

모바일 기기용 효과적인 저복잡도 안개제거 알고리즘

*이상원, **한종기

세종대학교

*malee26@naver.com, **hjk@sejong.edu

Dehazing algorithm with low complexity for mobile devices

*Sangwon Lee, **Jong-Ki Han

Sejong University

요약

본 논문에서는 안개에 오염된 영상에서 안개 신호 성분을 제거하여 화질이 향상된 영상을 얻는 알고리즘을 설명한다. 실생활에서의 활용도가 높은 모바일기기에서의 활용을 위해 무엇보다 간결하고도 효과적인 안개제거 알고리즘이 필요하다. 이를 위해 patch 영역을 기반으로 한 계산이 아닌 픽셀을 기반으로 한 안개제거 알고리즘을 제안한다.

1. 서론

실외에서 찍힌 사진은 대개 날씨나 주변 환경의 영향을 크게 받는다. 영향을 받아 오염된 영상을 깨끗한 영상으로 복원시키는 일은 중요하며 활발한 연구가 진행되고 있다. 그중 최근 발표한 DCP를 이용한 안개제거 알고리즘은 매우 효과적으로 이미지를 복원시킨다.[1] 하지만 영역계산을 통해 전달량을 예측하기 때문에 물체의 edge부분에서 흰색 테두리 모양의 halo artifacts가 발생한다. 이를 보완하기 위해 guided filter를 이용한 전달량 보정 방법이 제안되었다.[2][3] 본 논문에서는 영역이 아닌 픽셀을 기반으로 한 간결하고 효과적인 안개제거 알고리즘을 제안한다.

2. 기존의 안개제거 알고리즘

$$I_c(x) = J_c(x)t(x) + A_c(1-t(x)) \quad (1)$$

(1)식은 어떤 이미지 J 가 주변 환경의 영향을 받아 실제로 우리에게 보이게 되는 이미지인 I 에 대한 식이다. I , J , t , A 는 각각 오염된 이미지, 깨끗한 이미지, 전달량, 대기값을 의미한다. 또한 x 와 c 는 이미지 각 픽셀의 좌표와 RGB색상채널을 의미한다.

깨끗한 이미지 J 를 구하기 위해서는 대기값 A 와 전달량 t 값을 찾아야 한다. 대기값은 안개가 낀 정도를 의미하며 대개 오염된 영상에서의 하늘영역을 가리킨다. 전달량은 이미지 내에서 특정 물체가 안개에 오염된 정도를 뜻한다. 즉, 전달량이 0일 경우 물체의 모습은 보이지 않고 오염된 안개 값만 보이게 되고, 반대로 전달량이 1일 경우 안개에 감염되지 않은 깨끗한 영상이 보이게 된다.

2.1 대기값 측정

$$A_c = \arg \max_x (\min_{y \in \Omega(x)} (I_c(y))) \quad (2)$$

patch를 이용하여 영역 안에 있는 픽셀들 중 최소값을 영역마다 구하여 그 중 최대값을 대기값 A 로 예측한다. 그 이유는 단순히 이미지 내에서 가장 높은 픽셀 값을 대기값으로 찾을 경우, 이미지 내 특정 흰색 물체를 대기값으로 오인할 수 있기 때문이다.

2.2 전달량 계산

$$t(x) = \frac{1 - \min_{y \in \Omega(x)} (\min_{c \in (r,g,b)} (\frac{I_c(y)}{A_c}))}{1 - \min_{y \in \Omega(x)} (\min_{c \in (r,g,b)} (\frac{J_c(y)}{A_c}))} \quad (3)$$

(1)식을 $t(x)$ 에 대해 나타내고 분모, 분자를 색상과 영역의 최소값으로 나타내면 위와 같은 (3)식이 된다.

$$J^{dark}(y) = \min_{c \in (r,g,b)} (\min_{y \in \Omega(x)} (J_c(x))) \approx 0 \quad (4)$$

“patch 영역에서 깨끗한 이미지의 RGB 중 적어도 한 색상은 0으로 간다.”[1] 라는 (4)식의 개념을 (3)식에 적용하면 다음과 같은 (5)식이 된다.

$$t(x) = 1 - \min_{x \in \Omega(y)} (\min_{c \in (r,g,b)} (\frac{I_c(y)}{A_c})) \quad (5)$$

2.3 전달량 보정

(5)식의 전달량은 patch 영역을 기반으로 한 계산이기 때문에

1) 이 논문은 2015년도 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2015R1A2A2A01006193).

blocking artifacts가 발생함과 동시에 물체의 edge부분에서 오차가 발생하는데, 이를 보정하기 위해 물체의 edge정보를 보존하면서 영역을 smoothing시키는 guided filter가 사용된다.

2.4 안개 제거

$$J_c(x) = \frac{I_c(x) - A_c}{\max(t(x), 0.1)} + A_c \quad (6)$$

깨끗한 이미지 J를 구하기 위해서 (1)식을 J에 대해 나타내면 (6)식을 얻을 수 있다. 전달량이 매우 낮을 경우 색상에 대한 보상이 매우 커지기 때문에 이를 방지하기 위해 전달량 최소값을 0.1로 제한한다.

3. 제안하는 알고리즘

간결하고 효과적인 안개제거를 위해서 픽셀을 기반으로 한 안개 제거 알고리즘을 제안한다. Quadtree기법[4]을 이용하여 대기값 A를 찾고, 영역이 아닌 픽셀 단위 최소값을 찾아 전달량 t를 구한다. 따라서 본 알고리즘은 patch 영역이 필요하지 않고 고속의 특성을 지닌다.

3.1 대기값 측정

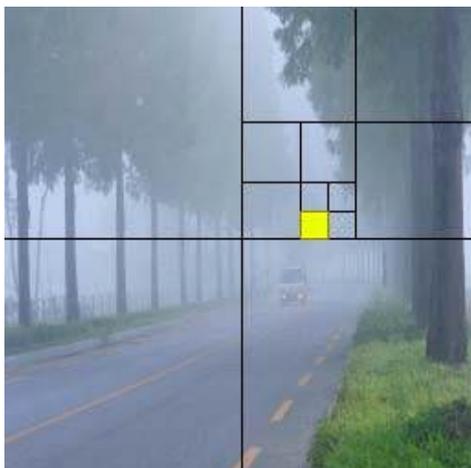


그림 1. Quadtree를 이용한 A값 측정

오염된 이미지를 4개 영역으로 분할하여 각 영역에서 픽셀들의 평균값을 구하고, 가장 높은 값을 지닌 영역에서 다시 4개영역으로 분할하여 픽셀의 평균값을 구하는 과정을 반복하는데, 그 차이가 미세해지는 Δ 이하가 될 때까지 반복한다.

3.2 전달량 계산

$$t(x) = 1 - \min_{c \in \{r, g, b\}} \left(\frac{I_c(y)}{A_c} \right) \quad (7)$$

영역과 색상에서의 최소값으로 나타낸 (5)식을 색상에 대해서만 최소값으로 나타내면 위와 같은 (7)식이 된다. 픽셀 단위 기법은 물체의 edge정보가 정확하므로 이를 위한 보정이 따로 필요하지 않다.

3.3 안개 제거

$$J_c(x) = \frac{I_c(x) - A_c}{\max(t(x), 0.2)} + A_c \quad (8)$$

픽셀을 기반으로 한 계산은 안개가 많은 영역에서 전달량이 영역에 의한 계산보다 낮을 수 있다. 따라서 전달량 최소 제한 값을 0.2로 제안한다.

4. 실험 결과

본 논문에서는 제안하는 방법을 실험하기 위해 “중국성” 사진과 “벽돌집” 사진을 실험 영상으로 사용하였다. 실험 영상의 크기는 “중국성”과 “벽돌집” 각각 (600x450), (320x240)이다.

4.1 dehazing 결과



그림 2. “중국성” 사진 dehazing 결과 비교



그림 3. “벽돌집” 사진 dehazing 결과 비교

실험 결과 기존방법에서는 guided filter를 이용하여 전달량을 보정하였지만 물체의 edge부분에서 생기는 halo artifacts를 완벽하게 제거할 수 없음을 보이고 있다.

4.2 소요시간

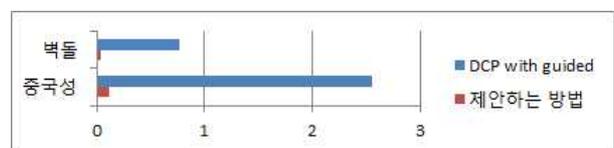


그림 4. 안개제거 알고리즘들의 시간 복잡도 측정

실험 결과 제안하는 알고리즘의 소요시간이 기존 방법보다 약 20배 정도 감축됨을 보이고 있다.

5. 결론

본 논문에서는 Quadtree기법을 이용하여 대기값 A를 찾고, 픽셀

단위 계산을 통해 전달량 t 값을 찾았다. patch영역을 사용하지 않았기 때문에 artifacts를 위한 보정이 필요하지 않고 edge정보가 정확하며, 복잡도가 낮다. 하지만 픽셀단위 전달량 계산은 영역단위 전달량 계산보다 그 정확도가 떨어지고, 흰색 특정 물체에서 실제 전달량보다 낮게 구해질 수 있는데, 이를 보완하는 것이 다음 연구 과제의 목표이다.

결론적으로 제안하는 알고리즘은 간결하고 효과적이며 모바일 기기를 통한 안개제거에 효율적으로 활용될 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] K. He, J. Sun, and X. Tang, "Single image haze removal using dark channel prior," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 33, no.12, pp. 2341 - 353, Dec. 2011.
- [2] K. He, J. Sun, and X. Tang, "Guided image filtering," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 35, no. 6, pp. 1397 - 409, Jun. 2013
- [3] Pang, Jiahao, Oscar C. Au, and Zheng Guo. "Improved single image dehazing using guided filter." *Proc. APSIPA ASC (2011)*: 1-4.
- [4] Wang, Wencheng, et al. "An efficient method for image dehazing." *Image Processing (ICIP), 2016 IEEE International Conference on*. IEEE, Sep. 2016.