

2D 웨이블릿변환을 이용한 그레이 의료영상이미지의

의사컬러향상에 관한 연구

김영빈*, 허창우*, 류광렬*

*목원대학교 전자정보통신공학부

A Study on Pseudocolor Enhancement of Medical Images with 2D Wavelet Transform

Young-bin Kim*, Chang-wu Hur*, Kwang-ryol Ryu*

Mokwon University

Email : ryol@mokwon.ac.kr

컴퓨터비전분과

요 약

의료영상 이미지에서 이상유무 등 진단능력을 향상시키기 위해 2D 웨이블릿 변환을 이용하여 그레이 이미지를 의사컬러로 향상하기 위한 연구이다. 웨이블릿 필터설계는 변환된 영상데이터의 블록킹을 줄이기 위해 차수가 높은 다우비치 8차 웨이블릿 함수를 사용하여 필터함수를 구성하였고, 저주파 성분과 고주파 성분, 대역통과 성분으로 각각 분리하여 R, G, B 이미지의 성분으로 매핑하여 의사 컬러 이미지로 향상하였다. 의사컬러로 향상된 이미지는 그레이 이미지에 비해 결합 유무를 빠르게 구분할 수 있어 신속한 진단이 가능하고, 웨이블릿 변환을 이용함으로써 기존의 주파수변환 기법에 비하여 변환과정을 간소화 할 수 있다.

서 론

최근 디지털컴퓨터를 이용한 다양한 영상 처리에 대한 연구가 진행 중인데 그 중에서도 가장 흥미로운 분야가 이미지 향상에 관련된 분야 일 것이다. 이미지 향상의 목적은 이미지 디스플레이 혹은 분석을 위한 특정 이미지의 강조에 있다. 이렇게 향상된 이미지에서 관측자는 필요한 정보를 보다 빠르게 얻을 수 있게 된다. 그러나 수집된 이미지 데이터가 흑백의 그레이 이미지인 경우에 분석가가 구분할 수 있는 능력에는 한계가 있다. 육안으로는 단지 20-30 그레이 단계를 구분할 수 있는데 반해 컬러색상에 있어서는 수 천가지 이상을 분별할 수 있는 것과 같이 컬러를 갖는 영상 이미지에서 분별할 수 있는 능력이 향상된다. 즉, 흑백의 이미지를 컬러로 표현하면 인간의 판단을 높일 수 있다. 이와 같이 관측자인 사람이 이미지 내에서 대상을 감지하는 능력을 향상하기 위해 그레이 이미지를 컬러 이미지로 나타내는 의사컬러(Pseudocolor, False color)가 있다

[1-3][5-8].

그레이 이미지를 컬러 이미지로 변환하는 방법에는 회색의 농도변화에 특정 컬러를 할당하는 명암도를 이용한 방법이 있으나 그레이 농도에 따른 제한이 있다. 주파수 필터를 이용한 방법은 그레이 이미지를 FFT 처리를 하여 주파수 영역으로 변환을 하고, 변환된 주파수 데이터에서 이미지의 그레이 농도 변화에 대한 차이를 고역통과, 대역통과, 저역통과 필터를 거쳐 컬러 이미지로 표현할 수 있는 RGB의 3영상으로 분리한다. 분리된 영상데이터는 다시 역푸리에 변환을 거치고 히스토그램 평활화 과정을 거쳐 의사컬러 이미지로 변환을 한다.[4][12] 이 기법은 앞서 설명한 기법에 비해 보다 많은 융통성을 제공하지만 FFT 변환, 역 FFT 변환, 필터처리 등 복잡한 과정을 거쳐야 했다[9].

웨이블릿 변환은 저주파 영역과 고주파 영역에 대해 각기 다른 윈도우를 사용하여 시간 분해능과 주파수 분해능을 향상시킬 수 있다. 웨이블릿 변환에 의해 변환된 영상은 서로 다른 주파수

특징을 갖고 서로 간에 어느 정도의 상관관계를 갖는다. 따라서 시간과 주파수에 대한 국부적인 신호를 표현할 수 있어 비정상 과정을 가지는 영상 신호를 해석하는데 유리하고 웨이블릿변환 영역이 인간의 시각특성과 비슷한 다중 해상도로 표현이 가능하다[10][11][13][14]. 본 논문에서 진료용 이미지에서 환자의 이상유무 등을 신속히 진단하기 위해 촬영한 그레이 이미지를 의사컬러로 변환하는 과정에서 웨이블릿 필터를 이용한 변환 기법을 제안한다.

II. 웨이블릿과 의사컬러

1. 웨이블릿 변환

웨이블릿을 이용한 의사컬러 변환과정은 그레이의 입력 영상 $h(u,v)$ 에 대해 2D 이산웨이블릿 변환(DWT)을 취하면 웨이블릿 변환된 영상 정보는 저주파 성분의 근사와 수직, 수평, 상세 정보를 갖는 고주파 성분의 4개 영역으로 분리된다. 웨이블릿 변환 시에는 분해 필터를 사용하는데 저역통과 필터(LPF)와 고역통과 필터(HPF) 값을 각각 적용하여 저역통과 성분과 고역통과 성분의 영상데이터로 분리된다.

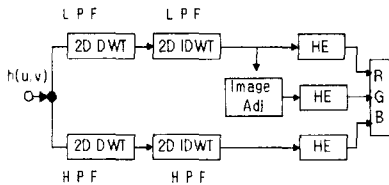


그림1. 웨이블릿 변환

고역통과와 저역통과 대역별로 분리된 데이터는 재구성 필터를 사용한 웨이블릿 역변환(IDWT)을 거쳐 입력 영상과 동일한 크기의 영상 이미지로 다시 복원된다. 복원된 이미지는 히스토그램 평활화(HE) 과정을 거친다. 여기서 저주파 성분의 Blue 이미지와 고주파 성분의 Red 이미지를 얻게된다. 웨이블릿 변환은 고주파 성분과 저주파 성분으로 분리되어 대역통과 필터된 영상은 저역통과 필터된 영상의 상위레벨의 영상을 분리, 재조정하여 Green 이미지로 배열한다. 이 과정으로 얻은 영상을 컬러영상으로 재배열하여 의사컬러영상을 구성하게 된다. 웨이블릿 변환을 이용한 의사컬러 변환의 과정을 그림1에 나타내었다.

2. 의사컬러과정

필터를 거쳐 분리된 Red, Green, Blue의 3컬러 이미지 데이터는 웨이블릿 변환과 역변환을 거치는 동안 표현하기에 불합리한 음의 값을 포함하고 있고 영상 데이터의 분포가 불평등하게 치우쳐 있다. 이러한 부분을 제거하거나 디스플레이하기에 적합한 분포를 갖도록 마이너스에 분포되어 있는 데이터는 제거하고, 히스토그램 평활화 과정을 거친다. 고주파 영역의 데이터는 최대값과 최소값의 차이가 크지 않고 영상의 히스토그램이 한쪽으로 집중되어 있어 영상의 경계부분의 구분이 쉽지 않은데 히스토그램 평활화 과정을 거쳐 뚜렷한 경계를 갖는 영상으로 변환한다.

III. 실험 및 고찰

본 논문에서는 NMR과 CT 스캔을 이용하여 환자의 뇌단면을 촬영한 256그레이 레벨의 이미지를 대상으로 의사컬러 향상을 하였다. 그림2는 NMR 스캔을 이용하여 촬영한 환자의 주름이 잡힌 대뇌반구 이미지로 446X589의 크기를 갖는다. 그림7은 CT스캔을 이용하여 AIDS환자의 뇌실이 확대된 대뇌의 이미지로 443X571 크기의 이미지를 실험에 사용하였다.

PGM(Portable Gray Map) 포맷을 갖는 입력 이미지에 대해 웨이블릿 필터 함수를 적용하였다. 웨이블릿 변환에서는 적용하는 웨이블릿 필터 함수의 모양에 따라 분해 및 재구성의 성능이 크게 좌우되는데 본 논문에서는 영상신호처리에 적절한 정규성이 높은 다우비치 웨이블릿의 db8을 사용하여 필터를 설계하고 적용하였다. 저역통과 이미지를 구하기 위해 저역통과 웨이블릿 필터함수를 구하고, 필터함수를 입력 이미지에 대해 웨이블릿 변환을 취한다. 이때 필터상쇄계수를 사용하여 필터링이 필요한 대역을 조정하였다. 실험에 사용한 필터 상쇄 계수는 표1과 같다. 웨이블릿 변환된 이미지에 대하여 다시 재구성 필터를 설계하여 구한 필터 함수를 적용하고, 역변환 과정을 거쳐 저역통과 된 영상이미지를 구하였다. 대역통과 이미지는 저역통과 이미지와 동일한 방법으로 웨이블릿 변환과 역변환을 취하여 획득된 이미지에서 중간 대역을 재구성하여 얻게 된다. 고역통과 필터 이미지는 저역통과 필터 이미지와는 반대의 필터링 함수를 갖는데, 웨이블릿 변환 및 역변환 과정은 동일하다. 웨이블릿 변환 및 역변환 과정에서 필터 처리된 영상의 데이터는 디스플레이 하기에 불합리한 데이터를 포함하고 있는데 히스토그램 평활화와 같은 후처리 과정을 거쳐 디스플레이 하기에 적합한 값으로 변환을 취하였다.

비정상적인 주름이 잡혀 있는 환자의 대뇌 반구 이미지인 그림2를 입력이미지로 사용하여 웨이블릿 변환과 역변환 과정을 거쳤을 때 저역통과 필터링 이미지를 구한 것이 그림3 이고, 대역통과 필터링 된 이미지가 그림4, 고역통과 필터링

이미지를 그림5를 보이고 있고, 각각의 필터링 된 이미지에 대해 저역통과 이미지는 RGB이미지의 Blue성분으로 대역통과 이미지는 Green, 고역통과 이미지는 Red 성분으로 배열하여 나타낸 결과 그림6과 같은 의사결러 이미지를 구하였다. CT 스캔 방법을 이용하여 촬영된 그림7을 대상으로 웨이블릿 변환을 하였다. 그 결과 저역통과 이미지는 그림8, 대역통과 이미지는 그림9, 고역통과 이미지는 그림10, 그리고 필터링 된 이미지를 RGB이미지로 재배열하여 의사결러로 향상된 이미지가 그림11 이다.

그레이 레벨의 입력이미지에 대하여 의사결러로 향상하였을 변환된 의사결러 이미지의 식별능력 향상여부는 각 개인에 따라 주관적이고, 직관적인 성향이 크기 때문에 본 논문에서는 그레이 레벨의 입력이미지와 웨이블릿 변환을 이용하여 얻은 의사결러 이미지를 함께 보았을 때 이미지의 특징 즉, 그림2에서는 뇌의 주름을, 그림7에서는 뇌실의 확대여부를 식별하는 능력의 향상 여부를 설문 조사하였다. 65명을 대상으로 조사한 결과 약 94%(61명)가 그레이 레벨의 입력영상에 비하여 의사결러 영상에서 이미지의 특징을 보다 빠르게 식별할 수 있다는 결과를 얻었다. 표2는 설문 조사에 대한 결과를 나타내고 있다.

필터	LDF	HDF	LRF	HRF
저역통과 영상	1.0	0	1.0	1.0
대역통과 영상	1.0	1.0	1.0	1.0
고역통과 영상	0	1.0	0	1.0

표 1. DWT, IDWT 시 필터 상쇄값표

	식별이 용이함	백분율(%)
의사결러 이미지	61	93.8
그레이 이미지	4	6.2
합계	65	100

표 2. 의사결러 이미지와 그레이 이미지의 식별능력 비교 설문조사표

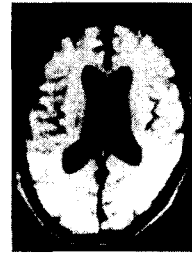


그림 2. NMR 스캔 입력이미지

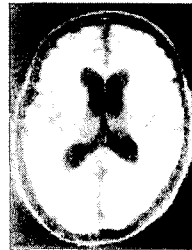


그림 3. LPF 이미지



그림 4. BPF 이미지



그림 5. HPF 이미지

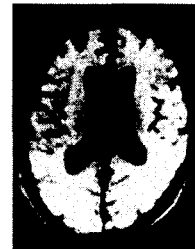


그림 6. 의사결러 이미지

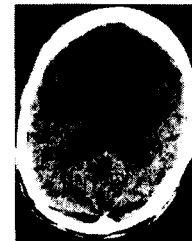


그림 7. CT스캔 입력이미지

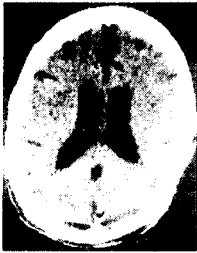


그림 8. LPF
이미지



그림 9. BPF
이미지



그림 10. HPF
이미지

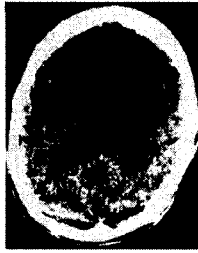


그림 11. 의사컬러
이미지

IV. 결 론

본 논문에서는 256 레벨을 갖는 뇌의 그레이 영상 이미지에 대한 진단능력 향상을 위해 웨이블릿을 이용한 의사컬러 변환에 대한 기법을 제안하였다. 의사컬러로 변환된 이미지는 이미지의 경계 구분이 그레이 이미지보다 양호하고 따라서 뇌조직의 이상유무에 대해 신속한 판단이 가능하였다. 또한 기존의 주파수 필터를 이용한 의사컬러 변환법에서는 그레이 이미지의 시간영역신호를 주파수영역으로 변환하고 LPF, BPF, HPF 2D 필터를 통과시켜 시간영역으로 역변환한 후 히스토그램 평활화 과정과 같은 후처리과정을 거쳐야 했다. 이러한 방법은 FFT, IFFT 그리고 필터링 과정에서 처리시간이 길고 여러 단계의 변환 과정을 거쳐야만 하였다. 그러나, 웨이블릿 변환을 이용할 경우 웨이블릿 변환, 역변환, 히스토그램 평활화 과정의 3단계만으로 의사컬러 변환이 가능하다. 즉, 변환과정을 간소화 하는 이점을 얻을 수 있다. 그레이 영상 이미지를 의사컬러로 변환하였을 때 원 영상에 대한 웨이블릿 변환과정을 거쳐 얻은 영상이미지의 식별능력을 65명에 대해 설문 조사한 결과 원 그레이 이미지에 비하여 변환된 의사컬러 영상에서 이미지의 특징을 보다 빠르게 식별할 수 있다는 결과를 얻을 수 있었다. 본 논문에서는 뇌의 영상 이미지에 대해서만 실험을 하였는데, 향후에는 신체의 각 부분에 대한 영상 이미지의 특징을 충분히 나타낼 수 있도록 최적의 필터설계와 특정 질병에 대해서 특징

추출이 뛰어나도록 하기 위한 연구가 계속 되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Harry C. Andrews, A. G. Tescher, Richard P. Kruger, "Image Processing by Digital Computer." IEEE Specturm, vol.9, no.7, pp.20-23, 1972
- [2] Anil K. Jain, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice-Hall, 1989
- [3] Green, W.B. Digital Image Processing-A Systems Approach, Van Nostrand Reinhold, New York
- [4] Gonzalez & Woods, Digital Image Processing, Addison wesley Longman Limited, pp.230-251, 1992
- [5] R. H. Stratton, J. J. Sheppard, Jr. "A photographic Technique for Image Enhancement : Pseudocolor Three-Separation Process", Rand, 1970
- [6] E. R. Kreins, L. J. Allison, "Color Enhancement of Nimbus High Resolution Infrared Radiometer Data", Appl. Opt., vol. 9, No. 3, pp.681-686, 1970
- [7] Sheppard, Joseph J. Stratton Roy H, Gazley, Carl, "Pseudocolor Enhancement of Biomedical Images", Rand, 1969
- [8] Dai. Jianbiao, Zhou. Shaoxiang, "Computer Aid Pseudo-coloring Coding of Gray Image-Complementary Coloring Coding Technique", SPIE vol. 2898, pp.186-191, 1996.
- [9] 김영빈, 김윤호, 류광렬, "주파수 필터를 이용한 그레이이미지의 의사컬러 향상", 한국해양정보통신학회, 2000. vol.4 No.2 pp.522-527
- [10] 김자환, 개선된 2차원 웨이블릿을 이용한 영상 데이터의 압축에 관한 연구, 목원대학교 석사학위논문, 1997
- [11] Michel Misiti, Yves Misiti, Geroges Oppenheim, Jean-Michel Poggi, Wavelet Toolbox User's Guide, MathWorks, inc. ,1997
- [12] Randy Crane, A Simplified Approach to Image Processing, Prentice Hall, 1997.
- [13] M.J. Shensa, "An Inverse DWT for Nonorthogonal Wavelets", NCCOSC Technical Report, TR 1621, 1993
- [14] http://rad.usuhs.mil/synapse/radpix.html?mode=cat_browse&expand=85