

파티클 필터를 이용한 폐 윤곽 추출법

이우찬*, 고훈**, 문찬기***, 남윤영***, 이진석**

*원광대학교 컴퓨터 공학과

**원광대학교 의공학

***순천향대학교 컴퓨터공학과

e-mail: dncks1525@naver.com

Lung image extraction using Particle Filter

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

*Dept of Computer Engineering, Won-kwang University

**Dept of Biomedical Engineering, Won-kwang University

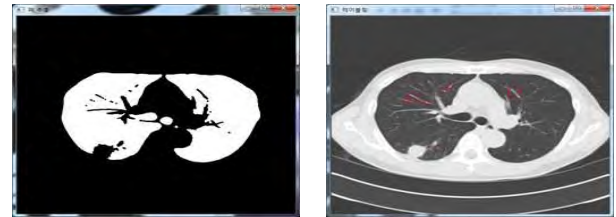
***Dept of Computer Science Engineering, Soonchunhyang University

요 약

폐 결절과 폐 종양은 전 세계 사망의 주요 원인인 폐암의 초기 증상일 수 있기 때문에 임상적으로 중요하다. 그래서 많은 학자들은 이를 검출하기 위해 컴퓨터를 통한 이미지 분석을 시도하였고, 그러기 위한 첫걸음으로 폐 윤곽선을 추출했다. 본 논문에서는 파티클 필터를 이용한 폐 윤곽선을 추출함으로써, 폐 외벽에 붙어있는 폐 결절 및 폐 종양도 분리할 수 있는 방법을 제안한다.

1. 서론

CT로 촬영한 폐 영상에서, 폐 결절 및 폐 종양을 검출하기 위해 컴퓨터를 통한 다양한 자동 검출 방법들이 제안되었었다. 자동 검출을 위한 첫 단계로 원본 영상에서 필터링을 통해 바이너리 영상(그림 1(b))을 추출한 다음, 그 영상에서 잡음을 제거하고 반전시킨 영상(그림 1(c))과 백그라운드 영상(그림 1(d))을 추출한 후, 그 두 영상을 AND 연산함으로써 폐를 분리할 수 있다(그림 1(e)). 그리고 분리된 폐의 윤곽선 내에서 존재하고 있는 폐 결절 및 폐 종양을 찾는다. 하지만 이런 방식을 통해 분리된 폐의 윤곽선으로는 폐 외벽에 자리 잡고 있는 폐 결절 및 폐 종양을 검출할 수 없다(그림 1(f)). 따라서 본 발명에서는 이를 검출할 수 있도록, 파티클 필터를 이용하여 새로운 윤곽선을 추출하는 방법을 제안한다.



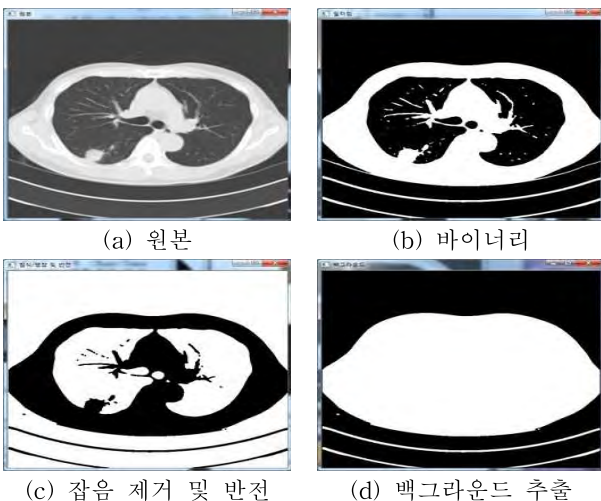
(e) 폐 분리 (f) 검출 결과

그림 1. 폐 분리 과정

2. 본론

2.1 알고리즘

CT로 폐를 촬영했을 때, 슬라이스의 두께에 따라 달라질 수 있겠지만 보통 150-200개의 슬라이스 이미지가 생성된다. 기존 알고리즘과의 차별화는 연속된 이전 슬라이스의 폐 윤곽선 결과를 이용하여, 다음 슬라이스의 폐 윤곽선을 예측하고, 다시 예측된 윤곽선을 이용하여 다음 슬라이스의 폐 윤곽선을 예측하는 recursive 방식을 이용하는 것이 특징이다. 현 슬라이스와 그 이전 슬라이스의 폐 윤곽선은 크게 변하지 않는 특징을 이용하기도 한 것으로, 본 발명은 Bayesian approach 기반의 파티클 필터를 이용하였다. 그림 2는 알고리즘을 도식화한 것이다.



(a) 원본

(b) 바이너리

(c) 잡음 제거 및 반전

(d) 백그라운드 추출

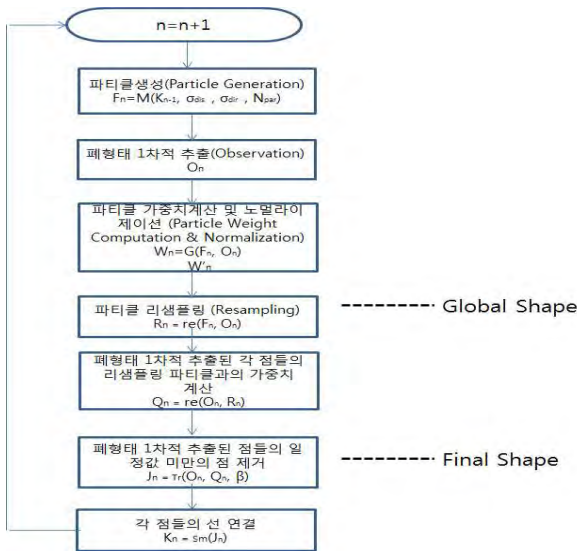


그림 2. 파티클 알고리즘

2.2 폐 윤곽선 추출 방법

폐 윤곽선을 추출하기 위한 첫 단계는 파티클 생성 (Particle Generation)이다. 그림 3과 같이 파티클 생성 단계는 n-1 프레임에서 얻은 폐 윤곽선의 점들(K_{n-1})을 이용하여, 확장 및 축소모델을 통한 n 프레임 이미지의 폐 윤곽선을 N_{par}개의 점(파티클)으로 예측하게 된다.: $F_n = M(K_{n-1}, \sigma_{dis}, \sigma_{dir}, N_{par})$, 여기서, M(·) 함수는 각각의 점들이 어떻게 이동할 것인가를 모델링 한 함수로서, K_{n-1} 각 점들의 법선벡터를 기준으로 확장 및 축소방향으로 이동하게 되며, 그 이동거리 및 방향은 각각 표준편차 σ_{dis} , σ_{dir} 의 가우시안 함수 값을 갖게 된다. 그리고 그 개수 N_{par}는 임의로 조절할 수 있다.

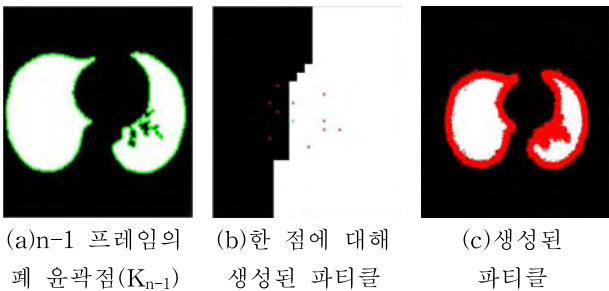


그림 3. 파티클 생성

두 번째 단계는 n 프레임의 폐 영상을 이용하여 직접 폐 형태를 추출하게 되는데 (O_n), 이를 Observation 단계라고 한다. Observation 단계에서 직접 폐 형태의 경우, 폐 결절 등이 폐 벽에 붙어있는 경우, 그 붙어있는 폐 결절까지 모두 폐 형태로 인식하기 때문에, 완전한 결과가 될 수는 없다. 직접 폐 형태를 추출할 때, 기존의 개발되어 있는 결과를 이용하는 상관없으며, 본 발명에는 Chan-Vese 모델[1]을 이용하여 폐 형태를 추출하였다.

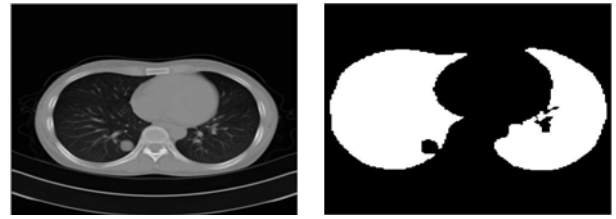


그림 4. Chan-Vese 모델을 이용한 폐 영역 추출

세 번째 단계는 2단계에서 얻은 O_n을 이용하여, F_n의 파티클의 가중치를 계산하며, 노멀라이제이션 단계를 거친다. 파티클 가중치는 F_n 각 파티클(점)들의 O_n과의 최소거리를 기준으로 가우시안 함수를 이용하여 (표준편차 σ_w) 계산하며, 이후 모든 파티클들의 가중치의 합이 1이 되도록 노멀라이제이션을 한다.

네 번째 단계는 각각의 파티클들을 리샘플링 함으로써, 파티클 필터의 가장 취약부분인 큰 가중치의 파티클들은 계속 커지고 작은 가중치의 파티클들은 계속 작아지는 현상을 해결할 수 있다. 리샘플링 된 파티클은 n 프레임 이미지에서 폐 형태의 Global Shape이 된다.

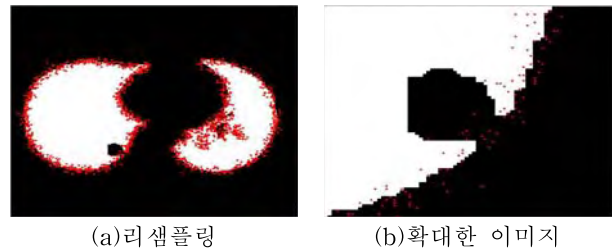


그림 5. 파티클 리샘플링(Global Shape)

다섯 번째 단계는 반대로 2단계에서 얻은 O_n을 기준으로 리샘플링 된 파티클과의 최소거리를 가지고 가우시안 함수를 이용하여 (표준편차 σ_β) 각 O_n의 점들의 가중치를 계산한다.

여섯 번째 단계는 불필요한 점들을 없애기 위해 일정 미만의 가중치(β) 값을 갖는 점들을 제거함으로써, 이 점들이 최종 폐의 윤곽선 모양이 된다.

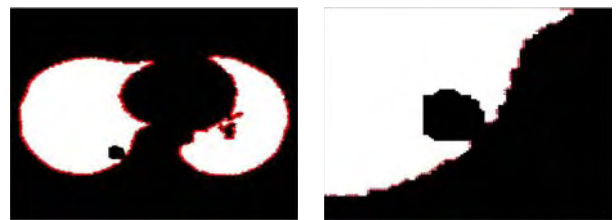


그림 6. 최종 윤곽점 (Final Shape)

마지막으로는 최종 윤곽점을 그림 7과 같이 선으로 연결함으로써 최종 윤곽선을 얻을 수 있다. 그리고 다음 $n+1$ 프레임의 폐 윤곽선 추출단계를 위한 1단계로 돌아가서 총 슬라이스 이미지 개수가 끝날 때까지 계속해서 반복한다.



그림 7. 최종 윤곽선

3. 결론

본 논문에서는 파티클 필터를 이용한 폐 윤곽선 추출 방법을 제안하였다. 전 슬라이스의 윤곽선으로 파티클을 생성해 다음 슬라이스의 윤곽선을 예측함으로써 최종 윤곽선을 얻었고, 이 윤곽선으로 하여금 일반적인 폐 내부의 폐 결절 및 폐 종양 뿐만 아니라 폐 외벽에 붙어 있는 경우에도 검출할 수 있도록 하였다. 다만 아직 초기 연구 단계이기 때문에 이미지 상에서 폐가 왼쪽 폐, 오른쪽 폐로 나뉘지지 않을 때는 작동하지 않는 등의 문제점은 존재하지만 제안된 방법에 의해 폐 외벽에 붙어 있는 경우에도 폐 결절 및 폐 종양을 검출할 수 있다는 것을 알 수 있다.

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

참고문헌

[1] Tony F Chan and Luminita A, "Active Contours Without Edges", IEEE, vol 10, pp. 266~277, 2001