

도로 주행 영상을 위한 안개 제거 기법

최광연, *송병철
인하대학교
*bcsong@inha.ac.kr

Dehazing Algorithm for Road Driving Images

Kwang Yeon Choi, *Byung Cheol Song
Inha University

요 약

본 논문에서는 일반 자연 영상에서 주로 적용되어 왔던 안개 제거 기법을 기반으로 하여 악천후 상황의 도로 주행 영상을 개선하는 방법을 제안한다. 악천후 상황이란 안개가 있거나 비, 눈이 오는 상황을 의미한다. 도로를 주행하는 환경에서는 비나 눈이 오는 경우에도 안개가 있는 상황과 비슷하기 때문에 안개 제거 기법을 기반으로 하여 악천후 환경의 영상을 개선한다. 우선 최신의 안개 제거 기법 중 하나인 non-local prior 기반의 기법을 도로 주행 영상에 적용 하였을 경우 문제점이 발생하게 되는데 그에 대한 원인을 분석한다. 그리고 이러한 문제점을 해결하기 위하여 예상된 전달량을 보정한다. 모의 실험을 통해 제안하는 방법을 적용하여 도로 주행 영상에서 발생한 문제점을 완화하고 악천후 상황이 개선된 결과를 얻었다.

1. 서론

최근 들어 첨단 운전자 보조 시스템이나 자율 주행 자동차 시스템에 대한 관심이 증가함에 따라 관련된 기술의 발전이 지속적으로 이루어지고 있다. 여러 관련 기술 중에 차량의 전방에 설치된 카메라로부터 얻어지는 영상을 통해 전방의 차량이나 보행자들을 검출하는 기술이 가장 중요한 기술이라 할 수 있다. 하지만 영상에서 차량이나 보행자를 검출하는 기법들은 악천후 상황에서 인식률이 떨어지게 되어 좋은 결과를 얻기 어렵다. 따라서 인식률을 높이기 위해서는 전처리로 악천후 상황을 개선해야 할 필요가 있다.

일반적으로 도로 주행 영상에서 악천후 환경은 안개가 있거나 비, 눈이 오는 환경이다. 그런데 도로를 주행하는 환경에서는 비나 눈이 오는 상황은 안개가 있는 상황과 비슷하기 때문에 기존의 안개 제거 기법을 사용하여 악천후 상황을 개선한다. 보통의 안개 제거 기법은 안개 영상으로부터 대기값, 전달량을 추정하고 안개 물리모델을 이용하여 안개를 제거한다.

하지만 기존의 안개 제거 기법들을 일반 자연 영상이 아닌 도로 주행 영상에 적용할 경우에는 색 왜곡이 발생하거나 과도한 개선으로 인한 밝기 저하 현상이 발생한다. 본 논문에서는 이상의 문제점을 해결하기 위하여 안개 영상으로부터 추정되는 전달량을 보정하는 방법을 제안한다. 보정된 전달량을 기존의 안개 제거 방법인 물리모델 적용을 통해 안개가 제거된 이후 결과 영상의 왜곡을 완화한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 기존 최신 기법의 문제점과 원인을 살펴본 후, 3 절에서는 이러한

문제점을 해결하기 위한 본 논문에서 제안하는 방법을 설명한다. 4 절에서는 제안한 기법의 성능을 실험을 통해서 확인한다. 마지막으로 5 절에서는 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

2. 기존 기법

대부분의 안개 제거 기법들은 안개 영상에 대한 물리모델을 식 (1)과 같이 식으로 모델링 하여 사용한다.

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

x 는 픽셀 좌표 값을 나타내고, $I(x)$ 는 안개 영상으로 입력 영상, $J(x)$ 는 안개가 제거된 영상으로 출력 영상, A 는 안개의 밝기 정도를 나타내는 대기값, $t(x)$ 는 안개가 짙은 정도를 나타내는 전달량으로 안개가 짙을수록 작은 값을 가진다. 입력 영상 $I(x)$ 에 대한 A , $t(x)$ 값을 추정할 이후 식 (1)을 이용하여 $J(x)$ 를 구할 수 있게 된다.

D. Berman 등이 제안한 non-local prior 를 이용한 기법은 안개 없는 영상에서는 뚜렷한 값을 가지는 특정 픽셀들로 전체 영상을 근사할 하는 것이 가능하다는 성질을 이용한다[1]. 그리고 이러한 픽셀들이 안개가 있을 경우 RGB 영역에서 A 값을 중심으로 직선을 형성하게 되고 이 직선을 통해 전달량을 추정하게 된다. A 값 추정은 다른 기법의 방법을 사용하였는데 본 논문에서는 비교적 간단한 dark channel prior 를 이용한

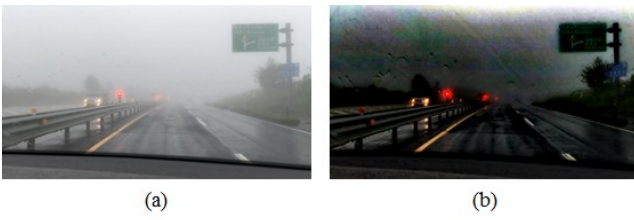


그림 1. (a) 안개 영상 (b) Non-local prior 기법 결과 영상

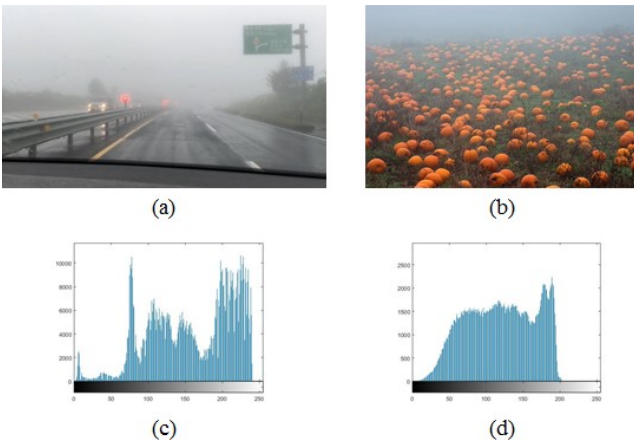


그림 2. (a) 도로 주행 영상 (b) 일반 자연 영상 (c) (a) 영상의 히스토그램 (d) (b) 영상의 히스토그램

안개 제거 기법의 A 값 추정 방법을 사용하였다[2].

Non-local prior 를 이용한 기법을 일반 자연 영상이 아닌 도로 주행 영상에 적용하게 되면 그림 1 과 같이 색 왜곡이나 밝기 저하 현상이 발생한다. 이는 그림 2 에서와 같이 일반적인 자연 영상과 도로 주행 영상의 밝기 분포가 다르기 때문에 발생한다. 대부분의 도로 환경의 경우 밝기 값이 큰 하늘 영역과 밝기 값이 낮은 아스팔트 도로 영역이 대부분을 차지하고 있어 밝기 값의 범위가 크다. 그리고 대체적으로 non-local prior 를 이용한 기법에서 전달량을 추정하면 대략 0.6 이하로 작은 값을 가지게 되는데 전달량 값이 작을수록 정보 손실이 많아지게 된다[3]. 정보 손실이란 대비가 개선되면서 낮은 밝기 값이 0 으로, 밝은 밝기 값이 최대 밝기 값으로 포화되는 것을 의미한다.

3. 제안 기법

도로 주행 영상의 특성과 non-local prior 기법의 특성에 의하여 발생하는 결과 영상의 왜곡을 제안 기법은 전달량 보정을 통해 완화한다. 식 (1)을 $J(x)$ 에 대하여 식 (2)와 같이 다시 표현할 수 있다.

$$J(x) = \frac{1}{t(x)}(I(x) - A) + A \quad (2)$$

이는 그림 3 과 같이 $1/t(x)$ 를 기울기로 하는 직선으로 표현할 수 있다. 그림에서 α 값은 $J(x)$ 가 0 이 되는 입력 영상의 밝기 값, β 값은 $J(x)$ 가 255 가 되는 입력 영상의 밝기 값으로 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\alpha = A - At(x), \quad \beta = A - At(x) + 255t(x) \quad (3)$$

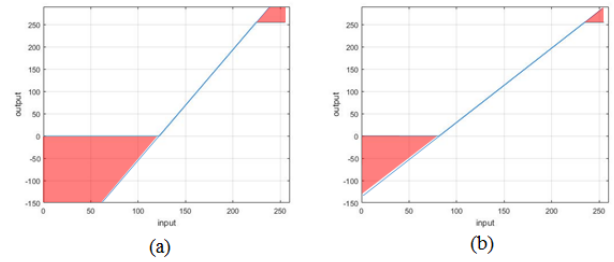


그림 3. $J(x)$ 그래프 (a) $t=0.4$ (b) $t=0.6$

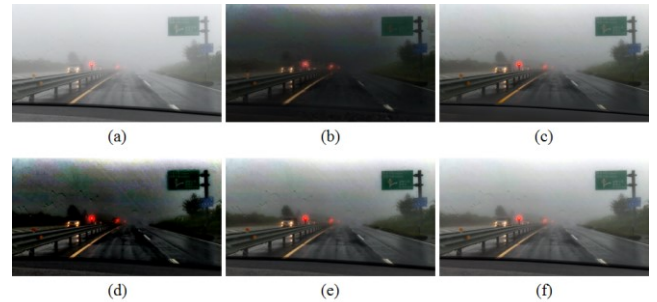


그림 4. 결과 영상 (a) 입력 영상 (b) [2] 결과 (c) [4] 결과 (d) [1] 결과 (e) $t+0.1$ (f) $t+0.3$

그림 3 에서 붉은 색으로 표현된 정보 손실 영역이 전달량 값이 작은 그림 3 의 (a)에서 전달량 값이 큰 그림 3 의 (b)보다 더 크다는 것을 볼 수 있다. 이와 같이 일정 값을 전달량에 더해주어 정보 손실을 줄여 색 왜곡을 완화한다.

4. 모의 실험 결과

제안 기법의 성능 비교를 위해 동일한 도로 주행 영상에 대하여 기존 기법들의 결과 영상들의 주관적 화질 평가를 그림 4 와 같이 비교하였다. 그림 4 의 (b)는 dark channel prior 를 이용한 방법으로 영상의 밝기가 전체적으로 어둡게 나오는 것을 확인할 수 있다. 그림 4 의 (c)는 색 왜곡은 적지만 안개 제거 효과가 떨어진다. 하지만 제안 기법과 같이 전달량 값을 증가할 경우 색 왜곡이 완화되면서 안개 제거 효과도 뛰어난을 확인할 수 있다.

5. 결론

본 논문은 도로 주행 영상에 대하여 악천후 환경을 개선하기 위한 안개 제거 기반의 기법을 제안한다. 도로 주행 영상은 일반 자연 영상과 특성이 다르기 때문에 나타나는 색 왜곡 문제를 전달량 값 보정을 통해 해결한다. 기존 기법들과 비교하여 색 왜곡 없이 효과적인 안개 제거 성능을 보인다.

감사의 글

본 연구는 2015년도 한국산업기술평가관리원의 산업핵심기술 개발사업 지원을 받아 수행되었음 (과제번호: 10052982).

참고문헌

- [1] D. Berman, T. Treibitz, and S. Avidan, " Non-Local Image Dehazing," *Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, pp.1674-1682, 2016.
- [2] K. He, J. Sun, and X. Tang, " Single Image Haze Removal Using Dark Channel Prior," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 33, no. 12, pp. 2341-2353, Dec. 2011.
- [3] J.-H. Kim, W.-D. Jang, J.-Y. Sim and C.-S. Kim, "Optimized contrast enhancement for real-time image and video dehazing", *J. Vis. Commun. Image Represent.*, vol. 24, no. 3, pp. 410-425, Apr. 2013.
- [4] Q. Zhu, J. Mai and L. Shao, "A Fast Single Image Haze Removal Algorithm Using Color Attenuation Prior", *IEEE Trans. Image Process*, vol. 24, no. 11, pp. 3522-3533, Nov. 2015.