

Computed Radiography의 기본 이론

조남수 · 이동영
삼성서울병원 영상의학과

1. 정 의

..... CR은 기존의 Screen/Film type 대신에
회진성 형광체인 영상판(Imaging Plate, IP)을 사용하
여 검사하며, 영상판(Imaging Plate)에 축적된 검사 정
보에 Laser Beam을 주사하면 영상정보를 획득하게 되
고 여기서 얻어진 analog 신호를 P-M Tube에서
digital 신호로 변환하여 영상처리 후 Laser printer를
이용하여 print하거나, Optical disk에 보관할 수 있는
시스템이다.

2. CR 영상처리 방식에 따른 분류

1. Cassette type
2. Magazine type
3. Built in(on-line) type

3. CR 사용시 장점 · 단점

· 장 점

1. Wide Latitude

- 1) 1회 촬영으로 골부에서 연부까지 조사야 전역
의 다목적 진단이 가능하다.

- 2) Imaging Plate에 기록된 X-ray 영상을 초정밀 Laser로 주사하여 미소한 X-ray 흡수차를 검출하여 정밀한 영상정보를 제공한다.
- 3) 1 회의 촬영으로 1 매의 Film에 2 개의 영상이 출력된다.
2. 자동 감도 조절이 있어 기능에 의해 균일하고 선명한 영상을 제공한다.
3. 명실 작업으로 인한 업무의 효율을 높일 수 있다.
4. Image Processing을 통해 좋은 영상을 얻어 진단의 정확도를 높일 수 있다.
5. Digital Data를 Data Management System 및 Optical disk에 보관할 수 있어 Film을 보관할 공간을 줄일 수 있다.
6. PACS에 접속하여 digital data를 직접 입력할 수 있다.
7. Under/Over Exposure에 의한 재촬영을 방지할 수 있다.

· 단 점

1. 초기에 CR Film에 대한 임상적 적용 기간이 필요하다.
2. 실물 크기의 영상이 아닌 축소된 영상이 출력된다.
3. 진료비가 상승한다.
4. Position 및 collimation이 좌우 대칭이 되지 않으면 computer의 일률적인 처리로 인한 density차가 생긴다.
5. Conventional system보다 처리 속도가 느리다.
6. 촬영 부위에 따른 mode selection이 잘못 되었을 경우 density가 달라진 image를 얻는다.
7. 방사선사의 업무가 증가되어 검사 효율이 떨어진다.

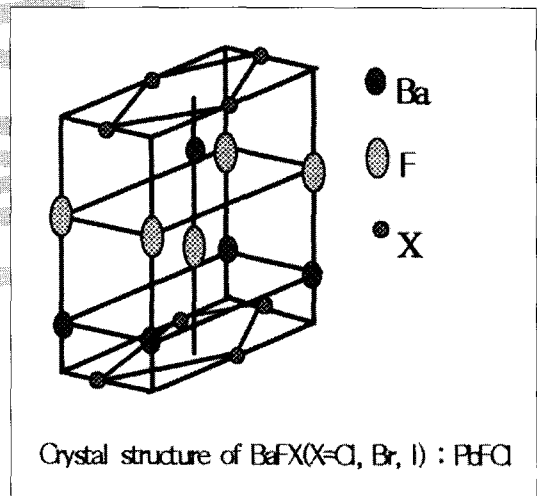
4. CR system 의 구성

1. Imaging Plate (IP)

기본이 되는 X선상의 검출기는 IP라 부르는 것으로 고분자 재료의 지지체 위에 할로겐화 물질의 결정층을 도포한 1mm이하의 얇고 유연한 판이다.

X선 조사를 하면, 결정 내에 에너지가 일단 축적되고 다음에 적색의 Laser로 주사하면 결정 내에 축적되어 있는 X선 에너지가 청색의 형광으로 발광하게 된다. IP 내에 잔재하고 있는 잔여 X선 에너지는 빛을 조사하여 소거하고, 재사용한다.

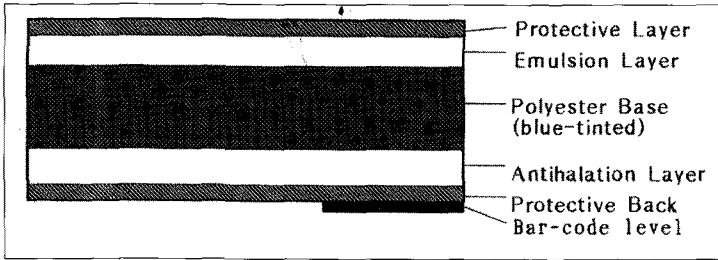
아래의 그림은 BaFX의 이온입자 구조를 보여주고 있다. 또, 현재 일반적으로 사용하고 있는 IP에는 일반 촬영용의 ST type과 Mammography 전용의 고선예도 Type의 HR의 2종류가 있다.



구 조

1) 보호층

영상의 불안정을 야기할 수 있는 작업장 내에서 취급



및 운반시의 손상으로부터 형광층을 보호 한다. 기본적으로 온도가 습도의 변화로 인해 소멸, 늘어남, 수축, 파손을 방지하며 가시광 또는 X-ray로 인한 질의 저하를 방지하고, 작업 도중 구부러지거나 마모되지 않게 하기 위해 운반되는 동안에도 충분한 힘을 공급하며 영상의 특성면에서는 보호층이 얇을수록 빛을 많이 통과시킬 수 있다.

2) 형광체층 (Photostimulable phosphor)

형광체층은 BaF_x:Eu²⁺라는 고분자 무기화합물의 미립자가 경합제로 분산되어 지지체상에 고밀도로 충전도포된 것으로 X-선이 조사되면 X-선 energy를 저장하였다가 다시 그 물질에 가시광을 조사하면 물질속에 저장되었던 X-선 energy와 비례하는 빛을 발하는데 그 빛을 Scan하여 영상을 획득한다.

3) 지지체

IP에 대한 외부의 힘과 충격으로부터 형광체층을 보호해 주며 평평하고 기계적인 압력에 대해 신축성을 가지고 있다. 지지체층의 재료는 Carbon을 함유한 PET film을 사용한 다. 이것은 L각 형광체 주변에

Laser light의 반사를 방지하고 스스로 빛을 흡수하여 선예도를 개선한다.

4) Backing layer

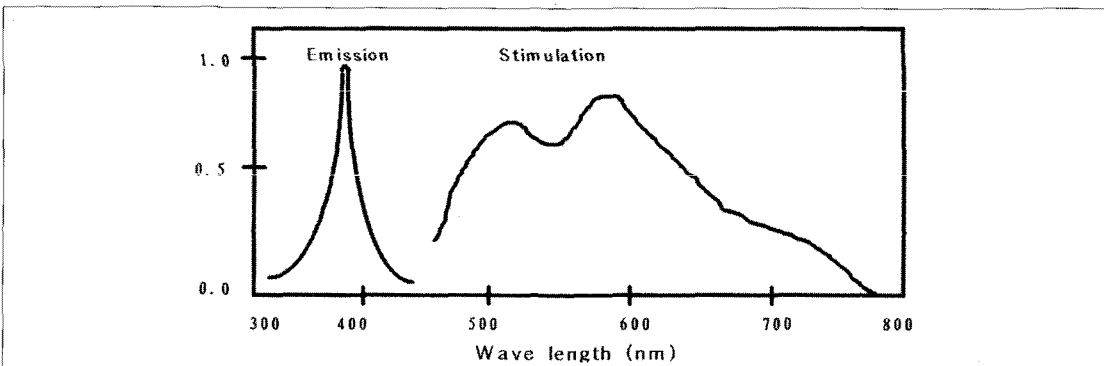
Energy를 저장하고 이동하는 동안 IP표면의 굽힘을 방지해 주며 단순히 Polymer Film으로 얇게 도포 되어 있다.

5) Bar code Level

IP의 고유 번호가 IP뒷면에 Bar-code로 기록되어 있으며 Bar cord reader에 의해 IDT의 정보와 IP의 X-선 정보가 CR본체에 의해서 Matching된다.

휘진성 형광체

X-ray, 전자선, 자외선에 자극을 받으면 그 에너지를 흡수하기도 하고, 가시광선, 적외선을 받으면 흡수한 에



너지를 빛에너지로 발산하는 물질 (Photo Stimulable Phosphor, PSL)을 말하고 이 빛을 회진성 형광이라고 한다. 물리적 피로에 의한 회진성 형광의 퇴화현상은 무시해도 좋을 정도로 작다.

Iodine이 첨가된 Newer storage Phosphor는 Lower Laser energy 사용이 가능(BaFBr:Eu²⁺, BaFCl:Eu²⁺, BaFI:Eu²⁺)하다. 이 BaFX:Eu²⁺입자는 평균 직경이 5-10μm정도이며 이 입자들은 고유의 빛 방출 능력이 있으며 형광체층내에 흩어지는 빛들을 흡수 한다. 즉 IP는 스스로의 감도를 개선하는 능력이 있는 반면 영상의 선명도는 줄어들며 IP고유의 잡음과 더불어 입상성 면에서는 불편하다.

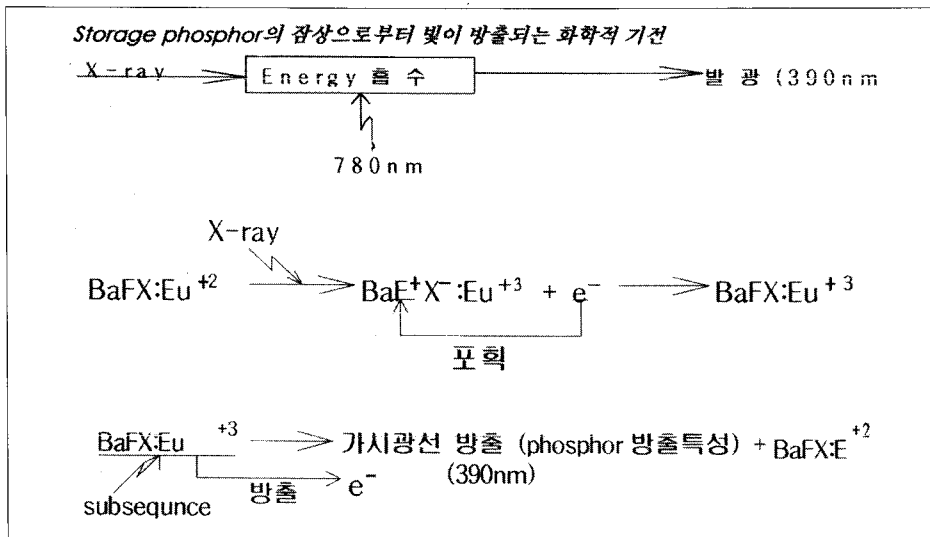
회진성 형광체의 발광 파장은 390nm의 청자색이며, 여기발광파장은 675nm의 적색이다. CR에서 회진 여기의 파장과 X-선 정보를 가지고 있는 회진 발광의 파장이 광학적으로 분리할 수 있도록 충분히 떨어져 있는 것은 이미지의 S/N 비를 높이기 위해 필요하다.

*** Photostimulated Luminescence (PSL)**

자외선에 의한 물질의 여기와 자외선 조사후에 적외선 조사시의 물질의 빛 방출 현상을 말한다. 황화아연, 알칼리 할로겐 화합물, 실리콘, 다이아몬드, 합성 산화물 등의 유기체들은 회진성 형광물질로 밝혀지고 원자번호가 클수록 이 현상에 연관성이 있다고 알려져 있다.

이 현상의 발생은 초기 자극(1차여기, X-선등)의 정보에 의해서 일어나며 이 초기 정보에 빛(2차자극)이 초기 자극된 것을 수용했을때 그 정보가 저장 되는 것이다. 원자번호가 높은 물질을 실험한 후 IP전체에 합성된 회진성형광체로 볼 수 있는 PSL로서 매우 적은 소량의 2가 유로피움을 함유 하는 BaFX : Eu²⁺(X=Cl, Br, I)가 선택 되어졌다. 이 물질은 합성 과정에 의한 모든 물질 중에 가장 강한 PSL로 알려져 있다. 앞의 그림은 회진성 형광체의 기전인 PSL의 energy level 을 보여 주고 있다.

아래그림은 Storage phosphor의 잠상으로부터 빛이 방출되는 화학적 기전에 대하여 설명한 것이다.



1. 방사선 또는 자외선에 노출되면 Eu^{2+} 이 Eu^{3+} 로 변환 되면서 전자들이 방출된다.
2. 자유전자들이 Fluoride centers(F+)에 포획된다.
3. 포획된 전자들이 subsequent exposure뒤에 형광체의 특성 방사선보다 긴 파장의 가시광선으로 방출 된다.(phosphor의 방출 특성)
4. 방출된 전자들이 Eu^{3+} 분자로 되돌아 오고 390 nm의 형광을 방출하고 분자들이 Eu^{2+} 로 되돌려 변환 시킨다.

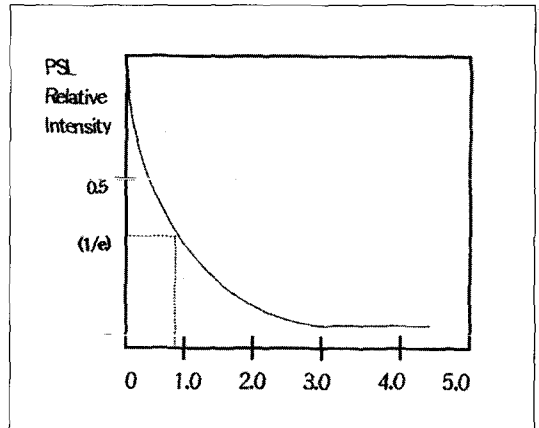
* phosphor에서의 특성 방사선 방출은 $7\mu\text{m sec}$ light exposure 안에서 이루어진다.

Imaging Plate의 구비조건

1. 780nm의 Semiconductor laser beam에 고감도를 지녀야 하며, 자극을 받았을 때 광증배관에 양자 효율이 높은 300-500nm 범위의 빛을 발해야 한다.
2. 고속영상판독에 알맞도록 780nm의 laser beam에 자극을 받으면 $10\mu\text{m sec}$ 이내에 회전성 형광을 발해야 한다. (자극 후 발광하기까지의 반응시간)
3. 촬영 후 Imaging Plate는 장시간(8시간 이상) 잠상을 유지해야 한다.
4. Light Emission Time이 짧아야 한다.

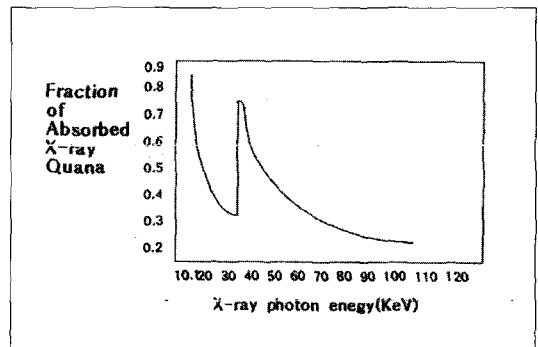
회전발광(Emission)의 반응시간 특성

X-ray가 조사된 Imaging Plate에 Laser Beam이 조사되면 회전발광도의 빛은 즉시 발광 되지만 laser beam조사가 끝나는 즉시 발광이 멈추어지는 것이 아니라 천천히 감소하는 특성이 있다. 이는 고속으로 IP로부터 X-선 영상 정보를 판독하는 CR에서는 중요하다. 현재 화소의 빛발광과 바로 전 화소의 빛발광이 함께 Detect되면 영상의 질을 저하시키기 때문이다.



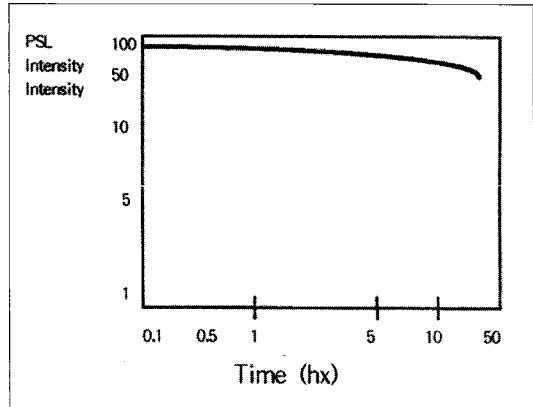
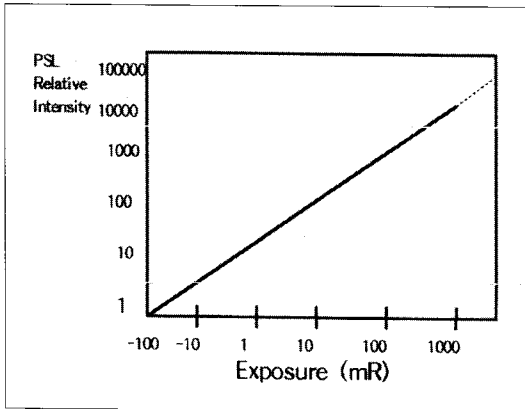
Imaging Plate의 X-ray 흡수스펙트럼

37KeV 주변에서 급격한 흡수는 Ba원자의 K흡수단에 기인된 것이다.



Dynamic range

그림과 같이 $1:10^4$ mR의 X-ray dose의 범위에서 직선성이 좋다. wide dynamic range가 피사체 위에 각 조직의 흡수 특성의 작은 차이를 세밀히 감지할 수 있다. 동시에 자동적인 영상 처리 시스템을 가능하게 하며 어떠한 X-ray 영상 조건하에서도 언제나 안정된 디지털 사진을 얻을 수 있다.



자연방사선의 영향

1. Imaging plate는 x-ray 뿐 아니라 자외선, 감마선 같은 전자파방사선과 α -ray, β -ray, 전자선과 같은 입자선에도 민감하며 영상의 형태를 감지할 수 있도록 에너지를 축적한다.
2. 건물의 벽이나 구조물로부터 나오는 자연방사선과 우주선 외에도 IP자체에 포함 되어 있는 극히 적은 양의 자연 방사능 원소에 의해서도 영향을 받을 수 있다.
3. CR Image에 조그만 검은 점(small block spots)이 산발적으로 생기는 현상이 발생하는데 이는 IP가 방치된 시간이 길거나, 자연방사선에 의해 생길 수 있다.

Fading (빛의 감소)

Fading은 영상처리 후 Reading 하기 전에 X-선 영상정보가 저장 되었다가 시간이 지남에 따라 영상정보가 감소되는 현상을 말한다. X-선 조사에 의해 발생된 광전자들은 입자의 F-center로 포획된다. 아래 그림은 X-선 조사 후 영상 정보를 읽는 동안 빛 방출 강도의 감소를 보여 주고 있다. 촬영 후 8시간이 지나면 빛의

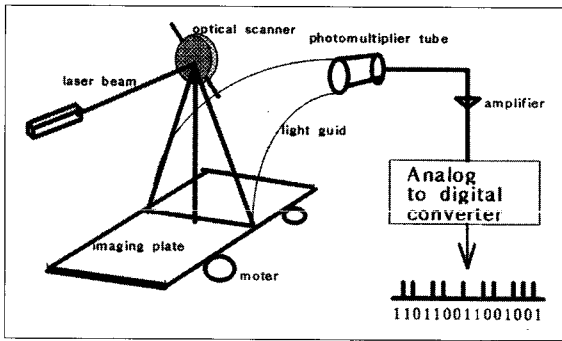
방출도는 25%가 감소한 것이다. Fading은 시간과 저장 온도가 올라갈수록 증가한다.

이것은 휘진성 형광체 변경의 중요한 조건의 하나이다. 그러나 Fading이 전기적이기 때문에 CR의 PMT에 의해 자동적으로 보상 되기 때문에 진단에는 문제가 되지 않는다. 정상 노출보다 적게 영상화된 IP를 읽기 전에 오래 방치한 결과 X-선 양자와 자연방사선의 불안정한 검출 증가로 기인하는 입상성 저하를 초래 한다.

2. Image Reader

Image Reader부는 Cassette에서 촬영된 IP를 꺼내어, 새로운 IP와 교환하는 Feed, Load부, 각종 IP의 Back up 기구가 있는 Stacker부, IP에서 X선 영상 정보를 읽어 내는 광학부, IP에 남아 있는 X선 에너지를 소거하는 소거부 등으로 구성되어 있다. 영상정보를 읽어 내는 광학부에서는 Laser를 정밀하게 주사하는 주사 기구와 IP를 정밀하게 반송하는 반송 기구에 의해 이동되고, Laser광에 의한 2차원 주사를 행하며, IP에서의 회진광을 광전자증배관에서 전기 신호로 변환한다.

전기 신호는 A/D 변환기 통한 후 10 Bit로 Digital화시킨다. 또한, Image Reader부는 화상 조건에 관계없이 안정된 화상을 얻기 위해서, Image Reading시 최적화



Construction of the image reading system

한 감도를 자동적으로 설정하는 기구를 가지고 있다.

이 기구에는 Auto-mode (histogram 해석에 의한 최적의 Reading조건을 결정하는 것), Semi auto-mode (특정 영역의 신호치의 평균치를 기본적으로 읽어 낼 조건을 결정하는 것)가 있지만, 표준적인 촬영에 관해서는 대체로 Auto-mode로 읽어 내는 것이 가능하고, Positioning 등에 관계없이 항상 최적인 농도 Contrast의 화상을 얻을 수 있다. Auto-mode에 있어서 해석 방법은 각 촬영 메뉴 등에 최적화 시키거나, 아래의 Step에 의해 읽어 낼 조건을 결정하고 있다.

- (1) Laser로 IP를 Scanning하여 Image의 정보를 얻는다.
- (2) 화상 정보를 Pattern인식의 방법으로 해석하고, 분할 촬영의 판단한 후, 분할 촬영 마다의 7자형, 원형 등의 조사야를 검출하고, 조사야 내의 histogram을 작성한다.
- (3) histogram을 최적의 방법으로 해석하는 것에 따라서, IP에 축적된 유효한 화상신호의 Level과, Range를 알고, 최적의 Reading 조건을 결정한다.

잠상이 형성된 영상판에 Semiconductor laser beam (675nm)이 주사 되면 영상판에 저장 되어진 X-선 정보는 Beam을 받는 동시에 빛을 발하고 그 빛을 Light Guide로 모아 광증배관으로 보내면 광증배관에서는 광신호를 전기 신호로 변화시키고증폭기에서 증폭시켜 이 아날로그 신호를 A/D convert가 받아서 디지털 신호로 변화시켜 image processing을 한다.

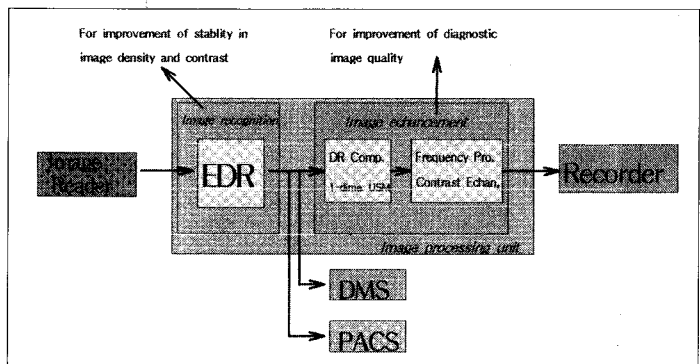
Laser Unit Specification

Class	IIIb
Medium Wavelength	Semiconductor laser 675 nm
Maximum Output	40 m (CW)

3. Image processor

CR System은 계조처리와 주파수처리라고 부르는 화상 강조 처리 기능을 가지고 있다. 이 기능들을 각각 화상의 계조 및 주파수 대응 특성을 Control 하는 처리로서, Digital 신호로 처리된다. 고속 처리가 필요하기 때문에 Image Reader에 내장되어 있는 전용의 Hardware 에 따라 실현하고 있다.

Contrast enhancement 및 spatial frequency enhancement 형태의 기능을 수행하며, Image subtraction과 Image addition 그리고 Functional imaging과 같



은 영상의 디지털처리를 하게 된다.

위의 그림에서 보여지듯이 CR의 영상 처리 기능은 크게 두 가지 분류로 나눌 수 있다.

하나의 분류는 진단영상의 질을 향상시키기 위한 공간 주파수처리와 계조처리에 의해 객관적인 영상 강조 (image enhancement) 방법이다.

또한 dynamic rang compression (DRC)과 1-dimensional unsharp mask processing의 기능이 새로이 추가되었다. 또 다른 분류는 EDR (Exposure data recognizer)로 알려진 특별한 Image 분석이다.

이 EDR은 density와 contrast안정에 목적이 있으며 새로운 연산법을 도입하여 이 같은 기능을 영상 획득을 위한 manu에 포함되어 있다.

4. erase unit

CR은 1차 소거와 2차 소거로 나눈다. 1차 소거는 Image reading후에 즉 1 stacker 로 IP가 저장 되기 전에 하며, 2차 소거는 1 stacker에서 Cassette로 loading 되기 전에 행한다. 이러한 소거를 행하기 위해서는 high-brightness의 Fluorescent tube의 Light source를 사용한다. 이 장비에는 자외선 Cut off filter가 Fluorescent tube앞에 위치해 있으며 IP는 이 배열을 따라 이동한다.

5. Image Recorder

디지털 신호를 아날로그 신호로 재전환 시킨 후에 영상으로 담기 위해 Film위로 Acousto-optical modulator에 의해 변형된 semi-conductor laser Beam을 Scan한다.

레이저용 기록 필름을 정밀한 모터를 이용하여 일정 속도로 화살표 방향으로 이동 시키면서 그 직각 방향으

로 미세하게 laser beam spot을 주사하여 화상 신호를 필름에 기록한다.

Image recorder에 보내 온 처리된 digital signal은 여기서 A/D 변환된다. 그리고 광변조기에 의해 그 아날로그 신호는 laser beam강도 신호로 변환되어 필름에 기록된다. laser는 발광파장이 780nm의 semiconductor laser를 사용한다.

기록용 필름은 semi-conductor laser의 발광 파장의 근방에 분광 상대 감도의 정점을 갖는 적외선 감광 필름이다.

레이저광으로 화상을 기록한 필름은 현상기로 보내져 최종적으로 Film이 현상되어 CR의 영상을 만들어 낸다.

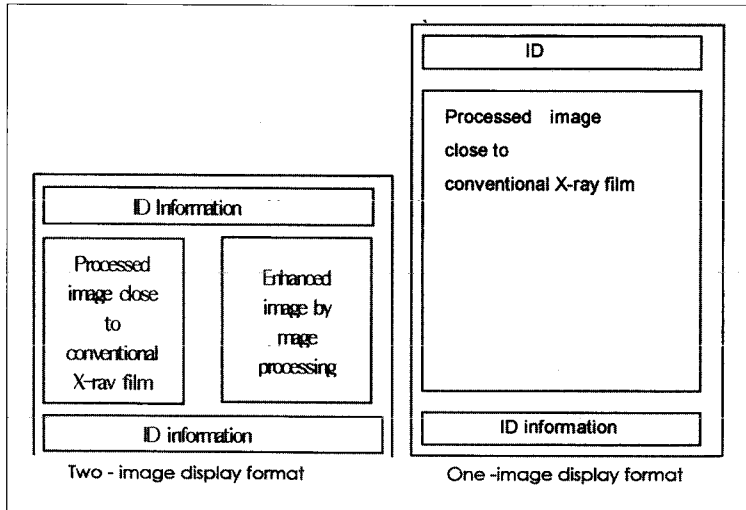
5. Image output format

FCR은 1번의 조사로 1장의 Film에 영상증강을 한 2 종류의 영상을 출력한다. 이 double output은 CR의 표준 출력 형태이다.

One Image: 화상은 기존의 film screen system의 농도와 음영 특징에 기본을 두고 출력하고 있다.

Film screen system의 농도차에 의한 진단 방법을 기초로 하여 실행되고 있다. 이 영상은 종래의 방법에서 일차적인 진단을 할 수 있도록 한다.

Two image : Wide latitude 영상은 IP에 거의 모든 영상신호의 정점에 이른다. 다양한 Detail과 shape의 증강은 화상을 보기 쉽게 한다. detail한 음영과 line은 pulmonary fibrosis나 chest tumor를 쉽게 관찰할 수 있게 한다. narrow Latitude film screen system에서는 Chest mediastinum과 같은 region을 읽기 어렵고 불가능한 영상 음영도 효과적으로 볼 수 있다. 이와 같이 processing된 CR영상은 Film screen system보다 진단에 필요한 정보를 폭 넓게 제공 한다.



CR용 Image film

Hard copy on film from to Laser printer

Reading size		Image Reduction Rate	
inch system	metric system	one image	Two image
14"×17", 14"×14"	35×43cm, 35×35cm	1/2	2/3
10"×12"	24×30cm	2/3	1/1
8"×10"	18×24cm	6/7	1/1
18×24 cm mammography	18×24 cm mammography	6/7	1/1

Imaging Plate의 Recording, Reading, Erasing Cycle

1. X-ray Information Recording

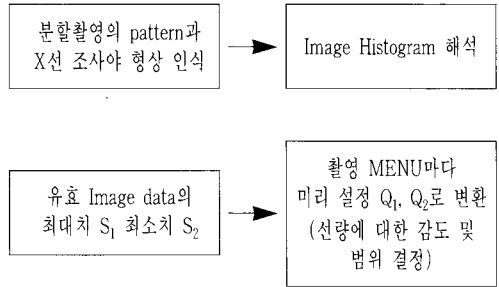
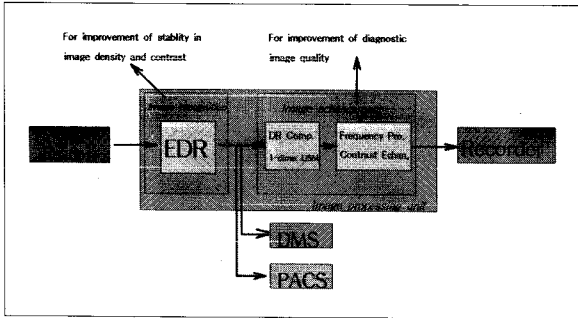
IP는 X-ray Exposure(1차 여기) 후에 Laser Beam을 조사(2차 여기)하는 것으로 X-ray 강도에 비례한 휘진 발광을 보이는 특성을 가지고 있다. 최초의 X-ray 정보가 Memory된 후에 그 정보를 빛으로 검출한다.

2. X-ray Information Reading

IP를 미세한 화소로 분할하여 그 1개의 화소마다 실시한다. Image Reader는 IP를 한 방향으로 이동시키면서 그 직각 방향에 미소한 Laser Beam을 주사 시켜 각 점에서 발광한 빛을 검출한다.

3. X-ray Information Erasing

IP는 가시광선을 받음으로써 축적된 X-ray Energy를 발출하는 특성을 가지고 있다. 따라서 기록된 X-ray



정보는 가시광을 균일하게 조사하는 것으로 소거할 수 있고 IP는 반복하여 사용할 수 있다.

6. IMAGE PROCESSING

위의 그림은 Image Reader에서 analog data를 광증배관을 거쳐 digital data로 변환된 signal을 처리하는 과정을 나타낸 것이다. 다음 아래에 설명하는 과정을 거쳐 laser printer를 통해서 film으로 출력이 되거나 PACS system으로 가는 경로를 설명한다.

1. EDR(Exposure Data Recognizer)

① 개요

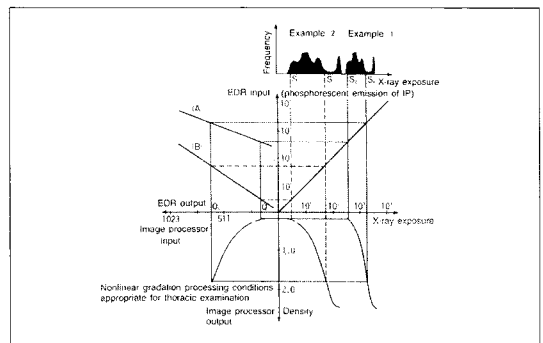
X선량에 대한 변동을 자동인식하여 균일한 Image를 얻게한다.

② 원리

X선 화상의 Histogram은 촬영메뉴(촬영부위, 촬영방법)마다 특유한 pattern을 갖고 있어 이를 이용한다.

EDR특성곡선

■ 제1사분면 : X-ray dose 와 IP PSL감도와의 관계를 나타낸 것이다.



이 두 관계는 진단가능 영역인 1-10⁴영역에서 직선적인 관계를 보여주는데 이것은 CR system의 넓은 진단영역과 감도를 향상시키는데 기여된다.

■ 제2사분면 : IRD(Image Reader)의 input과 output을 나타낸 것이다. IRD는 자동적으로 조작된 mechanism에 의해 image영역에 대한 감도가 만들어지는 특성이 있다. 이것은 IP에 기록된 image정보(X-ray dose와 image진단영역)에 따라 reading조건이 결정된다.

ex 1)에서의 reading조건은 높은 X선량과 좁은 진단 영역을 보여준다.

ex 2)에서의 reading조건은 낮은 X선량과 넓은 진단 영역을 보여준다.

reading된 정보는 IPC로 보내져 3사분면과 같은 특성을 나타낸다.

■ 제3사분면 : IPC(Image Processor)의 input과 output의 관계를 나타낸다. IPC는 진단에 알맞은 image

를 조정하는데, 이것은 각각 독립적인 processing의 특성에 따라 수행된다.

(Gradation, Frequency, Subtraction)

■ 제4사분면 : IRC(Image Recoder)로 보내진 image signal은 다시 convert(A/D)되어 시각적인 신호로 된다. 이것은 X선량 과 density로 나타나는데, 특히, CR에 이용되는 film의 특성곡선은 X선량과 density의 관계가 직선성이 되기 위해서 자동적으로 보상된다. (위 그림에서는 나타나지 않는다). 이것이 제4사분면에서 output radiograph의 특성곡선이 된다. 따라서, CR system의 특성곡선은 conventional radiograph의 특성곡선과 다르게 image 영역과 X선량에 따라 자동적으로 조절된다.

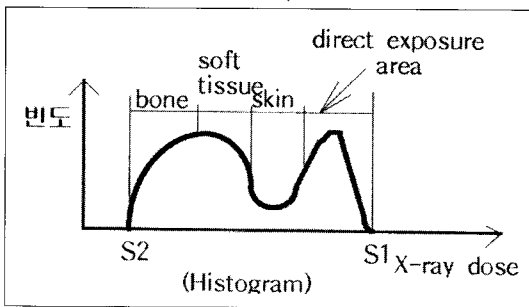
EDR Algorithm 의 종류

- Auto Mode(histogram mode)
- Semi Auto Mode(average mode)
- Fix Mode

① Auto Mode

histogram에 따라 다음과 같이 나뉘어진다.

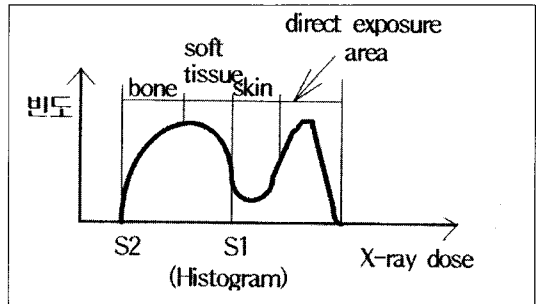
· Auto 1 - head, extremities에 응용한 histogram (bone과 skin 모두의 정보를 묘사)



S1:skin의 최대발광량 점
S2:bone의 최소발광량 점

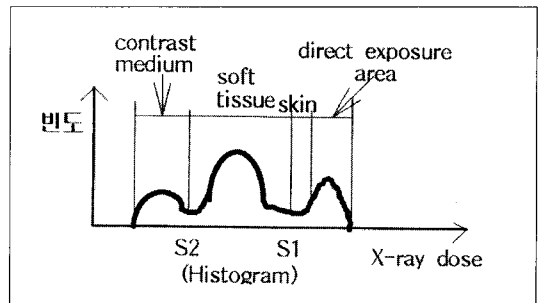
· Auto 2 - chest와 abdomen에 응용한 histogram (bone, 연부조직을 묘사)

- skin까지 묘사하는 것은 contrast가 저하된다.



S1:soft tissue의 최대발광량 점
S2:bone의 최소발광량 점

· Auto 3 - 복부 소화관에 응용한 Histogram (조영제를 사용한 소화관 촬영시 장기를 주로 보기 위한 방법)



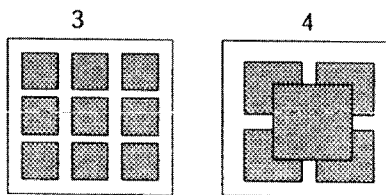
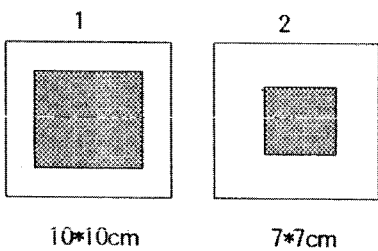
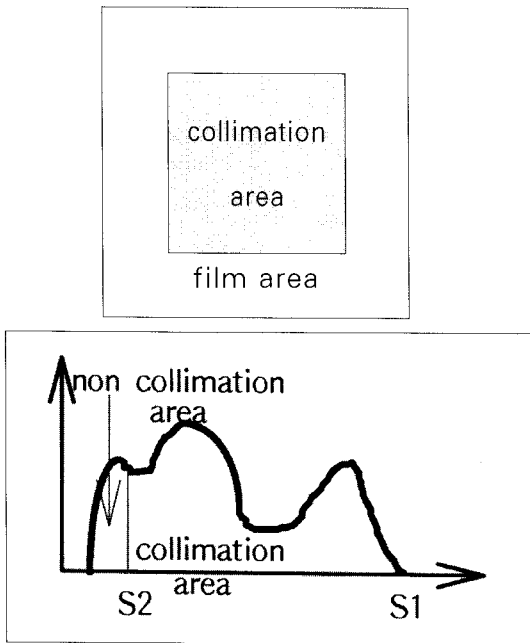
S1:장기의 최대발광량 점
S2:contrast medium을 제외한 장기의 최소발광량 점

· Auto 4 - skin의 정보를 보기 위한 Histogram (고 농도 부위)

· Auto 5 - bone의 정보를 보기 위한 Histogram (저 농도 부위)

PRIEF(Pettern Recognizer for Iris of Exposure Field)

분할촬영 및 Collimation의 형태를 인식하여 항상 균일한 image를 얻을 수 있다.



각각의 data의 평균치

각각의 평균치의 최대 평균치

② Semi Auto Mode (Average Mode)

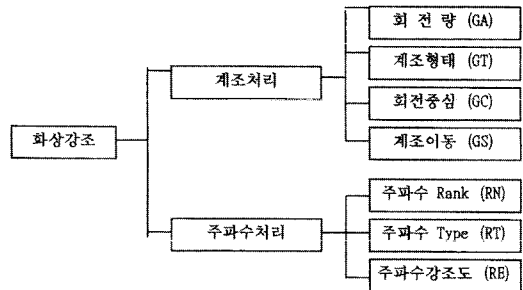
Image data에서 임의 영역의 평균치를 계산하여 감도를 결정한다.

③ Fix Mode

촬영부위마다 설정되어있는parameter로 사용하기 때문에 film/screen법과 같은 조건을 주어야한다.

2. IMAGE PROCESSING PARAMETER

화상강조처리는 CR의 4사분면의 내부중 3사분면에서 처리되며 이 처리에 있어 화상강조 Parameter는 아래의 7가지로 구성되어 있다.



Contrast Processing

특성곡선의 처리 즉, 계조처리 결정방법의 4가지요소

- GT(Gradation Type) - 계조처리 종류
- GA(Gradation Rotation Amount) - 회전량
- GC(Gradation Rotation Center) - 회전중심
- GS(Gradation Shift) - 비선형곡선의 평행이동

① GT

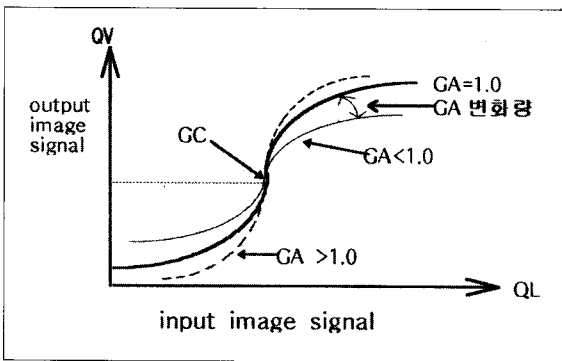
4종류의 parameter중 가장 기본이 되는 parameter로서 비선형 변환곡선의 기본형

표 1.

Type	용도	Contrast 종류
A	넓은 관용도를 갖는 선형계조에서 2화상 출력시 우화상에서 사용되어 진다.(image enhance)	linear
B-J	전부 축부를 공통적으로 변화시켜 작성된 비선형계조에서 중농도부는 L=2.2에서 film/screen의 Rx film의 감마와 동등하게 되도록 설정한다. 여러가지 형태를 나타내게 되어 거의 모든 부위에 사용. E type: chest 용	Non linear
K-L	narrow contrast 용으로 subtraction image에 사용	Non linear
M	흑백 반전을 위해 사용(형태의 반전을 선택)	linear
N	농도변화에 기복이 많은 부위에 : stomach	Non linear
O	bone을 보기위함. L=2.0 에서 film/screen system의 Rx-OH film의 계조와 유사하다.	Non linear
P	주로 흉부의 좁은 음영에 대해서 최적화 시킨 비선형계조. L=2.0에서 film/screen system의 HR-S film의 계조와 유사하다.	Non linear

영상(film)에 표현되는 형태 - Rt image : linear contrast type

Lt image : curve contrast type



16종류의 Type으로 표시(표 1)

② GA

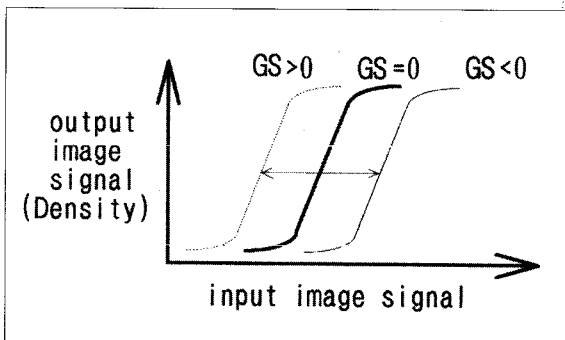
곡선 형태에서의 contrast 최적화 값이 1.0 보다 크게 되면 contrast는 증가하게 되고 ($0.1 < GA < 1.0$) 값이 1.0 보다 작게되면 contrast는 증가하게 되고 ($-0.1 > GA > 4.0$)

▲ GC

③ GC

화상중에서 contrast를 변화 시켰을때 관심영역에서 농도를 변화시키지 않고 출력농도를 GC에서 설정하며 contrast의 변화를 GA에서 행하게 된다.

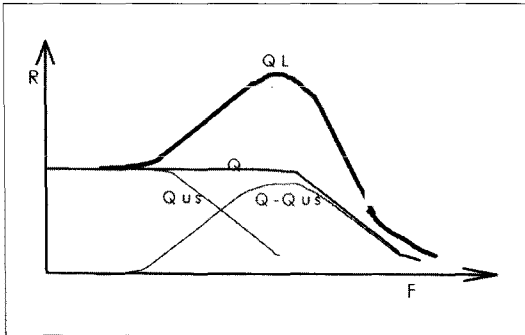
▼ GS



④ GS

특성곡선을 평행하게 이동하여 Density의 변화를 일으킨다.

· 화상의 농도 미세 조절을 할때 먼저 GS에서 목적과 장소의 농도를 최상화 함 (GS를 변화 시킴에 따라

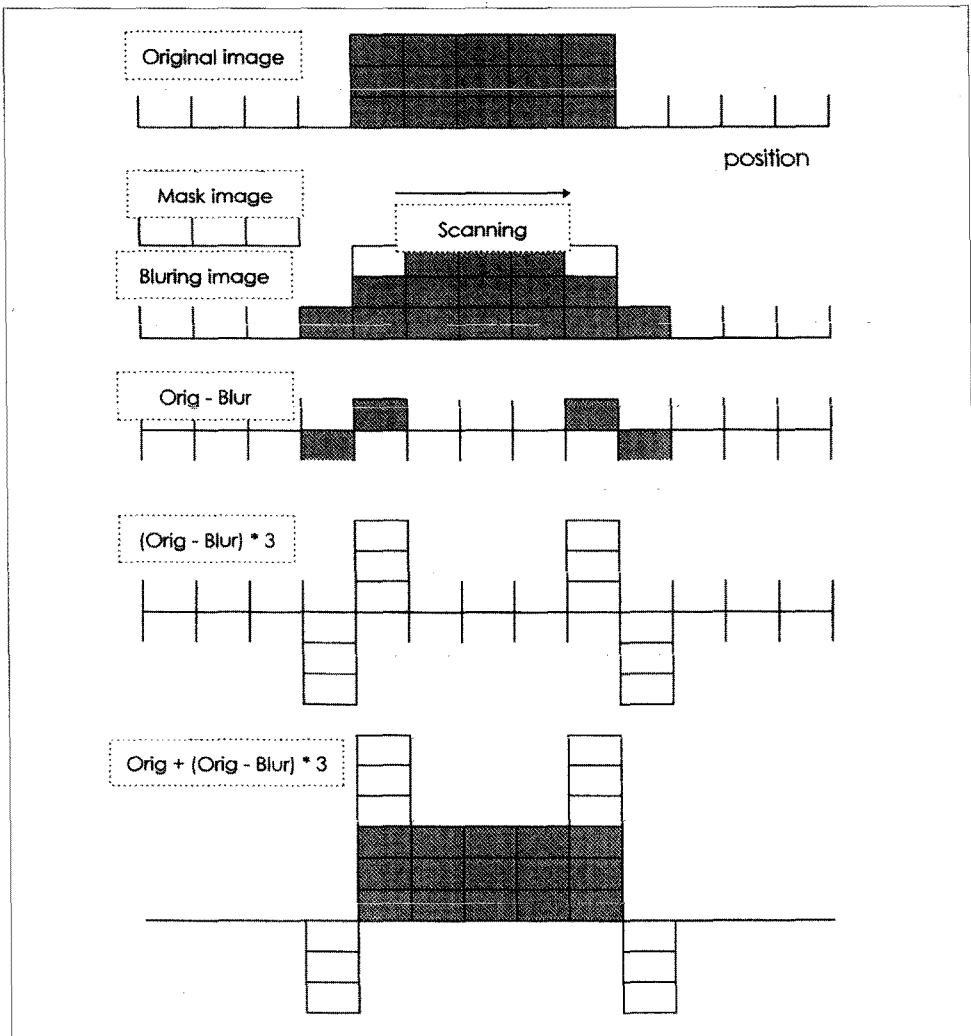


contrast도 변하게 되는 이유), GA에서 contrast의 조정을 행한다.

Spatial Frequency Processing

선예도를 Control 하는 것을 주파수처리라 하며 film/screen system에 의하면 주파수의 응답은 고주파에 의해서 작아진다. 그러나 CR system에 의하면 응답을 임의로 control하는 것이 가능하다.

1차원에 의한 Unsharp 처리 모식도



RN 치	Frequency	structure	anatomical part
0-3	Lower	Large	soft tissue of the bone nodules in the Lung
4-6	Medium	Medium	Pulmonary vessels, 골절부
7-9	High	Smaller	Double-contrasted gastric area, bone trabeculars, microcalcification of breast

화상강조 주파수처리의 수법으로 unsharp 처리를 사용하고 있으며 퓨리에변환을 사용하는데 수법에 비해 빠른 처리 방법이다.

① 원리

공간 주파수처리 방정식에 의해 처리된다.

$$QL = Q + \beta(Q) X (Q - Qus)$$

QL : 증강된 영상신호

Q : 원래의 영상신호

$\beta(Q)$: 증강도

Qus : 비선에 마스크 신호

② spatial frequency parameter

· RN (frequency rank)

- 공간 주파수의 조작 단계(0-9 단계) 강조하고 싶은 구조물의 크기 따라 설정한다.

같은 RE값에서 RN값이 커지면 상대적으로 강조는 약해진다. 이것은 original response level이 다르기 때문이다. 그래서 RN값의 효과적인 강조는 RE값을 동시에 크게 하는것이다. 이 공간주파수의 단계를 높일수록 골 구조를 관찰할 수 있고 단계를 낮을수록 Abdomen의 조직을 잘 관찰할 수 있다

· RE (frequency enhancement)

주파수의 강조정도를 나타내며 (0.0-0.9 ,10-16)의 수치를 사용한다. High contrast에서 RE값이 적은것을 사용하는 것이 좋다. 또한 RE값이 너무 크면 입상성의 artifacts를 증가 시키게 된다.

· RT (frequency type)

읽어낸 화상신호 digital치에 의해 강조계수를 결정하는 Table이고, 이 data에 따라 농도마다 강조도 합을 control하는 것이 가능하다. RE를 더하는 것에 의해 신호가 강조되는 것과 동시에 잡음도 강조된다.

즉 여기서 신호대 잡음비를 제거 하는데 있다.

보통 Single image에서는 적은 신호는 적은 Exposure범위를 의미하며 이때 x-ray noise는 많아지게 된다. Image에서는 어두운 부분보다 밝은 부분이 noise가 일어나게 된다. 이때 동일한 enhancement를 밝은 부분이 noise가 증가하게 된다. 따라서 밝은 부분을 약하게 강조하는 비선형 type을 선택 사용한다.

예를들어 RT가 F일때 전농도영역에 걸쳐 균일하게 강보되며 저농도부의 응답에 입상성과 외면상태도 표현된다. RT가 V에서는 저농도부분에 강조가 표현되지 않는 이유로 입상성이 눈에 띄지 않는다. 이러한 image의 농도의 변화에 대하여 강조도를 변화 시킬수 있는 종류는 10가지이다.

선에도증시 : F > P > T > U

입상성증시 : V > S > R > Q