의료영상 정보 시스템

智銀美, 金根燮, 李齊鎬
權用武, 李在天, 金炯坤
韓國 科學技術 研究院

Ⅰ. 서론

수십년간에 걸친 컴퓨팅 산업의 발달, 영상 획득 장비의 개선및 개발 그리고 네트워크 환경의 개선등으로, 우리 나라에서도 환자 진료의 질을 높이기 위한 병원내의 "의료 영상 정보 시스템" 구축에 관한 관심이 고조되고 있다. 이러한 "의료 영상 정보 시스템"은 영상 획득 장비로 부터 획득한 의료 영상을 필름으로 현상하지 않고 컴퓨터의 기억 장소에 저장하여 관리, 전송하는 것을 기본 개념으로 하고 있으며, 영상관리의 제한 사항을 극복하고 이의 효율을 극대화 하기 위해 의료 영상의 압축과 영상 전송의 표준화를 실현할 수 있게 된다. 이러한 "의료 영상 정보 시스템"의 기술 동향을 소개함에 있어서, 본 논제의 2장에서는 PACS의 개요, 3장에서는 예측 부호화 기법(Predictive coding), 변환 부호화 기법(Transform coding)등의 다양한 영상 압축 기술, 4장에서는 다양한 포맷의 영상을 전송하기 위한 표준화로서 ACR-NEMA에 대해 각각 기술하고 있으며, 마지막으로 5장에서는 KIST의 PACS에 대해 소개하고 있다.

Ⅱ. PACS의 개요

최근 텍스트 중심의 정보처리 시스템인 HIS (Hospital Information Systems), RIS(Radiology Information Systems)등의 발달과 함께 다양한 영상 획득 장비로 부터 획득한 영상의 저장및 전송을 위한 PACS(Medical Picture Archiving and Communication System)의 기술 개발이 활발히 진행되고 있다. [1] PACS기술은 필름의 저장 공간이나 필름 검색에 드는 엄청난 시간을 최소화하고 제한된 자원을 효율적으로 사용할 수 있도록, 필름이나 마그네틱 테이프등의 기록 매체를 광디스크(Optical disk)로 대체하여 자료검색의 용이, 자료 보관을 위한 공간이나 시간의 절약및 자료에 대한 신뢰 그리고 환자 진료의 질을 개선하는등의 효과를 도모할 수 있다. PACS의 최소 구성요소로는 기억장치 시스템, 영상 표시 워크스테이션, 영상관리를 위한 공유 데이타베이스 관리 시스템 그리고 고속 디지탈 통신을 위한 네트워크 시스템을 들 수 있으며, MRI, CT(Computed Tomography), DSA(Digital Sub-traction Angiography), CR(Computed Radiology)등의 영상 획득 장비들이 필요하게 된다. 다음은 현재 국내외의 유수한 PACS연구팀이 구축한 PACS에 대해 간단히 소개하므로서 PACS에 대한 이해를 돕고 향후 PACS의 연구 방향에 참고하고자 한다.

1. Siemens PACS

미국의 Siemens사는 1980년대 부터 PACS에 대한 연구를 시작하였으며 현재 상당한 기술을 보유하고 있다. [2] Siemens사의 PACS는 IMS(Information Management System), ISS(Information Storage System), 다수의 의료영상 획득기, 영상 표시 워크스테이션 그리고 RIS(Radiology Information System)등으로 구성되어 독립적으로 운영되는데 각 지역의 IMS는 해당 PACS의 ISS에 저장되어 있는 데이타를 관리하게 된다. 또 모든 PACS는 링 형태의 PACS 네트워크에 연결되어 있어 PACS간의 정보 접

근이 가능하도록 허용하고 있는데, 시스템간의 정보 통신은 4장에서 소개하게 될 ACR-NEMA 통신 프로토콜을 사용하므로서 서로 다른 영상 포맷을 갖는 영상 획득 장비간의 정보 전송이 가능하도록 개발 되었다.

2. Pennsylvania PACS

미국 Pennsylvania 대학병원 방사선과 연구팀은 1986년 시범 PACS를 구축한 이래로 PACS의 성능 향상을 위하여 꾸준히 연구하여 왔다.[3] 장차 주요 연구 계획으로는 4대의 MRI 시스템으로 부터 획득한 영상 자료를 관리및 표시할 수 있는 강력한 시스템을 구축하는 것인데, 4대의 MRI 가운데 2대는 병원 내부에, 1대는 구급차에 그리고 나머지 한대는 원격지에 배치하며 병원 외부에 배치되는 2대의 MRI는 Ku-band를 사용하여 위성 통신을 함으로써 화상을 접근하게 한다는 계획이다. 이외에도 PACS의 성능 향상을 위해 고려하고 있는 사항으로는 현재의 단일 토큰 링(Token-ring) LAN 체계를 다수의 서브-네트워크를 갖는 고속 광섬유 LAN으로 대체할 계획이며, DFL(Digital Film Lib.)의 설치및 PACS와 RIS의 접속등이다.

3. Kyoto PACS

일본 Kyoto 대학에서는 1985년 부터 KIDS (Kyoto univ. Hosp. Image Database and Communication System)라는 이름하에 현재 병원 내에서 사용되는 모든 디지탈 영상을 통합할 수 있는 가능성을 연구하기 위하여 PACS 프로젝트를 수행하여 왔다. KIDS는 크게 데이타베이스 관리실(database room), 자료 획득실(reading room) 그리고 강의실(lecture hall)등 3개 분야의 워크스테이션과 100 Mbps속도의 토큰링 구조를 갖는 광섬유 LAN으로 연결되어 있으므로 영상 자료의 고속전송 및 접근이 가능하도록 되어있다.[4] 데이타베이스 관리실에는 디스크당 2.6Gbytes 용량을 갖는 두개의 광 디스크 라이브러리, 1024 X 1024의 해상도를 갖는 3개의 20인치 흑백 CRT화면으로 구성된 워크스테이션및 네트워크 관리를 위한 제어노드가 구축되어 있으며 영상 워크스테이션에는 레이저 필름 프린터와 DSA가 부착되어 있다. 자료 획득실은 NIU를 통하여 구축된 CT 스캐너, MRI등의 시스템과 6개의 고해상도 CRT로 구성되는 고속 영상 워크스테이션이 LAN으로 연결되어 있으며, 영상 워크스테이션에는 X-ray 필름 스캐너가 연결되어 있다. 마지막으로 강의실에는 3개의 영상 워크스테이션이 구축되어 있는데 이는 교육및 전시용으로 사용하고 있다.

4. Hokkaido PACS

일본 Hokkaido 대학병원에서는 최근 PACS를 구축하였으며 주요 하드웨어 구성으로는 100 Mbbps급의 광 루프 LAN과 10Mbps급의 Ethernet형태의 LAN을 이용하여 망이 구축되어 있으며, 2x96 Gbytes용량의 jukebox형태의 OLD및 2x2.4 Gbytes용량의 MD(Magnetic Disk), 레이저 필름 프린터, LAN을 통한 PACS와 HIS의 접속, PACS와 접속된 CR 시스템, 9 bits 1000 X 1000 해상도를 갖는 20여개의 영상 표시 장치등이다.

5. Iowa PACS

미국 Iowa 대학 병원에서는 1988년 Simens사의 DRC-80 스테이션을 이용하여 시범 PACS를 구축하였는데 현재 주요 부 시스템으로는 1 Gbytes의 기억장치, 2개의 CRT를 갖는 원격 영상 표시장치, DECNET를 통하여 연결된 2대의 CT 스캐너와 디지탈 광 카메라, 2대의 필름 디지타이저 등으로 구성된다. PACS에 대한 Iowa 대학의 주요 연구 관심 부분은 영상의 해상도, 경제성, PACS/HIS/RIS의 상호 접속, 시스템및 소프트웨어의 신뢰도, 전체 PACS의 성능등이었는데 이 가운데에서 PACS/HIS/RIS의 접속에 대한 연구가 주목할 만 하다.

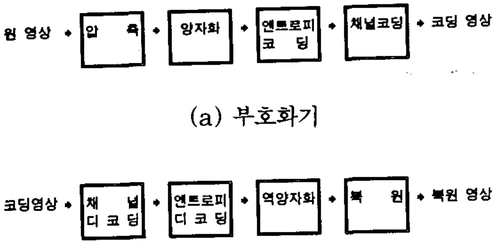
Ⅲ. 영상 압축 기법

의료 영상 정보 시스템에 있어서 가장 중요한 문제는 고해상도의 의료영상을 어떻게 효율적으로 전송, 저장및 관리할 것인가 하는 것이므로, 본 장에서는 이들의 효율적인 전송및 저장을 위해 필요한 영상 압축에 관한 여러가지 기법에 관해서 설명하고자 한다.

일반적으로 자연영상(natural image)의 경우에는 인접 화소들간에 많은 상관성이 있어 중복성(redundancy)이 존재하게 되는데, 이러한 중복성은 최근 수년동안 광범위하게 연구되어온 디지탈 영상 압축 기술을 이용하여 제거할 수 있다.[5] [7] 중복성이 제

거된 영상은 적절한 방법으로 부호화되며, 일반적으로 이렇게 부호화된 영상은 원래 디지탈 영상과 비교할 때 영상 데이타의 양 혹은 영상 화일의 크기는 매우 작아지게 된다. 이와같이 부호화된 영상은 데이타의 양이 적으므로 효율적으로 전송및 저장할 수 있다. 부호화된 영상은 필요에 따라서 원래의 영상으로 재생할 수 있으며 이를 복원영상(decoded image)혹은 재생영상(reconstructed image)라고 한다. 본 장에서는 최근 급속히 발전하고 있는 디지탈 신호처리 기술을 이용한 의료영상 데이타의 압축기법에 대해 알아 보기로 한다.

디지탈 영상을 압축하기 위한 시스템의 일반적인 구성도는 [그림 1] 과 같이 부호화기와 복호화기로 구성된다. 부호화기에서는 먼저 원래의 디지탈 영상에서 인근 화소들 사이에 존재하는 상관성 혹은 중복성을 제거하고, 중복성이 제거된 영상 신호를 양자화 한 후 효율적으로 전송 및 저장하기 위하여 엔트로피 부호화 과정을 수행한다. 복호화기에서는 부호화된 영상을 받아들여 부호화기의 역과정을 수행함으로서 최종적인 복원 영상을 얻게 된다. 일반적으로 영상을 압축하기 위한 방법은 크게 두가지로 분류될 수 있다. 첫번째는 디지탈 신호처리 기술을 이용하여 영상의 인접 화소간에 존재하는 중복성을 제거하고 이 출력을 양자화하는 압축방식으로 소스 부호화(source coding)라고 한다. 영상을 압축하기 위한 또다른 방법은 엔트로피 부호화(entropy coding)로서 소스 데이타의 통계적 특성을 이용하여 bit 할당을 효율적으로 하게되므로 영상 데이타를 압축하는 방법이다. 이 방법은 압축된 영상을 재생했을 때 원래의 영상과 완전히 일치하는 복원영상을 얻을 수 있는 장점이 있지만 높은 압축율을 기대할 수는 없다.



(a) 부호화기

(b) 복호화기

그림 1. 영상 압축 시스템의 블럭도

일반적으로 고 압축율을 요구하는 시스템은 소스 부호화 방식을 이용하며 이 결과를 엔트로피 부호화 함으로써 압축 성능을 향상시킬 수 있다. 의료 영상의 경우에 있어서는 가능한 원래 영상의 특성을 유지해야 하므로 가능한 최대 압축비는 상당히 제한된다. 실제 엔트로피 부호화만을 사용하거나 혹은 소스 부호화와 함께 사용한 무손실 압축 시스템의 경우 얻을 수 있는 최대 압축비는 약 1.5:1 - 5:1정도이다. [8] [10]

1. 소스 부호화 기법

일반적으로 정지화상을 부호화하기 위한 소스 부호화 기법은 [그림 2] 와 같이 분류할 수 있으며 이들은 독립적 혹은 상호 보완적으로 사용된다. 또하 각각의 압축방법에는 압축을 적응적으로 행하는 적응 부호화(adaptive coding)기법이 적용될수 있다. [6]

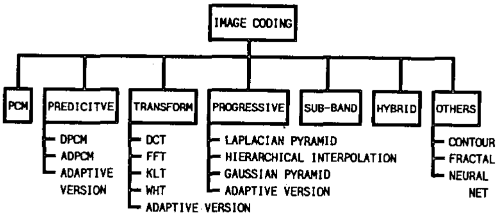


그림 2. 의료용 디지탈 영상압축 기법의 분류

PCM(Pulse Code Modulation)은 아날로그 신호를 디지탈 신호로 부호화하는 가장 기본적인 방법이며, 현재 대부분의 디지탈 음성및 영상 신호는 이 PCM방법에 의해서 부호화 한다.

예측 부호화(predictive coding)기법은 가장 널리 사용되는 압축 기법으로서 현재 부호화 하고자 하는 신호를 미리 예측하고 이렇게 예측된 신호와 원래의 입력 신호와의 차이를 양자화하여 부호화하는 기법이다. 예측 부호화 기법의 대표적인 것으로는 DPCM (Differential Pulse Code Modulation)과 적응 예측부호화 기법인 ADPCM(Adaptive DPCM)이 있다.

예측 부호화 기법과 함께 현재 가장 광범위하게 사용되는 부호화 기법으로는 변환 부호화(TRANSFORM CODING)기법이 있다. 변환 부호화에서는 먼저 공간 영역의 영상 데이타를 적절한 변환영역으로 사상한 후 상관성이 적은 변환 영역의 계수들을 부호화하는 기법이다. 변환 부호화에서 많이 사용되는 변환

방식으로는 KLT(Karhunen-Loeve Transform), DCT(Discrete Cosine Transform), WHT(Walsh Hadamard Transform)등이 있으며, 특히 DCT변환 방식의 우수성이 잘 알려져 있다. 변환 부호화 기법의 경우도 부호화 방법을 적응적으로 할 수 있으며 이를 적응 변환 부호화(adaptive transform coding)라 한다.

점진적 영상 부호화(progressive image coding) 방법은 영상을 점진적으로 전송, 혹은 부호화하는 다단계 부호화 기법이다. 대표적인 점진적 영상 부호화 기법으로는 라플라시안 피라미드 부호화(laplacian pyramid coding)와 계층적 선형보간(hierarchical interpolation)방법이 있다. 점진적 영상 부호화 방법은 영상을 점진적으로 부호화하므로 특히 의료영상 부호화에 적합한 것으로 알려져 있다.

대역분할 부호화 기법은 영상을 주파수 대역에 따라 몇개의 부 영상으로 나누고 각 주파수 대역의 영상을 부호화하는 방법이다.

이상에서 살펴본 다양한 부호화 기법들은 단독으로 영상 부호화에 적용할 수도 있지만 하나 이상의 방법을 혼합하여 영상 부호화 시스템을 구축할 수도 있다. 이와 같은 영상 부호화 기법을 복합 부호화(hybrid coding)기법이라고 하며, 일반적으로 하나의 부호화 기법을 사용하는 경우보다 훨씬 복잡하지만 좋은 압축비를 얻을 수 있다는 장점이 있다.

최근에는 보다 고성능 압축 시스템을 구축하기 위하여 다양한 압축 기법에 대한 연구가 진행 중이며, 이러한 기법으로는 contour 부호화[11], fractal 부호화[12] 및 신경회로망(neural net)을 이용한 영상 부호화[13] 등이 있다. 영상 부호화를 위해서 이와 같은 기법을 사용할 경우 고도의 압축율을 얻을 수 있으며 특히 수학적인 영상 부호화 기법의 일종인 fractal 부호화는 자연 영상의 경우 최대 1,000,000:1 까지도 압축이 가능한 것으로 알려져 있다.[14] 따라서 현재 세계적으로 이와같은 압축기법을 영상부호화에 적용하려는 연구가 활발히 진행 중이다.

2. 엔트로피 부화화 기법

대부분의 엔트로피 부호화 기법들은 입력 심볼의 확률적 모델에 근거하여 데이타를 효율적으로 압축한다. 즉, 빈번히 발생되는 심볼에 대해서는 보다 적은 비트를 할당하고 반대로 자주 발생되지 않는 심볼에 대해서는 보다 많은 비트를 할당함으로서 효율적으로 데이타 압축을 수행한다.[15] 일반적으로 소스 X에 대한 임의의 모델의 효율성은 식 (1)과 같이 그 모델에 대한 심볼의 엔트로피(entropy)로 측정할 수 있다.

$$H(X) = -\sum_{i=1}^{k} P(a_i) * \log_2 P(a_i) \qquad (1)$$

대부분의 엔트로피 부호화 기법은 소스 X의 확률적 모델에 근거한 엔트로피의 한계치에 근접하도록 부호화를 수행하기 때문에 엔트로피 부호화라고 한다. 이러한 엔트로피 부호화의 종류에는 Huffman부호화, Lempel-Ziv부호화, 산술 부호화및 RLC(Run-Length Coding)등이 있다.

Ⅳ. ACR-NEMA 표준

지난 20여년동안 의사의 진단을 돕는 영상획득 장비가 다양해지고, 또한 이들의 개발 기술이 발전함에 따라 영상획득 장비를 개발,판매하는 업체들이 증가하게 되었지만 이들 업체들은 서로다른 영상 포맷을 사용하기 때문에 장비들간의 정보전송및 네트워크 구성에 많은 어려움이 야기되었다. 그러나 분산 데이타베이스 시스템의 개발에 관한 요구가 급증하고 있는 정보화 시대에서 영상획득 장비간의 정보 전송은 필수의 기능으로 대두되고 있다.

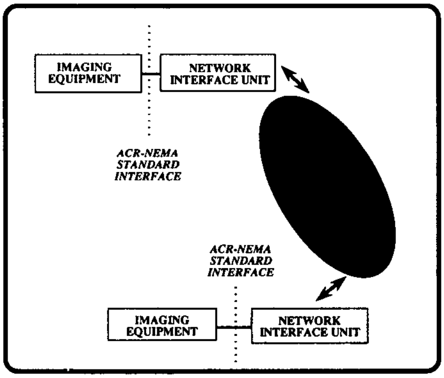


그림 3. ACR-NEMA 표준과 네트워크간의 관계

이러한 필요에 의해서 ACR-NEMA(The American College of Radiology - National Electrical Manufacturers Association)는 이들 장비간의 정

보전송에 필요한 하드웨어 인터페이스, 소프트웨어 커맨드의 집합 그리고 데이타 포맷등을 표준화 하게 되었다.[16] ACR-NEMA에서는 No.300-1985 (version No. 1.0), 두번에 걸친 수정본 그리고 No.300-1988(version No. 2.0)을 발표하였으며, 이들간의 양립성을 지원하고 있다.[17] [그림 3] 은 ACR-NEMA표준과 네트워크간의 관계에 대해 나타내고 있으며 ACR-NEMA No.300-1988에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

- Command group: data set을 처리하는 명려어 그룹(group no. 0001H)으로 미래의 사용자를 위해 shadow group(group no. 0002H)을 준비하고 있다.
- Data element: unsigned integer 즉, 2바이트 길이의 데이타 구조로 group no., data element no., length, value로 구성되며 정보의 한 단위를 저장하 고 있다.
- Data set: message에서 command group을 제외한 모든 group을 나타낸다.
- group: 서로 유사한 특징의 정보를 포함하고 있는 data element의 집합을 나타낸다.
- Imaging Equipment(IE): ACR-NEMA message를 생성, 전송, 수신하고 분석하는 장비로서 source, archive device, viewing system이 이에 속한다.
- Message: 단일 command group과 단일 data set으로 구성될 수 있으며, 정보 전송의 단위가 된다.
- Network Interface Units(NIUs): 데이타통신 네트워크와 IE간의 ACR-NEMA message 전송에 관여하는 장비이다.
- private groups: 개발 업체나 사용자의 필요에 따라 정의하고 사용할 수 있 도록 유보되어 있는 group으로서 group no.는 홀수로 할당된다. (예: 0001H, 0003H, 0005H …)
- Shadow groups: standard group과 같은 범주에 속하는 데이타를 처리하기 위 한 group으로 group no.는 "standard group no. + 1"의 방법으로 할당된다. 따라서 group no. 0001H는 command group, group no. 0009H는 identifying group, group no. 0011H는 patient group의 shadow group을 각각 나타낸다.
- Sink: interface를 통해 message를 전송 받는 IE의 일부이다.
- Source: interface를 통해 message를 전송하는 IE의 일부이다.

1. 하드웨어와 계층별 프로토콜

본 절에서는 ACR-NEMA standard의 기술적인 측면 즉, 하드웨어 정의, 소프 트웨어 프로토콜 그리고 소프트웨어의 포맷에 대해 소개하고자 한다. 하드웨어는 하나의 50-pin micro-connector를 사용하고 있으며, 이 connector는 16개의 data circuit, 1개의 parity circuit, 6개의 control circuit, 1개의 signal ground 그리고 1개의 reserved circuit을 지원하는 differential pair로 구성되어 있다. 여기서 differential pair를 사용한 이유는 잡음으로 인한 손실을 줄여, 신뢰성 있는 신호를 전송받기 위해서이다. ACR-NEMA standard interface를 이용한 최저 전송속도는 정해놓고 있지않으며, 최고 전송속도의 목표율은 8Megabytes/second로서 실험을 통해 그 신뢰성을 입증하였다. 프로토콜 계층(protocol layer)은 ISO-OSI(International Standards Organization - Open Systems Interconnection) 모델을 참조하고 있으나, ACR-NEMA standard는 IE나 NIU간의 일대일 접속이므로 routing기능이 필요없어 실제로는 네트워크 계층이 필요없게 된다. 또 각 계층간의 제어의 흐름은 양방향으로 일어날 수 있어서, 송신할때와 수신할때는 서로 역방향으로 흐름이 일어날 수 있다. message 전송시의 각 계층의 기능을 간단히 살펴보면, presentation/application layer는 ACR-NEMA standard가 규정한 대로 message를 포맷에 맞게 구성하며, session layer는 전송 장비와 수신 장비간의 통신을 위한 접속(connection)을 설정하거나 해제하고transport/network layer는 message를 0 - 2048 word의 크기를 갖는 블럭(block)으로 나누어 패켓(packet)을 만들게 된다. 이때 transport/network layer는 가상 채널(virtual channel) 개념을 사용하여 동시에 다수의 message를 전송 할 수 있도록 하고 있다. 상위 계층에서 제어를 받은 data link layer는 패켓에 frame descriptor word와 frame check sequence를 첨가하여 프레임(frame)을 구성하며, 마지막으로 physical layer는 이렇게 구성된 프레임을 전송단위로 하여 수신 장비의 physical layer로 전송하게 된

다. 반면에 수신 장비의 각 프로토콜 계층은 송신 장비의 역방향으로 제어를 옮기면서 message를 재구성하여 해석하게 된다. [그림 4] 는 각 계층별로 메세지 전송에 관여하는 방법에 대해 기술하고 있다

1) Physical layer

ACR-NEMA interface plane의 physical layer의 하드웨어에서 IEA485 (Electronic Industries Association)의 규정을 따르고 있는데, EIA485는 하나의 common-interconnecting 케이블에 다수의 송·수신 장비를 접속하여 사용할 수 있도록 standard를 규정하고 있다. Physical layer의 50-pin micro connector의 양방향 데이타 서킷(data circuit)과 패리티(parity) 신호의 실제 구현은 differential pair의 수신단의 (+) 입력과 (-) 입력 사이에 120옴(ohm)의 저항을 연결하여 실현 하였다.

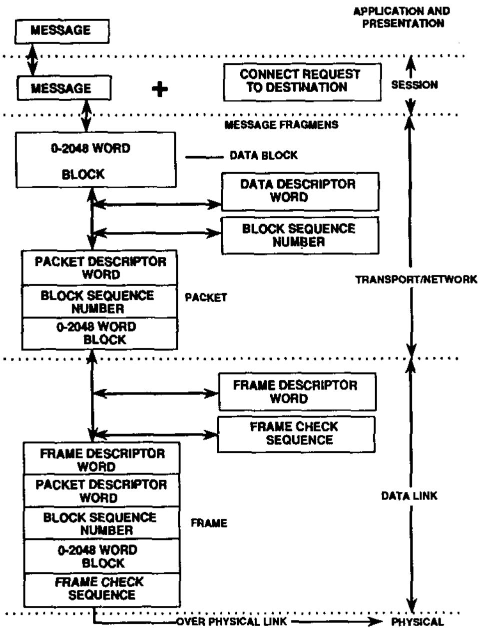


그림 4. 메세지 통신 개념도

2) Data link layer의 프로토콜

ACR-NEMA standard interface plane을 통해 송·수신 되는 message는 모두 프레임 단위로 전송되는데, 각 프레임의 구성은 2바이트의 FDW (Frame Descriptor Word), 0 - 2048 워드의 패킷(packet) 그리고 2바이트의 FCS(Frame Check Sequence Word)로 이루어 지며 다음과 같은 종류의 타입이 있다. 프레임의 종류로는 DATA 프렘임(0000), DATA/ACK 프레임(0100), ACKNOWLEDGE 프레임(1000), NOT ACKNOWLEDGE 프레임(1001), STATUS REQUEST 프레임(1101), STATUS INDICATION 프레임(1100), ECHO REQUEST 프레임(0011), ECHO INDICATION 프레임(0010)등이 있어 각 프레임의 특성에 따라 데이타의 흐름이 제어될수 있다.

FCS는 수신된 데이타의 유효성(validity)을 검색하는데 사용되는 것으로 수신된 전체 워드에서 FCS를 제외한 워드의 이진합계(binary sum)를 구한 후 그 값에 1의 보수를 취하여 계산한 값이다. 즉, 송·수신단의 FCS가 동일하면 데이타가 에러없이 전송되었음을 알 수 있다.

3) Ttansport/Network 프로토콜

Transport/network layer는 session layer로 부터 받은 message를 블럭(block)단위로 단편화(fragmentation)하여 패킷을 형성한 후 data link layer로 보내거나, data link layer로 부터 받은 message를 재 구성하여 session layer로 보내는 기능을 하는 계층으로, message의 단편화와 재구성을 지원하기 위해 패킷에 번호를 붙이는 작업을 하게된다. 특히 이 계층에서는 가상 채널 개념을 사용하여 동시에 다수의 message를 전송할 수 있도록 하였으며, 이를 위해서 가상 채널 번호(virtual channel number)에 어드레스를 할당하고 있다. 그러나 시스템이 초기화 될때마다 channel 0를 자동적으로 접속하도록 하고 있으므로 멀티-채널 서비스가 불필요한 경우에 효과적으로 사용할 수 있도록 하고 있다. 또한 BSN은 message를 정확하게 재 구성하기 위해 사용하는 워드로 채널 제어 패킷(channel control packet 예: OCR, RCR …)의 첫번째 블럭의 BSN (Block Sequence Number), 커맨드 그룹의 첫번째 블럭의 BSN, 데이타 그룹의 첫번째 블럭의 BSN은 각각 0으로 세팅되며 BSN의 최상위 비트는 단편화된 message의 마지막 블럭을 나태내기 위해 assert/deassert되는 플래그이다. PDW(Packet Descriptor Word)는 256개의 채널 번호를 지원하기 위해 상위 8 비트를 할당하고, 채널 타입을 지원하기 위해 4비트를 할당하며 마지막으로 하위 4 비트는 서비스 클래스를 위해서 할당한다. 서비스 클래스는 데이타 패킷이 DATA프레임(XXX1)을 전송할 것인지,

DATA/ACK프레임(XXX0)을 전송할 것인지에 관한 정보를 나타내며 나머지 코드의 조합은 미래의 사용자를 위해 남겨두었다. transport/network layer에서 지원하고 있는 채널 타입은 RCR(1110: Reset Channel Request), RCI(1100: Reset Channel Indication), CCR(1010: Close Channel Request), CCI(1000: Close Channel Indication), OCR(0110: Open Channel Request), OCI(0100: Open Channel Indication), CMD(0010: Command), DATA(0000: Data), PAUSE(1001: Pause Request), RESUME(0101: Resume Request)등이다.

4) Session layer 프로토콜

session layer는 송·수신 장비간의 접속(connection)을 지원하는 계층으로 접속제어워드(connection control word), 송·수신 장비의 논리 어드레스 그리고 물리 어드레스에 관한 정보를 가지고 있으며, 이 정보는 transport/network layer의 패킷 타입이 OCR, RCR, CCR과 같은 채널제어패킷(channel control packet)인 경우에 송·수신 장비간의 접속(connect) 및 해지(disconnect)와 같은 서비스를 지원 하는데 사용된다. 접속제어워드의 종류에는 CR(0110: Connect Request), CI(0100: Connect Indication), DR(1010: Disconnect Request), DI(1000: Disconnect Indication), Continue(0000)등이 있으며, transport/ network layer의 채널제어 패킷을 통하여 사용되므로, 접속에 대한 요구는 OCR 패킷 타입을, 해제에 대한 요구는 CCR 패킷 타입을 사용하여 이루어진다.

5) 흐름 제어(Flow Control)

각 계층별로 message처리의 흐름을 제어하는 방법이 상이하여, physical layer에서는 STBO/STBI의 handshake cycle을 이용하며, data link layer에서는 DATA/ACK 프레임을 보낸 경우 ACK나 NOT ACK와 같은 응답신호를 받음으로 흐름을 제어하게 되며, 응답을 기다리다가 시간초과(timeout)가 되었을때는 STATUS REQUEST프레임을 보내 상태를 검색하게 된다. 반면에 DATA 프레임을 보냈을 경우에는 수신측에서 interrupt를 걸어 흐름을 제어할 수 있는데 이때 STATUS REQUEST에 수신측의 상태가 양호함을 알리는 정보를 실어서 전송하게 된다. 만일 DATA 프레임을 전송하는 도중에 interrupt를 받게되면 전송이 재개(resume)되었을 때 그 프레임을 재 전송 하게 된다. transport/network layer에서 수신측 장비가 패킷의 전송을 중단하기 위해 PAUSE REQUEST패킷을, 재개하기 위해서는 RESUME REQUEST패킷을 각각 전송하면 되는데, 이때 송신측 장비가 RESUME REQUEST패킷을 기다리는 일정 시간이 초과하게 되면 CCR을 전송하여 message 전송을 끝내게 된다. session layer에서는 OCR, RCR, CCR을 보내고 OCI, RCI, CCI와 같은 응답신호를 기다림으로 흐름을 제어할 수 있으며, message level의 흐름제어는 command group(0000H)을 사용하여 수행한다.

6) 에러 처리(Exception Handling)

ACR-NEMA에서는 계층간의 에러 리포트 구현에 관해서는 명시하고 있지 않으나 각 계층에서의 에러 처리를 위해 필요한 기능에 대해서는 아래와 같이 설명하고 있다. physical layer에서 에러가 발생하여 흐름을 중단하는 경우에는 하드웨어적으로 INTO신호를 사용하게 되는데, 이때 INTO신호를 전송한 송신측 장비는 STATUS REQUEST프레임의 status field에 에러 상태를 첨가하여 수신측의 data link layer로 전송하며, 상위 계층으로도 interrup의 발생을 알리게 된다. 이때 interrupt를 받은 수신측 장비의 physical layer는 data link layer로 에러의 상태를 알려 해결을 요구하게 된다. data link layer에서는 패리티 에러나 FCS field의 에러가 발생하게 되면 NOT ACKNOWLEDGE 프레임을 전송하여 에러를 알리고 재 전송을 요구하게 되는데 이때 재 전송 횟수(retry count)가 지나도 계속 에러가 발생할 경우에는 STATUS REQUEST 프레임을 받게된다. 또 수신한 프레임의 타입에 관한 해석이 불가능 할 경우에도 STATUS REQUEST 프레임을 전송하여 에러 상태를 알리게 된다. 가상 채널을 제어하는 transport/ network layer는 하위 계층에서 보고받은 에러를 처리하기 위해 RCR이나 CCR을 전송하여 흐름을 중단하고 상위계층으로 에러를 보고한다. 마찬가지로 session layer에서도 CCR이나 RCR을 통해 Disconnect request를 보냄으로 message를 중단하게 되는데, message의 마지막 블럭을 송·수신하기 전에 접속이 폐쇄(close)되면 송신장비는 해당 message의 한 부분도 받지 못한것으로 간주한다. 또 session layer에서는 하위 레벨에서 보고받은 에러를 해석하는 기능을 가져야 하는데 에러보고의

수단으로 command response(group 0000H)가 제공하는 status필드를 사용하고 있다.

2. 메세지(Message)와 명령어(Command)의 구조

본 절에서는 ACR-NEMA 모델중 application/presentation layer의 기능중의 하나인 메세지 생성 방법과 메세지에 포함되는 명령어의 종류및 데이타 세트(data set)에 관해 다루고자 한다. ACR-NEMA plane을 통해 전송되는 정보는 주로 영상(image)이기 때문에 영상정보를 해석할 수 있는 최소한의 정보를 정의하고 있으며 그 내용은 Command(0000), Identifying(0008), Patien(0010), Acquisition(0018), Relationship(0020), Image Presentation(0028), Text(4000), Overlay(6000-601E: 짝수 번호만 해당), Pixel Data(7FE0)등의 standard group과 장비생산 업체나 사용자를 위해 유보된 그룹으로 홀수로된 그룹번호를 사용하도록 한 private group이 있다. 특히 shadow group은 private group의 일부로서 standard group의 번호보다 1이 큰 그룹번호를 가진 그룹(예: 0001, 0009, 0011, 0019…)으로 해당 standard group과 같은 영역의 정보를 처리하기 위해 확장할 수 있는 제 2의 standard group이다.

1) 메세지(Message)의 구조

Dialog명령어를 제외한 ACR-NEMA plane을 통해 교환되는 모든 정보는 메세지라고 부르는 하나의 엔티티(entity)에 포함되어 전송될 수 있으며, 이 메세지의 구조는 하나의 명령어 그룹과 하나의 데이타 세트 그룹으로 구성되는데 명령어 그룹 0000H, 0001H를 제외한 모든 그룹은 데이타 세트에 해당된다.

(1) 데이타 세트의 타입

ACR-NEMA의 데이타 세트는 'required', 'optional', 'not allowed'의 세가지 타입으로 분류하여 IMAGE의 타입의 데이타 세트는 그룹 7FE0H, TEXT 타입의 데이타 세트는 그룹 4000H, GRAPHICS 타입의 데이타 세트는 그룹 6000H - 601EH중의 하나의 그룹(짝수 그룹 번호만 해당)을 각각 required타입으로 갖게된다. OTHER 타입은 IMAGE, TEXT, GRAPHICS 타입으로 분류할 수 없는 데이타 세트를 위해 정의하고 있으며, OTHER 타입의 특수한 경우로서 IDENTIFIER 타입과 NULL 타입을 정의하고 있다. IDENTIFIER 타입은 FIND_REQUEST, FIND_RESPONSE, GET_REQUEST, MOVE_REQUEST등과 함께 할당되어 쓰이는 데이타 그룹이며, NULL 타입은 메세지내에 명령어 그룹(0000H와 0001H)외에 데이타 세트가 존재하지 않는 경우에 쓰이게 된다.

(2) data elements

메세지내의 명령어 그룹과 데이타 세트 그룹은 data elements들로 구성되며, 이들 data elements는 group number, data element number, length, value의 4개의 필드로 나누어지게 된다.

[예제 1] 은 ACR-NEMA에서 전송하는 메세지의 단편적인 예를 소개하고 있다.

data elements				의미
group no.	datael ement no.	length	value	
0000	0000	0004 0000	0056 0000	그룹의 길이
0000	0001	0004 0000	01A0 0010	메세지의 길이
0000	0010	000C 0000	4341 2D52 454E 414D 3120 302E	"ACR-NEMA 1.0"
0000	0100	0002 0000	0001	명령어 종류(SEND_REQUEST)
0000	0110	0002 0000	123A	메세지 ID
0000	0200	0004 0000	4344 3148	송신장비 논리 어드레스
0000	0300	0004 0000	4341 3148	수신장비 논리 어드레스
0000	0800	0002 0000	0000	데이타 타입(영상)
0008	0000	0004 0000	0080 0000	그룹의 길이
0008	0001	0004 0000	013E 0010	메세지의 길이
0008	0010	000C 0000	4341 2D52 454E 414D 3120 302E	"ACR-NEMA 1.0"
0008	0020	000A 0000	3931 3538 212E 2E31 3532	날짜(1985.11.25)
0008	0030	0008 0000	3231 303A 3A35 3935	시간(12:05:59)
0008	0040	0002 0000	0000	데이타 타입(영상)
0008	0060	0002 0000	5244	IE의 종류(DR)
0008	0070	0004 0000	4241 4443	공급업체
0008	0080	000E 0000	454D 4352 2059 4F48 5053 5449 4C41	Institution ID
0008	0090	0000 0000		참조 의사명(not known)
0010	0000	0004 0000	0042 0000	그룹의 길이
0010	0010	000E 0000	4F4A 454E 2C53 4A20 4D49 4320 202E	의사 이름(JONES, JIM C._)
0010	0020	0008 0000	3031 2D32 3033 2034	한자 ID(102-304_)
0010	0030	000A 0000	2931 3632 312E 2E31 3532	환자생년월일(1926.11.25)
1010	0040	0002 0000	204D	환자성별 (M_)

0018	0000	0004 0000	0000 0000	그룹의 길이
0020	0000	0004 0000	0018 0000	그룹의 길이
0020	0010	0004 0000	3932 3330	Study no.(2903)
0020	0020	0004 0000	5C52 2046	환자 방향 (R/F_)
0028	0000	0004 0000	002C 0000	그룹의 길이
0028	0010	0002 0000	0400	행의 수(1024)
0028	0011	0002 0000	0400	열의 수(1024)
0028	0030	0006 0000	2E20 5C33 332E	화소의 실제 워드 크기(_.3\.3)
0028	0100	0002 0000	0008	화소당 할당된 비트 수(8)
7FE0	0000	0004 0000	0008 0010	그룹의 길이
7FE0	0010	0000 0010	xxxx.xxxx ···· xxxx	화소 데이타

예제 1. 메세지의 예

[예제 1] 에서와 같이 메세지의 각 원소들은 번호 순서로 나타나므로 group으로는 group number 0000H, data element로는 data element number 0000H가 가장먼저 나타나게 되며, 같은 group number를 갖는 data element들은 서로 그룹을 형성하여 data element number에 따라 순서적으로 나타난다. group number와 data element number는 1워드 크기, length는 2워드 크기의 부호없는 정수(unsigned inter)로 각각 정의되며 특히 length 필드는 value필드의 길이를 나타내고 있다.

(3) data element의 타입

ACR-NEMA에서 정의하는 data element의 타입은 type-1, type-2, type-3의 세가지 타입으로 분류되며, type-1은 데이타의 저장이나 표시, type-2는 해석을 위한 기본항목(primary item), type-3는 해석을 위한 차기항목(secondary itme)을 위해 각각 정의하고 있다

- type-1: 메세지내에서 의미있는 값를 포함하는 데이타 타입으로,이 타입의 value 필드에 표시된 값은 유효한 데이타임을 나타낸다.
- type-1D: 메세지내에 반드시 포함될 필요가 없는 데이타 타입으로 수신측에 서는 이미 정의되어 있는 디폴트 값으로 가정하게 된다. 디폴트값이 정의되 지 않은 경우에는 메세지내에 포함하여 전송해야 한다.
- type-2: 메세지내에 포함되어 전송되는 data element로서 data element의 값 을 모르는 경우에는 value필드 없이 length 필드를 0로 세팅하여 보내야 한다. 그러나 데이타 타입이 분류표에서 처럼 optional group인 경우에는 type-2 data element를 반드시 전송해야만 한다.
- type-2D: type-1D와 마찬가지로 메세지에 포함하여 전송하거나, 그렇지 않으면 디폴트값으로 인식하게 되며, 디폴트값이 정의되어 있지 않은 경우에는 반드시 메세지내에 의미있는 값을 포함하여 전송하여야한다. 그 값을 모르는 경우에도 type-1D와 마찬가지로 value필드 없이 length 필드를 0으로 세팅하 여 보내야 한다.
- type-3: 송신측은 type-3 data element를 보낼 필요가 없으며, 송신측에서 이러한 data element를 보내는 경우에는 value필드와 함께 보내야 한다

(4) Shadow group

앞에서 설명했던 것처럼 IE장비 생산업체나 사용자를 위해 유보되어 있는 그룹중에서 shadow group은 상이한 업체나 사용자들간의 충돌을 피하기 위해서 각 그룹중에서 사용하게될 data element를 할당하는 방법을 정의하고 있다. 예를들어 명령어 그룹의 shadow group인 0001H를 제외한 모든 shadow group은 0010H-00FF 사이의 블럭을 data element의 소유자(ownership)를 표기하는 identifier로 정하였으며, 각 identifier element의 타입은 이미 정의되어 있는 공급업체나 사용자 코드를 포함하는 type-1 free format(FF) single(S) ASCII string(AT)이 된다

2) 메세지의 내용

본 절에서는 메세지가 포함하는 데이타 세트인 image, overlay, text, other 타입에 대해 설명하고자 한다. 영상을 해석하려면 영상자체만으로는 정확한 해석이 불가능하기 때문에 시간 차이에 따른 영상의 변화를 추적할 필요가 있고(시간에 따라 종양의 크기가 변화할 수 있기때문), 영상이 환자의 어느 부위인가, 또 영상획득시 환자와 영상획득 장비간의 기하학적인 위치등의 정보가 부가적으로 필요하게 된다. 따라서 standard group의 "relationship" group에서는 data element (0020H, 5000H)에 영상을 계층적으로 분류할 수 있는 정보를 표기하도록 하고 있으며, 환자에 대한 영상의 상대적인 방향은 영상 좌표계와 장비 좌표계의 관계를 명시함으로써 해결하였다. 또 영상위에 overlay 데이타가 할당되어 있는 경우에는 overlay 정보를 각 화소당 1비트에 저

장하거나 (X, 0200H)에 분리하여 저장하도록 하였으며 이의 디스플레이를 위해서 look up 테이블을 지원하고 있다.

(1) Images

하나의 메세지는 하나이상의 영상을 포함할 수 없기 때문에 메세지내의 영상과 다른 영상과의 "Relationship"을 나타낼 필요가 있으므로 이를 위하여 Original Image Identification(0020H, 5000H)에 영상을 확인할 수 있는 정보를 포함할 수 있도록 지원하고 있다. data element (0020H, 5000H)의 디폴트 값은 station ID(0008H, 1010H), study date(0008H 0020H), study identification(0020H, 0010H), series(020H, 0011H), acquisition(0020H, 0012H), image (0020H, 0013H)의 6-레벨로 구성되어 있으며 데이타 타입이 2D이므로 장비 구현시에 이의 레벨과 레벨의 내용을 변경할 수 있고, 변경시에는Original Image Identification Nomenclature(0020H, 5002H)에 data element(0020H, 5000H)에 할당된 name identifier를 아스키 스트링으로 표현하도록 하였다. 영상의 위치와 방향은 장비의 좌표계를 중심으로 명시하고 있으며 CT와 MR을 중심으로 좌표 프레임을 정의하고 있다. 영상 좌표계의 원점은 프레임의 최좌측 최상단의 고정된 점으로 정의 하였고 x축은 왼쪽으로, y축은 아래쪽으로, z축은 x,y와 직각을 이루며 앞에서 뒤로 증가하도록 정의하고 있다. 또 영상획득시 Image Position과 Image Orientation에 관한 정보를 얻을 수 있는데 Image Position(0020H, 0030H)은 영상의 첫번째 화소의 x,y,z좌표의 값을 명시하며, 이때 영상의 각 화소는 장비에 대한 영상의 상대적인 위치를 나타낸다. 또 Image Orientation(0020H, 0035H)는 장비의 축에 대한 영상의 첫번째 행과 열의 코사인(cosine)방향을 명시하고 있다. 영상에 있어서 환자의 상대적인 방향을 Patient Orientation(0020H, 0020H)에 저장하고 있는데 이의 방향은 해부학적인 측면에서 A (anterior), P(posterior), R(right), L(left), H (head), F(foot)과 함께 이들의 조합인 RA, RH, LF등을 정의하고 있다. 영상 해석에 필요한 정보는 위에 소개한것 외에 영상과 image plane과의 상대적인 거리를 나타내는 Slice location(0020H, 1041H)이 있다. 영상의 화소값은 2의 보수나 부호없는 정수(unsigned integer)로 표시하며, 또 gray scale영상을 디스플레이 하기 위해서는 Look Up Table Descriptor Gray(0028H, 1100H), Look up Data Gray(0028H, 1200H)등을 이용하거나 Rescale Intercept(0028H, 1052H), Rescale Slope(0028H, 1053H)을 이용하도록 지원하고 있다.

(2) Overlay 와 Graphics

Overlay plane은 영상과 함께 할당된 graphics나 텍스트를 포함하며 ROI(Region Of Interest), reference marks, annotation등을 표시하는데 사용된다. 각 overlay plane의 한 화소의 저장을 위해서는 1비트를 할당하며, 하나이상의 overlay plane을 위해서 6000H-601EH(짝수 번호만 해당)의 그룹을 사용하여 overlay data의 위치를 나타낼수 있도록 하였다. 이때 (X, 0050H)는 overlay영역의 원점을 표시하게 되며 overlay data의 디스플레이는 (X, 1100H-1103H), (X, 1200H-1203H)에 표시되어 있는 look up 테이블을 사용할 수 있다.

3) 명령어의 구조

ACR-NEMA가 지원하는 명령어의 종류에는 SEND, GET, FIND, DIALOG, CANCEL, ECHO가 있으며, initiator, receiver, Find Location, Move Destination필드가 있어서 해당 IE의 논리 어드레스를 포함하게 되며, 또한 initiator로 부터 명령어를 전송받은 receiver는 수신한 명령어에 대한 응답 신호(response)를 initia-tor로 전송하도록 하고 있어 신호의 흐름을 제어하고 있다.

(1) status

data element(0000H, 0900H)은 명령어의 전송 상태를 나타내는 정보로서 1워드로 구성되어 있으며, 그 element의 상위 바이트는 success(0000), pending(FF00, FF01), cancelled(FE00), refused(A000, A100, A200, A300, A400, A500, A600, AFxx), failed(C0bb, C100, C2dd, CFxx), warning(B000, B001, B002, B003, B004, B005, BFxx)등의 상태를 표시하며, 하위 바이트는 지정된 추가 상태가 없는 경우에는 0으로, 자세한 상태정보가 있는 경우에는 0이 아닌 값으로 세트되나 구현시에는 0으로 세팅하고 있다. 상태 정보중 하위 바이트의 bb는 좀더 자세한 에러 정보를 참조하여야 하며 dd는 네트워크의 문제가 있음을 나타낸다.

(2) 명령어

ACR-NEMA에서는 데이타를 전송하는데 사용되는 SEND 명령어는 SEND_REQUEST와 이에대한 응답신호인 SEND_RESPONSE가 지원되며 SEND_RESPONSE를 보내는 receiver는 앞절에서 기술한 상태 정보중 현재의 상태에 해당하는 status를 세팅하여 함께 보낸다. status가 "success"로 세팅된 SEND_RESPONSE를 받은 initiator는 데이타 전송을 시작하게 된다. 특히 디스플레이 장비로 SEND 명령어를 보내는 경우에는 ACR-NEMA의 data dictionary중 디스플레이 장비를 제어하는 data element를 참조할 수 있는데 그 값은 디스플레이 초기설정시 디폴트 값으로 할당되며, 만일 initiator가 요구하는 기능을 지원하지 못하는 경우에는 해당 상태정보를 를 할당하여 응답하도록 하고 있다.

FIND_REQUEST는 원하는 데이타를 찾는 경우에 쿼리(query)로 사용되는 명령어로, 매치된 데이타의 갯수가 다중인 경우에는 FIND_RESPONSE에 FIND_location(0000H, 0400H), Number of Matches(0000H, 0850H), Response Sequence Number(0000H, 0860H)등의 정보를 포함하여 전송한다.

GET 명령어는 initiator가 receiver에게 데이타 세트의 전송을 요구하는 경우에 사용되는 명령어로서 GET_REQUEST를 받는 receiver는 GET_RESPONSE에 'pending'으로 세팅한 status를 포함하여 전송한후 데이타 세트를 탐색하여 탐색에 성공한 경우에는 initiator에게 SEND_REQUEST를 보내어 요구한 데이타의 전송을 알리고, 실패한 경우에는 'failed'로 세팅한 status를 두번째 GET_RESPONSE에 포함하여 전송하게 된다. 그러나 GET_REQUEST는 네트워크를 통해 탐색하는 명령어는 아니며, 이러한 목적을 위해서는 FIND_REQUEST를 사용한다.

MOVE는 initiator가 receiver에게 지정된 데이타 세트를 제3의 디바이스로 옮기도록 요구하는 명령어로 MOVE_REQUEST를 받은 receiver는 MOVE_RESPONSE에 'pending'으로 세팅한 status를 포함하여 전송하며, 제3의 디바이스로 SEND_REQUEST를 전송하여 데이타를 전송할것을 알리게 되며 제3의 디바이스로부터 SEND_ RESPONSE를 받아 데이타의 전송을 성공적으로 마친 경우에는 MOVE_REQUEST의 initiator에게 'success'로 세팅한 status를 포함하여 MOVE_RESPONSE를 전송한다.

DIALOG는 IE에서 기동중인 프로그램간에 대화식 정보교환을 위한 명령어로 정보교환을 위해서는 먼저 initiator와 receiver간에 필요한 프로그램이 접속되어야 한다. 이를 위해서 initiator는 접속해야할 프로그램의 이름에 관한 정보를 data element(0000H, 4000H), receiver의 논리 어드레스를 data element(0000H, 0300H)에 각각 포함하여 DIALOG_REQUEST를 보내면 receiver는 'success'나 'failed'를 status data element(0000H, 0900H)에 포함하여 DIALOG_RESPONSE를 전송한다. status가 'success'인 경우에는 receiver의 프로그램이 initiator에서도 유효하게 기동되어 서로 대화식으로 정보를 교환할 수 있게된다. 이때 터미널 타입은 data element(0000H, 4010H)에 명시할 수 있으며 디폴트로는 스크린 제어를 위해서 carriage return과 line feed를 포함한 라인당 80문자인 아스키 텍스트를 수용하는 스탠다드 콘솔 장비가 된다. 마지막으로 정보교환을 끝내기 위해서는 session layer에 Disconnect channel을 요구하도록 제어해야 한다.

CANCEL_REQUEST는 command_REQUEST를 전송했던 장비가 그 명령을 취소하기 위해 보내는 명령어로 Message ID Being Responded To (0000H, 0120H)에 표시되어 있는 command_REQUEST의 Message ID Number를 참조하게 되며, CANCEL_REQUEST가 성공적으로 전송되었을 경우에 모든 장비는 command_REQUEST를 전송받지 않았던 상태로 리턴하고, 그렇지 않은 경우에는 CANCEL_REQUEST를 받지 않았던것처럼 프로세스를 진행하게 된다. command_REQUEST를 취소하는 방법과 receiver의 응답방법은 명령어에 따라 약간씩 다르게 된다.

V. KIST의 PACS

현재 KIST의 PACS는 [그림 5] 와 같이 구성되어 있으며 의료 정보 입력부, 의료 화상 압축부, 의료 정보 데이타베이스 관리부, 의료 영상 출력부와 지역망 및 광대역 통신망 접속부로 나눌 수 있다. 또한 전체 시스템은 10 Mbps급 Ethernet으로 접속된

지역망을 형성하고 있으며 gateway를 통하여 외부와 통신이 가능하다.

1. 의료 정보 입력부

PACS에서 입력부의 주 역할은 의료 정보를 획득하는 부분으로서 X-ray 필름이나 CT 필름과 같은 아날로그 의료영상 정보로 부터 디지탈 의료영상을 획득하거나 원격 진단을 위해서 원격지로 부터 전송되어온 의료 화상 정보를 수신하여 주전산기에 저장 혹은 접속시키는 것이다. 현재 구축된 시스템에서 입력부는 [그림 5] 에서와 같이 크게 두 부분으로 구성되어 있다. 첫번째는 gateway를 통하여 외부 컴퓨터로 부터 전송되어온 의료 화상 정보를 획득하는 부분으로서 원격 진단용에 사용된다. 이때 수신된 의료화상 정보는 LAN을 통하여 의료영상 표시장치나 처리장치에 직접 접속될 수 있고 일단 디스크에 저장해 두었다가 필요에 따라 추후에 사용할 수도 있다.

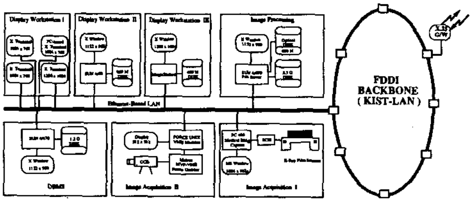


그림 5. KIST PACS의 구성도

입력부의 또다른 부분은 스캐너를 통하여 직접 의료영상을 획득하는 부분으로서 X-ray 필름 스캐너와 PC 그리고 스캐너와 PC를 연결하는 SCSI로 구성된다. 영상의 경우 특별히 고성능을 요구한다. 구축한 PACS에서는 의료영상 전용 스캐너인 Truvel사의 TZ-3X X-ray필름 스캐너를 사용하였다.

PC는 입력부의 주전산기로 RCD와 SCSI를 제어하며 MS 윈도우 상에서 획득한 의료영상을 디스플레이 할 수도 있다. X-ray 혹은 CT필름 영상은 스캐너를 통하여 디지탈 영상으로 변환되어 LAN을 통해 SUN이나 FORCE와 같은 주 워크스테이션으로 전송되어 저장하거나 처리된다. 구축한 PACS에서 채택한 화일 형태인 TIFF(Tagged Image File Format)는 고정된 화일 형태에 관련된 문제를 완화하기 위해서 제안된 영상 화일 형태로써 현재 산업 표준 영상화일 형태로 채택되어 있다. 특히 TIFF는 확장성, 이식성 및 수정성을 제공한다는 기본 개념하에 설계되었기 때문에 특정한 OS, 화일 시스템, 컴파일러 및 프로세서에 독립적으로 설계할 수 있다.

2. 의료 화상 압축부

PACS에서 의료영상 압축부는 압축기술에 따라 크게 무손실 압축부와 손실 허용 압축부로 구성되어 있으며 이들 두 압축부를 선택적으로 사용하여 의료 영상을 압축한다. 손실허용 압축부는 적절한 신뢰성을 유지하는 범위내에서 입력 의료영상을 압축하므로 방대한 의료영상을 효율적으로 저장 및 전송할 수 있도록 해주는 반면 무손실 압축부는 압축 성능은 높지않지만 입력영상과 완전히 일치하는 복원영상을 재생할 수 있으므로 신뢰성을 필요로하는 의료 영상에 적용할 수 있다.

3. 의료 정보 데이타베이스 관리부

의료 정보의 저장 및 검색을 위한 의료 정보 데이타베이스는 크게 환자에 관련된 환자 기록 정보와 환자에 대한 진단을 위해 수행된 검사 자료인 X-ray 영상 또는 CT 영상등의 영상 데이타로 구분된다. 환자 기록 정보는 기존 관계형 데이타베이스에 의해 저장및 관리 되어지며 환자기록 정보와 대응되는 비정형화 데이타 X-ray 영상 또는 CT 영상은 환자기록 정보와는 별도로 저장된다. 따라서 환자기록 정보의 경우는 기존 관계형 데이타베이스의 질의 처리 기법에 의해 수행될 수 있으나 영상 데이타의 검색은 환자기록 정보와 같은 텍스트 데이타를 이용한 간접 검색에 의해 수행되어 진다.

4. 의료 영상 출력부

의료 영상 출력부는 획득한 의료 영상이나 저장된 의료 영상을 필요에 따라 화면에 표시하는 장치로서 다음과 같이 4가지 방식으로 구현되어 있다. 첫째 TZ-3X X-ray 필름 스캐너로 부터 획득한 의료영상을 PC MS 윈도우상에서 1024 X 1024의 해상도를 갖는 영상으로 표시할 수 있도록 하였다. 두번째는 SUN4/670 워크스테이션의 SUN View 윈도우 상에서 의료영상을 표시하는 것으로 최고 1152 X 900의 해상도까지 표시할 수 있다. 세번째는 SUN4/60 워크스테이션의 X-윈도우 상에서 표시하는 방식으로 최고 1152 X 900의 해상도를 지원할 수 있으며, 마지막으로 네번째 방법은 Force UNIX VME

machine에 장착된 Matrox사의 MVP-VME 프레임 grabber를 이용하여 표시하는 방식이며 최고 512 X 512의 해상도의 영상을 고속으로 출력할 수 있다.

5. 통신망 접속부

통신망 접속부는 내부 시스템을 연결하는 지역망과 외부 시스템과 연결되는 공중망 접속부로 구성된다. 내부의 의료기기를 10 Mbps급 Ethernet으로 연결하는 지역망은 유용자원을 공유함으로서 결과적으로 운영 경비를 절감하게 할 뿐만아니라 시간을 절감할 수 있게 해준다. 공중망 접속부는 gateway "pinetree"를 통하여 외부와의 의료 정보통신을 담당하는데 농어촌과 같이 고급 의료진이 없는 외진 곳에서도 공중망을 통하여 병원 대 병원을 연결하여 전문 의료진들 간의 대화식 의료진단 체제를 제공할 수 있다.

Ⅵ. 결언

PACS의 효과는, 첫째로 방사선과에서 획득한 영상 정보에 관한 판독소견을 임상의들에게 신속하게 전달할 수 있다는 것, 둘째로 X-ray나 CT 영상을 필름화 하지 않으므로 경제적이고 또 이들 필름의 저장과 관리에 드는 시간및 재원을 줄일 수 있다는 것, 그리고 세째로는 획득한 영상정보를 공유할 수 있다는 것을 들 수 있다. PACS의 구축에 있어서 영상 포맷이 표준화 되어 있지 않은 이종의 IE간의 정보전송을 위해 ACR-NEMA 표준 프로토콜을 사용하여 구현할 경우 영상 해석을 위해 영상 포맷을 일일이 변경 시켜야 하는 번거로운 작업을 줄이고 모든 영상 포맷을 허용하는 일반적인 시스템을 구축할 수 있을 것이다.

參考文獻

[1] S.T. Treves, Eman S. Hashem, Bhairav A. Majmudar, Karl Mitchell and Dennis J. Michaud, "Multimedia Communications in Medical Imaging," IEEE Journal on Selected areas in Communications. Vol. 10, No. 7 september 1992.

[2] C.L Hall and J.H. Perry, "Simens Experience in PACS," SPIE, Vol. 4, Medical Imaging IV: PACS System Design and Evaluation, pp. 354-359, 1990.

[3] R.L. Arenson et al, "Software Considerations in the Design of an Image Archive," SPIE, Vol. 4, Medical Imaging IV: PACS System Design and Evaluation, pp. 2-9, 1990.

[4] K. Sato et al, "Present Status of PACS at kyoto University Hospital: Image Workstation for Clinical Education," SPIE, Vol. 4, Medical Imaging IV: PACS System Design and Evaluation, pp. 180-185, 1990.

[5] A.N. Jain, "Image Data Compression: A Review," *Proc. IEEE,* Vol. 69, pp. 349-389, 1981.

[6] A.N. Netravali and J.O. Limb, "Picture Coding: A Review," *Proc. IEEE,* Vol. 68, pp. 366-406, 1980.

[7] D.A. Lelewer and D.S. Hirschberg, "Data Compression," ACM Comput. Surveys, 19(3), September 1987.

[8] C.G. Boncelet Jr., J.R. Cobbs, and A. R. Moser, "Error Free Compression of Medical X-ray Images,' SPIE, Vol. 1001 visual communications and image processing, pp. 269-276, sept. 1988.

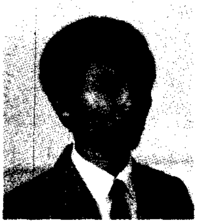
[9] A.J. Redfern, and E.L. Hines, "Medical Image data Compress Techniques," Third International Conference on Image Processing and its applications, Jul. 1989.

[10] P.Roos, M.A. Viergever, M.C.A. Dijke, and J.H. Petwes, "Reversible intraframe Compression of medical images,' *IEEE Trans.* on Medical Imaging, Vol. 7, No. 4, Dec. 1988.

[11] M. Kunt, A. Ikonompoulos and M.

Kocher, "Second-Generation Image Coding Techniques," *Proc. IEEE*, Vol. 73, No. 4, pp. 549-574, Apr. 1985.
[12] M.F. Barnsley and A.D. Sloan, "A Better Way to Compress Images," Byte, pp. 215-223, Jan. 1988.
[13] R.P. Lippmann, "An Introduction to Computing with Neural Nets," IEEE ASSP Magazine, pp. 4-22, Apr. 1987.
[14] I. H. Witten, R. M. Neal, and J.G. Cleary, "Arithmettic coding for data compression," Comm. of the ACM, 30: 520-540, June 1987.
[15] Shannon, C.E. and Weaver, W., A. Mathematical Theory of Communication, Univ. of Illinois Press, Urbana, Ill., 1949.
[16] ACR-NEMA Standards publication "Digital Imaging and communications, ' No. 300-1985.
[17] ACR-NEMA Standards publication " Digital Imaging and communications,' No. 300-1988.

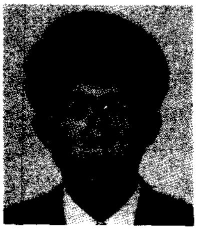
筆 者 紹 介



李 在 千
1954年 6月 9日生
1977年 2月 서울대학교 공과대학 전자공학과 졸업
1979年 2月 한국과학기술원 전자공학 석사
1983年 2月 한국과학기술원 전자공학 박사

1983年 ~ 현재 한국과학기술 연구원 책임연구원
1984年 ~ 1986年 미국 MIT와 University of Califonia 초빙연구원
1990年 ~ 1991年 캐나다 University of Victoria 초빙연구원

주관심분야 : 디지탈 신호처리, 디지탈 통신과 멀티미디어 시스템



金 根 燮
1965年 9月 7日生
1989年 2月 연세대학교 보건과학대학 의용공학과 졸업
1991年 2月 서울시립대학교 전자공학과 대학원 석사

1991年 2月 ~ 현재 KIST 응용전자연구실 연구원

주관심분야 : 영상신호처리, 생체 신호처리

筆 者 紹 介

李 齊 鎬
1967年 6月 20日生
1990年 2月 한양 대학교 전자공학과 졸업
1992年 8月 미국 Pennsylvania State Univ 전기과 대학원 졸업

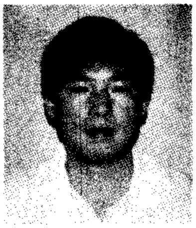
1992年 9月 ~ 현재 KIST 응용전자연구실, 연구원

주관심분야 : Image Processing, Computer Vision, Pattern Recognition
Data Base, Computer Architecture.

權 用 武
1957年 4月 27日生
1980年 2月 한양대학교 전자공학과 졸업
1983年 2月 한양대학교 전자공학과 석사
1992年 8月 한양대학교 전자공학과 박사

1983年 ~ 현재 KIST 응용전자연구실 선임연구원

주관심분야 : 다중매체 데이타 베이스, 영상정보 시스템



金 烔 坤
1952年 4月 5日生
1974年 2月 한국 항공 대학 전자공학과 졸업
1982年 5月 영국 KENT 대학 전자공학 석사
1985年 5月 영국 KENT 대학 전자공학 박사

1974年 3月 ~ 1977年 3月 공군장교
1977年 9月 ~ 현재 한국과학기술 연구원 책임연구원

주관심분야 : 멀티미디어 VLSI Chip 실시간 영상처리용 VLSI 구조연구 고성능 영상 표시장치

筆 者 紹 介

智 銀 美

1963年 8月 8日生

1988年 2月 숭실 대학교 전자계산학과 졸업

1990年 2月 숭실 대학원 전자계산학과 석사

1990年 3月 ~ 1991年 6月 공주교육대학, 유한공업전문대학 시간 강사

1991年 6月 ~ 현재 KIST 응용전자 연구실 연구원

주관심분야 : 다중매체 데이타 베이스, 의료 영상정보 시스템