

신경회로망을 이용한 흉부 X-선 간접촬영에서의 병변검출

이 후민\*, 윤 광호, 김 상훈, 남 문현  
 동남보건대학 방사선과\* 건국대학교 전기공학과

Detection of Abnormal Regions Neural-Network In Chest Photofluorography

Hoo Min Lee\*, Kwang Ho Yun, Sang Hoon Kim, Moon Hyun Nam  
 Department of Radiotechnology Dongnam Health College\*  
 Department of Electrical Engineering Kon-Kuk University

**Abstract** - In this paper, we have developed an automated computer aided diagnostic (CAD) scheme by using artificial neural networks(ANN) on quantitative analysis of chest photofluorography. The first ANN performs the detection of suspicious regions in a low resolution image. This was trained specifically on the problem of detecting abnormal regions digitized chest photofluorography. The second space matching method was used to distinguish between normal and abnormal regions of interest(ROI). If the ratio of the number of abnormal ROI to the total number of all ROI in a chest image was greater than a specified threshold level, the image was classified as abnormal.

의 위치에 따라 그 밝기와 대조도(contrast)가 매우 다양하게 나타나기 때문에 전체적으로 영상의 품질을 향상시키기 위하여 다층신경회로망을 이용한 영상등화 기법을 사용하였으며[4] 이러한 영상을 9×9의 형태로 영역을 나누어 히스토그램을 이용하여 히스토그램의 평균값을 무게중심법을 사용하여 구하여 전문의가 판독한 정상인의 영상과 비교하여 두 영상의 오차로 병변으로 의심이 되는 부위를 검출하였다[5].

1. 서 론

근래에 들어 의료분야에서 영상처리에 의한 디지털화가 가속화되고 있으며 흉부 X-선 촬영에 있어서도 디지털화는 많은 연구가 진행되고 있다. 흉부촬영에 있어서 방사선을 이용한 X-선 촬영에는 크게 직접촬영과 간접촬영 방법이 있으며 직접촬영의 방법은 필름이 실물크기와 유사하므로 방사선 전문의로부터 판독이 용이하며 간접촬영은 집단검진에서 카메라를 이용한 간접촬영을 하기 때문에 현상된 필름이 실물크기보다 작고 흉부 필름의 영상이 다소 떨어질 수도 있고 집단검진에서 사용하기 때문에 많은 양의 필름을 얻게 된다.

또한 간접촬영에서 얻은 흉부 X-선 영상의 화질의 저하로 인해 병변진단시에 병변이 작고 미세한 경우에는 병변검출이 어려우며 또한, 집단검진에 사용하기 때문에 발생하는 다량의 필름을 전문의가 판독시에 발생할 수 있는 오차 등이 문제점으로 발생할 수 있다[1].

본 논문에서는 흉부 X-선 간접촬영에서 발생하는 이러한 문제점을 개선하기 위해 먼저 흉부 X-선 간접촬영에서 얻은 영상을 평상형 스캐너를 통해 디지털화(A/D 변환)를 수행하였으며 또한 입력 영상의 데이터가 큰 용량이기 때문에 영상을 디지털화할 때 짧은 시간처리가 가능하도록 영상을 256×256형태의 영상으로 변환하였다[2].

이러한 영상 중 X-선 필름관리 중에 발생하는 스크래치와 디지털화 과정에서 발생하는 노이즈를 제거하기 위하여 비선형 메디안 필터를 사용하여 노이즈 제거과정에서 생기는 병변의 손해를 최소화하였다[3].

또한 X-선 흉부영상은 방사선의 투과량 및 촬영대상자

2. 본 론

2.1 시스템 구성도

본 논문에서 제안한 흉부 X-선 간접촬영에서의 병변검출을 위한 시스템은 그림 1과 같다.

여기에서는 크게 전처리과정으로 디지털화 및 샘플링과 신경회로망을 이용한 영상등화기기로 구성되며 이러한 전처리과정을 거친 후 히스토그램의 평균값을 이용하여 공간매칭법에 의해 병변을 검출하게 된다.

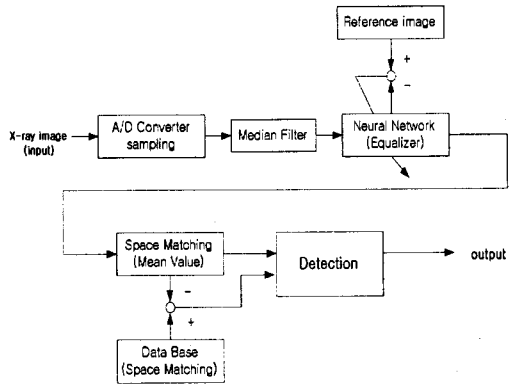


그림 1. 시스템 구성도

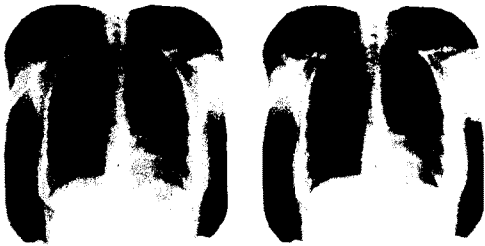
2.2 영상의 디지털화 및 샘플링

연속적인 형태로 되어 있는 영상을 디지털형태로 변환하기 위해서는 디지털라이저가 필요하며 본 논문에서는 일반적으로 사진을 영상화하는데 가장 대중적인 평상형 스캐너를 이용하여 흉부 X-선 영상을 디지털화하였다. 흉부 X-선 필름을 스캐너에 의해 디지털화 과정을 거칠 때 샘플링이 동시에 이루어지게 하여 병변검출시간을 줄이고 데이터의 용량을 줄일 수 있는 256×256영상으로 디지털화하여

샘플링 과정에서 생기는 문제점을 최소로 하였다.

### 2.3 비선형 매디안 필터링

흉부 X-선 영상 중 필름관리 중에 발생하는 스크래칭이나 스케너를 통해 디지털 영상화하는 중에 발생하는 노이즈를 제거하기 위해 일반적으로 임펄스 잡음제거에 우수하고 에지(edge) 정보가 보존되는 매디안 필터를 사용하여, 노이즈를 제거하였다. 이 방법은 면적을 3×3 영역으로 나누어 농도의 평균값을 중앙의 화소농도에 대치하는 방법으로 3×3 영역내의 9화소를 농도가 높은 순으로(오름차순) 정렬하여 그 중앙, 5번째 화소의 농도를 중심위치의 농도값으로 정하는 방법이다. 그림 2는 매디안 필터를 이용하여 영상을 필터링한 경우를 나타내고 있다.



(a) 원화상 (b) 매디안 필터  
그림 2. 매디안 필터링에 의한 화상 비교

### 2.4 신경회로망을 이용한 영상등화

흉부 X-선 필름은 방사선의 투과량 등 여러 조건에 의해 밝기와 대조가 매우 다양화되기 때문에 각 필름의 대조도와 밝기는 차이가 발생할 수 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위해서 본 논문에서는 신경회로망을 이용한 영상등화 기법을 사용하였다고 결과를 그림 3에 나타내었다. 먼저 방사선 전문의의 도움을 받아 가장 적당한 필름들을 기준 영상으로 정하고, 이 영상을 데이터와 하여 실제 촬영한 X-선 흉부 영상과 비교하여 명도와 대조도를 조정하였다. 신경회로망은 다음의 그림과 같이 입력층은 2개, 은닉층은 5개, 출력층은 1개인 다층 신경회로망으로 구성하였고, 그림 4에 나타내었다.



(a) 원 영상 (b) 등화기 영상  
그림 3. 신경회로망을 이용한 영상등화기

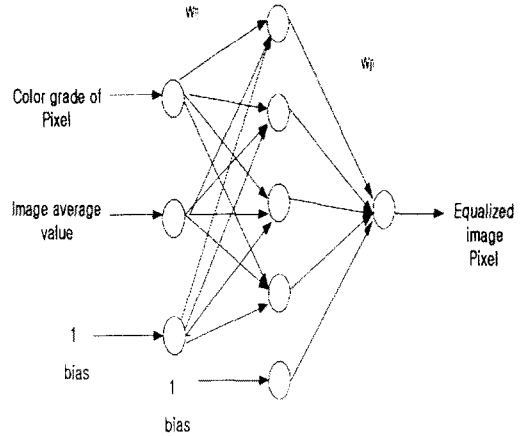


그림 4. 신경회로망을 이용한 영상 등화

신경회로망은 오류 역전파 알고리즘에 의해 학습되었으며 오차 역전달 학습알고리즘은 입력패턴  $a_i$ 가 신경회로망에 입력되어 전향전달(forward propagation)되면 각 단자의 활성화값 식 (2.1)와 같이 미분가능, 비감소 활성화 함수(sigmoid function) 의해 결정된다.

$$F(net) = \frac{1}{(1 + \exp(-net))} \quad (2.1)$$

여기서

$a_i$  : 단자 입력(input)

$w_{ji}$  : 은닉층(hidden layer)에서 입력층(input layer)으로의 가중치

$w_{ji(new)}$  : 새로운 은닉층에서 입력층으로의 가중치

$w_{ji(old)}$  : 전단계의 은닉층에서 입력층으로의 가중치

$w_{jk}$  : 은닉층에서 출력층(output layer)으로의 가중치

$w_{jk(new)}$  : 새로운 은닉층에서 출력층으로의 가중치

$w_{jk(old)}$  : 전단계의 은닉층에서 출력층으로의 가중치

$net_{ji}$  : 입력과 가중치  $w_{ji}$ 와의 곱의 합

$net_{jk}$  : 은닉층에서 시그모이드함수에 의한 값과

가중치  $w_{jk}$ 와의 곱의 합

$F(net_{ji}), F(net_{jk})$  : 시그모이드 함수

$O_k$  : 출력값

$t_k$  : 출력층에서의 목표값

$e_k$  : 출력층에서의 오차(error)

입력층에서 은닉층으로의  $net_{ji}$  값은

$$net_{ji} = \sum_{i=0}^N w_{ji} a_i \quad (N: \text{은닉층의 개수}) \quad (2.2)$$

은닉층에서의 시그모이드함수  $F(net_{ji})$ 에 의한 값은

$$F(net_{ji}) = H_j \quad (2.3)$$

은닉층에서 출력층으로의  $net_{jk}$  값은

$$net_{jk} = \sum_{j=0}^N w_{jk} H_j \quad (N: \text{은닉층의 계수}) \quad (2.4)$$

출력층에서의 시그모이드 함수  $F(net_{jk})$ 에 의한 값은

$$F(net_{jk}) = O_k$$

출력층에서의 델타 ( $\delta$ ) 값은

$$\begin{aligned} \delta_k &= F'(net_{jk})(t_k - O_k) \\ &= F'(net_{jk})w_{jk}e_k \end{aligned} \quad (2.5)$$

은닉층에서의 델타 ( $\delta$ ) 값은

$$\delta_j = F'(net_{jk})w_{jk}\delta_k \quad (2.6)$$

이 델타값을 이용하여 연결가중치를 조절하는 식은 다음과 같다.

은닉층에서 입력층으로의 새로운 가중치

$$w_{ji(new)} = w_{ji} + \Delta w_{ji} \quad (2.7)$$

$$\Delta w_{ji} = \eta \delta_j a_i + \alpha (w_{ji} - w_{ji(old)}) \quad (2.8)$$

은닉층에서 출력층으로의 새로운 가중치

$$w_{jk(new)} = w_{jk} + \Delta w_{jk} \quad (2.9)$$

$$\Delta w_{jk} = \eta \delta_k O_k + \alpha (w_{jk} - w_{jk(old)}) \quad (2.10)$$

이때  $\eta$ 는 학습율을 나타내며  $0 < \eta < 1$ ,  $\alpha$ 는 모멘텀 계수로  $0 < \alpha < 1$ 이다.

## 2.5 병변검출

본 논문에서는 흉부 X-선 영상에서 병변을 검출하기 위해서 신경회로망을 이용한 영상등화기에 의해 출력된 영상을  $9 \times 9$ 의 형태로 영역분할을 시행하여 그 영역의 히스토그램의 명세화를 사용하여 명암의 평균치를 이용하여 병변을 검출하게 된다.

먼저 전문의로부터 정상으로 판정된 사람들의 영상을  $9 \times 9$ 의 형태로 영역분할을 시행하여 그 영역의 히스토그램 명암의 평균치를 데이터화하여 데이터베이스(Data Base)에 저장하고 실제 신경회로망을 이용한 영상등화기에 의해 출력된 영상의 히스토그램 명암의 평균치와 비교하여 그 오차를 이용해 병변을 검출하게 된다.

여기서 데이터 베이스에는 일반적으로 정상인이라고 하지만 각기 신체지수 및 흉부크기에 따라 데이터가 다를 수 있으므로 50가지 정도의 데이터를 기준값으로 정하여 저장하게 된다.

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 4 | 4 | 3 | 3 |
| 4 | 4 | 3 | 3 |
| 4 | 1 | 2 | 3 |
| 0 | 1 | 2 | 3 |

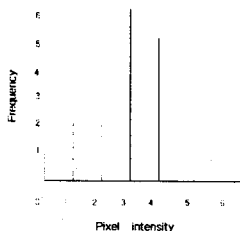


그림 5. 샘플영상 및 히스토그램의 예

본 논문에서는 영역분할한 히스토그램 명암의 평균을 구하기 위해 히스토그램의 평균치를 무게중심법(center of gravity)을 사용하여 구하게 되며 다음 식 (2.11)과 같다.

$$u_0 = \frac{\sum_{j=1}^n \mu(u_j) \cdot u_j}{\mu(u_j)} \quad (2.11)$$

여기서,  $u_0$ : 히스토그램 영상의 평균값

$\mu(u_j)$ : 명암의 빈도수

$u_j$ : 히스토그램에서 나타난 명암의 Pixel 수

이렇게 구한 평균치를 전문의가 정상으로 나타낸 사람들의 평균치를 기준입력으로 하여 실제출력과의 오차를 이용해 병변이 있는 부위를 검출하게 된다.

여기서, 오차는 식(2.12)과 같이 나타낼 수 있다.

$$e = ref(image) - real(image) \quad (2.12)$$

기준입력과 실제출력간의 오차가  $\pm 5(\%)$ 이내이면 정상으로 판독할 수 있으며 오차가  $\pm 5(\%)$ 를 넘으면 병변으로 인식하여 병변이 발생한 부위를 나타내게 된다.

## 3. 결 론

본 논문에서 제안한 흉부 X-선 간접촬영에서의 병변검출 시스템은 영상을 디지털화하여 데이터 베이스에 저장할 수 있어 필름 보관과 디스플레이의 문제점 및 화질을 개선하였으며 기존의 병변검출 시스템 보다 더욱 정확하게 병변을 검출할 수 있으며 병변으로 의심이 되는 부위를 보다 쉽게 검출할 수 있었다.

앞으로의 연구방향은 흉부 X-선 간접촬영에서 얻어진 다량의 영상데이터를 컴퓨터에 의해 자동 검출함으로써 판독 전문의의 1차 스크리닝을 대신할 수 있는 기능으로 좀더 정확도를 높이는 것이며, 영상의 시각평가 방법인 ROC(Receiver Operating Curve)분석을 통하여 검증하는 것이다.

## [참 고 문 헌]

- [1] 허 준, "X-선 기술원론", 고문사, 1984
- [2] 최영일 외 2인, "영상처리 이론과 실제", 홍릉과학출판사, pp 29-53, 1997
- [3] N.C. Gallagher, G.L.wise, "A Theoretical Analysis of the properties of Median Filters" IEEE Trans. Assp, vol, Assp-29, No. 6 Dec, 1980
- [4] Maureen Caudill, Charles Butler, "Understanding Neural Networks", The MIT press, pp. 3-8, 1992
- [5] H. Takagi, "Fusion Technology of Fuzzy Theory and Neural Networks Survey and Future Direction" Proc. International Conference on Fuzzy Logic & Neural Networks, pp.13-26, 1990