

Chest X-ray 영상을 위한 화질 개선 알고리즘

박소연, *송병철
인하대학교
*bcsong@inha.ac.kr

Image Quality Enhancement for Chest X-ray image

So Yeon Park, *Byung Cheol Song
Inha University

요 약

일반 영상의 화질을 개선하기 위해 다양한 알고리즘이 존재한다. 하지만 X-ray 영상의 경우 일반 영상과 특성이 다르기 때문에 기존의 화질 개선 알고리즘으로는 진단에 적합한 화질을 얻을 수 없다. 디지털 X-ray 기기로부터 처음 획득된 X-ray 영상은 데이터 범위가 일반 영상에 비해 넓고 밝기 레벨이 고르지 못하다. 특히 Chest X-ray 영상의 경우 다양한 이유로 촬영하기 때문에 갈비뼈와 혈관, 척추 뼈 등 특성이 다른 모든 부위들을 자연스럽게 개선할 필요가 있다. 본 논문은 영상의 불필요한 배경 성분을 제거하여 특정 밝기에 밀집되어 있는 데이터들의 히스토그램 범위를 확장시키고 주파수 대역 별 가중치를 조절하여 대비 및 선명도를 향상시킨다. 마지막으로 전역적 대비 개선 기법과 지역적 대비 개선 기법의 장점을 취하여 진단에 적합하도록 개선된 Chest X-ray 영상을 얻는다.

1. 서론

최근 세계 의료기기 시장의 고속 성장에 따라 의료기기 및 관련 기술의 발전이 중요한 이슈가 되고 있다. 여러 의료기기들 중에서도 X-ray 기기는 현재 가장 널리 보급되어있고 수요가 많은 만큼 많은 관련 연구가 진행되고 있다. X-ray 기기로부터 처음 획득된 X-ray 영상은 밝기 레벨이 고르지 못하여 영역별 구분이 어렵기 때문에 의사의 정밀한 진단과 정확한 판단을 돕기 위해서는 보다 뛰어난 화질의 X-ray 영상을 제공할 필요가 있다. 특히 Chest X-ray 영상의 경우 폐질환, 갈비뼈 골절, 기관지염 등 다양한 이유로 촬영하기 때문에 다양한 특성의 부위들을 모두 적절하게 개선해야 한다.

일반 영상의 화질을 개선하기 위해 다양한 기법들이 연구되고 있다. 크게 다중 대역 기반의 화질 개선 기법과 히스토그램 기반의 화질 개선 기법으로 분류할 수 있다. 다중 대역 기반의 화질 개선 기법은 영상의 주파수 대역을 분리하고 각 대역에 적절한 이득 값을 취하여 영상의 대비와 선명도를 개선시킬 수 있다. [1] 히스토그램 기반의 화질 개선 기법은 영상의 히스토그램을 분석하여 적절한 변환함수를 통해 대비를 개선시키는 기법으로 전역적 기법과 지역적 기법으로 나눌 수 있다. 전역적 대비 개선 기법은 영상 전체에 대한 히스토그램을 분석하여 영상의 특성에 따라 적응적인 변환함수를 설계하고, 지역적 대비 개선 기법은 영상을 블록 단위로 분할한 후, 각 블록 별 히스토그램을 계산하여 영상의 대비를 개선한다[2, 3]. 전역적 대비 개선 기법은 영상에 적합한 변환함수를 통해 전체적인 영상의 대비를 개선할 수 있지만, 어두운 폐 부분과 밝은 뼈 부분을 모두 개선해야 하는 Chest X-ray 영상을 개선하는 데에 한계가 있다. 지역적 대비 개선 기법은 블록 단위로 계산하기 때문에 지역적 대비 개선에 효과적이지만 Chest X-ray 영상에 적용했을 때 블록 경계가 부자연스럽다.

본 논문에서는 대비와 선명도가 떨어지는 원본 Chest X-ray 영상으로부터 선명도와 대비를 향상시켜 양질의 영상을 획득할 수 있는 Chest X-ray 영상을 위한 화질 개선 알고리즘을 제안한다. 먼저 혈관과 뼈, 피부 등이 포함된 관심 영역의 히스토그램을 확장하여 Global LUT(Look up table) 커브를 적용시키고 주파수 대역 별 가중치를 조절하여 대비와 선명도를 향상시킨다. 그 후 영상 융합 방식을 통해 최종적으로 영상의 밝기 레벨을 적절하게 맞춰주는 Chest X-ray 영상용 선명도 및 대비 개선 방법을 제안한다.

2. 제안 알고리즘

Chest X-ray 영상은 관심 영역의 정보가 좁은 영역에 밀집해있기 때문에 일반 영상에 알맞게 설계된 변환 함수로는 적절하게 대비를 개선할 수 없고, 알맞은 변환 함수를 새롭게 설계하는 것에 한계가 있다. 따라서 다수의 Chest X-ray 영상 데이터의 히스토그램을 분석하여 그림 1 에서 불필요한 배경 성분을 제거하고, 그림 2 와 같이 관심 영역의 히스토그램을 확장하여 로그함수 기반의 변환함수로 Chest X-ray 영상의 대비를 적절하게 개선시켰다.

좁은 영역에 밀집된 정보를 펼쳐준 뒤, 기존의 SDMSR[1] 기법과 마찬가지로 대역을 분리하고 각 대역 별 이득 값을 정규화된 대역 값과 주파수 영역에 따라 이득 값을 결정한다. 기존 기법은 고주파 영역일수록 큰 이득 값을 주기 때문에 Chest X-ray 영상의 경우 폐의 혈관이나 뼈의 테두리 부분의 선명도가 부자연스럽게 강조된다. 따라서 본 논문에서는 분리한 대역을 고주파 영역, 중간 영역, 저주파 영역으로 구분 짓고 가중치를 다르게 주었다.

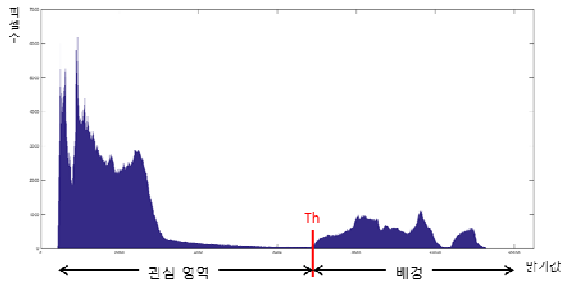


그림 1. 원본 Chest X-ray 영상의 히스토그램

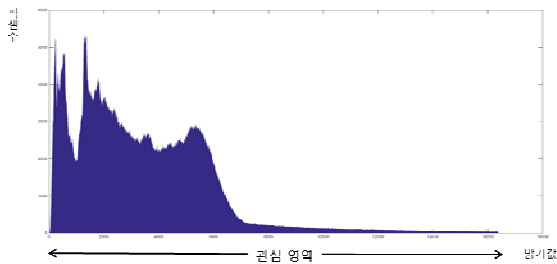


그림 2. 히스토그램 확장 후 Chest X-ray 영상의 히스토그램

고주파 영역에 가중치를 크게 주면 폐의 혈관이나 테두리 부분이 부자연스럽게 강조되고, 저주파 영역에 가중치를 크게 주면 선명도 개선의 효과가 적기 때문에 중간 영역에 가중치를 주어 보다 자연스럽게 선명도를 개선하였다.

마지막으로, Chest X-ray 영상의 전체적인 밝기 레벨을 적절하게 조절하기 위하여 전역적 대비 개선 기법 [2]을 적용한 영상과 지역적 대비 개선 기법 [3]을 적용한 영상을 융합한다. 전역적 대비 개선 기법은 영상에 적합한 변환 커브를 통해 전체적인 영상의 대비를 개선할 수 있지만, 어두운 폐 부분과 밝은 뼈 부분을 모두 개선해야 하는 Chest X-ray 영상을 개선하는 데에 한계가 있다. 또한 지역적 대비 개선 기법은 블록 단위로 계산하기 때문에 대비 개선에 효과적이지만 Chest X-ray 영상에 적용했을 때 블록 경계가 부자연스럽다. 따라서 전역적 대비 개선 기법의 결과 영상과 지역적 대비 개선 기법의 결과 영상의 평균 합을 통해 두 기법의 단점을 보완하여 적절하게 개선된 Chest X-ray 영상을 얻는다.

3. 실험 결과

3052x3052 크기의 14bit Chest X-ray 영상에 대하여 실험하였다. 주파수 대역은 9x9 크기의 저역통과필터를 이용하여 10 개의 대역으로 나누었고, 1 에서 4 번째 대역을 고주파 영역, 5 에서 7 번째 대역을 중간 영역, 8 에서 10 번째 대역을 저주파 영역으로 정하였다. 그림 3 은 각 주파수 영역 별로 가중치 실험을 한 결과이다. 저주파 영역을 강조한 경우 선명도 개선의 효과가 미미하고 고주파 영역을 강조한 경우 뼈와 폐의 혈관이 부자연스럽게 강조된다. 중간 영역에 1:3:1 의 비율로 가중치를 주었을 때 선명도가 적절하게 개선된 결과영상을 얻을 수 있다. 그림 4 (a), (b)는 각각 기법 [2]과 기법 [3]의 Chest X-ray 에 대한 실험결과이고 (c)가 논문에서 제안하는 알고리즘의 실험결과이다. [2]의 결과는 전체적으로 밝고 자연스럽게지만 복부 부분의 대비를 만족스럽게 개선되지 못했고, [3]의 결과는 폐와 복부 모두 대비가 잘 개선되었으나 전체적으로 어둡고 피부 부분이 부자연스럽다.

제안하는 알고리즘의 결과는 폐와 복부 및 피부 부분이 자연스럽게 개선되었고 전체적인 밝기 레벨도 적절하게 조절된 것을 확인할 수 있다.

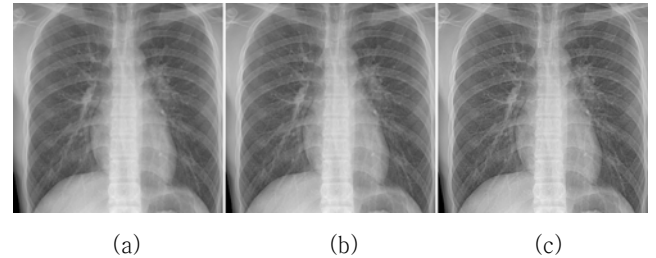


그림 3. 주파수 영역 별 가중치 실험 결과 (a) 저주파 영역 강조 (b) 중간 영역 강조 (c) 고주파 영역 강조

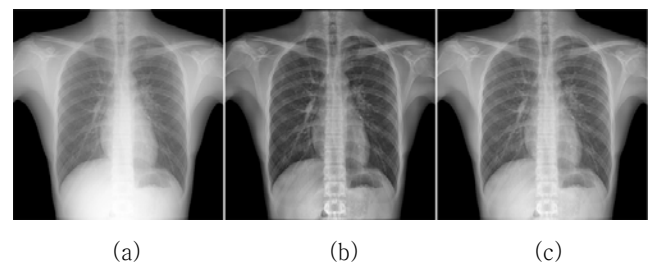


그림 4. Chest X-ray 실험결과 (a) AGCWD (b) CLAHE (c) 제안 알고리즘

4. 결론

본 논문은 Chest X-ray 영상의 화질을 개선하기 위해, 주어진 X-ray 영상을 여러 영역으로 분리한 후 주파수 대역 별 가중치를 조절하여 과도하게 선명도가 향상되어 부자연스러워지는 부분을 보완하였다. 그런 다음 전역적 대비 개선 기법을 적용한 영상과 지역적 대비 개선 기법을 적용한 영상을 융합하는 알고리즘을 제안하였다.

감사의 글

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

참고문헌

[1] J. H. Jang, B. Choi, S. D. Kim, and J. B. Ra, " Sub-band decomposed multiscale retinex with space varying gain," Proc. IEEE Int. Conf. Image Process., pp. 3168-3171, 2008.

[2] S. C. Huang, F. C. Cheng, Y. S. Chiu, " Efficient Contrast Enhancement Using Adaptive Gamma Correction With Weighting Distribution," IEEE Transactions on Image Processing, 2013.

[3] K. Zuiderveld, " Contrast limited adaptive histogram equalization," in Graphics Gems IV, P. Heckbert, Ed. New York: Academic, ch. VIII.5, pp. 474- 485, 1994.