

플래시 영상과 비-플래시 영상을 결합한 디지털 사진의 품질 개선

소혜정 김평화 박주영 정경훈

국민대학교 전자공학부

{to-myhome, vudghkdi, hahajuyoung}@hanmail.net, khjung@kookmin.ac.kr

Improvement of Digital Photography with Flash and no-flash Image Pairs

So, Hye-Jeong Kim, Pyung-Hwa Park, Joo-Young Jung, Kyeong-Hoon

Kookmin University, School of Electrical Engineering

요약

본 논문에서는 플래시 영상을 기반으로 하면서 비-플래시 영상의 색상 정보를 이용하여 디지털 카메라의 사진 영상을 합성하는 알고리즘을 개선하였다. 장호석 등이 제안한 기존의 적응적 색상전달 알고리즘은 대부분의 경우에 만족스러운 결과를 나타냈지만, 두 영상 사이에 번이가 존재하는 경우에 적용하기 곤란한 한계와 함께 플래시로 인한 조도의 차이가 심한 경우에 배경 영역에서 문제점을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해 플래시 및 비-플래시 영상 정렬과 배경 영역 개선 기법을 적용하였다. 이로서 제안된 알고리즘은 기존 알고리즘 보다 현실적이고 자연스러운 영상을 보여준다.

1. 서론

디지털 카메라의 사용이 보편화되면서 다양한 기능의 향상으로 디지털 영상 영역이 많은 발전을 해오고 있다. 조도가 낮은 환경에서는 플래시의 기능을 사용함으로써 어두운 영상을 더욱 정확하게 얻을 수 있다. 일반적으로 플래시 영상은 비-플래시 영상에 비해서 잡음의 정도가 낮으며 디테일을 잘 표현하여 선명도가 높다. 하지만 강한 플래시 빛으로 인하여 불필요한 광택이나 부분 노출과다 등으로 색감이 종종 부자연스럽고 전면 물체 주위에는 비정상적으로 강한 그림자가 나타난다. 반면에 비-플래시 영상은 플래시 영상에 비해 색감이 자연스럽지만, 손떨림에 의한 흔들림과 빛의 부족으로 인한 잡음 등의 발생으로 선명한 영상을 얻기 힘들다. 이렇게 플래시 영상과 비-플래시 영상의 서로 다른 장단점을 보완하고자 두 영상의 장점만을 살려 우수한 제 3의 영상을 만들고자 한다.

장호석[1] 등이 제안한 기존의 적응적 색상전달 알고리즘은 플래시 영상의 장점과 비-플래시 영상의 장점을 살려 이 두 영상을 하나로 만들었다. 이 알고리즘의 전체적인 신호처리 과정은 플래시 영상을 기반으로 하여 적응적 색상 전달과정, 이중가우스 필터링(Bilateral Filter)와 결합이중 가우스 필터링(Joint Bilateral Filter)[2]과 디테일 보정으로 이뤄진다. 그리하여 예지가 선명하고 섬세한 디테일의 질감을 더욱 살릴 수 있고 잡음의 영향도 최소화 가능하게 되었다.

하지만 이 알고리즘에서는 두 영상의 위치가 정확하게 일치하는 상황 즉 동일 프레임의 영상인 상황을 가정하고 있는데, 실제로 카메라로부터 영상을 촬영하는 경우에 삼각대를 사용하지 않는다면 손떨림 등으로 인해 약간의 이동(displacement)과 함께 뭉개짐(blurring)이 발생하기 때문에 두 영상은 동일 장면을 나타내지 않

는 것이 일반적이다. 또한, 플래시로 사용하게 되면 전면의 물체의 조도가 배경에 비해 급격하게 높아지는 현상이 나타나는데, 이 경우에 기존의 알고리즘에서는 플래시 영상의 배경 영역의 밝기가 너무 낮기 때문에 색상이 제대로 전달되지 않는 문제점이 있다.

따라서 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 이 문제점을 개선하고자 플래시 및 비-플래시 영상을 정렬을 하여 보다 현실적으로 사용 가능한 방법을 제시한다. 그리하여 삼각대 없이도 사진을 촬영하여 더욱 화질이 좋은 영상을 얻을 수 있다. 개선된 영상을 적응적 색상 전달과정을 통해 자연스러우면서 선명한 영상을 얻을 수 있다.

2절에서는 기존의 알고리즘을 개선하기 위한 제안하는 알고리즘을 제시하고, 3절에서는 제안하는 알고리즘을 실제영상에 적용하여 그 성능을 분석한다. 마지막으로 4절에서는 그 결과를 정리한다.

2. 제안 알고리즘

제시한 알고리즘은 3단계에 걸쳐 진행하게 된다. 먼저 프레임이 다른 두 영상을 같은 프레임을 가지는 영상으로 재배열하는 과정을 거친 후 플래시 영상과 비-플래시 영상의 조도가 급격한 차이를 보이는 영역을 찾아 물체와 배경 영역을 구분하여 물체는 적응적 색상 개선 알고리즘을 적용하고 배경 영역은 비-플래시 영상의 배경 영역을 적용한다. 마지막으로 물체 영역과 배경 영역을 결합하여 최종 개선된 하나의 영상을 얻는다.

1) 플래시 및 비-플래시 영상 정렬

기존의 적응적 색전달 알고리즘은 동일 장면의 플래시 영상과 비-플래시 영상에 대해서만 색상 개선을 할 수 있었다. 그러나 실질

적으로 동일 장면의 플래시와 비-플래시 영상을 얻는 것은 어렵다. 두 장의 영상을 촬영하면서 생기는 미세한 움직임으로 인해 플래시 영상과 비-플래시 영상 사이에는 상대적인 움직임 현상이 발생하게 된다. 따라서 플래시 영상과 비-플래시 영상을 동일 장면으로 맞추칠 필요가 있다. 본 논문에서는 플래시 영상과 비-플래시 영상 사이에 전역적인 움직임만이 발생했다는 가정 하에 두 영상을 정렬하는 방법을 제시한다.

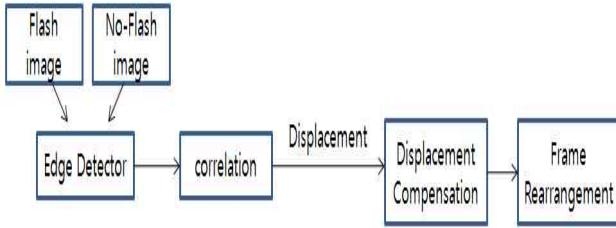


그림 1. 영상 정렬 알고리즘 블록도.

먼저, 플래시 영상과 비-플래시 영상을 동일 장면으로 맞추기 위해서 두 영상에 대한 각각의 에지(edge)를 검출한다. 영상의 에지를 검출하는 방법에는 1차 미분을 이용한 방법과 2차 미분을 이용한 방법이 있다. 1차 미분을 이용한 검출 방법은 에지가 굵게 나타나 정교하고 자세한 부분을 나타내기 어렵고 에지가 뭉그러지는 현상이 나타난다. 따라서 보다 섬세하게 에지를 검출할 수 있는 2차 미분을 이용한 방법을 사용하기로 한다. 2차 미분을 이용한 에지 검출 방법에는 라플라시안 가우시안(Laplacian of Gaussian) 방법, 영교차(Zero-crossing) 방법, Canny 방법 등이 있다[3]. 이들 중에서 영교차(zero-crossing) 방법을 사용하여 에지를 검출한다.

다음으로 검출된 두 영상의 에지를 이용하여 두 영상 사이의 유사성(correlation)을 파악한다. 영상의 상관관계를 파악하기 위해서 비-플래시 영상 일부분을 잘라 그 일부분의 에지와 플래시 영상의 모든 영역의 에지 사이의 유사성을 계산한다. 여기서 유사성은 상관관계수(correlation coefficient)로서 나타낼 수 있는데 이것은 두 변량의 상관관계를 나타내는 계수로서 두 변량의 공분산을 표준편차의 곱으로 나눈 값이다. 식은 다음과 같다.

$$r = \frac{\sum_m \sum_n (F_{edge.mn} - \overline{F_{edge}})(NF_{edge.mn} - \overline{NF_{edge}})}{\sqrt{[\sum_m \sum_n (F_{edge.mn} - \overline{F_{edge}})^2][\sum_m \sum_n (NF_{edge.mn} - \overline{NF_{edge}})^2]}}$$

여기서 $\overline{F_{edge}}$ 는 플래시 영상으로부터 얻은 에지 영상의 평균값이고 $\overline{NF_{edge}}$ 는 비-플래시 에지 영상의 평균값이다.

플래시 에지 영상과 비-플래시 에지 영상을 비교하여 최대 유사성을 나타내는 위치를 두 영상 사이의 변이로서 추정한다. 그리고 두 영상이 중첩되는 영역으로 영상의 프레임 크기를 결정하고, 추정된 변이만큼 영상을 이동시킴으로써 플래시 영상과 비-플래시 영상의 프레임을 재-정렬(Rearrangement)시킨다.

2) 적응적 색상개선 알고리즘

앞서 서론에서 기술하였듯이 적응적 색상개선 알고리즘은 비-플래시 영상을 기반으로 하여 플래시 영상의 색상개선을 하는 알고리

즘이다. 적응적 색상 알고리즘은 에지를 잘 살리면서 잡음을 효과적으로 제거한 후 이중가우시안 필터링과 디테일 보정 등으로 후처리를 수행한다.

적응적 색상 전달과정에서는 처리하고자 하는 화소부근의 부분적인 화소 값 분산에 따라 처리 블록의 크기를 다르게 적용시키는데 분산이 작은 영역의 경우 블록의 크기를 크게 하여서 화소의 수를 일정 수준으로 유지시켜준다. 이와 반대로 분산이 큰 영역에서는 블록의 크기를 작게 하여, 잡음을 판단하여 제거시키는 화소의 수를 최소화 한다. 블록의 크기는 어느 한 점의 화소를 중심으로 11x11 블록을 만들어 그 블록의 화소 값의 분산을 계산한다. 그 계산한 분산 값으로 고 분산 영역, 중간 분산 영역, 저 분산 영역으로 구분하여 차례로 3x3, 7x7, 11x11 으로 블록의 크기를 조정한다. 여기서 고 분산 영역은 강한 에지 영역을 볼 수 있고, 중간 분산 영역은 에지에서 평탄부로 변화하는 영역이며 저분산 영역은 평탄 영역이다.

비-플래시의 영상의 잡음을 없애는 방법은 먼저 비-플래시 영상과 플래시 영상에서 잡음의 분산을 추정하고 그 표준편차를 모든 블록에 똑같이 적용하여 잡음 화소를 구분한다. 플래시와 비-플래시 영상에 대한 분산의 차가 비-플래시 영상에 더해진 잡음에 의한 분산 성분이라 보고 각 영상의 분산의 차에 대한 평균을 계산하여 그것을 잡음의 분산으로 추정한다. 이로서 비-플래시 영상 전체에 포함되어 있는 불규칙한 가산 잡음의 분산을 추정할 수 있다.

3) 배경 영역 개선

플래시 영상은 플래시를 사용하여 가까이 있는 물체는 빛을 받지만 멀리 있는 배경은 빛을 받지 못해 어둡게 되는 현상이 발생한다. 그로 인해 플래시 영상의 배경영역과 비-플래시 영상의 배경영역의 차이가 크게 발생하는데 이럴 경우 색상 개선 알고리즘을 사용하면 색상 개선된 영상의 배경영역이 많이 뭉그러지면서 부자연스럽게 표현된다. 그 이유는 플래시의 배경영역이 너무 어둡기 때문에 적응적 색상 개선 알고리즘을 이용할 시 플래시 영상에 유용한 정보가 없기 때문이다. 따라서 이렇게 두 영상의 배경영역의 조도가 많이 차이가 발생할 경우 색상개선 영상의 문제를 개선하는 방법을 제안한다.

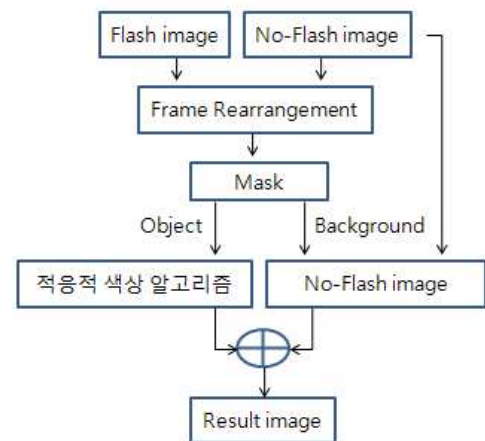


그림 2. 배경 영역 개선 알고리즘 블록도

배경 영역을 개선하기 위해 마스크를 이용하여 물체와 배경영역을 분리한다. 이 때 물체와 배경 영역의 구분을 판단하기 위해 두

영상의 밝기의 차이를 이용한다. 즉 각 화소마다 비-플래시 영상의 밝기값이 플래시 영상의 밝기값에 비해 특정한 임계값보다 크다면 그 영역을 배경으로 지정한다. 반대로 비-플래시 영상의 밝기값이 플래시 영상의 밝기값에 비해 특정한 임계값보다 작다면 그 영역은 물체 영역이라고 지정한다. 분리된 물체 영역은 적응적 색상 알고리즘을 사용하고 배경 영역은 같은 위치의 비-플래시 영상의 배경 영역을 이용하여 두 영역을 결합하여 하나의 영상을 만든다. 이로써 플래시영상과 비-플래시영상의 배경 영역의 조도차이가 큰 사진의 경우에 단순히 적응적 색상알고리즘을 사용한 결과보다 훨씬 자연스럽게 표현된다.

3. 실험결과 및 분석

제안 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 플래시가 필요한 어두운 환경에서 플래시의 사용 유무에 따라 촬영한 두 장의 사진을 사용하였다. 이를 그림 3에 나타내었는데 눈으로 확인하기는 힘들지만 두 영상 사이에는 약간의 변이가 존재한다.



(a)



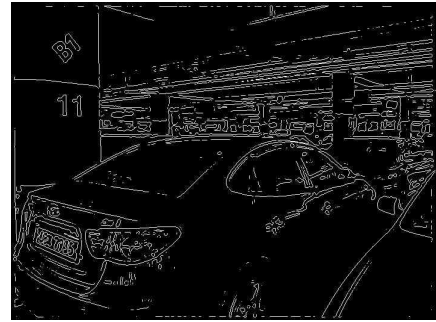
(b)

그림 3. 실험 사진, (a) 플래시 사진 (b) 비-플래시 사진.

사진을 정렬하지 않은 채 기존의 색상개선 알고리즘을 사용한 결과를 살펴보면 물체의 에지 부분에서 많은 문제점을 보이는 것을 확인할 수 있다. 따라서 두 사진을 동일 장면으로 맞추는 필요가 있고, 이를 위해 영교차 방법을 이용하여 에지를 추출하고 유사도를 계산한다. 그림 4는 플래시 영상과 비-플래시 영상의 에지를 추출한 결과이다. 그리고 그림 5는 에지 검출 후의 유사도를 나타낸 그래프로서, 비-플래시 영상의 중앙 부분의 300×300에 대해서 유사도를 계산한 결과이다. 이로부터 비 플래시 영상이 오른쪽으로 1 화소, 위로 3 화소를 이동한 경우에 플래시 영상과 가장 높은 유사성을 가짐을 알 수 있다.



(a)



(b)

그림 4. 에지 검출 영상, (a) 플래시 사진 (b) 비-플래시 사진

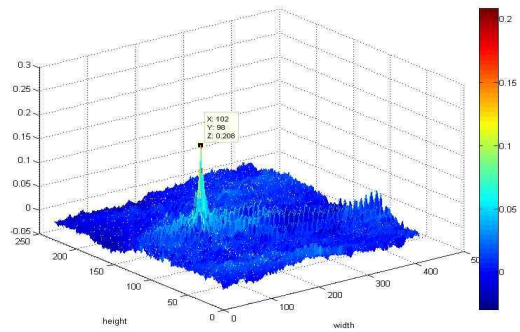


그림 5. 에지 영상의 유사도

한편 프레임을 정렬한 후 기존의 색상 개선 알고리즘을 이용하면 배경부분이 많이 부자연스럽다는 것을 알 수 있다. 따라서 플래시 영상과 비-플래시 영상의 배경 영역의 차이가 커서 발생한 문제를 해결할 필요가 있다. 따라서 배경 영역을 개선하기 위해 정렬된 두 영상을 사용하여 물체 영역과 배경 영역을 구분해주는 마스크를 추출한다. 그림 6은 물체와 배경을 구분한 결과 마스크로서 흰색 부분이 배경 영역에 해당한다.

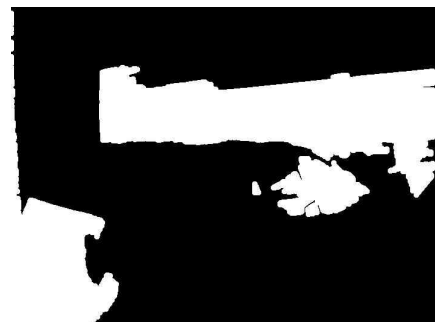


그림 6. 배경 영역 마스크.

이제 각 영역을 비-플래시 영상과 색상개선 알고리즘을 이용해 합성하는 제안 알고리즘의 결과와 프레임만 정렬시키고 기존의 색상 개선 알고리즘을 적용한 결과를 그림 7에 비교해서 나타내었다.



(a)



(b)

그림 7. 결과 영상, (a) 기존 알고리즘 (b) 제안 알고리즘.

그림 8, 9, 10은 개선된 화질의 정도를 더욱 분명하게 비교하기 위해서 그림 7의 두 사진의 일부분을 확대한 사진이다.



(a)

(b)

그림 8 부분 확대 결과(1) (a) 기존 알고리즘 (b) 제안 알고리즘.



(a)

(b)

그림 9 부분 확대 결과(2) (a) 기존 알고리즘 (b) 제안 알고리즘.



(a)



(b)

그림 10. 부분 확대 결과(3) (a) 기존 알고리즘 (b) 제안 알고리즘.

3. 결론

본 논문에서는 동일 장면의 플래시 영상과 비-플래시 영상을 결합하는 기존의 색상 개선 알고리즘을 바탕으로 하여 동일한 영상이 아닌 움직임이 있는 플래시 영상과 비-플래시 영상의 색상을 개선하고 배경 영역을 보다 자연스럽게 표현하는 알고리즘을 제안하였다.

동일 장면을 이용한 기존 알고리즘과는 달리 움직임이 발생하여 전역적인 변이가 존재하는 두 영상을 동일 장면으로 재정렬하기 위해서 영상의 에지를 검출하여 유사도를 비교하였다. 또한 두 영상의 조도 차이가 큰 경우 기존의 알고리즘을 적용한 색상 개선 영상은 배경영역이 부자연스럽게 나타나므로 프레임이 정렬된 플래시 영상과 비-플래시 영상의 조도 차이에 따라 마스크를 추출하여 물체와 배경 영역을 분리하여 처리함으로써 각각의 부분이 개선될 수 있도록 알고리즘을 개선하였다. 제안 알고리즘을 통해 동일 장면이 아닌 플래시 영상과 비-플래시 영상을 결합시킴으로써 선명한 에지와 풍부한 색상을 가지는 물체와 보다 자연스러운 배경 영역을 가지는 영상을 얻을 수 있었다.

두 영상 사이에 전역적인 움직임이 아니라, 촬영 각도의 변화나 크기의 변화 등과 같은 지역적인 움직임을 가지는 경우에 적용가능한 재정렬 알고리즘을 개발하는 것은 추후의 과제이다. 또한 기존의 알고리즘에서도 문제가 되었던 그림자의 경계가 깨끗하게 표현되지 못하는 점이 문제점으로 남아있다.

참고문헌

- [1] 장호석 외, “동일 장면 비-플래시 영상을 이용한 플래시 영상의 색상 개선”, *방송공학회논문지* 제13권 제5호, pp.760-770, 2008년 9월.
- [2] G. Petschnigg, et. al, “Digital photography with flash and no-flash image pairs,” *ACM Trans. on Graphics*, vol. 23, no. 3, pp.664-672, Aug. 2004.
- [3] R. Gonzalez, R. Woods, *Digital Image Processing*, Prentice-Hall, 2002.