

# PACS운영 시스템 차이에 따른 의료 영상 업로드 시 무손실 압축 방식의 유용성 분석: SNR, CNR, Histogram 비교 분석을 중심으로

Depending on PACS Operating System Differences

Analysis of Usefulness of Lossless Compression Method in Medical Image Upload:  
SNR, CNR, Histogram Comparative Analysis

최지안\*, 황준호\*\*, 이경배\*

경희대학교병원 영상의학과\*, 경희대학교병원 영상의학과/고려대학교 의용과학대학원 의학물리과\*\*

Ji-An Choi(chlwdks33@naver.com)\*, Jun-Ho Hwang(kleenex0004@naver.com)\*\*,  
Kyung-Bae Lee(ylly7@hanmail.net)\*

## 요약

본 연구는 타 병원 전원 시 발급받는 의료영상이 서로 다른 소프트웨어를 사용하는 경우 PACS상의 영상 화질에 영향을 미칠 수도 있다는 점을 착안하였다. A 대학병원 영상을 DICOM 파일로 복사하여 B 대학병원 PACS상에 등록하였고 해당 대학병원에서 사용하는 소프트웨어의 압축에 따른 용량과 화질을 SNR, CNR, 히스토그램을 통해 평가하였다. 압축률이 커질수록 SNR, CNR은 떨어졌고, 주목할 점은 No Compression에 비해 Lossless Compression은 용량은 1/2로 줄었지만 SNR, CNR은 변화가 없었다. 히스토그램은 압축률이 높아질수록 언더플로우 현상에 의한 정보손실이 눈에 띄게 나타났다. 타 병원 전원 시 병원마다 다른 시스템을 사용하기 때문에, 압축하여 영상을 등록하면 영상의 화질이 저하되고 정보량이 손실되므로 비압축 또는 무손실 압축방식을 사용해야 한다. 결론적으로 업로드 시 대기시간과 경제적 효율성을 고려하면, 무손실 압축방식 사용이 유용하다.

■ 중심어 : | PACS (Picture Archiving and Communication System) | 신호 대 잡음비 | 대조도 대 잡음비 | 히스토그램 |

## Abstract

This study focused on the fact that medical images that are issued at different hospitals may affect image quality on PACS when different software is used. A university hospital image was copied to the DICOM file and registered on the PACS of the university hospital B. The capacity and image quality of the software used in the university hospital were evaluated by SNR, CNR and histogram. As the compression ratio increased, SNR and CNR tended to decrease. Note that Lossless Compression decreased the data size by half compared to No Compression, but SNR and CNR did not change. As a result of the histogram analysis, the information loss due to the underflow phenomenon was conspicuous. When moving to another hospital, No compression or lossless compression method should be used. In conclusion, it is useful to use the lossless compression method, considering waiting time and economic efficiency in uploading.

■ keyword : | PACS (Picture Archiving and Communication System) | Signal to Noise Ratio (SNR) | Contrast to Noise Ratio (CNR) | Histogram |

## I. 서론

의료과학기술의 발달로 병원정보시스템은 의료기관 내 전산시스템에서 의료정보를 관리하는 종합정보 시스템으로 발전하였다. 대표적인 것이 의료영상저장 및 전송시스템(Picture Archiving and Communication System, PACS)의 도입이다[1][2]. PACS는 의료영상 획득장치를 통해 생성된 의료영상을 디지털 데이터로 저장하고, 저장된 영상 및 정보를 워크스테이션에서 조회 하여 진료하는 시스템이다[3]. PACS가 도입되면서 영상참조가 필요한 경우 언제라도 쉽게 필요한 영상을 조회할 수 있어, 진료업무에 효율적으로 지원하며 영상의학 검사와 관련하여 업무효율이 증가한다. 또한 PACS 운영체제는 환자별 전체 진료 시간을 단축시켜 보다 빠른 진단과 치료를 지원하므로 평균 재원일수를 단축할 수 있어 병상의 원활한 회전이 가능하여 병실증설 효과를 나타내 경영수지 측면과 입원대기 환자의 정체를 해소할 수 있으므로 병원과 환자에게 경제적 이익을 준다[4].

이러한 PACS에 영상을 등록할 때에는 비압축, 무손실, 손실 압축의 3가지 압축방식을 이용한다[5]. 현재 대다수의 병원들은 영상압축 시 정지영상 압축표준(Joint Photographic Experts Group, JPEG)형태를 사용하고 있으며, 이를 좌우하는 인자는 영상의 압축률이다. 영상의 압축률은 크게 데이터 화질과 용량을 좌우하며, 압축되어 재구성된 영상은 통상적으로 최대 신호 대 잡음비(Peak Signal to Noise Ratio, PSNR)값이 30 dB 이상일 때는 압축 전 영상과 압축 후 영상을 시각적으로 구분하기 어려우며[6], 이것은 판독에 영향을 미치지 않는 화질을 보장한다는 것을 의미한다[7][8].

JPEG 압축형식의 표준은 크게 무손실 압축과 손실 압축으로 분류된다[8][9]. 무손실 압축은 주로 의료영상 등과 같이 화질 저하로 인하여 치명적인 결과를 초래할 가능성이 있는 응용분야에 사용한다. 손실압축은 압축 과정에서 화질의 저하를 허용하면서 높은 압축률을 달성한다[9]. 국제 표준화 기구(International Organization for Standardization, ISO)와 국제 전신 전화 자문 위원회(The International Telegraph and Telephone

Consultative Committee, CCIT)가 제정한 JPEG압축 표준은 No Compression, Lossless Compression, Lossy Best Quality, Lossy Good Quality, Lossy Normal Quality, Lossy Fast Quality, Lossy STAT Quality로 세분화된다[10]. No Compression은 영상을 압축없이 원본 그대로 전송하는 것을 말한다. JPEG Lossless Compression은 영상을 2:1로 압축하지만, 영상의 손실은 없다. JPEG Lossy Best Quality는 영상을 5:1로 압축하며 손실압축이다. JPEG Lossy Good Quality는 6:1로 압축하며 손실압축이다. JPEG Lossy Normal Quality는 영상을 9:1로 압축하며 손실압축이다. JPEG Lossy Fast Quality는 영상을 13:1로 압축하며 손실압축이다. JPEG Lossy STAT Transfer는 영상을 18:1로 압축하며 손실압축이다. 현재 국내에서는 영상 압축 시 JPEG와 JPEG2000 두 소프트웨어를 사용하여 장기별로 영상 손실이 어느 정도 있는지 비교하고 있다[11]. 이외에도 다양한 영상 압축 방법을 적용하여 영상화질에 대한 연구도 진행하고 있다[12-14]. 한편, JPEG 표준들로 압축된 영상은 어떤 특정 병원 내에서만 화질을 평가한 것이고, 이 영상을 CD(DVD)에 복사하여 타 대학병원 PACS상에서 압축률 별 영상 화질을 평가한 연구는 없었다. 현재 많은 병원들은 INFINITT, Centricity, Maro, Pacsplus, BIT, Medios, Agfa, AI view, Rise view, Raypax 등 서로 다른 PACS 시스템을 이용하고 있다[15]. 모든 병원이 하나의 PACS 시스템을 쓰면 문제가 없겠지만, 서로 다른 시스템을 통해 영상을 업로드 하는 경우에는 업로드 방식 자체가 다르기 때문에 영상화질에 변화가 있을 수 있다.

이에 착안하여 본 연구는 A 대학병원에서 발행하는 외부 CD를 가지고 내원하는 환자의 영상에 대해 B 대학병원에서 사용하는 소프트웨어를 이용하여 압축이 적용된 영상에 대해 각각의 용량을 확인하고, 신호 대 잡음비(Signal to Noise Ratio, SNR), 대조도 대 잡음비(Contrast to Noise Ratio, CNR), 히스토그램을 평가하여 영상화질의 비교분석을 통해 정보량 손실정도를 확인하고자 하였다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 조사대상 및 실험기기

A 대학병원에서 사용하는 방사선 발생장치를 가지고 팬텀실험을 통해 얻은 영상을 CD에 복사하여 B 대학병원으로 가져가 소프트웨어의 압축률에 따라 영상을 얻었다. 사용된 방사선 발생장치는 A 대학병원의 Siemens 사의 Fluorospot Compact Manual로 모델명 YSIO-2D의 방사선 발생장치를 사용하였다. 복부 영상을 얻기 위해 촬영 조건은 81 kVp, 20 mAs로 하였다. 팬텀은 인체조직 등가물질로 구성된, Rando Phantom(Alderson Research Laboratories, USA)을 사용하였고, 실험부위는 복부로 하였다[그림 1].



그림 1. 인체조직등가물질로 구성된 Rando Phantom

Rando 팬텀의 복부를 대상으로 촬영하여 그 영상을 CD로 복사했다. 복사에 이용한 소프트웨어는 INFINITT 사의 Pi view STAR 이었다[그림 2].

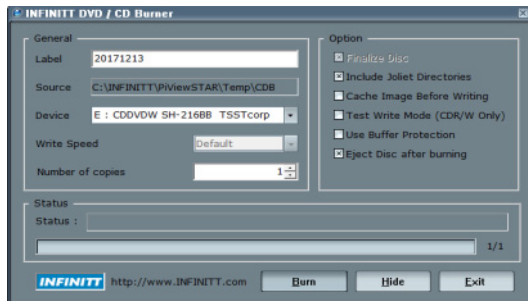


그림 2. INFINITT 사의 Pi view STAR

CD에 복사한 영상을 B 대학병원에 가져가 일곱 가지의 압축 방식을 적용하여 B 대학병원에서 이용하는 GE

사의 Centricity PACS RA1000에 업로드 하였다[그림 3].



그림 3. GE사의 Centricity PACS-RA1000

업로드 된 각각의 압축된 영상들의 화질과 용량을 분석하였다. 이 과정을 30회 반복했다.

### 2. 실험방법

#### 2.1 A 대학병원에서 CD 복사

A 대학병원의 방사선 발생장치를 이용하여 Rando 팬텀을 이용한 복부 영상을 얻었다. A 대학병원의 소프트웨어로 영상을 복사해 B 대학병원으로 가져갔다.

#### 2.2 소프트웨어의 일곱 가지 압축형태 적용

A 대학병원에서 복사해서 가져 온 영상을 B 대학병원의 PACS상에 압축률 별로 업로드 하였다. 일곱 가지 압축방식은 다음과 같다[표 1].

표 1. 압축 방식

압축 방식
1. No Compression
2. Lossless Compression
3. Lossy Best Quality
4. Lossy Good Quality
5. Lossy Normal Quality
6. Lossy Fast Quality
7. Lossy STAT Quality

#### 2.3 압축 영상별 화질 평가

화질평가에 이용된 영상은 DICOM 파일을 PACS로 전송한 것을 사용하였다. 영상화질은 압축형태 별 복부

영상을 Image J를 통하여 SNR과 CNR의 평균을 구하여 평가하였다. 관심영역(Region of Interest)은 0.5 × 0.5 cm<sup>2</sup> 형태의 정사각형 모형을 통하여 중앙 우측과 좌측으로 설정하였고 백그라운드 표준편차는 영상 좌측으로 정하였다.

또한 식(1), (2)를 이용하여 SNR, CNR을 구하였다. 이때의 pixel size는 139 um이고, pixel number는 36 × 36이었다[그림 4].

$$SNR = \frac{\text{mean value of ROI}}{SD \text{ of } BG} \quad (1)$$

\* mean value of ROI : 관심영역 신호강도 평균

\* SD of BG : 백그라운드 표준편차

$$CNR = \left| \frac{(BG SI_{avg} - ROISI_{avg})}{SD \text{ of } BG} \right| \quad (2)$$

\* BG SI<sub>avg</sub> : 백그라운드 신호강도 평균

\* ROI SI<sub>avg</sub> : 관심영역 신호강도 평균

산출한 데이터의 모든 평균값은 SPSS(Statistical Package for the Social Science, USA) program으로 paired t-test를 시행하였고 p<0.05로 통계적 유의성을 분석하였다.

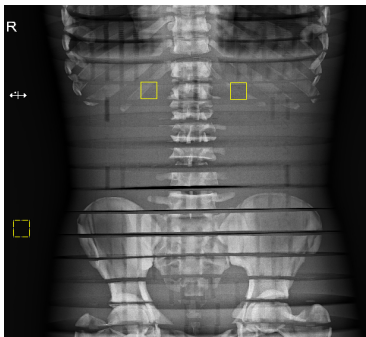


그림 4. Image J를 이용한 SNR, CNR 측정

#### 2.4 압축 영상 별 히스토그램 분석

Image J를 이용해서 압축된 영상 각각에 대한 히스토그램을 분석하였다[그림 5].

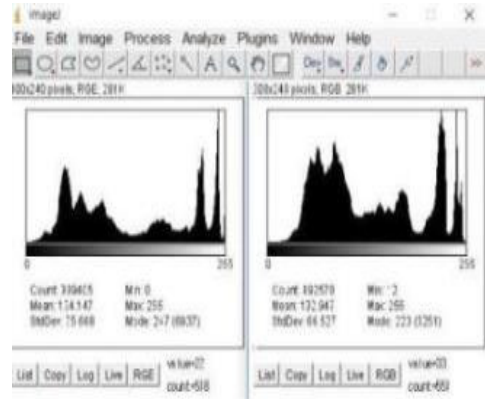


그림 5. Image J의 히스토그램

### III. 결과

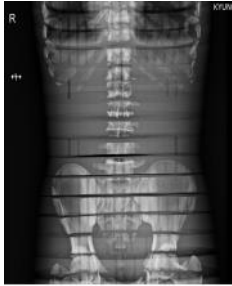
#### 1. 소프트웨어의 일곱 가지 압축형태에 따른 영상의 데이터 크기

DICOM 원본 파일의 용량은 17510 KB 였다. 소프트웨어의 압축 형태를 적용한 결과, No Compression은 17510 KB, Lossless Compression은 7660 KB, Lossy Best Quality는 3560 KB, Lossy Good Quality는 2966 KB, Lossy Normal Quality는 2111 KB, Lossy Fast Quality는 1359 KB, Lossy STAT Transfer는 1009 KB 이었다[표 2].

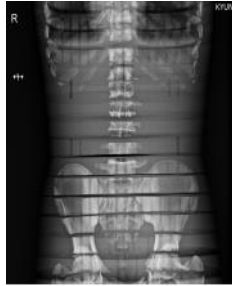
표 2. 각 압축 영상의 용량

압축방식	용량
1. No Compression	17510 KB
2. Lossless Compression	7660 KB
3. Lossy Best Quality	3560 KB
4. Lossy Good Quality	2966 KB
5. Lossy Normal Quality	2111 KB
6. Lossy Fast Quality	1359 KB
7. Lossy STAT Quality	1009 KB

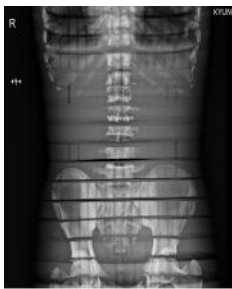
No Compression, Lossless Compression, Lossy Best Quality, Lossy Good Quality, Lossy Normal Quality, Lossy Fast Quality, Lossy STAT Quality와 같은 소프트웨어의 압축 종류별 영상을 획득하였다[그림 6].



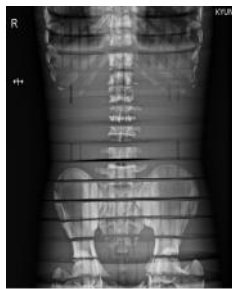
(a) : No Compression



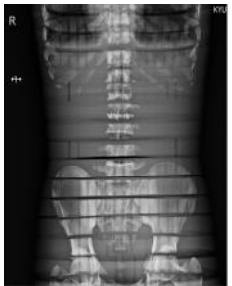
(b) : Lossless Compression



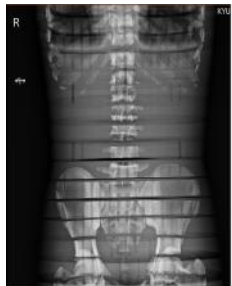
(c):Lossy Best Quality



(d):Lossy Good Quality



(e):Lossy Normal Quality



(f):Lossy Fast Quality



(g):Lossy STAT Quality

그림 6. 압축 형태에 따른 영상

## 2. 각 영상에 대한 화질 평가

No Compression과 Lossless Compression 방법을 적용한 압축영상의 SNR이 54.13으로 가장 높았다. Lossy Best Quality 방식을 적용한 영상은 SNR이 52.39, Lossy Good Quality는 52.29, Lossy Normal Quality는 51.44, Lossy Fast Quality는 46.36, Lossy STAT Quality는 45.77이었다.

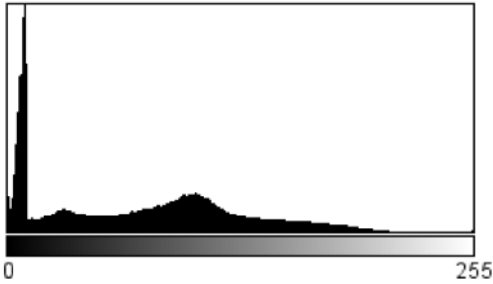
No Compression과 Lossless Compression 방법을 적용한 압축영상의 대조도 대 잡음비가 63.21로 가장 높았다. Lossy Best Quality방식을 적용한 영상은 CNR이 59.50, Lossy Good Quality는 54.36, Lossy Normal Quality는 53.49, Lossy Fast Quality는 48.36, Lossy STAT Quality는 47.86이었다. 또한 SNR과 CNR은 각각  $p < 0.05$ 로 유의한 차이가 있었다[표 3].

표 3. 신호 대 잡음비와 대조도 대 잡음비의 평균값

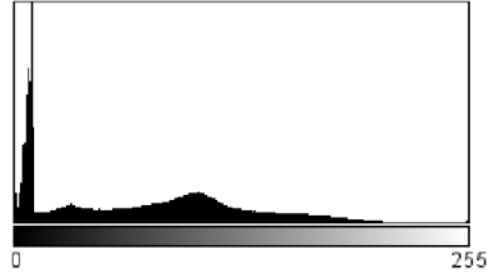
압축 방식	신호 대 잡음비	대조도 대 잡음비	P-value
1.No Compression	54.13	63.21	
2. Lossless Compression	54.13	63.21	
3. Lossy Best Quality	52.39	59.50	
4. Lossy Good Quality	52.29	54.36	<0.05
5. Lossy Normal Quality	51.44	53.49	
6. Lossy Fast Quality	46.36	48.36	
7. Lossy STAT Quality	45.77	47.86	

## 3. 압축 형태별 영상의 히스토그램 평가

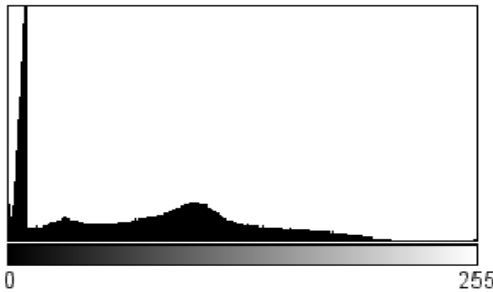
히스토그램을 분석한 결과 압축 비율이 높아질수록 히스토그램의 낮은 정보량을 의미하는 0부분에서 허용된 범위 안에 들어가지 않고 마이너스 부분으로 밀려나는 언더플로우(Underflow) 현상이 나타났으며 압축률이 높아질수록 히스토그램에서 톱니바퀴 모형의 양자화 이격 현상을 보였다. 또한 압축하여 업로드 된 영상은 전부 bit depth가 256으로 양자화 되었으며 높은 정보량 대부분에 pixel value는 나타나지 않은 결과를 보였다[그림 7].



(a) : No Compression, Lossless Compression



(e) : Lossy Fast Quality



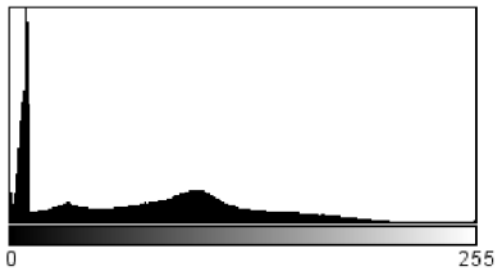
(b) : Lossy Best Quality



(f) : Lossy STAT Quality



(c) : Lossy Good Quality



(d) : Lossy Normal Quality

그림 7. 압축 형태에 따른 히스토그램

#### IV. 고찰 및 결론

1986년 처음으로 PACS가 국내에 도입된 이후, 국내 PACS 설치비용은 다른 시스템에 비해 현저히 높으며 미디어 매체(CD, DVD)를 통해 병원간의 의료영상정보 교환도 다른 의료정보 시스템에 비해 활발히 이루어지고 있다[16][17]. 오늘날은 극소수의 병원을 제외하고는 대부분의 병원에서 Full PACS 시스템을 구현하고 있다[18]. 다만 보급 초기에는 병원마다 설치된 소프트웨어의 차이로 몇 가지 문제가 있었는데 가장 대표적인 것이 호환성이었다[15][19]. PACS의 국제표준인 DICOM에서는 1996년 Supple-Ment10에서 Basic Modality Worklist management Service를 추가하여 DICOM 표준에 의한 PACS 연동을 가능하게 하였다[10]. 또한 식품의약품안전처에서 PACS의 의료영상을 모든 병원에서 판독할 수 있도록 호환성을 높이기 위한 가이드라인을 마련하고 타 기종에서의 호환성 여부 및 DICOM 표

준에 적합한지를 확인할 수 있는 검증소프트웨어(DICOM CD Data Validation Toolkit)를 제작, 보급하였다[20]. 이러한 노력으로 국내 병원들 간 PACS 영상의 호환성 문제는 많이 해결된 상태이다. 즉, 타 병원의 영상을 연동시키는 데 큰 무리가 없다고 볼 수 있다[15][20][21]. 호환성 문제는 해결이 되었지만 병원마다 서로 다른 다양한 PACS 시스템 과정에 따라 영상 업로드 시 영상 화질이 달라질 수 있다. 앞의 결과 값에서 미루어 볼 때, 화질과 정보량 손실이 없는 경우는 비압축 방식으로 영상을 업로드 하였을 때지만 압축을 하는 경우 서로 다른 PACS 시스템 과정에 의해 정보량 손실과 화질에 변화가 생김을 알 수 있었다. 환자의 질병을 진단함에 있어 이전 병원의 영상정보는 매우 중요한 역할을 한다.

한편, 타 병원으로 전원하는 대부분의 환자들은 의료 영상을 발급받을 때 촬영한 영상 전부를 발급받기를 원하며, 발급자도 필요한 영상이 빠져 환자가 다시 내원하는 불편함을 줄이기 위해 모든 영상을 발급하고 있다. 이렇게 발급받은 영상을 타 병원으로 가져가서 등록할 때에는 압축을 하지 않는 경우 시간이 많이 걸리게 된다. 이러한 대기시간은 고객만족도와 큰 관련이 있고 병원에서는 이러한 대기시간을 줄이는 것을 중요시하게 생각한다[22]. 이에 착안하여 본 연구는 운영시스템의 차이에 따른 용량과 영상화질을 비교분석을 토대로 압축형태 중 좀 더 효율적인 업로드 방법이 있는지 알아보려고 하였다.

우선 실험에 이용한 Rando Phantom은 방사선에 대해서 생체조직과 동등한 흡수와 전리를 나타내는 인체조직 등가 물질로 이루어져 있다[23][24]. 즉, 방사선의 흡수와 산란 등에 대하여 인체조직과 본질적으로 동등한 반응성을 나타내줄 수 있다는 점을 의미한다[25][26]. B 대학병원에서는 외부영상을 업로드 시 INFINTT사의 Pi view STAR를 사용한다. Pi view STAR는 의료 영상 데이터를 습득, 표시, 저장, 가공, 출력, 전송하는 Windows 98/NT/2000/XP기반의 DICOM 워크스테이션 소프트웨어이다[27]. 이러한 영상데이터는 B 대학병원에 설치된 Centricity PACS-RA1000에 등록된다. RA1000은 빠른 Display 속도와 High

Quality의 화질로 정확한 진단을 지원하는 PACS 시스템이다. Pi view STAR 소프트웨어에서 제공하는 압축 형태 별 영상의 SNR, CNR, 히스토그램과 용량을 분석한 결과, 용량, SNR, CNR, 히스토그램은 모두 차이를 보였다.

우선 용량은 압축률에 비례하여 감소하였다. 용량이 감소함에 따라 영상 1장의 업로드 속도에는 차이가 몇 초 밖에 나지 않지만, 수많은 영상에 대해 압축을 적용하여 업로드 하는 경우에는 기존보다 소요시간을 5분, 10분 이상을 감소시킬 수 있다. SNR은 노이즈 신호 대비 관심영역의 신호세기를 봄으로써 상대적인 신호의 크기를 나타내며 압축을 많이 할수록 값이 떨어졌다. CNR은 관심영역에 대한 노이즈의 정량적인 평가를 하는 지표로서 압축을 할수록 값이 떨어졌다. 히스토그램은 방사선에 의해 생성된 영상을 구성하는 모든 pixel의 강도를 표현하는 손쉬운 기법 중 하나이며 Image J로 분석한 히스토그램은 방사선에 의해 생성된 정보량의 동적범위를 의미한다고 할 수 있다[28]. 압축된 각 영상의 히스토그램을 분석한 결과 손실 압축인 Lossy Best Quality의 경우 히스토그램의 낮은 정보량을 의미하는 0부분에서 허용된 범위에 들어가지 않고 마이너스부분으로 정보량이 밀려나는 언더플로우(Underflow)가 발생하여 첫 부분의 정보량이 상실됨을 알 수 있었다. 압축 비율이 높아질수록 이러한 현상은 두드러졌다[28]. 즉, 운영시스템에 의한 차이가 비압축과 무손실 압축 방식에서는 없지만 손실압축에서는 화질차이와 정보량 손실이 두드러졌다. 이것은 PACS의 운영시스템이 다른 경우 손실압축은 지양해야 한다는 것을 의미한다. 더불어 타병원에서 가져온 DICOM 영상을 압축하여 PACS상에 등록 시에는 bit depth가 낮아지는 현상이 나타났다. 이에 따라 2가지 현상이 추가적으로 나타났다. 첫째는 bit depth가 낮아짐에 따라 피크치 주변의 pixel intensity 수치 값들이 부드럽게 연결되지 못하고 거친 느낌을 주는 양자화 이격이 나타났다[28][29]. 양자화 이격이란, 의료 영상 압축 시 영상의 결과 값이 고르지 못하게 되면 손실 결과물이 이미지에 두드러져 나타나게 되는데, 이때 영상이 전체적으로 노이즈가 심하고 톤의 전이가 부드럽지 못하며 끊어진 듯이 층층이

나타나 거친 느낌을 주는 현상을 의미한다[28][29]. 둘째는 bit depth가 256으로 양자화 됨으로써 높은 정보량 대부분은 압축률이 높아질수록 제대로 구현되지 못하는 현상이 발생하였다. 과거에는 PACS 환경에서 데이터를 저장 시 네트워크 속도, 저장장치비용 등 여러 요소로 인해 압축은 필수적이었다. 압축에 따른 네트워크 속도 향상은 환자가 병원에 내원할 때 대기시간 단축이라는 중요한 장점을 제공했었다. 그에 따라 관독에 영향을 주지 않을 만큼의 압축비에 대한 연구도 많았다 [7][11-14][30]. 하지만 본 논문에서 보는 바와 같이 단순히 어떤 영상에 대해 압축률을 다르게 적용하여 화질을 평가하는 기존의 연구들과 달리 타 병원 전원시 외래 CD를 등록할 때 SNR CNR이 떨어지지만 관독에 큰 영향을 미치지 않는다고 하여 압축을 하면 안 된다는 것을 양자화 이격과 언더플로우(Underflow)현상을 통해 알 수 있었다.

의료영상에서는 조그마한 화질저하도 오진의 우려가 있으므로 각별히 주의해야 할 사항이며 이러한 이유로 압축된 영상에 대해 화질을 평가하는 것은 당연하다고 생각된다. 결론적으로 5가지의 손실 압축 방법은 정보량 손실과, 양자화 이격 현상이 두드러졌으며, 비압축 방식과 무손실 압축 방식은 SNR, CNR이 가장 높으며 히스토그램 상 정보량 손실이 없고 양자화 이격도 없는 것으로 확인되었다. 다만 요즘 거의 모든 의료영상을 CD(DVD)에 저장하여 발급하므로 타병원에서 영상을 업로드 할 때 긴 시간을 필요로 한다. 비압축 방식에 비해 화질과 정보량 손실은 없고 용량만 1/2 이상 감소되는 무손실 압축을 적용하면 환자의 모든 영상을 CD(DVD) 1장에 담을 수 있는 경제적 효율성과 영상 업로드 대기시간을 줄여 고객만족도를 향상 할 수 있다.

본 연구는 DR 엑스레이 장비를 이용한 DICOM 이미지에 대해 압축을 적용한 것으로써 다른 인체 영역과 다른 영상의학검사에 대해 적용하지 못하였다. 또한 다른 종합병원에서 이용하는 다양한 PACS 시스템에 적용하지 못한 한계점이 있다. 그럼에도 불구하고 Digital X-ray 영상은 임상에서 큰 비중을 차지하고 타 병원 전원 시 반드시 복사되는 의료영상이며 해당 병원에서 사용하는 소프트웨어의 압축률을 적용한 연구라는 점과

화질평가와 영상정보의 손실을 함께 평가 했다는 점에서 큰 의의가 있다. 결론적으로 타 병원 전원 시 No Compression 방식과 Lossless Compression 방식을 사용해도 된다는 것을 알 수 있었다.

#### 참고 문헌

- [1] 박범진, 정재호, “압축타입에 따른 효율적인 의료 영상 Import, Export에 관한 고찰,” 대한디지털 의료영상학회, 제16권, 제1호, pp.1-5, 2014.
- [2] 석종민, 정홍량, 임청환, 김정구, 박정규, “병원규모에서 PACS 도입 계획과 영상의학과 장비 운영에 관한 분석,” 한국콘텐츠학회논문지, 제8권, 제12호, pp.322-333, 2008.
- [3] 권덕문, 김성수, 김영근, 김영일, 김화근, 김홍태, 박영순, 박일영, 신영순, 양한준, 오현주, 유병규, 유장수, 이경성, 이덕규, 이만구, 이후민, 임청환, 임한영, 장영일, 홍찬규, *의료영상정보학*, 대학서림, 2011.
- [4] 지연상, 동경래, 김창복, “PDA기반 의료영상의 전송 시스템 구현,” 한국콘텐츠학회논문지, 제9권, 제4호, pp.247-253, 2009.
- [5] 김선철, *디지털 의료영상학*, 정담미디어, 2014.
- [6] 김상현, 김연민, 권경태, 마상철, 한동균, “복합부가 여과에서 알루미늄 여과판 사용 시 양자검출 효율과 화질평가를 통한 효율성 분석,” 한국콘텐츠학회논문지, 제15권, 제10호, pp.362-373, 2015.
- [7] 정재호, 김은수, “PACS환경에서 Full Field Digital Mammography 영상의 압축 화질평가에 관한 연구,” 한국방사선학회논문지, 제8권, 제4호, pp.147-153, 2014.
- [8] 봉정식, 양기주, 전준현, “JPEG2000에서 시각적 무손실 임계값을 이용한 진단의료영상 압축 기법,” 한국통신학회논문지, 제34권, 제7호, pp.671-680, 2009.
- [9] Alasdair McAndrew, *맷랩을 이용한 디지털 영상처리의 기초*, 한티미디어, 2016.



- [10] <http://dicom.nema.org>
- [11] D. H. Kim, H. J. Kim, C. L. Lee, H. M. Cho, H. S. Park, A. R. Yoo, and Y. S. Lee, "Comparison and Evaluation of JPEG and JPEG2000 in Medical Images for CR," J. of the Korean Physical Society, Vol.56, No.3, pp.856-862, 2010.
- [12] 이상복, 신승수, "Wavelet 변환 영역에서 의료영상압축," 한국콘텐츠학회논문지, 제2권, 제4호, pp.23-29, 2002.
- [13] 차순주, "PACS에서의 CT와 MR 영상의 장기저장에 적용할 JPEG2000 손실 압축률의 임상적 평가," 대한영상의학회지, 제54권, 제3호, pp.227-233, 2006.
- [14] 전준현, 이규, 김동혁, "고화질 진단의료 영상 압축을 위한 성능 개선에 관한 연구," 대한전자공학회, 제35권, 제1호, pp.1307-1310, 2012.
- [15] 정재호, 성동욱, 박범진, 손기경, 강희두, "PACS DATA CD의 호환성 평가 및 DICOM 적합성에 대한 검증을 통한 기준 제시," 대한디지털의료영상학회, 제10권, 제1호, pp.29-34, 2008.
- [16] K. Inamura and J. H. Kim, "History of PACS in Asia," European J. of Radiology, Vol.78, No.2, pp.184-189, 2011.
- [17] [www.hira.or.kr](http://www.hira.or.kr)
- [18] K. Inamura, S. Kousaka, Y. Yamamoto, Y. Sukenobu, Y. Okura, Y. Matsumura, and H. Takeda, "PACS development in Asia," Computerized Medical Imaging and Graphics, Vol.27, No.2, pp.121-128, 2003.
- [19] 식품의약품안전처, *PACS DICOM 데이터 호환성 향상 및 보안적용 가이드라인*, 2006.
- [20] 최준영, "의료정보시스템 운영에서 생성되는 의료 빅데이터의 활용가치," 한국전자통신학회 논문지, 제10권, 제12호, pp.1403-1410, 2015.
- [21] 강은보, 김남호, 김순근, 김연래, 김영산, 김원태, 김정수, 김창수, 김홍태, 김희중, 박병섭, 송종남, 신정섭, 양근호, 여진동, 유병규, 이행기, 장영일, 장현철, 최재호, 최준구, 한동현, 한재복, 황인선, *PACS for Medical Image*, 청구문화사, 2014.
- [22] 성열훈, "영상의학과 대기시간 만족도 개선을 위한 고객 맞춤형 검사안내콘텐츠 개발," 한국콘텐츠학회논문지, 제11권, 제7호, pp.219-224, 2011.
- [23] 홍선숙, 김호철, "Digital Radiography System에서 X선 광자 검출 방식에 따른 선량 및 화질 특서에 관한 연구," 전자공학회논문지, 제50권, 제12호, pp.247-253, 2013.
- [24] V. Abella, R. Miro, B. Juste, A. Santos, and G. Verdu, "Monte Carlo model of the female RANDO phantom irradiation with an Elekta Precise linear accelerator," Nuclear instruments & methods in physics research, Section A, Vol.619, No.1, pp.230-233, 2010.
- [25] 장은성, "인체 팬텀(Rando Phantom)을 이용한 CBCT의 Setup 유용성 평가," 한국콘텐츠학회논문지, 제11권, 제7호, pp.234-238, 2011.
- [26] J. Yuan, D. Albani, Y. Zheng, B. W. Wessels, S. S. Lo, and M. Yao, "Experimental Validation of Monte Carlo Simulations Based on a Virtual Source Model for Tomotherapy in a Rando Phantom," International J. of radiation oncology, biology, physics, Vol.93, No.3, pp.796-804, 2015.
- [27] [www.infinitt.com](http://www.infinitt.com)
- [28] G. Dougherty, *Digital image processing for medical applications*, Cambridge, 2009.
- [29] H. Denstman, "Posterization: Tone Separation Techniques Transform The Mundane Photo," Industrial photography : the magazine of photography at work, Vol.27, No.2, pp.25-27, 1978.
- [30] 박기훈, "AHP 기법을 이용한 DICOM 의료 영상에서 JPEG2K의 효율성 연구," 한국지식정보기술학회논문지, 제11권, 제6호, pp.653-662, 2016.

저 자 소 개

최 지 안(Ji-An Choi)

준회원



- 2016년 2월 : 을지대학교 방사선학과(방사선학사)
- 2017년 7월 ~ 현재 : 경희대학교 병원 영상의학과

<관심분야> : PACS, 방사선학, 영상정보학

황 준 호(Jun-Ho Hwang)

준회원



- 2016년 2월 : 신구대학교 방사선학과(방사선학사)
- 2017년 9월 ~ 현재 : 고려대학교 의용과학대학원 의학물리과(석사과정 중)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 경희대학교

병원 영상의학과

<관심분야> : 방사선학, 의료기기, 영상정보학

이 경 배(Kyung-Bae Lee)

정회원



- 2011년 8월 : 가톨릭대학교 생명 의과학과(이학석사)
- 2014년 8월 : 가톨릭대학교 생명 의과학과(이학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 병원 영상의학과

<관심분야> : 자기공명영상학, 방사선학, 영상정보학