일반논문-08-13-5-20

동일 장면 비-플래쉬 영상을 이용한 플래쉬 영상의 색상 개선

장 호 석^{a)}, 임 진 영^{a)}, 정 경 훈^{b)}, 김 기 두^{b)}, 강 동 욱^{b)†}

Improvement of Color Quality of Flash Images Utilizing the Same-Scene No-Flash Images

Ho-Seok Chang^{a)}, Jin-Young Lim^{a)}, Kyeong-Hoon Jung^{b)}, Ki-Doo Kim^{b)}, and Dong-Wook Kang^{b)†}

요 약

플래쉬 영상은 비-플래쉬 영상에 비해 잡음이 적고 디테일을 잘 표현하지만, 강한 플래쉬 빛으로 인하여, 종종 부자연스럽게 회백색으로 포화되고 전면 물체 주위에는 비정상적으로 강한 그림자가 나타나는 등의 색상 열화를 겪는다. 본 논문에서는 동일 장면을 찍은 비-플래쉬 영상의 색상 정보를 전달함으로써 플래쉬 영상의 색상 화질을 개선하는 새로운 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 플래쉬 영상의 선명한 에지와 섬세한 디테일을 더욱 잘 보존하면서도 자연스러운 색상의 영상을 구성함으로써 우수한 주관적 화질을 보여준다. 잡음 특성이 다른 두 가지 영상에 대한 실험을 통하여 성능을 검증하였다.

Abstract

Though flash images are in general less noisy and present details better than no-flash images, they may sometimes be unnaturally saturated to white/gray-tone and have ridiculously strong shadows around the foreground objects due to the strong flashlight. In this paper, we propose a new algorithm to improve the color quality of the flash images by transfer of the color information of the same-scene no-flash images. The proposed algorithm preserves the vivid edges and the clean details of the flash image while transferring natural colors of the no-flash image, so that it makes the constructed images of the better subjective quality. The performance of the proposed algorithm is verified by experiment which applied to the two types of images with different noise levels.

Keyword : 색상 개선, 플래쉬 영상, 비-플래쉬 영상, 색상 정보 전달

1. 서 론

플래쉬 영상과 비-플래쉬 영상은 서로 다른 장단점을 가

지고 있으며, 장점과 단점이 서로 보완적인 관계를 가지고 있다. 따라서 같은 장면의 플래쉬 영상과 비-플래쉬 영상을 각각 획득한 다음 두 영상의 보완적인 성질을 활용하여 화질이 우수한 제3의 영상을 만들 수 있다. 일반적으로 빛이 적은 환경에서 플래쉬 없이 사진을 찍게 되면, 영상의 선명도나 화질이 떨어지게 된다. 이는 카메라가 조리개나 노출 시간을 조정해주는 과정에서, 잡음과 화면 흐려짐이 발생하기 때문인데, 긴 노출시간으로 인하여 손 떨림이나 움직

a) 국민대학교 대학원 전자공학과

Dept. of Electrical Eng., Graduate School, Kookmin University

b) 국민대학교 전자정보통신대학 전자공학부

School of Electrical Eng., Kookmin University

† 교신저자: 강동욱(dwkwang@kookmin.ac.kr)

※본 연구는 2007년도 국민대학교 교내연구비를 지원받아 수행된 연구임.

(a)

(b)

그림 1. 실험 영상. (a) 비-플래쉬 영상, (b) 플래쉬 영상

Fig. 1. Experimented images. (a) flash image, (b) no-flash image

임에 민감한 점과, 큰 ISO값으로 잡음에 크게 영향을 받게 되는 것이 그 원인이 된다^{[1][2]}. 플래쉬를 사용하면 빛이 적은 환경에서 발생하는 이러한 문제점을 해결할 수 있다. 하지만 그림 1에서(출처: 참고문헌 [3]) 보는 바와 같이 플래쉬의 인위적인 강한 빛은 원 영상의 색상을 변질시킬 뿐만 아니라, 물체와 배경의 명암 차이를 과도하게 드러나게 하여 자연스럽게 못한 분위기를 연출하게 된다^{[1][2]}.

플래쉬 영상과 비-플래쉬 영상을 사용하여 제 3의 영상을 구성해내는 알고리즘은 두 영상 중 어떤 영상을 기반으로 하는지에 따라서 크게 두 가지로 나뉜다. 그 중에서 비-플래쉬 영상을 기반으로 하는 알고리즘은 이중 가우스 필터(bilateral filter)를 사용하여 비-플래쉬 영상의 잡음을 흐트러뜨리, 이 과정에서 생기는 화면 흐려짐을 플래쉬 영상의 선명한 에지를 강조함으로써 보상하는 방식이다^{[1][2][4]}. 이중 가우스 필터는 2차원 가우스 분포 함수 형태에 맞추어 중심 화소와 가까운 화소일수록 더욱 큰 가중치를 두면서, 중심화소와 주변화소와의 밝기의 차이에 따라서도 서로 다른 가중치를 두는 방식의 필터이다^[4]. 입력영상을 I 라고 했을 때, 화소 p 에 적용하는 이중 가우스 필터는 다음과 같이 수행된다^{[1][2][4]}.

$$A_p = \frac{1}{k(p)} \sum_{p' \in \Omega} g_d(p-p') g_i(I_p - I_{p'}) I_{p'} \quad (1)$$

$$k(p) = \sum_{p' \in \Omega} g_d(p-p') g_i(I_p - I_{p'}) \quad (2)$$

$g_d()$ 는 잡음을 제거하기 위한 가우스 필터링 함수이며, $g_i()$ 는 경계선을 고려해주기 위한 함수이다. 주변 화소는 중심화소와의 밝기의 차이가 클수록 화소 값을 결정하기 위한 가우스 필터링에 거의 영향을 주지 않게 된다. 따라서 잡음의 영향은 줄이면서 에지도 보존할 수 있다. 두 가우스 함수의 표준편차 σ_d, σ_i 를 바꾸어 주변화소의 범위와 가중치의 정도를 조정할 수 있다. 그러나 비-플래쉬 영상에 심한 잡음이 있는 경우에는 σ_d, σ_i 를 조정하여 필터링을 심하게 하면 에지가 심하게 무뎠지는 문제가 발생하고, 이 문제를 피하기 위해서 밝기의 차이에 가중치를 크게 적용하면 잡음이 잘 제거되지 않는 문제가 발생한다^[1]. 즉 이 알고리즘은 큰 가산 잡음이 포함된 비-플래쉬 영상에는 적용하기 곤란하다.

일종의 진퇴양란의 문제를 해결하기 위한 방법으로 비-

플래쉬 영상 대신에 잡음이 적고 에지가 분명하게 드러나는 플래쉬 영상을 사용하여 이중 가우스 필터의 정의 영역 (support region)을 결정하고 그 필터를 사용하여 비-플래쉬 영상을 필터링하는 결합 이중 가우스 필터(joint bilateral filter) 기법이 개발되었다^[1]. 플래쉬 영상을 F 라고 할 때, 결합 이중 가우스 필터링은 다음과 같이 수행된다^[1]. 여기서 $k(p)$ 는 식(2)와 같은 방법으로 적용된다.

$$A_p = \frac{1}{k(p)} \sum_{p' \in \Omega} g_d(p-p') g_i(F_p - F_{p'}) I_p \quad (3)$$

결합 이중 가우스 필터를 사용하면 비-플래쉬 영상에서 에지를 보다 선명하게 해주면서도 잡음을 더욱 효과적으로 제거할 수 있다^[1]. 그러나 이 알고리즘도 기본적으로 비-플래쉬 영상을 기반으로 신호처리를 적용하기 때문에 플래쉬 영상만큼의 선명성을 얻는 것은 불가능하다^[5].

반면에 플래쉬 영상을 기반으로 한 알고리즘은, 일반적으로 플래쉬 영상에 포함된 잡음이 심하지 않기 때문에, 플래쉬 영상만큼 섬세한 에지를 포함하는 영상을 구성해내는 것이 가능하다^[5]. 이 알고리즘에서는, 비-플래쉬 영상을 기반으로 한 알고리즘과는 달리, 매우 밝은 플래쉬 광원에 의한 플래쉬 영상의 회백색의 색상과 전면 물체가 부자연스럽게 돌출되어 보이는 등의 새로운 문제를 효과적으로 해결할 수 있는가 하는 것이 재구성 영상의 화질을 결정하는 관건이 된다^[5]. 자연스러운 비-플래쉬 영상의 색상정보를 가져와서 플래쉬 영상의 색상을 변경함으로써 이 문제를 해결하고자 하는 알고리즘이 최근 제시되었다^[5]. 이 알고리즘에서는 색상 전달 과정에서 비-플래쉬 영상에 포함된 잡음을 제거하기 위하여 처리 화소를 중심으로 하는 일정한 크기의 블록에 대해서 평균 화소 값보다 표준 편차 이상 차이가 나는 화소 값들을 제거하는 방법을 사용하고 있다. 그 다음에는 비-플래쉬 블록의 나머지 화소들과 플래쉬 영상에서의 해당 블록내의 화소 값들을 크기순으로 정렬한 다음, 플래쉬 영상의 중심 화소 의 순위와 순위가 일치하는 비-플래쉬 영상의 화소 값을 전달받는다. 이 알고리즘은 비-플래쉬 영상의 잡음이 심한 경우 비-플래쉬 영상에 대한 이중 가우스 필터링에 비해서 우수한 화질의 영상을 구성해

낼 수 있다.

한편, 플래쉬 영상 기반 알고리즘에서는 비-플래쉬 영상의 색상을 전달하는 과정에서 블록 평균값과의 차이가 크다는 이유로 일부 화소들이 전달 대상에서 미리 제거됨에 따라 색상이 단순화된다는 단점이 있다. 한 블록에서 화소를 많이 제거할수록 선택될 수 있는 화소들이 더욱 심하게 제한되며, 이는 영상의 정밀한 영역을 더욱 심하게 왜곡시키는 결과를 가져오게 된다. 특히 블록내의 색상의 분포가 전체적으로 매우 작거나 높은 쪽으로 치우쳐 있을 경우 이러한 문제점은 더욱 두드러지게 나타난다. 본 논문에서는 플래쉬 영상을 기반으로 할 때의 이러한 문제점을 최소화하기 위한 방법을 제시하고자 한다. II절에서는 기존의 색상 전달 알고리즘을 개선한 효과적인 색상 전달 방법을 제시하고, III절에서는 제안하는 알고리즘을 실제영상에 적용하여 기존의 화질개선 알고리즘과 그 성능을 비교, 분석한다. 마지막으로 IV절에서 그 결과를 정리한다.

II. 비-플래쉬 영상을 이용한 플래쉬 영상의 적응적 색상 개선

제안하는 화질 개선 알고리즘의 전체 신호처리 과정은 그림 2에 나타내었다. 제안하는 영상처리 알고리즘의 핵심은 적응적 색상 전달(그림 2의 “Adaptive Color transfer”)로

그림 2. 제안 알고리즘. (a) 적응적 색상 전달, (b) 결합 이중 가우스 필터, (c) 이중 가우스 필터

Fig. 2. Proposed algorithm. (a) Adaptive Color Transfer, (b) Joint Bilateral Filter, (c) Bilateral Filter

서, 이를 통하여 플래쉬 영상의 색상 개선을 위한 기존의 색상 전달 알고리즘의 문제점을 개선하여 에지를 잘 살리면서도 잡음을 효과적으로 제거해낸다. 그밖에 기존의 색상 전달 알고리즘과 마찬가지로 이중 가우스 필터링(그림 2의 Bilateral Filterb)과 디테일 보정 등을 후처리 과정은 부가적으로 수행한다.

제안하는 적응적 색상 전달 과정은 기존의 방법과 다음과 같은 두 가지 면이 다르다. 첫 번째 차이는 기존의 알고리즘이 고정된 크기의 블록을 사용하여 색상 전달 과정을 처리하던 것과는 달리 제안하는 알고리즘은 처리하고자 하는 화소 부근의 영상의 국지적인 화소 값 분산에 따라 처리 블록의 크기를 다르게 적용시킨다는 점이다. 영상 내에서 평탄한 영역은 잡음이 있을 경우 크게 눈에 잘 띄는 반면, 에지와 같이 분산이 큰 영역은 대부분의 잡음이 눈에 띄지 않는 경향이 있다. 그런데 처리 블록의 크기를 키울수록 블록 내에서 잡음으로 판단되어 제거되는 화소의 수가 많아진다. 따라서 분산이 적은 평탄한 영역은 블록의 크기를 크게 하여, 색상 전달을 위한 순위 결정에 사용되는 화소의 수를 일정 수준 이상으로 유지하여 주고, 반대로 분산이 큰 영역은 블록의 크기를 작게 하여, 잡음으로 판단하여 제거하는 화소의 수를 최소화 해줌으로써 잡음 제거로 인한 색상 또는 화소 값의 정세성의 손실을 최소화하는 것이 그렇게 하지 않는 경우에 비해서 더 나은 화질을 제공하게 된다. 또한 같은 영역의 블록에서 R, G, B 신호들은 각각 서로 다른 분산 값을 갖기 때문에 잡음의 영향을 받는 정도도 다르게 된다. 따라서 블록의 크기는 R, G, B 각각에 대하여 독립적으로 적용하는 것이 유리하다.

제안하는 적응적 색상 전달 과정이 기존의 방법과 다른 두 번째 차이점은 기존의 방법에서는 각 블록의 화소 값의 표준편차를 사용하여 잡음에 노출된 화소를 구분했던 것에 반해, 제안 방법에서는 전체 영상에서 잡음의 분산을 추정하여 그 제공근에 해당하는 표준편차를 모든 블록에 동일하게 적용하여 잡음 화소를 구분하였다는 점이다. 영상에 포함된 잡음의 정도를 추정하기 위해 기본적으로 영상과 잡음의 상관성은 없다고 가정한다. 이 경우 플래쉬 영상은 플래쉬로 인한 색상의 왜곡이 발생하였지만, 잡음의 영향을 받지 않았다고 생각하며, 비-플래쉬 영상의 경우는 ISO

값 및 노출시간의 영향으로 플래쉬 영상에 비해 일반적으로 많은 잡음이 발생하게 된다. 결국, 비-플래쉬 영상의 분산은 플래쉬 영상의 분산과 비-플래쉬 영상내의 잡음의 분산의 합이라고 생각할 수 있다. 제안방법에서는 각 화소를 중심으로 한 블록 단위의 분산을 구할 때, 같은 영역 내의 비-플래쉬 영상과 플래쉬 영상의 분산의 차이가 가장 큰 값을 잡음의 분산으로 추정하였다. 이에 따라 비-플래쉬 영상 블록에 대해서 블록 내의 화소들이 블록의 평균으로부터 크게 벗어난 경우 즉 차이가 앞에서 추정된 잡음 표준편차보다 큰 경우에는 눈에 띄는 잡음에 노출된 것으로 판단하여 색상 전달 후보 화소에서 제외하였다.

1. 영상의 local activity를 고려한 블록 크기의 결정

블록크기는 알고리즘의 성능에 영향을 주므로 세심하게 결정되어야 한다. 일반적으로 블록의 크기가 너무 커지면 화면 흐려짐이 눈에 띄게 늘어나고 너무 작아지면, 평탄부에서 잡음이 잘 제거되지 않는다. 기존의 고정 블록 알고리즘^[5]에서는 여러 차례의 실험결과 11x11 블록이 가장 효율적인 색상 전달 결과를 나타내는 것으로 보여졌다. 제안 방법에서는 영상의 지역적인 특성에 따라 가변크기의 블록을 사용한다. 에지와 같이 화소 값의 변화가 심한 activity가 높은 영역에서는 잡음은 조금 남아있어도 눈에 띄지 않지만 화면 흐려짐이 눈에 띄게 되어 주관적 화질을 심하게 떨어뜨린다. 따라서 이 경우에는 블록의 크기를 줄여야 한다. 블록의 크기를 결정하기 위한 방법은 다음과 같다. 화소에 대한 local activity로서 그 화소를 중심으로 하는 블록의 화소 값의 분산을 계산한다. 이 local activity를 그 크기 순서에 따라서 세 구간으로 나누어 고 분산 영역, 중간 영역, 저 분산 영역으로 구분하고, 각각 다른 크기의 블록을 적용한다. 실험에서는 최대 블록 크기를 11x11로 하였으며, 고 분산 영역에서는 블록의 크기를 3x3으로, 중간 영역에서는 7x7로 각각 조정하였다.

그림 3은 그림 1(b)에 보인 실험 플래쉬 영상의 Red 성분에 대한 local activity를 0.0614와 0.114를 경계로 하여 3개의 영역으로 나눈 결과이다. 전반적으로 고 분산 영역, 중간 분산 영역과 저 분산 영역은 각각 강한 에지 영역, 에지에서

그림 3. 플래쉬 영상의 local activity(분산)의 분포. (a) 고 분산 영역(분산 0.1114 이상), (b) 중간 영역 (분산 0.0614부터 0.1114까지), (c) 저 분산 영역(분산 0.0614 이하)

Fig. 3. Local activity distribution in the flash image. (a) high activity area (variance is above 0.1114), (b) midium activity area (variance is from 0.0614 to 0.1114), (c) low activity area (variance is below 0.0614)

평탄부로 전환하는 전환 영역, 그리고 평탄 영역에 해당됨을 알 수 있다. Green과 Blue 성분에도 이와 동일한 과정으로 처리하여 색상 전달을 위한 블록의 크기를 결정하면 된다.

2. 잡음 분산의 추정

비-플래쉬 영상 전체에 포함되어 있는 랜덤한 가산 잡

음의 분산을 추정하는 과정은 다음과 같다. 먼저 플래쉬 영상과 비-플래쉬 영상의 local activity를 비교하여 보자. 두 영상의 Red 성분에 대한 local activity의 히스토그램을 그림 4에 나타내었다. 두 영상이 동일 장면을 촬영한 것이므로, 그림 4(a)는 영상 본연의 activity를 반영하는 것이고, 그림 4(b)는 여기에 잡음의 분산이 더해진 것이라고 이해할 수 있다. 따라서 잡음의 분산에 해당되는 두 local activity의 차는 각 영상의 local activity의 평균값의 차이로서

그림 4. 영상의 local activity(해당 화소를 중심으로 하는 11x11 블록의 화소값 분산) 히스토그램. (a) 플래쉬 영상, (b) 비-플래쉬 영상

Fig. 4. Histogram of local activities in the images. (a) flash image, (b) no-flash image

대표될 수 있다. 또는 노 플래쉬의 잡음이 심한 경우, 플래쉬 영상에서 분산이 0에 가까운 평탄한 영역은 비-플래쉬 영상에서 영상 전체에 분포된 잡음에 해당하는 만큼의 분산을 갖게 될 것이므로 이 값을 local activity로 추정할 수도 있다. 모든 신호처리는 Red(R), Green(G), Blue(B) 성분별로 따로따로 적용한다.

III. 실험 결과 및 분석

두 쌍의 플래쉬/비-플래쉬 영상 조합에 대하여 실험하였다. 제안하는 알고리즘의 화질 개선 성능을 알아보기 위해

비교 대상으로 정한 알고리즘은 기존의 플래쉬 영상 색상 변환 알고리즘과 비-플래쉬 영상 기반의 결합 이중 가우스 필터링 기법이다.

그림 5는 그림 1의 실험 영상에 화질 개선 알고리즘을 적용하여 새롭게 구성한 결과 영상들이다. 블록 크기는 최대 11 x 11이며, 실험영상의 크기는 706 x 774 이다. 그림에서 (a)는 제안하는 알고리즘에 의한 결과이고 (b)는 기존의 색상 변환 알고리즘^[5]을 적용한 영상이며, (c)는 비-플래쉬 기반의 결합 이중 가우스 필터링^[1]을 사용하여 얻은 결과 영상이다. 그리고 부분적으로 화질의 개선 정도를 더욱 분명하게 비교하기 위하여 그림 5 실험결과 영상의 세 부분

그림 5. 화질 개선 알고리즘을 적용한 결과 영상. (a) 제안 알고리즘, (b) 기존의 색상 변환 알고리즘, (c) 비-플래쉬 영상 기반의 결합 이중 가우스 필터링 기법
Fig. 5. Resulting image from the quality enhancement algorithm. (a) proposed algorithm, (b) the previous color transfer algorithm, (c) the joint bilateral filtering based on no-flash image

그림 6. 부분 1 확대 결과 영상. (a) 제안 알고리즘, (b) 기존의 색상 변환 알고리즘, (c) 비-플래쉬 영상 기반의 결합 이중 가우스 필터링 기법
Fig. 6. Part 1 enlargement of the resulting image. (a) proposed algorithm, (b) the previous color transfer algorithm, (c) the joint bilateral filtering based on no-flash image

(그림에서 녹색으로 표시한 영역)을 확대하여 각각 6, 7, 8에 보였다.

쇼파의 주름 선을 확대한 것이 그림 6이다. 비-플래쉬 영상의 잡음을 결합 이중 가우스 필터링으로 제거하는 기존의 방법은 잡음을 제거하는 과정에서 영상이 전반적으로 흐려져서 주름 선이 보이지 않을 만큼 사라졌으나, 플래쉬 영상 기반의 색상 전달 알고리즘은 주름 선을 대체로 잘 보존하고 있음을 확인할 수 있다. 특히 제안하는 알고리즘을 적용하는 경우에는 기존의 색상 변환 알고리즘에 비해서 주름선이 더욱 선명하게 보존되어 있다.

그림 7은 항아리의 손잡이와 항아리 뒤의 배경 그리고 항아리의 문양의 일부분을 확대한 그림이다. 제안하는 알

고리즘을 적용한 영상에 있는 문양이 다른 영상에 비해서 형태가 뚜렷하고 항아리 뒤의 동굴 벽의 굴곡이 잘 드러나며, 특히 손잡이가 선명하게 구분됨을 알 수 있다. 이로부터 제안하는 알고리즘이 에지를 더욱 잘 표현함을 알 수 있다.

그림 8은 항아리의 질감을 비교하기 위한 확대 영상이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이, 비-플래쉬 영상 기반의 결합 이중 가우스 필터링은 잡음 제거 과정에서 발생한 화면 흐려짐으로 인하여 항아리의 미묘한 질감을 섬세하게 표현하지 못하며, 이에 비해서 플래쉬 영상 기반의 색상 변환 알고리즘들이 상대적으로 섬세한 표현을 유지한다. 또한 그 중에서도 색상 변환 과정에서 더 많은 화소를 손실한

(a)

(b)

(c)

그림 7. 부분 2 확대 결과 영상. (a) 제안 알고리즘, (b) 기존의 색상 변환 알고리즘, (c) 비-플래쉬 영상 기반의 결합 이중 가우스 필터링 기법

Fig. 7. Part 2 enlargement of the resulting image. (a) proposed algorithm, (b) the previous color transfer algorithm, (c) the joint bilateral filtering based on no-flash image

(a)

(b)

(c)

그림 8. 부분 3 확대 결과 영상. (a) 제안 알고리즘, (b) 기존의 색상 변환 알고리즘, (c) 비-플래쉬 영상 기반의 결합 이중 가우스 필터링 기법

Fig. 8. Part 3 enlargement of the resulting image. (a) proposed algorithm, (b) the previous color transfer algorithm, (c) the joint bilateral filtering based on no-flash image

(b)에 비해서 제안하는 알고리즘을 적용한 영상에서 표현된 색상이 더욱 풍부함을 알 수 있다. 결국 제안하는 알고리즘이 섬세한 디테일을 상대적으로 가장 잘 보존함을 알 수 있다.

그림 9는 그림 1의 경우에 비해서 비-플래쉬 영상에 포함된 잡음이 상대적으로 적고, 플래쉬 영상은 회색보다는 흰색으로 포화되어 있는 실험 영상이다. 블록 크기는 최대 11×11 이며, 실험영상의 크기는 550×901 이다. 그림 10은 이 실험 영상에 화질 개선 알고리즘을 적용하여 새롭게 구성한 결과 영상들이다. 그리고 부분적으로 화질의 개선 정도를 더욱 분명하게 비교하기 위하여 그림 10 실험결과 영상의 두 부분(그림에서 녹색으로 표시한 영역)을 확대하여 각각 11과 12에 보였다.

(a)

(b)

그림 9. 실험 영상. (a) 비-플래쉬 영상, (b) 플래쉬 영상

Fig. 9. Experimented images. (a) flash image, (b) no-flash image

(a)

(b)

(c)

그림 10. 화질 개선 알고리즘을 적용한 결과 영상. (a) 제안 알고리즘, (b) 기존의 색상 변환 알고리즘, (c) 비-플래쉬 영상 기반의 결합 이중 가우스 필터링 기법
Fig. 10. Resulting image from the quality enhancement algorithm. (a) proposed algorithm, (b) the previous color transfer algorithm, (c) the joint bilateral filtering based on no-flash image

그림 11. 부분 1 확대 결과 영상. (a) 제안 알고리즘, (b) 기존의 색상 변환 알고리즘, (c) 비-플래쉬 영상 기반의 결합 이중 가우스 필터링 기법
Fig. 11. Part 1 enlargement of the resulting image. (a) proposed algorithm, (b) the previous color transfer algorithm, (c) the joint bilateral filtering based on no-flash image

그림 12. 부분 2 확대 결과 영상. (a) 제안 알고리즘, (b) 기존의 색상 변환 알고리즘, (c) 비-플래쉬 영상 기반의 결합 이중 가우스 필터링 기법
Fig. 12. Part 2 enlargement of the resulting image. (a) proposed algorithm, (b) the previous color transfer algorithm, (c) the joint bilateral filtering based on no-flash image

그림 11은 그림 10에서 텍스트 영역과 작은 수직 홈들을 갖는 병뚜껑 영역을 확대한 그림이다. 기존의 플래쉬 영상 색상 변환 알고리즘(그림 11(b))과 비-플래쉬 기반의 결합 이중 가우스 필터링 기법(그림 11(c))을 비교하면, 색상 변환 알고리즘은 병뚜껑에 나있는 작은 수직 패턴을 잘 드러내고 있으나 과도한 색상의 손실로 인하여 텍스트가 흐려

지고 얹어져서 가독성이 떨어지고, 반대로 결합 이중 가우스 필터링 기법은 텍스트의 가독성은 우수하나 병뚜껑의 미세한 수직 패턴들을 모두 흐리게 만들어 패턴을 사라지게 하는 단점이 발생하고 있다. 그러나 제안하는 색상 변환 알고리즘(그림 11(a))은 이 두 영상의 장점만을 결합한 결과를 보여주고 있다. 따라서 제안하는 색상 변환 알고리즘

이 가장 우수한 텍스트 가독성과 미세 표현을 보존한 영상을 구성하고 있음을 알 수 있다.

그림 12는 영상에서는 블라인드의 삼각무늬의 선명함과 책상의 질감을 비교해 볼 수 있다. 제안하는 알고리즘이 나머지 두 영상에 비해 무늬가 가장 선명하고 책상 표면이 가장 섬세하고 선명하게 표현하고 있다. 또한 책상의 옆모서리도 다른 두 영상에 비해 매우 선명하게 드러난다. 따라서 제안하는 알고리즘이 에지를 선명하게 표현함을 다시 한 번 확인되었다.

부분 영상에서 드러난 이러한 화질의 차이가 전체적인 영상의 주관적 화질에도 그대로 적용됨은 그림 5와 그림 10을 통하여 확인할 수 있다. 두 실험 영상 모두 제안하는 알고리즘을 적용한 영상에서 색상이 가장 풍부하게 표현되어 있고 섬세한 디테일도 가장 잘 보존되어 있다. 또한 에지 영역에서 명암이 가장 두드러지게 구분되어짐으로써 영상의 가독성이 가장 우수하다.

IV. 결 론

플래쉬 영상을 기반으로 하되 각 화소마다 비-플래쉬 영상의 해당 화소 주위의 일정 블록의 색상 정보를 옮겨와서 플래쉬 영상의 색상을 자연스럽게 바꿔주는 기존의 색상 변환 알고리즘의 성능을 보다 개선한 새로운 알고리즘을 제시하였다. 제안하는 방법과 기존 방법의 가장 큰 차이점은 제안하는 알고리즘에서는 색상 전달 후보 화소들을 추출하기 위한 비-플래쉬 영상 블록의 크기를 영상의 local activity에 따라서 다르게 적용한다는 점이다. 그리고 또 다른 차이점은 비-플래쉬 영상 블록 내의 화소 중에서 가산 잡음에 의해서 훼손되었다고 판단하여 후보 화소에서 제거하는 화소를 결정하는 알고리즘이다. 기존의 방법은 블록 평균으로부터 블록 표준편차보다 큰 차이를 보이는 화소들을 제거하였으나, 제안하는 알고리즘에서는 블록 평균으로

부터 가산 잡음 표준편차를 얻어낸 뒤 이를 이용하여, 큰 차이가 나는 화소들을 제거하였다. 이를 위하여 비-플래쉬 영상에 포함된 가산 잡음의 분산을 추정하는 방법도 제시하였다. 제안하는 방식을 적용함으로써 시각적으로 뚜렷하게 드러나는 잡음의 영향은 최소화되 색상 변화의 디테일을 보다 온전히 보존할 수 있었다. 즉, 기존 알고리즘에 비하여 제안하는 알고리즘에서는 전체적인 색상의 표현이 풍부해졌으며 잡음처리과정에서 발생하는 색상의 단순화를 최대한 억제함으로써 밝기 변화가 심한 텍스트를 포함한 에지를 선명하게 유지하고 색상의 섬세한 변화가 있는 디테일의 질감을 더욱 잘 살릴 수 있었다. 그러나 비-플래쉬 영상에는 없는데 플래쉬의 강한 빛에 의해 생성된 플래쉬 영상의 그림자의 경우 그 경계가 깨끗하게 표현되지 못한 점은 개선되어야 할 과제로 남겨졌다. 또한 영상의 특성에 따라 색상 변환 후보 화소를 결정하는 최적의 문턱값이 달라지는데, 그 최적 문턱값을 찾는 자동화된 알고리즘을 개발할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- [1] G. Petschnigg, M. Agrawala, H. Hoppe, R. Szeliski, M. Cohen, K. Toyama, "Digital photography with flash and no-flash image pairs," ACM Transactions on Graphics (Proceedings of the 2004 SIGGRAPH Conference), vol. 23, no. 3, pp. 664-672, ISSN 0730-0301, Aug. 2004.
- [2] E. Eisemann, Frédo Durand, "Flash photography enhancement via intrinsic relighting," International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (Proceedings of the 2004 SIGGRAPH Conference), vol. 23, no. 3, pp. 673-678, Aug. 2004.
- [3] <http://research.microsoft.com/projects/FlashNoFlash/>
- [4] F. Durand, J. Dorsey, "Fast bilateral filtering for the display of high-dynamic-range images," ACM Transactions on Graphics (Proceedings of the 2002 SIGGRAPH Conference), vol. 21, no. 3, pp. 257-266, ISSN 0730-0301, Jul. 2002.
- [5] 장호석, 임진영, 강동욱, 정경훈, 김기두, "비-플래쉬 영상을 이용한 플래쉬 영상의 색상 개선," 제20회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표논문집, p171, 제주, 2008년 2월.

 저 자 소 개

장 호 석

- 2000년~2008년 : 국민대학교 전자공학전공 학사
- 2008년~현재 : 국민대학교 전자공학전공 석사
- 주관심분야 : Image enhancement, 영상 및 비디오 압축

임 진 영

- 2007년 2월 : 국민대학교 전자공학부 졸업
- 2007년 3월 ~ 현재 : 국민대학교 전자공학부 석사 과정
- 주관심분야 : 디지털영상처리, 멀티미디어신호처리

정 경 훈

- 1987년 2월 : 서울대학교 전자공학 졸업
- 1989년 2월 : 서울대학교 전자공학과 석사
- 1996년 2월 : 서울대학교 전자공학과 박사
- 1991년 12월 ~ 1997년 2월 : 한국영상산업진흥원 선임연구원
- 1997년 3월 ~ 2005년 2월 : 한동대학교 전산전자공학부 교수
- 2005년 3월 ~ 현재 : 국민대학교 전자공학부 교수
- 주관심분야 : 멀티미디어신호처리, 디지털 방송

김 기 두

- 1980년 2월 : 서강대학교 전자공학과 졸업
- 1988년 8월 : The Pennsylvania State University, MS(Electrical Eng.)
- 1990년 12월 : The Pennsylvania State University, MS(Electrical Eng.)
- 1980년 3월 ~ 1985년 12월 : 국방과학연구소 연구원
- 1998년 3월 ~ 1999년 2월 : 미국 UCSD, Visiting Scholar
- 1991년 3월 ~ 현재 : 국민대학교 전자공학부 교수
- 주관심분야 : 디지털통신, 디지털신호처리

강 동 욱

- 1986년 2월 : 서울대학교 전자공학 졸업
- 1988년 2월 : 서울대학교 전자공학과 석사
- 1995년 2월 : 서울대학교 전자공학과 박사
- 2000년 9월 ~ 2001년 8월 : Lucent Technology MTS
- 1995년 ~ 현재 : 국민대학교 전자공학부 교수
- 주관심분야 : 비디오 코딩, 영상통신