

# 흉부 X선 영상에 있어서 폐 종류 음영의 검출

\*김응규, 이도겸

한밭대학교 정보통신·컴퓨터공학부, 한밭대학교 정보통신전문대학원

e-mail : kimeung@hanbat.ac.kr, shlee1127@naver.com

## Detection of Pulmonary Nodules' Shadow on Chest X-ray Image

\*Eung-Kyeu Kim, Do-Kyeom Lee

\*Division of Infor. Commu. & Computer Eng., Hanbat Nat'l University  
Graduate School of Infor. Commun., Hanbat Nat'l University

### Abstract

The purpose of this study is prove the effectiveness of an energy subtraction image for the detection of pulmonary nodules and the effectiveness of multi-resolutional filter on an energy subtraction image to detect pulmonary nodules. Also we study influential factors to the accuracy of detection of pulmonary nodules from viewpoints of types of images, types of digital filters and types of evaluation methods. As one type of images, we select an energy subtraction image, which removes bones such as ribs from the conventional X-ray image by utilizing the difference of X-ray absorption ratios at different energy between bones and soft tissue. Here we select two evaluation methods and make clear the effectiveness of multi-resolutional filter on an energy subtraction image.

### I. 서론

흉부 X선 영상으로부터 폐 종류 음영(nodules' shadow)의 자동검출에 대한 시도는 매우 오래전부터 행해져 왔다[1]. 종류의 검출에 있어서 문제가 되는 것은 늑골과 혈관 및 이들의 교차부분에서의 오검출로, 이들을 억제하기 위한 여러 가지 개선방법이 검토되어

왔다[2,3]. 한편, 골부 영역과 연부조직에서 X선 투과량의 차이를 이용해서 골부 영역을 제거한 X선 영상을 얻는 에너지 차분법을 이용하면 활상단계에서 오검출의 원인이 되는 늑골을 제거할 수 있다[4]. 에너지 X선 차분영상을 이용한 경우, 전문의의 진단에 의한 임상적인 유용성에 관해서는 이미 발표된 몇가지 연구들이 있다[5,6]. 또한, 종류음영 검출을 위한 에너지 차분 X선 영상의 이용을 전제 조건으로 한 다중해상도 필터를 제안한 연구가 있다[8]. 이 때 문제가 된 것은 필터의 성능 평가 방법으로, 못보고 빠뜨린 비율과 잘못된 비율의 쌍방을 최소한 억제 가능한지의 여부가 평가의 척도가 될 수 있다. 흉부 X선 영상을 입력해서 필터처리 후, 여러 가지 판단을 통해서 최종적으로, 입력영상에 폐 종류 음영이 포함되었는지의 여부를 결정할 종합적인 시스템을 고려한 경우, 못보고 빠뜨린 비율과 잘못된 비율의 정의는 비교적 용이하다. 그러나, 종합적인 시스템의 전처리로서 이용되거나, 혹은 전문의의 보조 도구로서의 이용을 고려한 경우, 못보고 빠뜨린 비율과 잘못된 비율의 정의는 반드시 용이하다고 단언할 수는 없다. 이러한 관점에서 필터의 평가 기준을 재검토함으로써, 예측을 통해 훌륭히 필터의 평가를 행할 수 있는 방법을 마련하여, 이전에 제안된 다중해상도 필터 혹은 그외의 필터와 관련하여 그 기준에 기초한 평가를 행한다

## II. 성능평가기준

### 2.1 실험데이터 및 라플라시안-가우시안 필터

평가실험은 가우시안·라플라시안  $\nabla^2 G$  필터에 관해서 행하며, 문턱값 처리까지 포함한  $\nabla^2 G$  필터처리는 다음 식으로 나타낸다.

$$T\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}\right)G(x, y; \sigma) * f(x, y), t \quad (1)$$

여기에서,  $f(x, y)$ 는 입력영상,  $h(x, y; \sigma, t)$ 는 음영검출 결과로, 음영으로서 검출된 영역의 화소 값은 1, 그외는 0이 되는 2치화 영상이다.

### 2.2 면적률 및 개수에 의한 평가

선행 연구에 의하면 림 1의 잘못된 비율인  $F_p$ 과 못보고 빠뜨린 비율인  $F_n$ 을 면적률에 기초하여 계산하고 있다[3].

$$F_p = \frac{(S_F - S_S)}{(S_L - S_C)} \quad (2)$$

$$F_n = \frac{S_C - S_S}{S_C} = 1 - \frac{S_S}{S_C} = 1 - T_P \quad (3)$$

이상의 정의에 기초해서  $\nabla^2 G$  필터를 이용한 경우의 ROC 곡선을 계산하였다.

개수율에 의한 평가에 있어서 진단의 입장에서 보면, 검출한 종류의 면적보다도 각각의 종류가 검출되었는지의 여부가 중요하다.

$$1 - \frac{\text{정확하게 검출한 개수}}{\text{총 종류개수}} \quad (4)$$

$$F_p' = 1 - \frac{\text{오 검출한 개수}}{\text{총 종류개수}} \quad (5)$$

### 2.3 평가방법의 정식화

필터의 역할은 전문의의 진단 보조 혹은 종합시스템의 구성요소에 있어서도 후보 영역의 추출이고, 이 시점에서 못보고 빠뜨리는 것이 있다면 후속처리에서의 회복은 불가능하다. 따라서, 평가기준으로서 우선, 못보고 빠뜨리는 것을 최대한 억제하는 일이 절대조건이다. 여러가지 고찰로부터 필터의 평가척도로서 개수율의 제약조건인 즉, 거의 100%를 만족한 후에 다음과 같은 척도를 제안한다.

첫째, 잘못된 영역 개수는 가능한 적은 것이 좋다.

둘째, 잘못된 면적률  $F_p$ 는 가능한 작은 것이 좋으며, 경험적으로 0.1 이하가 바람직하다.

셋째, 못보고 빠뜨린 면적률  $F_n$ 은 가능한 작은 것이 좋다. 즉,  $T_p$ 는 가능한 큰 것이 좋으며, 경험적으로 0.5 이상이 바람직하다.

## III. 다중해상도 필터의 평가

우선, 2장에서 기술한 면적률에 의한 ROC 곡선 및 개수율에 의한 ROC 곡선을 그림 8과 그림 9에 나타낸다. 각각 단일해상도의  $\nabla^2 G$  필터에 있어서, 가장 양호한 특성을 나타낸 해상도의 ROC 곡선과 겹쳐 표시하고 있다. 면적률의 ROC 곡선에서 다중해상도 필터는  $\sigma = 2^{7/2}$ 의 단일해상도 필터에 비해 열악하지만, 가장 중요한  $F_p < 0.1$ 의 구간에서는 큰 차이가 없다. 또한, 못보고 빠뜨린 개수율의 ROC에서는 거의 차이가 없다. 다음으로, 표2에 2장의 평가방법을 적용한 결과를 나타낸다. 모든 종류 음영을 검출한 최고의 문턱값 및 그것보다 약간 낮은 문턱값에 대해서 각 평가항목의 값을 나타내고 있다.

## IV. 결론

본 연구에서는 흉부 단순 X선 영상으로부터 폐 종류 음영 검출필터의 성능평가기준에 관해서 검토하였고, 전문의의 진단보조 혹은 종합자동진단시스템의 구성요소로서 필터의 역할을 고려한 후, 구체적인 성능평가 절차를 제안했다. 이 평가 절차에 따라, 이전에 개발된 다중해상도  $\nabla^2 G$  필터의 성능을 평가하고, 단일해상도  $\nabla^2 G$  필터와의 비교를 통해 그 성능이 우수함을 확인하였다. 하지만, 다중해상도 필터는 종류 음영에 관해서 화질면에서 시각적으로 확인가능한 범위가 한정되어 있어 이에 대한 검토가 이루어져야 할 것이다.

## 참고문헌

- [3] A. Shimizu, J. Hasegawa and J. Toriwaki et al, "Minimum Directional Difference Filter for Extraction of Circumscribed Shadows in Chest X-ray Images and Its characteristics", The Transactions of The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, Vol. J76-D-II, No.2, pp.241-249, 1993
- [6] D. Wei, HP. Chan, N. Petrick et al, "False-positive reduction technique for detection of masses on digital mammograms: Global and local multiresolution texture analysis", Med. Phys. Vol.24, pp.903-914, 1997
- [8] DS. Paik, CF. Beaulien, GD. Rubin et al, "Surface normal overlap: A computer-aided detection algorithm with application to colonic polyps and lung nodules in helical CT, IEEE Trans.Med. Imaging, Vol.23, pp.661-675, 2004