

# 가중치 합을 이용한 웨이블릿 영역의 디모자이킹

정보규, 엄일규  
 부산대학교 전자전기공학부  
 e-mail : puzizic17@pusan.ac.kr, ikeom@pusan.ac.kr

## Demosaicking Using Weighted Sum in Wavelet domain

Bo Gyu Jeong, Il Kyu Eom  
 Dept. of Electronics Engineering,  
 Pusan National University

### Abstract

This paper presents a new demosaicking method based on weighted sum in the wavelet domain. In our method, the missing wavelet coefficients in lowest frequency subband are obtained by weighted sum. Since detail coefficients have large values at the edge region, these values are used as weighting factors. Detail coefficients are replaced by the coefficients in the corresponding subbands. Experimental results show that the proposed method generates good performance.

### I. 서론

최근의 잡음 제거, 영상압축 등의 영상 처리 분야에서 웨이블릿 영역의 처리 방법이 각광 받고 있다. 기존의 디모자이킹 방법들[2],[4]은 대부분이 공간 영역에서 이루어지며 웨이블릿 변환은 후처리를 위해 사용된다.[3] 웨이블릿 영역에서의 디모자이킹은 다른 분야들과의 유용성을 획득 할 수 있으며 부대역간의 특징들을 잘 활용하면 기존의 공간영역 상의 디모자이킹 방법들 보다 더 좋은 결과를 얻을 수 있다. 본 논문에서는 웨이블릿 계수들을 이용하는 새로운 디모자이킹 방법을 제안한다. 제안된 방법은 수직과 수평방향의 고주파계수들을 조사하여 각각의 가중치를 두어 저주파 부대역을 보간 하였다. 또한 고주파 부대역은 계수간의 상관관계를 이용하여 디모자이킹을 하였다.

### II. 제안 방법

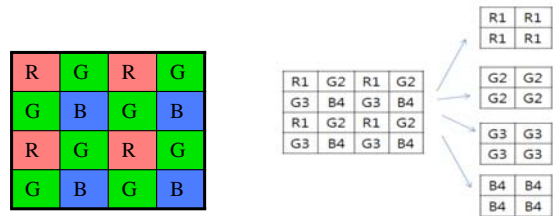


그림 1.(a) Bayer CFA 패턴 (b) 하위채널분할

Bayer 패턴은 그림 1.(a)와 같이 한 화소에 한 개의 색 정보만을 가지며 나머지 두 개의 색 정보는 알 수 없기 때문에 웨이블릿 변환이 어렵다. 그래서 그림 1.(b)와 같이 polyphase filter를 사용하여 4개의 하위 채널로 나눈다. 각각의 하위 채널들에 대하여 아래의 식과 같이 웨이블릿 변환을 실시한다.

$$[W_O^{LL}, W_O^{LH}, W_O^{HL}, W_O^{HH}] = DWT(O), \quad (1)$$

여기서  $O \in \{R_1, G_2, G_3, B_4\}$ 는 이미 알고 있는 화소 값으로  $W_O^{LL}, W_O^{LH}, W_O^{HL}, W_O^{HH}$ 은 각 밴드들의 계수이다. 웨이블릿 변환은 undecimation된 Le Gall의 JPEG2000 5/3 필터를 사용하였다.

일반적으로 에지를 가로지르는 보간법이 artifact들의 원인이 되기 때문에 이를 억제하기 위해 수직과 수평의 에지의 조사가 필요하다. 웨이블릿의 고주파 부대역의 계수들은 에지 부분에서 큰 값을 가지므로 에지 판별식을 아래와 같이 구한다.

$$\begin{aligned} DH(i,j) &= |W_{G_3}^{LH}(i,j)| + |W_{G_3}^{LH}(i-1,j)| + |W_{R_1}^{LH}(i,j)| + \alpha \\ DV(i,j) &= |W_{G_2}^{HL}(i,j)| + |W_{G_2}^{HL}(i,j-1)| + |W_{R_1}^{HL}(i,j)| + \alpha \end{aligned} \quad (2)$$

여기서 상수항  $\alpha$ 는 분모가 0이 되는 것을 제한하며 실

험적으로 0.1을 사용하였다. 그리고  $i$ 는 행을,  $j$ 는 열의 위치를 나타내며  $DH$ 는 수평방향,  $DV$ 는 수직방향 에지의 크기를 각각 나타낸다.

(2)에서 산출된 에지 판별식은 저주파영역의 계수 추정값의 가중치 요소로 쓰인다. 아래식과 같이 에지를 더 강조하는 방향으로 가중치를 둔다.

$$W_h(i,j) = \frac{DH(i,j)}{DH(i,j)+DV(i,j)} \times \frac{W_{G_2}^{LL}(i,j) + W_{G_2}^{LL}(i,j-1)}{2}$$

$$W_v(i,j) = \frac{DV(i,j)}{DH(i,j)+DV(i,j)} \times \frac{W_{G_2}^{LL}(i,j) + W_{G_2}^{LL}(i-1,j)}{2} \quad (3)$$

$$W_{G_1}^{LL} = W_h + W_v$$

여기서  $W_{G_1}^{LL}$ 는 추정하고자하는 저주파 부대역의 계수이고  $W_{G_1}^{LL}$ 의 경우도 대칭적인 특성을 이용해 같은 방법으로 추정한다.

나머지 R/B채널의 저주파 부대역은 앞에서 추정된 G채널들의 값에 나머지 계수들 간의 차를 이용하여 계산한다. R채널의 저주파 계수들의 경우 다음과 같이 추정한다.

$$W_{R_2}^{LL}(i,j) = W_{G_2}^{LL}(i,j) + \frac{W_{R_1}^{LL}(i,j) - W_{G_1}^{LL}(i,j)}{2} + \frac{W_{R_1}^{LL}(i,j+1) - W_{G_1}^{LL}(i,j+1)}{2}$$

$$W_{R_3}^{LL}(i,j) = W_{G_3}^{LL}(i,j) + \frac{W_{R_1}^{LL}(i,j) - W_{G_1}^{LL}(i,j)}{2} + \frac{W_{R_1}^{LL}(i+1,j) - W_{G_1}^{LL}(i+1,j)}{2} \quad (4)$$

$$W_{R_4}^{LL}(i,j) = W_{G_4}^{LL}(i,j) + \frac{W_{R_1}^{LL}(i,j) - W_{G_1}^{LL}(i,j)}{4} + \frac{W_{R_1}^{LL}(i,j+1) - W_{G_1}^{LL}(i,j+1)}{4} + \frac{W_{R_1}^{LL}(i+1,j) - W_{G_1}^{LL}(i+1,j)}{4} + \frac{W_{R_1}^{LL}(i+1,j+1) - W_{G_1}^{LL}(i+1,j+1)}{4}$$

[3]에서 알 수 있듯이 각 채널들의 같은 위치의 고주파계수들은 높은 상관관계를 가진다. 더욱이 이웃한 같은 색의 채널들보다도 상관관계가 높다. 그러므로 추정하고자 하는 고주파 계수들은 다른 채널의 고주파 계수들로 대체할 수 있다.

마지막 단계로 추정된 계수들을 아래와 같이 웨이블릿 역변환한 후 하위채널들을 하나로 묶는다.

$$[\hat{D}] = IDWT(W_D^{LL}, W_D^{LH}, W_D^{HL}, W_D^{HH}) \quad (5)$$

여기서  $W_D^{LL}, W_D^{LH}, W_D^{HL}, W_D^{HH}$ 은 제안한 디모자이킹 방법으로 추정된 계수들이고 이를 웨이블릿 역변환한 화소값들이  $\hat{D} \in \{\hat{R}_2, \hat{R}_3, \hat{R}_4, \hat{G}_1, \hat{G}_4, \hat{B}_1, \hat{B}_2, \hat{B}_3\}$ 이다.

### III. 실험 결과 및 분석

실험 영상은 코닥 컬러 영상 [5] 중 20개 영상을 사용하였다. 대표적인 공간영역의 디모자이킹 방법인 Hamilton's 방법[2], Xin Li 방법[4]과 웨이블릿 영역의 디모자이킹 방법인 Gunturk's 방법[3]을 제안한 방법과 비교하였다. 그림 2에서 볼 수 있듯이 주관적으로 에지 부분의 artifact 차이가 있다. 그리고 객관적인 분석인 PSNR 또한 표 1 과 같이 이전 방식들 보다 더 좋은 성능을 보였다.

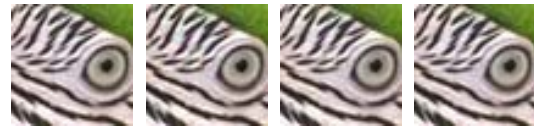


그림 2. (a) 원본영상 (b) [2], (c) [3], (d) 제안 방법

표 1. 제안방법과 기존의 방법의 PSNR 비교

Image	Hamilton's method[2]	Gunturk's method[3]	Xin Li's method[4]	제안 방법
Hat	40.841	40.321	40.286	41.262
Bike	35.045	37.003	36.398	37.131
Window	40.956	40.793	40.725	41.414
Island	38.720	40.310	40.432	41.855
Sculpture	40.393	41.302	41.850	41.594
평균 (20장)	<b>36.698</b>	<b>38.405</b>	<b>38.861</b>	<b>39.019</b>

### 참고문헌

[1] Bayer, Bryce E. "Color imaging array" U.S. Patent 3,971,065, Jul. 1976.

[2] J. F. Hamilton and J. E. Adams, "Adaptive color plan interpolation in single sensor color electronic camera," U.S. Patent 5,629,734, May 1997.

[3] B. K. Gunturk, Y. Altunbasak, and R. M. Mersereau, "Color plane interpolation using alternating projection," IEEE Trans. Consumer Electronics, vol.11, no.9, pp.997-1013, Sept. 2002.

[4] Xin Li, "Demosaicing by successive approximation," IEEE Trans. on Image Processing, vol. 14, no. 3, pp. 370 - 379, 2005.

[5] [http://www.site.uottawa.ca/~edubois/demosaicking\\_images](http://www.site.uottawa.ca/~edubois/demosaicking_images) from KODAK Photo CD Photo Sampler, 1991.