영역 적응적 컬러보간 알고리듬

*김창원, 오현묵, 강문기
연세대학교 TMS 정보 기술 사업단
e-mail : freezer98@yonsei.ac.kr

Region adaptive demosaicing algorithm

*Chang Won Kim, Hyun Mook Oh, Moon Gi Kang
Institude of TMS Information Technology
Yonsei University

Abstract

Region adaptive demosaicing scheme based on the spectral spatial correlation is prosed in this paper. Region classification and adaptive demosaicing makes the decision of the edge direction more accurately.

I. 서론

일반적인 카메라는 컬러 필터 배열을 사용해서 하나의 화소에서 각각의 정보를 획득하는 단일 칩 이미지 센서를 사용한다. 베이어 패턴 컬러 필터[1]가 일반적인 컬러 필터 배열로 사용된다. 베이어 컬러 필터 배열로부터 3개의 원색을 복원해 내는 과정을 컬러 보간이라고 한다. 기존의 컬러 보간 방법에서는 주로 색차 평면[2]에서 에지를 추정하여 에지 적응적인 컬러 보간을 수행하고 색 상호간의 상관관계를 고려함으로써 에지에서의 보간 에러를 줄였다[3]-[4]. 하지만 에지의 방향을 제대로 추정하기 어려운 특수한 영역 즉 패턴 에지 영역에서는 모아레 현상(Moire effect)이나 지퍼 효과(zipper effect)와 같은 보간 에러가 발생하는 문제를 가지고 있다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해서 주파수-공간 상관관계(Spectral-Spatial Correlation)의 개념[5]을 바탕으로 영역을 효과적으로 나눈후 영역에 적응적인 보간을 수행함으로써 기존의 방법에서 발생하는 문제점들을 최소화함으로써 컬러 보간 영상의 해상도를 향상하였다.

II. 본론

제안하는 방법은 주파수-공간 상관관계의 개념에 바탕을 두고 있으며 이는 수식(1)과 같이 표현된다[5].

$$D_{GR} = G_{k-1} - R_k = (G_{k-1} - \overline{G_k}) + (\overline{G_k} - R_k) \quad (1)$$
$$= dG + K_R$$

이는 G채널간의 차이와 G와 R채널간의 합으로 된 D_{GR}을 정의하고 이를 이용하여 컬러 보간을 수행하게 된다. 여기서 K_R은 색차 평면으로 [2]에서 정의가 되었다. 컬러 보간에 앞서서 영역을 평면, 에지, 패턴 에지 영역으로 나누게 되는데 이를 위한 조건은 다음과 같다.

$$D_{edge} = |A_{-2} - A| + |A_{+2} - A| + |G_{-1} - G_{+1}| \quad (2)$$
$$D_{flat} = |\overline{G} - G_{\pm 1}|$$

여기서 $\overline{G}$는 상, 하, 좌, 우 각각의 보조 블록 내에서 수직 또는 수평 방향으로 임의로 보간된 G 채널의 값이다. A는 R 또는 B채널의 값이다. 보조 블록에서 각각 계산된 수식(2)의 값이 미리 정의된 문턱치와 비교하게 되고 이를 바탕으로 영역을 나누게 된다.

R위치에서 G값을 보간 하기 위한 식은 다음과 같다.

$$\hat{G} = R + K_R \quad (3)$$

수식 (1)에서 D_{GR}과 K_R은 dG가 0일 경우 같게 되는데 이는 D_{GR}이 균일한 영역에서 계산될 경우에는 K_R과 같은 값을 같게 됨을 의미한다. 따라서 K_R은 다음 수식에 의해서 구한다.

(a) (b) (c) (d) (e)

그림 1. (a) 원본 영상 (b) 방법 [2] (c) 방법 [3] (d) 방법 [4] (e) 제안하는 방법

$$K_R = \frac{\sum_{k\in h} e(k) D_{GR}^k}{\sum_{k\in h} e(k)} \quad (4)$$

여기서 k는 상, 하, 좌, 우의 보조 블록을 의미하며 D_{GR}^k은 각각의 보조 블록에서 계산된 수식 (1)의 값이다. $e(k)$는 영역 적응적 컬러 보간을 위한 가중치 함수로써 각 보조 블록 내에서 계산된 D_{GR}값의 분산에 반비례 하고 보조 블록이 에지로 판단될 경우 가중치 값은 0이 되도록 결정한다.

$$e(k) = \frac{1}{1+\sigma^{2_{D_{GR}^k}}} \quad (5)$$

이 과정을 통해서 G채널의 보간이 수행되고, 완료된 G채널의 값을 이용해서 R과 B채널의 보간은 수행된다.

Ⅲ. 실험 결과 비교

제안된 알고리즘의 성능 확인을 위해서 베이어 패턴 코닥 실험 영상을 사용하였고, 수치적인 성능 비교를 위해서 R, G, B 채널의 PSNR값이 사용되었다. 그림 1에서 시각적인 성능 비교를 위해서 결과 영상의 일부를 확대해서 기존의 방법과 비교를 하였다. 기존의 방법에서는 모아레 현상이나 지퍼 효과와 같은 컬러 보간 에러가 결과 영상에 눈에 띄게 나타났지만 제안 되는 알고리즘의 결과에서는 기존 알고리즘의 결과와 비교해서는 컬러 보간 에러가 적게 나타났음을 확인할 수 있다. 또한 PSNR 측면에서는 적게는 0.1dB에서 3dB의 결과 향상이 있었다. 이는 영역을 효과적으로 나누고 이에 적합한 적응적 컬러 보간을 수행함으로써 에지의 방향을 정확하게 추정하고 색 잡음 발생을 최소화하였음을 확인할 수 있다.

Ⅳ. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 컬러 보간시 기존의 방법에서 발생하는 문제점들을 해결하기 위한 영역적응적 컬러 보간 방법을 공간-주파수 상관관계의 개념을 바탕으로 제안하였다. 영역을 효과적으로 나눔으로써 영역에 적합한 적응적 컬러 보간을 수행할 수 있었으며 에지를 효과적으로 고려하여 에지 방향의 추정이 정확해 졌고, 공간-주파수 상관관계의 도입으로 색 잡음 발생을 최소화함으로써 기존의 방법보다 수치적으로나 시각적으로 향상된 결과를 나타내었다.

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] Soo-Chang Pei, Io-Kuong Tam, “"Effective color interpolation in CCD color filter arrays using signal correlation,"" IEEE Trans. Circuits and systems for video technology, vol. 13, no. 6, pp. 503 - -513, June 2003.

[3] W. Lu and Y. Tan, “"Color filter array demosaicking: New mothod and performance measures,"" IEEE Trans. Image Processing, vol. 12, no. 10, pp. 1194 - -1210, Oct. 2003.

[4] Changwon Kim and Moon Gi Kang, “"Noise Insensitive High Resolution Color Interpolation Scheme Considering Cross-Channel Correlation,"" SPIE Optical Engineering, vol. 44, ISSUE 12, pp.127006-1 127006-15 , Dec. 2005.

[5] Chi-Yi Tsai and Kai-Tai Song, “"Heterogeneity-Projection Hard-Decision Color Interpolation Using Spectral-Spatial Correlation,"" EEE Trans. Image Processing, vol. 16, no. 1, pp. 78 - -91, Jan. 2007.