

Single image에서 빛 전달량 및 local contrast를 사용한 안개량 측정 방법

*이근민 **김원하

경희대학교

*godal4@naver.com

Fog degree measurement using DCP based transmission and local contrast in single image

*Lee geun min **Kim won ha

Kyung Hee University

요약

Single image를 사용하여 안개량을 측정하는 방법으로는 소실점, 지평선의 local contrast를 측정하는 방법과 DCP의 빛 전달량을 사용하는 방법이 있다. 하지만 local contrast를 사용하는 방법은 특정한 환경에서만 사용이 가능하고 DCP는 대기의 color와 비슷한 color를 가진 물체들이 많을 경우 사용하기 어렵다는 한계가 있다. 그래서 본 논문은 영상의 빛 전달량과 Local Contrast를 사용하여 다양한 contents를 가진 single image에서 안개량을 수치화하는 새로운 방법을 제시한다.

제시하는 방법은 DCP로부터 측정된 빛 전달량으로부터 안개일 가능성이 있는 빛 전달량 지역의 면적과 해당 지역에서의 Local contrast의 분포 정도를 측정하여 DoF를 계산한다.

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.

$$I(x,y) - Airlight + Airlight t(x,y)$$

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]

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

$\theta(x,y)$ 는 pixel 좌표(x,y)가 중심인 사각 patch이고 A^c 는 대기값을 나타내며 t 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

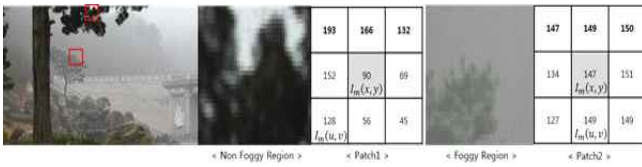


그림 1) 안개 영역과 안개가 발생하지 않은 영역의 patch의 화소 분포

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 파란 점을 근방으로 넓게 산개해 있는 것을 볼 수 있다.

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

2. 안개량 측정

안개량 측정 방법은 그림 (3)의 붉은 점들의 분포 특성과 붉은 점들과 파란 색 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 t 가 0.1 ~ 0.5인 pixel의 개수를 나타낸 것이다.



그림 2) 일반 영상과 안개 영상의 빛 전달량 Map

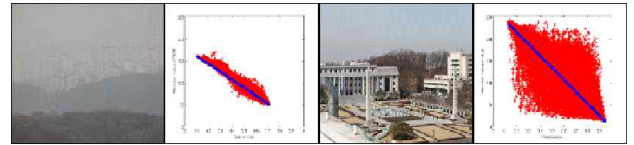


그림 3) 안개 영상과 일반 영상에서 빛 전달량과 R,G,B의 최소값의 관계

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.

그림1)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.

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

d_f 는 그림 (3)에서 같은 빛 전달량(가로축)선상의 붉은점과 파란 선의 차이들을 나타내는 것이고 threshold는 영향을 받지 않는 d_f 의 값의 임계값이다.

3. 실험

측정한 안개 수치(DoF)를 검증하기 위해서, 100명의 사람들에게 준비한 10장의 안개 영상을 순서대로 설정하게 한 결과의 통계치를 DoF의 순서와 비교하였다.

그 결과, 측정한 안개 정도 수치의 순서는 실험자들이 결정한 영상의 안개 정도의 순서와 95% 일치하였다. 또한 제안하는 방법으로 구한 안개 수치에서 임계치를 0.3으로 하면 실험한 모든 영상에서 안개의 유무의 구분이 가능했다

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 사용하기 때문에 patch를 만들과 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.

감사의 글

본 연구는 산업통상지원부의 재원으로 수행되었음 (10067205 , 화재현장의 농영환경 내 가시거리 확장을 위한 영상센서모듈 개발)

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