

## 저조도 환경 기반 컬러 노이즈 검출 및 영상 복원

오교혁\*, 이재린, 전병우  
 성균관대학교 정보통신 공학부  
 {dhrygur,jaelin,bjeon}@skku.edu

## Color Noise Detection and Image Restoration based on low Illumination environment

Gyoheak Oh\*, Jaelin Lee, Byeungwoo Jeon  
 Department of Electrical and Computer Engineering Sungkyunkwan University

## 요 약

저조도 환경에서 획득한 CCTV 컬러 영상은 품질이 좋지 않으므로, 일정 조도 이하의 저조도에서 CCTV 는 근적외선을 이용하여 회색조 영상을 획득한다. 본 논문에서는 저조도에서 획득한 근적외선 영상을 이용한 물체 검출 및 GAN 을 통해 재구성된 컬러 영상에 생기는 컬러 잡음을 제거하는 방법을 제안한다. 기존의 재구성된 컬러 영상의 PSNR 측면에서 22.5dB 가 나왔으나, 영상 합성을 통해 컬러 노이즈를 제거한 영상의 PSNR 은 34dB 가 나왔다. 본 논문은 컬러 노이즈를 제거하면서 원래의 색의 유지가 제대로 이루어 졌는지는 주관적인 평가 방법을 통해 확인하였다.

## 1. 서론

열악한 환경에서 범죄가 늘어남에 따라, 저조도 환경과 같은 열악한 환경에서의 범죄 예방 및 검거의 중요성이 늘어나고 있다. 기존의 CCTV 환경은 저조도 환경에 따라 night 모드로 전환되어 근적외선 영상을 회색조 이미지로 획득하고 있다. 근적외선을 이용하여 얻어진 회색조 영상은 실용적인 측면에서 매우 중요하다. 근적외선 영상의 경우, 컬러 영상에서 획득하기 어려운 세부적인 디테일을 얻을 수 있다는 장점이 있지만, CCTV 상의 물체 판별이나 인물 확인을 위해 필요한 중요한 정보인 색 정보를 얻기 힘들다는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 [1]에서는 CNN 네트워크를 이용하여 근적외선 영상에 색을 입히는 연구를 진행하였으며, [2]에서는 GAN 을 통한 색상화에 관한 연구가 진행되고 있다. 최근에는 V.A.Patel 이 제시한 GAN 을 통해 저조도 영상을 Tone mapping 방법을 이용해 HDR 로 화질 향상하는 방법이 제시되었다.[3]

본 논문에서는 CCTV 의 저조도 환경에서 취득한

근적외선 데이터를 통해 복원한 컬러 이미지의 배경에서 생성된 잡음을 제거하기 위해, 근적외선 영상을 이용해 물체와 배경을 분리하고, 생성된 이미지의 컬러 잡음을 제거하는 방법을 제시한다.

## 2. 물체 검출을 통한 영역별 컬러 노이즈 제거

## 2.1 물체 검출 방법

본 논문에서는 CCTV 특성을 이용하여 물체를 판별하고 컬러 잡음을 제거하는 방법을 제시한다. CCTV 의 특성상 한곳을 계속 촬영한다는 점을 이용하여 배경에 대한 근적외선 정보를 획득할 수 있다. 본 논문은 이에 착안하여, 새로 들어온 물체에 대한 근적외선 이미지의 배경과의 근적외선 영상 화소 값의 차이를 이용해 새로 들어온 물체에 대한 영역을 지정한다.

## 2.2 컬러 노이즈 검출 및 복원

랜덤하게 발생하는 컬러 잡음은 근적외선 휘도 값이 높을수록 학습 모델에서 잡음이 더 자주 발생한다. 따라서 근적외선 휘도 값을 이용한 가중치 맵은 다음과 같이 설정한다.



그림 1. 영역 정보 기반 영상 합성 알고리즘 개념도

$$w = 1 - \frac{Y_{nir}}{\max(Y_{nir}) - \min(Y_{nir})} \quad (1)$$

$Y_{nir}$  은 근적외선 영상에서  $YCbCr$  로 변환한 영상의  $Y$  채널 영상이다. 노이즈 검출 필터는 물체와 배경 분리를 시행한 후, 물체와 배경의 각각의 영역에 대한 평균과 표준편차를 계산한다. 이 후, 각 영역의 노이즈를 검출한다. 컬러 노이즈를 검출하는 필터는 아래와 같다.

$$i_{x,y} < m - w\sigma \text{ or } i_{x,y} > m + w\sigma \quad (2)$$

$m$ 과  $\sigma$ 는 영역 및 채널별로 각행의 평균과 표준편차를 의미하고,  $i_{x,y}$ 의  $x,y$ 는 픽셀의 위치  $i$ 는 픽셀 값을 의미한다. 위의 필터는 가중치 맵을 사용하여 각 행의 평균 값에서  $w\sigma$  만큼 벗어나는 값을 판별하여 그 값을 컬러 잡음으로 판단한다.

위의 필터를 통해 검출한 컬러 노이즈를 주변과 유사한 픽셀 값으로 대체해 주기 위해, 간단한 필터를 적용한다. 컬러 복원 필터는 아래와 같다.

$$i'_{x,y} = m - w\sigma + 2\left(\frac{I(x,y)}{\max(I(x,y)) - \min(I(x,y))} \times w\sigma\right) \quad (3)$$

위의 간단한 필터를 적용하여 검출된 컬러 노이즈 픽셀 값을 주변 픽셀과 유사하게 변환한다. 컬러 노이즈를 복원하고 최종적으로 컬러가 복원된  $RGB$  영상을 획득할 수 있다. 획득한 영상을  $YCbCr$  영상으로 변환한 후, 근적외선 영상의 휘도 성분인  $Y$  채널로 대체한다. 최종적으로 합성한  $YCbCr$  영상을  $RGB$  영상으로 변환하여 결과를 획득한다.

### 3. 실험 결과

실험을 위해 GAN 으로 얻은 데이터셋 [5]를 사용하였다. 저조도 실험을 위하여 0.9lux 의 환경에서 촬영한 영상과 고조도 환경의 90lux 에서 촬영한 영상을 사용하였다. 비교 방법으로는 주관적 화질평가 방법과 PSNR 을 사용하였으며, [4]의 알고리즘을 통해 그 결과를 비교하였다.

실험결과는 그림 2 와 같다. 그림 2(f)영상은 비교를 위해 생성된 영상이다. 생성 방법은 그림 2(b)영상을  $YCbCr$  영상으로 변환한 후, 그림 (a)영상으로  $Y$ 채널을 대체한다. 생성된  $YCbCr$  영상을  $RGB$ 영상으로 변환한 것이다.

GAN 에 의해 복원된 그림 2(c)영상은 물체가 기존과 유사한 색이 생성된 것을 확인할 수 있다. 하지만, 근적외선이 강한 영역에서 컬러 노이즈가 발생하는 것을 확인할 수 있는데 이는 영상의 화질을 저하시킨다.

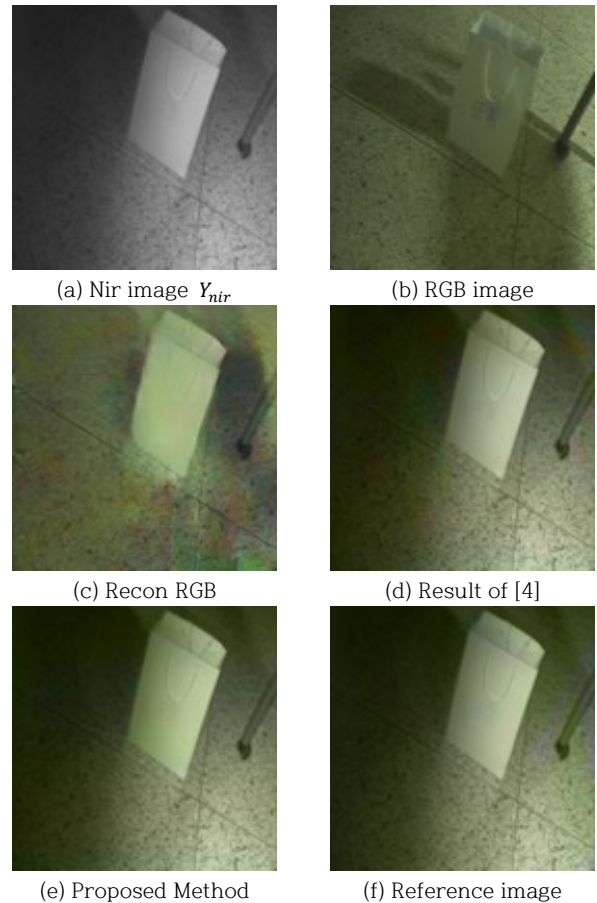


그림 2. 실험 결과

이를 해결하기 위해 제시된 [4]의 결과와 비교했을 경우, 기존 방법에서는 바닥영역에 발생하는 컬러 잡음 중 일부는 검출이 불가능하여, 영상에 잡음이 남아있지만, 본 논문에서 제시한 방법을 통해 바닥과 물체를 구분하여 각각에 필터를 사용한 결과, 검출되던 바닥의 컬러 잡음이 제거되고 원본과 유사한 색으로 복원된 것을 확인할 수 있다. 또한, 원본 영상과 결과를 비교하였을 때 PSNR 은 34dB 로 계산되었다.

#### 4. 결론 및 향후 연구 방향

영상의 컬러 잡음은 저조도 환경에서 생성되는 잡음들과 GAN 자체의 잡음으로 이루어져 있다. 본 논문의 제안방법을 통해 기존에 CCTV 에서 얻은 근적외선 영상을 이용해 얻어진 컬러 영상을 원본과 비슷한 영상으로 개선할 수 있었다. 그러나 기존의 영상과 비교하면 물체의 디테일 성분이 드러나지 않는다는 것을 확인할 수 있다. 추후 물체의 디테일에 대한 분리 및 합성을 할 수 있다면 원본과 더욱 유사한 결과를 도출할 수 있을 것이다.

#### 감사의 글

이 논문은 2018 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (NO. 2018-0-00348.CCTV 제약점 개선을 통해 범인 검거율 저하 문제 해결을 지원하는 지능형 영상 보안 시스템 기술 개발)

#### 참고문헌

- [1] M.Limmer,H.P.A.Lensch, "Infrared colorization using deep convolutional neural networks," ICMLA,2016.
- [2] Yuxuan Xiao, Aiwon Jiang, Changhong Liu, and Mingwen Wang, "Single Image Colorization Via Modified CycleGAN," Proc. 2019 IEEE International Conference on Image Processing, 2019.
- [3] Vaibhav Amit Patel, Purvik Shah, Shanmuganathan Raman, "A Generative Adversarial Network for Tone Mapping HDR Image," NCVPRIPG, 2017.
- [4] G. Oh, J. Lee and B. Jeon "Noise Removal in Reconstructed Color Image by GAN for Low Light CCTV application," ICEIC,2020.
- [5] 오교혁, 이재린, 전병우, "CCTV 저조도 환경 기반 데이터 획득 및 컬러영상 복원 및 분리," 방송공학회, 2019