

X-ray 영상을 위한 블록 기반 대비 개선 알고리즘

최광연, *송병철
 인하대학교
 *bcsong@inha.ac.kr

Block-based Contrast Enhancement Algorithm for X-ray Image

Kwang Yeon Choi, *Byung Cheol Song
 Inha University

요 약

지역적으로 영상의 대비를 개선하는 알고리즘은 X-ray 영상에서 효과적인 대비 개선의 결과를 얻을 수 있는 방법이다. 그러나 일반영상과는 다른 X-ray 영상의 특성으로 과도한 개선과 인접한 지역간의 특성이 비슷하지 않은 경우가 있기 때문에 부자연스러운 결과를 발생시킨다. 본 논문은 위와 같은 문제들을 해결하기 위해 비 중첩 서브블록 기반 영상 대비 개선 알고리즘으로 각 서브블록당 대비 개선 적용 방법과 블록화 현상 제거 방법을 제안한다. 제안 대비 개선 방법은 적절한 대비 개선과 빠른 연산 결과를 보이며, 블록화 제거 방법은 자연스러운 최종 결과를 얻는다.

1. 서론

최근 의료기기 시장의 고속 성장과 사람들의 높은 관심에 힘입어 의료기기 및 관련 기술의 발전도 중요한 이슈가 되고 있다. 특히 여러 의료기기를 중에서도 X-ray 기기는 현재 가장 널리 보급되어있고 수요가 많은 만큼 많은 관련 연구가 진행되고 있다. DR (Digital radiography)의 발전으로 현재 많은 병원에서 디지털 X-ray 기기를 사용하여 의사들에게 양질의 X-ray 영상을 제공하고 있다. 하지만 X-ray 영상의 촬영원리 상 진단 부위에 따라 촬영 기기로부터 얻어진 영상 데이터를 의사가 분석하기에 어려움이 존재한다. 예를 들어, 흉부 X-ray의 경우 폐질환, 갈비뼈 골절, 기관지염 등 다양한 이유로 촬영하기 때문에 각 질환에 따라 의사가 주의 깊게 관찰해야 하는 신체 조직이 다르다. 따라서 의사의 정밀한 진단과 정확한 판단을 돕기 위해서는 보다 뛰어난 화질의 X-ray 영상을 제공할 필요가 있다.

영상의 대비 개선을 위한 방법으로는 전역적인 방법과 지역적인 방법이 있다. X-ray 영상의 경우 지역적인 특성이 강하기 때문에 지역적인 방법으로 영상의 대비를 개선시키는 것이 효과적이다. 지역적 대비 개선 방법 중에 전형적인 비 중첩 서브블록 기반 대비 개선 알고리즘이 있다. 이 알고리즘은 우선 영상을 여러 서브블록으로 나눈 후 각각의 서브블록에 대해서 대비 개선 기법을 적용한다. 이후 블록화 현상 제거를 위한 처리를 적용한다. 기존 기법은 각 서브블록에 대해서 히스토그램 프로젝션 기법을 적용하고 블록화 현상 제거를 위해 인접한 3개의 서브블록 정보를 이용하는 가중치 평균을 적용한다 [1]. 기존 기법이 제안하는 히스토그램 프로젝션 기법은 과도한 개선이 되어 부자연스러운 영상을 얻는다. 그리고 가중치 평균은 일반 영상에는 적합하지만 X-ray 와 같은 의료 영상의 특성에 적합하지 않아 효과적인 대비 개선이 이루어지지 않는다. 특히 X-ray 영상의 경우, 인접 서브블록의 특징이 크게 다른 경우가 있어 자연스러운 대비 개선이 어렵다. 그림 2 (a)는 블록화

현상, 그림 2 (b)는 가중치 평균 계산으로 나타나는 문제점을 보여준다.

본 논문에서는 과도한 대비 개선 방지를 위해 각 서브블록당 가중치 분배 CDF 변환 함수를 적용하고 자연스러운 블록화 현상 제거를 위해 중첩의 적용을 제안한다 [2-3].

2. 대비 개선

각 서브블록에 대한 가중치 분배 CDF 변환 함수는 식 (3)과 같다 [2].

$$PDF_w(k) = PDF_{\max} \left(\frac{PDF(k) - PDF_{\min}}{PDF_{\max} - PDF_{\min}} \right)^\alpha \quad (1)$$

$$CDF_w(k) = \sum_{K=0}^{I_{\max}} \frac{PDF_w(k)}{\sum PDF_w} \quad (2)$$

$$T(k) = (I_{\max} \times R) \times CDF_w(k) \quad (3)$$

PDF(k)는 서브블록당 PDF, k는 해당 밝기 값, I_{\max} 는 밝기 최대값으로 8-bit 영상일 경우 255, 14-bit 영상일 경우 16383 이다. α 는 적응적 변수이고 R 값을 조절하여 과도한 개선을 막는다. 가중치 분배된 PDF 를 통해서 부드러운 PDF 그래프를 얻는다. 이후 구해진 CDF 는 가중치 분배가 되지 않은 CDF 와 비교하여 급격한 변화를 막아주는 효과를 얻는다. 이러한 가중치 분배 CDF 변환 함수를 적용하면 히스토그램 프로젝션 기법과 비교하여 과도한 개선을 막아주고 연산 시간 또한 줄어든다.

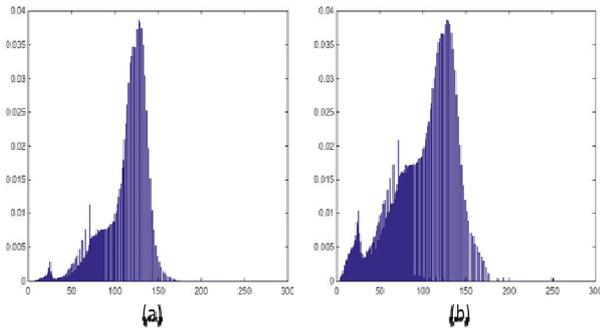


그림 1. (a) 가중치 분배 안된 PDF (b) 가중치 분배 된 PDF

블록화 현상 제거를 위해 서브블록 기반 중첩 방법을 적용한다 [3]. 각각의 서브블록들의 중심점을 찾고 4 개의 블록들로 나누어진 서브블록에 대한 식 (3)과 같은 변환함수를 이용하여 중앙 부분은 2 중 선형 보간법, 영상의 모서리 부분은 선형 보간법, 꼭지점 부분은 변환함수를 그대로 이용하는 방법으로 중첩을 적용한다.

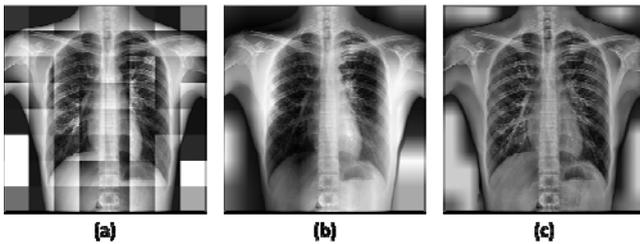


그림 2. (a) 블록화 현상 (b) 가중치 평균 결과 (c) 중첩 결과

3. 모의실험 결과

우리의 실험에서는 12×12 크기의 서브블록을 사용하고 식 (1)의 α 는 0.1 로, R 은 0.8 로 하였다. 후처리로서의 적용을 위해 동일한 전처리가 된 14-bit 영상을 입력영상으로 사용하였다. 일반영상과 달리 주변 서브블록과 연관성이 적은 X-ray 영상의 특성으로 주변 3 개의 서브블록을 이용하는 가중치 평균 계산을 적용 할 경우 그림 2 (b)와 같이 부자연스러운 결과를 그림 2 (c)와 같이 중첩을 적용한다.

주관적인 화질 평가를 위해 지역적 히스토그램 평활화 기법[3], 전역적으로 처리하는 가중치 분배 적응적 감마 보정 기법[2]과 함께 제안기법을 비교하였다. 배경 값은 0 으로 처리하였다. 그림 3 은 결과를 보여준다.

4. 결론

본 논문은 X-ray 영상에서 기존의 비 중첩 서브블록 기반 대비 개선 기술에서 나타났던 과도한 개선 문제와 블록화 현상 제거를 위한 가중치 평균 계산 결과의 어색함의 문제를 가중치 분배 CDF 변환 함수와 중첩의 방법으로 해결하였다. X-ray 영상의 화질은 영상을 판단하는 의사에 따라 평가 되므로

원하는 영상에 가깝게 얻을 수 있도록 다양하게 파라미터화 하는 방법으로 개선할 수 있을 것이다.

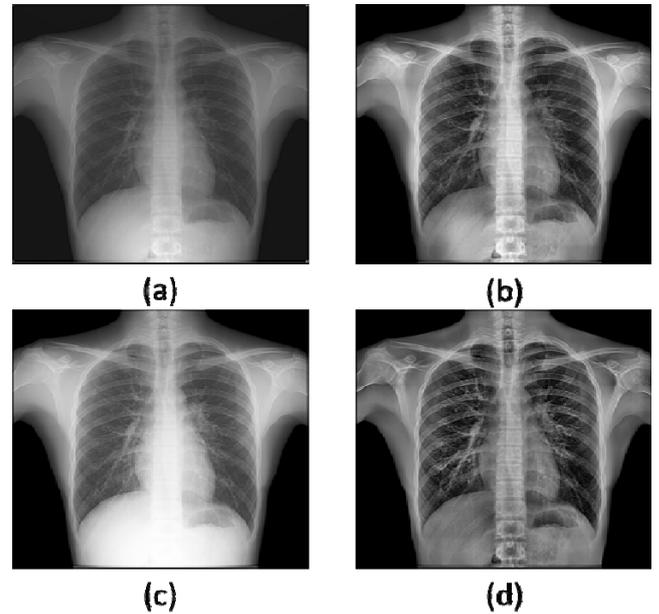


그림 3. 실험결과 (a) 입력영상 (b) CLAHE (c) AGCWD (d) 제안기법

감사의 글

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

참고문헌

- [1] B. Liu, W. Jin, Y. Chen, C. Liu, and L. Li, " Contrast Enhancement using Non-overlapped Sub-blocks and Local Histogram Projection," *IEEE Transactions on Consumer Electronics.*, vol. 57, no. 2, pp. 583-588, May. 2011.
- [2] S. C. Huang, F. C. Cheng, and Y. S. Chiu, " Efficient Contrast Enhancement Using Adaptive Gamma Correction With Weighting Distribution," *IEEE Transactions on Image Processing.*, vol. 22, no. 3, pp. 1032-1041, March. 2013.
- [3] K. Zuiderveld, "Contrast limited adaptive histogram equalization," *Graphics Gems IV*, pp. 474-485. Academic Press Professional, Inc., 1994.