

## 안개 제거 알고리즘의 patch 특성을 이용한 안개 량 측정

\*이근민 \*\*김원하

경희대학교

\*godal4@naver.com

## Fog degree measurement based on patch property of defogging algorithm

\*Lee geun min \*\*Kim won ha

Kyung Hee University

## 요약

안개 제거 알고리즘은 single image에서 대기값(Airlight)과 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 시행 할 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]

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

$\theta(x,y)$ 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

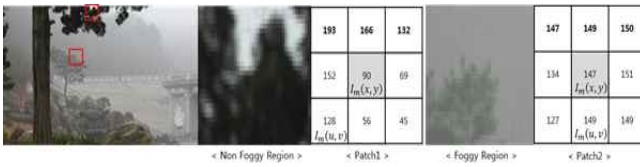


그림 1) 안개 영역과 안개가 발생하지 않은 영역의 patch의 화소 분포

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 파란 점을 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 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

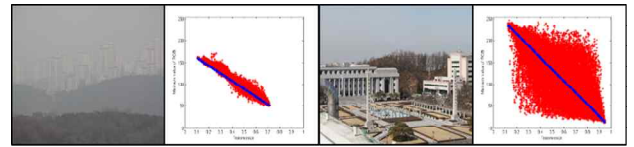


그림 3) 안개 영상과 일반 영상에서 빛 전달량과 R,G,B의 최소값의 관계

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.

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 파란 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 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.

## 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