

디지털 의료영상에서 Edge method에 의한 Modulation Transfer Function 보정방법과 특이성

— Edge Profile Correction for Modulation Transfer Function on Digital X-ray Imaging System —

고려대학교보건과학대학 방사선학과

김 정 민

— 국문초록 —

디지털 MTF의 정확도를 결정하는 요소로는 정확한 엣지 각도의 결정, 합성 ESF 또는 합성 LSF를 작성을 위한 재 샘플링, 스무징, 커브핏팅 등을 들 수가 있다. 본 실험에서는 Edge를 이용한 MTF커브 핏팅방법을 구현하였고, 슬릿법에 의한 MTF산출결과와 비교하였다. 실험결과 공간주파수 2.0 LP/mm 근방까지의 저주파수 영역에서는 엣지법이 높은 수치를 나타내며 2.0 LP/mm 이상의 주파수 영역에서는 MTF값이 역전이 되어 슬릿법이 더욱 높은 값을 나타내었다. 이는 Cunningham의 보고와 완전히 일치한다.

중심 단어 : 디지털X선영상, 해상특성, ESP, LSP, MTF, 엣지법

I. 서 론

MTF(Modulation Transfer Function)측정의 전제조건에는 선형성(Linearity)과 위치불변성(Shift Invariance)이 있다. 양자가 성립되는 시스템에서는 델타함수 입력에 대한 출력의 선상분포함수(Line Spread Function)의 푸리에트랜스폼으로 계의 정보전달계수를 구할 수 있다. 이 정보전달계수를 OTF(Optical Transfer Function)한다. OTF는 복소함수로서 진폭과 위상성분으로 분리되며 진폭분을 MTF라고 하고 위상분을 PTF(Phase Transfer Function)라고 한다¹⁾. X선 촬영시스템의 MTF를 측정하는 방법으로 후지타는 아날로그계에서 사용하던 슬릿법을

그대로 디지털계에서 사용할 수 있는 방법을 제안하였으며 Buhr 등은 에지를 이용하여 프리샘플링 MTF를 보정하는 법을 제안하였다. 그 밖에도 Barnes와 Sones는 강선(Wire)을, Droge 등은 cycle bar를 이용하여 디지털 MTF측정에서 가장 큰 문제인 엘리어싱이 포함되지 않은 MTF측정을 시도하였다. 그러나 X선 촬영시스템의 표준 MTF 측정방법은 후지타의 슬릿법과 함께 Buhr의 엣지법이다. IEC 규격에서는 엣지법을 DQE 산출시 MTF측정의 표준으로 사용하였으며 보정방법에 따라 결과는 다르게 나타날 수 있다^{2,3)}. 슬릿법은 폭이 아주 좁은 슬릿(10 μ m)을 사용하여 LSF(Line Spread Function)을 얻고 이 LSF를 푸리에변환하여 MTF를 얻는다. 슬릿법에서는 슬릿의 위치조정(Alignment)을 위하여 기구의 제작이나 슬릿을 투과하기 위한 충분한 선량을 확보해야 하며, 유한한 슬릿폭에 대한 보정도 하여야 하고, 저 공간 주파수 영역의 응답을 추정하기 위한 산기습부분의 외삽을 위한 배수노광이나 다항식 보정 등의 기법이 필요하다⁴⁾. 이에 대하여 엣지법에서는 나이프엣지를 가진 W(텅스텐)의 판을 사용해서 ESF(Edge

* 이 논문은 2007년 5월 23일 접수되어 2007년 8월 31일 채택 됨.
교신저자: 김정민, (136-703) 서울시 성북구 정릉동 산 1
고려대학교 보건과학대학 방사선학과
TEL: 02-940-2820, FAX: 02-917-9074
E-mail: minbogun@korea.ac.kr

Spread Function)를 측정하고 이 ESF을 미분하고 합성하여 LSF를 만든다. 다시 이 LSF을 FFT하여 MTF커브를 핏팅한다. 옛지법의 장점으로는 크기가 큰 옛지를 촬영하기 때문에 슬릿법 보다도 측정이 용이하며 폭 10 μ m의 슬릿보다도 이론적으로 델타함수에 가깝다고 할 수 있다.

저자들은 선행연구로서 슬릿법에 의한 MTF 보정방법에 대하여 보고한 바 있으며 같은 장비를 이용하여 옛지법에 의해서도 MTF를 산출하였다. 따라서 옛지법에 의한 MTF 커브핏팅 과정과 함께 선행연구와의 비교를 하여 그 차이점을 보고한다.

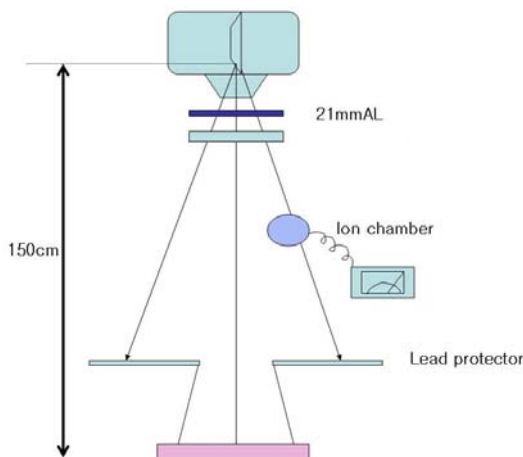


Fig. 1. set up for slit & edge image

II. 실험 방법 및 결과

1. 옛지영상의 획득

옛지영상의 획득방법은 슬릿영상의 획득방법과 근본적으로 같다. 최대 픽셀값과 영상의 픽셀값을 고려하여 촬영조건을 슬릿촬영조건 보다 1/5~1/10 정도 적게 주면된다. Fig. 1은 실험 배치도이다. Tube Focus부터 Detector 표면까지 거리는 150 cm이고 Double-Collimation을 하여 산란선의 영향을 최소화 하였다. 슬릿은 Nuclear Associate Slit camera 07-624이며 옛지는 텅스텐판(100 \times 100 \times 1 mm)으로 자체 제작하였다.

X선 소스로서 Toshiba KXO-50N(Inverter)장치의 DXR-3535HC X선관을 사용하였고 타겟각도 12 $^{\circ}$ 에 고유여과는 1.1 mmAl이다. 여기에 콜리메이터의 부가여과 1.2 mmAl가 더해져 총 여과는 2.3 mmAl가 되었다. Image Receptor로

Table 1. Experimental conditions

Radiation Quality Number.	Approximate X-ray Tube Voltage	Half-value Layer(HVL)	Additional Filtration
RQA 5	70(kV)	7.25(mmAl)	21.0(mmAl)

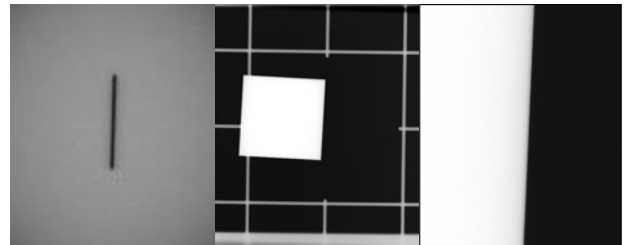


Fig. 2. Miss alignment for Slit(2.54 $^{\circ}$) and Edge(2.86 $^{\circ}$)

서 CR REGIUS 150 system(KONICA MINOLTA)이며 픽셀크기 175 μ m이다. 변환특성(Transfer Characteristics)을 알기위한 노광으로 관전압 70 kVp, mA는 200, time 0.001 sec부터 1 sec까지 노출하여 픽셀값을 얻고 선형화를 위한 기초데이터를 삼았다.

Slit과 Edge의 선질조건은 IEC 62220-1의 RQA5의 조건으로 측정하고자 하였으며 실제촬영에서는 관전압 70 kVp에 부가여과 21 mmAl를 더하여 반가층을 7.25 mmAl가 되었다.

텅스텐의 옛지를 촬영하는 경우 슬릿법에서와 같이 수광면에 옛지판을 밀착시켜 수광면의 수직 축에 대하여 경사시키는 miss alignment가 중요하다. 촬영한 옛지 각도가 약 3 $^{\circ}$ 이내라면 MTF의 오차도 약 2.5% 이내로 구할 수 있다. 촬영조건은 center alignment의 픽셀값이 최고 디지털 값의 80% 정도가 되도록 한다. 본 실험에서 촬영한 옛지 각도는 2.86 $^{\circ}$ 이다.

2. 디지털 특성곡선

아날로그 계나 디지털 계에 있어서 MTF를 측정하고자 하는 경우 선형화의 수단으로서 정확한 특성곡선을 구할 필요가 있다. X선 검출기에 입사한 상대노광량의 대수와 A/D 변환 후의 디지털 값을 플롯한 입력력 특성을 디지털 특성곡선이라고 한다. 디지털의 경우 증감지/필름 계와 달리 상반법칙이 성립하기 때문에 Time Scale 법에 의한 측정을 하여도 무방하다. CR이나 FPD는 10 3 이상의 다이내믹 레인지를 가지고 있기 때문에 넓은 범위로 선량을 변화시킬 필요가 있다. MTF의 계산에서는 슬릿상

의 디지털 값을 상대노광량으로 변화해야 하기 때문에 횡축에 디지털 값, 종축에 상대노광량을 잡은 그래프도 그리고 근사함수를 작성해준다.

Fig. 3은 Regius 150 CR syetsm의 디지털 특성 곡선을 나타낸 것이다. IEC62220-1의 RQA 5 조건으로 검사하였으며 Time-scale 방법을 사용하였다. 1 mR부터 250 mR 범위의 Dynamic Range를 가지며 선량의 지수적 증가에 따라 Pixel value는 산술적 증가함을 알 수 있다. Pixel value의 출력범위는 0~4,095의 12 bit이다.

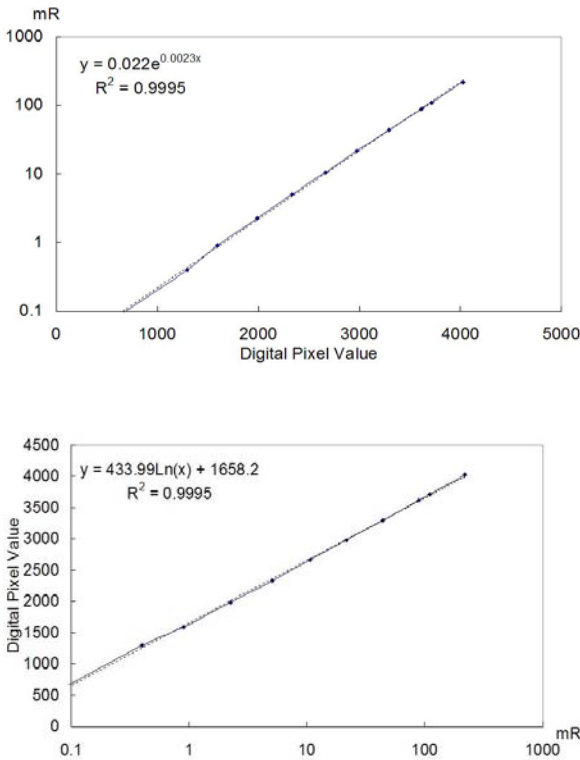


Fig. 3. Digital Characteristics of Regius 150(RQA5)

3. 합성 Edge Spread Function 의 작성

엣지상에 의한 MTF곡선의 보정과정을 순서대로 기술하면 다음과 같으며 프로그램을 직접 작성할 수 있다면 다행이겠으나 그렇지 않다고 해도 엑셀만으로도 충분히 결과를 얻을 수 있다.

Fig. 4는 엣지상에 의한 ESF를 얻는 방법이며 엣지상의 디지털데이터로부터 추정된 엣지각도에 따라 1차원의 서브픽셀의 배열로 재 투영해서 얻어진다. 엣지는 픽셀의 배열에 대하여 2~3° 경사지게 배치하여야 하며 엣지와 중복되는 각각의 열은 엣지의 위치에 대하여 상대적으로

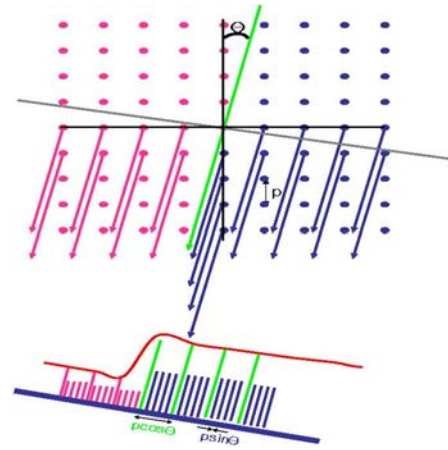


Fig. 4. Sub-pixel Re-arrangement with edge angulation

어긋나 있다. 그렇기 때문에 위치를 이동시킨 많은 열의 평균은 엘리어싱이 없는 합성 ESF를 얻는데 이용할 수 있다.

만약 개개의 픽셀 열이 엣지 각도에 따라서 재 투영된다면 엣지로부터의 거리 x의 함수로 나타낸 합성 ESF는 다음 식으로 표본화 할 수 있다.

$$E_j^i = \int \text{ESF}(x) \delta(x + ip\sin\theta - jp\cos\theta) dx \dots\dots\dots (1)$$

여기서 E_j^i 는 엣지로부터의 거리가 $x(i \cdot j) = P(j\cos\theta - i\sin\theta)$ 의 i번째에 있는 픽셀에 대한 함수 $\text{ESF}(x)$ 의 일련의 이산샘플로서 i는 픽셀의 열 번호, j는 픽셀의 행 번호이다.

특히 P는 픽셀사이저로서 양쪽의 직교방향으로 같은 사이저라고 가정하고 있다. θ 는 재투영각도(= edge각도)이다. 다른 픽셀열 i와 일치하는 E는 Fig. 4에서 나타낸 바와 같이 거리 $x(i)$ 가 변화하는데 따라서 다르게 잡는다. n열이 재 투영될 때 샘플링 점은 x축에 모여지고 세밀한 pitch로 ESF의 이산샘플의 합성패턴 ESF_x (식 (3))이 형성된다.

일반적으로 이들 샘플은 x축상에 일정간격으로 분포하고 있지 않다.

합성 sampling pitch Δx 는 pixel size P, 화상배열의 크기 n, 재 투영각도 θ 에 의존하며

$$\Delta x = P \tan\theta = p/n \dots\dots\dots (2)$$

의 식으로 나타낼 수 있다.

E_j^i 의 sample은 재정리해서 다음 식으로 표시하는 합성 sampling pitch Δx 의 폭의

용기에 모을 수 있다.

$$ESF_x = 1/N_k \sum_j E_{ij} \text{bin}(x(i, j) - k\Delta x) \dots\dots\dots (3)$$

여기서 E_{ij} 는 재정리된 E의 샘플이고, n_k 는 옛지로부터 거리 $x(i, j)$ 가 $(k-1/2)\Delta x$ 로부터 $(k+1/2)\Delta x$ 이내 들어가는 픽셀의 수로서

$$n_k = P/\Delta x = 1/\tan\theta \dots\dots\dots (4)$$

이다.

k 는 그때에 결정되는 임의의 정수이다. 그렇기 때문에 $\text{bin}(x(i, j) - k\Delta x)$ 는 $1(x(i, j) - k\Delta x) \leq \Delta x/2$ 의 범위에서 1, 그 외의 범위에서는 0을 갖는다고 정의되는 구형 함수이다.

본 실험에서는 각 픽셀의 거리 $X(i, j)$ (mm)를 $P\sin\theta$ 로 정하고(픽셀 크기 0.175 mm, $\theta=2.86$) 합성 sampling pitch = $1/(\text{FFT에 사용하는 데이터수} \times \text{합성 sampling pitch } \Delta x)$

$\Delta x = Pn_k = 0.175/20$ mm으로 나타낸 각 pixel의 거리 x (mm)를 정의하여 특성곡선의 근사식을 이용해서 합성 ESF의 디지털데이터를 선량으로 변환한 선량 데이터를 산출하였다(Fig. 5).

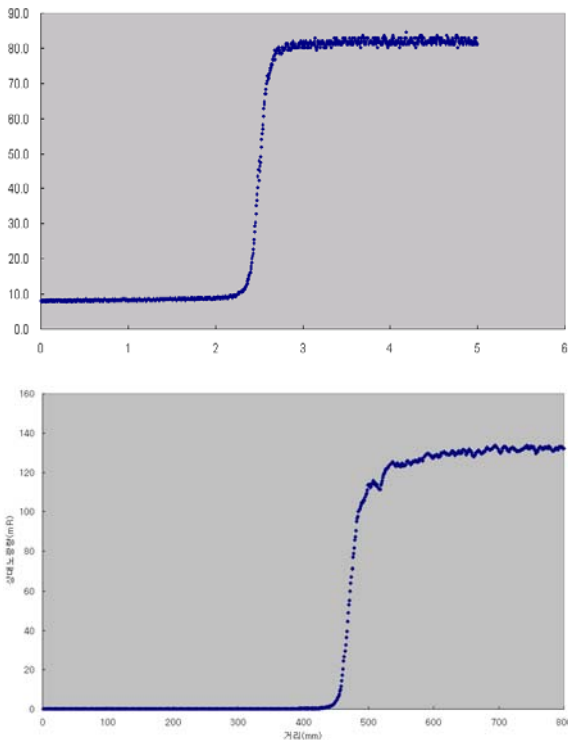


Fig. 5. Edge Spread Function after Linearity Correction

4. 인접차분과 Line Spread Function

그 후에 인접차분을 하게 되는데 인접차분에 의한 LSF_k 는

$$LSF_k = (ESF_k - ESF_{k+1}) / (X_k - X_{k+1}) \\ = (ESF_k - ESF_{k+1}) / \Delta X \dots\dots\dots (5)$$

가 된다. 한 점의 선량데이터로부터 다음 점의 선량데이터를 빼서 합성 sampling pitch Δx 로 나누어 구한다. 이렇게 구한 LSF_k 는 Fig. 6의 좌측 그림처럼 되고 이때의 x 축은 각 픽셀간의 거리 x 이다.

Fig. 6의 좌측그래프의 정점으로부터 우측은 요동이 크기 때문에 좌측의 LSF_k 만을 사용한다.

LSF 의 데이터는 우측의 요동이 큰 데이터를 버리고 좌측데이터 LSF_k 만을 투영하여 작성한다. 이 합성 LSF 를 3번 이상 구해서 평균화하면 요동이 작(적)은 합성 LSF 를 구할 수 있다.

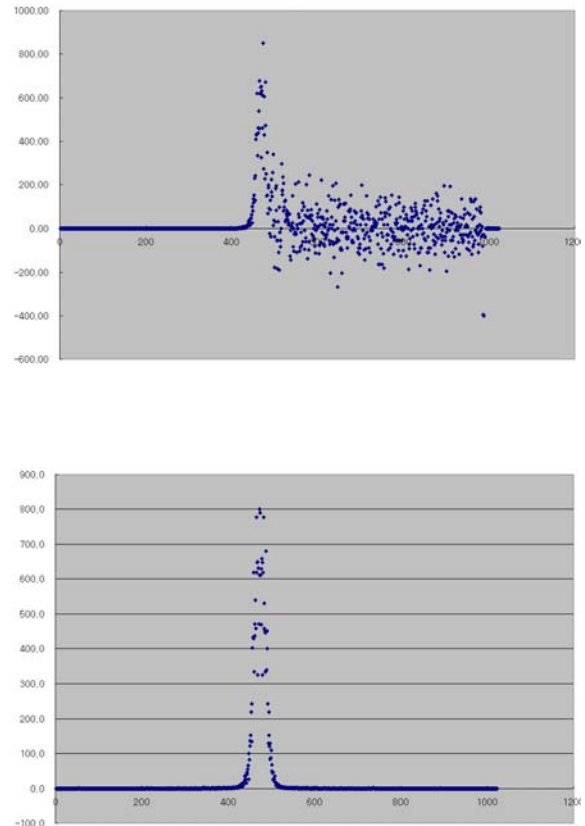


Fig. 6. Profile Differentiation and Composition LSF

5. LSF의 푸리에 변환

Line Spread Function이 만들어진 이상 푸리에 변환은 슬릿상의 프로파일에 대한 푸리에변환과 같다. 일반적으로 푸리에변환을 할 때에는 FFT(Fast Fourier Transform)를 이용한다. FFT는 2의 지수의 데이터만을 계산할 수 있기 때문에 합성 LSF의 데이터 범위의 결정에 주의가 필요하다. 또한 계산에 사용하는 데이터 개수와 데이터의 pitch(거리)로 구하는 공간주파수 pitch가 다른 점도 주의가 필요하다. 여기서는 FFT법을 이용하여 옛지상의 256×256 매트릭스의 데이터를 가지고 MTF를 산출하였다. 다음으로 옛지법 각도 θ에서 1/tanθ 값에 가장 가까운 정수 값(n_k = 20)을 얻을 수 있다. 이산 푸리에변환은 합성 LSF법에 의해 샘플링 간격을 좁게 하여도 이산적 분포임으로 이산 푸리에변환(Discrete Fourier Transform: DFT)을 하여야 하며 다음과 같이 표현한다.

$$OTF(\mu) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} LSF(n) e^{-n\mu(2\pi/N)} \dots\dots\dots (6)$$

(μ = 0, 1, -----, N-1)

식 (11)을 실수부와 허수부로 나누어 표시하면

$$a = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} LSF(n) \cdot \cos(2\pi\mu n/N) \dots\dots\dots (7)$$

$$b = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} LSF(n) \cdot \sin(2\pi\mu n/N) \dots\dots\dots (8)$$

(μ: 공간주파수, n: LSF의 위치, N: 세그먼트 수)

MTF는 아날로그와 마찬가지로 실수부와 허수부의 크기로 (9)번식과 같이 된다.

$$MTF = |OTF| = \sqrt{a^2 + b^2} \dots\dots\dots (9)$$

MTF는 스펙트럼의 진폭을 구하는 것이기 때문에 이 경우 각각의 주파수 성분의 초기 위상은 모르게 된다. 즉 a의 2승과 b의 2승의 합의 루트를 얻으면 MTF가 구해지는 것이다.

다음으로 0 주파수로 정규화하면 이것을 가(假) 프리샘플링 MTF라고 한다.

최종적으로 SINC보정을 하여 가(假) 프리샘플링 MTF에 곱하면 진(眞) 프리샘플링 MTF가 얻어진다(Fig. 7).

본 실험의 결과는 엑셀 프로그램으로 얻었으며 이산푸리에변환 공식을 적용하였다.

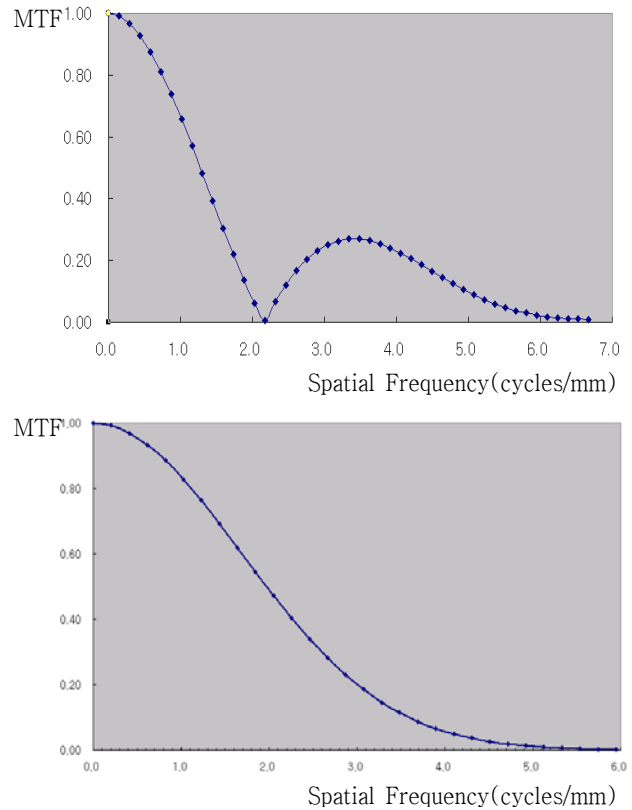


Fig. 7. Assumed presampling MTF and Real presampling MTF

6. 옛지법으로 구한 MTF의 특이성

같은 X선영상시스템의 MTF를 슬릿법과 옛지법으로 구하여 이상적인 MTF와 비교하였다. Fig. 8은 최종적으로 얻은 슬릿, 옛지에 의한 MTF값으로 맨 위는 이상적 MTF 곡선이며 공간주파수 2.0 Lp/mm 근처에서 슬릿법으로 얻은 MTF 곡선과 옛지법으로 얻은 MTF곡선이 역전되고 있다.

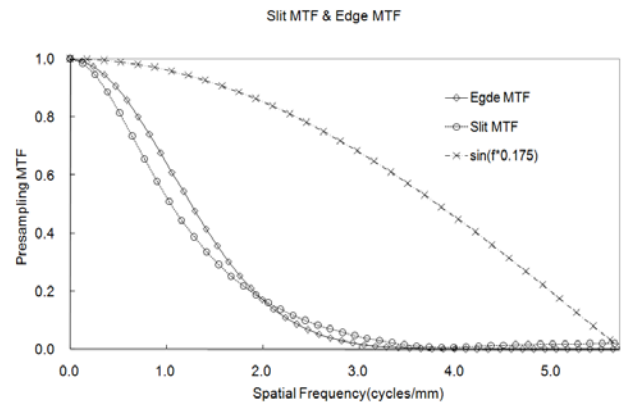


Fig. 8. MTF curve by Slit and Edge

III. 고찰

디지털영상계의 Resolution특성을 평가하기 위한 MTF 측정에 있어서 보편적으로 사용하는 방법에는 슬릿법과 옛지법이 있다. 본 실험은 Buhr 등이 제창한 옛지법에 의하여 CR REGIUS 150의 선예도 특성을 측정하였으며, 김⁴⁾ 등의 슬릿법에 의한 MTF 결과와 비교하여 옛지법의 특이성에 대하여 고찰하고자 하였다. 옛지법은 각도의 정도가 0.1° 이내로 복수의 ESF 또는 LSF를 평균화하여 프리샘플링 MTF를 보정하는 방법으로 Matlab 또는 Excel을 사용한 결과를 기술하였다.

먼저 옛지의 촬영방법은 슬릿을 촬영할 때와 같이 X선촬영시스템의 검출기 격자(Glid)에 대해서 옛지를 2~3° 경사시켜 촬영한다. 옛지상에 의한 ESF의 엘리어싱 에러를 줄이기 위한 이 방법은 옛지상의 디지털 데이터로부터 추정된 옛지 각도의 방향에 따라 1차원의 서브 픽셀의 배열로 재 투영해서 얻어진다. 이 방법들은 후지타 등이 주장하여 현재는 표준적으로 사용되고 있다.

촬영이 끝난 옛지상의 디지털 데이터는 Fig. 4와 같이 재 투영하여 임의의 서브샘플링 핏치로 합성한 ESF를 작성한다. Sami 등과 Greer 등은 정확한 옛지의 각도의 결정이나 정확한 합성 ESF 또는 합성 LSF를 작성하기 위하여 재 샘플링, 스미징, 커브핑팅 필요함을 강조하였다. 이와 같이 옛지법에서는 정확한 옛지각도의 결정과 정확한 합성 ESF, 또는 합성 LSF를 작성하는 것이 중요하다.

MTF의 계산에서는 슬릿상의 디지털 값을 상대노광량으로 변화해야 하기 때문에 디지털특성곡선이 반드시 필요하고 디지털특성곡선으로부터 얻은 회기방정식으로부터 노광량변환을 하여야 한다. 이 과정을 “선형화”라고 한다. Fig. 5에 선형화 전, 후의 Edge Spread Function을 나타내었다. 이 과정은 매우 중요하다. 이 부분을 모르거나 생략하는 경우가 많이 있으나 이 과정을 거치지 않은 데이터 처리는 선형성을 잃어 데이터로서의 가치가 약해진다^{5,6)}.

이렇게 작성된 ESF를 인접차분(미분)하여 합성 LSF를 구하기 위한 준비를 한다. 선형화 된 ESF를 미분하면 한쪽 데이터의 요동이 매우 커지기 때문에 좌, 우 중 한쪽 데이터는 버려야한다. 이렇게 얻은 반쪽 데이터를 복사하고 마주 붙여 합성 LSF를 작성한다. 이제 이 LSF를 푸리에 변환하면 MTF를 얻을 수 있다. 푸리에변환은 FFT(Fast Fourier Transform)로 하는 것이 편리하며 어느 프로그램에서나 간단히 처리할 수 있다.

Cunningham 등은 잡음의 감소가 없는 1차원의 이론 모델을 사용하여 옛지법과 슬릿법에 의한 MTF 측정결과

를 비교하였다. X선촬영시스템의 저 공간 주파수 영역의 응답은 옛지법이 높게 나타나고 고 공간주파수 영역의 응답은 슬릿법이 높게 나타난다고 보고하였다. 특히 옛지법에서는 수치미분에 의한 잡음 강조 때문에 공간주파수의 증가에 따라서 신호 대 잡음비(S/N)가 서서히 감소해 간다고 하였다⁷⁾. 본 실험에서도 같은 영상기기의 Resolution 특성을 슬릿법과 옛지법에 으로 MTF를 산출하여 비교해 본 결과 Cunningham의 보고와 완전히 일치하여 주파수 2.0 LP/mm 근방까지의 저주파수 영역에서는 옛지법이 높은 수치를 보이고 있으며 2.0 LP/mm 이상의 주파수 영역에서는 MTF값이 역전이 되어 슬릿법이 더욱 높은 값을 나타내었다. Sin wave의 MTF는 이상적인 상태를 나타낸다(Fig. 8). CR REGIUS 150(KONICA MINOLTA)의 픽셀크기는 175 μm이므로 나이키스트주파수는 $1/0.175 \times 2 = 2.85$ 가 된다. 실험결과와 같이 옛지법에 의한 MTF보정 결과는 나이키스트 주파수근방의 저 공간 주파수에서는 슬릿법에 의한 MTF보정 결과 보다 높게 나오지만, 나이키스트 주파수 이상의 고 공간 주파수에서는 옛지법에 의한 MTF보정결과 보다 슬릿법에 의한 MTF결과가 높게 나타난다. 그 이유는 고주파의 잡음이 강조되기 때문으로 사료된다. 그렇기 때문에, FPD 등의 디지털X선촬영시스템에서 나이키스트 주파수까지의 저 공간 주파수로 정의되는 DQE(detective quantum efficient)의 산출에 이용하는 MTF는 옛지법에 의하여 구하는 것으로 IEC규격에 채용되고 있다⁸⁾.

IV. 결론

Edge를 이용한 MTF커브 핏팅방법을 구현하여 슬릿법에 의한 MTF산출결과와 비교하였다.

디지털 MTF측정은 아날로그의 그것과 전혀 다르지 않으며 픽셀이 큰 데 따른 엘리어싱을 피할 수 있는 기법을 구사하는데 묘미가 있다고 할 수 있다. 이러한 처리기술의 차이 때문에 슬릿법이나 옛지법의 산출결과가 다르게 나타나는 것이라고 할 수 있다.

디지털 MTF의 정확도를 결정하는 요소로는 정확한 옛지 각도의 결정, 합성 ESF 또는 합성 LSF를 작성을 위한 재 샘플링, 스무징, 커브핑팅 등을 들 수가 있다. 이러한 방법들은 결코 정해진 한 가지 방법이 있는 것이 아니고 자신만의 다른 기법을 쓸 수도 있고 더욱 간편한 방법으로 산출할 수도 있다. 그래서 MTF의 산출에는 보정 방법이 중요한 것이다.

참 고 문 헌

1. 氏原眞代 他: 화상수학입문 107~117, 東洋書店, 1998, ISBN: 4-88595-216-6
2. 桂川茂彦: 醫用畫像情報學, 南山堂, 84~91, 2002
3. 藤田廣地: デジタルラジオグラフィの畫像評價, 日本放射線技術學會, 20~23
4. 김정민: 디지털의료영상에서 슬릿법에 의한 Modulation Transfer Function의 보정방법, 방사선기술과학, 29권3호, 133~139, 2006
5. 杜下淳次: 入出力特性, INNERVISION, 14-4, 54~59, 1999
6. 井手口忠光: 表計算ソフトExcelを用いたフリサンプリングMTFの實踐的測定法, INNERVISION, 18-11, 68~75, 1999
7. 東田善治: デジタル特性曲線の實踐的測定法, INNERVISION, 18-10, 79~83, 1999
8. International Standard IEC 62220-1: Medical Electric Equipment-characteristics of Digital X-ray Imaging Device

• Abstract

Edge Profile Correction for Modulation Transfer Function on Digital X-ray Imaging System

Jung-Min Kim

Dept. of Radiologic Science, College of Health Science, Korea university

Medical imaging zero-phase-sequence component in estimation for picture that is gotten that importance weight of digital device is increased day by day at the same time also so much important.

Special quality about resolution uses Modulation Transfer Function by representative method to evaluate sharpness on important element in image quality.

Get MTF converting slit, differentiating this making composition ESF edge method uses Excel by edge method in this study to be composition LSF get in fourier to informed measuring mean universally.

Such method is considered that can help in principle grasping of step before make Program using C language as many as Matlab.

Key Words : Digital X-ray image, Resolution, ESF, LSF, MTF, Edge Method