

자동 색상보정 기반의 DCP 를 이용한 CCD 영상에서의 안개제거 기법

신도경[†], 김재경, 권철희
LIG nex1, S/W 센터
e-mail : dokyung.shin@lignex1.com

CCD image Haze Removal using DCP based on Automatic Color Enhancement

Do-Kyung Shin[†], Jae-Kyung Kim, Cheol-Hee Kwon
LIG NEX1, S/W R&D Lab.

요 약

최근 디지털 기술의 발달로 인하여 실외 환경에서 획득된 영상은 민수분야 및 군사분야 등과 같이 다양한 목적에 따라 활용되는 분야의 폭이 넓어지고 있다. 교통정보 수집장치, 차량 블랙박스, 산불 및 지진관측, 선박/해안경비 감시, 국경 및 군사표적이동 감시 등의 목적에 의해 촬영된 영상들은 대부분 획득된 영상을 통해서 분석 및 판독의 과정을 거쳐서 각 원하는 정보 획득에 목적을 두고 있다. 하지만 실외에서 촬영된 영상은 실내에서 촬영된 영상에 비해서 기상에 따른 환경적인 요인에 노출이 쉽게 됨으로써 영상에 대한 화질 저하가 발생하는 문제점이 존재한다. 본 논문에서는 화질저하의 원인이 되는 다양한 요인 중에서도 대기중에 존재하는 먼지, 물방울 연무, 안개, 연기 등으로 인해 빛이 산란됨으로써 밝기 값을 왜곡시키는 문제점에 대한 해결 방법을 제안한다.

1. 서론

최근 실외에서 획득된 영상은 민수분야 뿐만 아니라 선박/해안경비 감시, 국경 및 군사표적 이동 감시, 군사 표적 정찰등과 같은 군사분야에서도 많이 활용되고 있다. 군사분야의 경우 정찰용 무인항공기(UAV : Unmanned Aerial Vehicle) 체계에서 표적추적 및 정찰 업무를 수행하기 위해서 EO/IR(Electro-optical/Infrared) 영상센서를 통해 획득된 영상에 대한 정보 분석 및 판독에 대한 임무가 중요해지고 있다. 하지만 실외에서 획득된 영상은 기상의 영향을 많이 받으며 특히 대기중에 존재하는 먼지, 물방울, 안개, 연기 등에 의한 빛의 산란으로 발생하는 노이즈로 인해서 영상 화질 저하로 어려움이 존재한다. 따라서 획득된 영상으로 표적추적, 판독 및 정찰 업무를 효율적으로 수행하기 위해서는 안개제거와 이로 인하여 발생하는 영상의 대조비에 대한 개선 방안이 필요하다.

안개를 제거하기 위해서는 피사체의 거리정보와 안개의 농도에 대한 정보가 필요하며 이를 위해서 두개의 서로 다른 편광렌즈를 사용하거나[1-2] 동일한 장소에서의 맑은날 영상을 활용하는 방안[3] 등이 존재한다.

또한 기존의 안개를 제거하는 기법 중 안개가 없는 영상의 통계적인 특성을 근거로 하여 안개 영상에 대한 전달량(transmission)을 추정하여 안개모델 식을 정의한 He[4]의 Dark Channel Prior(DCP) 방법이 있다. 본 논문에서는 DCP 방법을 근간으로 하는 Retinex-DCP 알고리즘[5]을 사용하며 이때 발생하는 대조비 문제를 동시에 고려한 효율적인 안개제거 방법을 제안한다.

2. Retinex-DCP 를 이용한 안개제거

Dark Channel Prior 기법은 안개가 존재하는 영상에 대한 안개모델 수식을 식 (1)과 같이 정의한다.

$$I(x) = J(x)t(x) + A(1-t(x)) \quad (1)$$

수식 (1)에서 $I(x)$ 는 안개가 존재하는 영상을 의미하며 $J(x)$ 는 안개가 존재하지 않는 영상을 의미한다. $t(x)$ 는 빛이 안개에 산란되지 않고 카메라에 도달하는 비율을 표현한 전달량을 의미한다. 안개가 존재하지 않는 영역에서의 R,G,B 채널 중 한 채널은 0 에

가까운 값을 갖는다는 특성을 적용한다. 따라서 최종 전달량 추정 값은 식 (2)와 같다.

$$\tilde{i}(x) = 1 - \omega \min_c \left(\min_{y \in \Omega(x)} \left(\frac{I^c(y)}{A^c} \right) \right) \quad (2)$$

인간의 시각 시스템이 인지하는 색은 일반적으로 광원과 물체의 반사율의 곱으로 표현되며, 색상으로부터 광원의 색을 추정할 물체의 반사율은 수식 (3)-(4)와 같이 정의된다.

$$R_i(x, y) = \sum_{n=1}^N \omega_n \log I_i(x, y) - \log F(x, y) * I_i(x, y) \quad (3)$$

$$F(x, y) = Ke^{-\frac{(x^2+y^2)}{\sigma^2}}, \iint F(x, y) dx dy = 1 \quad (4)$$

수식(3)에서 $F(x, y)$ 는 가우시안 필터를 의미하며, 본 논문에서는 multi-scale Retinex(MSR)을 적용한다.

3. ACE 알고리즘을 이용한 대조비 개선

Automatic Color Equalization(ACE) 알고리즘은 인간 시각 시스템을 모방한 대조비 개선 알고리즘으로 현재 화소와 주변 화소들과의 거리, 화소 값 차이를 이용하여 얻어낸 상대적인 밝기 값을 이용한다. 컬러 영상의 경우 각 RGB 채널에 독립적으로 수식 (5)를 적용한다.

$$R(x) = \sum_{y \in \Omega \setminus x} \frac{s_\alpha(I(x) - I(y))}{\|x - y\|}, x \in \Omega \quad (5)$$

수식 (5)에서 $\Omega \setminus x$ 는 $\{y \in \Omega : y \neq x\}$ 를 의미하며, $\|x - y\|$ 는 유클리디언 거리를 의미한다. 또한 영상의 지역적 대조비 개선이 이루어지는데 이때 $I(x) - I(y)$ 에 의해 측면 억제가되며, $\|x - y\|$ 의 거리차로 가중치가 결정된다.

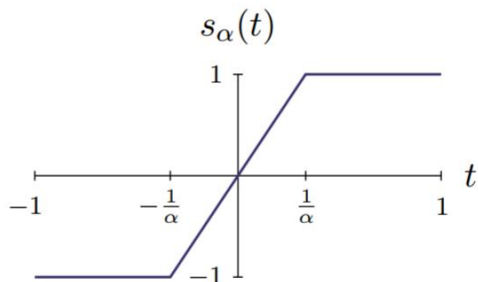


Figure 1 기울기 함수

수식 (5)에서 s_α 는 기울기 함수를 의미하며 범위는 $[-1, 1]$ 으로 그림 1 과 같이 표현된다.

하지만 상대적인 밝기 값이 적용되기 때문에 대조비가 과도하게 향상되는 문제점이 존재한다. 따라서 본 논문에서는 RGB 색상공간을 YIQ 의 색상공간으로 변환한다. YIQ 색상공간은 한국과 미국에서의 컬러 텔레비전의 NTSC 방식에 쓰이는 색상공간으로 휘도(luminance)와 빨강과 파랑에 대한 두 가지 색차 값으로 색상을 표현한다. YIQ 에 대한 색상공간 변환식은 수식 (6)과 같다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ 0.211 & -0.523 & 0.312 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (6)$$

두번째 단계에서 각 채널은 수식 (7)가 같이 $[0, 1]$ 로 스트레칭된다.

$$L(x) = \frac{R(x) - \min R}{\max R - \min R} \quad (7)$$

수식 (7)의 단계를 통해서 글로벌 화이트 밸런스를 얻을 수 있는 영상으로 개선한다. 화이트 밸런스의 원리를 이용함으로써 ACE 는 인간의 시각화 시스템과 유사한 모델을 생성함으로써 지각과 일치하도록 영상을 개선한다.

4. 실험 결과 및 결론

본 논문에서 제안한 방법의 결과는 그림 2 과 같다. 그림 2 의 (a)는 안개영상, 그림 2 의 (b)는 DCP 결과 영상, 그림 2 의 (c)는 Retinex-DCP 결과 영상, 그림 2 의 (d)는 제안한 안개제거 결과 영상이다. 그림 2 의 (b)는 기존의 방법인 DCP 의 결과로써 안개는 제거가 된 것 같지만 영상의 어두운 영역은 더 어둡고 밝은 영역은 더 밝게 표현됨으로써 대조비가 심해진 결과를 볼 수 있다. 그림 2 의 (c)는 개선된 DCP 방법으로써 레티넥스를 적용함으로써 영상의 대조비는 개선이 되었지만 원 영상에 비해서 명도가 낮아 영상이 전체적으로 어두우며 이에 따라 어두운 영역의 텍스처가 보이지 않은 문제점을 볼 수 있다. 그림 2 의 (d)는 본 논문에서 제안한 방법으로 안개가 제거된 후에도 원 영상에서의 색상을 유지하고 있으며, 글로벌 화이트 밸런스를 적용함으로써 인간의 시각화와 비슷하게 대조비가 개선된 것을 볼 수 있다. 또한 이로 인하여 어두운 영역에서의 텍스처가 선명하게 복원된 것을 확인 할 수 있다.

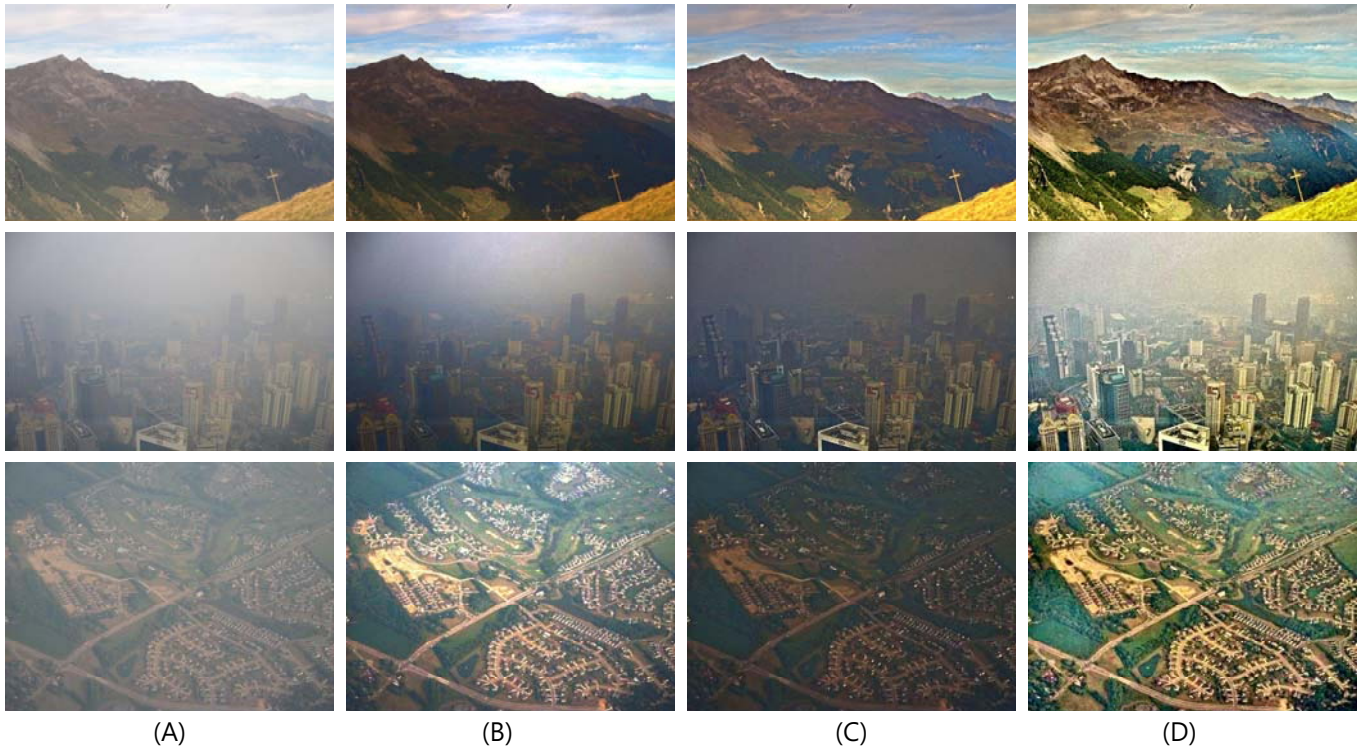


Figure 2 제안한 방법과 기존 방법에 대한 결과 비교 (A) 안개영상 (B) DCP 결과 영상 (C) NL-DCP 결과 영상 (D) 제안하는 방법 결과 영상

참고문헌

- [1] Y.Y. Schechner, S.G. Narasimhan and S.K.Nayar, "Instant Dehazing of Images Using Polarization," *Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, vol. 1, pp. 325-332, 2001.
- [2] S. Shwartz, E. Namer, and Y. Y. Schechner, "Blind Haze Separation," *Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 1984-1991, Oct. 2006.
- [3] S.G. Narasimhan and S.K. Nayar, "Chromatic Framework for Vision in Bad Weather," *Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, vol. 1, pp. 598-605, June 2000.
- [4] K. He, J. Sun, and X.Tang, "Single image haze removal using dark channel prior," *Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 1956-1963, Miami, USA, June 2009.
- [5] 신도경, 김재경, 권철희, "Multi-scale Retinex 를 이용한 단일 영상 안개 제거," 한국정보과학회 2015 동계학술발표회 논문집, pp.672-674, 2015,12.