

# 채널 간 국부 상관도에 기반 한 에지 적응적 컬러 보간

\*오현목, 강문기  
연세대학교 전기전자공학과  
e-mail : visioner@yonsei.ac.kr

## Color Interpolation with Hard-Decision based on Local Cross-Channel Correlation

\*Hyun Mook Oh, Moon Gi Kang  
Institute of TMS Information Technology  
Yonsei University

### Abstract

In this paper, we proposed a novel edge-oriented color interpolation method which determine the edge direction with hard-decision based on high correlation between different channels. The novel edge direction estimation criterion improves the color interpolation method especially on edges by considering high frequencies between channels.

### I. 서론

컬러 보간은 하나의 CCD 혹은 CMOS를 사용하는 디지털 스틸 카메라(Digital Still Camera)에서 컬러 필터 배열(Color Filter Array)을 통해 획득한 정보로부터 컬러 영상을 얻어내는 핵심적인 기술이다. 컬러 필터 배열 중 가장 널리 쓰이는 것으로는 Bayer 컬러 필터[1]가 있으며 이를 바탕으로 컬러 보간을 위한 많은 알고리즘이 개발 되었다. 대부분의 경우 평탄 영역에 대해서는 좋은 성능을 보이지만, 피사체 사이의 경계면에서 정확한 방향으로 보간하지 못하는 지그재그 패턴 오류(zipper effect)나 혹은 디테일이 많은 패턴 영역 등에서 무지개 빛으로 색이 나타나는 무아레 간섭 현상(Moire effect)이 발생하는 등의 문제점이 남아있다. 이는 채널간의 높은 상관도를 적절히 고려 해주지 못하거나 혹은 에지 방향을 정확히 찾지 못하기 때문에 생기는 문제로 볼 수 있다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으

로 에지의 방향을 수평 혹은 수직 방향으로 가정하고 그 중에서 하나를 선택하는 하드 디시전 (Hard-decision) 방법을 기반으로 하여 정확한 에지 방향을 선택하는 컬러 보간 방법을 제안하도록 하겠다. 이러한 방법을 사용하는 경우 에지 영역에서 오류가 적으며 특히 고주파 성분이 많이 분포하는 패턴 영역에서 뛰어난 성능을 보인다.

### II. 본론

제안하는 방법은 에지 방향성에 대해 수평, 혹은 수직 방향의 두 가지로 가정하고 주어진 조건에 의해 확실히 방향이 정해지는 경우 그 방향에 대해 보간을 수행하는 방법이다. 방향 선택의 기준으로는 Adams가 제안하였던 각 방향에 대한 경사도를 측정하는 방법 [2]을 기반으로 확장, 변형하여 사용하도록 할 것이다. Adams의 경우 G 채널 보간에서 동일 채널 상에 존재하는 화소에 대한 기울기만을 측정하여 비교하도록 하였다. 하지만 이러한 경우 채널 간 정보를 이용하기 힘들기 때문에 한정된 영역에 대해 에지의 분포가 늘어나는 경우 정확한 방향을 찾기 힘들다는 한계가 존재하게 된다. 따라서 제안하는 방법에서는 기존의 G 채널 내부의 주변부 경사도를 판단하는 것뿐만 아니라 다른 두 채널에서의 주변부 경사도를 판단하여 에지 방향성 결정에 사용되도록 하였다. 따라서 제안하는 에지 방향 결정을 위한 기준은 다음과 같이 각 채널에 대한 주변부 기울기와 채널 간 주변부 기울기의 합으로 나타낼 수 있다.

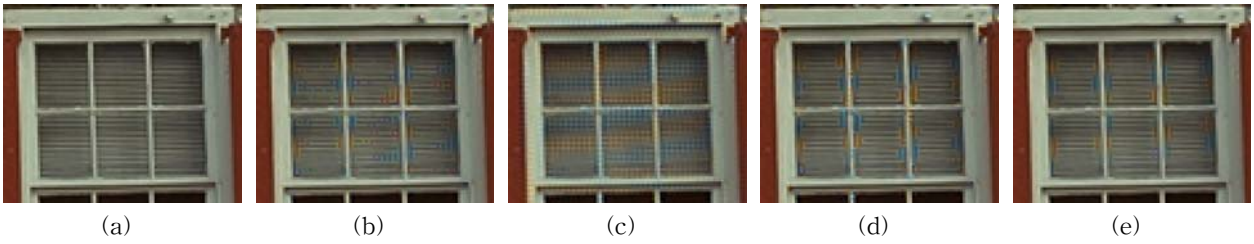


그림 1. (a) 원본 영상 (b) Hamilton의 방법 (c) Pei의 방법 (d) PCSD 방법 (e) 제안하는 방법

$$\begin{aligned} \Delta H &= \Delta_G^H + \alpha \Delta_A^H + \beta \Delta_{GA}^H, \\ \Delta V &= \Delta_G^V + \alpha \Delta_A^V + \beta \Delta_{GA}^V. \end{aligned} \quad (1)$$

위의 수식에서 A는 각각 R, B 채널을 나타내는데,  $\Delta_A^H$ 와  $\Delta_A^V$ 는 G 채널 이외의 채널에 대해 채널 내의 주변부 기울기를,  $\Delta_{GA}^H$ 와  $\Delta_{GA}^V$ 은 채널 간 주변부 기울기를 나타낸다. 수식 (1)에서  $\alpha$ 와  $\beta$ 는 각각 가중치로써 기존의 판단 기준인  $\Delta_G^H$ 나  $\Delta_G^V$ 에 대해 제안하는 판단 기준을 어느 정도의 비중을 가지고 고려할 것인지를 결정하게 된다.

$$\hat{G}(i,j) = \begin{cases} \sum_l w_l \hat{K}_A(i,j+l) + A(i,j) & \Delta H - \Delta V > Th, \\ \sum_k w_k \hat{K}_A(i+k,j) + A(i,j) & \Delta V - \Delta H > Th, \\ \sum_{k,l} w_{k,l} \hat{K}_A(i+k,j+l) + A(i,j) & otherwise. \end{cases} \quad (2)$$

제안한 판단 기준을 이용하여 컬러 보간을 할 때에는 채널 간 상관도가 높은 Pei가 제안한 색차 영역[3]에서 보간하게 되며, 위의 수식 (2)와 같이 주변부 기울기의 합을 실험적으로 구한 임계값  $Th$ 과 비교하여 방향성을 정하도록 하였다.

### III. 실험 결과 비교

제안하는 알고리즘의 성능을 비교하기 위해 기존의 컬러 보간 방법을 구현하여 비교하였다. 실험에는 여러 가지 환경에 대해 컬러 보간의 성능을 비교하기 위해 다양한 컬러 영상을 이용하였으며, PSNR을 비교한 결과 제안하는 알고리즘은 기존의 알고리즘에 비해 0.5~3.7dB의 성능 향상을 가진다는 것을 확인할 수 있었다. 그림 1에서는 각 알고리즘에 의한 결과 영상의 일부를 확대하여 비교하였다. 해당 부분은 고주파 성분이 많은 영역으로 수평 방향의 에지 성분이 패턴의 형태로 나타난다. 실험 결과에서 볼 수 있듯이 기존의 알고리즘, 특히 Pei의 알고리즘에서 열화가 많이 일어나는데 비해 제안하는 알고리즘에서는 채널 간 상관도를 적절히 이용해 방향성을 결정함으로써 적은 색 잡음으로 고주파 성분을 복원하는 것을 볼 수 있다.

### IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 컬러 영상 획득을 위한 핵심 기술인 컬러 보간을 수행함에 있어서 에지 방향성을 판단하여 보간 하는 방법을 바탕으로 컬러 채널 간의 상관도를 이용하여 보다 정확하게 보간 방향성을 판단할 수 있는 방법에 대해서 제안하였다. 실험 결과에서 볼 수 있는 것과 마찬가지로 제안하는 컬러 보간 방법에서는 주변부 기울기를 적절히 이용함으로써 에지 방향성을 정확히 찾게 됨으로써 고주파 영역에서 기존의 알고리즘 보다 향상된 성능을 나타낸다.

### ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 한국과학재단의 연세대 생체인식연구센터 (BERC)의 지원과 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었습니다. (IITA-2008-(C1090-0801-0012))

### 참고문헌

- [1] B. E. Bayer, "Color imaging array," U.S. Patent 3 971 065, Jul. 1976.
- [2] J. E. Adams and J. F. Hamilton, "Design of practical color filter array interpolation algorithms for digital cameras," Proc. SPIE, vol. 3028, pp. 117-125, 1997.
- [3] S. C. Pei and I. K. Tam, "Effective color interpolation in CCD color filter arrays using signal correlation," IEEE Trans. Circuits and Systems Video Technology, vol. 13, no. 6, pp. 503 - 513, June 2003.
- [4] X. Wu and N. Zhang, "Primary-consistent soft-decision color demosaicking for digital cameras (Patent Pending)," IEEE Trans. Image Process., vol. 13, no. 9, Sep. 2004.