

저선량 CT 기반 폐 결절 자동 검출 알고리즘

고훈*, 이우찬**, 문찬기***, 남윤영***, 이진석*

*원광대학교 의과대학

**원광대학교 컴퓨터공학과

***순천향대학교 컴퓨터공학과

idayfly8710@gmail.com

Algorithm of low dose CT based automatic lung nodule detection

Hoon Ko*, Woo Chan Lee**, Chanki Moon***, Yunyoung Nam***, Jinseok Lee*

*Dept of Biomedical Engineering, Wonkwang University of School of Medicine

**Dept of Computer Engineering, Wonkwang University

***Dept of Computer Science Engineering, Soonchunhyang University

요 약

본 논문은 저선량 흉부 CT 영상을 활용하여 폐결절을 자동으로 검출하는 알고리즘에 관한 연구내용을 담고 있다. 폐 결절 자동 검출을 위해 폐 CT 영상 내에 폐결절의 가지고 있는 특징들 중, 이동성 및 기하학적 특징을 가지고 폐혈관과 폐결절을 구분하였다. 실험한 영상은 폐결절이 없는 정상환자군을 가지고 실시 하였으며, 그 결과 4.4False Positive / Scan이 발생하였다.

1. 서론

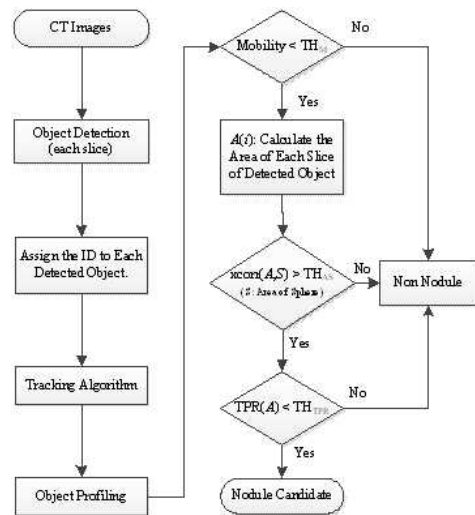
일반적으로 폐암은 치사율이 아주 높은 암으로 알려져 있으며, 국내 암 사망자 중 폐암을 제외한 모든 암 중 5년 생존율이 가장 낮은 암이다[1]. 하지만 조기 진단을 통해 빠른 치료시에 다른 질병에 비하여 예후가 좋은 것으로 보고되고 있기 때문에, 폐암의 조기 진단은 아주 중요한 요소이다.

폐암은 주로 CT영상을 이용하여 폐결절의 검출을 통해 진단한다. CT의 경우 많은 방사선에 노출되는 단점이 있었지만, 최근 기술의 발전으로 적은 선량으로 CT 영상을 획득 할 수 있어 흉부 검사에서 CT가 주요한 수단으로 자리 잡고 있다.

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 특징을 활용하여 폐결절을 검출하기 위한 CAD 시스템을 개발한다.

2. 폐 결절 자동 검출 시스템

본 논문에서는 연속된 CT영상에서 폐결절의 이동성 및 형태학적 특징을 활용하여 폐결절 검출 알고리즘을 제안 하였다(그림1).



(그림1) 폐결절 자동 검출 시스템 Flow Chart

2.1 흉부 CT 영상 데이터

본 논문에서는 총 5명의 정상 환자의 원광대학교병원 환자의 저선량흉부 CT 영상을 활용하였다.

Slice thickness가 5mm인 영상으로 120~200 slice로 구성되어 있다. 본 연구에서는 폐결절의 이동성을 보다 정확히 측정하기 위해서 Slice thickness를 1mm로 재구성 하여 진행하였다.

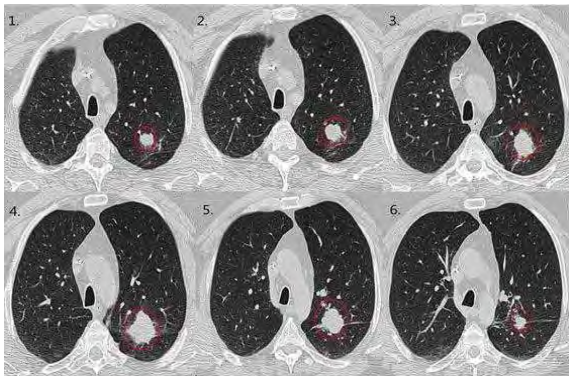
2.2 흉부 CT 내 객체 검출 및 Tracking algorithm

흉부 CT 내에 존재하는 혈관 및 폐결절은 폐영역에서 밝은 부분으로 나타난다. 흉부 CT에서 밝은 부분을 띄는 객체들을 검출하여, 각각의 검출된 객체에 ID를 부여한다. CT영상에서 검출된 객체들 중 다음 Slice에서 가장 가까운 객체와 같은 ID를 부여하고, 이전 Slice에서는 검출되지 않은 객체지만, 다음 Slice에서 검출된 경우 새로운 ID를 부여하는 방식으로 각 객체들을 Tracking한다.

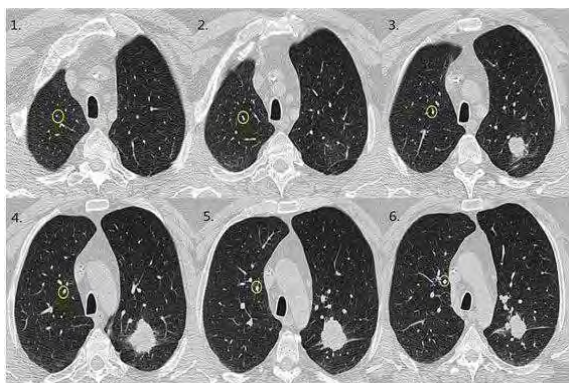
Tracking Algorithm을 통하여 연속된 CT 영상에서 검출된 객체들의 크기, HU값, Slice 수, Mobility 등의 객체 정보를 획득한다.

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



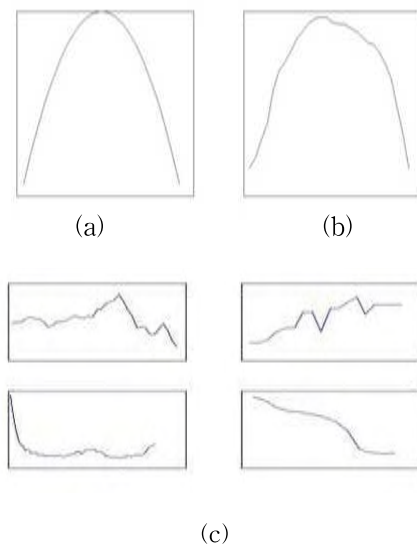
(그림 2-2) 폐혈관

또한 폐혈관의 경우 긴막대 형태를 갖는 반면, 폐결절의 경우 구(球)형태의 기하학적 특징을 갖는다[3]. 가상의 구(球)를 나누어 매 slice마다 검출된 객체의 면적과 비교하여 가상의 구(球)의 넓이를 비교하여 상관관계를 구한다. (그림3)

폐결절의 경우 구(球)형태로 면적이 점점 증가하다 감소하는 특징을 갖는 반면에 폐혈관의 경우 규칙적인 넓이의 변화가 없이 불규칙적으로 다양한 넓이의 변화를 갖는다.

또한 각 객체의 면적 변화를 그래프화 하여 분석한 결과, 구(球)는 Turning Point Ratio(TPR) 값이 0에 가까운 반면에 면적의 변화가 불규칙한 폐혈관의 경우 TPR값이 높은 것을 알 수 있다.

이러한 폐결절의 기하학적 특징을 활용하여, 일정한 문턱값을 설정한 후, 검출된 객체들을 문턱값을 기준으로 폐혈관과 폐결절로 구분한다.



(그림3) a: 가상의 구(球) b: 폐결절 c: 폐혈관

3. 실험결과

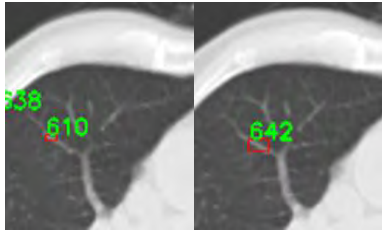
본 논문에서 폐결절이 없는 5명의 정상환자를 대상으로 실험을 진행하였다. 흉부 CT 영상에서 제안된 방법을 이용하여 각 객체들의 특징을 정량화하고 Threshold value를 적용하여 폐결절과 폐혈관을 구분하였다.

총 5개의 흉부 CT 영상에서 5,023개의 객체를 검출하였으며, 제안된 방법을 이용하여 폐혈관과 폐결절을 구분한 결과 총 22개의 False Positive가 발생하였다.

4. 결론

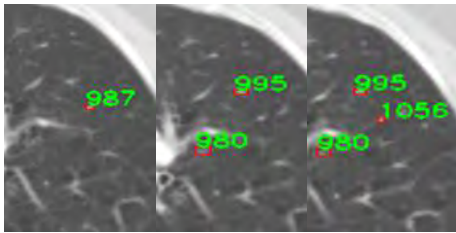
본 논문에서 제안한 폐결절 자동검출 시스템을 이용한 결과 발생한 총 22개의 False Positive가 발생하였다.

폐결절을 가지고 있는 환자가 아닌 CT 영상에서 22개의 False Positive가 발생한 원인을 분석한 결과 Positive를 분석한 결과, Tracking Algorithm의 오류로 인하여 같은 객체임에도 불구하고 새로운 ID가 부여되어 객체의 정량화 오류가 발생하였다(그림4).



(그림4) Tracking Algorithm 오류

또한 객체를 검출하는 과정에서 같은 객체임에도 불구하고 일정 부분만 검출되어, 폐혈관이 폐결절 처럼 보이는 오류가 발생하였다(그림5).



(그림5) 동일한 객체에서 일부만 검출되는 오류

향후 False Positive를 최소화하기 위해 객체 검출시 적절한 HU Threshold 재설정 및 객체의 형태에 따른 Shape Tracking Algorithm을 적용하여, 객체검출의 정확성을 높일 것이다.

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 ICT융합고급인력과정지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2015-H8601-15-1009)

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.