

주변광추정 및 조명 보정을 통한 야간 영상 개선 기법에 관한 연구

신도경*, 도재원, 박규태

LIG넥스원

dokyung.shin@lignex1.com*, jaewon.doh@lignex1.com, gyutae.park@lignex1.com

A Study on the Enhancement Technique of Night-time Image through Ambient Light Estimation and Correction of Illumination

Do Kyung Shin*, Jae Won Doh, Kyu Tae Park

LIG Nex1

요 약

최근 다양한 분야에서 영상 시스템의 활용도가 높아짐에 따라 고품질의 영상이 요구된다. 하지만 실외에서 사용되는 영상 시스템의 경우에는 계절 및 날씨, 시간 변화에 따른 환경 조건에 많은 영향을 받는다. 일반적으로 야간환경 조건에서는 불균일한 조명으로 인해 저조도(low light), 낮은 대조비(low contrast), 색상의 왜곡(color distortion) 등으로 인해 가시성이 매우 낮은 어두운 영상이 획득되는 문제점이 존재한다. 따라서 실외에서 운용되는 시스템의 성능을 높이고 신뢰성을 높이기 위한 야간 영상 복원을 위한 연구의 필요성이 요구된다. 본 논문에서는 영상에서 주변광을 추정하고 불균일한 조명 성분 보정을 통한 야간 영상 개선 기법을 제안한다. 제안한 방법은 기존 방법에 비해서 영상 내의 세부 특징정보를 유지하면서 영상의 대비를 향상함으로써 야간 영상 복원에 우수한 결과를 볼 수 있었다.

I. 서론

최근 비전 시스템의 성능이 높아짐에 따라서 군사, 교통, 재난, 환경, 보안 등의 다양한 분야에서 자율주행, 방범용 CCTV, 차량 블랙박스, 감시정찰 등의 시스템에서의 활용도가 높아지고 있다. 야간 저조도 환경에서 획득된 영상은 일반적으로 가시성이 좋지 않으며 실외 시스템의 경우 안전, 보안 등에서는 치명적인 문제를 유발할 가능성이 매우 높다. 특히 야간 영상은 저조도 환경으로 인해 어두운 영역에 대한 식별이 불가능하거나, 획득된 영상 내의 조명이 고르지 않아 대비가 높아지며, 조명으로 인해 역광 현상이 발생하는 문제점이 존재한다. 따라서 실외 비전 시스템의 야간 시간대의 신뢰성을 확보하기 위해서 저조도 영상의 가시성을 높이는 것은 매우 중요하며, 활발하게 연구되고 있다. 야간 저조도 영상을 개선하기 위한 많은 연구들이 수행되고 있으며 그중에서는 서로 다른 시간대에 촬영된 여러 영상을 결합하여 영상을 향상시키는 방법[1]이 제안되었다. 하지만 다중 영상을 이용하는 영상 융합 기술은 모든 시스템에 적용할 수 없다는 문제점이 존재한다. 따라서 보조 영상을 이용하거나 단일영상으로 개선하는 방법들이 주목받고 있다. 야간 저조도 영상의 경우 영상의 대비를 높이면서 세부 정보를 유지하는 것을 목표로 한다. 하지만 이론적으로 이 두 가지 속성은 상호연관이 매우 높기 때문에 모두 만족시키는 것은 매우 어렵다. 저조도 영상을 개선하기 위해서 조명 성분을 제거하여 향상된 결과로 반사율을 추출함으로써 세부 정보를 향상시키는 방법으로 잘 알려진 레티넥스(Retinex) 이론[2]은 많이 적용되고 있지만, 조명 성분을 제거하는 것은 여전히 한계가 존재한다. 따라서 본 논문에서는 야간 저조도 영상 내에 존재하는 주변광 성분을 추정하고, 조명 성분을 보정함으로써 영상 내에 존재하는 불균일한 조명으로 인해 발생하는 일부 영역이 과도하게 보정되는 현상 및 어두운 영역이 개선되지 않는 문제점에 대해 강인한 알고리즘을 제안한다.

II. 본론

본 논문에서는 그림 1의 ① ~ ③ 단계를 통해 야간 저조도 영상을 개선하는 방법을 제안한다. 사람의 눈은 주변광(ambient)이 존재하더라도 객체의 본래 색상 인지가 가능하지만, 카메라의 경우 주변광의 색상 정보가 사물의 원 색상에 영향을 미친다. 따라서 영상 내의 주변광을 추정 및 제거하기 위해서 첫 번째 ① 단계에서 자동 화이트 밸런스(AWB, Auto White Balance) 알고리즘을 통해 영상 획득 시 영향을 받은 주변광을 추정하여 보정을 수행한다.

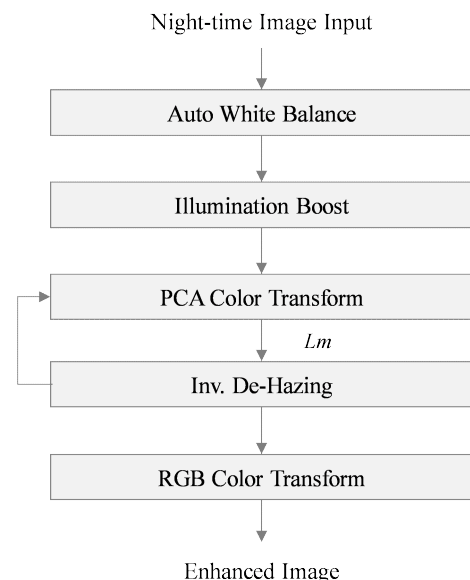


그림 1 제안하는 방법 순서도

두 번째 ㉔ 단계에서 변형된 로그 변환(log transform) 기반의 조명 부스트 알고리즘[3]을 통해 불균일한 조명 분포를 개선하고, 고휘도 픽셀을 유지하면서 저휘도 및 중휘도 픽셀을 향상함으로써 영상 내 지역적 대비를 개선한다. 세 번째 ㉕ 단계에서 색상 채널 간의 높은 상관관계를 낮추기 위해 주성분 분석을 이용한 RGB 색상 공간을 Lu, a, b 채널로 변환하여 밝기 성분을 갖는 Lu 채널을 추출한다. 네 번째 ㉖ 단계에서 ㉕ 단계에서 추출된 Lu 채널을 역변환을 수행한 후 안개 제거(de-hazing) 알고리즘을 수행한다. 저조도 영상의 역변환 결과가 안개 영상과 유사한 특성을 보임을 이용한다. 마지막 ㉗ 단계에서는 Lu 채널이 보정된 PCA 색상 공간을 다시 RGB 색상 공간으로 변환함으로써 야간 저조도 영상을 개선한다.

III. 결론

본 논문에서는 야간 저조도 영상 내에 존재하는 주변광 성분을 추정하고, 불균일한 조명 성분을 보정 함으로써 영상 내 일부 영역이 과도하게 보정되는 현상 및 어두운 영역이 개선되지 않는 문제를 해결하기 위한 방안을 제시하였다. 그림 2는 야외에서 야간에 촬영된 영상으로 조명 또는 빛 성분이 거의 존재하지 않는 환경에서 획득된 영상에 대해 제안하는 방법과 기존 방법으로 개선된 결과를 비교한 결과를 보여준다. 그림 2(a)는 원본 저조도 야간 영상이며, 그림 2(b)는 2D 히스토그램 기반의 LDR(Layered Difference Representation) 방법[4]이다. 그림 2(c)는 반사율 및 조명추정을 위한 가중 변경 모델인 SRIE(Simultaneous Reflectance and Illumination Estimation) 방법[5], 그림 2(d)는 CNN 기반의 LightNet[6]의 기존 방법 결과이며, 그림 2(e)는 제안하는 방법의 결과를 보여준다. 실험 결과 기존 방법은 저조도 현상이 거의 개선되지 않은 결과를 볼 수 있으며, LightNet의 결과는 얼룩진 잡음이 발생한 결과를 볼 수 있다. 반면에 제안한 방법은 저조도 현상을 개선함으로써 내부 객체의 특징정보가 선명하게 복원되었으며 색상이 왜곡되지 않은 결과를 볼 수 있다.

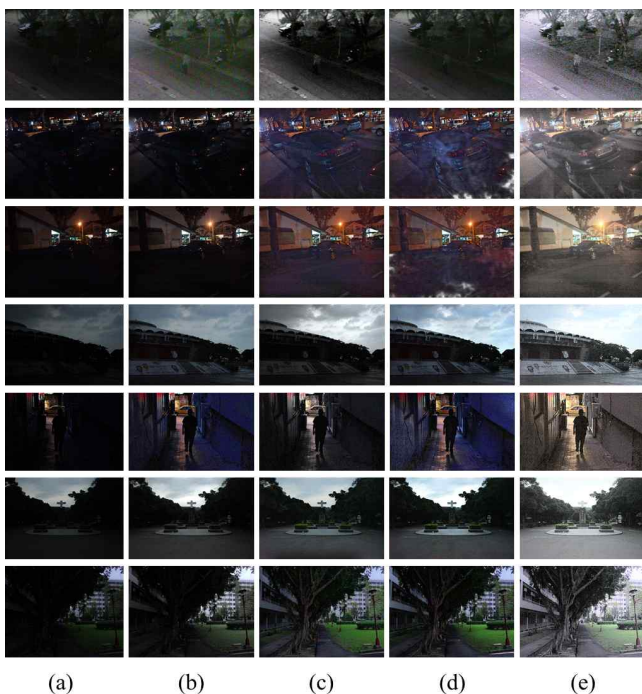


그림 2 야간 야외 영상 개선에 대한 제안하는 방법 및 기존 방법의 결과 비교 (a) 야간 저조도 원본 영상, (b) LDR, (c) SRIE, (d) LightNet, (e) 제안하는 방법

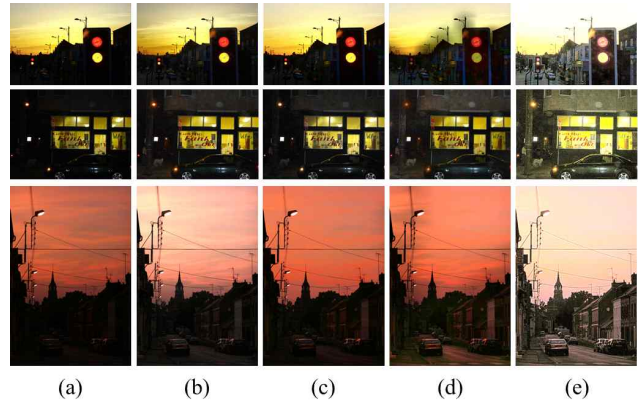


그림 3 조명 및 빛의 성분으로 대조비가 심한 야간 영상 개선에 대한 제안하는 방법 및 기존 방법의 결과 비교 (a) 야간 저조도 원본 영상, (b) LDR, (c) SRIE, (d) LightNet, (e) 제안하는 방법

그림 3은 노을이 지는 시간대에 촬영된 야간 영상 및 특정 조명 성분이 포함된 야간 영상으로 영역의 대조비가 큰 경우에 대한 실험 결과를 보여 준다. 실험 결과, 첫 번째 및 두 번째 영상의 경우 기존 방법의 개선 결과는 원본영상과 비교하여 크게 달라진 것이 없으며, 특히 LightNet의 첫 번째 결과는 검게 얼룩진 잡음이 발생한 것을 볼 수 있다. 세 번째 영상의 경우, LDR 방법은 대조비가 조금 개선되었지만 하단 영역의 대조비가 개선되지 않아서 특징정보 확인이 불가능하며, SRIE 및 LightNet 방법의 결과도 원본영상에 비해서 크게 개선이 되지 않음을 알 수 있다. 반면에 제안하는 방법의 개선 결과의 경우 집과 도로의 자동차 정보가 명확하게 보이는 것을 확인할 수 있다. 본 연구를 통해서 자율주행, 방법용 CCTV, 차량 블랙박스 등의 실외 비전 시스템에서 야간 저조도 환경에서 획득된 영상에 대한 활용도 및 시스템의 신뢰도를 높일 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] S Yin, L Cao, Y Ling, G Jin, "One color contrast enhanced infrared and visible image fusion method. Infrared Phys Technol." Vol. 53, pp. 146 - 150, 2010.
- [2] C. Li, J. Zhu, L. Bi, W. Zhang, Y. Liu, "A low-light image enhancement method with brightness balance and detail preservation," Vol. 17, No. 5, pp. 0262478, 2022.
- [3] Z. Al-Ameen, "Nighttime image enhancement using a new illumination boost algorithm," The Institution of Engineering and Technology, Vol. 12, Issue 8, pp. 1314-1320, 2018.
- [4] C. Lee, C. Lee and C. Kim, "Contrast Enhancement Based on Layered Difference Representation of 2D Histograms," in IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 22, No. 12, pp. 5372-5384, 2013.
- [5] X. Fu, D. Zeng, Y. Huang, X. -P. Zhang and X. Ding, "A Weighted Variational Model for Simultaneous Reflectance and Illumination Estimation," 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 2782-2790, 2016.
- [6] Li, Chongyi & Guo, Jichang & Porikli, Fatih & Pang, Yanwei, "LightNet: A Convolutional Neural Network for weakly illuminated image enhancement," Pattern Recognition Letters. Vol. 104, pp. 15-22, 2018.