신호처리 · 시스템 학회 논문지 Vol. 18, No. 2 : 76~83 December. 2017

DICOM 영상과 다양한 형식의 영상 비교

김지율[1] · 고성진[2]

[1]대우의료재단 대우병원 영상의학과, [2]부산가톨릭대학교 보건과학대학 방사선학과

Comparison of DICOM images and various types of images

Ji-yul Kim[1] · Seong-Jin Ko[2]

[1]Dept. of Radiology. Daewoo general hospital

[2]Dept. of Radiological Science, Catholic University of Pusan

요 약 본 연구에서는 원본 의료영상인 DICOM 파일을 TIFF, BITMAP, GIF, JPEG 이미지 파일로 변환한 후 Origin pro와 ICY 영상분석 프로그램을 이용하여 영상의 압축 및 변환과정에 따른 변환 손실율을 정량적으로 평가를 하고자 하였다. 평가 방법으로는 50% MTF, 구조적 유사지수, MSE, RMSE, 최대 신호대 잡음비 등을 실험을 통하여 평가하였으며, TIFF 이미지 파일의 경우 모든 실험군에서 DICOM 영상과 동일한 결과 값을 나타내어 DICOM 영상과 동일 하거나 가장 유사한 이미지 파일 형식이라고 판단하였다. 그리고 JPEG 이미지 파일의 화질의 손실 및 왜곡의 정도가 가장 심한 결과로 나타났다, 본 연구는 Origin pro나 ICY 의료영상 분석 프로그램과 같은 독창적인 평가 프로그램을 적용하여 이후의 디지털 의료영상 기초 연구분야에서 본 논문의 평가 방법이 의료 영상 처리 분야의 연구 자료로 활용될 것으로 기대되며, DICOM 파일을 지원하지 않는 디지털 의료영상 및 평가 프로그램을 이용한 기초 연구분야에서 DICOM 영상과 동일한 결과를 나타내는 TIFF 이미지 파일을 기준으로 제시하여, 이미지 파일을 이용한 디지털 의료영상처리 연구 분야에서 신뢰성을 확보하는데 도움이 될 것으로 추론된다.

• 주제어 : MTF, 구조적유사지수, MSE, RMSE, 최대신호대잡음비, Origin pro, ICY 의료영상 분석 프로그램

Abstract In this study, the original medical image, DICOM file, was converted into TIFF, BITMAP, GIF, JPEG image file, and then the conversion loss ratio according to the image compression and conversion process was quantitatively evaluated using Origin pro and ICY image analysis program. As the evaluation method, 50% MTF, structural similarity index, MSE, RMSE, maximum signal - to - noise ratio and so on were evaluated. The TIFF image file showed the same result as DICOM image in all experimental groups, Image file format. In this study, we propose a new method for evaluating the quality of digital images by applying original evaluation program such as Origin pro or ICY medical image analysis program. Is expected to be used as research data in the field of medical image processing, and TIFF image file showing the same result as DICOM image in the basic research field using digital medical image and evaluation program that does not support DICOM file Therefore, it is believed that it will help to secure reliability in digital medical image processing research using image file.

• Key Words : MTF, Peak signal to noise ratio, MSE, RMSE, Structural similarity index, Origin pro, ICY Analysis program

Received 03 May 2017, **Revised** 26 May 2017, **Accepted** 03 June 2017

* Corresponding Author Seong-Jin Ko, Dept. of Radiological Science, Catholic University of Pusan, 57, Oryundae-ro, Geumjeong-gu, Busan, Korea. E-mail: sjko@cup.ac.kr

Ⅰ. 서론

의료영상은 현대의학에서 진단 및 치료에 있어 필수적인 의료정보를 제공함으로써 그 비중은 날로 증가하고 있다[1]. 의료영상 처리 기법의 발전은 컴퓨터 보조진단 시스템(CAD)의 기초로 활용되고 있으며[2], 디지털 영상 처리 프로그램을 이용한 의료영상처리 또한 이공계 기초 의학 분야에서 연구가 활발히 진행되고 있는 실정이다[3]. 그러나 의료영상인 DICOM(Digital Imaging and Communications in Medicine) 영상을 지원하지 않는 디지털 영상 처리 및 평가 프로그램으로 인하여 디지털 영상처리 연구 시 제한점이 있으며[4], 개인정보 보호법 강화로 인하여 디지털 영상처리 연구 시 원본 의료영상의 직접적인 사용에 대한 제한점 또한 가지고 있다[5]. 이러한 이유로 디지털 의료영상처리에 관한 기초연구 분야에서는 원본 의료영상인 DICOM 영상을 이미지 파일 형식으로 변환하여 연구를 수행하고 있는 실정이며[6], 기존의 선행 연구에서는 DICOM 영상의 이미지 파일 형식의 변환에 따른 변환율 손실에 대한 평가가 누락되거나'향후 연구의 필요성'이 있다고 제언으로 대체[7]함으로 인하여 연구결과의 신뢰성을 확보하지 못하였다.

그러므로 본 논문에서는'영상의 질'의 척도를 나타내는 선예도를 평가하기 위한 50% 변조 전달함수(Modulation Transfer Function; MTF)[8], 영상의 변환 과정에서 발생하는 픽셀 값이 차이와 통계학적인 표준편차를 평가하는 MSE(MeanSquare Error)[9]와 RMSE(RootMean Square Error)[9], 주로 영상 또는 동영상의 손실 압축에 관한 화질 손실 정보를 평가하는 최대 신호 잡음비(Peak Signal Noise Ratio; PSNR)[10], 압축 및 변환에 의해 발생하는 왜곡에 대한 원본 영상에 대한 유사도를 측정하는 구조적 유사지수(Structural Similarity Index; SSIM)[10][11]의 평가를 통하여 DICOM 영상을 TIFF, BITMAP, GIF, JPEG 형식의 이미지 파일로 변환하여 평가 시에 발생할 수 있는 변환율 손실에 대한 영상의 정량적인 평가를 통하여 디지털 의료영상처리에 관한 연구 시, DICOM 파일과 동일하거나 유사한 결과를 제공할 수 있는 이미지 파일의 기준을 제시하여 기초자료로서의 활용 및 연구의 신뢰성을 높이는데 그 목적이 있다.

Ⅱ. 재료 및 방법

2.1 실험재료

2.1.1 AAPM 성능 평가용 팬텀

CT 정도관리 표준 팬텀(Fig. 1)으로 CT number calibration 블록, 슬라이스 두께 측정용 블록, 공간 분해능 측정용 블록, 대조도 분해능 측정용 블록, beam alignment 및 노이즈 측정용 블록 등 다섯 부분으로 구성되어 있으며[12]. 본 연구에서는 공간 분해능 측정용 블록을 사용하였다[13].

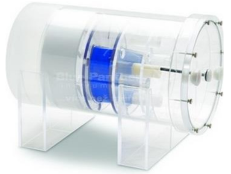

Fig. 1. AAPM CT Perfomance Phantom

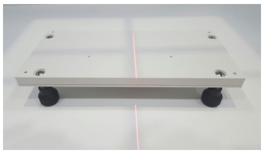

Fig. 2. Tungsten Edge TX5

2.1.2 Tungsten Edge TX5

IEC 62220-1에 따른 MTF 측정용 Edge 팬텀(IBA Dosimetry, Germany)이며 3 mm 두께의 납판에 고정된 1 mm 두께의 텅스텐 판으로 구성되어 있다(± 5μm Edge(Fig. 2)[14].

2.1.3 실험장비

D 병원에서 사용 중인 Toshiba Medical사 Aquilion CX128 CT(Toshiba Medical, Tokyo, JAPAN) 장비와 DRX Evolution Plus(Carestreamhealth KOREA Inc, Rochester, USA) X-ray 장비를 이용하여 실험을 하였다.

2.1.4 평가프로그램

Origin pro(Ver. 9.0.0, OriginLab, USA)와 ICY 의료영상 분석 프로그램(Ver. 1.8.6.0, Quantitative Image Analysis Unit at Institut Pasteur, France)을 사용하였다. Origin pro는 데이터 분석 및 그래프 작성 응용 프로그램 소프트웨어로 50% MTF를 구하기 위해 사용하였고[15], ICY 의료 영상 분석 프로그램은 영

상 데이터를 시각화하고 계량화할 수 있는 프로그램으로 구조적 유사지수, MSE, RMSE, 최대 신호대 잡음비를 평가하였다[16].

2.1.5 영상변환프로그램

실험을 통해 획득한 AAPM CT 성능 평가용 공간 분해능 팬텀 DICOM 영상 및 MTF 측정용 edge 팬텀 DICOM 영상을 Image Jmage J(Ver.1.50b, NIH, USA)를 사용하여 TIFF 파일(*.tif), BITMAP 파일(*.bmp), GIF 파일(*. gif), JPEG 파일(*.jpg)로 변환하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 영상의 선예도 평가를 위한 50% MTF 측정

Edge 팬텀을 이용하여 촬영 조건별로 50% MTF 측정 DICOM 영상을 획득한 후, Image J를 이용하여 tiff, bmp, jpeg, gif의 이미지 확장자 파일로 변환하여 각각의 이미지 파일 영상들을 획득하였다. 획득한 영상을 이용하여 MTF 측정을 위해 모두 동일한 영역에 픽셀의 크기가 100 × 80 인 ROI를 지정하고 Origin pro를 이용하여 50% MTF를 구하였다 (Fig. 3)[17].

50 % MTF의 촬영조건은 아래의 Table 1.과 같다.

Table 1. Exposure condition

Exposure	1	2	3	4	5	6
kVp	70	70	90	90	120	120
mAs	8	16	8	16	8	16

2.2.2 구조적 유사지수 · MSE · RMSE · 최대 신호대 잡음비

CT 성능 평가용 공간 분해능 팬텀을 이용하여 촬영 조건 별로 공간 분해능 팬텀 DICOM 영상을 획득한 후, Image J를 이용하여 TIFF, BITMAP, GIF, JPEG의 이미지 확장자 파일로 변환하여 각각의 이미지 파일 영상들을 획득하였다. 공간 분해능 팬텀 DICOM 영상을 기준으로 각 이미지 파일 영상들의 구조적 유사지수 · MSE · RSME ·최대 신호대 잡음비를 ICY 의료영상분석 프로그램을 이용하여 비교 평가하였다(Fig. 3). 공간 분해능 팬텀 영상의 촬영조건은 아래의 Table 2.이다.

Table 2. Exposure condition

Exposure	1	2	3	4	5	6
kVp	120	120	100	100	80	80
mAs	250	200	250	200	200	150

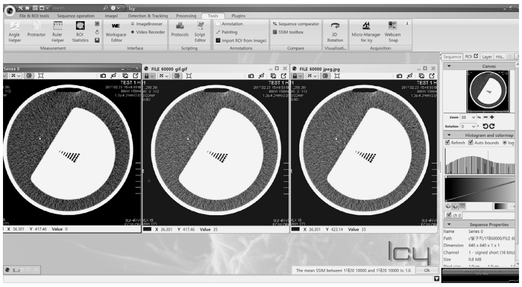

Fig. 3. ICY SSIM · MSE · RMSE · PSNR Measurement

2.2.2.1 구조적 유사지수 측정

구조적 유사 지수는 압축 및 변환에 의해 발생하는 왜곡에 대하여 원본 영상에 대한 유사도를 측정하는 방법으로서 서로 다른 영상 간의 차이를 발광, 대조도,구조(Structure)의 관점에서 비교하여 영상이 원본과 더 유사한지를 파악할 수 있다[10].

구조적 유사지수는 두 이미지 간의 구조적 유사성을 측정하는 지표이며 0과 1 사이의 값이다. 두 이미지가 거의 동일하면 구조적 유사지수는 1에 가깝다[18].

수식 (1)은 주어진 두 영상의 ROI 내에서 구조적 유사지수를 나타내는 식을 나타내었다.

$$s(x,y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + C_1)(2\delta_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\delta_x^2 + \delta_y^2 + C_2)} \quad (1)$$

$\mu_x\mu_y$는 두 영상의 ROI 내의 평균값을 나타내었으며, δ_x와 δ_y는 표준 편차, δ_{xy}는 공분산을 나타내었다. C_1, C_2는 정규화를 위한 상수 값을 나타낸다.

2.2.2.2 MSE 측정

MSE는 평균 제곱오차를 의미하며 원본 이미지인 DIOCM과 TIFF, BITMAP, GIF, JPEG와의 픽셀 값의 차이를 측정한 값이다[18]. 그러므로 원본 이미지와 변환 및 압축 과정에서의 손실이 발생하지 않은 출력 이미지의 MSE 값은 0 이다[19].

MSE는 다음의 식 (2)와 같다[19].

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(\hat{Y}_i - Y_i)^2 \quad (2)$$

$\hat{Y}_i$는 추정값을 나타내며, Y_i는 실제값(관측값)을 나타낸다.

2.2.2.3 RMSE 측정

RMSE는 MSE 값에 제곱근(root)을 한 값으로서 통계학 측면의 표준편차의 의미를 가지며, 즉 예상한 값과 실제 실험 및 관측 결과가 평균적으로 얼마만큼 떨어져 있는가를 평가할 수 있다.

RMSE는 다음의 식 (3)과 같다[20].

$$RMSE = \sqrt{MSE} \quad (3)$$

2.2.2.4 최대 신호대 잡음비 측정

최대 신호대 잡음비는 신호가 가질 수 있는 최대 신호에 대한 잡음의 비를 나타내며, 주로 영상 또는 동영상의 손실 압축에서 화질 정보를 평가할 때 사용된다[19]. 단위는 db이며 손실이 적을수록 높은 값을 가진다. 무손실 영상의 경우 MSE 값이 0 이므로, 최대 신호대 잡음비는 정의되지 않는다[19].

최대 신호대 잡음비는 다음의 식 (4)와 같다.

$$PSNR = 10\log\frac{S^2}{MSE} \quad (4)$$

S는 해당 영상의 최대 값으로 해당 채널의 최대 값에서 최소 값의 차이를 이용하여 구한다.

Ⅲ. 실험 결과

3.1 영상의 선예도 평가를 위한 50% MTF 결과

Edge 팬텀으로 획득한 촬영 조건 별 DICOM 영상 및 이미지 파일 형식에 따른 영상의 50% MTF 결과 값은 Table 3.과 같다.

Table 3.의 결과 값을 통하여 전체 실험군에서 원본 영상인 DICOM 영상의 50% MTF 결과 값과 TIFF 이미지 파일의 결과 값이 동일한 50% MTF 결과 값을 나타내었다.

Table 3. 50% MTF measurement results

exposure		Image file format				
kVp	mAs	DICOM	TIFF	BITMAP	GIF	JPEG
70	8	0.2931	0.2931	0.04074	0.04259	0.04074
70	16	0.2931	0.2931	0.04074	0.04074	0.03519
90	8	0.2931	0.2931	0.04074	0.04074	0.03519
90	16	0.21316	0.21316	0.03889	0.03148	0.03148
120	8	0.27978	0.27978	0.03889	0.03889	0.03889
120	16	0.26645	0.26645	0.03704	0.03704	0.03704

이러한 결과 값을 통하여 TIFF 이미지 파일의 경우 영상의 선예도를 나타내는 50% MTF 측정 결과 값을 통하여 영상의 변환 과정에서 출력 손실이 발생하지 않아 원본 영상인 DICOM 영상과 동일한 선예도를 나타내었다고 판단하였다.

그리고 BITMAP GIF, JPEG 이미지 파일의 경우 원본 영상인 DICOM 영상과 비교하여 50% MTF 값은 높은 결과 값을 나타내었다. 이러한 결과 값을 통하여 BITMAP GIF, JPEG 이미지 파일의 경우 변환 과정에서 출력 손실이 발생하여 원본 영상인 DICOM 영상과의 비교 시, 높은 50% MTF 결과 값을 나타내어 선예도가 낮은 결과를 나타내었다.

3.2 구조적 유사지수 · MSE · RMSE · 최대 신호대 잡음비 결과

CT 성능 평가용 공간 분해능 팬텀으로 촬영 조건별로 획득한 DICOM 영상을 기준으로 각 이미지 파일 영상들의 촬영 조건 별 MSE · RMSE · 최대 신호 잡음비를 비교 평가하였다.

3.2.1 구조적 유사지수 측정

구조적 유사지수를 측정한 결과 값은 Table 4.와 같다.

Table 4.의 결과 값을 통하여 전체 실험군에서 원본 영상인 DICOM 영상을 기준으로 한 구조적 유사지수의 결과 값이 TIFF 이미지 파일의 결과 값의 경우 전체 실험군에서 1의 결과 값을 나타내었다. 이러한 결과 값은 압축 및 변환 과정에서 발생하는 왜곡에 대한 구조적 유사도가 원본 영상인 DICOM 파일 영상과 동일하다는 결과를 나타낸 것으로 압축 및

변환 과정에서 출력 이미지의 손실이 발생하지 않았다는 것을 나타낸다.

Table 4. SSIM measurement results

exposure		Image file format			
kVp	mAs	TIFF	BITMAP	GIF	JPEG
120	250	1	0.610	0.610	0.604
120	200	1	0.610	0.610	0.604
100	250	1	0.610	0.610	0.604
100	200	1	0.609	0.609	0.604
80	200	1	0.609	0.609	0.604
80	150	1	0.609	0.609	0.604

그리고 BITMAP GIF, JPEG 이미지 파일의 경우 원본 영상인 DICOM 영상을 기준으로 한 구조적 유사지수의 결과 값이 전체 실험군에서 0.6에 해당하는 결과 값을 나타내었는데 구조적 유사도가 동일한 경우의 구조적 유사지수인 1의 결과 값과는 상당한 차이가 있어 압축 및 변환 과정에서 왜곡에 의한 구조적 유사도의 차이가 발생하였다는 것을 알 수 있었고, JPEG 이미지 파일의 경우 전체 실험군에서 다른 이미지 파일 형식보다 상대적으로 1의 구조적 유사도 지수와 차이가 있는 결과 값을 나타내어 압축 및 변환에 관한 왜곡도가 가장 크다고 판단하였다. BITMAP 이미지 파일과 GIF 이미지 파일의 경우 전체 실험군에서 동일한 구조적 유사 지수를 나타내어 원본 영상인 DICOM 영상에 대한 압축 및 변환 과정을 통해 출력되는 이미지의 왜곡도가 동일하다고 판단하였다.

3.2.2 MSE 측정

MSE를 측정한 결과 값은 Table 5.와 같다.

Table 5. MSE measurement results

exposure		Image file format			
kVp	mAs	TIFF	BITMAP	GIF	JPEG
120	250	0	743.166	743.166	747.052
120	200	0	742.961	742.961	747.130
100	250	0	745.985	745.985	750.170
100	200	0	747.729	747.729	752.042
80	200	0	748.950	748.950	754.063
80	150	0	747.608	747.608	752.982

Table 5.의 결과 값을 통하여 전체 실험군에서 원본 영상인 DICOM 영상을 기준으로 한 MSE의 결과 값이 TIFF 이미지 파일의 결과 값의 경우 전체 실험군에서 0의 결과 값을 나타내었다. 이러한 결과 값은 압축 및 변환 과정으로 인한 출력 이미지의 손실이 발생하지 않았다는 것을 나타낸다.

그리고 BITMAP GIF, JPEG 이미지 파일의 경우 원본 영상인 DICOM 영상을 기준으로 한 MSE의 결과 값이 전체 실험군에서 최소 값이 742.961, 최대 값이 752.982의 결과 값으로 나타나 출력 이미지의 무손실 값인 0의 결과 값과는 상당한 차이가 있어 압축 및 변환 과정에서의 출력 이미지의 손실이 발생하였다는 것을 알 수 있었고, JPEG 이미지 파일의 경우 다른 이미지 파일 형식보다 상대적으로 높은 MSE 값을 나타내어 출력 이미지의 손실이 가장 많이 발생하였다고 판단하였다. 그리고 BITMAP 이미지 파일과 GIF 이미지 파일의 경우 전체 실험군에서 동일한 MSE 값을 나타내어 압축 및 변환과정에서의 출력되는 이미지의 픽셀 값이 동일하다고 판단하였다.

3.2.3 RMSE 측정

RMSE를 측정한 결과 값은 Table 6.과 같다.

Table 6. RMSE measurement results

exposure		Image file format			
kVp	mAs	TIFF	BITMAP	GIF	JPEG
120	250	0	27.261	27.261	27.332
120	200	0	27.257	27.257	27.334
100	250	0	27.313	27.313	27.389
100	200	0	27.345	27.345	27.423
80	200	0	27.367	27.367	27.460
80	150	0	27.342	27.342	27.441

Table 6.의 결과 값을 통하여 전체 실험군에서 원본 영상인 DICOM 영상을 기준으로 한 RMSE의 결과 값은 TIFF 이미지 파일의 결과 값의 경우 MSE 값이 0이므로 MSE의 결과 값에 제곱근으로 정의되는 RMSE의 값도 0의 결과 값으로 나타났다. 이러한 결과 값은 통계적인 의미로 예상한 값과 실제 실험 및 관측 결과가 일치한다는 것을 보여주는 결과로 압축 및 변화과정에서의 무손실의 출력 이미지를 나타내고 있다고 판단하였다.

그리고 BITMAP GIF, JPEG 이미지 파일의 경우 원본 영상인 DICOM 영상을 기준으로 한 RMSE의 결과 값이 전체 실험군에서 최소 값이 27.257, 최대

값이 27.441의 결과 값으로 나타나 통계적인 의미로 예상한 값과 실제 실험 및 관측 결과가 평균적으로 차이가 있음을 나타내고 있다. 이러한 결과 값으로 압축 및 변환 과정에서의 출력 이미지의 손실이 발생하였다는 것을 알 수 있었고, JPEG 이미지 파일의 경우 상대적으로 높은 RMSE 값을 나타내어 다른 이미지 파일 형식보다 평균에 대한 오차의 차이가 있다고 판단하였다. 그리고BITMAP 이미지 파일과 GIF 이미지 파일의 경우 전체 실험군에서 동일한 RMSE 값을 나타내어 평균에 대한 동일한 오차 값의 결과라고 판단하였다 .

3.2.4 최대 신호비 잡음 측정

최대 신호비 잡음비를 측정한 결과 값은 Table 7. 과 같다.

Table 7. PSNR measurement results

exposure		Image file format			
kVp	mAs	TIFF	BITMAP	GIF	JPEG
120	250	infinity	19.420	19.420	19.397
120	200	infinity	19.421	19.421	19.397
100	250	infinity	19.404	19.404	19.379
100	200	infinity	19.393	19.393	19.368
80	200	infinity	19.386	19.386	19.357
80	150	infinity	19.394	19.394	19.363

Table 7.의 결과 값을 통하여 전체 실험군에서 원본 영상인 DICOM 영상을 기준으로 한 최대 신호대 잡음비의 결과 값은 TIFF 이미지 파일의 결과 값의 경우 MSE 값이 0이므로 최대신호 잡음비의 결과 값이 측정이 불가하였으며 이러한 결과값은 최대 신호대 잡음비의 수식의 정의를 이용하여 압축 및 변환 과정에서의 화질 정보의 손실이 없는 출력이미지로 인한 결과라고 판단하였다.

그리고 BITMAP GIF, JPEG 이미지 파일의 경우 원본 영상인 DICOM 영상을 기준으로 한 최대 신호대 잡음비의 결과 값이 전체 실험군에서 최소 값이 19.357, 최대 값이 19.421의 결과 값으로 이러한 결과 값을 통하여 압축 및 변환에 관한 최대 신호대 잡음비의 변화 값을 확인 할 수 있었으며, JPEG 이미지 파일의 경우 상대적으로 낮은 최대 신호대 잡음비의 값을 나타내어 다른 이미지 파일 형식보다 화질 정보의 손실율이 많이 발생하였다고 판단하였다. 그리고 BITMAP 이미지 파일과 GIF 이미지 파일의 경우 전체 실험군에서 동일한 최대 신호대 잡음비를 나타내어 화질 정보의 손실율이 동일하다고 판단하였다.

Ⅳ. 결론 및 고찰

현재 디지털 의료영상처리에 관한 기초 연구분야에서는 원본 의료영상인 DICOM 파일을 여러 제한점 등으로 인하여 이미지 파일로 변환하여 연구를 수행하고 있으며[6], 기존의 선행 연구에서는 원본 의료영상인 DICOM 영상에 대한 이미지 파일들의 변환율 손실에 대한 평가는 누락 되거나 ‘향 후 연구의 필요성’이 있다고 제언으로 대체하고 있는 실정이다[6].

그러한 이유로 본 논문에서는 특수의료장비 CT 성능 평가용 AAPM 팬텀 중 공간분해능 팬텀과 선예도를 평가하기 위한 Edge 팬텀을 이용하여 각각의 촬영 조건별로 촬영 한 후, DICOM 팬텀 영상을 획득하였다. 획득한 원본 영상인 DICOM 영상을 TIFF, BITMAP, GIF, JPEG 이미지 파일로 변환한 후 Origin pro와 ICY 영상분석 tool을 이용하여 영상의 압축 및 변환과정에 따른 변환 손실율을 정량적으로 평가를 하고자 하였다.

평가 방법으로는 선예도를 평가하기 위한 50% MTF, 영상의 압축 및 변환 과정에서의 원본 영상의 구조적인 왜곡도를 평가하기 위한 구조적 유사지수, 영상의 변환 과정에서 발생하는 픽셀 값이 차이와 통계학적인 표준편차를 평가하는 MSE와 RMSE, 영상 및 동영상의 압축 및 변환 과정에서 발생하는 화질의 손실을 평가하기 위한 최대 신호대 잡음비 등을 실험을 통하여 평가하였다.

먼저 선예도를 평가하기 위한 50% MTF 실험에서는 TIFF 이미지 파일의 경우 모든 실험군에서 원본 영상인 DICOM 영상과 동일한 결과 값을 나타내어 출력 손실이 없는 원본 영상인 DICOM 영상과 동일한 선예도를 나타내었다. 그리고 BITMAP, GIF, JPEG 이미지 파일의 경우 50% MTF 결과 값이 원본 영상인 DICOM 영상보다 상대적으로 높은 결과 값을 나타내었는데 이러한 결과를 통하여 출력 손실로 인한 선예도가 저하된 영상이라고 판단하였다.

그리고 구조적 유사지수를 평가한 실험에서는 TIFF

이미지 파일의 경우 모든 실험군에서 원본 영상인 DICOM 영상과 동일한 구조적 유사지수를 나타내는 1의 결과 값을 나타내어 출력된 이미지가 무손실로 인한 왜곡도가 없는 영상이라고 판단하였다. 그리고 BITMAP, GIF, JPEG 이미지 파일의 경우 구조적 유사 지수의 결과 값이 1과 상대적으로 차이가 나는 결과 값을 나타내어 출력 손실로 인한 왜곡이 발생한 영상이라고 판단하였다.

MSE와 RMSE를 평가한 실험에서는 TIFF 이미지 파일의 경우 모든 실험군에서 0의 결과 값을 나타내어 출력된 이미지가 원본 영상인 DICOM 영상과 비교하여 픽셀 값의 차이가 없는 영상이라고 판단하였다. 그리고 BITMAP, GIF, JPEG 이미지 파일의 경우 MSE의 결과 값과 RSE의 결과 값이 TIFF 이미지 파일에 비하여 상대적으로 높은 결과 값을 나타내는 것을 통하여 압축 및 변환 과정에서의 출력 손실로 인한 출력 이미지의 픽셀 값의 차이가 발생한 결과라고 판단하였다.

최대 신호대 잡음비를 평가한 실험에서는 TIFF 이미지 파일의 경우 모든 실험군에서 MSE의 값이 0의 결과 로 최대 신호대 잡음비의 수식에 관한 정의를 통하여 출력되는 화질의 손실이 없는 영상이라고 판단하였다. 그리고 BITMAP, GIF, JPEG 이미지 파일의 경우 최대 신호대 잡음비 결과 값을 통하여 압축 및 변환 과정에서의 출력 손실로 인한 화질의 저하가 발생하였다고 판단하였다.

위의 결과들을 통하여 전체적으로 원본 의료영상인 DICOM 영상과 가장 유사하거나 또는 동일하다고 판단되는 이미지 파일의 형식은 TIFF이며, 압축 및 변환 과정에서 발생하는 화질의 손실 및 왜곡의 정도는 JPEG 이미지 파일이 가장 높은 결과로 나타났다. 그리고 BITMAP 이미지 파일과 GIF 이미지 파일의 경우 50% MTF를 측정한 일부 실험군을 제외한 나머지 모든 실험군에서 동일한 결과 값을 나타내어 압축 및 변화되는 과정에서 발생되는 화질의 손실 및 왜곡의 정도가 동일하다고 판단하였다.

김기원 등[21]의 연구에 의하면 CT DICOM 영상을 획득하여 50% MTF 평가 만을 통한 CT 영상에 대한 정량적인 압축 및 변환 과정에 대한 손실 평가를 시행 하였으나, 본 연구에서는 50% MTF 평가뿐만 아니라 구조적 유사지수, MSE, RMSE, 최대 신호대 잡음비 등을 평가하여 연구의 신뢰도를 높이고자 하였다.

권순무 등[6]의 연구에 의하면 JPEG 2000 이미지 압축 파일을 차세대 영상 압축 표준으로 선정하여 변환 손실율에 관한 연구를 시행 하였으나, 본 논문의 연구를 통하여 이미지 파일의 용량의 압축을 제외한 화질의 변환 손실율만을 평가 한다면 TIFF 이미지 파일의 경우 원본 영상인 DICOM 영상과 모든 실험군에서 동일한 결과 값을 나타내어 변환율 손실 평가에서는 가장 우수한 이미지 파일 형식이라고 판단하였다.

그리고 본 연구에서는 디지털 의료영상의 기초 연구분야에서 디지털 의료영상 처리 및 평가 프로그램으로 쉽게 접하지 않은 Origin pro나 ICY tool과 같은 독창적인 평가 프로그램을 적용하여 이후의 디지털 의료영상 기초 연구분야에서 본 논문의 평가 방법이 의료 영상 처리 분야의 연구 자료로 활용될 것으로 기대한다.

마지막으로 DICOM 파일을 지원하지 않는 디지털 의료영상 및 평가 프로그램을 이용한 기초 연구분야에서 DICOM 영상과 동일한 결과를 나타내는 TIFF 이미지 파일을 기준으로 제시하며, 이미지 파일을 이용한 디지털 의료영상처리 연구 분야에서 신뢰성을 확보하는데 도움이 될 것으로 추론된다.

REFERENCES

[1] Jong Hyo Kim "Medical Image Processing System" The institute of Electronics and information Engineers, 2013, pp. 54-59.

[2] Sang Cheol Park, Myung Eun Lee "Machine Learning for Medical Image Analysis" Korean Institute of Information Scientists Engineers, vol. 39, no. 3, 2012.

[3] Bo sun Kang "Development of Image Quality Evaluation Program for Digital Diagnostic Radiography" KOREAN SOCIETY OF RADIOLOGICAL SCIENCE, vol 2, no. 2, pp. 5-10, 2008.

[4] Eun Hyoung Chu, Mu Hun Park "Implement of Integrated Compression System of Medical Images" Graduate School of Changwon National

University, 2002, pp. 14-15.

[5] Korea Ministry of Government Legislation, http://www.law.go.kr/

[6] Soon Mu Kwon "Change of Image Quality within Compression of AAPM CT Performance Phantom Image Using JPEG2000 in PACS" Department of Radiological Science, The Graduate School of Catholic University of Daegu, 2012.

[7] Jae ho Jeoung, Eun su Kim "The Research on Compression Image Quality of Full Field Digital Mammography on PACS Environment" The Korea Society of Radiology, vol. 8, no. 4, pp. 147-153, 2014.

[8] Jung Eun Woo, Yong Geum Lee, Seok Hwan Bae, Yong Gwon Kim "An Evaluation Method of X-ray Imaging System Resolution for Non-Engineers" KOREAN SOCIETY OF RADIOLOGICAL SCIENCE, vol. 35, no. 4, pp. 309-314, 2012.

[9] Ki Won Kim, Jung Whan Min et al "Comparison Study on CNR and SNR of Thoracic Spine Lateral Radiograph", KOREAN SOCIETY OF RADIOLOGICAL SCIENCE, vol. 36, no. 4, pp. 273-280, 2013.

[10] Han bean Youn, Ho sang Jeon, Dong hyun Kim et al "Feasibility of Automated Detection of Inter-fractional Deviation in Patient Positioning Using Structural Similarity Index : Preliminary Results" PROGRESS in MEDICAL PHYSICS, vol. 26, no. 4, pp. 258-266, 2015.

[11] Hyun Chul CHO, Kwoan Ho Lee "Fault Detection Algorithm of Photovoltaic Power Systems using Stochastic Decision Making Approach" The Korea Institute of Signal Processing and System, vol. 12, no. 3 pp. 212-216, 2011.

[12] Sung sun Noh "A Study on Automated Quantitative Analysis in Evaluation of Low Contrastand Spatial Resolution Imagesusinga CT Standard Phantom, Department of Medical Image Engineering" Graduate School of Bio- Medical Science, Korea University, 2014.

[13] Sung Sun Noh, Hyo Sik Um, and Ho Chul Kim "Development of Automatized Quantitative Analysis Method in CT Images Evaluation using AAPM Phantom" Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers, vol. 51, no. 12, pp. 163-173. 2014.

[14] IBA dosimety, http://www.iba-dosimetry.com/complete-solutions/medical-imaging?q=node/596.

[15] OriginLab Korea, http://www.originkorea.com/index.php/2016-04-29-08-58-29/origin.

[16] ICY Institut pasteur, http://icy.bioimageanalysis.org.

[17] MTF measurement, http://blog.naver.com/y4769/220131955645.

[18] Jincheol Park, Sang hoon Lee "Structural Similarity Based Video Quality Metric using Human Visual System" Journal of broadcast engineering. vol. 14, no. 1, pp. 36-43, 2009.

[19] ICY tool : http://blog.naver.com/y4769/220505513170

[20] Rui Wang, Wei Yu, Runze Wu et al "Improved Image Quality in Dual Energy Abdominal CT: Comparison of Iterative Reconstruction in Image Space and Filtered Back Projection Reconstruction" American Journal of Roentgenology, vol. 199, no. 2, pp. 402-406, 2012.

[21] Ki Won Kim, Kwan Woo Choi, Hoi Woun Jeong, Seo Goo Jang et al "Evaluation of the Modulation Transfer Function for Computed Tomography by Using American Association Physics Medicine Phantom" Radiological Science and Technology, vol. 39, no. 2, pp. 193-198, 2016.

저자소개

고 성 진 (Seong-Jin Ko)

1997년 8월 경성대학교 생물학과(이학박사)
1982년 3월~현재 부산가톨릭대학교 보건과학대학 방사선학과 교수
※관심분야: 방사선 생물학, 방사선 계측학

김 지 율 (Ji-Yul Kim)

2005년 9월~현재 대우병원 영상의학과
2017년 2월 부산가톨릭대학교 대학원 방사선학전공(이학석사)
2017년 2월~현재 부산가톨릭대학교 대학원 방사선학전공 박사과정 중
※관심분야: 디지털 의료영상처리, VR 의료분야 콘텐츠