

# CCTV 환경 저조도 영상의 GAN 기반 가시광선-적외선 영상 분리 및 복원

오교혁, 이재린, 전병우  
성균관대학교 전자전기공학부  
{dhrygur, jaelin, [bjeon](mailto:bjeon@skku.edu)}@skku.edu

## Low Illumination CCTV Color Image Reconstruction Using VIS-NIR Image Separation Based on GAN

Gyoheak Oh, Jaelin Lee, Byeungwoo Jeon  
Sungkyunkwan University

### 요 약

보안 시스템의 중요성이 늘어남에 따라 열악한 CCTV 영상 환경에서의 범죄 예방 및 검거의 중요성이 늘어나고 있다. 본 논문은 CCTV의 제약 환경에 맞는 데이터 취득, 근적외선 및 가시영역 혼합 영상의 분리 및 복원 방법을 제안한다. 데이터 취득 및 학습시킨 데이터의 성능은 PSNR 방법을 이용해 비교하였고, 저조도 영역의 근적외선과 가시영역의 분리 성능은 34dB 이상이 나왔다. 색 복원은 PSNR 측면에서는 22.5dB가 나왔고, 저조도 영역의 분리 성능과 비교하여 낮은 성능을 기록하다. 색복원의 평가 정도는 원본 영상과 주관적 평가방법을 사용하여 비교하였다.

## 1. 서론

최근 들어 보안 시스템의 중요성이 늘어남에 따라 저조도 환경과 같은 열악한 CCTV 환경에서의 범죄 예방 및 검거의 중요성이 높아지고 있다.<sup>[1][2]</sup> 기존의 CCTV는 저조도 환경인 야간에는 야간 모드로 전환되어 가시영역 및 근적외선 혼합 영상이 아닌 근적외선 영상만을 획득하고 있다. 근적외선 영상만을 획득할 경우, 범죄 검거를 위해 필요한 중요한 정보인 옷 색깔과 같은 정보를 얻기 힘들다는 단점이 있다. 이에 착안하여 본 논문에서는 저조도 환경에서 획득한 CCTV 영상의 화질 개선을 위한 데이터 취득 환경 및 실험 환경, GAN<sup>[3]</sup>을 이용한 비지도(unsupervised) 학습을 통해 컬러 및 근적외선 영상을 복원하는 방법을 제시한다.<sup>[4]</sup>

국내 CCTV 설치환경을 분석한 결과, 실내 CCTV의 경우 주변광이 적어, 실외에 가로등 주변 및 주변광이 존재하는 장소에 설치된 CCTV와 비교할 경우 저조도인 경우가 많으므로 데이터는 실내에 설치된 CCTV위주로 획득하였다. 획득한 데이터셋을 사용하여 본 논문에서 제안한 방법을 적용하였으며, 객관적·주관적 평가방법을 통해 그 결과를 비교하였다.

## 2. 제안방법

### 2.1 데이터 학습 모델링

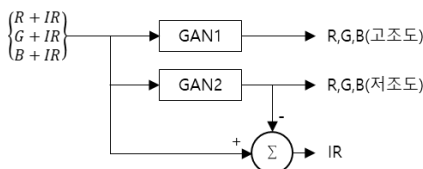


그림 1. 영상 학습 개념도

본 논문에서 제안하는 방법 중, 영상 분리를 위한 데이터셋은 세 종류로 분류된다. 먼저 그림 1에 보인 바와 같이, 입력영상으로는 가시영역 및 근적외선 혼합 영상을 사용한다. 다음으로 같은 공간에서 가시영역 영상과 근적외선 영상을 각각 획득한다. 이는 입력영상을 분리하기 위해 GAN에

사용되는 학습영상이다. 이를 통해 혼합 영상이 최종적으로 분류되며, 컬러복원의 목적에 따라 다양한 색감을 갖는 물건들 위주로 실험 영상을 획득하였다.

### 2.2 데이터 획득 제한 환경

본 실험은 CCTV의 특성상 한 곳을 계속 촬영한다는 점에 기초하여 데이터 획득을 시행하였다. 본 실험의 저조도의 기준은 획득한 영상의 화소값이 0보다 큰 상태로 정의한다. 획득한 영상은 그림 2와 같이 실내 환경에서 획득하였으며, 가시영역 광원으로는 형광등을 사용하였다. 고조도 촬영 환경은 90lux에서 진행했다. 근적외선 광원으로는 CCTV 내부의 광원을 사용하였다.

## 3. 실험 환경 및 결과

MP18-27<sup>[5]</sup>카메라를 사용하여 2.1절에서 서술한 세 종류의 데이터셋을 획득하였다. 영상의 신뢰성 확보를 위해 AWB(Auto White Balance), AE(Auto Exposure)등의 기능을 수동으로 조작하였으며, 그 값은 표 1과 같다.

<표1> 개발환경 카메라 기능 스펙

Function	Status
Mode	Color
White Balance	Manual (red 7 blue 7 chroma 7)
Exposure time	1/30 s

White balance의 red 7 blue 7 chroma 7은 10을 기준으로 컬러 값을 70%만 표시한다는 것을 의미한다. GAN은 영상 생성 분야의 비지도 학습으로 라벨링되지 않은 데이터를 가지고 학습시키는 방법이다. 본 실험의 학습을 위해서는 CCTV를 통해 획득한 영상을 256 × 256 으로 downsampling 하여 입력으로 사용한다. 그 후 입력영상과 그 결과 영상을 사용하여 GAN을 학습시킨다.

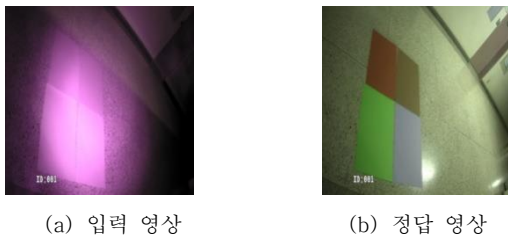


그림 2. 학습 영상 예시

그림 2(a)는 모델 생성 후에 GAN 입력으로 넣어줄 영상이고, 그림 2(b)는 모델을 통해 복원시킬 정답 영상이다. 모델 학습은 두 영상을 결합시켜 GAN을 통해 학습시킨다. 학습시킨 모델들을 이용해 저조도 영역의 근적외선 및 가시영역 혼합 영상을 입력영상으로 모델에 넣어 줄 경우, 저조도 영역의 가시영역 영상과 고조도 영역의 가시영역 영상을 출력 영상으로 얻는다. 밑의 결과는 4,000회의 반복학습을 통해 학습시킨 결과 영상이다.

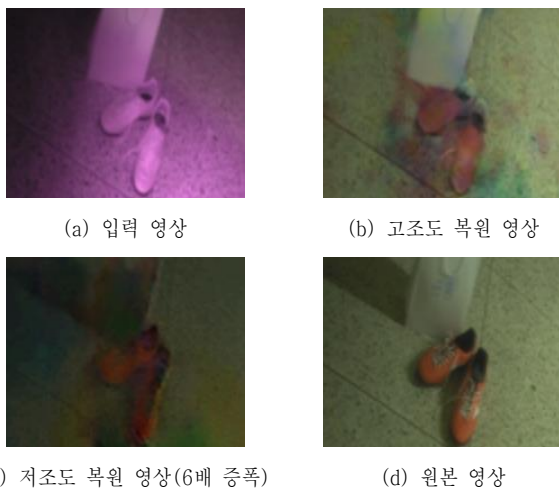


그림 3. 결과 영상

그림 3(a)는 입력 영상이며, GAN1을 통해 그림 3(b)의 고조도 가시영역 영상이 복원된다. 또한 GAN2를 지나면 그림 3(c)의 저조도 가시영역 영상이 복원되는데<sup>[6]</sup>, 그림 3(c)의 목표는 색을 복원하는 것이 아니라 분리된 저조도 가시영역 영상을

통해 근적외선 영상을 분리해 내는 것이다. 그림 3(d)는 원본 영상으로 색깔 정보가 정확히 복원되었는지 주관적 평가를 위해 추가하였다.

#### 4. 결론

현재 저조도 영역에서의 근적외선 및 가시영역 합성 영상에서 분리 성능은 34dB로 높게 나왔다. 반면 고조도 영상으로 복원했을 경우에 PSNR은 22.5dB로 낮은 수치가 나오는 것을 확인하였다. 하지만 고조도 영상으로의 복원의 경우 PSNR보다 색이 정확하게 복원되었는지 확인하는 것이 중요하다. 기존의 화소 값이 낮은 경우에는 복원되지 않는 영상이라도 GAN을 통한 복원에서는 색이 복원되는 것을 확인하였다. 본 연구의 문제점은 색의 번짐 현상이 일어나는 것이다. 향후, 이를 분리해 낸 근적외선 영상을 통해 합성한다면 그 결과가 개선될 것이다.

#### 감사의말

이 논문은 2018년도 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)

#### 참고 문헌

[1] Ben Brown, "CCTV in Town Centres: Three Case Studies," Crime Detection and Prevention Series, Paper No.68. Home Office Police Department. London: Home Office,1995.

[2] C.Rajkumar and S.K.Mahendran "Vehicle Detection and Tracking System from CCTV Captured Image for Night Vision," International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, 2014.

[3] Ian J.Goodfellow, Jean Pouget-Abadie, Mehdi Mirza, Bing Xu, David Warde-Farley, Sherjil Ozair, Aaron Courville, and Yoshua Bengio, "Generative Adversarial Nets," Advances in Neural information Processing Systems 27(NIPS 2014), 2014.

[4] Yuxuan Xiao, Aiwen Jiang, Changhong Liu, and Mingwen Wang, "Single Image Colorization Via Modified CycleGAN," Proc. 2019 IEEE International Conference on Image Processing, 2019.

[5] Wonwoo company Home Page. <http://www.wonwoo.com/>

[6] Shinzo Koyama, Yuichi Inaba, Masahiro Kasano, and Takahiko Murata, "A Day and Night Vision MOS Imager with Robust Photonic-Crystal-Based RGB-and-IR." IEEE Transactions on Electron Devices, 2008.