

초음파 PACS의 시스템 설계방안

권 인 섭
(주) 아팩스 시스템즈

1. 서론

..... 초음파 PACS는 일반적으로 논의되는 PACS (Picture Archiving and Communications System)의 초음파 Modality에 국한하여 응용된 시스템으로, 일반적 PACS의 요구사항을 처리하면서 동시에, 초음파 검사의 특성을 수용하도록 개발된 특수한 형태이다. 초음파 검사도중 전문의는 초음파 동영상 중에서 필요한 정지화상을 획득하여 저장한 후, 사후적으로 분석하고 진단 및 진료의 자료로 사용하는데, 의학영상을 획득, 전송, 저장하고 분석하는 일련의 과정을 통합적으로 처리하는 의료정보시스템으로서의 PACS의 기본 규격을 갖추어야 한다. 그러나 초음파 검사의 특성상 초대용량의 저장을 위한 처리나 초 고해상도의 처리, 각종의 영상분석을 위한 처리보다는 시간적 또는 공간적 격리로 인하여 발생하는 정보처리의 불연속성을 처리하는데 보다 많은 기능을 부여함으로써 그 특징이 있다. 본 사례는 삼성 서울병원의 영상의학과에서 주식회사 아팩스 시스템즈와 공동으로 개발하여 임상에 적용하고 현재 실행 시스템으로 사용중에 있는 바, 그 기술적 측면의 구성방법 및 시스템 구조에 관하여 예시한다.

2. 본론

초음파 PACS는 Client-Server Model을 기초로 분산

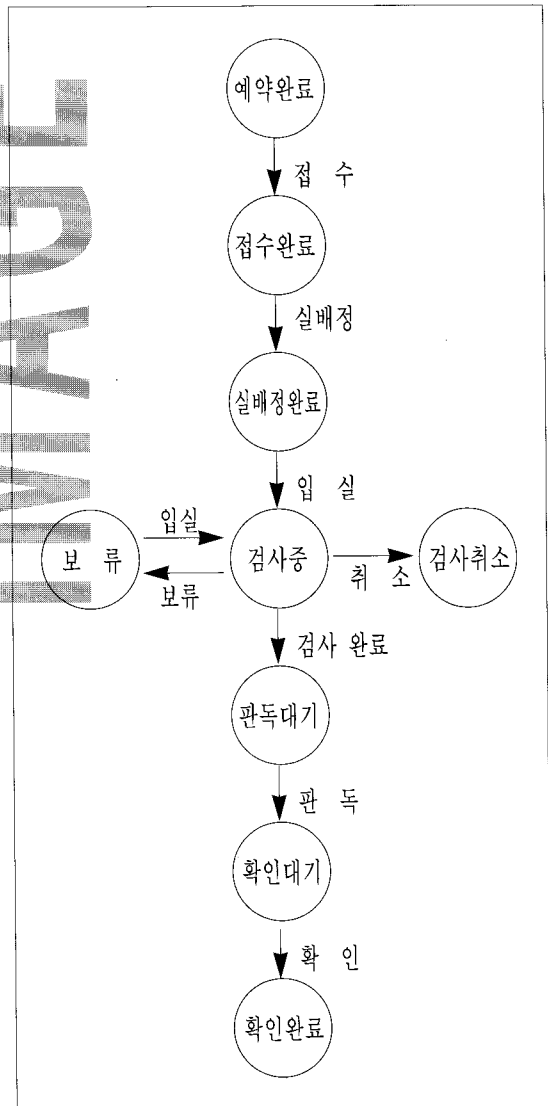
구조를 갖고 있으며, Windows GUI의 형태로 사용자 인터페이스를 처리하고, 자료처리를 효과적으로 수행하도록 RDBMS를 사용하며, API 및 NFS를 복합적으로 적용하여 Remote Data Access를 처리하고 있다.

초음파 PACS는 정보의 처리절차가 공간적으로 분산된 수대의 Workstation들과 수대의 Server Computer로 구성되고 LAN으로 연결된 분산 시스템으로 구현된 Client-Server의 형태를 취하고, 검사정보처리의 진행은 시간적으로 불연속성을 지니므로 정보처리가 분산구조 내에서 Multithread의 진행을 처리하도록 각 Client 및 Server에서 실행되는 프로그램들은 모두 동시에 여러개의 검사과정을 처리하도록 Multi-processing의 구조로 설계 되었다. 이러한 공간적 또는 시간적 격리를 논리적 연속성 및 자료 Persistency를 유지하도록 State Transition Analysis를 통한 Object로서의 Data의 관리를 수행하고 각 Object의 처리과정을 추적하고 있다.

초음파 PACS의 구성은 초음파 검사의뢰에 관한 정보를 접수하는 Reception Station, 초음파 영상을 획득하는 Acquisition Station, 초음파 영상정보를 저장하는 Database Server, 판독이 완료된 초음파 영상을 장기보관하는 Archiving Server, 검사완료된 환자정보 및 영상정보를 조회검색하는 Review Station, 선택된 영상정보를 필름으로 출력하는 Printer Server, 그리고 방사선 정보시스템 (RIS)와의 Interface를 처리하는 Gateway Server로 이루어져있다. 각 Server 및 Station Computer는 486급 PC와 Graphic Workstation으로 복합적으로 구성되고 모두 TCP/IP통신으로 묶여져 있다.

초음파 영상은 512X512의 해상도에 8bit depth를 갖는것이 보통으로 초음파 검사장비는 내부적 Digital 영상 구성의 결과로 발생하는 신호를 Analog 형태의 신호로 출력하는데 Composite 또는 S-Video 신호를 사용

한다. 이를 획득하여 다시 Digital 영상으로 변환함으로써 영상정보를 컴퓨터 내부에서 다양하게 처리할 수 있게된다. 초음파 검사는 1회 검사때 10 내지 36cut의 정지영상을 추출하는데 초음파장비의 조작시 1차적 판독 및 진단이 이루어지때문에 하나의 검사 Study Folder를 구성하면서 진단정보를 수록하는 Folder의 생성이 이때에 시작된다.



2.1 초음파 PACS의 구성및 기능

2.1.1 Reception Station

접수Station은 환자의 검사정보를 접수하는 기능을 수행하며 다음과 같은 기능을 갖추고있다.

가. 환자접수처리를 수행함.

- * RIS로부터 검사 Order정보를 전송받아 접수처리함.
- * 자체적 Order 입력을 통하여 환자정보 및 검사정보를 입력함
- * 접수정보는 환자정보, 검사정보, 예약정보, 진찰시 소견정보를 포함함.

나. 예약환자의 경우 검사 Order가 자동 표시됨.

- * 외래 예약환자의 경우 RIS로부터 연동되어 정보를 접수함.
- * 응급 및 입원환자의 경우, HIS에서 Order가 입력되면 환자를 조회하여 접수정보를 가져옴.

다. RIS와의 Network 이상시 자체 검사 Order를 내릴 수 있음.

- * Network 복구시 자체 검사한 Order를 RIS로 넘겨줄 수 있음.

라. 한환자에 2개이상의 검사 Order가 내려졌을 경우
동시 Order환자임을 처리함.

- * 복수의 Order가 내려졌을경우 이를 하나의 검사로 묶어 처리가능함.

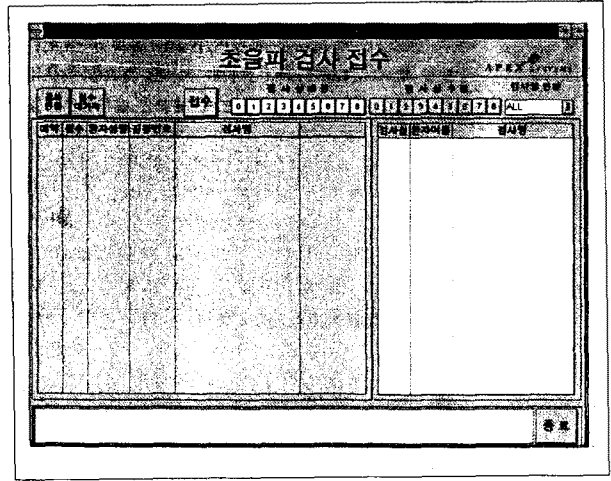
마. 접수한 환자에 대하여 검사실을 배정함.

바. 과거 검사의 검사 진행 상태를 조회함.

사. 검사실에 전광판이 연결되어 있을경우 전광판과 I/F가 수행됨.

2.1.2 Acquisition Station

⊙영상 획득과정

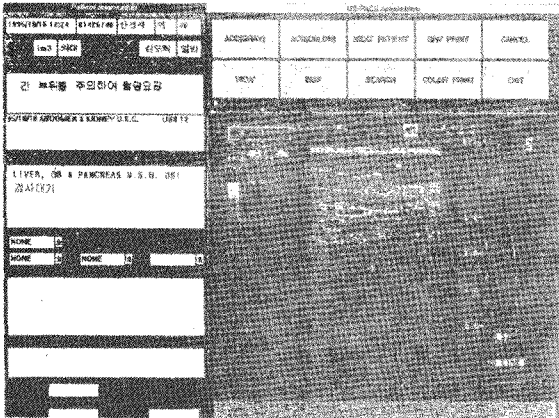


초음파장비에서 출력되는 S-Video신호를 Overlay Board를 통하여 Video Memory로 투영되어 화면에 동화상이 표현되는데 이때 Mouse Event 또는 Foot Pedal Event, 초음파장비의 Button에 연동된 Event가 들어오면, Overlay 상의 Frame Buffer의 이미지를 YUV(4:2:2) format을 RGB format으로 실시간 변환하여 저장한다.

⊙기능

Acquisition Station은 초음파검사를 수행하는 도중에 초음파 동화상중 필요한 정화상을 획득하는 기능을 수행한다.

- * 검사대기 환자를 대기순 또는 임의순으로 조회함.
- * 검사중인 환자에 대하여 과거 검사 정보및 필름을 조회함.
- * 동시 Order 환자의 경우 검사시 Order선택을 지원함.
- * 검사도중 검사를 취소하거나 Hold할 수 있음.
- * 초음파 장비 CRT에 Display되는 초음파 동영상이 동시에 Acquisition Monitor에 Display함.
- * 검사와 동시에 필요한 경우 판독내용을 입력함.
- * 검사도중에 검사대기중인 환자 리스트를 조회함.
- * Acquisition도중에 필요한 경우 획득된 영상중 원



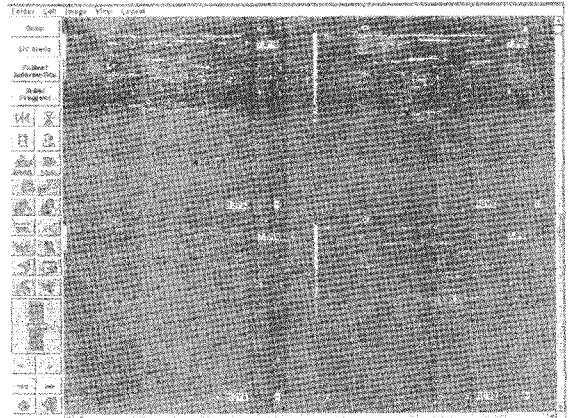
하는 영상을 삭제함.

- * Acquisition도중에 정전이나 Network의 이상으로 인하여 System이 다운되었을 경우 복구할 수 있는 기능이 지원됨.
- * 검사가 완료된 환자에 대하여 Laser Film Printer로 인쇄함.
- * 검사시행의를 입력할 수 있음.

2.1.3 Review Station

Review Station은 검사완료된 환자의 검사 정보와 필름을 조회하는기능을 수행하며 다음과 같은 기능을 갖추어야 한다.

- (1) 검사완료된 환자에 대하여 검사날짜, 검사시행의사, 검사실, 환자번호, 환자이름등으로 조회할 수 있음.
- (2) 조회한 필름에 대하여 획득순서에 따라서 번호를 표시하여야 하며 한 화면에 Display되는 Format을 조정할 수 있음.
- (3) 필름에 대하여 일반적인 Image 변환기능을 제공함.(Flip, Rotate, Inverse, Zoom) 획득필름에 대하여 Contrast/Brightness를 조절 할수 있음.
- (5) 조회한 검사정보에 대하여 필요한 경우 필름위에 정보를 첨가 시킬 수 있음. (길이, Annotation)



- (6) 검사필름중 학술적인 연구목적이 있다고 판단되는 필름들을 내용별로 분류하여 관리하는 Study Folder 생성기능이 있음.
- (7) 검사필름들에 대한 Edit (Copy, Paste, Cut)기능을 제공함.
- (8) 검사 필름 Print시 선택된 필름만을 인쇄할 수 있음.
- (9) 조회한 검사에 대하여 판독내용을 입력 할 수 있음.
- (10) RIS I/F가 되어 있는 경우는 초음파 Order와 같이 내려진 방사선과 Order의 진행상태 및 판독결과를 조회할 수 있음.
- (11) 초음파 Order의 진행상태를 Monitoring할 수 있음.
- (12) 초음파 Film으로 Silde제작을 할 수 있도록 획득 Film에 대하여 일반적인 Image File Format으로 Export하는 기능을 제공함.

2.1.4 Database Server

Database Server는 전송된 Image와 검사 정보를 저장하는 기능을 한다. Database 구조는 Entity-Relation Model로 설계하되 Hierachical 구조의 Set처리를 할 수 있도록하며 가능한 한 Join처리를 방지 할 수 있도록 Query Optimize하여야 한다. Database에 포함될 정보로는 환자의 신상정보, Clinical Information, 검사정보, 판

독내용, Text Annotation, Folder의 Teaching Information등이 있다. 또한 Database에는 PACS사용자의 권한 부여에 관련된 정보가 있어야 한다. 특히 진단용 Workstation에서 지정된 사용자를 분명히 인식하여 관련된 Report가 잘못 복사되거나 진단 오류등 근본적으로 잘못된 소지를 시스템에서 방지할 수 있어야 한다.

Database 구조

Relation

환자 신상정보

PatientDG (PID, 환자 상세정보, 최초등록일)

환자 검사정보 : Order 정보

PatStudy (PID, 진료과정보, 처방정보, 예약정보, 판독정보)

필름정보

StudyAcqFilm (StudyID, 필름번호, 저장관리정보, 칼라여부)

필름관리정보

FilmAnnotation (StudyID, 필름번호, 주석번호, 주석내용, 주석위치)

FilmMeasure (StudyID, 필름번호, 측정번호, 측정위치, 측정값)

Functional Dependency

PatStudy -> PatientDG

PatStudy includes {StudyAcqFilm, FilmAnnotation, FilmMeasure}

StudyAcqFilm includes { FilmAnnotation, FilmMeasure}

2.1.5 Archiving Server

Archiving Server는 판독이 완료된 초음파 이미지를 압축하여 저장관리하는기능을 한다.

판독이 완료되고 일정기간이 지난 초음파 이미지에 대하여 Database Server로부터 자료를 장기보관용 Optical Jukebox로 옮겨서 저장 관리를 한다. 이를 수행하기 위하여 Jukebox Server와 Jukebox Storage로 연결되고 NFS에 의하여 관리되고 있다.

2.1.6 Printer Server *김지수*

Print요구가 된 Study에 포함되는 이미지를 Database Server 및 Jukebox에서 검색하여 Printer Spooler로 전송한다

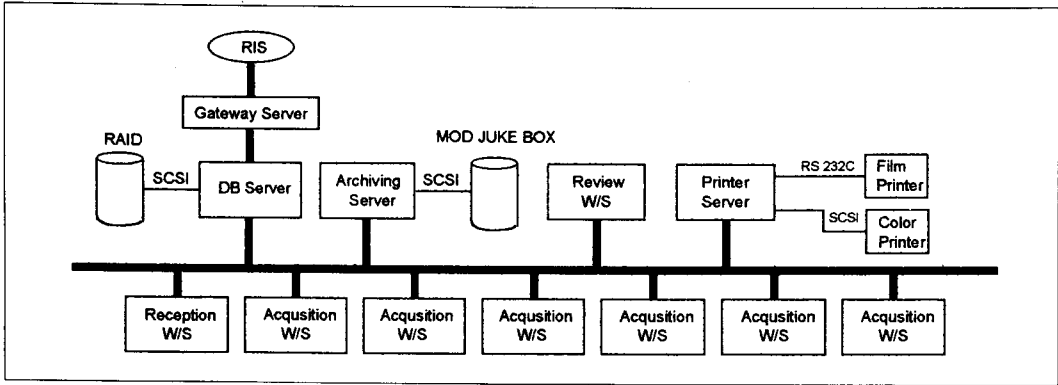
가. Printer Communication

Film Printer를 제어하는 명령어를 위한 통신은 RS232C의 Protocol로 처리하고, Image Data의 전송은 Kodak의 전용 Digital Interface Protocol인 CPDI로 처리되는데 이를 위하여 Custom Board를 제작하였다.

나. Spooling

Spooler는 검색된 이미지를 Timer관리에 의하여 Printer 통신을 Invoke한다.

2.1.7 구성도



초음파PACS의 System 구성도

2.2 주변시스템과의 연동

2.2.1 HIS/RIS접속

HIS 및 RIS와의 연동은 1) DBMS를 활용하여 자료 구조의 공유를 통하여 자료를 쌍방향으로 전송할수 있도록 연동하는 방법과 2) Message의 전달에 의하여 실시간 쌍방향 전송을 통한 연동방법, 3) 특정 Directory를 공유함으로써 한방향 자료의 연동만을 처리하는 방법이 있다. 이중 기존 HIS/RIS의 프로그램의 수정 없이 자료의 연동을 하는 방안으로 현재 DBMS에 의한 연동을 사용하고 있다.

2.2.1 DICOM접속

초음파 영상의 획득시 이미지정보 이외의 중요정보로서 검사환경정보가 있는데 이들을 자동적으로 획득하기 위하여서는 DICOM등의 표준적 접속방식을 사용하여야 한다. DICOM에 의한 접속은 TCP/IP protocol을 준수하여 접속하고 자료의 전송은 DICOM의 지정 Directory에 의하여 자료를 Fetch하는 방식을 쓴다.

2.2.1 Loral PACS접속

기존의 PACS에 접속하여 연동하기 위하여서는 Loral PARIS와의 Directory Sharing 또는 API에 의한 방식으로 개발되어야 한다.

2.3 사용현황

삼성서울병원과 공동개발을 1994년 6월에 시작하여 1995년 1월부터 시험가동을 하면서 실제 환경에 사용할수 있도록 최적화 과정을 거쳐 1995년 10월에 정상가동에 들어갔다. 현재 사용현황에 대한 통계는 아래의 표와 같다.

| 기 간 (월) | | 처 리 건 수 |
|---------|-----|---------|
| 1995년 | 1월 | 1,498 |
| | 2월 | 1,642 |
| | 3월 | 2,011 |
| | 4월 | 1,789 |
| | 5월 | 2,024 |
| | 6월 | 2,151 |
| | 7월 | 2,167 |
| | 8월 | 2,293 |
| | 9월 | 1,814 |
| | 10월 | 2,443 |
| | 11월 | 2,284 |
| 1996년 | 12월 | 2,480 |
| | 1월 | 2,652 |
| | 2월 | 2,222 |
| | 3월 | 2,379 |

3. 결론

초음파PACS는 삼성 서울병원이 갖고 있는 PACS의 일반적 요구사항에 대한 지식과 경험, 그리고 우리나라의 실정에 맞는 초음파검사 절차에 따른 처리방안을 토대로 컴퓨터를 이용한 응용기술을 합성하여 개발하는 공동개발의 결과 개발 결과물의 면밀한 검증, 성능의 측정, 수정요구분석과 이에 따른 보완 및 수정개발을 반복함으로써 임상적 실용성을 확보한 시스템으로 개발에서 활용된 각종 인터페이스, 통신, Database, GUI, Image Processing의 기술외에도 Quality Assurance등을 효과적으로 수행하면서 실용적 가치를 높인 시스템이기도 하다. 이 과정에서 삼성의료원의 임재훈 과장, 김보현 전문의, 한정환 방사선사의 도움이 큰 기여를 하였

고 이를 시험검증하는데 의료진들의 많은 협조에 힘입었다. 병원의 업무환경에서 이러한 협조를 통한 시스템 개발은 향후 전문적 한국형 의료정보시스템을 개발할 수 있는데 대한 긍정적 신호로 여겨진다.

초음파PACS를 통하여 PACS의 분야에 동영상의 획득에 따라 의학영상을 처리하는 유사한 Modality의 처리가 가능하여졌으며, 이러한 종류로는 내시경등을 지적할 수 있다.

초음파PACS는 필름 출력의 대량처리 성능의 향상, 영상 획득의 질적 보완등에서 연구개발이 진행되고 있으며, 보다 보편적 범용컴퓨터를 이용하여 처리속도를 유지시키는 알고리즘의 개발이 진행중이다.