(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0142381
(43) 공개일자 2014년12월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 5/00 (2006.01) *H04N 5/217* (2011.01)
(21) 출원번호 10-2013-0060600
(22) 출원일자 2013년05월28일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성테크윈 주식회사
경상남도 창원시 성산구 창원대로 1204 (성주동)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
박두복
서울 성북구 안암로 145, 창의관 711호 (안암동5가, 고려대학교이과대학)
고한석
서울 성북구 안암로 145, 공학관 419호 (안암동5가, 고려대학교이과대학)
(74) 대리인
리앤목특허법인

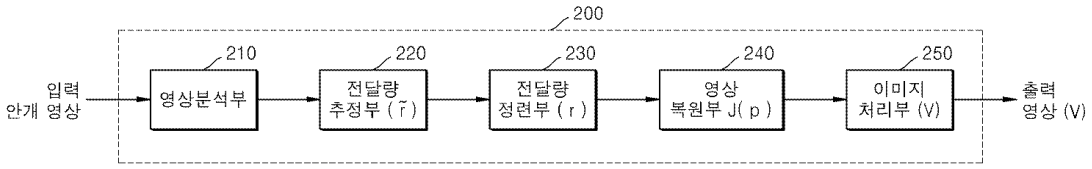
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **단일영상 내의 안개 제거 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 발명에서는 단일영상 내의 안개 제거 방법을 개시한다. 본 발명에서는 안개 입력 영상에서 구해진 다크 채널 프라이어를 이용하여 전달량을 추정한다. 이렇게 구해진 추정 전달량에는 블락 아티팩트가 포함되어 있다. 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는, 에지를 보존하면서 블락 아티팩트를 제거하기 위해 추정 전달량 값과 모폴로지 처리된 입력 영상을 이용하여 WLS 필터링을 수행하여 정련전달량 값을 구하고, 이를 기초로 영상을 복원한 후 멀티 스케일 톤 메니퓰레이션 이미지 처리를 수행한다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

안개 성분이 포함된 입력 영상에서 거리에 따른 안개의 농도를 나타내는 다크채널 프라이어를 생성하는 영상분석부;

상기 다크채널 프라이어를 기초로 촬영장치에 도달한 빛의 양을 추정한 추정전달량을 계산하는 전달량추정부;

상기 추정전달량과 모폴로지(morphological) 처리된 입력영상 정보를 기초로 WLS(Weighted Least Square)필터링을 적용하여 정련전달량을 계산하는 전달량정련부로서, 상기 정련전달량은 상기 추정전달량에서 에지 정보는 보존하면서 블락 아티팩트는 제거된 정보를 의미하고; 그리고

상기 정련전달량을 기초로 상기 입력영상에서 안개성분이 제거된 복원영상을 생성하는 영상복원부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복원 영상의 지역 대조비(local contrast) 개선을 위해, 상기 복원 영상을 베이스 레이어, 미디엄 레이어 및 파인 레이어로 분리하여 이미지처리를 수행하는 이미지처리부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 이미지처리부는

상기 베이스 레이어 영상에는 밝기 조절 이미지 처리를 수행하는 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서, 상기 이미지처리부는

상기 미디엄 레이어에서는 밴드패스 신호 성분을 강화시키고, 상기 파인 레이어에서는 하이패스 신호 성분을 강화 시키는 이미지 처리를 수행하는 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 전달량정련부는

상기 모폴로지 처리된 입력영상의 에지 정보를 기초로 상기 추정전달량에서 에지 정보를 보존하고, 블락 아티팩트를 제거하는 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 전달량정련부는

추정 전달량과 정련전달량의 화소값 차이를 최소화 하고, 모폴로지 처리된 입력영상의 에지를 이용하여 추정 전달량으로 영상 복원시 발생하는 블락의 아티팩트들을 최소화하는 정련전달량 값을 산출하는 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 전달량정련부는

$$\sum_{p}\left((r_p-\tilde{r}_p)^2+\lambda\left(w_{x,p}(h)\left(\frac{\partial r}{\partial x}\right)_p^2+w_{y,p}(h)\left(\frac{\partial r}{\partial y}\right)_p^2\right)\right)$$

위의 수식을 이용하여 상기 정련전달량을 계산하고, 상기 수식에서 p는 각 화소의 위치, r_p는 정련전달량, $\tilde{r}(p)$는 추정 전달량, λ는 스무딩(smoothing) 조절 상수를 나타내고, h는 모폴로지 처리가 된 안개 영상, $w_{x,p}(h)$, $w_{y,p}(h)$ 는 모폴로지 처리가 된 안개 영상에 대한 스무딩 가중치 값, 그리고 $\left(\frac{\partial r}{\partial x}\right)_p$, $\left(\frac{\partial r}{\partial y}\right)_p$는 r_p의 가로축, 세로축 1차 미분 연산자인 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

모폴로지 처리가 된 안개 영상에 대한 스무딩 가중치 값 $w_{x,p}(h)$, $w_{y,p}(h)$ 는 추정전달량에서, 모폴로지 처리가 된 안개영상의 에지 부분에 대응되는 부분은 보존하면서, 그 외의 영역을 부드럽게(smooth) 처리하기 위한 가중치 값으로서,

$$w_{x,p}(h)=\left(\left|\frac{\partial h}{\partial x}\right|_p^{\alpha}+\varepsilon\right)^{-1},\ w_{y,p}(h)=\left(\left|\frac{\partial h}{\partial y}\right|_p^{\alpha}+\varepsilon\right)^{-1},$$

위의 수식과 같이 구해지고, 상기 수식에서 α는 모폴로지 처리가 된 안개영상 h의 에지 조절 상수로, α가 클수록 모폴로지 처리가 된 안개영상의 에지 부분에 대응되는 부분 이외의 영역이 더 스무딩하도록 구현되고, ε는 분모가 0으로 나누어지는 것을 방지하기 위한 상수값인 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

λ값이 클수록 r_p가 스무딩(smoothing)해지는 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 입력 영상은

상기 정련전달량값이 높을수록 안개에의한 왜곡량이 적은 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 장치.

청구항 11

안개 입력 영상으로부터 생성된 다크채널 프라이어를 기초로 전달량을 추정한 값인 제1전달량을 계산하는 전달량추정부;

상기 제1전달량과 모폴로지(morphological) 처리된 입력영상 정보를 기초로 WLS(Weighted Least Square)필터링을 적용하여, 상기 제 1전달량을 기초로 영상 복원시 발생되는 블락의 아티팩트를 최소화하는 제2전달량을 계산하는 전달량정련부;

상기 제2전달량을 기초로 상기 안개 입력영상에서 안개성분이 제거된 복원영상을 생성하는 영상복원부;및

상기 복원영상에 멀티스케일 톤 메니퓰레이션(multi-scale tone manipulation) 이미지처리를 수행하는 이미지처리부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 다크채널 프라이어는

$$J^{dark}(p) = \min_{q \in \Omega(p)} \left(\min_{c \in \{r,g,b\}} J^{c}(q) \right),$$

$$J^{dark} \rightarrow 0$$

상기 수식들을 이용하여 생성되고,

상기 수식에서 J^{dark}는 다크채널 프라이어, J^{c}는 각 컬러 채널의 입력 영상, 그리고 Ω는 P 화소를 중심으로 하는 블락을 나타내는 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 장치.

청구항 13

제 11 항에 있어서, 상기 제 2전달량은

상기 모폴로지 처리된 입력영상의 에지 정보를 기초로 상기 제 1 전달량에서 에지 정보를 보존하고, 블락 아티팩트를 제거한 값인 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 장치.

청구항 14

제 11 항에 있어서, 상기 멀티스케일 톤 메니퓰레이션 이미지처리를 수행하기 위해 상기 복원 영상을 베이스 레이어, 미디엄 레이어 및 파인 레이어로 분리하여 이미지처리를 수행하는 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 장치.

청구항 15

영상분석부에서 안개 성분이 포함된 입력 영상에서 거리에 따른 안개의 농도를 나타내는 다크채널 프라이어를 생성하는 단계;

전달량추정부에서 상기 다크채널 프라이어를 기초로 촬영장치에 도달한 빛의 양을 추정한 추정전달량을 계산하는 단계;

전달량정련부에서 상기 추정전달량과 모폴로지(morphological) 처리된 입력영상 정보를 기초로 WLS(Weighted Least Square)필터링을 적용하여 정련전달량을 계산하는 단계로서, 상기 정련전달량은 상기 추정전달량에서 에지 정보는 보존하면서 블락 아티팩트는 제거된 정보를 의미하는, 정련전달량 계산단계; 그리고

영상복원부에서 상기 정련전달량을 기초로 상기 입력영상에서 안개성분이 제거된 복원영상을 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

이미지처리부에서 상기 복원 영상을 베이스 레이어, 미디엄 레이어 및 파인 레이어로 분리하여 이미지처리를 수행하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 방법.

청구항 17

제 15항에 있어서, 정련전달량 계산단계는

상기 모폴로지 처리된 입력영상의 에지 정보를 기초로 상기 추정전달량에서 에지 정보를 보존하고, 블락 아티팩트를 제거하는 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 방법.

청구항 18

제 16 항에 있어서, 상기 이미지처리를 수행하는 단계에서

상기 베이스 레이어 영상에는 밝기 조절 이미지 처리를 수행하는 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 방법.

청구항 19

제 16 항에 있어서, 상기 이미지처리를 수행하는 단계에서

상기 미디엄 레이어에서는 밴드패스 신호 성분을 강화시키고, 상기 파인 레이어에서는 하이패스 신호 성분을 강화 시키는 이미지 처리를 수행하는 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 방법.

청구항 20

전달량추정부에서 안개 입력 영상으로부터 생성된 다크채널 프라이어를 기초로 전달량을 추정한 값인 제1전달량을 계산하는 단계

전달량정련부에서 상기 제1전달량과 모폴로지(morphological) 처리된 입력영상 정보를 기초로 WLS(Weighted Least Square)필터링을 적용하여, 상기 제 1전달량을 기초로 영상 복원시 발생되는 블락의 아티팩트를 최소화하는 제2전달량을 계산하는 단계;

영상복원부에서 상기 제2전달량을 기초로 상기 안개 입력영상에서 안개성분이 제거된 복원영상을 생성하는 단계;및

이미지처리부에서 상기 복원영상에 멀티스케일 톤 메니퓰레이션(multi-scale tone manipulation) 이미지처리를 수행하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 단일영상 내의 안개 제거 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 안개가 포함되어 화질이 저하된 영상 처리 및 화질 개선에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 야외에서 촬영된 영상은 보통 대기 중의 입자 및 물방울 등과 같은 탁한 매체로 인하여 품질이 저하된다. 특히, 영상의 화질은 날씨에 의해 영향을 받으며, 이는 영상에 포함된 객체의 본래의 색상 및 형태를 식별에 영향을 미치게 된다.

[0003] 특히 안개에 의한 화질 저하는 영상 전반에 걸쳐 발생하며 비교적 균일하고 지속적으로 유지되기 때문에 이를 제거하기 위한 다양한 기법들이 제안되고 있다.

[0004] 안개 영상 개선 방법은 대기의 물리학적 모델을 사용하는 모델 기반(Model based) 방식과 대기의 물리학적 모델을 이용하지 않는 비모델 기반(Non-model based)방식으로 분류된다.

[0005] 비모델 기반 방식의 경우 모델 기반과 달리 대기 매개 변수를 추정하지 않고 그 구현이 간단하지만 안개 제거 효과 및 Color-fidelity가 왜곡 되는 문제가 있기 때문에 최근에는 한 장의 영상을 이용한 모델 기반 방식 방법을 이용하여 안개 영상을 개선하는 것이 일반적이다.

[0006] 그러나, 모델 기반 방식의 경우 대기의 물리학적 모델을 사용하기 때문에 산란광으로 인해 열화된 대조비와 색감을 효과적으로 개선할 수 있지만 매개 변수를 정확히 추정하는 것이 어렵고 연산시간이 오래 걸리는 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) KR 2010-0010712

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 최근 안개 영상을 개선하는 모델 기반 방식의 한 방식으로, 한 장의 안개 영상에서 다크채널 프라이어

(Dark Channel Prior)를 이용하는 방법이 있다. 그러나, DCP 방법의 경우 RGB 영상의 색상 정보 특징을 패치(Patch) 기반으로 추정하기 때문에 연산 시간이 증가하게 되고 영상이 전반적으로 백색이거나 어두운 경우 전달량 오추정으로 인해 영상에서 왜곡이 발생하게 되는 문제점이 있다.

[0009] 또한, 안개 영상을 개선하는 다른 모델 기반 방식들의 경우 산란광 차감으로 인한 밝기 보정 및 영상의 텍스처 정보 보완이 없기 때문에 복원 영상의 밝기가 어둡고 텍스처가 약한 문제점이 있다.

[0010] 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는, 다크채널 프라이어 방식의 문제점을 개선하고, 안개로 인한 영상의 색상 손상 및 대조비 열화를 단일 영상을 이용하여 복원 및 개선하고자 한다. 또한, 종래 안개 영상 개선시 발생하던 밝기 저하 문제를 해결하고, 영상의 텍스처를 개선하는 방법을 제시한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명에서는 단일영상 내의 안개 제거 방법을 개시한다. 본 발명에서는 안개 입력 영상에서 구해진 다크 채널 프라이어를 이용하여 전달량을 추정한다. 이렇게 구해진 추정 전달량에는 블락 아티팩트가 포함되어 있다. 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는, 에지를 보존하면서 블락 아티팩트를 제거하기 위해 추정 전달량 값과 모폴로지 처리된 입력 영상을 이용하여 WLS 필터링을 수행하여 정련전달량 값을 구하고, 이를 기초로 영상을 복원한 후 멀티 스케일 톤 메니퓰레이션 이미지 처리를 수행한다.

[0012] 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 단일영상 내의 안개 제거 장치는 안개 성분이 포함된 입력 영상에서 거리에 따른 안개의 농도를 나타내는 다크채널 프라이어를 생성하는 영상분석부; 상기 다크채널 프라이어를 기초로 촬영장치에 도달한 빛의 양을 추정한 추정전달량을 계산하는 전달량추정부; 상기 추정전달량과 모폴로지(morphological) 처리된 입력영상 정보를 기초로 WLS(Weighted Least Square)필터링을 적용하여 정련전달량을 계산하는 전달량정련부로서, 상기 정련전달량은 상기 추정전달량에서 에지 정보는 보존하면서 블락 아티팩트는 제거된 정보를 의미하고; 그리고 상기 정련전달량을 기초로 상기 입력영상에서 안개성분이 제거된 복원영상을 생성하는 영상복원부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 바람직하게, 단일영상 내의 안개 제거 장치는 상기 복원 영상의 지역 대조비(local contrast) 개선을 위해, 상기 복원 영상을 베이스 레이어, 미디엄 레이어 및 파인 레이어로 분리하여 이미지처리를 수행하는 이미지처리부;를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 본 발명의 또 다른 바람직한 일 실시예로서, 단일영상 내의 안개 제거 장치는 안개 입력 영상으로부터 생성된 다크채널 프라이어를 기초로 전달량을 추정한 값인 제1전달량을 계산하는 전달량추정부; 상기 제1전달량과 모폴로지(morphological) 처리된 입력영상 정보를 기초로 WLS(Weighted Least Square)필터링을 적용하여, 상기 제1전달량을 기초로 영상 복원시 발생되는 블락의 아티팩트를 최소화하는 제2전달량을 계산하는 전달량정련부; 상기 제2전달량을 기초로 상기 안개 입력영상에서 안개성분이 제거된 복원영상을 생성하는 영상복원부;및 상기 복원영상에 멀티스케일 톤 메니퓰레이션(multi-scale tone manipulation) 이미지처리를 수행하는 이미지처리부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명의 또 다른 바람직한 일 실시예로서, 단일영상 내의 안개 제거 방법은 영상분석부에서 안개 성분이 포함된 입력 영상에서 거리에 따른 안개의 농도를 나타내는 다크채널 프라이어를 생성하는 단계; 전달량추정부에서 상기 다크채널 프라이어를 기초로 촬영장치에 도달한 빛의 양을 추정한 추정전달량을 계산하는 단계; 전달량정련부에서 상기 추정전달량과 모폴로지(morphological) 처리된 입력영상 정보를 기초로 WLS(Weighted Least Square)필터링을 적용하여 정련전달량을 계산하는 단계로서, 상기 정련전달량은 상기 추정전달량에서 에지 정보는 보존하면서 블락 아티팩트는 제거된 정보를 의미하는, 정련전달량 계산단계; 그리고 영상복원부에서 상기 정련전달량을 기초로 상기 입력영상에서 안개성분이 제거된 복원영상을 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 본 발명의 또 다른 바람직한 일 실시예로서, 단일영상 내의 안개 제거 방법은 전달량추정부에서 안개 입력 영상으로부터 생성된 다크채널 프라이어를 기초로 전달량을 추정한 값인 제1전달량을 계산하는 단계; 전달량정련부에서 상기 제1전달량과 모폴로지(morphological) 처리된 입력영상 정보를 기초로 WLS(Weighted Least Square) 필터링을 적용하여, 상기 제 1전달량을 기초로 영상 복원시 발생되는 블락의 아티팩트를 최소화하는 제2전달량을 계산하는 단계; 영상복원부에서 상기 제2전달량을 기초로 상기 안개 입력영상에서 안개성분이 제거된 복원영상을 생성하는 단계;및 이미지처리부에서 상기 복원영상에 멀티스케일 톤 메니퓰레이션(multi-scale tone manipulation) 이미지처리를 수행하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0017] 안개 영상에서 다크채널 프라이어(Dark Channel Prior)를 이용하여 안개 영상 처리시 발생하던 문제점을 해결하는 효과가 있다. 즉, RGB 영상의 색상 정보 특징을 패치(Patch) 기반으로 추정된 전달량을 통해 복원된 영상에서 발생하는 block artifact 문제점을 해결하는데 효과가 있다.

[0018] 또한, 안개 영상을 개선시 산란광 차감으로 인한 밝기 보정 및 영상의 텍스처 정보를 보완하여, 복원 영상의 밝기가 밝고 텍스처가 개선된 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1 은 안개 영상 복원 방법의 일 예를 도시한다.

도 2 는 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 단일영상 안개제거 장치를 도시한다.

도 3 은 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 안개 입력영상(310)에서 구해진 추정전달량 영상 (320), 모폴로지 처리가 된 입력 영상(330), 그리고 추정전달량 영상(320)과 모폴로지 처리가 된 입력 영상(330)을 이용하여 구해진 정련 전달량 영상(340)을 도시한다.

도 4 는 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 안개가 포함된 입력 영상(410)에 대해 다양한 스무딩(smoothing) 조절 상수 값 λ을 적용할 경우 복원 영상을 도시한다.

도 5 는 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 모폴로지 처리가 된 안개영상 의 에지 조절 상수 α값의 변화에 따른 복원 영상을 도시한다.

도 6 은 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 안개 영상을 복원한 복원 영상 및 복원 영상을 이미지처리한 최종 영상을 도시한다.

도 7 은 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 단일영상 내의 안개 제거 방법의 흐름도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 다른 SAF 세션에 위치한 요소 스트림 참조를 위한 방법은 첨부한 도면과 관련한 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것인바 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 일실시예를 자세히 설명하기로 한다.

[0021] 도 1 은 종래에 안개 영상 복원시 아티팩트가 나타나는 현상을 도시한다.

[0022] 종래에는 안개 영상 복원 과정에서, 전달량을 블락 단위로 추정하였기 때문에 최종적으로 안개가 제거된 영상에서 아티팩트 현상이 나타났다. 상세히, 안개 영상(110)에서 수학식 1 내지 4를 통해 전달량을 추정한 후(120), 복원한 최종 영상(130)의 블락에 아티팩트가 나타나는 현상이 있었다.

[0023] 일반적으로, 안개가 포함된 영상을 표현하기 위해 수학식 1과 같은 Koschmider 모델이 널리 이용된다.

수학식 1

[0024] $$I(p)=J(p)r(p)+A(1-r(p))$$

[0025] 수학식 1에서 I(p)는 안개가 포함된 입력 영상, J(p)는 안개가 제거된 상태를 나타내는 장면 래디언스(scene radiance), A는 전역대기광원 , 그리고 r(p)는 입력 영상의 각 화소에 대응하여 산출된 전달량을 의미한다. 전달량이란 분산되지 않고 촬영 영상장치에 도달한 빛의 양을 의미한다.

[0026] 수학식 1과 같은 Koschmider 모델은 영상의 R, G, B 컬러 채널에 대하여 각각 표현된다. 수학식 1을 이용하여, 안개가 포함된 입력영상 I(p)로부터 전역대기광원 A 및 전달량 r(p)를 산출한 후 J(p)를 획득한다.

[0027] 수학식 1에서 전달량 r(p)값이 줄어들수록, 입력영상 I(p)은 안개가 짙은 영상이 된다. 또한 전달량 r(p)이 높을수록 피사체가 가까이 있거나 또는 안개에 의한 왜곡량이 적은 것을 의미한다.

[0028] 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는 수학식 1에서 전달량 r(p)를 추정하기 위하여 다크채널 프라이어를 이용한

다. 다만, 기존에 안개 영상 처리 방식에서는 다크채널 프라이어만을 이용하여 복원 영상에 아티팩트가 발생되는 문제점이 있었다(도 1, 131 참고).

[0029] 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 본원 발명의 바람직한 일 실시예에서는 다크채널 프라이어를 이용하여 추정전달량을 구하고(도 1, 120), 구해진 추정전달량 값에 WLS(Weighted Least Square)필터링을 추가 적용하여 정련된전달량(Refined Transmission)을 구함으로써 아티팩트가 발생하던 문제점을 해결하였다. 이에 대해서는 도 2 이하에서 상세히 기술하기로 한다.

[0030] 다크채널 프라이어는 영상의 안개를 제거하기 위한 방법으로서, 안개가 없는 깨끗한 영상의 각 화소에서, 각 화소를 중심으로 하는 일정 크기의 블락 내의 몇몇 화소는 적어도 하나의 컬러 채널이 매우 작은 값인 0에 가까운 값을 지니도록 구현된다. 수학식으로 표현하면 수학식 2 내 3과 같다.

수학식 2

[0031] $$J^{dark}(p) = \min_{q\in\Omega(p)}\left(\min_{c\in\{r,g,b\}} J^{c}(q)\right)$$

수학식 3

[0032] $$J^{dark} \rightarrow 0$$

[0033] 수학식 2에서 J^{dark}는 다크채널 프라이어, J^{c}는 각 컬러 채널의 입력 영상, 그리고 Ω는 P 화소를 중심으로 하는 블락(또는 패치, patch)을 나타낸다.

[0034] 수학식 3을 이용할 경우, 수학식 1에서 전달량 r(p)는 수학식 4와 같이 변형이 가능하다.

수학식 4

[0035] $$\tilde{r}(p) = 1 - \mu \min_{q\in\Omega(p)}\left(\min_{c\in\{r,g,b\}} \frac{\mathbf{I}^{c}(q)}{\mathbf{A}^{c}}\right)$$

[0036] 수학식 4에서 μ는 상수값으로, 일반적으로 0.95의 값을 이용한다.

[0037] 종래에는 수학식 4에서 전달량 $\tilde{r}(p)$를 추정할 때, 블락 단위로 추정하는 방법(121, 122, 123)을 이용하였다(도 1, 120). 이 경우, 안개가 제거된 영상 J(p)(도 1, 130)을 복원시 블락 경계선에서 계단 현상과 같은 아티팩트(artifact)(131, 132)가 발생하는 문제점이 있다.

[0038] 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로, 소프트 매팅 알고리즘(soft matting algorithm)등이 이용되었으나, 소프트 매팅 알고리즘(soft matting algorithm)은 연산량이 많고 복잡하여, 영상의 해상도가 클 경우 메모리 부족으로 처리가 불가능한 또 다른 문제를 내포하고 있다.

[0039] 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는, 이상과 같이 안개 영상 처리시 발생하던 아티팩트 현상 및 복잡한 연산량 처리 문제를 해결하는 방안을 제시한다.

[0040] 이를 위하여 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는 수학식 4에서 구해진 전달량 $\tilde{r}(p)$에 WLS(Weighted Least Square)필터링을 적용하여 블락 아티팩트를 제거하고, 이 후 베이스 레이어 영상에는 밝기 조절 이미지 처리 및 미디엄 레이어 영상 및 파인 레이어 영상에는 로컬 텍스처가 개선될 수 있는 이미지 처리를 수행하도록 구현된

다.

[0041] 이하, 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는 용어의 혼동을 방지하기 위하여, $\tilde{r}(p)$은 수학식 4를 통해 구해진 추정전달량(도 3, 320 참고)을 의미하고, r(p)는 본 발명의 바람직한 일 실시예로서 WLS(Weighted Least Square)필터링를 이용하여 최종적으로 구해진 정련전달량(도 3, 340 참고)을 의미한다.

[0042] 도 2 는 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 단일영상 안개제거 장치를 도시한다.

[0043] 단일영상 안개제거 장치(200)는 영상분석부(210), 전달량추정부(220), 전달량정련부(230), 영상복원부(240) 및 이미지처리부(250)를 포함한다.

[0044] 영상분석부(210)는 안개 성분이 포함된 입력 영상에서 거리에 따른 안개의 농도를 나타내는 다크채널 프라이어를 생성한다. 다크채널 프라이어를 생성하는 방법은 수학식 2내지 3을 참고한다.

[0045] 전달량추정부(220)에서는 입력 영상의 블락 별로 영상분석부(210)에서 생성된 다크채널 프라이어를 적용하여 추정 전달량$\tilde{r}(p)$을 계산한다. 추정전달량을 계산하는 방식은 수학식 4를 참고한다. 이 경우, 추정전달량 $\tilde{r}(p)$은 블락 단위로 추정이 이루어지게 되어, 블락 아티팩트(도 1, 121, 122, 123 참고)가 포함되어 있게 된다.

[0046] 전달량정련부(230)는 전달량추정부(220)에서 계산된 추정전달량 값 $\tilde{r}(p)$(도 3, 320)과 모폴로지(morphological) 처리가 된 입력영상(도 3, 330)을 이용하여 정련전달량 r(p)을 산출한다.

[0047] 전달량추정부(220)에서 계산된 추정전달량 값 $\tilde{r}(p)$에 WLS(Weighted Least Square) 필터링을 적용하여, 추정된 전달량에 포함되어 있는 블락 아티팩트를 제거함으로써 정련전달량 r(p)을 산출한다.

[0048] 전달량정련부(230)에서는 WLS(Weighted Least Square) 필터링을 적용시 모폴로지 처리가 된 입력영상(도 3, 330)의 에지 값을 가중치로 설정한다. 이와 관련하여 수학식 5내지 7을 참고한다.

[0049] 도 3을 참고하면 전달량정련부(230)는 추정 전달량 $\tilde{r}(p)$를 이용하여 영상을 복원할 경우 발생할 수 있는 블락의 아티팩트들을 최소화하기 위하여, 입력영상(도 3, 310)의 에지값은 보존하면서, 추정전달량 $\tilde{r}(p)$에서 발생한 블락 아티팩트(ex, 도 3, 321)는 제거한(smooting) 정련전달량 r(p)을 산출한다.

[0050] 이를 위하여, 추정전달량 $\tilde{r}(p)$에서 모폴로지 처리가 된 입력영상의 에지 값(ex, 도 3, 331)에 대응되는 부분의 에지 값은 보존하고, 그 이외의 부분의 블락 아티팩트는 스무딩 처리를 수행한다.

[0051] 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는 이 과정을 WLS(Weighted Least Square) 필터링 과정이라 하며, 상세하게는 수학식 5 내지 7을 이용한다.

[0052] 영상복원부(230)는 정련전달량 값 r(p)을 기초로 수학식 8과 같이 입력 영상에서 안개 성분이 제거된 복원 영상 J(p)을 생성한다.

[0053] 이미지처리부(240)에서는 복원 영상 J(p)에 대해 멀티스케일 톤 메니퓰레이션(multi-scale tone manipulation) 이미지처리를 수행한다. 멀티스케일 영상은 수학식 10과 같이 WLS 필터를 통해 스무딩된 영상들의 차이로 생성된다.

[0054] 상세히, 수학식 8에서 구해진 복원 영상 J(p)의 지역 대조비(local contrast) 개선을 위해, 복원 영상 J(p)을 베이스 레이어, 미디엄 레이어 및 파인 레이어로 분리하여 수학식 9와 같이 이미지처리를 수행한다.

[0055] 이미지처리부(240)에서는 베이스 레이어 영상에는 밝기 조절 이미지 처리 및 미디엄 레이어 영상 및 파인 레이어 영상에는 로컬 텍스처가 개선될 수 있는 이미지 처리를 수행하도록 구현된다.

[0056] 영상복원부(230) 및 이미지처리부(240)의 상세 설명은 도 6과 관련된 설명 부분을 참고한다.

[0057] 도 3 은 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 안개 입력영상(310)에서 구해진 추정전달량 영상 (320), 모폴로지 처리가 된 입력 영상(330), 그리고 추정전달량 영상(320)과 모폴로지 처리가 된 입력 영상(330)을 이용하여 구해진 정련 전달량 영상(340)을 도시한다.

수학식 5

[0058] $$\sum_{p}\left((r_p-\tilde{r}_p)^2+\lambda\left(w_{x,p}(h)\left(\frac{\partial r}{\partial x}\right)_p^2+w_{y,p}(h)\left(\frac{\partial r}{\partial y}\right)_p^2\right)\right)$$

[0059] 수학식 5에서 p는 각 화소의 위치, r_p는 정련전달량(도 3, 340) $\tilde{r}(p)$는 수학식 4에서 계산된 추정 전달량(도 3, 320), λ는 스무딩(smoothing) 조절 상수를 나타낸다.

[0060] λ값이 클수록 출력 영상 r_p(도 3, 340)이 스무딩(smoothing)해진다. 도 4를 참고하면, λ값이 클수록 출력영상 r_p이 스무드 해지는 것을 볼 수 있다.

[0061] 그리고, $\left(\frac{\partial r}{\partial x}\right)_p$, $\left(\frac{\partial r}{\partial y}\right)_p$는 출력 영상 r_p(도 3, 340)의 가로축, 세로축 1차 미분 연산자, $w_{x,p}(h)$, $w_{y,p}(h)$ 는 모폴로지(morphological) 처리가 된 안개 영상(도 3, 330)에 대한 스무딩 가중치 값으로 수학식 6과 같이 표현된다. 그리고, 스무딩 가중치 값 $w_{x,p}(h)$, $w_{y,p}(h)$ 은 블락 아티팩트를 포함하고 있는 추정 전달량의 아티팩트의 스무딩 정도를 조절한다.

[0062] 스무딩 가중치 값은 도 3의 추정전달량 영상(320) 에 적용되어, 추정전달량 영상(320) 내에서, 모폴로지 처리가 된 안개영상(330)의 에지 부분(331)에 대응되는 부분은 보존하면서, 그 외의 영역을 부드럽게(smooth)하기 위해 이용된다.

[0063] 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는 수학식 5의 오브젝트 함수가 최소가 되는 정련전달량 값을 구한다. 이를 위하여, 입력 영상(추정 전달량, $\tilde{r}(p)$, 도 3, 320)과 출력영상(정련전달량, r_p, 도 3, 340)의 화소값 차이를 최소화 하고($(r_p-\tilde{r}_p)^2$), 모폴로지 처리된 입력영상의 에지를 이용하여 추정 전달량으로 복원시 발생하는 블락의 아티팩트들을 최소화한다($\lambda\left(w_{x,p}(h)\left(\frac{\partial r}{\partial x}\right)_p^2+w_{y,p}(h)\left(\frac{\partial r}{\partial y}\right)_p^2\right)$).

수학식 6

[0064] $$w_{x,p}(h)=\left(\left|\frac{\partial h}{\partial x}\right|_p^{\alpha}+\varepsilon\right)^{-1},\ w_{y,p}(h)=\left(\left|\frac{\partial h}{\partial y}\right|_p^{\alpha}+\varepsilon\right)^{-1},$$

[0065] 수학식 6에서, h는 모폴로지(morphological) 처리가 된 안개 영상(도 3, 330), α는 모폴로지 처리가 된 안개 영상 h의 에지 조절 상수로, α가 클수록 모폴로지 처리가 된 안개영상(330)의 에지 부분(331)에 대응되는 부분 이외의 영역이 더 스무딩된다. 이에 대해서는 도 5를 참고한다.

[0066] ε는 분모가 0으로 나누어지는 것을 방지하기 위한 상수로 10^{-4} 값을 이용할 수 있다. 또한, $\frac{\delta h}{\delta x}$, $\frac{\delta h}{\delta y}$ 는 모폴로지(morphological) 처리가 된 안개 영상(도 3, 330)의 가로축, 세로축 1차 미분의 절대값을 나타낸다.

[0067] 수학식 5를 미분하여, 정련전달량 r을 구하면 수학식 7과 같다.

수학식 7

[0068] $$r=\left(\mathbf{I}+\lambda(\mathbf{D}_x^T\mathbf{A}_x\mathbf{D}+\mathbf{D}_y^T\mathbf{A}_y\mathbf{D}_y)\right)^{-1}\tilde{r},$$

[0069] 수학식 7에서 Ax, Ay는 스무딩 가중치 값 $w_{x,p}(h)$, $w_{y,p}(h)$의 행렬을 나타내고, Dx, Dy는 $\left(\frac{\partial r}{\partial x}\right)_p$, $\left(\frac{\partial r}{\partial y}\right)_p$의 행렬을 나타낸다. 이 경우, A는 수학식 2를 통해 구한 다크채널 프라이어 값에 상위 0.1% 중 가장 큰 화소값을 가지는 픽셀의 값을 이용하도록 구현될 수 있다.

[0070] 수학식 5 내지 7을 통해 정련전달량 r(p)가 구해지면, 본 발명의 바람직한 일 실시예에서, 안개 성분이 제거된 복원 영상 J(p)는 수학식 8 과 같이 구할 수 있다. 이 경우, A는 수학식 2를 통해 구한 다크채널 프라이어 값에 상위 0.1% 중 가장 큰 화소값을 가지는 픽셀의 값을 이용하도록 구현될 수 있다. 이와 관련해서는 도 6과 관련된 부분의 설명을 참고한다.

[0071] 도 4 는 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 안개가 포함된 입력 영상(410)에 대해 다양한 스무딩(smoothing) 조절 상수 값 λ을 적용할 경우 복원 영상을 도시한다.

[0072] 수학식 5에서 스무딩(smoothing) 조절 상수 λ값이 클수록 출력 영상 r_p(도 3, 340)이 스무딩(smoothing)해진다. 일 예로, 안개가 포함된 입력 영상(410)에 대해 수학식 5 내지 7을 적용하여 영상을 복원한 일 예를 도시한다. 이 경우, 모폴로지 처리가 된 안개영상의 에지 조절 상수 α=1.2 값을 이용하였다.

[0073] 도 4 에서 추정전달량(410)을 구하고, λ=0.01 일때 정련전달량(430) 및 복원 영상(431), λ=0.1 일때 정련전달량(440) 및 복원 영상(441), 그리고 λ=1 일때 정련전달량(450) 및 복원 영상(451)을 도시한다. λ값이 클수록 정련전달량 값이 스무딩해짐을 볼 수 있다.

[0074] 도 5 는 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 모폴로지 처리가 된 안개영상 의 에지 조절 상수 α값의 변화에 따른 복원 영상을 도시한다. 도 5에서 스무딩 조절 상수 λ=1 값을 이용하였다.

[0075] α는 모폴로지 처리가 된 안개영상의 에지 조절 상수로, α가 클수록 모폴로지 처리가 된 안개영상(330)의 에지 부분(331)에 대응되는 부분 이외의 영역이 더 스무딩된다.

[0076] 입력 영상(510)의 추정전달량(520)을 구한 후, α=0.01 일때 정련전달량(530) 및 복원 영상(531), α=0.1 일때 정련전달량(540) 및 복원 영상(541), 그리고 α=1 일때 정련전달량(550) 및 복원 영상(551)을 도시한다. α가 클수록 모폴로지 처리가 된 안개영상의 에지 부분에 대응되는 부분 이외의 영역이 더 스무딩된다.

[0077] 도 6 은 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 안개 영상을 복원한 복원 영상 및 복원 영상을 이미지처리한 최종 영상을 도시한다.

[0078] 입력 안개 영상(610)으로부터 정련전달량을 구하면, 수학식 8을 기초로 복원 영상 J(p)(620)을 구한다.

수학식 8

[0079] $$\mathbf{J}(p)=\frac{\mathbf{I}(p)-\mathbf{A}}{\max(r(p),r_0)}+\mathbf{A}$$

[0080] 수학식 8 에서 r_0 는 분모가 0으로 나누는 것을 방지하기 위한 상수로 0.1 값을 이용하도록 구현될 수 있다.

[0081] 이미지처리부(도 2, 240)에서는 수학식 8에서 구해진 복원 영상 J(p)(620)의 지역 대조비(local contrast) 개선을 위해, 복원 영상 J(p)을 베이스 레이어, 미디엄 레이어 및 파인 레이어로 분리하여 수학식 9와 같이 이미지

처리를 수행하여 출력 영상 V(630)를 구한다.

수학식 9

[0082] $$Vp = B + S(\delta, d_p^1) + S(\delta, d_p^2)$$

[0083] 수학식 9에서, V_p는 출력 영상, B는 베이스 레이어 영상, $S(\delta, d_p^1)$, $S(\delta, d_p^2)$는 각각 미디엄 레이어 영상 및 파인 레이어 영상을 나타낸다. S()는 sigmoid 함수를 나타내고, δ는 부스팅팩터(boosting factor)를 나타내며 반전된 전달량을 표시한다. 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는 반전된 전달량을 0에서 10으로 크기가 변형된 값이 사용되도록 구현할 수 있다. 부스팅팩터가 클수록 해당 레이어에서 텍스처 정보가 강하게 살아난다.

[0084] 수학식 9에서 d^i는 i 번째 단계에서 생성된 영상을 표현하며, 수학식 10과 같이 구해진다.

수학식 10

[0085] $$d^i = u_{i-1} - u_i, i = 1, 2, \ldots, k(K\text{는}layer\text{개수})$$

[0086] 본 발명의 바람직한 일 실시예에서, K=2가 될 수 있다.

[0087] 베이스 레이어(Base Layer) 영상에는 감마 코렉션과 같은 밝기 조절 이미지 처리를 적용하고, 미디엄(Medium) 및 파인(Fine) 레이어 영상에는 텍스처 개선을 수행한다. 이를 위해 수학식 10과 같이 WLS 필터를 통해 스무딩된 영상들의 차이값을 이용한다.

[0088] 보다 상세히, 본원 발명의 바람직한 일 실시예에서는 복원된 영상 J(p)의 지역 대조비(local contrast)와 텍스처 정보를 개선하기 위해, 미디엄 레이어에서는 밴드패스 신호 성분을 강화시키고, 파인 레이어에서는 하이패스 신호 성분을 강화 시키는 이미지 처리를 수행한다.

[0089] 도 7 은 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 단일영상 내의 안개 제거 방법의 흐름도를 도시한다.

[0090] 도 2 를 함께 참고하면, 영상분석부(210)에서 안개 성분이 포함된 입력 영상에서 거리에 따른 안개의 농도를 나타내는 다크채널 프라이어를 생성한다(S710). 다크채널 프라이어를 생성하는 수학식은 수학식 2 내지 3 을 참고한다.

[0091] 전달량추정부(220)에서 다크채널 프라이어를 기초로 추정전달량을 계산한다(S720). 추정전달량을 계산하는 수학식은 수학식 4를 참고한다. 전달량은 촬영장치에 도달한 빛의 양을 의미하는 것으로, 전달량추정부(220)에서 계산한 추정전달량은 수학식 4에서 블락 단위로 추정함으로 인해 블락 아티팩트가 포함되어 있다.

[0092] 이후, 전달량정련부(230)에서 추정전달량과 모폴로지(morphological) 처리된 입력영상 정보를 기초로 WLS(Weighted Least Square)필터링을 적용하여 정련전달량을 계산한다(S730). 본원 발명의 바람직한 일 실시예에서는 추정전달량에서 에지 정보는 보존하면서 블락 아티팩트는 제거된 정보를 의미하는 정련전달량을 계산한다. 이를 위하여, 전달량정련부(230)에서는 WLS 필터링을 수행한다. WLS 필터링 과정에서 모폴로지 처리된 입력영상의 에지 정보를 이용하여 추정전달량에서 모폴로지 처리된 입력영상의 에지 정보는 보존하고, 모폴로지 처리된 입력영상의 에지 이외의 영역은 스무딩 처리를 수행한다.

[0093] 이 후, 영상복원부(240)에서 정련전달량을 기초로 입력영상에서 안개성분이 제거된 복원영상을 생성한다(S740). 이 경우 복원영상을 생성하기 위하여 수학식 1 또는 8을 이용할 수 있다.

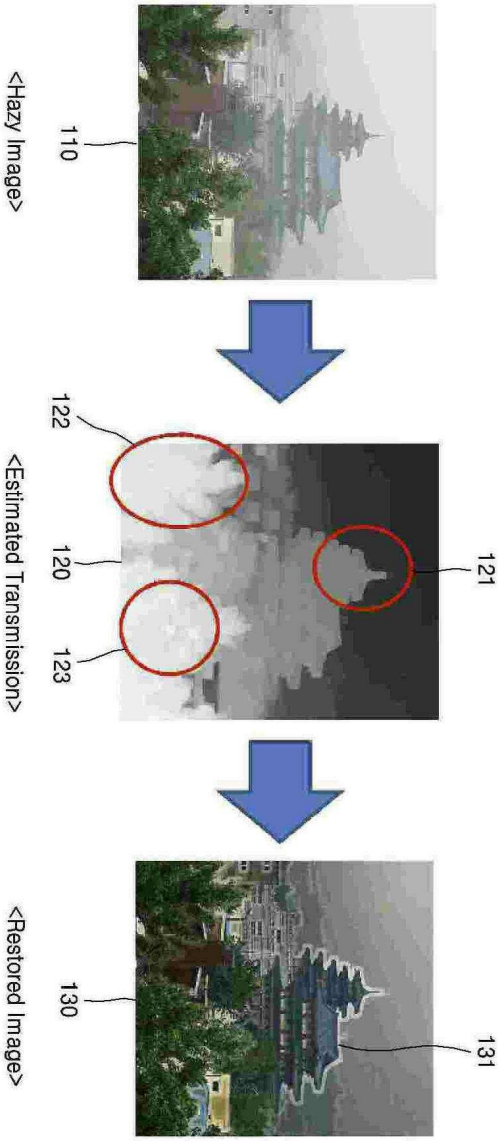
[0094] 그 후, 이미지처리부(250)에서 복원영상에 Multi-scale Image Manipulation 이미지 처리를 수행하여 최종 영상을 생성한다(S750, S760). 이는 수학식 9 내지 10을 참고한다.

[0095] 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플라피디스크, 광데이터 저장장치 등이 있다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

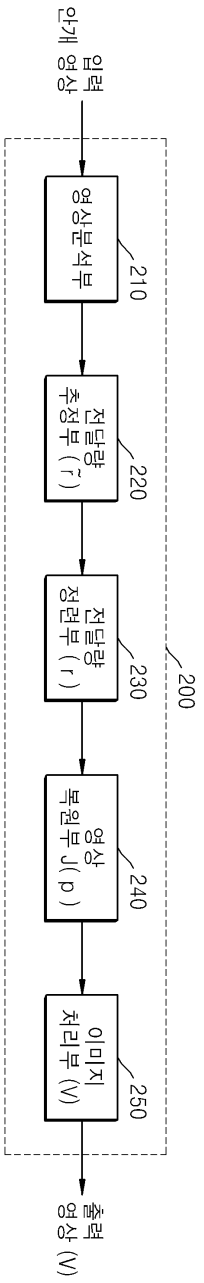
[0096] 이상 도면과 명세서에서 최적 실시예들이 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

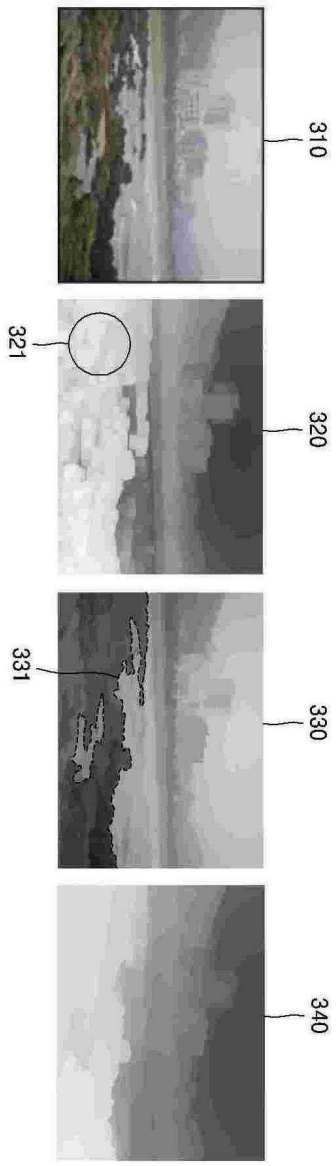
도면1



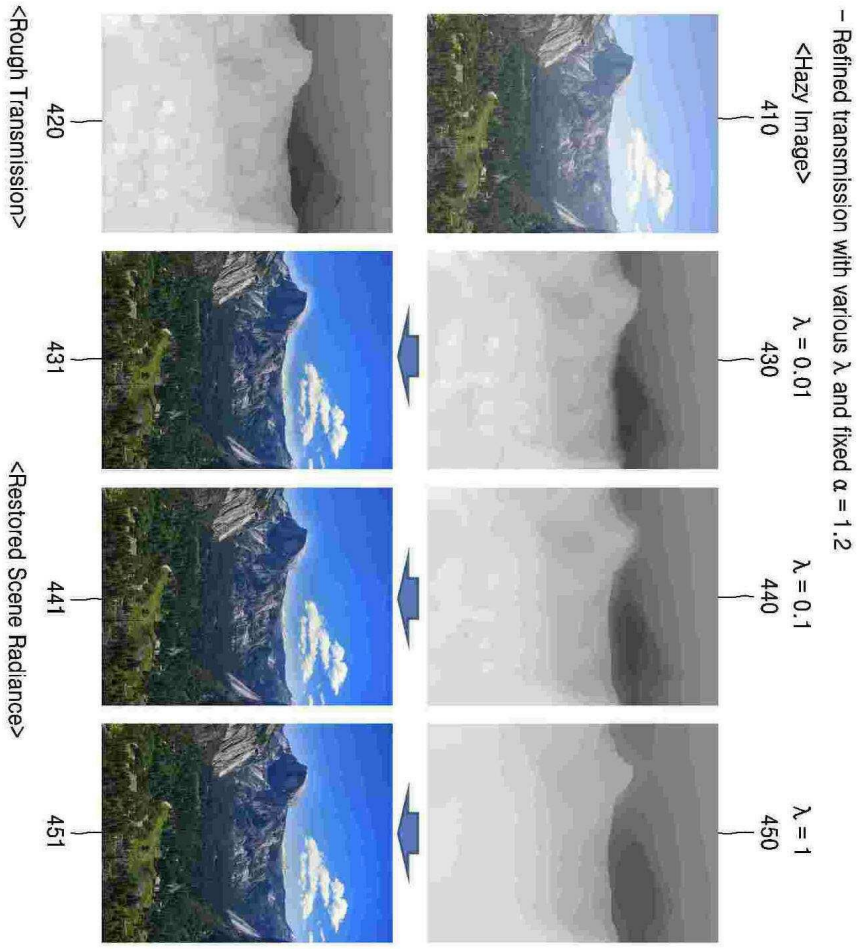
도면2


안개 영상 입력
영상분석부
210
전달량 추정부 (t̃)
220
전달량 정련부 (t)
230
영상 복원부 J(p)
240
이미지 처리부 (V)
250
200
출력 영상 (V)

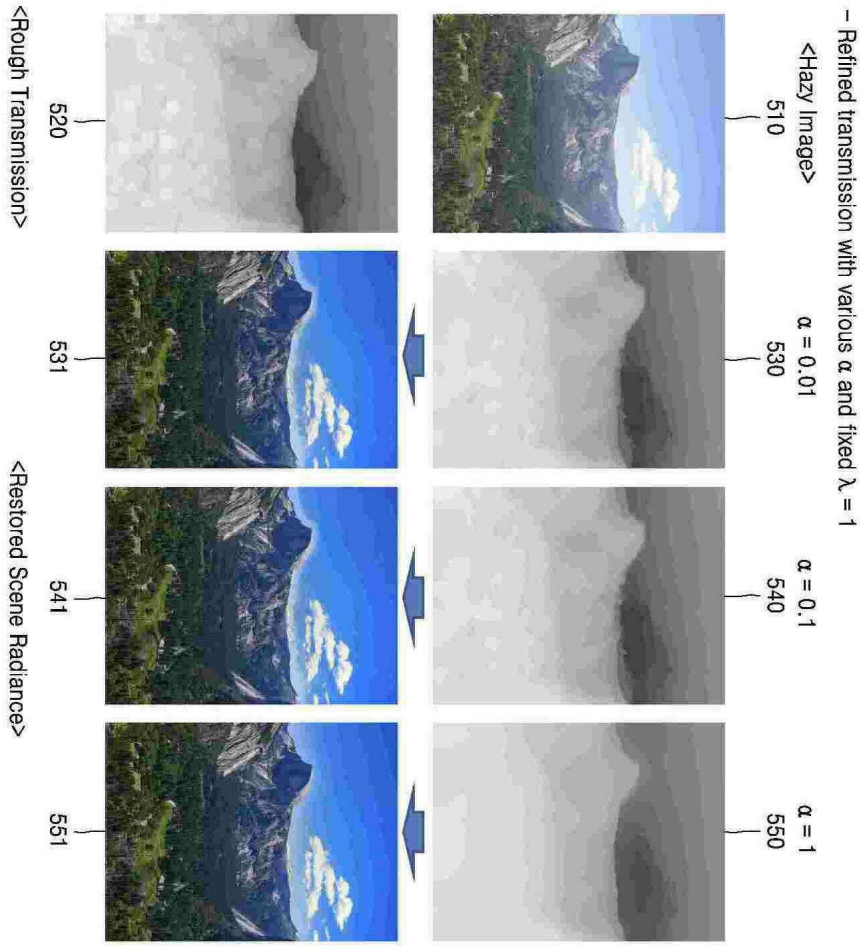
도면3



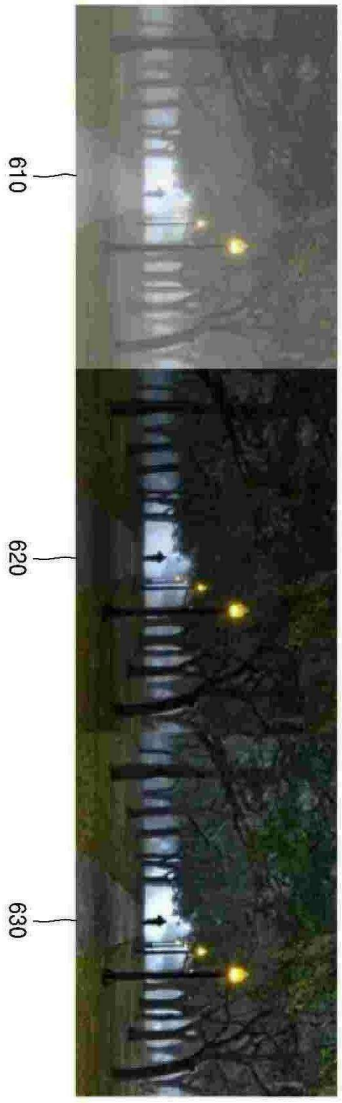
도면4


- Refined transmission with various λ and fixed α = 1.2
<Hazy Image>
410
λ = 0.01
430
λ = 0.1
440
λ = 1
450
<Rough Transmission>
420
431
441
451
<Restored Scene Radiance>

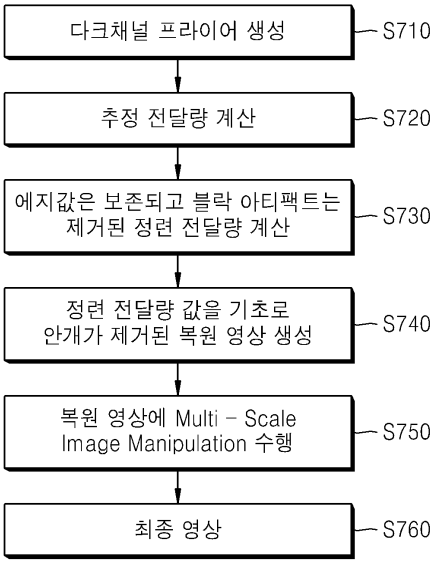
도면5


- Refined transmission with various α and fixed λ = 1
<Hazy Image>
510
α = 0.01
530
α = 0.1
540
α = 1
550
<Rough Transmission>
520
531
541
551
<Restored Scene Radiance>

도면6


610
620
630

도면7


다크채널 프라이어 생성
S710
추정 전달량 계산
S720
에지값은 보존되고 블락 아티팩트는 제거된 정련 전달량 계산
S730
정련 전달량 값을 기초로 안개가 제거된 복원 영상 생성
S740
복원 영상에 Multi - Scale Image Manipulation 수행
S750
최종 영상
S760