

DICOM-based 원격 진단 시스템

이 승 학, 안 창 범
광운대학교 전기공학과

DICOM-based Tele-radiology System

S. H. Lee and C. B. Ahn
Department of Electrical Engineering, Kwangwoon University

Abstract

In this paper, we reviewed the ACR-NEMA Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) standard that was developed for medical imaging equipments interconnected on the standard networks. We also built a simple system that can transmit JPEG compressed DICOM file on network environment and display this medical image on remote-machine.

1. 서론

최근 전세계적으로 고속통신망에 대한 관심이 높아지고 있고 선진 각 국은 물론 우리나라도 막대한 예산을 투입하여 빠른 시간내에 이러한 통신망을 구축하려고 준비중이다.

이러한 시점에서 원격 진단을 통한 의료서비스의 향상이나 병원 내부 운영의 효율성을 증대하기 위하여 의료영상의 전송이나 관련된 데이터의 체계적인 관리는 매우 중요하다. 사실 이러한 연구는 80년대 중반부터 꾸준히 진행되어 왔으나 개별적으로 연구되었기에 호환성을 고려하지 않아 많은 혼란을 초래하고 있고, 발전에도 큰 장애가 되고 있다.

이에 본 논문에서는 의료영상 및 관련 정보의 전송에 국제적인 표준으로 유력한 ACR-NEMA DICOM [1] 에 대하여 고찰해보고, 이 포맷을 근간으로 하여 JPEG 으로 압축된 의료영상 [2] 및 관련된 데이터의 전송시스템을 구성하였다.

2. DICOM 3.0

2-1. 소개

의료영상이나 관련 정보를 제작회사에 관계없이 서로 통신하기 위한 표준방법에 대한 요구가 높아지게 되면서 American College of Radiology (ACR) 와 National Electrical Manufactures Association (NEMA) 는 1983년에 연합 위원회를 구성하였다. 그래서 1985년에 그 표준의 첫 버전인 흔히 ACR-NEMA 1.0 이라 하는 ACR-NEMA 300-1985 가 Radiology Society of North America (RSNA) 연례 회의에서 발표되었다. 그후 여러의 수정과 개선안을 수용하기 위해 1988년에 ACR-NEMA 2.0 인 ACR-NEMA 300-1988 이 발표되었다. 하지만 이 버전은 네트워크 환경에 직접 접속되도록 디자인 되지 않았고, 단지 두기기 간에만 접속되게 설계되어 네트워크 환경의 발전에 따라 높아진 요구를 만족시키지 못하였다. 또 데이터 요소의 구성도 완전하지 않아 1993년에 산업계와 학계의 여러 제안을 받아들여 DICOM 3.0 이라 불리는 ACR-NEMA DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) 의 기본 골격이 완성되었다.

2-2. 정보의 모델링 방법

DICOM 3.0 이 이전 버전인 ACR-NEMA 버전 1.0 과 2.0 에 비교하여 가장 큰 차이는 기본 디자인 개념이 바뀌어 객체지향적인 개념이 도입되었다. 버전 1.0 과 2.0 에서는 데이터 요소가 디자이너의 경험에 기반을 두고 묶여졌고, 완전하지도 않았다. 또 메시지의 구성도 필요로 하는 정보의 전달에 적합하지 않았다. 반면에 DICOM 3.0 은 정보(환자, 의료영상, 진단서 등)가 어떻게 연관되고 기술되는지를 자세하게 나타내는 모델에 기반을 두고있다. 이것은 DICOM 에서 대상물-관계(entity-relationship) 모델(E-R 모델) 이라고 하는 데이터 구조의 기본이 된다. 이 모델의 장점은 우리가 모델링하려는 상황에 필요한 두 데이터 요소와 이 요소들이 어떻게 서로 작용하고 연관되는지를 명확하게 보여주는 것이다. 그림 1의 E-R 다이어그램이 이 모델을 설명하고있다.

그림 1에서 IOD(Information Object Definition)는 실제 객체에 대한 정보를 자세하게 기술하는 객체 지향적인 추상 데이터 모델이다. 이것은 같은 속성을 갖는 객체의 클래스로 구성된다. 직사각형은 모델링 하려는 대상을 표시하는데 이것은 하나 또는 조합에 의한 정보 객체를 형성한다. 마름모는 관계를 표시하고 화살표는 관계의 방향을 의미한다. 마름모를 기준으로 하여 그 전의 숫자는 source 의 개수를 나타내고, 그 후의 숫자는 관련될 수 있는 destination 의 개수를 나타낸다. 즉 위 그림에서 0-n 은 destination 의 수가 0에서 n개 까지이고, 1-n 은 1에서 n개 까지이다. E-R 다이어그램에서 중요한 것은 이것이 단순히 정보의 흐름을 나타내는 흐름도가 아니라 정보의 관계와 체계를 나타내는 점이다.

2-3. DICOM 3.0 의 구성

현재의 DICOM 버전은 열세개 부분으로 구성되어 있다. 10-13 파트는 여러 저장 매체를 지원하기 위한 부분으로 아직 확장이 진행되고 있다. 이것을 개략적으로 나타내면 그림 2와 같다.

이중에서 데이터의 구조와 데이터 사전 그리고 네트워크 환경에 대하여 간략하게 알아보려고 한다.

2-4. 데이터 구조

데이터 집합은 실제 정보 객체의 인스턴스를 나타내고, 데

이터 요소로 구성된다. 데이터 요소는 그 객체에 포함되는 속성 하나 하나를 나타내는 코드화된 값이다. 이 데이터 요소는 데이터 요소 태그에 의해 유일하게 인식된다. 순서는 데이터 요소 태그 번호가 증가하는 순이다. 데이터 집합과 데이터 요소의 구조는 그림 3과 같다.

2-5. 데이터 사전

DICOM 은 태그를 기반으로 하여 모든 정보를 인식하므로 태그의 등록이 필요하다. 이것은 정보를 그룹 단위로 묶고 개개의 정보를 유일하게 나타내기 위해 태그를 할당하고, 그 태그에 해당하는 이름을 주고, 그 값의 형태(문자열, 숫자 등)를 정의하고, 어떻게 해석될지를 기술하는 것이다. 데이터 사전에는 지금까지 정해진 모든 태그가 등록되어 있고, 확장이 필요하면 더 추가할 수 있다.

2-6. 네트워크 환경

DICOM 에서 쓰이는 프로토콜은 그림 4에서 보듯이 일반적인 목적으로 쓰이는 TCP/IP 와 OSI (Open Systems Interconnection) 가 있고 [4], 또한 ACR-NEMA 2.0에서 사용한 프로토콜도 이전 버전과의 호환성을 유지하기 쓰이고 있다. TCP/IP 의 경우에는 DICOM Upper Layer (DUL) 프로토콜이 추가로 필요하다. 본 연구에서는 유닉스 시스템에서 흔히 사용하는 TCP/IP [5] 를 사용하였다.

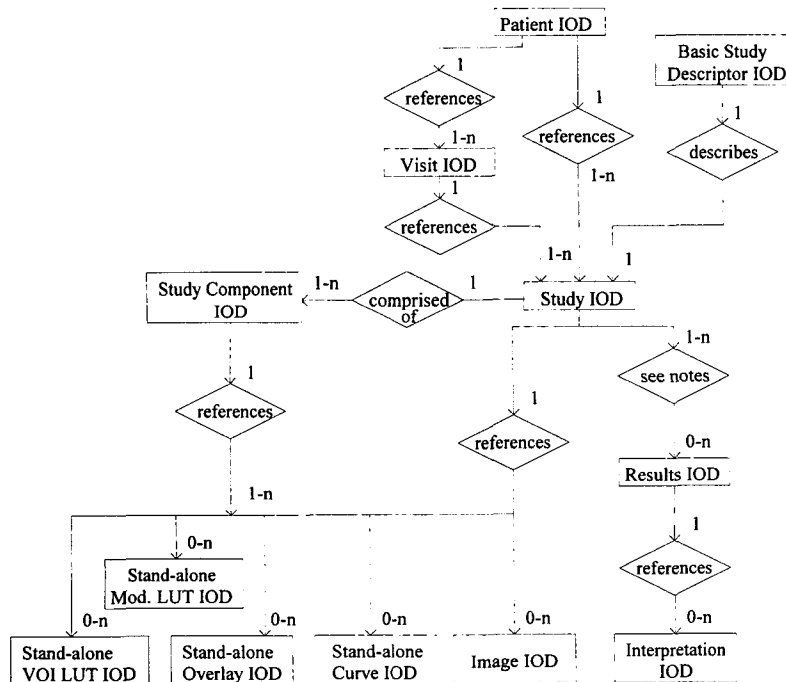


그림 1. E-R 다이어그램

실제 압축된 DICOM 파일을 푸는 부분은 디스플레이 루틴에서 수행한다. 그림 6이 디스플레이 루틴에서 압축을 풀어 디스플레이 하는 흐름도이다. 우선은 수신된 DICOM 파일의 이름을 알아낸 후 JPEG 으로 압축된 픽셀 데이터를 추출한다. 이 데이터의 구조는 그림 7과 같다.

압축된 픽셀 데이터는 JPEG 헤더와 양자화된 DCT 계수로 구성된다. 우선 JPEG 헤더에서 압축되기전 의료영상의 크기나 구체적인 압축 파라미터를 읽은 후 압축을 푸는 과정을 수행한다. 의료영상의 디스플레이는 이 압축이 풀린 데이터를 디스플레이 루틴에 넘겨줌으로써 이루어진다.

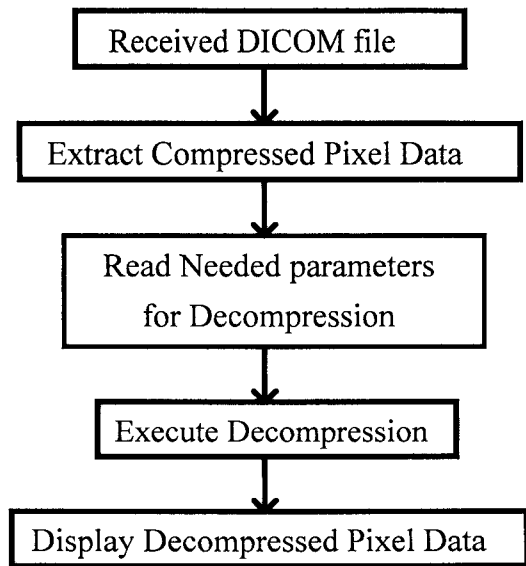


그림 6. 압축된 DICOM 파일을 디스플레이 하는 흐름도

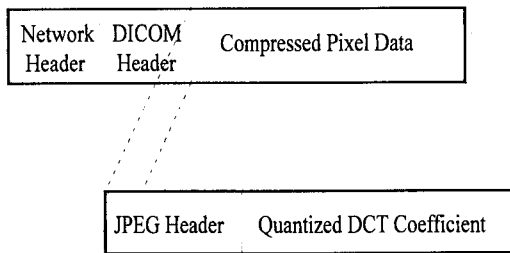


그림 7. 압축된 데이터의 구조

4. 결론

본 논문에서는 원격 진단 시스템의 기본적인 기능인 의료 영상과 관련 정보를 네트워크 환경에서 전송할 수 있는 시스템을 구성하였다. 특히 앞으로 표준으로 채택될 가능성이 높은 DICOM 3.0 에 맞추어 개발되었고 의료 영상을 JPEG 으로 압

축한 후 전송하여 원격지의 시스템에 디스플레이 될 수 있는 기능도 구현하였다.

참고문헌

- [1] American College of Radiology, National Electrical Manufacturers Association, "Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) : Version 3.0", Draft Standard, ACR-NEMA Committee, Working Group VI, Washington, DC, 1993
- [2] 안 창범, 한 상우, 김 일연, "확장 JPEG 표준을 이용한 점진식 의료 영상 압축," 의공학회지 제15권, pp. 175 - 185, 1994.
- [4] H. Baha, Open Systems Interconnection, McGraw-Hill, New York, 1992.
- [5] W. R. Stevens, UNIX Network Programming, Prentice-Hall, New York, 1991.
- [6] B. NABAJYOTI, X Window System Programming, SAMS, Indianapolis, 1994.

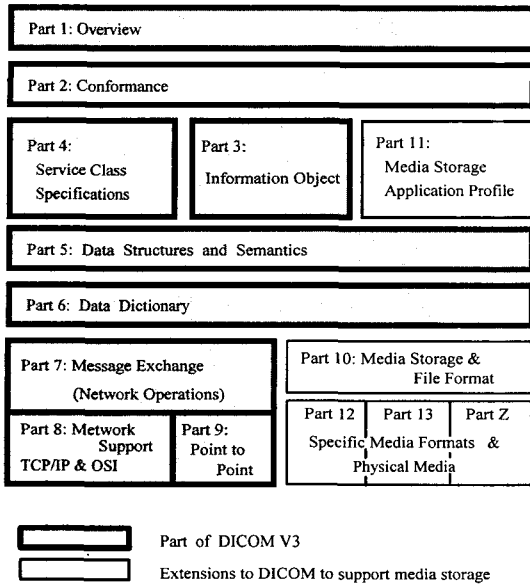


그림 2. DICOM 3.0 의 구성

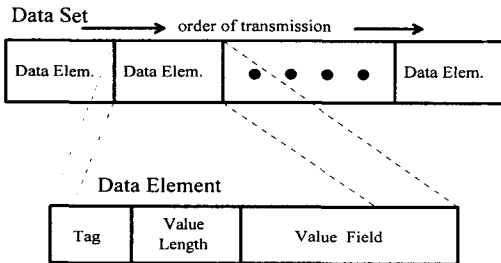


그림 3. 데이터 구조

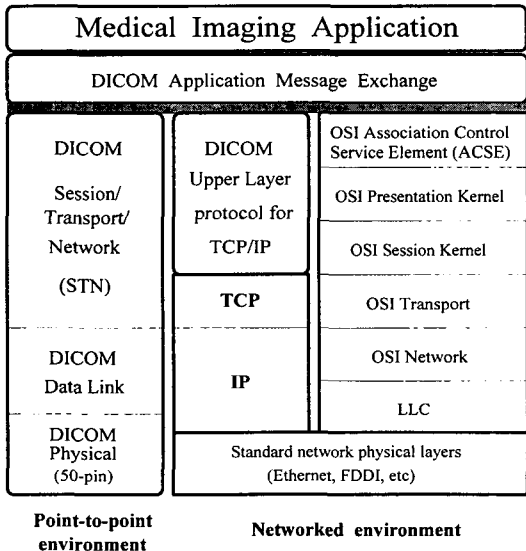


그림 4. DICOM 3.0 프로토콜 구조

3. 원격 진단 시스템의 구성

본 시스템은 Sun workstation(Solaris 2.4) 과 PC 를 기반으로 한 Linux OS 상에서 수행되도록 구성되었다. 영상의 디스플레이와 네트워크 관련 부분은 RSNA/Mallinkrodt Institute of Radiology 에서 93년 발표한 프로그램을 바탕으로 하고 있으며, 영상압축 및 압축영상의 통신을 위한 부분을 자체 개발하여 추가하였다. 개발된 시스템은 양방향으로의 압축영상 전송 및 압축된 영상의 복원, 디스플레이가 가능하게 하였다.

DICOM 파일의 구성은 의료 영상에 관련된 데이터가 태그와 함께 파일의 앞부분에 태그의 번호순으로 배열되어 있고 영상 데이터는 이것이 영상 데이터임을 나타내는 태그 번호인 [7fe0,0010] 와 그 길이를 나타내는 4바이트 뒤에 픽셀 값 형태 (raw 데이터)로 존재한다. 일반적으로는 이 영상 데이터가 그대로 네트워크를 통하여 원격지의 시스템까지 전송되어 디스플레이 되게 된다. 본 시스템에서는 우선 기존 DICOM 파일의 영상 데이터만을 JPEG 으로 압축하여 새로운 DICOM 파일을 만들고 이 파일을 전송하여 원격지의 시스템에서 디스플레이 한다. 수신된 DICOM 파일은 원격지의 시스템에 저장된다. 개략적인 구성은 그림 5와 같다.

그림 5에서 보듯이 Linux 에서 DICOM 파일을 Sun 으로 보내면 Sun 과 Linux 사이에는 몇 가지 단계를 거쳐 네트워크 연결이 이루어진다. 이러한 연결을 관리하고 수신된 DICOM 파일을 관리하는 프로그램이 img_server 이다. 실제 수신된 파일에 관한 정보는 큐에 써지게 된다. DICOM 파일을 전송할 때는 send_image 라는 프로그램을 사용하는데 여기에 필요한 파라미터는 인터넷 주소, 포트번호 그리고 DICOM 파일의 이름이다. 포트번호를 지정하지 않으면 104번 포트가 쓰인다.

img_server 는 네트워크 연결을 관리하는 이외에도 수신된 DICOM 파일이 JPEG 압축 파일인지 아닌지를 체크하는 루틴을 추가하였다. 이것은 태그의 유무로 판단되는데 본 논문에서는 태그로 DCM_IMGIMAGEFORMAT 을 사용하였다. DICOM 파일에 JPEG 압축 파일인지를 나타내는 DCM_IMGIMAGEFORMAT 태그가 존재하면 DCM_NORMAL 이 리턴 되고, 이 태그가 없으면 DCM_ELEMENTNOTFOUND 가 리턴 된다.

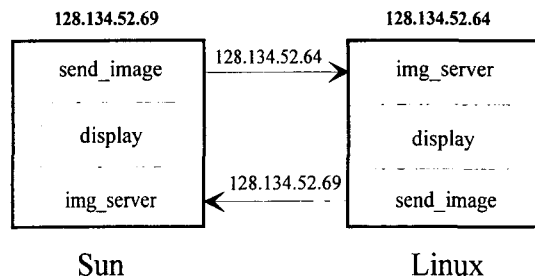


그림 5. 시스템 구성