

아날로그 투시 및 촬영 장비의 디지털화

이 선 속
(주) 리스텔

1. 서론

..... 최근 의료계에서 PACS와 Digital Image에 대한 관심이 급속히 확산되고 있습니다.

이와 관련하여 방사선과에서는 PACS를 위해 장비들에 필요한 요구사항들이 크게 대두되고 있습니다. 이 중 일반촬영용 시스템은 FCR이나 DDR로 교체하고 있으나 투시영상을 촬영하는 리모트 장비에 있어서는 디지털화를 위해 많은 방향을 모색하고 있습니다. 기존의 아날로그 투시 및 촬영상을 디지털 영상으로 변환시키기 위해서는 기존의 리모트 장비에 Digital Imaging System을 탑재하여야 합니다. 이 시스템은 미국 InfiMed 사의 GoldOne series로 전세계에 OEM으로 공급하여 많은 디지털 장비에 탑재되고 있으며 현재 3,000 시스템을 보급한 바 있습니다. 이 시스템의 도입으로 최근 PACS를 설치한 많은 대학병원에서 기존의 리모트 장비를 손쉽게 업그레이드하여 최적의 화질을 획득하고 있습니다. 이로 인하여 질병의 발견과 영상의 분석, 진단의 효율화와 진단능력 향상을 꾀하고 있어 보고하는 바입니다.

2. Digital Imaging System의 개요

본 Digital Imaging System은 미국 INFIMED Bringing Real Vision to Digital Imaging System으로 1Kx1Kx12bit의 고해상도 디지털 CCD 카메라를 이용한 고해상도 디지털 X선 투시, 촬영 영상을 제공합니다. 또 기존의 아날로그 타입의 X선 장비들에

비해 훨씬 우수한 영상을 제공하며 이 영상은 데이터로 저장·전송이 가능해 의료계의 정보화 인프라 구축에 중요한 역할을 하게 될 디지털 네트워크 시스템, PACS에 적용이 가능한 시스템입니다. 주된 특성은 아래와 같습니다.

- (1) Digital Videofluorography(DVF)와 Digital Cine Radiography를 위한 PC 기반, 고 선명도 디지털 영상 시스템이다.
- (2) Conventional Fluoroscopic Photospot Film Techniques를 대체하고, Conventional Cine Film Techniques를 향상시키기 위해 설계되었다.
- (3) 1024x1024 Image를 고선명 모니터로 볼 수 있고, Window, Level, Inversion, Edge Enhancement, Subtraction, 그리고 Magnification 등 다양한 영상처리가 가능하다.
- (4) 이러한 영상처리 기능은 기존의 Fluoroscopic Techniques에서는 어렵거나 혹은 불가능했던 진단상의 디테일한 부분을 볼 수 있게 해 주며, 진단상 최적 조건을 볼 수 있게 하는 넓은 Dynamic Range를 제공한다.
- (5) 일반적인 필름 프린트 장치에도 출력할 수 있고, Multi-Format Camera 또는 Laser Film Recorder에도 출력할 수 있다.
- (6) DICOM 3.0 호환 장치와 CD Recorders 같은 다양한 장치들을 사용해서 Image들을 전송하고 저장할 수 있다.
- (7) 다양한 디지털 영상처리 기능으로 촬영 즉시 정밀한 진료가 가능하다.
- (8) PACS에 바로 연동이 되므로 효율적인 환자의 관리 및 병원 수익에 도움을 주며, 다양한 기능으로 의료진이 의료영상을 자유롭게 편집, 구성할 수 있다.

3. 디지털 CCD 카메라와 Imaging 시스템의 특징

1) 사용하기 쉬운 Windows 메뉴/마우스 사용

사용하기 쉬운 Windows 메뉴로 제공되어 입상의 및 방사

선과에서 시스템의 기술적인 사양들을 터득하는데 시간을 낭비하지 않고 진단에 집중할 수 있도록 할 수 있습니다. CCD 카메라 조정, 영상 획득과 Review는 모두 마우스의 클릭만으로 실행시킬 수 있습니다.

2) 안정된 우수한 영상

특별하게 설계된 CCD 카메라에서 72Hz, 깜박임 없는 1049 라인 모니터, 1024 x1024x12bit의 획득, PACE(Auto-Histogram)에 이르기까지 영상 체인의 각각의 요소가 매번 뚜렷하고 선명한 영상을 얻기 위하여 세밀하게 조립되었습니다.

Fluoro 화질의 궁극적인 목적을 위하여 상세한 부분을 확대하는 동안 자동 움직임 보정과 노이즈 제거를 통하여 Smearing Artifact를 제거합니다.

3) 다중 작업

진단상의 유연성을 최대한 확보하기 위해서 영상처리를 멀티 프로세싱으로 할 수 있습니다. 즉, Window width & Level, Edge Enhancement, Zoom & Pan 그리고 Subtraction을 포함하는 다중 처리 기능들을 적용하는 동안 영상 Review 또는 동적인 영상을 반복적으로 Replay할 수 있게 합니다. 환자의 처리량을 증가시키기 위해서 Background/Auto-Hardcopy 기능은 한 과정에서 획득된 영상을 다른 과정에서 영상을 획득하거나 처리하는 동안 출력하거나 DICOM으로 전송할 수 있게 합니다.

4) 낮은 조사선량

혁신적인 하드웨어 개발로 의하여 환자와 직원 모두를 위해서 50~90% 정도로 조사선량을 크게 줄일 수 있습니다.

5) 운용비용 절감

최대의 비용 절감을 위하여 즉각적으로 On-Line 획득을 가능케 하여 필름을 기다리는 시간을 없앴고 Verify/Review를 할 수 있게 했습니다. 다음 환자에 대하여 X-선룸이 자유롭습니다. 디지털 영상체인을 고 감광도화하여 조영제의 사용

량을 줄일 수 있게 하였습니다. 그리고 영상 포맷과 하드카피를 선택할 수 있어 필름의 절약과 필름현상장비와 필름현상장비의 유지보수 비용을 크게 절감할 수 있습니다.

6) 필름 같은 12-Bit의 Dynamic Range 영상 획득 가능

모든 영상은 12-Bit Resolution(4096 gray levels)으로 얻어지고 진단정보를 영상처리, 화면출력, 압축을 위해 10-Bit Resolution으로 변환하는 특수한 Gamma 보정 Look-up Table을 적용합니다. 이러한 방법은 양자화 에러를 크게 억제하여 정확한 진단 정보와 동적 진단 범위를 크게 확장합니다. 이것은 전체적으로 좀더 매끄러운 영상의 동적 범위를 이루고, Contouring Artifact를 제거하고, 디지털 Subtraction에 의한 근본적인 장점이 됩니다.

7) 다중 영상 출력과 Hardcopy

연속적인 Review, 빠른 파일 편집과 다중영상 Remasking에서 한번에 15장의 영상까지 볼 수 있습니다. 특수한 영상은 Background 일괄 처리에 의한 Hardcopy 출력을 위해서 ShotSave 태그를 붙일 수 있습니다. 이 영상 선택성은 동작 속도를 상당히 향상시킬 수 있습니다.

8) 많은 처리량

PACE(Auto-Histogram), Auto-Print, Real-Time Edge Enhancement, Real-Time Roadmapping, Last Image Hold, Cine Loop Acquisition with Auto-Loop Replay, Post-Acquisition Subtraction 이 모든 기능은 오늘날의 디지털 RF에서 확장된 기능입니다.

9) DSA Upgrade

On-Line Subtraction with Mask Refresh, 1024x1024의 15 FPS 획득, 통합된 정량분석 소프트웨어, Real-Time Edge Enhancement, Real-Time Roadmapping, Sub-Pixel Reregistration, Run Separation, Auto-Loop Replay Real-Time Angiography/Interventional Application을 위한 Full

Digital DSA 기능으로 Upgrade될 수 있습니다.

10) 화질 - Implemented Cybernation

화질보증 관리의 기초는 측정입니다. 독립적인 화질 보증 소프트웨어는 CCD 카메라와 영상증배관을 포함한 모든 통합된 영상 요소의 성능을 측정하고 분석합니다. 영상 데이터를 검사할 때 디지털 처리 파라미터를 재조정하고, 최고 영상을 재획득하기 위해서 CCD 카메라와 시스템 성능을 재조정합니다.

화질 보증 소프트웨어 분석자료는 미래의 참조와 성능 비교 평가하기 위해서 데이터베이스에 저장될 수 있고 다시 읽을 수 있습니다. 추가로 화질 보증 소프트웨어 분석은 현장에서 그리고 모델에 의한 원격으로 실행될 수 있습니다.

11) On-Site와 모델 시스템 진단 - Implemented Cybernation

화질 보증, 신뢰도, 비용절감능력, 시스템 서비스 진단 소프트웨어가 포함되어 있습니다. 진단 서비스를 기초로 하는 이 메뉴는 숙달된 서비스 엔지니어에 의해 현장에서, 또는 원격으로 접근할 수 있고, GUI(Graphical User Interface)로 화면에 나타납니다.

시작할 때 전체적, 혹은 선택적으로 시스템 체크를 실행합니다. 또한 확실한 최고의 성능을 유지하기 위해서는 이 'Cybernation Field Service Engineer' 가 실질적으로 서비스 비용을 최소화하는 한 가동시간을 최대로 할 것입니다.

4. Digital Imaging System의 구성요소

- 가. Image Intensifier
- 나. Image Distributor
- 다. Digital CCD Camera System
- 라. Acquisition Workstation System
- 마. Monitor
- 바. DICOM 3.0 Interface

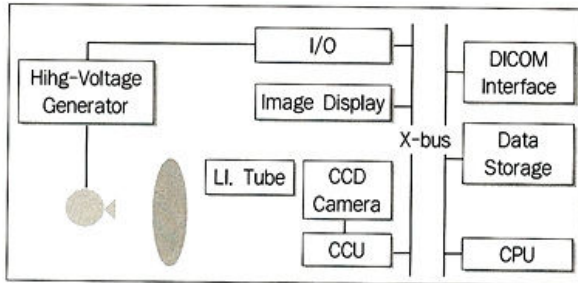


Figure 1. DR & DF Imaging System Block Diagram(1)

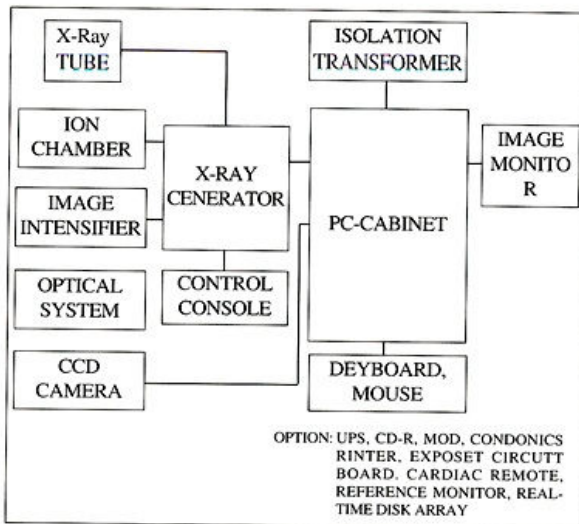


Figure 2. DR & DF Imaging System Block Diagram(2)

1) 영상증배관 (고해상도용, Thomson)

- (1) 공칭 입사야 크기: 12인치(32cm)
- (2) Output-image diameter: 26mm
- (3) Output-window thickness: 3.6mm
- (4) Input phosphor: Hi-Res CsI layer
- (5) Output phosphor P20 Wavelength: 520-540 nm
- (6) Useful entrance field size(단위: mm): 290(Normal), 215(Zoom 1), 160(Zoom 2)
- (7) DQE at 59.5 keV(IECS standard): 65%

(8) Conversion factor(단위: cd.m⁻²/mR.S-1)

240(Normal), 120(Zoom 1), 65(Zoom 2)
28, 14, 7

(9) Limiting resolution(단위: lp/cm)

- Center: 44(Normal), 50(Zoom 1), 56(Zoom 2)
70% radius: 42 48 54
93% radius: 38 46 52

(10) Contrast ratio

- Large area(10%): 22:1(Normal), 25:1(Zoom 1), 30:1(Zoom 2)
- Small detail(10mm): 13:1 15:1 17:1

(11) Brightness non-uniformity(단위: %): 20(Normal), 15(Zoom 1), 10(Zoom 2)

(12) Distortion

- Integral(%) : 8(Normal), 5(Zoom 1), 3(Zoom 2)
- Differential(at 90% radius): 30(Normal), 12(Zoom 1), 6(Zoom 2)

2) Image Distributor

- (1) Collimation Lens
- (2) PMT
- (3) Prime Lens(기타 Mounting Adapter)

3) 디지털 CCD 카메라 시스템

- (1) High SNR With A Wide Dynamic Range
- (2) 1024×1024 Progressive Scan at 30FPS with 12bit Acquisition
- (3) Up to 15 FPS 1024×1024×12bit Acquisition Radiography(Spot Mode)
- (4) Image Matrix: 수평×수직 1024×1024@30FPS, 1024×1024@60FPS
- (5) Scanning Line: 30FPS Progressive-1102Lines/Frame, 60FPS, Progressive-551Lines/Frame
- (6) Video Bandwidth: 20MHz
- (7) S/N Performance: 58dB
- (8) Resolution: 500 TVL-60%, 750 TVL-40%
- (9) Power Requirements: 5V@800Ma, 9V@700mA

- (10) Intergration Time:Controlled by Digital Processor-33mS-Sec

4) ACQUISITION WORKSTATION SYSTEM

- (1) PC Tower Electronics Enclosure:Small Footprint-25" H×10" W×26" D
- (2) High Speed Pentium CPU,12bit Acquisition
- (3) More Than 16MB RAM
- (4) 4.5GB Disk Drive, Store 2000,1024×1024×10bit Images
- (5) Windows 95 32bit Operating System
- (6) Real-Time 4 Level 3×3 Edge Enhancement(Fluoroscropy & Standard Radiography)
- (7) P.A.C.E
- (8) Auto-Image Optimization & Hardcopy
- (9) Digital Laser Host Controll Multi-Tasking Background Hardcopy Support:3M/KODAK/AGFA/Dupont Lasers

5) MONITOR (Clinton)

- (1) 크기:20인치(100FT)
- (2) 휘도:100FT
- (3) 입력전압: 85-264VAC Continuous Auto-Switching
- (4) Power Frequency:47-63Hz
- (5) 화면면적:길이 15.25인치/387mm, 높이 11.4인치/290mm
- (6) Scanning Frequency:수평 31-105 KHz, 수직 50-150 KHz
- (7) 비디오 대역:180MHz

6) DICOM 3.0 INTERFACE

- (1) Storage Service Class(SCU&SCP) Roles
- (2) Media Storage for Data Interchange Class(FSC/FSU/FSR) Roles
- (3) Verification Service Class(SCU) Roles
- (4) Basic Grayscale Print Management Class(SCU) Roles
- (5) Basic Worklist Management Service Class(SCU) Roles

7) UNIT 장비의 인테그레이션

5. 장비 업그레이드시 고려사항

전국 대형병원에 리모트 장비의 업그레이드를 위해서는 다음 사항들이 고려되어야 합니다.

- 1) Film 대비 우수한 화질을 제공하는 토탈 시스템인가?
- 2) Digital CCD 카메라와 Imaging System이 PACS를 만족시키는가?
- 3) 시스템을 제조하는 회사는 원천적 기술을 보유하고 있는가?
- 4) 설치 회사는 다양한 회사의 리모트 장비를 업그레이드한 경험이 있는가?
- 5) 다양한 PACS 회사와 Integration한 경험이 있는가?
- 6) DR/DF 의 연구능력과 A/S 능력, 그리고 자본 등이 있는 회사인가?