

흉부 X-ray 영상에서 몸체 및 관심영역 분할 알고리즘

박진우, *송병철
인하대학교
*bcsong@inha.ac.kr

Body and Region of Interest Segmentation Algorithm for Chest X-ray Image

Jin Woo Park, *Byung Cheol Song
Inha University

요 약

흉부 X-ray 영상에서 몸체 및 관심영역 분할 기법은 의료 X-ray 영상의 화질 개선 알고리즘을 더 효과적으로 적용하기 위해 전처리 단계로 영상의 물체와 배경을 분할하거나 관심영역만을 분할하는 방법이다. 보통 화질 개선 알고리즘을 적용할 때 영상의 밝기 정보나 주파수 정보를 이용하여 영상 디테일과 대비를 개선하는 방법을 사용한다. 영상 전체에 이러한 알고리즘을 적용하는 경우 불필요한 배경 정보가 포함되기 때문에 디테일과 대비가 떨어질 수 있다. 본 논문은 사용자가 보고자 하는 부분의 정보만을 사용하도록 물체를 분할하는 알고리즘을 제안한다. 1 단계로 몸체 분할 알고리즘을 이용하여 배경 성분의 정보를 제외하고 2 단계에서는 몸체의 중심인 폐와 폐사이의 장기 정보만을 볼 때의 관심영역 분할 알고리즘으로 팔이나 목, 복부의 불필요한 정보를 제외하는 방법을 제안한다.

1. 서론

대부분 의료 X-ray 영상은 진단 부위에 따라(특히, 흉부, 머리, 복부) 촬영 기기로부터 얻어진 영상 데이터를 의사가 분석하기 어려움이 존재한다. 따라서 의사의 정밀한 진단과 정확한 판단을 도울 양질의 X-ray 영상을 제공하기 위해 화질 개선 알고리즘을 적용한다. 그리고 화질 개선 알고리즘을 적용할 때 영상의 불필요한 정보를 제외하게 되면 디테일이나 영상대비에 더욱 효과적이기 때문에 분할 알고리즘을 사용한다.

보통 기본적인 분할 알고리즘은 밝기 값의 불연속과 유사성에 기반한다. 예지 같은 급격한 밝기 변화에 기반에서 영상을 나눈다거나 문턱치 처리, 각 픽셀이나 영역의 특징 점을 이용한 분류와 같이 미리 정의된 일련의 기준에 따라 영상을 비슷한 영역들[2]로 나눈다. 의료 영상의 경우 이러한 분할 알고리즘을 이용하여 사람의 장기를 인식하는데 주로 사용한다.

본 논문에서는 몸체 분할에서는 히스토그램 분석을 통한 문턱치 처리 방법으로 초기 분할을 한 뒤 guided image filter 를 이용하여 몸체 경계의 정확도를 높여준다. 관심영역 분할에서는 폐의 위치정보를 이용하여 폐의 주 밝기 값을 구한 뒤 얻은 밝기 값을 통하여 문턱치 처리하고 아웃라이어들을 제거하면 폐만 검출된다. 그리고 검출된 폐에 바운딩 박스를 취하면 관심영역이 분할된다.

2. 몸체 분할 알고리즘

흉부 X-ray 영상의 히스토그램 분포를 분석하면 모든

영상에 대하여 몸체와 배경으로 나뉘게 된다. X-ray 영상은 장비를 통하여 전방에 X 선을 분사 후 몸체를 투과하고 남은 X 선이 필름에 검출되는 방식이기 때문에 몸체에서 투과율이

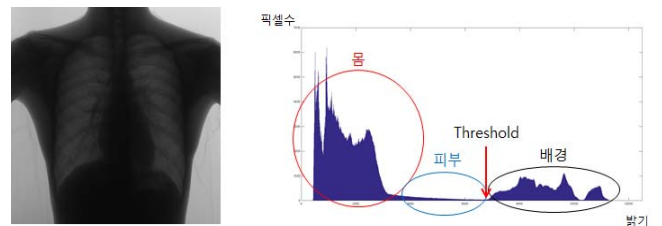


그림 1. 흉부 X-ray 원본 영상과 히스토그램

적은 부분은 어두워지고 투과율이 높은 부분은 밝은 영상이 된다. 따라서 영상에서 투과할 것이 없는 배경 부분은 몸체에 비해 상대적으로 밝은 밝기 값을 가진다. 따라서 히스토그램은 그림 1 과 같이 형성되고 히스토그램 중심부부터 시작하여 순차적으로 값을 상승시키며 히스토그램의 기울기를 구하여 일정 기울기를 넘어가면 문턱 값으로 정하고 그 이상은 배경으로 간주한다.

문턱치 처리 방법만으로는 몸체 경계 부근에서 정확하게 분할되지 않는다. 분할 오차를 줄이기 위해 guided image filter 를 이용하여 경계 오차를 줄인다. Guided image filter 의 작동원리를 보면 식 (1)과 같이 지역적 선형 모델에서 시작한다.

$$q_i = a_k I_i + b_k, \quad \forall i \in \omega_k \quad (1)$$

픽셀 i 에 대한 입력을 p_i , 출력을 q_i , guided image 를 I_i 로

정의하며 자는 중심위치가 k 인 윈도우이다. 그리고 a_k, b_k 는 윈도우 w_k 내에서 일정한 선형계수이다. 식 (1)을 통해 출력영상 q_i 는 I_i 의 에지 정보를 가지게 됨을 알 수 있다. 식(2)의 비용 함수를 최소화하는 선형계수 a_k, b_k 는 식(3), (4)와 같다. 여기서 μ_k, σ_k^2 은 I_i 의 윈도우에서 평균과 분산을 나타낸다.

$$E(a_k, b_k) = \sum_{i \in \omega_k} ((a_k p_i + b_k - p_i)^2 + \epsilon a_k^2) \quad (2)$$

$$a_k = \frac{\frac{1}{|\omega_k|} \sum_{i \in \omega_k} (I_i p_i - \mu_k \bar{p}_i)}{\sigma_k^2 + \epsilon} \quad (3)$$

$$b_k = \bar{p}_k - a_k \mu_k \quad (4)$$

위 방법을 처리한 영상은 에지와 같은 세부 디테일은 I_i 의 정보를 따르면서 식 (2)에 의해 전체 영상은 입력 영상 q_i 를 따른다.

3. 관심영역 분할 알고리즘

초기 폐 검출을 위해 폐의 주 밝기 값을 이용한 문턱치 처리 방법을 사용한다. 그림 2 에서 보는 것과 같이 폐의 영상에서 폐의 밝기가 주변 보다 밝고 흉부 영상의 경우 폐의 위치는 모든 사람들이 비슷한 위치에 존재한다. 이러한 사실에 착안하여 폐의 위치와 누적 밝기 정보를 통하여 폐의 주 밝기 값을 얻는다. 그리고 일정한 오프셋 값을 적용한 후 문턱값으로 이용한다.

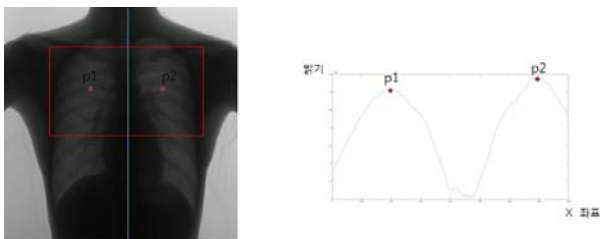


그림 2. 블록 영역의 수직방향 누적밝기 분포

그림 3 에서 문턱치 처리 이후 얻은 이진 영상 (a)에서 라벨링과 몸체 경계 정보를 이용하여 아웃라이어를 제거하고 형태학적 필터링 중 침식 방법으로 남은 아웃라이어를 제거한다. 그리고 검출된 폐인 (b)를 바운딩 박스 알고리즘을 적용하여 관심영역을 분할한다.

4. 실험 결과

실험에서는 실제 X-ray 기기에서 출력되는 3052×3052 크기와 14 비트 밝기레벨을 가진 고해상도 영상을 가지고 직접 실험하였다. 몸체 분할 알고리즘의 경우 그림 4 의 (b)는 배경성분이 전부 분할되어 0 으로 처리되고 몸체만 원본 값을 가진 영상이다. (a)의 원본영상과 비교하여 몸체의 분할 정확도가 매우 높음을 알 수 있다. (c)에서 보면 폐와 폐 사이의 내부장기를 포함한 영역이 바운딩 박스를 통하여 관심영역으로 지정되어 있음을 알 수 있다.



그림 3. (a) 문턱치 처리된 이진 영상 (b) 아웃라이어 제거 영상

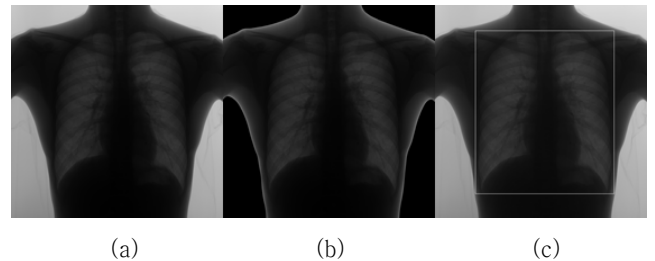


그림 4. 실험결과 (a) 원본영상 (b) 몸체분할 영상 (c) 관심 영역 바운딩 박스를 처리한 영상

4. 결론

본 논문은 흉부 X-ray 영상에서 장기의 위치정보나 X-ray 의 투과성에 따른 밝기 특성을 이용하여 사용자가 보고 싶은 영역의 정보만을 이용하도록 분할하는 알고리즘을 제안하였다. 이 영역 분할 알고리즘은 영상 화질 개선에 도움이 될 뿐만 아니라 영상 대비 몸의 영역 비율을 계산하여 몸에 가해진 방사능 피폭량을 알 수 있는 방법 등 여러 부분에서 응용하여 사용될 여지가 있다. 향후 흉부 X-ray 영상 외에도 다른 의료 X-ray 영상에서 작동하도록 하는 연구와 분할 정확도를 높이기 위한 연구를 진행할 것이다.

감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 ICT/SW 창의연구과정의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2014-H0502-14-3027)

참고문헌

[1] K. He, J. Sun, and X. Tang, "Guided image filtering," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 35, no. 6, pp. 1397-1409, 2013.
 [2] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, Digital Image Processing, 3rd Ed., PEARSON EDUCATION, 2010.