ISSN : 1976-0620

http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2014.8.1.43 "J. Korean. Soc. Radiol., Vol. 8, No. 1, January 2014"

PSNR Evaluation of P Company DSA System between Server Display Monitor and Client Display Monitor

Junhaeng Lee

Dept. of Radiology, Nambu University

P사 DSA 시스템의 Server Display Monitor와 Client Display Monitor의 PSNR 평가

이준행

남부대학교 방사선학과

Abstract

PACS is needed medical imaging with large-capacity storage device. Slower transmission degrades the performance of the PACS. Thus, the image read by the reading of the long-term stored image without compromising the quality of the video, which does not affect future readings in the range will be compressed and stored. Compression and video storage, and video transport Noise generated during storage and transmission of medical images and the resulting loss of information that occurs when the monitor output from many problems. The study estimates server display monitor and client display monitor of philips DSA system, and suggests that the evaluation and improvement about PSNR, process from server display signal obtaining to client display monitor. P company DSA is used in the test. Two monitors that are 1280x1024 pixel monitor of P company and 1536x2048 pixel monitor of Wide are used displaying angiography picture. MARO-view is taken in PACS program, and Visual C^{++} is taken as accomplishing PSNR measurement program. As a result of experiment, no change in No 1, 3 of PSNR appear that there is no error in telephotograph and display. In terms of compressibility, low compressibility has small change of definition, and there was not remarkable drawback of compressibility which has little change in definition.

Key word : DSA system, PSNR, Server display monitor, Client display monitor

요 약

PACS에서 용량이 큰 의료영상은 대용량 저장장치를 필요로 하고, 느린 전송으로 인하여 PACS의 성능을 저하시킨다. 따라서 판독의에 의해 판독되어진 영상이나 장기간 저장하는 영상의 질을 떨어뜨리지 않고, 추후 판독에 영향을 주지 않는 범위 내에서 압축하여 보관하게 된다. 압축 및 영상 저장·전송 시 발생되는 noise과 영상저장 및 전송 시 발생하는 정보손실 그리고 의료영상을 모니터에서 출력 시 발생하는 화질저하 등 많은 문제점 들이 발생한다. 본 연구는 P사 DSA 시스템의 Server display monitor와 Client display monitor의 PSNR을 평가하여 Server display 신호획득에서 부터 Client display monitor까지의 과정에서 발생하는 PSNR에 대한 평가 및 개선방안을 제안하고자

Corresponding Author:Jun Haeng Lee E-mail:jj1809@nambu.ac.kr Tel: +82-10-2620-7728
Add. Dept. of Radiology, Nambu University, Wolgye-dong, Gwangsan-gu, Gwangju, Korea
Received : December 14, 2013 Revised : January 03, 2013 Accepted : January 25, 2013

한다. 실험에 사용한 장비는 P사 DSA를 사용하였다. 혈관조영술 영상을 display하여 실험에 사용한 모니터로는 2가지로써 P사의 해상도 1280×1024 픽셀 모니터와 W사의 해상도 1536×2048 픽셀 모니터를 사용하였다. PACS Program은 MARO-view를 이용하였고 실험을 위해서 Visual C^{++}을 이용한 PSNR 측정 Program을 구현하여 실험에 사용하였다. 실험결과 No 1, 3번의 PSNR에 변화가 없는 것은 영상의 전송과 디스플레이 상에 Error가 없는 것으로 나타났으며, 압축률에서는 압축률이 낮은 쪽이 화질저하가 적었고, 영상의 손실 차이가 미미해 압축률에 따른 큰 문제점은 발견되지 않았다.

중심단어 : DSA 시스템, PSNR, Server display monitor, Client display monitor

Ⅰ. 서 론

오늘날 의료영상 매체의 획기적인 발전으로 각 병원에서 최신 의료장비를 도입함으로써, 첨단화, 디지털화로 급변하는 추세이다[1].

이에 디지털 의료 영상은 PACS(picture archiving and communication system)로 진료에 사용되어 진다. PACS의 도입은 필름 비용 절감, 인건비 절감, 필름 보관비용 절감, 미 판독 image들의 감소, 특수검사 판독 지연 감소, 관리업무 축소, 반복검사 감소 등의 효과를 볼 수 있다. 또 임상 의사는 image의 동시 활용, 임상정보의 증대, 즉각적인 image 확보, 무익한 외래 및 수술 환자의 진료 감소, 판독 의사와 임상 의사간의 원활한 의사교환, 진료 환자 수의 증가, 입원과 외래 환자의 image 및 판독 결과 활용성 증대 효과를 볼 수 있는 것으로 알려져 있다. 환자는 방사선 조사량 감소, 불필요한 외래와 수술에 따른 진료비 감소, 재검사 횟수 감소, 결과 및 임상 정보를 바로 알 수 있는 효과가 있다.[2]. 하지만 저장 공간과 네트워크 속도를 늘리는 부분에서는 설치시간과 경제적인 측면에서 한계가 있다[3].

PACS에서 사용되는 의료 영상은 DICOM(digital imaging and communication in medicine)이라는 파일의 형식을 갖추고 있다. PACS에서 의료영상의 전송 시 네트워크상에서 noise가 발생할 수가 있다. 이러한 한계점을 개선하고 원활한 Server의 운용과 차질 없는 진료를 위하여 영상을 압축하여 저장 및 전송하게 된다. 압축된 의료영상을 진료에 활용하기 위해서는 완벽한 복원이 이루어져야한다. 압축과 복원 시 적은 정보의 손실에서도 진료에 영향을 미치며 위는 오진발생률을 높이는 요인이 된다[4]. 또한 판독용 모니터와 의료용 모니터에서는 손색없는 고해상도의 영상을 출력해냈는가 반면 일반 CRT, LCD 모니터에서는 각종 noise, 영상왜곡 등 많은 문제점들이 나타났다[5]. 이러한 문제점들을 개선하기 위하여 객관적이고 신뢰성 있는 평가가 이루어져야 한다. 하지만 현재까지는 의료영상의 화질 평가부분이 display장치에 국한되어 있다.

본 논문에서는 P사의 DSA 시스템의 Server display monitor와 Client display monitor의 PSNR을 평가하여 Server display신호획득에서 부터 Client display monitor까지의 과정에서 발생하는 PSNR(노이즈와 화질저하)에 대한 평가 및 개선방안을 제안하고자 한다.

Ⅱ. 연구 배경

1. PSNR evaluation of digital medical images

PSNR이란(peak signal to noise ratio) 즉, 최대 신호대 noise비를 의미한다. 최근 영상평가 및 화질측정 시에 있어서 두루 사용되어지고 있는 객관적인 측정방법이다. 영상처리 시 두 영상간의 차이를 숫자로 나타내는데 Pixel의 1 byte 최댓값 0~255값 중 최댓값인 255에 의미를 두고 두 영상 간의 차이 즉 noise를 측정한다. 예를 들어 8bite 그레이 스케일 영상의 경우는 255(255-0)이 된다[6].

PSNR측정이 대표적으로 널리 사용되어지는 부분은 영상압축의 형식에 대한 평가이다. 원본영상과 각종 압축방법을 이용하여 압축한 영상과의 화질손실 차이를 측정한다. PSNR을 공식으로 나타낸다면 다음과 같이 Log를 씌워서 dB 단위로 표현한다.

ISSN : 1976-0620

$$PSNR_{dB} = 10\log\frac{(2^n-1)^2}{MSE}$$

$$\approx PSNR = 10\log_{10}\frac{255\times255}{MSE}$$

최대값 255와 원본영상, 손상영상(압축영상)의 MSE 비율에 의해 영상의 화질 평가가 결정된다.

MSE란 두 영상을 읽어 서로의 차이를 누적시킨 후 영상의 크기만큼 나눈 값의 합으로 계산하는 것이 MSE(meanSquare error)이다[7]. MSE 값이 작을수록 좋은 영상이라고 할 수 있다.

$$MSE = \frac{1}{N}{}^2\sum_{x=1}^{N}\sum_{y=1}^{N}(f(x,y)-g(x,y))^2$$

모든 동일위치의 픽셀 값의 차이의 제곱의 합/ 모든 픽셀 개수의 제곱

- x: 영상의 x resolution
- y: 영상의 y resolution
- N = (x*y) : 모든 픽셀의 개수
- f(x,y): 좌표(x,y)의 비교영상 픽셀값
- g(x,y): 좌표(x,y)의 원본영상 픽셀값

두 영상의 화질손실 차이 없이 동일하다면 MSE가 0이고, PSNR은 50dB 이상 무한하다. 무손실 영상의 경우 MSE가 0이며, PSNR은 정의되지 않는다. 50dB을 원영상으로 간주하며, 그 차이에 있어서 대개는 11dB 이상이 되면 유사한 영상으로 보기는 하지만 사실상 30dB을 기준으로 그 이하의 수치는 상대적으로 화질 수준이 떨어진다고 본다[8]. 특히 의료영상은 인간의 생명을 다루는 영상이므로 적은 화질손실에서도 심각한 오진을 발생시킬 수 있다. 그러므로 30dB이상의 화질수준이 나와야 된다[4]. 표준편차는 관측치 들이 평균으로부터 얼마나 떨어져 있는지를 알려준다.

현재 PSNR에 의한 영상평가는 각종 영상의 화질평가에 널리 사용되어지고 있으며, 아주 중요한 비중을 차지하고 있다. 구체적으로 영상의 압축 시에 압축영상의 화질저하 및 노이즈 발생 등의 압축codec 평가에 많이 사용되어지고 있고 최근 화상전화, 비디오카메라 등 배터리를 기반으로 동작하는 영역에서의 배터리소모를 줄이고 화질저하를 최소화하는 연구 등에 활발하게 이용되고 있다. 뿐만 아니라 의료영상도 압축에 의한 영상의 손실을 막기 위해 PSNR평가 방법이 사용되어지고 있다.

최근 PACS(picture archiving and communication system)가 구축되어진 대형 병원의 경우, 일일 평균 7-8GB(Giga byte), 중소형 병원의 경우에는 2-3GB(Giga byte) 크기의 의료영상이 발생되어지고 있다. CR에서 발생한 Chest 영상은 하나의 영상 크기가 7MB(Mega byte)에 달하는데, PACS에서 이처럼 용량이 큰 의료영상은 대용량 저장장치를 필요로 하고, 느린 전송으로 인하여 PACS의 성능을 저하시키게 된다. 따라서 판독의에 의해 판독되어진 영상이나 장기 저장되는 영상은 영상의 질을 떨어뜨리지 않고, 다음 판독에 영향을 주지 않는 범위 내에서 압축을 실행하여 보관하게 된다[9].

압축은 코드화(coding)의 일종으로 코드화란 임의의 데이터를 특정한 목적에 맞게 변경하는 인코딩과 이 변경된 데이터를 다시 원래대로 복원하는 디코딩을 모두 가리킨다. 무손실 압축은 가역압축이라고도 하며, 압축된 영상을 복원(decompress)시 원래의 정보를 손실없이 복원할 수 있으며, 손실압축보다 압축률이 낮다. 대표적으로 Huffman Coding이 사용된다. 손실압축은 비가역압축이라고도 하며, 압축된 데이터를 다시 복원하였을 때 일부의 데이터가 손실되어 압축되기 이전의 원래 데이터와 일치하지 않는 압축방법이다. 영상압축은 보편적으로 영상의 픽셀간의 중복성을 제거하는 영상변환을 이용하여 원본 데이터의 용량을 줄여 저장한다. 손실압축은 정보의 손상이 있고 다시 복구가 되지는 않는 대신 압축률이 높다. 대표적으로 Cosine transform Coding이 이용되고 있다. 영상의 압축 시에 오는 영상의 정보손실, 화질저하를 막기 위하여 무손실 압축 방법이 널리 사용되어진다. 이때 원본영상과 압축영상 간의 화질을 측정하고 압축코덱에 대한 평가를 하는데 PSNR을 사용하게 된다[4]. 화질손실 차이를 평가하는 방법은 여러 가지 분석기법이 있으나 신뢰성을 더하고자 본 논문에서는 컴퓨터를 통한 PSNR 측정법을 이용하였다[Fig. 1].

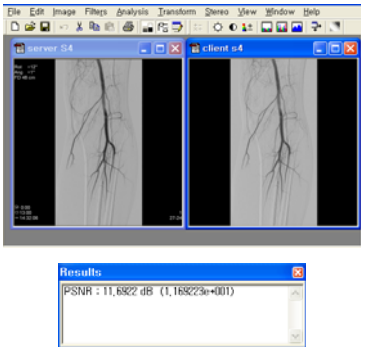


Fig. 1. PSNR analysis Tool.

2. DSA

DSA(digital subtraction angiography)는 형광증배관과 카메라로부터 얻어진 아날로그 전기신호를 AD변환기에 의해 디지털화 한 후 영상처리 과정에서 angio상과 mask상의 감산을 시행하여 혈관상을 얻는 방법이다. 즉, 영상의 농도를 계수적으로 디지털화하여 중복된 부분을 제거하여 뼈와 연부조직을 소거하고 혈관 영상만을 나타나게 하는 방법이다.

DSA는 과거에 주로 사용되던 필름 혈관조영술 보다 재현성이 뛰어나고 농도변화를 자유롭게 할 수 있어 적은 양의 조영제를 사용해도 일정한 농도의 영상을 얻을 수 있으며 실시간 촬영과 영상의 저장, 후처리 과정을 통하여 영상의 변화가 가능하다. 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸는 아날로그/디지털 변환기(A/D converter), 영상을 처리하고 변화시키는 영상처리기(image processor), 영상을 기억하고 저장하는 영상 기억장치(image memory)와 저장장치(digital storage), 영상 모니터(tv monitor) 등이 필요하다[10].

DSA는 noise와 명암대비가 심한 영상에서 혈관 영역을 두드러지게 나타낼 수 있도록 할 수 있는 대표적인 방법이다. 이 방법은 요오드나 Li-Ba과 같은 조영제를 투여하기 전 영상(마스크 영상)과 투여 후 조영제가 확산된 형태로 혈관영역의 대비가 잘 드러나는 영상(라이브 영상)과의 차이를 이용하여 혈관영역의 대비를 강화시키는 방법이다. 두 영상을 비교함에 있어서 배경의 구조적 차이와 명암대비가 일치한다면 완벽하게 혈관영역만을 추출 할 수 있다[11].

최근 3D-DSA를 이용하여 아주 작은 3mm 이하의 뇌동맥류도 진단할 수 있고, 뇌동맥류의 경부·방향·주위혈관의 경축 정도를 더욱 잘 판단할 수 있게 되었다. 따라서 수술이나 신경 중재적 혈관조영시술에서 많은 도움을 주는 것으로 알려 있다[12][13].

Ⅲ. 실험기기 및 방법

1. 실험장비

실험에 사용한 장비는 P사의 DSA를 사용하였다. 혈관조영술 영상을 display하여 실험에 사용한 모니터로는 2가지로써 P사의 해상도 1280×1024 픽셀 모니터와 Wide사의 해상도 1536×2048 픽셀 모니터를 사용하였다. PACS Program은 MARO-view를 이용하였고, 최종적 분석은 Visual C^{++}을 이용한 PSNR 측정 Program을 구현하여 분석하였다.

2. 실험방법

본 연구에서 실험한 부분은 Sever영상의 화질과 압축·저장되어 있는 Client영상과의 화질저하 비교, 그리고 그 영상을 표현해내는 모니터에서의 화질을 원본과 비교 측정하였다.

평가 영상은 C대학병원에서 Angio시술을 하는 과정에서 획득한 DSA영상을 실험에 사용하였다.

3. 실험절차

실험의 절차는 Bi-plane Cerebral Angiography를 이용하여 중재적 시술을 진행하며 획득된 영상을 Server용 모니터에서 display 하고 동일한 영상을 판독의 방에서 Fig. 2 와 같이 display 시켜 획득한다. 획득된 두 영상을 Visual C^{++}을 이용하여 아래의 Fig. 3과 같이 PSNR 분석을 하였다.

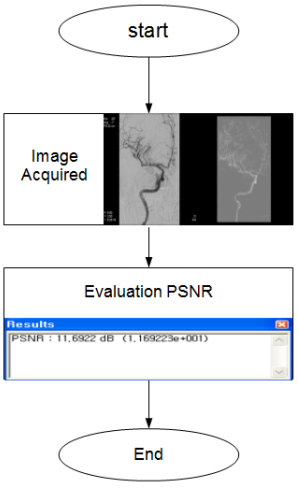


Fig. 2. PSNR measure the flow chart.

ISSN : 1976-0620

(a) server monitor (b) client monitor

Fig. 3. Decipherment Scene.

3.1 영상 수집

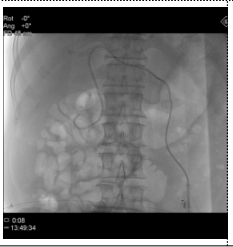
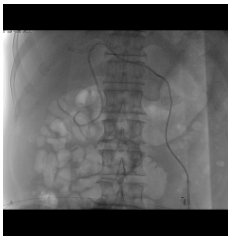
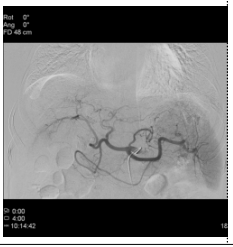
C병원에 내원한 환자의 영상 획득 방법은 다음과 같다. angiography에서는 기본적으로 X-선 튜브와 수직으로 위치한 X-선 receptor로 구성된다. X-선 receptor는 X-선에 의하여 반응하는 형광판을 설치하고, 발생된 광자 즉, 영상신호를 증폭하기 위하여 영상증배관을 통하여 이 신호를 CRT에 표시한다. 이후 PACS 시스템을 통해 저장된 의료영상을 디지털 형태로 변환하여 Fig. 4와 같이 영상을 획득 후 데이터를 전송하고 각 진료과의 모니터에 display 된다[Fig. 3-(b)].

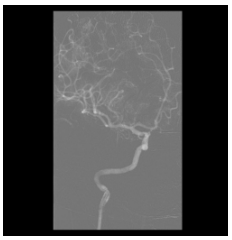
Fig. 4. PACS Monitor.

3.2 실험 영상

본 연구에서 사용된 PSNR 분석용 image와 image 획득 시 이용된 촬영조건 및 촬영부위는 다음 Table 1과 같다.

Table 1. Experimental Images

No	Exposure conditions	
1	kVp : 80 mAs : 8 Common biliary duct pigtail catheter drainage Insertion.	
	Server Images	Client Images
		
2	kVp : 80 mAs : 10~15 Left side Popliteal Artery angiography.	
	Server Images	Client Images
3	kVp : 80 mAs : 30~45 Common celiac trunk angiography. Common hepatic artery and splenic artery	
	Server Images	Client Images
		

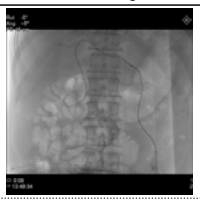
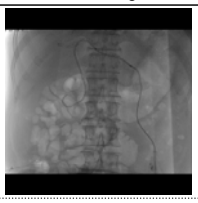
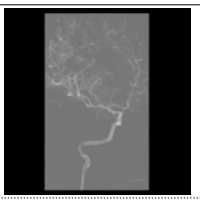
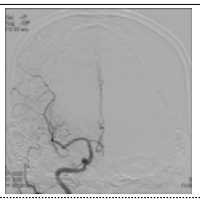
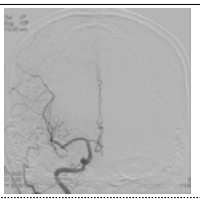
4	kVp : 80 mAs : 20~25 Right side Internal carotid angiography.	
	Server Images	Client Images
		

5	kVp : 80 mAs : 20~25 Right side Internal carotid angiography.	
	Server Images	Client Images

3.3 실험 결과

본 연구에서 사용된 원본 Raw image과 Server의 DICOM(dcm) 압축영상에 대한 PSNR 측정 및 영상의 평가에 대한 결과는 다음 Table 2와 같다.

Table 2. Evaluation results

No	Server Images	Client Images
1		
	Evaluation Value(dB) 50.0000 (5.000000e+001)	
2		
	Evaluation Value(dB) 11.6922 (1.169223e+001)	
3		
	Evaluation Value(dB) 50.0000 (5.000000e+001)	
4		
	Evaluation Value(dB) 7.7045 (7.70453e+000)	
5		
	Evaluation Value(dB) 8.1856 (8.185607e+000)	

Ⅳ. 결 과

No 1은 80 kVp, 8 mAs의 조건으로 촬영한 Common biliary duct pigtail catheter drainage Insertion 영상의 Server Images의 Evaluation Value는 50.0000 dB이며, Client Images의 Evaluation Value는 5.000000e+001 dB이다.

No 2는 80 kVp, 10~15 mAs의 조건으로 촬영한 Left side Popliteal Artery angiography 영상의 Server Images의 Evaluation Value는 11.6922 dB이며, Client Images의 Evaluation Value는 1.169223e+001 dB이다.

No 3은 80 kVp, 30~45 mAs의 조건으로 촬영한 Common celiac trunk angiography. Common hepatic artery and splenic artery 영상의 Server Images의 Evaluation Value는 50.0000 dB이며, Client Images의 Evaluation Value는 5.000000e+001 dB이다.

No 4는 80 kVp, 20~25 mAs의 조건으로 촬영한 Right side Internal carotid angiography 영상의 Server Images의 Evaluation Value는 7.7045 dB이며, Client Images의 Evaluation Value는 7.70453e+000 dB이다.

No 5는 80 kVp, 20~25 mAs의 조건으로 촬영한 Right side Internal carotid angiography 영상의 Server Images의 Evaluation Value는 8.1856 dB이며, Client Images의 Evaluation Value는8.185607e+000 dB이다.

No 1, 3번의 PSNR에 변화가 없는 것은 영상의 전송과 디스플레이 상에 Error가 없는 것으로 나타났다.

V. 고찰 및 결론

압축률에서는 압축률이 낮은 쪽이 화질저하가 적었으며, 영상의 손실된 data값이 미미해 압축률에 따른 큰 문제점은 발견되지 않았다. 그러나 모니터와 의료영상 간 에서 화질저하가 있을 수 있음을 시사해주는 결과 값이 도출되었다. 이를 개선하기 위해서는 의료전문 모니터의 보급이 시급하다. 그리고 노후화되어 영상의 화질이 떨어지는 모니터는 과감히 교체하여 진료영상의 화질을 높여야 한다. 또한 모니터를 사용하지 않을 시에는 Screen save기능사용 또는 OFF 상태로 유지하여 진료용 모니터의 화질저하를 방지하여야 할 것이다.

진단을 하는데 큰 문제는 없었으나 고 해상력이 요구되는 진단을 하는 경우 및 확대촬영에 의한 영상을 이용하여 판독하는 경우 노이즈 등 화질저하가 크게 나타나리라 사료된다. 다음 연구는 이러한 미세병변의 확인 및 확대영상에 대한 PSNR을 이용한 객관적 평가를 실시하여 화질저하의 문제점이 있는지를 검토해 볼 것이다.

참고문헌

[1] S.G. Hong, Y.J. Kim, "Using CR System at the Department of Radiation Oncology PACS Evaluation", J. Korean. Soc. Radiol., Vol. 6, No. 2, pp. 143-149, 2012.

[2] http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1214537&cid=40942&categoryId=32746

[3] Cha S.J., Kim S.H., Kim Y.H., Hwang Y.J., Seo J.W., Kim S.Y., Kim M.Y., Kim H.R., Han Y.H., Hur G., Park J.H., Lee B.H., Lee S.T., Oh B.G., "Clinical Evaluation of the JPEG2000 Compression Rate of CT and MR Images for Long Term Archiving in PACS", J Korean Radiol Soc., Vol. 54, pp. 227-233, 2006.

[4] K.S. Kang, "PSNR Appraisal of PACS Image", Nambu University, 2011.

[5] K.S. Kang, J.H. Lee, "PSNR Appraisal of MRI Image", Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 3, No. 4, pp. 13-20, 2009.

[6] K.J. Lee, M.G. Kim, J.W. Lee, H.C. Kim, "Research for The Environmental Optimization of Dose and Image quality in Digital Radiography", Journal of The Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol. 50, NO. 2, pp. 203-209, 2013.

[7] J.W. Min, J.M. Kim, H.W. Jeong, C.O. "Research About Filter Association and Clinical Effect Noise Reduction of Digital Medical Imaging System", Journal of radiological science and technology, Vol. 30, No. 4, pp. 329-334, 2007.

[8] H.K. Jung, "Fundamentals of multimedia chapter 8, Lossy compression Algorithms", Hallym University, 2008.

[9] M.M. Sung, H.J. Kim, E.K. Kim, J.Y. Kwak, J.K. Yoo, H.S. Yoo, "Clinical Evaluation of JPEG2000 Compression Algorithm for Digital Mammography", Journal of the Korean society of imaging informatics in medicine, Vol. 7, pp. 13-19, 2001.

[10] The Korean Society of Medical Imaging Technology, "Textbook of Vascular And Interventional Radiography", CHUNG-KU Publisher, pp. 57, 2009.

[11] S.H. Park, J.J. Lee, G.S. Lee, G.Y. Kim, "Flexible Background - Texture Analysis for Coronary Artery Extraction Based on Digital Subtraction Angiography", Korea Information Processing Society Review, Vol. 12-B, No. 5, pp. 543-552, 2005.

[12] Korogi Y, Takahashi M, Katada K, et al., "Intracranial aneurysms: detection with three-dimensional CT angiography with volume rendering -comparison with conventional angiographic and surgical findings." Radiology, Vol. 211, pp .497-506, 1999.

[13] Anxionnat R, Bracard S, Ducrocq X, Trousset Y, et al., "Intracranial aneurysms: clinical value of 3D digital subtraction angiofraphy in the therapeutic decision and endovascular treatment", Radiology, Vol. 218, pp. 799-808, 2001.