

## 의료용 DF 장비의 디지털 카메라 개발

### The development of digital camera for the medical DF instrument

김용민, 이성운, 구기현, 김진용, 김승식, 문지영

스타 브이-레이 주식회사

[ymkim@starvray.com](mailto:ykim@starvray.com)

Digital Radiography & Fluoroscopy(DRF 또는 DR 또는 DF)는 cone beam을 이용하여 인체를 투과한 X선을 영상증배관(Image Intensifying Tube : IIT)을 통하여 가시광선으로 변환시킨 후 영상을 카메라로 보내고, 이곳에서 발생한 영상정보를 디지털로 처리하여 모니터를 통해 눈에 보이는 영상으로 만드는 방법으로 IIT에 기초한 디지털 방사선 촬영술이라고도 한다.

DF 방법은 즉시 영상 표시와 진단이 가능하기 때문에 즉시성이 요구되는 심장이나 두복부 등의 순환기 분야에서 DSA (Digital Subtraction Angiography) 장비로 이용되고 있고, 순환기뿐만 아니라 위를 중심으로 한 소화관(식도, 위, 소장, 대장, 직장)의 분야에서 적용 가능하다.

기능으로서는 투시(Fluoroscopy)와 촬영(Radiography) 두 기능을 가지는데, 투시의 경우에는 X선량을 적게 하여 운동 상태의 기능적인 판정이나 촬영을 위한 보조 수단, 즉 촬영부위, 체위, 조영 상태, catheter 선단의 삽입 상태등의 관찰에 이용하는 투시영상을 얻는다. 촬영에서는 선량을 늘려 진단성이 우수한 X선상을 고정밀 CRT 모니터에 표시하여 정밀진단 즉 판독하기 위해 이용하는 촬영상을 얻는다.

이 촬영상은 필름에 기록하거나 on-line으로 PACS(Picture Archiving and Communication System)에도 접속이 가능하다. 촬영 mode에서는 강한 X선이 조사되기 때문에 X선관의 rotor up과 촬영관의 입사광량이 과잉되지 않도록 자동광학조리개 등의 조절이 필요해진다.

본 연구에서는 IIT 이후부에 대한 디지털 영상 획득을 위한 광학계를 비롯하여 zoom 기능과 refocusing 기능 그리고 auto-iris 기능을 갖는 기계부, 그리고 CCD 소자를 이용한 영상 획득을 포함하며 획득된 영상에 대하여 각종 digital filtering을 수행하는 processor를 개발하였다.

광학계는 기존에 판매되고 있는 9인치 IIT의 종류에 관계없이 output window 크기에 모두 만족하도록 CODE V 설계 tool을 이용하여 zoom 광학계를 설계하였다. 설계된 zoom 광학계는 11개의 광학렌즈를 사용하였으며, F/2.0이고 광학계의 전체 크기는 65mm, working distance는 23.6mm로 설계 되었다.

3군으로 구성된 렌즈 중 zoom을 담당하는 2군만을 최대 5mm를 움직여 field of view를 변화하도록 되었으며, 0.3mm의 refocusing을 통하여 최적의 영상을 획득하도록 하였다. 설계된 광학계의 ray tracing은 그림1과 같다. CCD 픽셀 사이즈에서의 nyquist frequency에서 설계된 MTF는 55%이상의 결과치를 얻을 수 있었으며, 제작 공차를 고려할 때 25%이상의 MTF 값을 갖는 것을 모사하였다.

DF 장비는 투시 모드와 촬영 모드에서의 광량의 변화가 크기 때문에 실시간으로 광량을 측정하고 이를 iris와 ND filter 구동부에 전달하여 영상소자로의 광전달량을 조절하여야 한다. 이를 위하여 별도의 광감지 소자로 photo diode를 사용하였으며, auto-iris 및 auto-ND filter set을 자체 설계 제작하였다. 기계 구조부의 조립도는 그림2와 같다.

DF 장비의 영상획득 및 image processing 그리고 장치의 구동은 전장부에서 담당한다. 일반적인 DF 장비는 PC나 workstation 기반에서 구동하기 때문에 본 개발에서는 별도의 구동부를 갖추지 않고 PC 내에 내장되는 형태로 processor를 개발하였다.

전장부의 구성은 크게 카메라부와 영상을 grabbing 하는 PCI card 그리고 x-ray generator와 DF 주변 장치를 조절하는 system control card로 구성되어 있다.

카메라부는 그림3과 같이 LVDS 형태의 PC 통신을 하며 전달된 명령에 의해 CCD를 통해 영상을 획득한다. CCD는 1K X 1K의 고해상도를 위한 소자를 사용하였으며 촬영 모드에서의 30frames/sec 이상의 성능을 낼 수 있도록 고속의 processing 기능을 확보하였다. 획득된 영상은 analog processor와 AD converter를 통해 디지털 영상으로 변환된다.

Histogram processor는 14bit의 영상에서 영상 판독자가 보고자 하는 영상 부위를 12bit만 취하여 볼 수 있도록 하며, recursive processor를 통해 IIT 자체의 노이즈를 감소시키고 움직임에 대한 영상의 Blurring등의 판독을 장애하는 요인을 보정한다. 1K X 1K의 14bit 영상을 실시간으로 처리하기 때문에 40MHz 이상의 고속 processor를 개발하였다.

Edge enhance filtering은 symmetry 3X3 Kernel 방식을 사용하였으며, 보정 계수는 사용자가 상황에 맞도록 조절하도록 개발하였다.

PCI card부는 영상을 grabbing 하여 저장, 전송, 판독, 출력을 수행할 수 있도록 하는 부분으로 영상 획득에 관련된 카메라부와 interface를 담당한다.

System control card는 카메라에서 획득된 정보를 가지고 x-ray generator를 비롯한 주변 장치들을 제어하는 부분으로 환자의 상태에 따라 또는 촬영 부위에 따라 최적의 영상을 획득할 수 있도록 주변 기기의 환경을 실시간으로 형성한다.

개발된 DF용 디지털 카메라는 DF 장비의 종류에 관계없이 상용화할 수 있도록 경박단소화를 꾀하였으며 주된 부수 부품들의 국산화를 꾀함으로써 시장 경쟁력을 두루 갖추었다.

본 개발의 성과에 힘입어 외산 장비에 비해 열악한 경쟁력을 가지고 있는 의료장비 시장에서 보다 나은 경쟁력을 갖추었다고 평가한다.

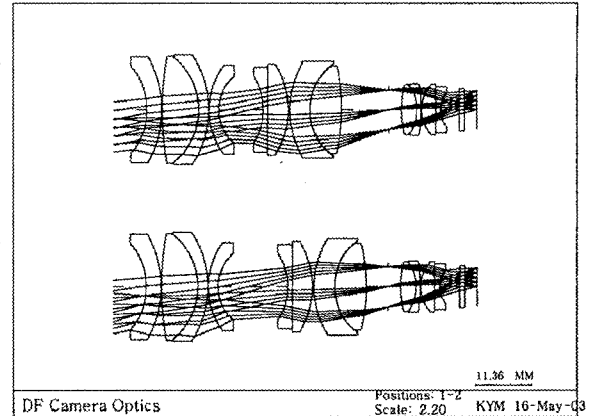


그림1. 설계된 광학계의 ray tracing 도면



그림2. 제작된 광기계부의 3차원 모델링 도면

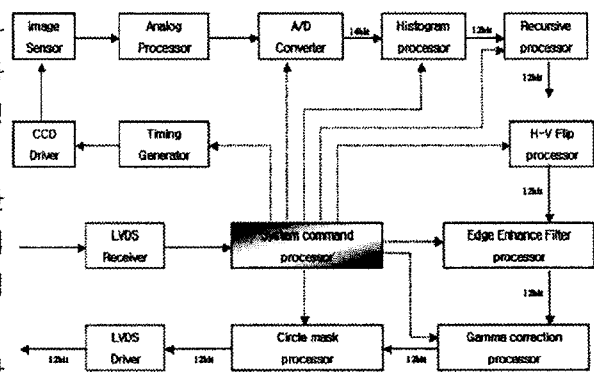


그림3. 카메라부 block diagram

※본 연구는 과학기술부 첨단기계·부품류 개발 사업의 지원으로 수행되었으며 지원에 감사드립니다.