

GPU를 이용한 의료영상의 라플라시안 피라미드 방법에 관한 연구

김재혁*, 이준동**, 양길모**, 김동호*, 김순석*, 이강우*, 이용희*

*한라대학교 컴퓨터공학과, **강릉원주대학교 컴퓨터공학과

yhlee@halla.ac.kr

Study on the Laplacian pyramid method of medical image using GPU

Jaehyuk Kim, Yonghee Lee, Dongho Kim, Soonseok Kim, Kangwoo Lee,
Dept. of Computer Engineering, Halla University.

요 약

본 논문에서는 GPU를 이용하여 x-ray영상의 질을 개선시키기 위해 라플라시안 피라미드 방법을 제시한다. 의료영상에서 중요시하는 특징의 추출을 위해 원영상을 다중레벨의 부영상으로 신호를 분해하며, 각 레벨에서 가우시안 스무딩 함수를 사용하여 영상의 대비를 확장시킨다. 분해된 영상을 기반으로 전체영상을 재구성하여 영상의 질을 향상시키게 된다. 이러한 과정은 많은 계산을 필요로 하며, 효과적이고 빠른 처리를 위해 GPU를 사용한다., 결과에서 GPU를 이용한 cuda 프로그램이 효과적으로 동작하며, 영상의 질을 향상시킴을 보인다.

1. 서론

의료영상은 진단에 있어 중요한 정보를 제공하고 있으며, 다양한 분야에 사용되고 있다[1]. 의료영상의 질을 개선하는 기본 원리는 들어오는 의료영상신호의 dynamic range를 화질의 열화 없이 우리 눈이 잘 알아 볼수 있는 dynamic range로 변환하는 방법을 사용한다. 의료영상은 처리해야 할 영상 데이터의 양이 많고, 정보의 손실이 없어야 하기 때문에 빠르고 정확한 처리를 요구하고 있다. 우리는 라플라시안 피라미드방법을 이용하여 의료영상의 질을 개선시키는 방법을 제시한다.

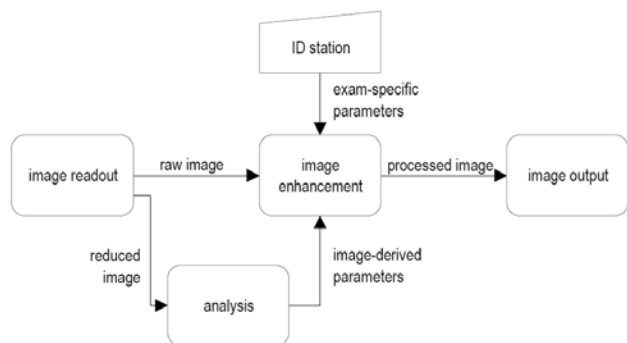
2. 방법

의료영상 처리과정은 먼저 찍은 raw 영상의 축소판을 이용하여 특징을 추출하고 이 특징과 사람이 주어진 변수를 가지고 영상처리를 수행하는 방법이다. 그리고 다중 주파수대에서 영상처리를 하여 향상된 영상을 얻는 방법이다. 다중 주파수 향상의 기본적인 아이디어는 개별적인 상세정보를 표현하는 성분으로 영상을 나누어, 원래 영상보다는 이들 개별 성분에 contrast를 향상시키는 것이다. 선형 변환으로 영상 $X(i,j)$ 는 2차원 기본 함수 $A(i,j)$ 의 weighted sum

성분으로 분해하고, 각 변환계수 b_k , l 은 원래의 영상contrast 기본 함수에 상응하는 상대적인 기여도 값을 나타낸다.

$$X(i, j) = \sum_{k,l} b_{k,l} \cdot A(i, j)$$

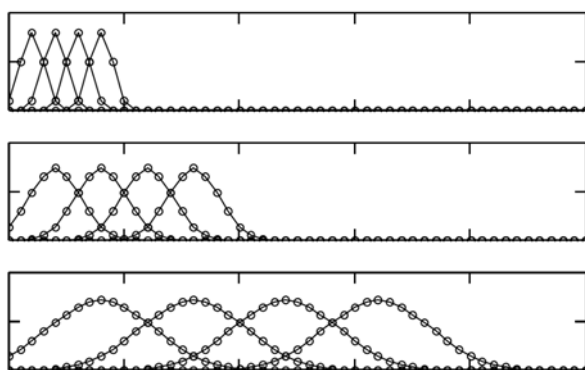
다양한 크기의 상세정보(detail)를 표현하기 위해 모든 범위를 내포해야 하며 연속적이어야 한다. 이를 위해 Laplacian pyramid transform 에 의해 원신호를 분해한다. 의료영상 개선을 위한 Laplacian Pyramid Method의 기본원리는 들어오는 X-ray 신호의 동적영역(dynamic range)을 우리 눈이 잘 알아 볼 수 있는 동적영역으로 화질의 열화 없이 변환하는 방법을 제시하는 것이다. 이를 위해 다중 콘트라스트 개선 방법(Multiscale contrast enhancement)을 이용하게 된다. 다중 콘트라스트 개선방법의 기본적인 개념은 개별적인 상세정보를 표현하는 성분으로 영상을 나누어, 원래 영상보다는 이들 개별 성분에 콘트라스트를 향상시켜 복원함으로서 전체 콘트라스트를 개선하는 것이다. 선형 변환으로 영상 $X(i,j)$ 는 2차원 기본 함수 $c(i,j)$ 의 가중합 성분으로 분해하게 된다.



(그림 1) 의료영상처리 과정

$$X(i, j) = \sum_{n, m} s_{n, m} c(i, j)$$

각 변환계수 $s_{n, m}$ 은 원래의 영상 콘트라스트 기본 함수에 대응하는 상대적인 기여도 값을 나타낸 것이다. Fourier 변환 같이 주기적인 기본 함수를 이용한 선형 변환은 기본 함수가 전체 영상 범위를 벗어나기 때문에 콘트라스트 향상의 목적에는 적합하지 않다. 기본 함수는 개별 특성에 맞게 하기 위해 작아야 하고, 주파수 도메인에 국부적이어야 한다. 본 연구에서는 영상을 Laplacian pyramid 변환에 의해 분



(그림 2) 주파수 영역에서의 대역별 분할

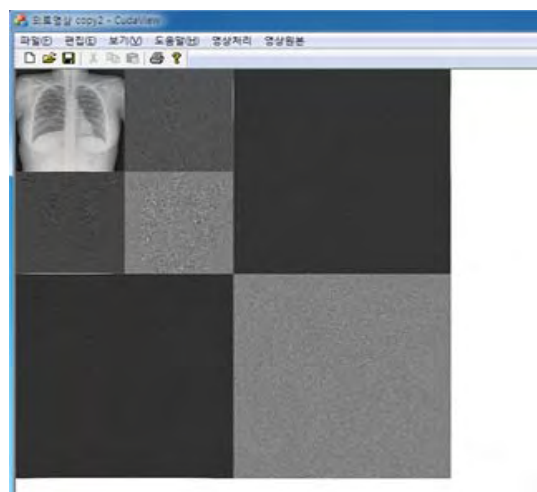
해하게 된다. 그림 1은 분해 및 재조립 과정을 나타낸 것이다.

원본 영상은 5×5 가우시안 커널로 LPF 되고, 2칸씩 서브샘플링을 수행하게 된다. 다음의 중간 결과는 원래 영상크기로 보간법을 이용하여 보간되며, 원래 영상과 차이 영상을 만들게 된다. 다음 단계는 앞단의 서브샘플링된 영상으로 부터 같은 방식으로 계산하게 된다. 이렇게 하면, 영상의 X, Y축은 각각 반등분 되면, 이런 분해는 서브샘플링된 영상이 하나의 pixel이 될 때까지 진행되고, 마지막 값은 영상

의 DC 성분을 의미하게 된다. $2k \times 2k$ 영상의 경우 피라미드는 11개의 층을 가지게 되며, 원본 영상의 분해과정에서 가우시안 스무딩 함수를 이용하여 콘트라스트를 개선하게 된다. 상세한 정보의 양은 피라미드 분해가 계속됨에 따라 줄어들게 된다. 연속적인 영상 분해를 통해 처리전과 후 영상의 차이값이 Laplacian pyramid의 해당 층에 저장하게 된다. 각각의 차이 영상은 해당 주파수에 대응하는 그림의 상세한 정보를 나타낸다. 콘트라스트의 개선은 Laplacian pyramid의 계수를 조정함에 의해 개선하게 된다. 가우시안 스무딩 함수는 해당하는 상세정보 표현능력을 올리기 위해 증폭하는 것으로 동적영역을 압축함으로서 정보의 손실없이 축소 할수 있어, 전체 콘트라스트 해상도는 올라가게 된다.

3. 실험 결과 및 분석

x-ray 영상에 본 알고리즘을 적용한 결과를 그림 3에 나타내었다. 영상의 전체크기는 512×512영상으로 하였으며, 분해레벨은 6단계까지 수행하였다. 전체적으로 알고리즘의 분해 및 복원에 대한 작업을 통해 영상의 콘트라스트 개선이 가능함을 알 수 있었다.



(그림 3) 다중의료영상처리결과 예

감사의 글

- 1) 본 연구는 2015년 산업협력권사업(비즈니스협력형)사업에 의해 지원 되었음.
- 2) 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 ICT융합고급인력과정지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2015-H8601-15-1009)

참고문헌

1. Pieter Vuytsteke, Emile Schoeters, Image Processing in Computed Radiography, International Symposium on Computerized Tomography for Industrial Applications and Image Processing in Radiology, Berlin, Germany March 15-17, 1999
2. In Kyu Park, Nitin Singhal, Man Hee Lee, Sungdae Cho, and Chris W. Kim, Design and Performance Evaluation of Image Processing Algorithms on GPUs, IEEE Trans. on Parallel and Distributed Systems, Vol 22, No 1, Jan, 2011, 91-104