 또한 실제 진단에서 육안판측이 이루어지므로 PACS용 모니터에서 전문의들의 비교 평가 항목도 중요하다고 생각되어 광주에 위치한 일개 종합병원 전문의 10명을 대상으로 진단에 사용할 수 있는지의 여부에 대한 평가 실험을 실시하였다. 실험은 PACS용 모니터(Barco LCD, MFGD5421, 5M pixel)에서 검사별로 무작위 추출하여 DICOM 원본과 압축률에 따른 JPEG파일들의 화질을 비교 평가하여 평가 점수의 평균값을 기재하였다. 평가 점수는 가장 적합한 경우를 5점, 대체로 적합할 경우 4점, 진단에는 적합하지 않지만 외래 의사들의 진료 보조용으로 사용 가능하면 3점, 부적합 하면 2점, 매우 부적합 하면 1점 을 주도록 구분하였다. 마지막으로 실제 병원 내 PACS모니터에서 구현한 DICOM 파일과 PDA에서 구현한 JPEG파일의 품질 평가를 위해 전문의가 육안으로 평가한 결과치에서 가장 적당한 압축률을 선택하여 PDA에 구현한 후 일반촬영, CT, MR검사를 대상으로 원본 DICOM과 비교하여 전문의가 평가하는 방법으로

평가하였다. 원본의 조회는 PACS용 모니터에서 DICOM 원본을 구현 한 것으로 하였고 비교 대상은 PDA에서 구현한 JPEG 파일로 했다.

3.3 통신망에 따른 전송속도 실험

연구대상 대학병원의 무선랜은 넷스팟 54Mbps 속도를 지원하고 있으며, 복부 일반 촬영 DR(Digital radiography)이미지 한 장(12.8MB)을 불러내는 속도 및 CT(58.6KB) 이미지를 불러내는 속도를 측정하였고 똑같은 방법으로 CDMA 방식을 이용하여 동일한 이미지를 불러내는 속도를 측정 하였다.

4. 평가 결과

4.1 화질의 비교 평가결과

PSNR을 기준으로 한 영상 품질 비교 실험결과 그 평균값은 [표 1]과 같다.

표 1. JPEG 압축에 따른 검사별 PSNR의 평균값

	Simple	CT	MR
5:1 압축	42.1	45	44.2
10:1 압축	37.8	39.9	40
30:1 압축	32.6	34.2	33.6

영상의학과 전문의들이 육안으로 평가한 결과 5:1, 10:1, 30:1의 압축률에 대하여 내린 평균 점수는 원본의 경우 4.48, 5:1의 경우 4.32, 10:1의 경우 3.9로 서서히 낮아지다가 30:1의 경우 갑자기 2.5의 낮은 점수를 받았다 [표 2].

표 2. 압축률에 따른 전문의 평균 평가점수

압축률	원본	5:1	10:1	30:1
평균점수	4.48	4.32	3.9	2.5

실제 PDA에서 구현된 JPEG파일을 평가하기 위해 원본 DICOM 파일과 비교한 전문의의 평가 항목은 [표 3]과 같다.

표 3. DICOM 파일과 10:1 JPEG 압축 파일 점수표

No.	Simple		CT		MR	
	DICOM	10:1	DICOM	10:1	DICOM	10:1
1	5	3	5	4	5	5
2	4	2	4	3	5	3
3	4	2	5	3	5	4
4	5	3	5	4	5	4
5	5	3	5	4	5	4
6	4	2	5	4	5	4
7	5	2	5	3	5	3
8	4	2	4	3	4	3
9	5	3	5	4	5	4
10	5	3	5	4	5	4

원본 DICOM 파일의 Simple, CT, MR 사진을 PACS 용 모니터에서 구현해본 결과 각각 4.6, 4.8, 4.9의 결과를 얻었는데 이는 거의 비슷한 점수를 받은 것으로 평가 된다. 그리고 10:1 압축 JPEG파일을 PDA에서 구현한 것의 평가는 각각 2.5, 3.6, 3.8로 원본에 비해서 낮은 점수를 받았지만 대체로 진단에 적합할 경우 4점, 진료 보조용등으로 사용 가능하면 3점의 점수를 부여한 기준으로 보아 CT와 MR의 경우는 거의 진단에 적합한 수준임을 알 수 있었다(표 4). 다만 특이한 것은 일반촬영의 경우 2.5의 낮은 점수를 받았는데 이는 일반 촬영의 해상도에 비해 PDA에서 지원하는 LCD의 해상도가 낮은 원인으로 분석 된다. PDA에서 JPEG 압축을 10:1로 구현한 이유는 PSNR 값은 압축률에 따라 일정한 비율로 서서히 감소했지만 전문의 육안 화질 평가항목에서 10:1과 30:1압축영상의 비교는 현격한 차이가 있었으므로 압축대비 화질이 우수한 비율을 10:1압축비로 생각하게 되었다.

표 4. PDA에서 JPEG 10:1 압축률 비교

	Simple	CT	MR
원본	4.6	4.8	4.9
10:1 압축	2.5	3.6	3.8

4.2 통신망에 따른 전송 속도 평가 결과

대학병원 구내에서 무선랜을 이용하여 구현한 JPEG 10:1 압축이미지의 전송 속도를 시험한 결과 일반촬영 이미지의 경우 한 장(12.8MB)를 불러내는 속도는 3건 평균 약 5초정도의 시간이 소요되었으며 CT 영상의 경우(58.6KB)에는 3건 평균 3초정도의 시간이 소요 되었다.

다. CDMA를 통해서 이미지를 구현한 속도는 일반촬영이 6초, CT 영상이 3.5초 정도의 평균 시간이 소요 되었다.

III. 결론

JPEG 압축방식을 이용하여 압축한 영상에 대해 PSNR 평가와 영상의학과 전문가들의 육안에 의한 진단가치 평가를 실시한 결과 최대 10:1까지의 압축이 진단적 가치를 잃지 않으면서도 구현하기에 적합했으며 무엇보다 PDA를 이용한 영상 전송 시스템은 휴일과 야간 등에서 진료 의사의 영상정보 접근에 대한 공간적 제약을 해결하는데 매우 유용했다. 다만 의료영상 파일은 Lossless 파일로 조회하는 게 원칙이므로 향후 인터넷속도와 PDA 사양의 발전의 병행되면 DICOM 파일의 전송도 고려해 볼 필요가 있다.

참고문헌

- [1] G. Weisser, M. Walz, and C. Koester, "New concepts in teleradiology with DICOM e-mail," J. of Biomed. Tech., Vol.47, pp.356-359, 2002.
- [2] W. Nikolaus, *Introduction to the New IHE Integration Profiles : Portable Data for Imaging*, IHE Europe workshop, 2005.
- [3] C. C. Pamela, M. G. Robert, and A. O. Richard, *Evaluating Quality of Compressed Medical Images : SNR Subjective Rating, and Diagnostic Accuracy*, Proc. of IEEE, 1994.
- [4] C. B. Sidney, A. Gopinath, and C. Haito, *Introduction to Wavelet and Wavelet Transform*, A Primer Prentice Hall, 1998.
- [5] W. D. Bidgood, "Understanding and Using DICOM the Data Interchange Standard for Biomedical Imaging," J. of JAMIA, Vol.4, pp.199-214, 1997.
- [6] J. Peter, H. Andrew, C. Emmanuel, and M. Rudy, *DICOM V3.0 the CEN trial implementation*, Proc. of SPIE, 1994.

[7] A. N. Skodras, C. A. Christopoulos, and T. Ebrahimi, "JPEG2000 : The Upcoming Still Image Compression Standard," Pattern Recognition Letters, Vol.22, No.12, pp.1337-1345, 2001.

[8] P. Mildenerger, M. Eichelberg, and E. Martin, "Introduction to the DICOM standard," J. of Eur. Radiol., Vol.12, pp.920-927, 2002.

[9] M. M. Stephen, *Observation on DICOM demonstration at RSNA annual meetings*, Proc. of SPIE, 1996.

[10] C. S. Burrus, R. A. Gopinath, and H. Guo, *Introduction to wavelets and wavelet transforms*, prentice hall, 1998.

[11] 박승철, 박순만, 최승욱, 권동진, 배준오, "3가지 종류 CR 영상의 DICOM JPEG 압축률 비교와 시각적으로 손상이 되지 않는 비가역 영상 압축에 대한 평가", 대한PACS학회, 제6권, 제2호, pp.91-95, 2000.

[12] 이화선, 이래곤, 강지연, 황선광, "외부병원 Data의 효율적 관리에 대한 제언", 대한디지털의료영상기술학회지, 제9권, pp.31-35, 2006.

[13] 임재홍, 허 민, 정성훈, 강경원, *임베디드 시스템 프로그래밍*, 다솜출판사, 2005.

[14] 노덕우, 김보현, 주성욱, 이원재, 이경수, 김보경, 임재훈, "Status of Full PACS at Samsung Medical Center," 대한PACS학회지, 제4권, 제1호, pp.1-4, 1998.

[15] 김현규, *www 기반의 원격 PACS의 기초 연구*, 창원 대학교 전자 공학과 석사 논문, 2002.

[16] 정환, 이완, 김문찬, *디지털 의료 영상학*, 정문각, 1999.

[17] 천호중, 김영준, 이용성, 최병길, "2004 한국 PACS 현황보고", 대한PACS학회지, 제10권, 제2호, pp.71-76, 2004.

[18] 성민모, 김희중, 김은경,곽진영, 유재경, 유형식, "JPEG 2000을 이용한 Digital Mammography 영상의 압축 비율별 임상적 평가", 대한PACS학회,

제7권, 제1호, pp.13-19, 2001.

[19] 김새롬, 정해조, 성민모, 최승욱, 장봉문, 유선국, 김희중, "DICOM CD 데이터 검증 툴킷 개발", 대한PACS학회지, 제10권, 제1호, pp.47-56, 2004.

저자 소개

지연상(Yeon-Sang Ji)

정회원



- 1990년 8월 : 조선대학교 전자계산학과(이학석사)
 - 2001년 8월 : 조선대학교 전자계산학과(이학박사)
 - 1985년 ~ 1994년 2월 : 조선대학교 부속병원 영상의학과
 - 1994년 ~ 현재 : 광주보건대학 방사선과 교수
- <관심분야> : 원격진단시스템, PACS 시스템, 의료영상 재구성

동경래(Kyung-Rae Dong)

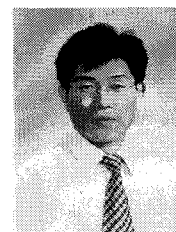
종신회원



- 2003년 2월 : 연세대학교 산업보건학과(보건학석사)
 - 2008년 ~ 현재 : 조선대학교 원자력공학과(공학박사수료)
 - 1996년 ~ 2003년 4월 : 서울아산병원 핵의학과
 - 2004년 ~ 2008년 2월 : 광양보건대학 방사선과 교수
 - 2008년 ~ 현재 : 광주보건대학 방사선과 교수
- <관심분야> : 핵의학, 원자력, 방사선계측

김창복(Chang-Bok Kim)

정회원



- 2005년 2월 : 동신대학교 전기전자공학(공학박사)
 - 1995년 ~ 2006년 2월 : 서울아산병원 영상의학과
 - 2006년 ~ 현재 : 광주보건대학 방사선과 교수
- <관심분야> : 의료영상, 방사선기기, 영상정보