

모바일 환경에서 의료 진단 정보 시스템의 구현 및 의료 영상의 적합성 평가

조정호* · 김광현**

Implementation of Medical Diagnostic Information System and Conformance Test of Medical Image in Mobile Environment

Chung-Ho Cho* · Gwang-Hyun Kim**

요 약

모바일 환경이 널리 확산되면서 최근 의료진단시스템은 기존 시스템의 지역적 한계를 넘어 시공간의 제약을 받지 않고 제공되고 있다. 또한 무선 인터넷 기술과 모바일 이동 통신 기술이 의료 기술과 융합하며 빠르게 보급되어 발전하고 있다. 의료 서비스 이용자는 다양한 종류의 무선 단말기를 이용하여 이동 중 무선망을 통해 의료 서비스를 제공 받을 수 있다.

본 논문에서는 병원 의료영상 진단 정보를 병원내의 시공간을 벗어나 전송, 검색 및 갱신할 수 있는 의료 진단 정보 시스템을 구현하고 평가하였다. DICOM CT영상과 JPEG 2000 CT압축영상의 비교를 통하여 임상적으로 적합한 영상인지를 t-test를 실시하여 통계적으로 평가한 결과 DICOM CT영상의 경우 평균 평가 값이 비교적 임상적 진단에 적합한 영상임을 확인하였다.

ABSTRACT

As the hand-held mobile devices are widely used, they are recently coming into convergence with medical diagnostic systems. Furthermore, the wireless mobile Internet and the various kinds of communication devices are rapidly coming into wide use converging with medical technology. The mobile communication environments can make people get more health care services beyond space and time.

In this paper, we implement and evaluate the mobile client and the medical diagnostic information server for transmitting, searching and updating the medical diagnostic information. The DICOM CT image and the compressed JPEG 2000 CT image are statistically evaluated by t-test performance whether those images are clinically appropriate. In the case of the DICOM CT image, we realize that the average value is relatively more appropriate to the clinical diagnosis than the JPEG 2000 CT image.

키워드

HIS, Medical Diagnostic Image, PACS, DICOM

의료정보시스템, 의료진단영상, 의료영상저장전송시스템, 진단영상전송프로토콜

* 광주대학교 컴퓨터정보공학부(chcho@gwangju.ac.kr)

** 교신저자(corresponding author) : 광주대학교 컴퓨터정보공학부(ghkim@gwangju.ac.kr)

접수일자 : 2015. 04. 28

심사(수정)일자 : 2015. 06. 13

게재확정일자 : 2015. 06. 23

I. 서 론

의료진단정보시스템은 아날로그 형태의 진단의료영상 데이터를 디지털 형태의 데이터로 획득하여 이를 네트워크를 통해 대용량 기억장치에 전송하여 저장함으로써 관독 및 검색 기능을 통합적으로 수행하는 시스템을 말한다. 기존의 문자 정보를 기반으로 하는 병원정보시스템의 기능을 보완하면서 의료 기관 내 정보수용체계의 또 하나의 방법으로 등장하였다. 이처럼 정보화 시대의 도래와 함께 환자에 대한 의료혜택의 기회를 확대하고, 최상의 의료서비스를 제공하려는 의료 기관들에게 병원 전산시스템은 빼놓을 수 없는 의료 기관 내 주요 기반시설로서 등장하게 되었다.

기존 의료진단시스템의 지역적 한계를 넘어 시공간의 제약을 받지 않는 웹 기반의 PACS(Picture Archiving and Communication Systems) 시스템이 구축되어 사용되고 있으며 스마트폰과 휴대용 임베디드 시스템 등의 보급이 보편화 되면서 사용자가 모바일 단말기를 이용하여 이동 중 무선망을 통하여 인터넷에 접속하여 정보를 제공 받을 수 있도록 하는 무선 인터넷 기술과 모바일 이동 통신 기술이 빠르게 발전하고 있다[1].

본 논문에서는 의료진단정보시스템의 자료를 검색 및 갱신할 수 있도록 이동 단말측 클라이언트와 병원이라는 시공간에서 벗어나 자유로이 영상을 조회하고 관독할 수 있도록 의료영상정보 시스템을 구현하고 의료영상 정보의 압축 알고리즘의 성능을 평가하였다. 본 논문의 구성은 제2장에서 의료진단정보시스템의 개요를 기술하며, 제3에서는 모바일 환경의 의료진단정보시스템의 구현을 기술하고, 제4장에서는 의료영상 프로토콜, 의료영상 압축방법 및 성능을 평가한 다음, 제5장에서 결론을 맺는다.

II. 의료진단정보시스템

2.1 병원정보시스템

병원내에 수많은 정보의 정확한 기록과 신속한 정보의 교환은 병원의 효율적인 경영에 있어서 반드시 필요하다. 병원정보시스템(HIS: Hospital Information System)은 이와 같은 병원의 필요를 만족시키기 위하여 1960년대 말부터 등장하게 되었다. 병원정보시스템

의 목적은 컴퓨터와 통신 설비를 사용하여 병원의 모든 환자 진료 및 관리 정보를 수집, 저장, 처리, 조회, 통신하며, 모든 승인된 사용자의 기능적 요구를 만족시키는 것이다[2]. 이와 같은 목적을 수행하기 위하여 HIS는 병원 내 요소마다 수많은 단말기 수용, 각 단말기로부터 입력되는 수많은 종류의 자료를 중앙 데이터베이스에 일관되게 기록 및 저장, 승인된 사용자들에게 필요 시 업무 수행 장소에서 시스템의 접근 허락 및 자료제공 등의 요구사항을 만족시켜야 한다[10].

HIS의 주요기능으로는 등록, 입원, 퇴원, 이송에 해당하는 원무 관리를 비롯하여 인사, 회계, 자산관리 등의 행정관리, 진료업무를 지원하는 처방전달 기능, 그리고 각종 검사 및 간호, 급식, 약제, 의무기록 등의 진료지원 업무 지원기능 등이 있다. 이와 같은 방대한 업무와 많은 사용자를 지원하기 위해 병원정보시스템에는 대개 대규모 기억용량과 다양한 입출력 장치를 신속히 제어함으로써 다수의 사용자가 함께 사용할 수 있어야 한다[1],[3].

2.2 의료진단정보시스템

지난 30년 동안 의료분야에서 디지털 장비 사용은 급격히 증가하였고, 첨단 방사선장비를 이용한 분야나 임상적인 분야까지 다양한 디지털 의료 장비를 갖추게 되었다. 특히 전산화단층촬영, 자기공명영상(MRI)을 이용한 분야에서 주도적으로 발전되고 있다. 또한 부서간 정보교류의 필요성이 증대되고 방대한 자료 관리에 수반하는 부대비용의 증가 등으로 의료진단정보시스템의 필요성이 부각되고 있어, 병원 종합 전산망 구축과 의료진단정보시스템의 도입은 병원의 필수요소가 되었다.

그림 1은 현재 병원에서 구현되는 의료진단정보시스템의 기본 구성도를 나타내고 있다. 의료영상정보시스템의 궁극적인 목표는 필름이 필요 없는 병원 시스템을 구축하는 것이며, 이를 위해서는 영상 표시 및 처리, 정보 통신 및 네트워킹, 데이터베이스, 정보 관리, 사용자 인터페이스와 정보저장 관리 등의 기술들을 통합하여야 한다.

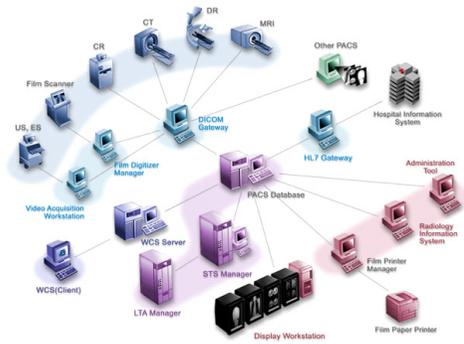


그림 1. 의료진단정보시스템 구성도
Fig. 1 Configuration of medical diagnostic system

의료진단정보시스템은 의료영상들을 디지털 형태로 획득한 후, 고속의 통신망을 통하여 전송하고, 과거의 X-ray 필름 보관 대신에 디지털 정보 형태로 의료영상을 저장하며, 방사선과 의사들과 임상 의사들이 기존의 필름 뷰 박스 대신에 영상 조회 장치를 통하여 표시되는 영상을 이용하여 환자를 진료하는 포괄적인 디지털 영상 관리 및 전송시스템을 말한다.

그림 2는 의료진단정보시스템의 영상과 텍스트 데이터의 흐름을 나타낸 것으로 방사선 진단에 관계된 각종 영상진단 장치들과 컴퓨터 통신망, 영상저장장치, 영상 표시용 워크스테이션 및 데이터베이스 등을 포함한 의료영상 종합 시스템이다.

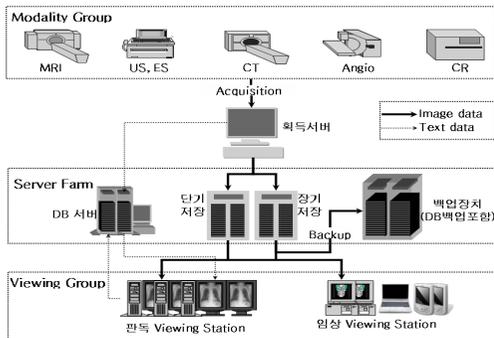


그림 2. 의료진단정보시스템 정보 흐름도
Fig. 2 Flow of medical diagnostic system

III. 모바일 환경의 의료진단정보시스템 구현

3.1 모바일 환경

모바일 환경에서 의료진단정보시스템을 구현하기 위한 환경은 무선네트워크 액세스 포인트를 최대 전송거리로 지원하는 단말기를 사용한다. 액세스 포인트와 모바일 단말은 동적 호스트 설정 규약을 이용하여 네트워크를 구성하였다[4],[12].

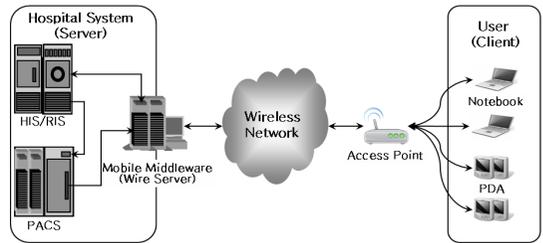


그림 3. 모바일 환경의 의료진단정보시스템 구성도
Fig. 3 Configuration of medical diagnostic system in mobile environment

3.2 모바일 환경의 환자정보 및 의료영상시스템

사용자 인터페이스는 임상인들의 사용을 고려하여 모바일 단말의 웹 브라우저 상에서 프로그램 동작을 쉽게 할 수 있도록 보편화되어 사용되고 있는 무선 인터넷 기술을 적용하였다. 해당 병원의 웹 애플리케이션 서버에 모바일 단말의 웹 브라우저를 통하여 해당 URL로 접속을 하면 환자의 정보와 영상을 조회하게 된다.

첫째, 반드시 사용자 인증과정을 거치도록 하여 응급 환자에 대한 정보에 대해 볼 수 있는 권한을 가진 의료진들만 환자정보와 영상을 조회할 수 있도록 하였다. 또한 아이디나 비밀번호를 잘못 입력하였을 경우, 잘못된 입력 사항에 대해 모바일 단말의 웹 브라우저 상에 표시되도록 하였다.

둘째, 사용자 인증 뒤에는, 병원 내에 있는 PACS 내의 환자 이름에 해당하는 필드 부분만을 검색하여 모바일 단말의 웹 브라우저상에 보여주도록 하였고, 사용자로 하여금 검색하고자 하는 환자를 선택할 수 있도록 하였다. 또한, 사용자의 로그인 상태도 사용자 화면에 표시되도록 하였고, 로그아웃을 하지 않는 한 웹 브라우저를 종료하고 다시 열었을 때, 다시 재로그인 없이 계속해서 응급 환자에 대한 정보를 조회할 수 있도록 구성하였다[11].

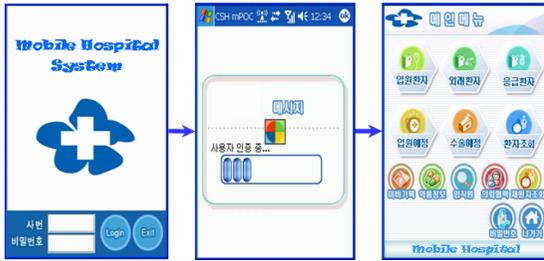


그림 4. 모바일 단말의 사용자 인증
Fig. 4 User authentication on mobile device

셋째, 사용자가 조회하고자 하는 환자 이름을 선택 후, 병원 내에 있는 환자 정보 데이터베이스에서 선택한 환자이름에 대한 모든 정보를 검색하여 모바일 단말의 웹 브라우저 상에 항목 별로 표현되도록 하였다. 또한, 특정 환자 정보를 조회한 후, 다른 환자의 정보 조회 시, “뒤로” 버튼을 클릭 하여 다른 환자의 정보 역시 볼 수 있도록 구성하였다.

마지막으로, “환자영상조회” 버튼 클릭 후, 해당 환자의 JPEG 2000 영상을 병원 내에 있는 응급 환자 정보 데이터베이스에서 쿼리 하여 모바일 단말의 웹 브라우저 상에서 볼 수 있도록 하였다. 기본적으로 웹 브라우저는 영상과 관련하여 BMP, TIFF, JPEG 등의 파일만을 지원한다.

JPEG 2000 영상 조회를 구현하기 위해 Leadtool JPEG 2000 Decoding Library를 사용하여 Pocket PC 2003에 맞게 Microsoft Visual Studio C++ 개발 툴을 이용하였다.



그림 6. 모바일 단말의 검사결과 및 영상 조회
Fig. 6 Inquiry of check result and image on mobile device

모바일 환자정보 및 의료진단정보시스템은 다양한 모바일 디바이스의 의료 진단 응용으로 사용할 수 있으며, 해당 병원에서 응급 환자의 진단서, 방사선 전문의 부제나 외부 전문의의 자문, 원격의료영상관독 서비스 등이 필요할 경우 유기적으로 활용될 수 있다[9].

IV. 영상정보 전송프로토콜과 영상 압축

4.1 진단 영상 전송 프로토콜(DICOM)

DICOM이란 의료영상을 교환하고 구성하는 방법과 그 관련된 정보들을 기술한 상세 명세서이다. DICOM은 산업 표준 네트워크연결을 사용하여 CT와 MR을 넘어선 핵의학, 초음파 등의 각종 디지털 영상장비와 다른 정보 시스템간의 통신을 효과적으로 지원한다. 또한 필름 프린터와 같은 영상 출력장비도 연결할 수 있게 한다. PACS 데이터의 기본 형식으로 일반적인 정

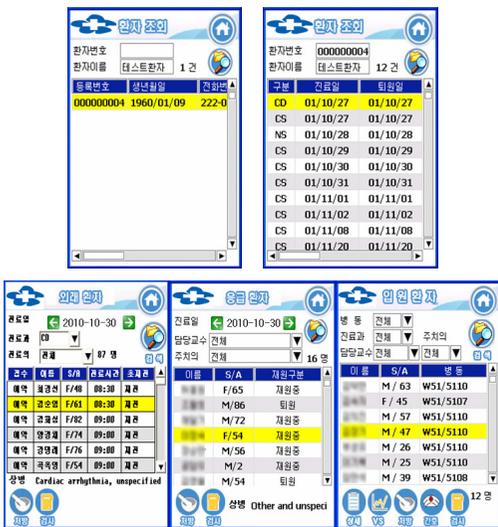


그림 5. 모바일 단말의 환자정보 조회
Fig. 5 Patient information inquiry on mobile device

보, 메시지에 관한 정의, 통신 프로토콜을 DICOM 표준에서 명시하고 있으며 벤더들은 데이터를 만들거나 이를 표시할 때 반드시 표준을 준수해야 한다. DICOM은 장치나 기기가 아니며 시간에 따라 계속 발전해 가고 수정, 보완되고 있는 의료영상의 표준이며, 영상포맷 뿐만 아니라 영상전송 방법, 영상 통신방법 등 다양한 분야를 표준화하고 있다. 또한 객체지향 데이터 모델과 가장 널리 사용되는 네트워크 프로토콜을 채택하는데 발생하는 문제들을 다루고 있다[4],[8].

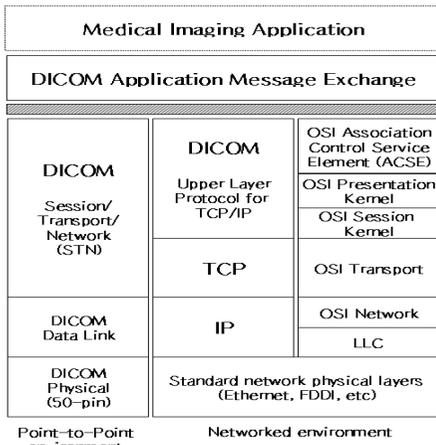


그림 7. DICOM 통신 프로토콜 모델
Fig. 7 Model of DICOM communication protocol

4.2 의료 진단 영상 정보 압축

4.2.1 압축 알고리즘

본 논문에서는 다량의 DICOM 영상을 무선 이동통신망 환경에서 전송하는 경우 대역폭의 한계를 극복하고자 JPEG 압축방식보다 향상된 새로운 정지영상 압축 방식인 JPEG 2000 압축 기술을 사용한다. 그림 8은 JPEG 2000 알고리즘의 블럭 다이어그램이다. JPEG 2000은 JPEG 과 달리 DICOM 영상 분할(tiling)의 크기를 조절할 수 있다. JPEG 은 DICOM 영상을 8x8pixel 단위로 분할하여 DCT(Discrete Cosine Transform)을 수행하기 때문에 높은 압축 비율에서는 사각형의 영상물들이 발생한다[5].

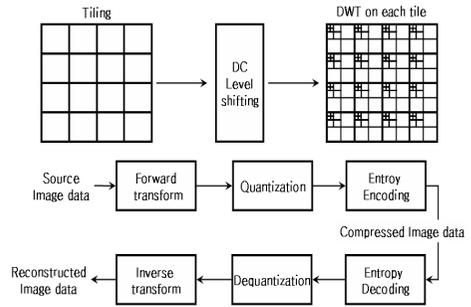


그림 8. JPEG 2000 알고리즘의 블럭도
Fig. 8 Block diagram of JPEG 2000 algorithm

JPEG 2000의 경우에는 영상을 분할하는 크기를 임의로 조절하여 영상 품질을 향상하거나 메모리의 사용을 줄여줄 수 있는 장점이 있다. 분할의 크기를 작게 할수록 압축을 수행하는 하드웨어의 메모리 사용을 감소시켜주는 장점이 있으나 영상의 질을 떨어뜨림으로써 본 실험에서는 분할을 수행하지 않고 압축을 실행하여 영상의 품질을 최상으로 하였다. JPEG 2000은 2차원 DWT(Discrete Wavelet Transform)을 기본으로 하고 있다[5].

여기서 JPEG 2000 은 손실압축과 무손실 압축을 위해 각각 Daubechies 9/7 floating point filter 와 5/3 integer filter 두 종류의 filter 를 사용하는데, wavelet transform 수행 시 low-pass filter 로 걸러진 영상은 낮은 resolution의 영상을 가지게 되고, high-pass filter 로 걸러진 영상은 나머지의 상세한 정보를 가짐으로써 이 두 정보를 종합하여 원본 영상으로 완벽하게 재구성한다[5].

Encoding 방법으로는 MQ coding 방법을 사용하여, quantized coefficient 들을 most significant bit 에서부터 least significant bit 까지 순차적으로 coding 함으로써 영상의 quality 를 점진적으로 향상시키면서 영상을 재구성할 수 있다[6-7].

4.2.2 압축 알고리즘 평가

CT, CR에서 획득된 영상을 JPEG 2000을 이용하여 5:1에서 50:1까지의 압축을 실행하였다. 압축 시에는 영상의 질을 위해 분할은 하지 않았으며, 9tap/7tap filter 를 사용하여 비가역(irreversible) 9-7 파소필터(wavelet filter)와 가역(reversible) 5-3 파소필터를 사용하여 압축을 실행하였다. 분할 수준은 5로 설정하였

고, 압축된 영상과 원본영상의 질을 비교하기 위해 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)값을 계산하였으며, 진단에 적합한 영상임을 평가하기 위하여 t-Test를 사용하였다.

1) PSNR

Signal-to-Noise Ratio(SNR)의 측정은 원래의 영상과 압축 후 재구성된 영상과의 비교로 평가 할 수 있다. 즉 재구성된 영상의 질을 수치 지표로 계산한다. 이는 큰 metrics를 가지고 재구성되어진 영상은 좋은 SNR을 나타냄을 의미한다. 우리가 실제로 계산한 metrics는 PSNR이며 압축된 영상을 평가하는데 사용하였다.

주어진 영상을 f(x,y)라 한다면 f(x,y)는 N×N pixel과 재구성되어진 영상 f(x,y)를 포함하고 있다. 함수 f는 암호화 되어진 f(x,y)의 부암호화로 재구성되어진다. 에러 metrics는 신호의 밝기에 따라 계산되어지기 때문에 f(x,y)의 픽셀 값은 검정(0)에서 흰색(255) 사이에 존재하게 된다.

초기의 재구성된 영상의 MSE(Mean Square Error)는 다음과 같이 계산된다.

$$MSE = \frac{\sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^N [f(x,y) - \hat{f}(x,y)]^2}{N^2} \quad (1)$$

합은 모두 픽셀을 의미한다. RMSE는 MSE의 제곱근이며, MSE와 PSNR과의 관계는 다음과 같이 계산된다.

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{255}{RMSE} \right) dB \quad (2)$$

그러나 높은 PSNR 혹은 낮은 RMSE는 재구성된 영상의 질이 높다는 의미로 해석되어 영상의 질과 관계되는 척도를 나타낸다.

표 1. 압축 비율에 따른 PSNR 값
Table 1. Value of PSNR by compression ratio

Ratio	PSNR(Peak Signal-to-Noise ratio, dB)
5:1	52.64 ± 0.22
10:1	40.54 ± 0.17
20:1	31.12 ± 0.07
30:1	26.47 ± 0.24

40:1	24.18 ± 0.47
50:1	22.70 ± 0.32

2) t-Test검정

t-Test는 서로 다른 두개의 평균집단을 평가하는 방법으로 가장 일반적인 방법이라 할 수 있다. 압축된 영상의 주관적인 임상 적용을 평가하기 위해 매우 좋음(5점), 좋음(4점), 보통(3점), 나쁨(2점), 매우 나쁨(1점)순으로 평가하였다. 본 연구에서의 가정은 다음과 같다.

$H_0 : u_1 = u_2$ (u_1, u_2 : 두개의 평균집단)

귀무가정¹⁾ : 원래의 이미지와 재구성된 이미지간의 영상의 질에는 차이가 없다.

$H_0 : u_1 <> u_2$ (u_1, u_2 : 두개의 평균집단)

Alternative : 원래의 영상과 재구성된 영상간의 영상의 질에 차이가 있다.

DICOM CT영상의 경우 평균 4.033의 평가 값을 가짐으로써 비교적 임상적 진단에 적합한 영상임을 알 수 있었다. 각각의 압축 비율별과 영상과 DICOM CT영상을 t-test를 통해 비교해 봄으로서 15:1까지 DICOM CT영상과 가장 유사함을 알 수 있다. 이는 p-value가 0.225값을 가짐으로써 95%의 신뢰도에서 DICOM CT영상과 차이가 없음을 알 수 있었다(p>0.05). 20:1 이상의 압축된 영상은 DICOM CT영상과 비교하여 p-value 0,008을 가짐으로써 95% 신뢰도에서 DICOM CT영상과 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다(p<0.05). 이는 15:1까지 압축되어진 영상이 DICOM CT영상과 비교하여 가장 유사함을 보여줌으로서 임상적으로 진단에 적합한 영상임을 알 수 있다.

표 2. DICOM CR영상과 JPEG 2000 CR압축영상의 t-test
Table 2. t-test of DICOM CR image and JPEG2000 CR compressed image

	Mean±SD	t-value	p-value
DICOM	4.30±0.27		
5:1	4.31±0.09	-1.00	0.319
DICOM	4.30±0.27		
10:1	4.22±0.66	1.39	0.166
DICOM	4.30±0.27		
15:1	4.14±0.67	1.09	0.278

DICOM	4.30±0.27	2.40	0.018
20:1	4.11±0.64		
DICOM	4.30±0.27	3.29	0.001
25:1	4.11±0.64		
DICOM	4.30±0.27	3.96	0.000
30:1	4.07±0.65		

V. 결론

본 논문에서는 의료 정보 시스템에 신속히 액세스하여 판독할 수 있는 시스템을 설계하고, 영상과 진료 정보를 조회, 판독 한 후, 관련 부서간 정보 공유를 극대화 할 수 있도록 모바일 환경에 최적화된 의료영상정보 시스템을 구현한 후 평가하였다.

DICOM CT영상의 경우 평균 4.033의 평가 값을 가지므로써 비교적 임상적 진단에 적합한 영상임을 알 수 있었다. 또한 각각의 압축 비율로 영상과 DICOM CT 영상을 t-test를 통해 비교해 본 결과, 15:1까지 압축되어진 영상이 DICOM CT영상과 비교하여 가장 유사함을 보여줌으로써 임상적으로 진단에 적합한 영상임을 알 수 있었다.

감사의 글

본 논문은 2015년도 광주대학교 대학 연구비의 지원을 받아 수행되었음.

References

- [1] J. Duchene, J. F. Lerallut, N. Gong, and R. Kanz, "Micro PACD: A PC-bases small PACS implementation," *Medical and Biological Engineering and Computing*, vol. 31, no. 3, 1993, pp. 268-276.
- [2] M. F. Collen, "HIS. concepts, goals and objectives ," *Toward New Hospital Information Systems*, Amsterdam New York Oxford Tokyo : North Holland, 1988, pp. 3-9.
- [3] A. R. Bakker, J. M. Kouwenberg, and F. P. Ottes, "HIS and PACS integration aspects," *Medical Information(MEDIINFO) 89 Part 1*, Amsterdam : North Holland, , 1988, pp. 377-381.
- [4] M. Peter, E. Marco, and M. Eric, "Introduction to the DICOM standard," *European Radiology*, vol. 12, no. 4, 2002, pp. 920-927.
- [5] M. Boliek and C. Christopoulos, *Eric Majani JPEG2000 Part I Final Draft International Standard(ISO/IEC FDI1544-1)*. ISO/IEC JTC1/SC29/WG1 N1890R, 2000.
- [6] J. Bradley and M. D. Erickson, "Irreversible Compression of Medical Images," *J. of Digital Imaging*, vol. 14, no. 1 2002, pp. 5-14.
- [7] C. Christopoulos, A. Skodras, and T Ebrahimi, "The JPEG2000 still image coding system : An Overview," *IEEE Trans. Consumer Electronics*, vol. 46, no. 4, 2000, pp. 1103-1127.
- [8] O. S. Pianykh, *Digital Imaging and Communications in Medicine(DICOM)*. Berlin Heidelberg : Springer, 2012, pp. 117-167.
- [9] J. Lee, Y. Kim, and D. Kim, "Segmentation and Visualization of Human Anatomy using Medical Imagery," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 1, 2013, pp. 191-197.
- [10] Y. Kim, and J. Jeon, "System Implementation for Mobile-Based Diagnostic Medical Image Service," *The J. of the Korean Institute of Communication Sciences*, vol. 38B, no. 11, 2013, pp.870-878.
- [11] S. Lee, and S. Yoo, "Status and Prospect of Mobile Health-Care Application," *J. of Korea Information Society Development Institute*, vol. 26, no. 17, 2014, pp. 1-15.
- [12] S. Kim, K. Kang, M. Kweon, and Y. Rhee, "Implementation of Zigbee/PLC Gateway System for u-Health Care," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 5, no. 3 2010, pp. 332-338.

저자 소개



조정호(Chung-Ho Cho)

1984년 전남대학교 전산학과 졸업(이학사)
1987년 전남대학교 대학원 전산학과 졸업(이학석사)

1996년 전남대학교 대학원 전산학과 졸업(이학박사)
1988년2월 ~ 1997년2월 한국전자통신연구원 선임연구원
2005년~2006년 University of Arizona(UoA), Research Scholar
1997년3월 ~ 현재 광주대학교 컴퓨터정보공학부 교수
※ 관심분야 : 모바일통신, 의료융합, 통신S/W 테스트



김광현(Gwang-Hyun Kim)

1989년 광운대학교 전자계산학과 졸업(이학사)
1991년 광운대학교 대학원 전자계산학과 졸업(이학석사)

1997년 광운대학교 대학원 전산학과 졸업(이학박사)
2001년~2002년 Pennsylvania State Univ. PostDoc
1997년3월 ~ 현재 광주대학교 컴퓨터정보공학부 교수
※ 관심분야 : 차세대인터넷, 네트워크 관리, 인터넷 QoS, 센서네트워크