

Local Contrast 및 transmission 기반 안개 량 측정

*이근민 **김원하

경희대학교

*godal4@naver.com

Fog degree measurement based local contrast and transmission

*Lee geun min **Kim won ha

Kyung Hee University

요약

안개 제거 알고리즘은 single image에서 대기값(Airlight)와 대기의 빛 전달량(Transmission)을 추정하여 안개로 인한 빛의 산란에 의해 생긴 Contrast 감소 및 채도의 왜곡과 같은 영상 왜곡을 보정해줌으로써 안개 영상에서 안개를 효과적으로 제거해준다. 하지만 기존의 안개 제거 알고리즘은 안개 영상에 특화되었기 때문에 안개가 없는 영상에 알고리즘을 시행할 경우 색상과 명암에 왜곡을 불러 일으킬 수 있다. 이에 따라 알고리즘을 수행하기 앞서 안개 량을 측정하고 그 결과에 따라 안개 제거 알고리즘에 제거 정도 가중치나 알고리즘 수행 여부를 판단할 필요가 있다.

본 논문은 기존 안개 제거 알고리즘들이 영상의 patch를 사용하여 빛 전달량(Transmission)을 추정한다는 것을 이용하여 빛 전달량을 구함과 동시에 안개 량을 판단하는 알고리즘을 개발하였다. 안개량을 측정하기 위해 각 patch의 pixel 분포 특성과 patch의 빛 전달량(Transmission)을 구하기 위한 특정 값과 실제 pixel의 명암(Intensity)을 비교하여 안개 량을 측정한다.

1. 서론

안개 제거 알고리즘은 안개로 인한 빛의 산란에 의해 생긴 영상 왜곡을 빛 전달량(transmission)을 기반으로 왜곡된 영상 contrast와 채도를 복원해주는 알고리즘이다. [1] The dark channel prior(이하 DCP)와 median dark channel prior(이하 MDCP)가 가장 많이 사용되고 있다. DCP 기반 알고리즘은 영상에서 대기값(Airlight)을 추정하여 각 pixel의 patch 기반으로 빛 전달량(Transmission)을 추정하고 빛 전달량에 따라 안개 제거 정도를 결정한다. 하지만 DCP 기반 알고리즘들은 안개 영상에 특화되어 있기 때문에 안개가 없는 영상에 적용하였을 때 색상이나 명암에 왜곡을 불러일으킬 수 있다. 그래서 안개 제거 알고리즘은 안개 량을 측정하고 안개 정도에 따라 빛 전달량에 변화를 주거나 알고리즘 수행 여부를 판단할 필요가 있다.

DCP 기반 알고리즘들이 patch의 최소 또는 중간 Intensity값을 사용하여 빛 전달량을 추정하기 때문에 원본 pixel과 patch에서 선택된 pixel값의 차이가 존재하게 된다. 이에 따라 본 논문은 빛 전달량을 추정하는 patch의 pixel값과 원 영상의 pixel 값과의 차이가 큰 지역의 개수를 측정(방법1)하고, 빛 전달량이 낮은 pixel들의 개수를 측정(방법2)하여 방법1의 값이 많고 방법2의 값이 적은 경우 전체적으로 contrast가 높고 채도가 선명하기 때문에 일반 영상으로 판단한다.

2. 빛 전달량의 patch 분석

안개 제거 알고리즘은 아래의 식을 기반으로 안개가 제거된 영상을 만든다.

$$I_d = \frac{I(x,y) - Airlight}{t(x,y)} + Airlight$$

I_d 는 안개가 제거된 영상이고 I 는 안개 영상이다, 또한 t 는 빛 전달량이고 $Airlight$ 는 영상에서 추정된 대기값이다.

단일 영상(single image)에서 DCP 기반 알고리즘들은 patch를 이용하여 빛 전달량을 추정한다.[2]

$$t(x,y) = 1 - w \times \min_{(u,v) \in \theta(x,y)} (\min_{c \in R,G,B} (\frac{I^c(u,v)}{A^c}))$$

$$= 1 - w \times \min_{(u,v) \in \theta(x,y)} (I_m(u,v))$$

$\theta(x,y)$ 는 pixel 좌표(x,y)가 중심인 사각 patch이고 A^c 는 대기값을 나타내며 는 patch의 좌표 (u,v)에서 대기 값으로 정규화된 R,G,B의 최소값이다. MDCP의 경우 patch의 중간값을 사용한다. 식 (3)과 같이 patch $\theta(x,y)$ 의 최소 값을 가지는 좌표 (u,v)의 pixel값 $I_m(u,v)$ 를 이용하여 빛 전달량을 측정하기 때문에, 좌표 (x,y)의 $I_m(x,y)$ 와 $I_m(u,v)$ 의 값에 차이가 존재한다.

그림(1)은 $I(u,v)$ 와 $I(x,y)$ 의 관계를 나타내는 그림이다. 그림을 보

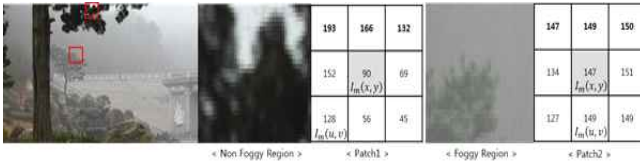


그림 1) 안개 영역과 안개가 발생하지 않은 영역의 patch의 화소 분포

면 안개가 없는 지역에서는 edge가 선명하고 contrast가 높아 patch의 $I_m(x,y)$ 와 $I_m(u,v)$ 의 값의 차이가 큰 것을 볼 수 있고, 안개가 낀 지역은 edge가 선명하지 않고 contrast가 낮아 각 patch의 $I_m(x,y)$ 와 $I_m(u,v)$ 의 차이가 작은 것을 볼 수 있다. 즉 영상의 $I_m(x,y)$ 와 $I_m(u,v)$ 의 값의 차이가 큰 픽셀의 수가 많을수록 안개에 영향을 받지 않는 edge 양이 많고 영상 전체의 contrast가 높다는 것을 알 수 있다.

그림(2)는 영상 전체 pixel에 대해 $I_m(x,y)$ 와 $I_m(u,v)$ 의 차이를 알기 위해 나타낸 그래프이다. 가로축은 빛 전달량을 나타내고 세로 축은 R,G,B의 최소값인 I_m 을 나타낸다. 빨간 점들은 빛 전달량 $t(x,y)$ 에 부합되는 $I_m(x,y)$ 이고, 파란색 선(blue principle : B1)은 $I_m(u,v)$ 로 $t(x,y)$ 로부터 역변환되어 나타내진 값으로 아래의 수식과 같다.

그림 (2)를 보면 안개 영상의 경우 대부분의 경계선이 안개에 영향을 받고, 영상의 global contrast도 낮아 졌기 때문에 붉은 점들이 파란색 선 근처로 응집해 있는 것을 볼 수 있다. 반면에 일반 영상에서는 경계선이 안개에 영향을 받지 않아 뚜렷하고 Global Contrast도 높기 때문에 붉은 점들이 파란색 선을 근방으로 넓게 산개해 있는 것을 볼 수 있다.

$$B1 = \frac{w \times 1 - t(x,y)}{A^c}$$

2. 안개량 측정

안개량 측정 방법은 그림 (3)의 붉은 점들의 분포 특성과 붉은 점들과 파란색 선의 관계를 기반으로 측정한다.

붉은 점들의 분포를 이용하여 안개 량을 측정하는 방법은 식 (2)에서 pixel의 Intensity 값이 대기 값(Airlight)과 유사할수록 빛 전달량이 낮다는 것을 이용한다. 그림(2)에서 볼 수 있듯이 빛 전달량이 낮은 지역이 안개가 짙은 지역이며, 빛 전달량이 낮은 지역의 면적이 과반수이면 영상 전체에 안개가 영향을 주기 때문에, 전체 영상에서 낮은 빛 전달량 값의 비율을 측정하여 안개량을 측정한다. 빛 전달량이 낮은 경계값을 찾기 위해 안개 영상들에서 안개 지역의 빛 전달량들을 측정하였고 통계의 결과 대부분의 빛 전달량은 0.1부터 0.5사이의 값들로 측정되었다. 이를 바탕으로 아래와 같은 수식으로 첫 번째 안개량(F1)을 측정한다.

$$F1 = P(0.1 < t < 0.5)$$

분모의 N은 전체 영상의 면적을 나타낸 것이고 분자는 빛 전달량 t가 0.1~ 0.5인 pixel의 개수를 나타낸 것이다.



그림 2) 일반 영상과 안개 영상의 빛 전달량 Map

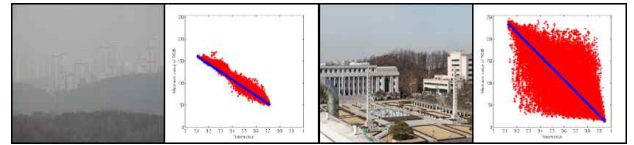


그림 3) 안개 영상과 일반 영상에서 빛 전달량과 R,G,B의 최소값의 관계

빛 전달량은 화소 Intensity 값이 대기값(Airlight)과의 유사도만을 측정하기 때문에 화소가 안개에 영향을 받지 않더라도 대기 값과 비슷하다면 안개 량 측정에 오류를 발생시킨다. 이 오류를 제거하기 위해 pixel 값이 대기 값과 유사할 뿐만 아니라 인근 pixel들 또한 안개에 영향을 받아 patch의 contrast가 낮아졌는지를 측정할 필요가 있다.

그림(1)의 Non foggy region의 patch에서 볼 수 있듯이, 안개의 영향을 받지 않은 영역은 edge가 선명하고 contrast가 높아 특정 빛 전달량에서 $I_m(u,v)$ (파란색 선)과 $I_m(x,y)$ (붉은 점)의 값들이 높다. 그러므로 안개에 영향을 받지 않는 patch의 양은 $I_m(u,v)$ 와 $I_m(x,y)$ 의 차이가 높은 지역이라 할 수 있다. 이 patch의 $I_m(u,v)$ 와 $I_m(x,y)$ 를 이용하여 안개에 영향을 받지 않는 pixel 양을 측정(F2)한다. 안개에 영향을 받지 않는 지역이 많아질수록 일반 영상에 가까워지게 된다. 식은 아래와 같다.

$$d_f = |I_m(x,y) - I_m(u,v)|$$

$$F2 = P(d_f > threshold)$$

d_f 는 그림 (3)에서 같은 빛 전달량(가로축)선상의 붉은점과 파란색 선의 차이들을 나타내는 것이고 threshold는 영향을 받지 않는 d_f 의 값의 임계값이다. 통계적인 결과로 임계값은 20이 가장 알맞은 것으로 나타났다.

안개 량은 F1의 값과 F2의 값으로 분류한다, 안개 영상과 안개가 없는 영상 각 100장을 SVM(support vector machine)에 적용해본 결과 F1이 0.3이상 F2가 0.02이상일 때 일반 영상으로 볼 수 있다.

3. 결론

본 논문은 안개 량을 측정하기 위해 DCP에서 측정하는 빛 전달량 값의 분포 특성과 빛 전달량을 구할 때 사용하는 patch를 분석하여 안개량을 측정하는 알고리즘이다. 안개 량 측정 알고리즘은 DCP 계열 알고리즘들이 patch를 이용하기 때문에 patch를 만듦과 동시에 연산할 수 있어 속도에 영향 없이 안개 량을 측정 할 수 있다. 또한 안개/일반 검출률이 90% 이상이며 안개량 F1,F2를 빛 전달량의 w(weight)에 적용해본 결과 안개 발생 정도에 적응적으로 안개를 제거 할 수 있었다.

참고 문헌

[1]. He,K.,Sun,J., and Tang, X.: 'Single image haze removal using darkchannel prior', IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell,

2011,33,(12),pp.2341-2353

- [2]. Gibson, K.,Vo, D., and Nguyen, T.: 'An investigation of dehazing effects on image and video coding', IEEE Trans Image Process., 2012, 21,(23), pp.662-673