

픽셀 객체 추적을 통한 이동성 및 면적 변화 특성을 이용한 자동 폐결절 검출

고훈*, 이우찬**, 이진석*

*원광대학교 의과대학

**원광대학교 컴퓨터공학과

e-mail: idayfly8710@gmail.com

Automatic pulmonary nodule detection using mobility characteristics and area pattern via pixel object tracking

Hoon Ko*, Woo-Chan Lee**, Jineseok Lee*

*Dept of Biomedical Engineering, Wonkang University

**Dept of Computer Engineering, Wonkang University

요 약

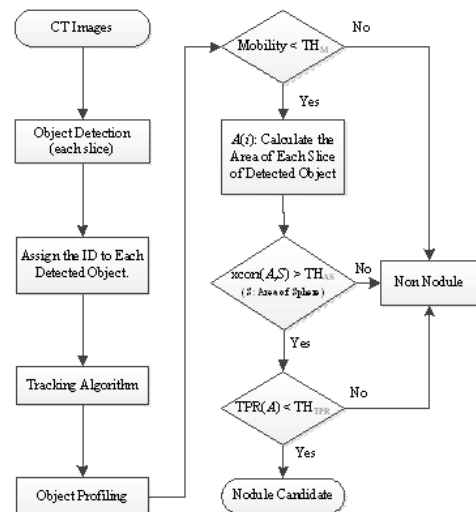
본 논문은 흉부 CT 영상을 활용하여 폐결절을 자동으로 검출하는 알고리즘에 관한 연구내용을 담고 있다. 폐 결절 자동 검출을 위해 폐 CT 영상 내에 있는 객체를 검출하고, 검출된 객체의 특징들 중, 이동성 및 기하학적 특징을 가지고 폐혈관과 폐결절을 구분하였다. 실험한 영상은 폐결절이 있는 26명의 원광대학교 병원 환자의 흉부 CT 영상을 사용하였으며, 그 결과 96.15%의 정확도와 3.54 False Positives / Scan이 발생하였다.

1. 서론

일반적으로 폐암은 치사율이 아주 높은 암으로 알려져 있으며, 국내 암 사망자 중 폐암을 제외한 모든 암 중 5년 생존율이 가장 낮은 암이다[1]. 하지만 조기 진단을 통해 빠른 치료시에 다른 질병에 비하여 예후가 좋은 것으로 보고되고 있기 때문에, 폐암의 조기 진단은 아주 중요한 요소이다. 하지만 흉부 CT 검사는 환자 1명당 200~400장의 많은 영상을 얻게 되는데, 이와 같이 많은 영상 속에서 작은 결절을 검출하기 위한 영상분석에 소요되는 비용과 시간이 증가하는 문제가 발생한다. 또한 판독하는 의사의 피로로 인한 오류 발생이 문제가 되고 있다[2]. 이러한 문제를 해결하기 위해 컴퓨터를 활용한 자동진단(Computer-Aided Diagnostic ; CAD) 연구가 활발하게 진행되고 있는 추세이다. 본 논문에서는 CT 영상에서 폐결절이 가지고 있는 특성을 활용하여 폐결절을 검출하기 위한 CAD 시스템을 개발한다.

2. 폐 결절 자동 검출 시스템

본 논문에서는 연속된 CT영상 내의 객체를 검출하고, 검출된 객체의 이동성 및 형태학적 특성을 활용하여 폐결절과 폐혈관을 구별하여 폐결절을 검출하는 알고리즘을 제안하였다.(그림1).



(그림1) 폐결절 자동 검출 시스템 Flow Chart

2.1 흉부 CT 영상 데이터

본 논문에서는 원광대학교 병원의 폐결절 환자 26명의 흉부 CT영상을 활용하였다.

Slice thickness가 5mm인 영상으로 120~200 slice로 구성되었다. 본 연구에서는 폐결절의 특징을 보다 자세히 확인하기 위해 Slice thickness를 0.5mm로 재구성하여 실험을 진행하였다.

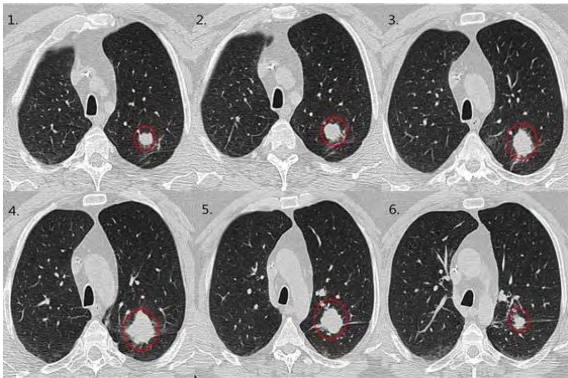
2.2 흉부 CT 내 객체 검출 및 Tracking algorithm

흉부 CT 내에 존재하는 혈관 및 폐결절은 CT 영상의

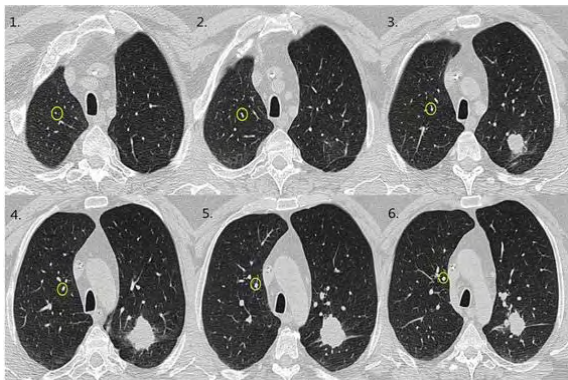
폐 영역에서 밝은 부분으로 나타난다. 흉부 CT에서 밝은 부분을 띄는 객체들을 검출하여, 각각의 검출된 객체에 ID를 부여 한다. CT영상에서 검출된 객체들 중 다음 Slice에서 가장 가까운 객체와 같은 ID를 부여하고, 이전 Slice에서는 검출되지 않은 객체지만, 다음 Slice에서 검출된 경우 새로운 ID를 부여함으로써 각각의 객체를 인식한다. 인식된 객체를 Tracking Algorithm을 통하여 연속된 CT 영상에서 객체들의 크기, HU값, Slice 수, Mobility 등의 객체 정보를 획득한다.

2.3 폐결절 검출 및 특징값 정량화

폐결절은 연속된 CT 영상에서 이동성이 적은 반면에, 폐혈관의 경우 큰 이동성을 갖게 된다(그림2)



(그림 2-1) 폐결절



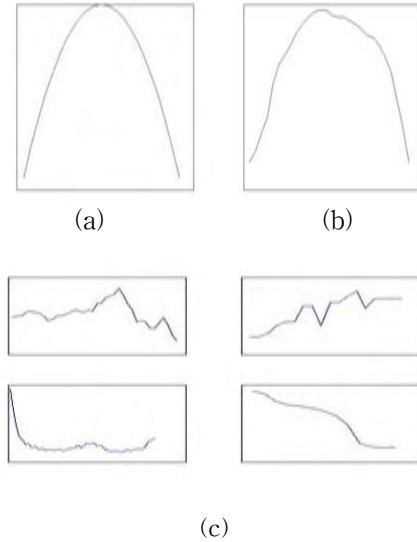
(그림 2-2) 폐혈관

또한 폐혈관의 경우 긴막대 형태를 갖는 반면, 폐결절의 경우 구(球)형태의 기하학적 특징을 갖는다[3]. 가상의 구(球)를 나눈 면적과(SCA; Sphere Cross-sectional Area)과 같은 ID를 갖는 객체의 매 slice마다 객체의 면적(OSA; Object Slice Area)과 비교하여 상관관계(C; Cross-correlation coefficient)를 구한다.(1) (그림3)

$$C = \frac{\sum_{i=1}^N (SCA * OSA)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (SCA)^2 * \sum_{i=1}^N (OSA)^2}} \quad (1)$$

폐결절의 경우 구(球)형태로 면적이 점점 증가하다 감소하는 특징을 갖는 반면에 폐혈관의 경우 규칙적인 넓이의

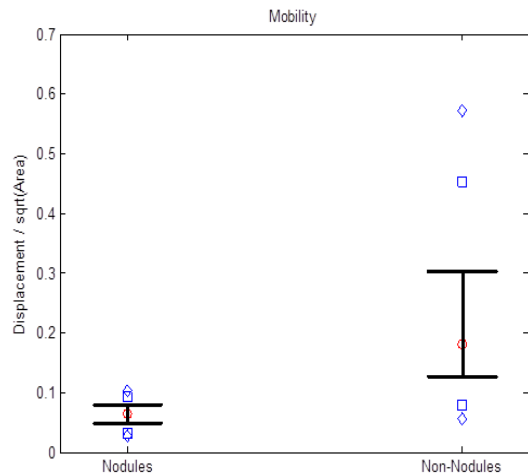
변화가 없이 불규칙적으로 다양한 넓이의 변화를 갖는다. 이러한 폐결절의 이동성 및 기하학적 특징을 활용하여, 일정한 문턱값을 설정한 후, 검출된 객체들을 문턱값을 기준으로 폐혈관과 폐 결절로 구분한다.



(그림3) a: 가상의 구(球) b: 폐결절 c: 폐혈관

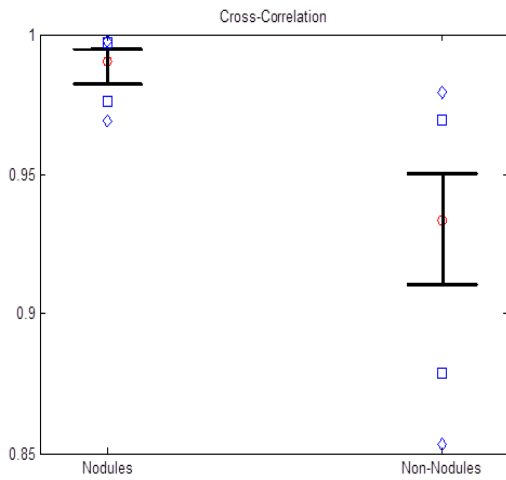
3. 실험결과

본 논문에서는 26명의 환자의 CT 영상에서 총 4,900개의 객체를 검출하였다(폐결절: 26개, 폐혈관 4874개).



(그림4) 검출된 객체의 이동성

검출된 객체의 이동성을 비교한 결과 폐결절은 낮은 이동성을 갖는 반면 폐혈관은 큰 이동성을 갖는다. 또한 가상의 구(球)를 나눈 면적과 객체의 상관관계를 비교하였을 때 폐결절이 높은 상관관계를 나타낸다(그림5).



(그림5) 객체별 가상의 구(球)와의 면적 상관관계

tomography images," Information Sciences, vol. 212, pp. 57-78, 2012.

[6]W.-J. Choi and T.-S. Choi, "Automated pulmonary nodule detection system in computed tomography images: a hierarchical block classification approach," Entropy, vol. 15, pp. 507-523, 2013.

4. 결론

폐결절의 이동성 및 기하학적 특징을 활용한 폐결절 자동진단을 실험한 결과 총 26개의 폐결절 중 25개를 자동진단 하여 96.15%의 정확도를 얻었으며, 각 환자당 3.54개의 False Positives가 발생하였다. 본 논문에서 제안한 폐결절 자동검출 시스템은 다른 CAD 시스템에 비하여 높은 정확도와 낮은 False Positive를 갖는다.(표1)

<표 1> perfomance comparison of reported cad system

CAD systems	Nodule size	Sensitivity	Avg. false positives / Scan
Dehmeshkiet al [3]	3-20mm	90%	14.6
Messay et al. [4]	3-30mm	82.66%	3
Choi et al [5]	3-30mm	94.1%	5.45
Choi et al [6]	3-30mm	95.28%	2.27
Proposed Method	3-30mm	96.15%	3.54

참고문헌

- [1] “암발생현황 2012“ 중암암등록본부, 국립암센터
- [2] 김종효 “흉부 CT의 컴퓨터보조진단” 한국정보과학회 정보과학회지 제23권 제10호 , pp. 53-60, 2005. 11.
- [3] J. Dehmeshki, X. Ye, X. Lin, M. Valdivieso, and H. Amin, “Automated detection of lung nodules in CT images using shape-based genetic algorithm,” Comput Med Imaging Graph, vol. 31, no. 6, pp. 408-17, Sep, 2007.
- [4] T. Messay, R. C. Hardie, and S. K. Rogers, "A new computationally efficient CAD system for pulmonary nodule detection in CT imagery," Med Image Anal, vol. 14, pp. 390-406, Jun 2010.
- [5] W.-J. Choi and T.-S. Choi, "Genetic programming-based feature transform and classification for the automatic detection of pulmonary nodules on computed