

X-선 필름 영상의 개선 및 경계 검출

김형경* 유의삼* 구용희** 강준길*

* 광운 대학 전자공학과 ** 인하 전문대학 전자공학과

Image Enhancement and Edge Detection of X-Ray Radiographs

H. J. Kim H. S. You Y. H. Gu J. G. Kang

* Kwang Woon Univ. ** In Ha Jr. College

ABSTRACT

X-ray filmed data converted by image digitizer were processed through the digital computer for edge detections. Sobel operator with the high-pass and the low-pass filtering of the histogram of the images were applied to this work and 3 examples were processed.

I. 서론

방사선 사진과 같은 의도용 영상에서의 물체 경계는 많은 양의 진단용 정보를 포함하고 있다. [1] 그러나, 의도용 방사선 사진은 다음과 같은 이유에서 경계를 검출하는데 어려움이 있다. [5]

- 1) 경계는 경우에 따라 확산되며,
- 2) 보통 경계의 앞 뒤에 있는 때, 조직 등에 의해 경계가 흐려진다. 또한,
- 3) 모든 경계는 Gray Level 차이가 작으며,
- 4) 경계의 특징이 경계 부분 및 환자에 따라 변화할 가능성이 있다.

그러나 이러한 이유 외에도 방사선 사진의 상태가 최적이지 아니라는 문제점을 내포하고 있다.

본 연구에서는 손(Hand) X-선 사진에 High-Pass 및 Low-Pass Filter를 각각 적용하여 필터링 한 후, Sobel 연산자로 Edge를 검출하는 실험을 통하여, 방사선 사진 영상의 컴퓨터 처리를 위해 유용한 여러 전처리 및 특징 추출 기술에 관하여 설명한다.

II. 본론

1. 방사선 사진 영상

영상 처리는 정보를 포함한 필름 상의 데이터에 크게 따른다. X-선관, 물체, 필름의 위치에 따라 그 점에서 필름에 감광 휘도가 결정되며, X-선이 신체 조직을 통과 할때 X-선의 질, 조직의 두께 또는 종류에 따라 부각음의 변화가 발생한다. 즉, 이러한 X-선 강도의 변화폭에 따라 정보가 발생하고 필름에 전달된다.

이 필름의 정보는 세분하여 대조도와 영상의 질로 나눈다. [2] 먼저, 방사선 사진 대조도는 영상화한 각 장치의 농도 차도 이루어진다. 즉, 적은 X-선 부각음이 낮아 작은 양의 X-선이 필름에 도달하고, 부각음이 높은 연부 조직을 통과 할때는 많은 양의 X-선이 필름에 작용 할 것이다.

두 번째로 방사선 사진 영상의 질은 피사체의 각 정보를 필름 상에 동일 정보로 기록 할 수 있는 필름의 능력을 말한다.

방사선 사진 재생은 결코 완전 할 수 없지만, 병암도의 변화를 정확히 인식하기 위해 부분적인 병암도 변화가 요구되는 것처럼, 우수한 방사선 사진 영상은 작은 영상 대조도까지 검출할 수 있다.

2. Low-pass Filter

일반적인 영상에서 에너지는 이웃한 화소간의 높은 공간적 상관 관계에 의해 저주파 성분에 집중되어 있는 반면 Edge나 세밀한 부분은 고주파 성분에 대부분 집중되어 있어서 저역 통과 필터로 고주파 성분을 제거할때 잡음 제거와 blurring 현상간의 상호관계를 고려해야 한다.

저역 통과 필터링은 고주파 성분속의 가산적 잡음 감소 및 승수적 잡음 감소 역할도 한다.

어떤 영상 $x(n, n)$ 에 승수적 잡음 $d(n, n)$ 이 포함되었을때 출력 영상 $y(n, n)$ 은

$$y(n, n) = x(n, n) \cdot d(n, n) \text{ ----- (1)}$$

이 된다. (1) 식의 양변에 대수 연산을 취하면

$$\log y(n, n) = \log x(n, n) + \log d(n, n) \text{ ---(2)}$$

가 되며, $\log y(n, n)$, $\log x(n, n)$, $\log d(n, n)$ 를 각각 $y'(n, n)$, $x'(n, n)$, $d'(n, n)$ 라 놓으면, 식 (2) 는

$$y'(n, n) = x'(n, n) + d'(n, n) \text{ -----(3)}$$

이 되며, 결과 영상을 보상하기 위하여 지수 연산을 취한다.

그 결과 저역 필터링된 결과 영상 $Z(n, n)$ 은

$$\begin{aligned} Z(n, n) &= y(n, n) * h(n, n) \\ &= \sum_{(k, k) \in A} h(k, k) y(n-k, n-k) \\ &= \sum_{(n-k, n-k) \in A} h(n-k, n-k) y(k, k) \text{ --(4)} \end{aligned}$$

3. High-pass Filter

고역 통과 필터링에서 질이 저하된 영상 $y(n, n)$ 은 다음 식과 같이 표현된다.

$$y(n, n) = x(n, n) * b(n, n)$$

또는

$$Y(u, w) = X(u, w) B(u, w) \text{ -----(5)}$$

여기서, $b(n, n)$ 는 Blur의 점 분포 함수이며 $B(u, w)$ 은 푸리에 변환된 함수이다. 일반적으로, $B(u, w)$ 이 저주파 특성을 갖일때 Blurring을 감소시키는 한 방법은 $Y(u, w)$ 를 고역 통과시키는 것이다.

4. Sobel 연산자

3x3 화소에서

$x-1, y-1$	$x-1, y$	$x-1, y+1$
$x, y-1$	x, y	$x, y+1$
$x+1, y-1$	$x+1, y$	$x+1, y+1$

Sobel 연산자를 식으로 나타내면,

$$\begin{aligned} G_i &= [g(x-1, y-1)+2g(x, y-1)+g(x+1, y-1)] \\ &\quad - [g(x-1, y+1)+2g(x, y+1)+g(x+1, y+1)] \\ G_j &= [g(x-1, y-1)+2g(x-1, y)+g(x-1, y+1)] \\ &\quad - [g(x+1, y-1)+2g(x+1, y)+g(x+1, y+1)] \end{aligned}$$

점 (x, y) 에서의 Gradient은

$$G = [G_i + G_j]$$

혹은

$$G = |G_i| + |G_j|$$

여기서 $g(x-1, y-1)$, $g(x-1, y)$, ..., $g(x+1, y+1)$ 는 각 화소의 Gray Level 값이며, 위 식에서 구한 G 값을 Thresholding 하여 경계점을 구한다. Sobel 연산은 비교적 간단하고 처리 시간이 짧지만, 경계선이 다른 연산 결과보다 두터운 단점이 있다.

5. Thresholding 기법

배경으로부터 물체를 추출하기 위하여 영상의 일부에서 임계치를 결정하기 위한 여러 기술이 제안되어왔다. [6]

만일 영상에서 물체에 의해 발생한 영역의 비율을 알고 있다면 영상 점의 적당한 값에서 임계치를 구할수 있다. 예를 들어, Gray Level 히스토그램 상에서 이들 영역 (어두운 부분과 밝은 부분)에 대응하는 두 최대값 사이에 최소값이 존재할 것이며, 이 최소값에서 임계치로 분할 할수 있다. 하지만 이러한 방법의 단점은 물체가 영상의 많은 부분을 혹은 그 반대로 너무 작은 부분으로 나타

남때, 두 최대값의 크기에는 큰 차이가 발생하며, 최소값의 위치가 변화한다. 본 연구에서는 적절한 임계치를 구하기 위하여 각 데이터 구간의 히스토그램을 구해 Thresholding하는 실험을 보았다. 원화상의 히스토그램은 그림 1과 같다.

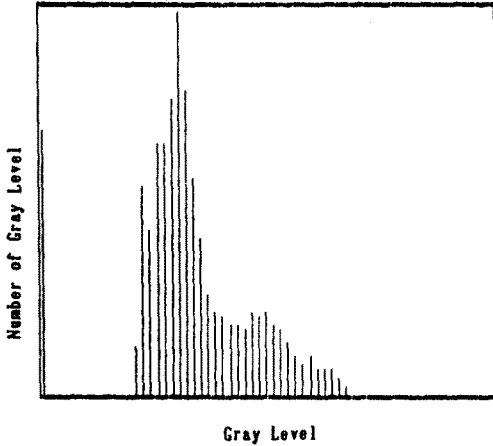


그림 1. 원 화상의 히스토그램.

III. 실험 및 고찰

X-선 사진을 CCTV로 계수화하여 Televideo AT로 필터링 및 연산 처리를 통하여 X-Ray 사진의 Edge 검출을 시도하였다. 이론에서 고찰한 바와같이 고역 통과시킨 영상(그림 2)은 Edge나 세밀한 부분과 Gray-Level에서 급격히 변화하는 부분을 포함하는 고주파 성분만을 통과시키기 때문에 영상의 국부 대조도를 증가시키고 영상을 Sharp 하게 할 뿐 아니라, blurring 현상을 감소시킨다.

그림 3은 그림 2의 히스토그램이고, 그림 3에 따라 적절한 임계치 값 26에서 thresholding 하였다. 이와는 반대로, 그림 4에 나타난 저역 통과 필터링 결과에서는 화소간의 공간적 상관 관계는 높지만 blurring 현상을 감소시킨다. 그림 4의 히스토그램은 그림 5이다. (임계치=26) 그림 6은 Sobel 연산자를 사용한 X-선 사진의 경계 검출 결과이며, 그림 7은 High-pass 필터를 통과시킨 후 Sobel 연산자를 적용하여 경계를 검출한 결과이다. 필터만을 통과시킨 혹은 연산자만을 적용한 앞의 결과와 비교해 볼때 개선된 결과를 보여준다.



그림 2. HPF 처리 결과.

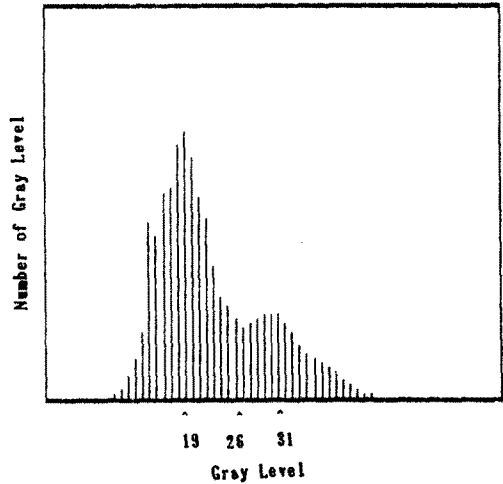


그림 3. HPF 처리 후의 Gray-Level 분포 상태.

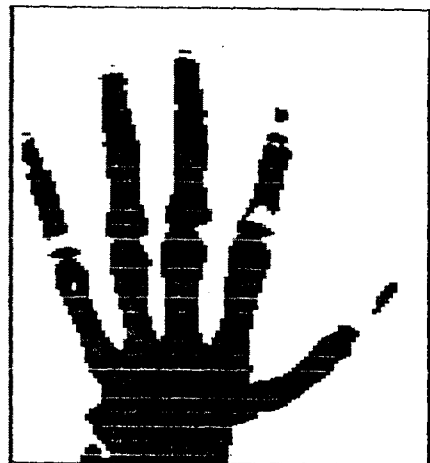


그림 4. LPF 처리 결과.

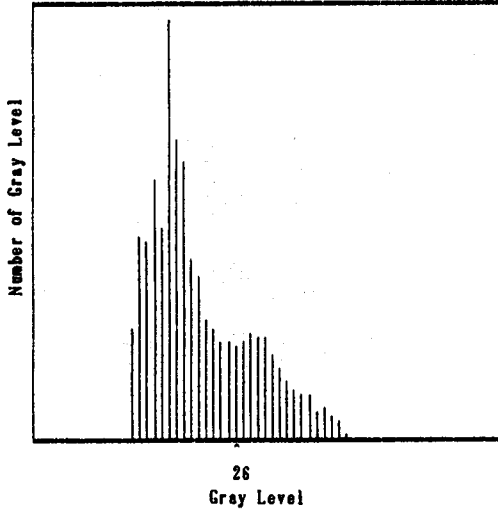


그림 5. LPF 처리 후의 Gray-Level 분포 상태.

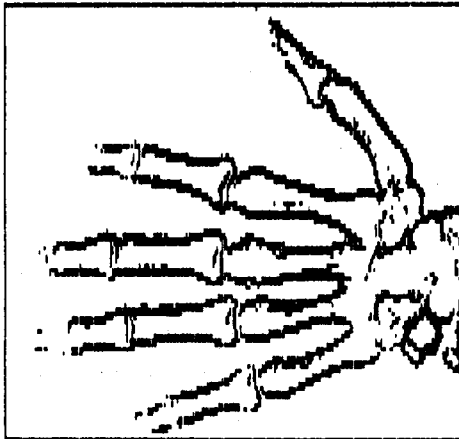


그림 7. High-Pass 필터 후 Sobel 연산을 이용한 경계 검출.

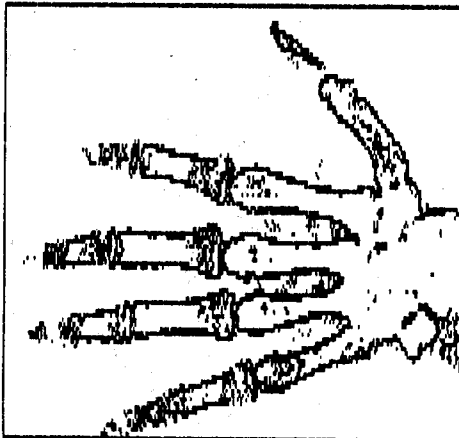


그림 6. Sobel 연산자를 사용한 X-선 방사선 사진의 경계 검출.

IV. 결 론

본 연구에서는 화상 처리의 기초가 되는 경계 검출에 관하여 논하였으며, 임계치에 따라 필터 처리 영상의 결과에 큰 차이가 나타남을 확인 하였다.

그러나, 두 최대값과 그 사이에 최소값을 갖지않는 히스토그램 상에서의 임계치 결정에 대해서는 이에 대한 여러 알고리즘들이 소개되고 있지만, 앞으로도 계속적인 연구가 필요하리라 본다.

참고 문헌

- [1] E. L. Hall, 'A Survey of Processing and Feature Extraction Technique for Radiographic Images', IEEE Trans. Computer, Vol. C-20, PP1052-1044, September 1971.
- [2] D. A. B. Lindberg & P. L. Reicherts, 'Lecture Notes in Medical Informatics', Springer-Verlag, 1982, PP112-121.
- [3] A. C. Bovik, T. S. Huang & D. C. Munson, Jr., 'The Effect of Median Filtering on Edge Estimation and Detection', IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. PAMI-9 No. 2 March 1987.
- [4] V. Torre & T. A. Poggio, 'On Edge Detection', IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. PAMI-8 No. 2 March 1986.
- [5] K. Preston, Jr. & M. Onoo, 'Digital Processing of Biological Images', Plenum Press, 1976.
- [6] J. S. Weszka, R. N. Nagel & A. Rosenfield, 'A Threshold Selection Technique', IEEE Trans. on Computer, December 1974, PP1322-1326.