

의학 영상 관독을 위한 모바일 DICOM 영상 뷰어 개발

(Development of Mobile DICOM Image Viewer for
Decipher of Medical Images)

이 정 일*, 박 승 제*, 원 희 철**

(Jung-Il Lee, Seung-Je Park, Hui-Chul Won)

요 약 국내외 의료영상 정보시스템 기술의 급격한 발달과 더불어, 언제 어디서나 의료 영상을 신속하게 관독하고자 하는 다양한 연구가 이루어지고 있다. 본 논문에서는 휴대용 개인 단말기를 통해 네트워크 전송을 통한 의학 영상을 어디서나 실시간으로 관독할 수 있는 모바일 DICOM 영상 뷰어를 설계한다. 특히, 개발된 모바일 DICOM 영상 뷰어를 통해 여러 장의 의학 영상을 동시에 볼 수 있으며, 여러 장의 의학 영상 중 특정 영상만을 선택하여 볼 수도 있다. 또한, 휴대용 단말기 화면 크기에 따른 불편함을 해소하기 위하여 영상 확대 기능도 개발한다.

핵심주제어 : 의료 영상, DICOM, 모바일 영상 뷰어

Abstract With the rapid progress of medical image information system, a variety of researches for the system that can read and decipher the medical images in anytime and anywhere have been studied. In this paper, we develop personal digital assistant (PDA) device based mobile digital imaging and communications in medicine (DICOM) image viewer that can process the received medical images at any time. In particular, with the aid of the proposed mobile DICOM image viewer, we can read several images simultaneously and we can read the selected image only from the several images. To cope with the small size of PDA screen, the function of image enlargement is also included in the proposed mobile DICOM image viewer.

Key Words : medical image, DICOM, mobile image viewer

1. 서 론

의료 영상 저장 및 전송 시스템 (PACS: picture archiving and communication system)은 방사선 진단에 관계된 환자들의 의학 영상을 디지털 영상 상태로 획득하고, 이를 네트워크를 통하여 전송한 후, 디지털 자료로 영상을 저장하여, 진단방사선과 관독의사나 임상외사가 시스템을 통하여 환자를

진료할 수 있도록 구축된 포괄적인 디지털 영상 관리 및 전송 시스템을 말한다^{[1]-[4]}. 또한, PACS 시스템에서 다른 형태의 영상 정보를 가지는 장비들의 연결을 위한 네트워크 전송규약 파일 표준을 DICOM (digital imaging and communications in medicine)이라 한다^{[2],[5]-[7]}.

PACS 시스템의 보급과 함께 의료 영상이 디지털화되었음은 물론, 병원의 업무 형태도 많은 변화를 겪었다. 또한 각 병원들이 대형화, 전문화, 조직화되면서 의료 영상 검사를 얼마나 효율적이고 신속하게 시행, 관독하는가와 얼마나 빠르게 임상 의

* 대구대학교 컴퓨터·IT공학부

** 대구대학교 컴퓨터·IT공학부 조교수 (교신저자)

사들에게 판독 소견이 전달되어지는지가 중요한 문제로 대두되고 있다. 이에 본 논문에서는 의사가 언제 어디서나 환자의 상태를 판독하고 검사할 수 있도록 PACS 시스템을 위한 휴대용 개인 단말기 기반의 DICOM 영상 뷰어를 개발하고자 한다. 개발된 영상 뷰어를 통해 여러 장의 의료 영상을 동시에 볼 수도 있고, 의심 가는 특정 영상만을 지정하여 볼 수도 있다. 또한, 휴대용 개인 단말기의 화면이 작다는 단점을 보완하기 위하여, 영상 내 특정 부분을 확대하는 기능도 포함한다.

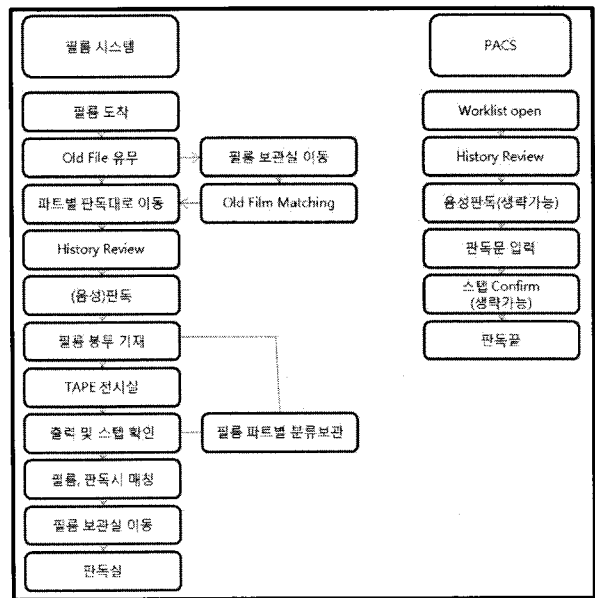
논문의 구성을 살펴보면 2장에서는 PACS 시스템의 정의와 장단점을 살펴보고, 3장에서는 DICOM 파일 표준에 대하여 설명한다. 그리고 4장에서는 의료 영상 출력을 위한 이론 및 방법에 대하여 설명하고, 5장에서는 본 논문에서 구현한 모바일 DICOM 영상 뷰어에 대하여 설명하고 실험 결과를 제시한다. 마지막으로 6장에서는 결론 및 향후 방향에 대하여 고찰한다.

2. PACS 시스템의 정의와 장단점

PACS 시스템이란, 의료 영상, 특히 방사선학적 진단 영상들을 디지털 형태로 획득한 후, 고속의 통신 네트워크 망을 통하여 전송하고, 과거의 X-ray 필름 보관 대신에 디지털 정보 형태로 의료 영상을 저장하며, 방사선과 의사들과 임상 의사가 기존의 필름 뷰 박스 대신에 영상 조회 장치로 표시되는 영상을 이용하여 환자를 진료하는 포괄적인 디지털 영상 관리 및 전송 시스템이다^{[1]-[4]}. PACS 시스템의 궁극적인 목표는 필름 없는 병원 시스템을 구축하는 것으로, PACS 시스템을 구현하기 위해서는 DICOM 표준에 따른 영상 표시 및 처리, 정보 통신 및 네트워킹, 데이터베이스 구축 및 정보 관리, 사용자 인터페이스와 정보저장 관리 등의 기술들이 종합되어야 한다. 본 논문에서는 모바일 DICOM 영상 뷰어를 구현하기 위하여 DICOM 3.0 표준 문서를 고려한다^[5].

PACS 시스템의 도입으로 얻어지는 장점은 여러 가지가 있다. 먼저, <그림 1>에서 알 수 있듯이, PACS 시스템은 필름을 검색하거나 관리하는데 있어서 오랜 시간을 소비할 필요가 없으므로 업무 속도가 빠르다. 필름의 경우에는 문서로 보관되기 때문에 보관이나 검색이 힘들지만, PACS 시스템의 경우에는 디지털 파일로 저장되어 수 초 이내에 모든 영상의 검색이 가능하다. 둘째, 영상의 확대, 축소, 화면 밝기 등의 다양한 편의성을 제공할 수 있다. 셋째로, 필름 보관 및 관리에 소

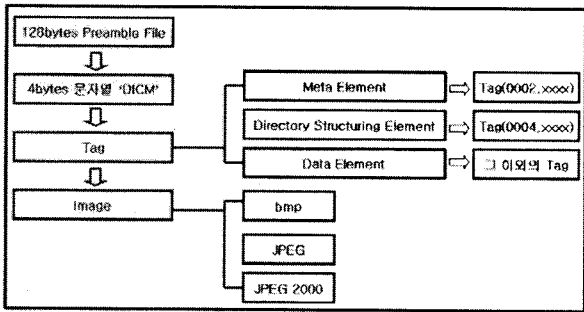
요되었던 기존 의료 인력을 효율적으로 재배치할 수 있다는 장점이 있다. 마지막으로, 네트워크를 통하여 타 병원과의 정보 전송이 용이하므로 사용자는 어느 병원에서나 자신의 진료기록을 확인하여 검사받을 수 있다. 하지만, 사용자의 중요한 진료 정보가 네트워크를 통하여 전송될 때 외부에 노출될 위험이 있으므로 보안 방법을 마련해야 한다. 또한, 장기간의 정전 등에 의한 시스템 마비 시에 진료 업무에 큰 지장을 초래할 수 있는 점도 단점이 될 수 있다.



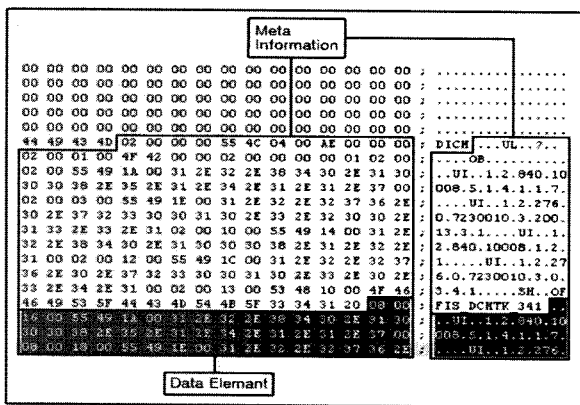
(그림 1) 필름 시스템과 PACS 시스템의 구조

3. DICOM 표준

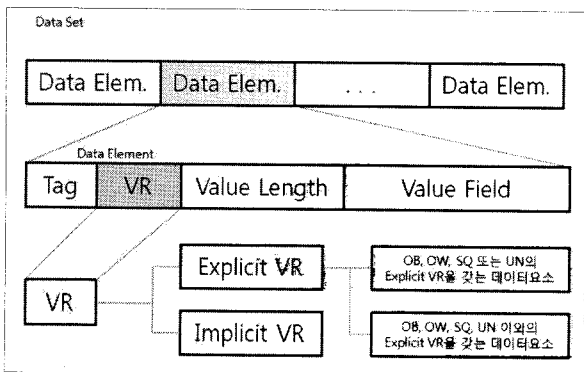
DICOM이란, the Digital Imaging and Communications in Medicine의 약자로, 미국 방사선학회와 전기공업회가 합동으로 설립한 ACR/NEMA 위원회가 모체가 되어, 디지털 의료 영상 전송 장치를 위하여 의료 화상 전송을 중심으로 정한 규격이다^[6]. 1993년에 최초 완성된 이 규격에 의해서 의료 화상 정보를 주고받을 수 있게 되었으며, 1996년에는 디지털 의료 영상 전송 장치 위원회에서 규격을 더욱 강화했다. DICOM은 산업 표준 네트워크 연결을 사용하여 각종 디지털 영상 장비와 다른 정보 시스템 간의 통신을 효과적으로 지원한다. 또한 필름 프린터와 같은 영상 출력 장비도 연결할 수 있게 한다.



(그림 2) DICOM 파일 구조



(그림 3) Meta Information & Data Element



(그림 4) Data Set 상세 구조

모든 DICOM 파일은 <그림 2>와 같은 파일 구조를 갖는다. DICOM 파일은 헤더와 이미지 데이터 부분으로 구성되고, 헤더 부분에 128 바이트의 파일 서문을 갖는 것과 파일 서문을 갖지 않는 것으로 나누어지는데 전자를 Explicit 형식이라고 하고, 후자를 Implicit 형식이라고 한다. 헤더 부분에 128 바이트 서문을 지정하는 것은 컴퓨터 이미지 파일 포맷과의 호환성을 제공하고 DICOM 파일

내의 영상과 다른 데이터들의 접근을 용이하게 하기 위해서인데 응용 프로파일 또는 특정 구현이 파일 서문으로 사용되지 않는다면 모든 128 바이트 부분을 00H로 설정해 놓는다. <그림 2>의 Meta Element는 (0002, xxxx) 값을 가지며, 해당 Tag들에 대한 상세한 설명은 DICOM 표준 문서에 잘 기술되어 있다.

Tag	VR	Length	Data Field
그룹 번호 (16-bit 무 부호 정수)	요소 번호 (16-bit 무 부호 정수)	OB, OW, SQ, UN (2byte의 문자열)	0000H 값으로 설정되어 예약됨
2bytes	2bytes	2bytes	2bytes
			32-bit 무 부호 정수
			VR과 합성된 전송 규약에 따라 부호화된 데이터 요소 값(들)을 포함하는 짝수 byte. 미정의 길이일 경우 시퀀스 제한장표 으로 제한된다.
			Explicit의 경우 'Length' bytes

가) OB, OW, SQ, UN 의 VR값을 갖는 데이터 요소 구조 (Explicit)

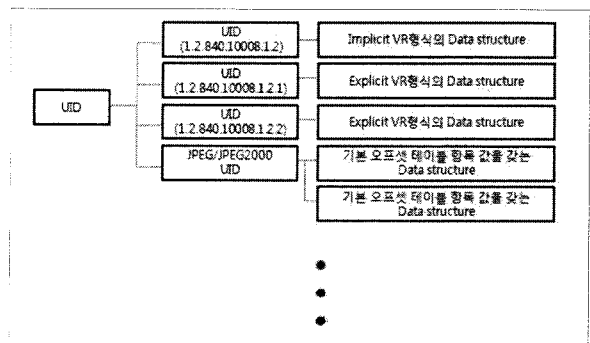
Tag	VR	Length	Data Field
그룹 번호 (16-bit 무 부호 정수)	요소 번호 (16-bit 무 부호 정수)	VR (2byte의 문자열)	16-bit 무 부호 정수
2bytes	2bytes	2bytes	2bytes
			VR과 합성된 전송 규약에 따라 부호화된 데이터 요소 값(들)을 포함하는 짝수 byte
			'Length' bytes

나) 그 외의 VR값을 갖는 데이터 요소 구조 (Explicit)

Tag	Length	Data Field
그룹 번호 (16-bit 무 부호 정수)	요소 번호 (16-bit 무 부호 정수)	32-bit 무 부호 정수
2bytes	2bytes	4bytes
		제 6권에서 상술된 VR과 합성된 전송 규약에 따라 부호화된 데이터 요소 값을 포함하는 짝수 byte
		'Length' bytes 또는 미정의 길이

다) Implicit 모드의 데이터 요소 구조

(그림 5) 데이터 요소 구조



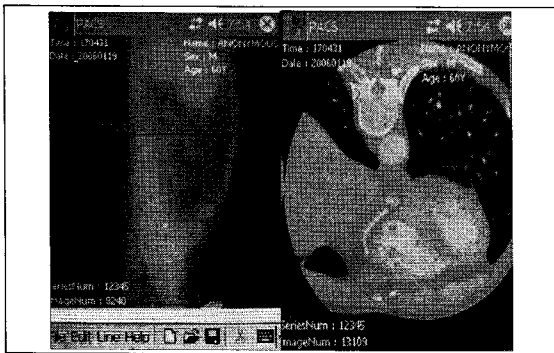
(그림 6) UID에 따른 Ending Tag 구조

<그림 3>의 DICOM 파일 형식은 128 바이트의 서문을 가지고 시작하므로 Explicit 형식임을 알 수 있다. 파일 서문 뒤에는 DICOM 파일임을 나타내는 "DICM" 문자열 (아스키코드 "44 49 43 4D") 이 나타나고, 그 이후는 Meta Information을 나타내는 부분이며, 마지막에 Data Element 정보가 나타난다. <그림 3>에서 Meta Information은 (0002, 0000)으로 시작하는데, (0002,0000) Tag는 마지막 Meta Information Element까지의 바이트 수를 나

타내며, "55 4C"라는 VR 값 뒤에 "04 00"이므로 4 바이트 정보가 뒤에 붙는다. 여기서 VR이란 Value Representation의 약자로, 자료 형태의 의미를 가진다. Tag에 포함되는 Data Set의 상세한 구조는 <그림 4>와 같다. DICOM 파일의 데이터 요소는 VR의 유무에 따라 <그림 5>의 세 가지 구조 중 하나를 갖게 된다. 마지막으로, DICOM 파일은 헤더가 끝나는 부분에 Ending Tag를 명시함으로써 헤더 정보가 끝나고 영상 데이터가 나오는 것을 알려준다. Ending Tag의 데이터 요소 구조는 <그림 6>에서와 같이 UID에 따라 틀려진다. 또한 Ending Tag는 이미지 픽셀 데이터를 요소 내에 저장하며, Explicit VR을 갖는 데이터 요소 구조와 Implicit VR을 가지는 데이터 요소 구조로 나누어지는데, 이는 픽셀 데이터들이 부호화되고 해석되는 방식을 기술하기 위함이다.

4. 스카우트 의료 영상

스카우트 영상이란, 직접적인 촬영에 앞서 환자의 병의 유무를 확인하고 촬영 부위를 지정하기 위해 촬영하는 영상이다^[2]. 일반적으로 촬영기사가 스카우트 영상을 보고 촬영해야 할 부위를 지정하면 지정 범위 내에서 지정된 두께로 슬라이스 영상이 연속 촬영된다. 스카우트 영상에서 촬영된 슬라이스 영상의 위치를 파악하여 스카우트 영상에 라인을 생성한 뒤, 스카우트 영상과 슬라이스 영상을 연동시키면, MRI와 CT 등의 영상을 조회하다가 영상의 위치를 확인할 수 있고, <그림 7>과 같이, 영상에 생성되어 있는 라인을 클릭하면 해당 슬라이스 영상이 출력되어 원하는 영상을 쉽게 조회할 수 있다.



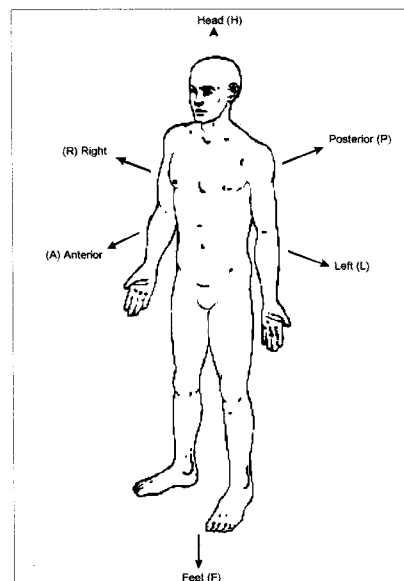
(그림 7) 스카우트 영상과 슬라이스 영상

스카우트 영상에 라인을 생성할 때 가장 중요한

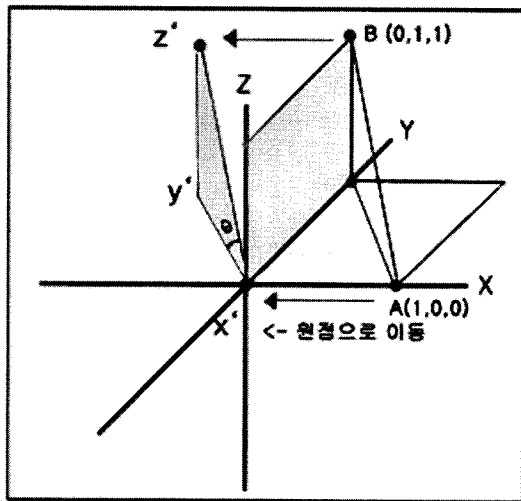
점은 그어진 라인의 위치와 찍혀진 슬라이스 영상이 정확히 일치해야 한다는 점이다. 따라서 스카우트 이미지와 각각의 슬라이스 영상 간의 연관성을 구분하여, 정확한 위치에 스카우트 라인을 생성해 주어야 한다. 스카우트 라인 생성을 위해 사용되는 데이터 요소들은 <표 1>과 같고, 환자의 방향에 관계한 데이터 요소들은 <그림 8>과 같은 기준을 따른다. 각각의 방향 속성 값은 A(anterior : 전면), P(posterior : 배면), R(right : 오른쪽), L(left : 왼쪽), H(head : 머리), F(foot : 다리)로 정의되고, x축, y축, z축을 나타내는 값의 경우, x축은 환자의 왼쪽 손 방향으로 증가하고 y축은 환자의 뒤쪽으로 증가하며, z축은 환자의 머리 쪽으로 증가한다.

<표 1> 스카우트라인 생성에 필요한 데이터요소

속성명	Tag	Type	속성설명
획득 내의 영상	(0020, 1002)	3	이 데이터 획득에서 얻어진 영상의 수
영상 위치(환자)	(0020, 0032)	1	영상 상(위) 원손모퉁이 귀퉁이 (전송된 최초의 픽셀)의 x, y, z 좌표
영상 방향(환자)	(0020, 0037)	1	최초의 행(行) 및 최초 열의 환자에게 관계된 방향 코사인
픽셀 간격	(0028, 0030)	2	숫자 쌍에 의해 명기되는, 환자와 각 픽셀의 중심 간의 물리적 거리. - mm 단위의 근접 행 간격, 근접 열 간격으로 표시



(그림 8) 환자 방향 기준



(그림 9) 라인 기울기

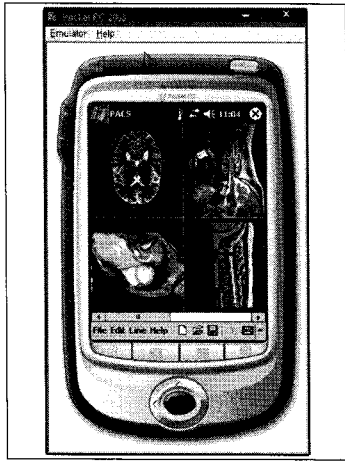
스카우트 라인을 생성하기 위한 첫 번째 픽셀을 구하는 방법은 스카우트 영상의 첫 번째 픽셀에서 슬라이스 영상의 첫 번째 픽셀을 빼주면 된다. 영상의 첫 번째 픽셀 위치는 <표 1>에 기술되어 있는 환자의 영상 위치(0020, 0032) Tag를 통하여 구할 수 있다. 환자의 어느 부위를 촬영하느냐에 따라 구하는 픽셀 값이 달라질 수 있으므로 환자의 촬영 방향 또한 중요하다. 스카우트 라인의 첫 번째 픽셀을 구했다면 라인의 길이와 기울기를 알아내야 한다. 라인의 길이는 슬라이스 영상의 크기가 된다. 만약 슬라이스 영상이 256x256 크기라면 그려질 슬라이스 영상의 길이는 256 픽셀이 된다. 영상의 기울기를 구하기 위해서는 <표 1>의 영상 방향 (0020, 0037) Tag를 참조하면 된다. <그림 9>는 영상 방향 (0020, 0037) Tag의 값을 $\{(1,0,0), (0,1,1)\}$ 이라고 가정했을 때 라인의 기울기를 구하는 과정이다. <그림 9>와 같이, 첫 번째 A 점 (1,0,0)의 위치는 x 좌표 상에 위치하게 되고, 두 번째 B 점 (0,1,1)은 yz 면에 위치하게 된다. 먼저 A 점에서 B점까지 선을 긋고 A점이 원점이 되도록 이동한다. 즉, $A \rightarrow X'$, $B \rightarrow Z'$. 그리고 B점이 이동한 Z' 에서 xy면에 직각으로 선을 그으면, <그림 9>와 같이, 직각 삼각형($\triangle X'Y'Z'$)이 만들어진다. 직각 삼각형의 밑변, 높이, 빗변의 길이를 구한 후, 밑변, 높이, 빗변 길이를 삼각 함수 공식에 적용하면 비스듬하게 촬영된 슬라이스의 기울어진 각도 θ 를 알 수 있다. 라인의 시작점 좌표는 첫 번째 픽셀 값이므로 각도 θ 만큼 회전시킨 후의 라인의 끝점 좌표를 구해야 한다. 라인의 한 쪽 고정점을 각도 θ 만큼 회전 시켰을 때 기울어진 라인의 나머지 끝점의 x좌표는 슬라이스 영상의 width

와 $\cos\theta$ 의 곱과 같고, 기울어진 라인의 나머지 끝점의 y좌표는 슬라이스 영상의 width와 $\sin\theta$ 의 곱과 같아진다. 이렇게 구해진 (x, y) 좌표에 라인의 시작점 좌표를 더해주면 최종 픽셀 값이 나타나게 된다.

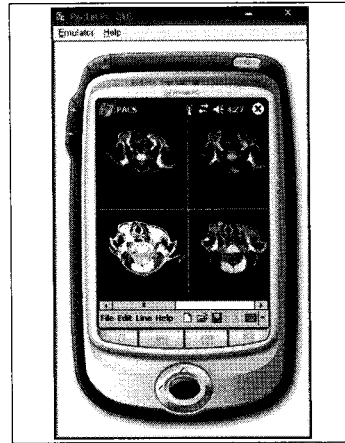
5. 실험 결과

휴대형 개인 단말기를 이용하여, 원격지에서 전송받은 의료 영상을 판독하기 위해 본 논문에서 개발한 모바일 DICOM 영상 뷰어는 Microsoft Windows XP SP2에서 개발하였고, Embedded Visual C++ 4.0 툴을 이용하여 구현하였다. 에뮬레이터를 사용하기 위하여 Microsoft PocketPC 2003 SDK를 사용하였으며, 휴대용 개인 단말기와 운영체제 간 동기를 맞추기 위하여 ActiveSync를 사용하였다^{[8]-[9]}.

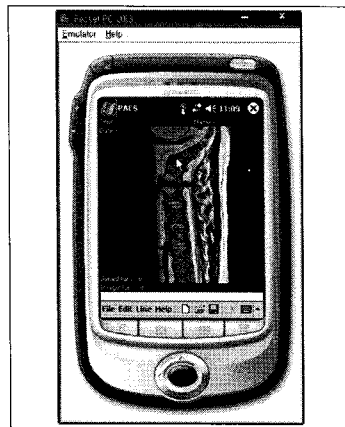
<그림 10>부터 <그림 15>까지, 본 논문에서 구현된 모바일 DICOM 영상 뷰어를 통해 의료 영상을 판독하는 과정을 보여주고 있다. <그림 10>은 원격지 서버로부터 스카우트 영상을 전송받아 휴대형 개인 단말기를 이용하여 4개의 스카우트 영상을 동시에 판독하는 모습을 보여주고 있다. 4개의 영상 중에서 집중적으로 판독하고자 하는 영상을 클릭하면 <그림 11>과 같이, 선택된 영상만이 전체 단말기 화면에 보여지게 된다. <그림 11>은 <그림 10>의 4개 영상 중에서 4번째 영상(오른쪽 하단 영상)을 클릭한 경우이다. 또한, 휴대형 개인 단말기 화면 크기의 제약을 극복하기 위하여 영상 확대 및 축소 기능을 구현하였다. <그림 12>는 <그림 11>의 스카우트 영상을 확대한 것으로, 영상 확대 기능을 통해 보다 더 정확한 판독 및 진단이 가능해진다. <그림 13>은 휴대형 개인 단말기를 통해 4개의 슬라이스 영상을 동시에 판독하는 모습을 보여주고 있다. 4장에서 살펴본 바와 같이, 스카우트 영상에 라인을 생성하여 슬라이스 영상들과 연결시킨 후, 각 라인을 클릭하면 슬라이스 영상을 확인할 수 있다. <그림 14>는 <그림 13>의 4개 슬라이스 영상 중에서 의심 가는 영상을 클릭한 경우를 보여주고 있고, 좀 더 정확한 판독을 위하여 슬라이스 영상을 확대한 모습을 <그림 15>에서 보여주고 있다.



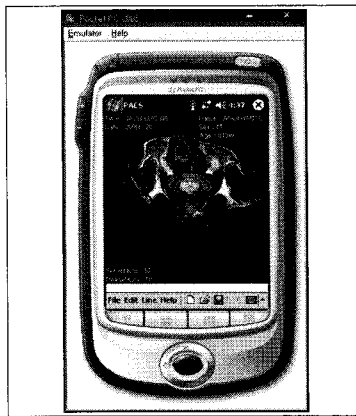
(그림 10) 휴대형 개인 단말기를 이용한 스카우트 영상 4개 동시 판독



(그림 13) 휴대형 개인 단말기를 이용한 슬라이스 영상 4개 동시 판독



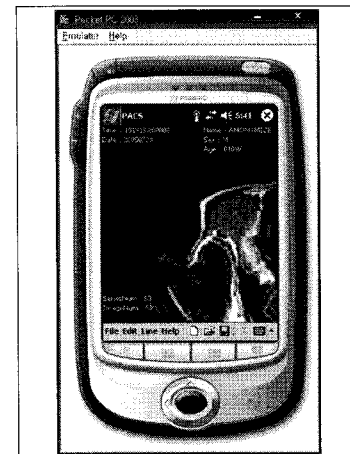
(그림 11) 선택한 스카우트영상 단독 판독



(그림 14) 선택한 슬라이스영상 단독 판독



(그림 12) 선택한 스카우트영상 확대 판독



(그림 15) 선택한 슬라이스영상 확대 판독

6. 결 론

본 논문에서는 원격지 의사가 휴대형 개인 단말기를 이용하여 환자의 의료 영상을 신속하게 판독할 수 있는 모바일 DICOM 영상 뷰어를 개발하였다. 휴대형 개인 단말기에 스카우트 영상을 전송받아 스카우트 라인을 이용하여 환자의 상태를 정밀하게 판독할 수 있도록 하였으며, 여러 장의 의료 영상을 동시에 볼 수 있도록 하였다. 또한, 영상 파일의 확대 및 축소 기능을 적용하여 작은 단말기 화면에서도 정확한 진단이 되도록 개선하였다. 추후, 네트워크를 이용한 의료영상 정보시스템이 구축되고, 일반화되면 의사는 언제 어디서든 환자의 영상을 전송받아 판독할 수 있기 때문에 매우 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

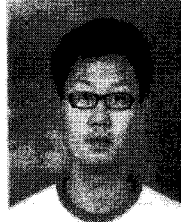
참 고 문 헌

- [1] S.Hludoy and G.Noelle, "PACS for Teleradiology", Proc. of 12th IEEE Symposium on computer-Based Medical System, Connecticut, pp. 18-20, 1999년.
- [2] 김재준, "Scout 영상 기반의 의료영상 정보시스템 구현" 대한전자공학회논문지, 제 44권 제 3호, pp. 43-48, 2007년.
- [3] 지연상, 동경래, 김창복 "PDA기반 의료영상의 전송시스템 구현", 한국콘텐츠학회논문지 제 9권 제 4호, pp. 247-253, 2009년.
- [4] 김희중, 이창래 "PACS와 의료영상디스플레이 시스템", 한국정밀공학회지 제 25권 제 1호, pp. 22-34, 2008년.
- [5] 박희정, 김종효, 김선일 "DICOM 3.0의 기초", 대한PACS학회지, 제 4권 제 2호, pp. 157-166, 1998년.
- [6] 신동규, "DICOM 툴킷 소프트웨어 구현에 관한 연구", 의공학회지, 제 24권 제 6호, pp. 481-486, 2003년.
- [7] 최승욱 "DICOM을 이용한 PACS/OCS 연동사례 분석", 대한 PACS 학회지, 제 6권 제 2호, pp. 79-84, 2000년.
- [8] 여인춘, 김건한 "New 알기 쉬운 임베디드 비주얼 C++", 정보문화사, 2002년.
- [9] 윤성우 "TCP/IP 소켓 프로그래밍", 프리렉, 2003년.



이 정 일 (Jung-Il Lee)

- 2009년 2월 : 대구대학교 컴퓨터·IT공학부 정보공학전공 졸업



박 승 제 (Seung-Je Park)

- 2010년 2월 : 대구대학교 컴퓨터·IT공학부 전산공학전공 (졸업예정)



원 희 철 (Hui-Chul Won)

- 종신회원
- 1998년 2월 : 포항공대 전자전기공학과 (공학사)
- 2000년 2월 : 포항공대 전자전기공학과 (공학석사)
- 2004년 8월 : 포항공대 전자컴퓨터공학부 (공학박사)
- 2004년 9월 ~ 2006년 8월 : 삼성전자 통신연구소 책임연구원
- 2006년 9월 ~ 현재 : 대구대학교 컴퓨터·IT공학부 조교수

논문접수일 : 2009년 6월 18일
 논문수정일 : 2009년 7월 23일
 게재확정일 : 2009년 8월 3일