

CT영상에서 폐암 인식을 위한 전처리 기법

박상철*, 김수형*, 이귀상*, 홍성훈**
전남대학교 전산학과*, 전남대학교 전자정보통신공학과**
e-mail:sanchun@chonnam.ac.kr

A Preprocessing Method for Pulmonary Nodule Detection from CT Images

Sang-Cheol Park*, Soo-Hyung Kim*, Guee-Sang Lee*,
Sung-Hoon Hong**

Dept. of Computer Science, Chonnam National University*
Dept. of Electronics & Information Communication, Chonnam
National University**

요 약

CT 영상에서 폐암 추출을 위한 컴퓨터지원진단시스템(CAD)에서 전처리 시스템은 매우 중요한 역할을 담당한다. 본 논문에서는 CT 영상에서 폐암 추출을 위한 전처리 기법을 소개한다. CT 영상에서 폐 영역 추출 과정에서 가장 먼저 수행되는 이진화를 위해 k-means 클러스터링 알고리즘을 이용하고, 비관심 영역 제거 방법으로 연결요소를 분석하고, 이진화 과정에서 발생한 폐 외곽 분실을 재구성하기 위해 Rolling Ball 알고리즘을 수행한다. 또한 분할된 폐 영역에서 폐암 후보자를 선출하기 위해 분할과정에서 수행하였던 이진화 방법을 폐 영역에 다시 한번 적용하고 잡음제거를 위해 모폴러지 기법을 사용한 전처리 기법을 제안한다.

1. 서론

폐는 심장, 대동맥, 흉막과 같은 매우 중요한 장기에 인접하고 있어 폐암이 이러한 장기에 가까운 곳에서 발생하면 발생초기라도 수술을 하지 못하는 경우가 많다. 또 폐암은 다른 암에 비해 항암제나 방사선치료가 잘 듣지 않는다. 미국의 통계에 의하면 대장암 63%, 전립선암 90%, 유방암 86%의 완치율(5년 생존률)을 보였으나 폐암은 14%로 완치율이 낮다[1].

컴퓨터 단층촬영(CT)은 폐암을 효율적으로 발견할 수 있는 장치로서 일반적인 정기 검진 시 컴퓨터 단층촬영장치 사용이 증가하고 있다. 일반적으로 한대의 CT 장치로부터 하루에 약 60명 환자의 영상을 획득할 수 있고, 30cm 폐를 1mm 간격으로 단층 촬영하였을 경우 한 환자 당 약 300장의 영상을 획득할 수 있다. 따라서 한 대의 CT 장치로부터 하루 약 18,000장의 영상을 획득하게 된다. 이렇듯 많은 양의

영상 데이터에서 방사선과 의사들이 폐암의 위치를 찾아내는 일이란 단순하지만 힘든 작업임에 틀림없다. 또한, 촬영된 폐 영상에서 방사선과 의사들에 의해 폐암이 폐암으로 진단되지 못할 확률이 30%에 이르는 현실을 고려하여 볼 때 자동으로 CT 영상에서 폐암을 추출하고 체적계산 등을 수행하는 컴퓨터 지원진단시스템(CAD) 개발의 의미는 크다.

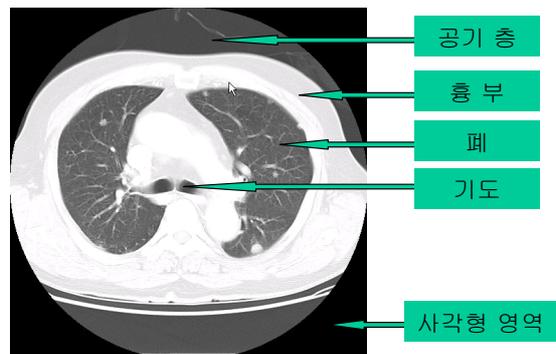


그림 1 폐의 구성

본 논문에서는 CT 영상에서 폐암 추출을 위한 전처리 과정으로써 폐 영역의 분할과 폐암 후보 선출을 위한 효과적인 방법을 제안한다. 폐 영역을 분할하기 위해 k-means 클러스터링 알고리즘 이용한 이진화 방법과 연결요소를 이용한 비 관심 영역 제거와 Rolling Ball 알고리즘을 이용하여 손실된 폐 경계를 복원하고, 분할된 폐 영역에서 폐암 후보자를 선출하기 위해 k-means 알고리즘을 이용한 이진화 방법을 사용하며 잡영 제거를 위해 모폴로지 기법을 적용한 전처리 기법을 제안한다.

2. 폐 분할

CT 영상의 폐 영역을 분할하기 위한 임계값은 실험적으로 특정 값을 설정할 수 있으나, 시스템이 장치에 의존되는 문제점을 안고 있다 따라서 장치에 독립적이며 적응적인 이진화 방법이 요구된다

폐 CT 영상은 크게 세 가지 영역으로 구분된다. 첫째, CT 영상에서 의미없는 사각형 영역, 둘째, 폐와 흉부를 싸고 있는 공기층, 셋째, 폐를 둘러싸고 있는 흉부로 구분된다. 따라서 임계값은 명암도가 가장 높은 세 번째와 두 번째 클러스터의 경계점이 된다. 이는 k 값이 3인 k-means 알고리즘을 이용하여 그 경계를 결정할 수 있다[2].



그림 2 히스토그램

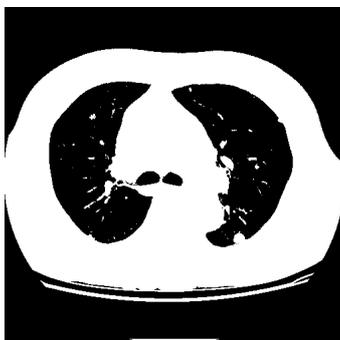


그림 3 이진화 영상

그림 3에서 흰색 연결 성분(connected component)중 가장 큰 것은 흉부에 해당하고 폐 안쪽에 작은 흰색 연결성분들은 혈관 또는 폐암 등으로

구성된다. 폐 분할을 쉽게 하기 위해서 흉부에 해당하는 연결성분만을 남기고 나머지 작은 연결성분들은 채우기 연산으로 모두 제거한다. 제거된 영상에서 검은색 연결 성분 중 입력 CT 영상의 넓이와 같은 성분을 제거한다(그림 4).

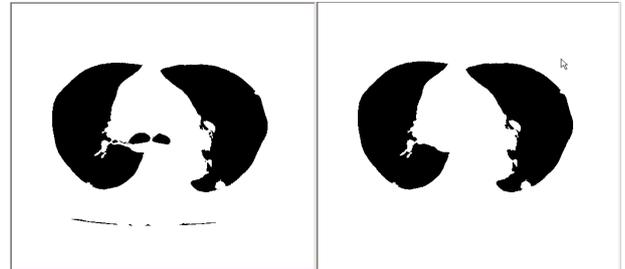


그림 4

그림 5

흉부 외곽이 제거된 영상

분할된 폐 영역 영상

나머지 검은 연결 성분 중 가장 큰 두 개의 연결 성분은 폐에 해당되기 때문에 이들을 남기고[3] 나머지 성분들을 제거하여 폐 영역을 분할한다(그림 5).

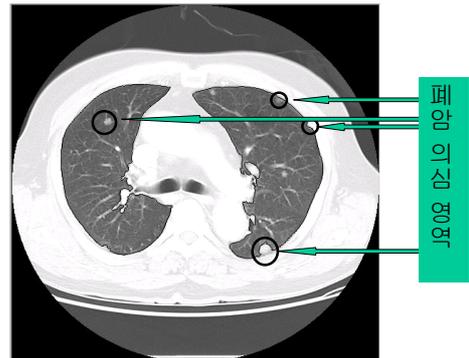


그림 6 폐암 의심 영역

대부분의 폐암은 폐의 외곽에 존재한다. 그런데 이진화의 과정에서 그림 6처럼 폐 외곽의 폐암 영역들이 잘려 나간다. 이를 해결하기 위해 rolling ball 알고리즘[4][5][6]을 이용하여 이를 보완한다.

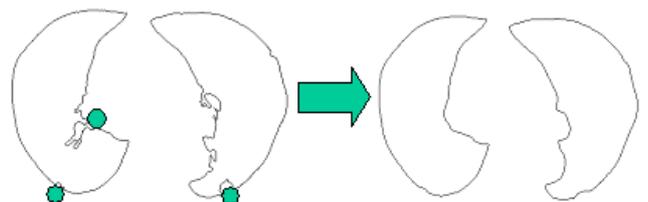


그림 7 Rolling Ball 알고리즘 적용

이 알고리즘은 폐의 경계를 따라 미리 정의된 공

을 굴러가면서 공의 면이 두 지점(글짜기의 두 시작점)에 동시에 닿게 되면 이 두 점을 연결하여 새로운 경계선을 만든다. 새로운 경계 때문에 만들어진 폐 영역 안쪽의 연결성분을 채우기 연산으로 제거한다.



그림 8 추출된 폐 영역

3. 폐암 후보자 추출

CT 영상으로부터 분할된 폐 영역에서 폐암의 후보를 추출하기 위해 k 값이 3인 k-means 알고리즘을 이용하여 다시 한번 이진화를 수행한다.

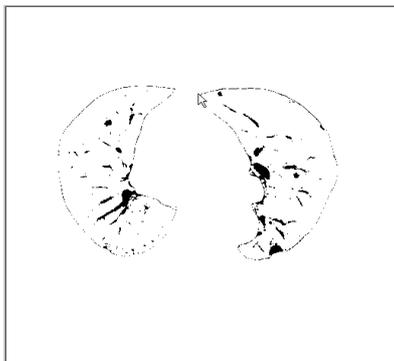


그림 9 폐 영역의 이진화 영상

Rolling Ball 알고리즘을 적용하여 생긴 폐 외곽의 기다란 잡영과 이진화 과정에서 생긴 잡영을 제거하기 위해 3X3 다이아몬드 모양의 구성요소로 모폴로지 오프닝을 수행한다[7].

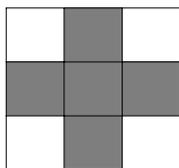


그림 10 모폴로지 오프닝에 사용된 구성요소

모폴러지 연산 후에도 폐암 후보자로 선출될 수 없는 연결 성분이 여전히 존재한다. 폐암 후보자의 크기 기준을 2.5-3.5mm로 하였을 때 일반적으로 CT 영상의 한 픽셀의 크기는 0.5-0.7mm라는 사실로 연결성분의 면적이 25이하인 후보자를 제거한다 [8].

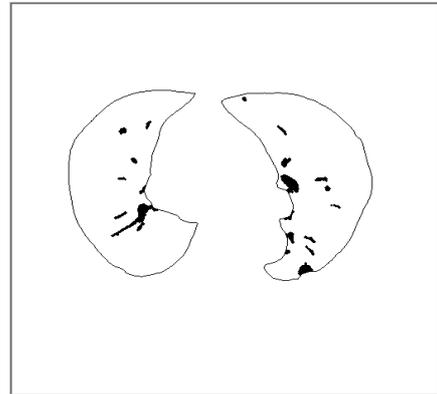


그림 11 폐암 후보자 이진화 영상



그림 12 원 영상에 표시한 폐암 후보자

4. 실험 결과

폐암 추출을 위한 전처리 시스템으로 CT 영상에 효과적인 이진화 알고리즘, 연결요소를 이용한 잡영 제거, Rolling Ball 알고리즘을 이용한 폐의 재구성과 폐 영역에서 폐암 후보자 추출을 위한 이진화, 모폴러지를 이용한 폐 경계의 잡영 제거를 수행하였다. 3개 케이스, 105장의 CT 영상을 Intel Pentium IV 2.80Mhz 프로세서를 사용하여 실험을 하였다. 그 결과 영상 한 장당 20초의 작업수행시간을 필요로 하였고 각 케이스 당 처음 영상 1장, 마지막 3장의 영상은 분할에 실패하여 88.6%의 폐 영역 분할 성공률을 보였다.

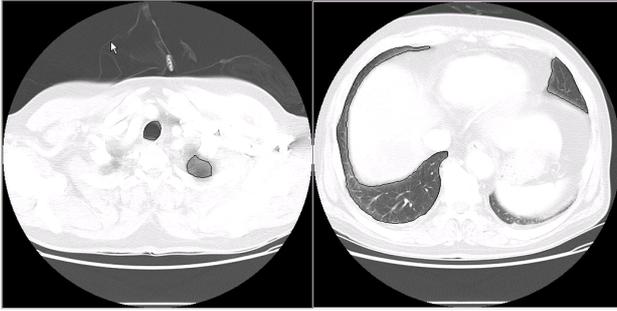


그림 13 폐 분할에 실패한 영상

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문은 CT 영상에서 폐암을 자동 추출하기 위한 CAD시스템에서 폐의 영역을 분할하고, 분할과정에서 발생하는 폐의 손실을 극복하는 방법과 그 결과로부터 폐암 후보자를 선별하는 방법을 제안하였다.

폐의 특성상 영상의 모양이 일관되지 않아 제안된 방법으로는 모든 영상에서 폐를 분할하고 폐암 후보자를 추출하지 못 하였다. 이를 위해 폐의 위쪽과 아래쪽 일부 영상에서 폐 영역을 분할하기 위해 3차원 정보를 활용한 폐 분할을 수행할 것이며, 폐암의 후보자 추출을 올바르게 수행할 멀티 이진화 방법과 3차원 정보를 이용할 것이다. 또한 선별된 폐암 후보자로부터 폐암을 추출하기 위한 인식기의 연구를 수행할 것이다.

참고문헌

[1] http://www.noinhealthprogram.com/health_09_lung.htm
 [2] 박상철, 김수형, “주민등록증 영상의 이진화를 위한 다중 결합 알고리즘,” 정보과학회 논문지, 2003 (심사중).
 [3] J. M. Reinhardt and W. E. Higgins, “Paradigm for shape-based image analysis,” Optical Engineering, Vol. 37, No. 2, pp. 570-581, Feb. 1998.
 [4] S. Armato, M. Giger, C. Moran, J. Blackburn, K. Doi, and H. MacMahon, “Computerized detection of pulmonary nodules on CT scans,” RadioGraphics, Vol. 19, No. 5, pp. 1303-1311, Sep. 1999.
 [5] S. Armato, M. Giger, C. Moran, K. Doi, and H. MacMahon, “Automated detection of pulmonary nodules in helical computed

tomography images,” Invest. Radiol., Vol. 29, pp. 459-465, 1994.

[6] S. Armato, M. Giger, and H. MacMahon, “Automated lung segmentation in digitized postero-anterior chest radiographs,” Acad. Radiol., Vol. 5, pp. 245-255, 1998.

[7] J. R. Parker, *Algorithms for Image Processing and Computer Vision*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1996.

[8] 박종원, 김도연, 김진환, 노승무, “CT 영상에서 결절성 폐암의 자동추출 및 체적계산,” 한국정보과학회 논문지 C, Vol. 7, No. 5, pp. 451-457, Nov. 2001.