



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년11월15일

(11) 등록번호 10-2603322

(24) 등록일자 2023년11월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 5/00 (2019.01) G06T 3/40 (2006.01)

G06T 5/50 (2006.01) G06T 7/11 (2017.01)

(52) CPC특허분류

G06T 5/005 (2023.01)

G06T 3/4015 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0087147

(22) 출원일자 2022년07월14일

심사청구일자 2022년07월14일

(56) 선행기술조사문헌

KR102261532 B1*

Dat Ngo ET AL, Automating a Dehazing System by Self-Calibrating on Haze Conditions, Sensors (Basel), 24 Sept. 2021(2021.09.24.) 1부.*

Xuan Zhao, Single Image Dehazing Using Bounded Channel Difference Prior, 2021 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), 19-25 June 2021(2021.06.19.) 1부.*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

동아대학교 산학협력단

부산광역시 사하구 낙동대로550번길 37, 동아대학교 내 (하단동)

(72) 발명자

강봉순

부산광역시 해운대구 세실로 174, 109동 1002호(좌동, 삼성아파트)

이기동

부산광역시 해운대구 좌동순환로 280, 103동 1001호(좌동, 해운대한라아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김종석

전체 청구항 수 : 총 6 항

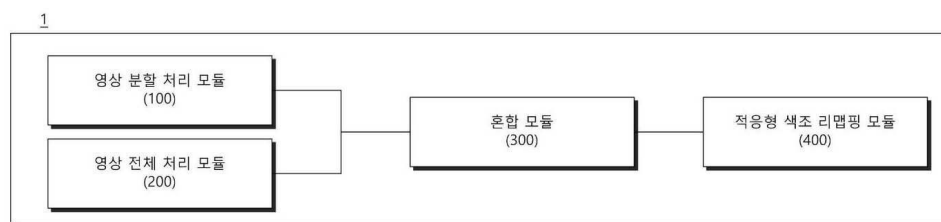
심사관 : 김광석

(54) 발명의 명칭 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 시스템 및 국부적 연무 제거 방법

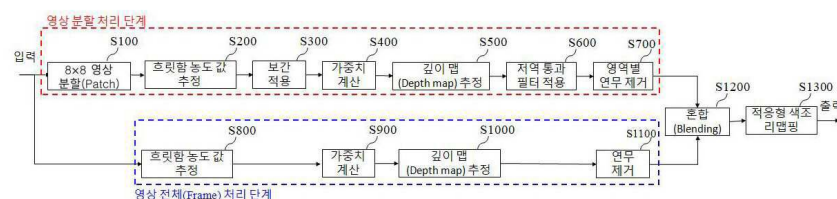
(57) 요약

본 발명은 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 시스템 및 국부적 연무 제거 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 단일 영상을 이용한 안개 제거 방법에 기반한 기존의 자동안개 제거의 단점을 보완하고 연무 제거를 국부적으로 수행함으로써 효과적인 연무제거 성과를 보이도록 하기 위한 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 시스템 및 국부적 연무 제거 방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(a)



(b)

(52) CPC특허분류

G06T 5/001 (2013.01)

G06T 5/008 (2013.01)

G06T 5/50 (2023.01)

G06T 7/11 (2017.01)

(72) 발명자

이승민

부산광역시 사하구 하신번영로261번길 23, 604호(하단동)

응오닷

부산광역시 사하구 낙동대로516번길 45, 409호 (하단동, 미네뜨)

심취보

대구광역시 달성군 현풍읍 테크노중앙대로5길 15-15, 301호

한시연

부산광역시 영도구 상리로 1, 303동 606호 (동삼동, 주공아파트, 동삼그린힐아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345311196
과제번호	22A20130000047
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	BK21플러스사업(R&D)
연구과제명	차세대 스마트 전자소자 핵심기술 사업팀
기 여 율	1/1
과제수행기관명	동아대학교 산학협력단
연구기간	2020.03.01 ~ 2020.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

연무가 포함된 영상을 분할 처리하고, 상기 영상의 흐릿함 농도 값을 이용하여 가중치를 생성하며, 상기 가중치를 깊이 맵에 적용하는 영상 분할 처리 모듈(100);

영상 분할 처리와 영상 전체 처리에 대해 혼합을 함으로써 연무 영상이지만 흐릿함 농도 값이 0.8811 이하여서 연무가 없다고 가정하여 연무 제거를 하지 않는 단점을 보완하는 혼합 모듈(300); 및

연무 제거를 거치게 되면 영상의 휘도가 다소 낮아지므로, 휘도가 낮아진 영상에 대해 dynamic range를 확장시켜 영상의 화질을 개선시키는 적응형 색조 리맵핑을 수행하는 적응형 색조 리맵핑 모듈(400); 을 포함하고,

상기 영상 분할 처리 모듈(100)은, 하기 수학식 3 내지 수학식 6을 통해 상기 가중치가 깊이 맵에 적용되도록 하는 것을 특징으로 하는 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 시스템.

[수학식 3]

$$d = \theta_0 + (\theta_1 \cdot v) + (\theta_2 \cdot s)$$

[수학식 4]

$$d = (\theta_0 + (\theta_1 \cdot v) + (\theta_2 \cdot s)) * w$$

[수학식 5]

$$t = e^{-B \cdot d}$$

[수학식 6]

$$J = \frac{I^c - A(1-t)}{t}$$

상기 수학식 3 내지 수학식 6에서, θ_1 , θ_2 , θ_3 는 기계학습으로 추정된 매개변수, v 는 입력 영상의 밝기, s 는 입력 영상의 채도, t 는 전달량, I^c 는 입력 영상의 RGB 채널이다.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

적응형 색조 리맵핑 모듈(400)이 혼합 영상에 대해서 색 공간 변환 ($RGB \rightarrow YCbCr$), 밝기 채널에 화질 개선, 밝기 채널의 향상에 따른 색차 강조, 색 공간 변환 ($YCbCr \rightarrow RGB$) 과정으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 시스템.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

혼합 과정에서는 보간이 적용된 패치의 크기가 영상 분할 처리 결과와 영상 전체 처리 결과에 동일하게 적용이 되고, 같은 위치의 연무가 제거된 영상을 혼합하여 결과를 추출하는 것을 특징으로 하는 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 시스템.

청구항 4

혼합 모듈(300)이 영상 분할 처리와 영상 전체 처리에 대해 혼합을 함으로써 연무 영상이지만 흐릿함 농도 값이 0.8811 이하여서 연무가 없다고 가정하여 연무 제거를 하지 않는 단점을 보완하는 제 1 단계; 및

적응형 색조 리맵핑 모듈(400)이 연무 제거를 거치게 되면 영상의 휘도가 다소 낮아지므로, 휘도가 낮아진 영상에 대해 dynamic range를 확장시켜 영상의 화질을 개선시키는 적응형 색조 리맵핑을 수행하는 제 2 단계;를 포함하고,

상기 혼합 과정은, 보간이 적용된 패치의 크기가 영상 분할 처리 결과와 영상 전체 처리 결과에 동일하게 적용이 되고, 같은 위치의 연무가 제거된 영상을 혼합하여 결과를 추출하며, 상기 혼합 모듈(300)에 의하여 하기 수학식 7을 통해 수행될 수 있는 것을 특징으로 하는 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 방법.

[수학식 7]

$$result = \begin{cases} local(i) \times L_1 + frame(i) \times G_1 & , local_hde(i) < frame_hde \\ local(i) \times L_2 + frame(i) \times G_2 & , local_hde(i) > frame_hde \end{cases}$$

상기 수학식 7에서, local은 영역 분할 처리 단계에서의 연무 제거된 영상, frame은 영상 전체 처리 단계에서 연무 제거된 영상, I는 일치영역, local_hde는 보간이 적용된 흐릿함 농도 값, frame_hde는 영상 전체 처리 단계에서 계산된 흐릿함 농도 값, G_1 , G_2 는 영상 전체 처리 단계에서 구해진 연무 제거 결과의 혼합 가중치($G_1 = 1$, $G_2 = 0$), L_1 , L_2 는 영상 분할 처리 단계에서 구해진 영역별 연무 제거 결과의 혼합 가중치($L_1 = 0$, $L_2 = 1$)이다.

청구항 5

청구항 4에 있어서, 상기 제 2 단계는,

적응형 색조 리맵핑 모듈(400)이 혼합 영상에 대해서 색 공간 변환 ($RGB \rightarrow YCbCr$), 밝기 채널에 화질 개선, 밝기 채널의 향상에 따른 색차 강조, 색 공간 변환 ($YCbCr \rightarrow RGB$) 과정으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 방법

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 혼합 과정에서는 보간이 적용된 패치의 크기가 영상 분할 처리 결과와 영상 전체 처리 결과에 동일하게 적용이 되고, 같은 위치의 연무가 제거된 영상을 혼합하여 결과를 추출하는 것을 특징으로 하는 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 시스템 및 국부적 연무 제거 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 단일 영상을 이용한 안개 제거 방법에 기반한 기존의 자동안개 제거의 단점을 보완하고 연무 제거를 국부적으로 수행함으로써 효과적인 연무제거 성과를 보이도록 하기 위한 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 시스템 및 국부적 연무 제거 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003]

영상처리 분야에서 연무 제거 방법은 카메라 센서로 입력된 영상에서 연무를 제거하는 방법이다. 이러한 연무 제거 방법은 최신 4차 산업혁명에서 각광받고 있는 자율주행 및 무인자동차, 드론 및 지능형 CCTV 등 비전 기반 플랫폼에 적용할 수 있는 기술이다.

- [0004] 연무제거 기술은 대부분 아래 하기의 수학식 1의 koschmieder라는 물리적인 모델을 바탕으로 하며, 모델은 수학식 1과 같다.
- [0006] [수학식 1]
- [0007]
$$I(x, y) = J(x, y)t(x, y) + A[1 - t(x, y)]$$
- [0008] 여기서 x, y는 픽셀 위치이고 I, J, A, t는 입력 안개 영상, 결과 영상(안개가 제거된), 대기 강도(atmospheric light), 전달 맵(transmission map)이다. 미리 알고 있는 변수는 I 밖에 없어서 J를 복원하려면 A와 t의 추정치가 필요하다. A와 t를 구하기 위해 여러 연무제거 방법이 연구되었고, 특히 t를 구하기 위해서 Zhu는 비특허문헌 1에서 지도 학습(supervised learning)이라는 기계학습 기술을 이용하여 영상의 깊이(depth) 맵을 추정하였다. 또한, He는 비특허문헌 2에서 안개 전달 맵을 추정하기 위해 Dark Channel Prior(DCP)를 제안하였고, 실내 조건에서의 안개 제거 성능은 우수하지만 실외의 하늘 영역에서는 연무 제거 시 어두워지는 단점이 발생한다. A의 대기 강도의 경우는 연무제거 성능에서 큰 영향을 주는 부분은 아니지만 여러 방법이 제시되었다. 비특허문헌 2의 경우 대기강도 추정 시 입력 영상의 밝기 값 중 상위 0.1%안의 픽셀을 추정하며, 이러한 방법은 한 프레임에 포함되는 모든 픽셀들을 정렬해야 하므로 연산량도 많고 추후 하드웨어 설계 시 프레임 메모리를 써야하는 비효율적인 방법이다. 두 번째는 Kim이 비특허문헌 3에서 제안한 쿼드트리(Quad-Tree)에 기반한 대기 강도 추정 방식이다. 쿼드트리 방법은 입력 영상을 네 개의 블록으로 분할하고, 각 블록의 픽셀 밝기 평균값을 계산하여 대소비교 후 가장 큰 밝기 평균값의 블록을 선택한다. 선택된 블록을 다시 네 개로 분할하여 미리 설정한 임계값까지 연산을 반복한다. 쿼드트리 방식은 여러 가지 입력 영상에 따라 적응적으로 안개 탐지를 할 수 있다는 장점은 있지만, 안개제거의 물리적 모델에서 대기강도(A)는 major issue가 아니므로 큰 연산량을 가질 필요가 없다.
- [0009] 영상 연무 제거 관련 특허로서 특허문헌 1의 그래픽 프로세서를 이용한 병렬연산 기반 연무 제거 고속화 방법과 특허문헌 2의 영상 연무 제거 장치 및 영상 연무 제거 방법이 알려져 있고, 그리고 본 출원인이 기출원한 특허문헌 3의 세부 강조를 이용한 기계학습 기반의 단일 영상 안개 제거 시스템 및 방법이 있지만, 상기 특허문헌 3은 연무제거에 사용되는 필터 사용을 최소화하여 연무제거를 효과적으로 수행하는 연산량이 적은 연무제거 방법을 제시하였지만, 연무 양에 따라 연무 제거를 적응적으로 수행할 수 없는 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0011] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1887043호(2018.08.09. 공고) 그래픽 프로세서를 이용한 병렬연산 기반 연무 제거 고속화 방법
- (특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제10-2300531호(2021.09.09. 공고) 영상 연무 제거 장치 및 영상 연무 제거 방법
- (특허문헌 0003) 대한민국 특허출원번호 제10-2022-0020876호(2022.02.17. 출원) 세부 강조를 이용한 기계학습 기반의 단일 영상 안개 제거 시스템 및 방법
- (특허문헌 0004) 대한민국 특허출원번호 제10-2021-0072338호(2021.06.03. 출원) 단일 스케일 영상 융합에 기반한 자동 안개 제거 시스템 및 방법
- (특허문헌 0005) 대한민국 특허출원번호 제10-2021-0120425호(2021.09.09. 출원) 기계 학습에 기반한 자동 안개 제거 시스템
- (특허문헌 0006) 대한민국 특허출원번호 제10-2021-0028757호(2021.03.04. 출원) 흐릿함 정도 평가기 및 이를 이용한 안개 밀도 추정 방법

비특허문헌

- [0012] (비특허문헌 0001) Qingsong Zhu, Jiaming Mai, Ling Shao, "A Fast Single Image Haze Removal Algorithm Using Color Attenuation Prior", IEEE Transactions on Image Processing (2015), Vol. 24, pp. 3522-3533.

(비특허문헌 0002) K He, J Sun, X Tang 등, "Single Image Haze Removal Using Dark Channel Prior" IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence(2011), pp. 2341-2353.

(비특허문헌 0003) J. H. Kim, J. Y. Sim, and C. S. Kim, "Single image dehazing based on contrast enhancement" in Proc of the 2011 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (2011), pp. 1273-1276.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 흐릿함 농도 평가기를 이용하여 입력 영상에 대해 8*8 영상을 분할하여 국부적으로 흐릿함 농도 값을 추정하여 추정된 값에 대해 불연속을 방지하고자 보간을 적용할 뿐만 아니라, 불연속의 문제점을 확실히 방지하고자 보간이 적용된 흐릿함 농도 값에 3*3 저역 통과 필터를 적용하여 패치간의 불연속을 완화하고, 상 전체에 대한 연무제거 결과와 영상 패치 처리 결과를 혼합하여 연무제거를 효과적으로 수행하도록 하기 위한 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 시스템 및 국부적 연무 제거 방법을 제공하기 위한 것이다.
- [0014] 또한, 본 발명은 본 출원인이 기출원한 특허문헌 4의 단일 스케일 영상 융합에 기반한 자동 안개 제거 시스템 및 방법과 특허문헌 5의 기계 학습에 기반한 자동 안개 제거 시스템의 단점을 개선하고, 연무 제거를 국부적으로 수행함으로써 가시성이 좋은 영상을 얻을 수 있도록 하기 위한 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 시스템 및 국부적 연무 제거 방법을 제공하기 위한 것이다.
- [0015] 그러나 본 발명의 목적들은 상기에 언급된 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0017] 상기의 목적을 달성하기 위해 본 발명의 실시예에 따른 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 시스템은, 영상 분할 처리와 영상 전체 처리에 대해 혼합을 함으로써 연무 영상이지만 흐릿함 농도 값이 0.8811 이하여서 연무가 없다고 가정하여 연무 제거를 하지 않는 단점을 보완하는 혼합 모듈(300); 및 연무 제거를 거치게 되면 영상의 휘도가 다소 낮아지므로, 휘도가 낮아진 영상에 대해 dynamic range를 확장시켜 영상의 화질을 개선시키는 적응형 색조 리맵핑을 수행하는 적응형 색조 리맵핑 모듈(400); 을 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0018] 이때, 적응형 색조 리맵핑 모듈(400)이 혼합 영상에 대해서 색 공간 변환 ($RGB \rightarrow YCbCr$), 밝기 채널에 화질 개선, 밝기 채널의 향상에 따른 색차 강조, 색 공간 변환 ($YCbCr \rightarrow RGB$) 과정으로 이루어지는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0019] 또한, 혼합 과정에서는 보간이 적용된 패치의 크기가 영상 분할 처리 결과와 영상 전체 처리 결과에 동일하게 적용이 되고, 같은 위치의 연무가 제거된 영상을 혼합하여 결과를 추출하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0020] 상기의 목적을 달성하기 위해 본 발명의 실시예에 따른 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 방법은, 혼합 모듈(300)이 영상 분할 처리와 영상 전체 처리에 대해 혼합을 함으로써 연무 영상이지만 흐릿함 농도 값이 0.8811 이하여서 연무가 없다고 가정하여 연무 제거를 하지 않는 단점을 보완하는 제 1 단계; 및 적응형 색조 리맵핑 모듈(400)이 연무 제거를 거치게 되면 영상의 휘도가 다소 낮아지므로, 휘도가 낮아진 영상에 대해 dynamic range를 확장시켜 영상의 화질을 개선시키는 적응형 색조 리맵핑을 수행하는 제 2 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0021] 이때, 상기 제 2 단계는, 적응형 색조 리맵핑 모듈(400)이 혼합 영상에 대해서 색 공간 변환 ($RGB \rightarrow YCbCr$), 밝기 채널에 화질 개선, 밝기 채널의 향상에 따른 색차 강조, 색 공간 변환 ($YCbCr \rightarrow RGB$) 과정으로 이루어지는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 혼합 과정에서는 보간이 적용된 패치의 크기가 영상 분할 처리 결과와 영상 전체 처리 결과에 동일하게 적용이 되고, 같은 위치의 연무가 제거된 영상을 혼합하여 결과를 추출하는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명의 실시예에 따른 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 시스템 및 국부적 연무 제거 방법은, 연무의 특성상 입력영상에 균일하게 분포하지 않으므로 연무 제거시 영역별로 달리해야 할 필요가 있으므로, 영역별로 흐릿함 농도 값을 추정하여 각 영역에 연무 농도에 맞게 연무 제거를 수행하고, 영역별로 연무 제거 시 발생할 수 있는 불연속을 막기 위해 보간 방법과 깊이맵에 저역 통과 필터를 적용함으로써 불연속을 방지하도록 하는 효과를 제공한다.
- [0025] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 시스템 및 국부적 연무 제거 방법은, 할 수 있는 효과를 제공한다.
- [0026] 뿐만 아니라, 본 발명의 다른 실시예에 따른 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 시스템 및 국부적 연무 제거 방법은, 영역별로 연무 제거를 수행한 결과와 영상 전체에 대해 연무를 제거한 경우, 각 영상의 장점이 다르므로, 혼합 과정을 통해 각 영상의 장점만 담으므로 연무가 고르지 못한 환경에서 효과적인 연무 제거를 수행할 수 있는 효과를 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명 실시 예에 따른 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 시스템(1)(도 1a) 및 국부적 연무 제거 방법(도 1b)을 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명 실시 예에 따른 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 방법에서 8*8 영상 분할 단계(S100)를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명 실시 예에 따른 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 방법에서 흐릿함 농도 값 추정 단계(200)를 나타내는 도면이다
- 도 4는 본 발명 실시 예에 따른 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 방법에서 영상 분할 처리 모듈(100)이 입력 영상의 깊이 맵에 입력 영상의 흐릿함 농도 값을 기반으로 한 가중치가 적용된 깊이 맵을 생성한 것을 나타낸다.
- 도 5는 본 발명 실시 예에 따른 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 방법에서 영상 분할 처리 모듈(100)이 흐릿함 농도 값을 기반으로 깊이 맵에 적용할 가중치를 구하는 선형 그래프를 나타낸 것이다(단계:400 및 900)
- 도 6은 본 발명 실시 예에 따른 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 방법에서 영상 분할 처리 모듈(100)에 의한 8*8 깊이 맵과 보간 적용 후 깊이 맵, 그리고 저역 통과 필터 적용 후 깊이 맵을 나타낸 도면이다.
- 도 7은 본 발명 실시 예에 따른 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 방법에서 사용되는 4배 보간을 위한 필터 계수를 나타낸 도면이다.
- 도 8은 본 발명 실시 예에 따른 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 방법에서 보간 방법이 불연속 방지에 효과있는 것을 보여주는 예시이다.
- 도 9는 본 발명 실시 예에 따른 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 방법에서 단계(S400, S500, S600)에 대한 흐름을 나타낸 것이다.
- 도 10은 본 발명 실시 예에 따른 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 방법에서 혼합 과정(S1200)을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 11은 본 발명 실시 예에 따른 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 방법에서 도 10의 보충 설명 도면이다

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예의 상세한 설명은 첨부된 도면들을 참조하여 설명할 것이다. 하기에 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.

- [0030] 본 명세서에 있어서는 어느 하나의 구성요소가 다른 구성요소로 데이터 또는 신호를 '전송'하는 경우에는 구성요소는 다른 구성요소로 직접 상기 데이터 또는 신호를 전송할 수 있고, 적어도 하나의 또 다른 구성요소를 통하여 데이터 또는 신호를 다른 구성요소로 전송할 수 있음을 의미한다.
- [0032] 도 1은 본 발명 실시 예에 따른 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 시스템(1)(도 1a) 및 국부적 연무 제거 방법(도 1b)을 나타내는 도면이다. 도 1a를 참조하면, 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 시스템(1)은 영상 분할 처리 모듈(100), 영상 전체 처리 모듈(200), 혼합 모듈(300) 및 적응형 색조 리맵핑 모듈(400)을 포함할 수 있다.
- [0033] 다음으로, 도 1b를 참조하면, 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 방법은 크게 두 단계로 분류할 수 있으며, 첫 번째는 영상 분할 처리 단계(S10), 두 번째는 영상 전체 처리 단계(S20)이다. 영상 분할 처리단계(S10)에서는 8*8 영상분할 단계(S100), 흐릿함 농도 값 추정 단계(S200), 보간(interpolation) 적용 단계(S300), 가중치 계산 단계(S400), 깊이 맵(depth map) 추정 단계(S500), 저역 통과 필터 적용 단계(S600), 각 패치 연무 제거 단계(S700)로 구성되며, 영상 전체(frame) 처리 단계(S20)는 흐릿함 농도 값 추정 단계(S800), 가중치 계산 단계(S900), 깊이 맵 추정 단계(S1000), 연무 제거 단계(S1100)로 구성된다. 마지막으로 영상 분할 처리 단계 결과와 영상 전체 처리 단계의 결과를 혼합하는 단계(S1200)와 적응형 색조 리맵핑 단계(S1300)로 마무리된다.
- [0034] 이러한 과정을 통해 본 발명의 기능은 영상처리 분야에서 많이 활용되는 연무 제거 방법에 대한 기술을 제공하며, 비전 기반 플랫폼 및 기기들은 실외환경에서 악천후의 연무 상태를 직면할 수 있으므로 연무 제거 기능이 필수적으로 필요할 수 있다.
- [0036] 본 발명의 구체적인 실시예로, 카메라로 연무가 포함된 영상이 획득된다면 안개 제거 방법은 다음과 같을 수 있다.
- [0037] 첫 번째로, 8*8 영상 분할(S100)에 대해서 살펴본다.
- [0038] 도 2는 8*8 영상 분할 단계(S100)를 나타내는 도면이다. 도 2와 같이 영상 분할 처리 모듈(100)은 연무가 포함된 입력 영상에 대해 8*8패치로 분할한다. 영상 분할 처리 모듈(100)은 입력 영상 크기가 480*480(width*height)이라면, 패치의 크기는 (width/8)*(height/8)로 구할 수 있다. 영상 분할 처리 모듈(100)은 만약 정수가 아니라면 반올림하여 정수로 맞출 수 있다.
- [0040] 두 번째로, 흐릿함 농도 값 추정(S200)에 대해서 살펴본다.
- [0041] 도 3은 흐릿함 농도 값 추정 단계(200)를 나타내는 도면이다. 도 3을 참조하면, 영상 분할 처리 모듈(100)은 8*8 패치로 나누어진 영역에 대해 본 출원인이 기출원한 특허문헌 6의 흐릿함 농도 평가기를 이용하여 흐릿함 농도 값을 각각 계산한다. 8*8패치로 나누어진 영역의 흐릿함 농도 값을 이용하여 연무 제거를 할 시, 인접한 영역과의 흐릿함 농도 값의 차이가 클 수 있으므로 불연속이 발생할 확률이 크다.
- [0042] 보다 구체적으로, 영상 분할 처리 모듈(100)은 단계(S100)에서 8*8 영상으로 분할한 후 각 영역에 대해 특허문헌 6의 흐릿함 농도 평가기를 이용하여 흐릿함 농도 값을 추출한다. 영상 분할 처리 모듈(100)은 흐릿함 농도 평가 값의 범위는 0~1이며, 0.8811보다 높으면 연무가 있다고 가정한다. 그리고 0.8811~0.9344 사이의 값은 연무의 양이 적은 단계와 중간 단계를 의미하며 영상 분할 처리 모듈(100)은 도 3과 같이 녹색으로 표시할 수 있다. 반면에 0.9344보다 높은 값은 연무가 많은 단계를 의미하며 영상 분할 처리 모듈(100)은 빨간색으로 표시할 수 있다. 도 3을 통해 한 영상에 대해 국부적으로 연무의 농도가 각기 다른 것을 확인할 수 있다.
- [0044] 세 번째로, 보간(Interpolation) 적용(S300)에 대해서 살펴본다.
- [0045] 도 7은 4배 보간을 위한 필터 계수를 나타낸 도면이다.
- [0046] 영상 분할 처리 모듈(100)은 8*8 영역에 대한 흐릿함 농도 값에 대해 4배 보간을 적용한다. 4배 보간을 위해서 도 7의 필터 계수를 이용한다. 보간을 적용하게 되면, 인접한 흐릿함 농도 값의 편차를 줄일 수 있으므로, 불연속을 방지할 수 있다. 보간에 대한 이해는 도 8에 나타낸 바와 같다.
- [0047] 도 8은 보간 방법이 불연속 방지에 효과 있는 것을 보여주는 예시이다.
- [0048] 도 8을 참조하면, 보간에 대해 이해하기 쉽게 2*2 영역을 표시하며, 2*2에 대해 4배 보간을 하면 5*5 영역으로 확장된다. 주황색인 0.9420과 오렌지색인 0.9366의 차이를 보간을 통해 점진적으로 줄이는 것을 오른쪽 그림을

통해 확인할 수 있다.

[0050] 네 번째로, 가중치 계산(S400)에 대해서 살펴본다.

[0051] 도 5는 영상 분할 처리 모듈(100)이 흐릿함 농도 값을 기반으로 깊이 맵에 적용할 가중치를 구하는 선형 그래프를 나타낸 것이다(단계: 400 및 900). 0.8811은 연무 유무에 대한 임계값이며, 0.9344는 짙은 연무와 그 아래 열린 연무 및 중간 연무에 대한 임계값을 의미한다. 도 4의 입력 영상의 경우 흐릿함 농도 값이 0.9280이며, 도 5의 선형 그래프에 따라 가중치는 0.88이 나온다. 가중치의 값은 깊이 맵에 곱해주어, 연무 농도에 맞게 깊이 맵을 조정한다.

[0052] 보다 구체적으로, 영상 분할 처리 모듈(100)은 보간이 적용된 영역별 흐릿함 농도 값을 통해 도 5의 선형 그래프를 이용하여 아래 수학적 식 2에 의해 가중치(w)를 계산한다.

[0053] [수학적 식 2]

$$w = \begin{cases} 0 & x < Th_1 \\ \frac{1}{Th_2 - Th_1}(x - Th_1) & Th_1 \leq x \leq Th_2 \\ 1 & x > Th_2 \end{cases}$$

[0054]

[0055] x 는 영역별 입력 영상의 흐릿함 농도 값이고, Th_1 은 연무 유무 임계값(0.8811)이고, Th_2 는 짙은 연무 임계값이고, w 는 깊이 맵에 적용할 가중치이다.

[0057] 다섯 번째로, 깊이 맵 추정(S500)에 대해서 살펴본다.

[0058] 도 4는 영상 분할 처리 모듈(100)이 입력 영상의 깊이 맵에 입력 영상의 흐릿함 농도 값을 기반으로 한 가중치가 적용된 깊이 맵을 생성한 것을 나타낸다.

[0059] 도 4와 같이 영상 분할 처리 모듈(100)은 흐릿함 농도 값을 이용하여 가중치를 생성하고, 가중치를 깊이 맵에 적용할 수 있다.

[0060] 보다 구체적으로, 본 발명에서 제안하는 방법은 기출원된 방법을 통해 연무제거 진행하며, 깊이 맵 추정은 하기의 수학적 식을 통해 진행된다. θ_1 , θ_2 , θ_3 는 기계학습으로 추정된 매개변수이며, v 는 입력 영상의 밝기, s 는 입력 영상의 채도이다. 그리고 앞서 구했던 깊이 맵 가중치를 수학적 식 3에 적용하면 아래 수학적 식 4와 같다. 여기서 가중치(w)가 0이면 깊이 맵(d)이 0이 된다. 그럼 아래 수학적 식 5를 통해 전달량(t)은 1이 되며, 최종적으로 아래 수학적 식 6을 통해 입력 영상 I^c 가 출력된다(I^c 는 입력 영상의 RGB 채널). 가중치가 적용된 깊이 맵은 영상 분할 처리 모듈(100)이 도 4에 나타낸 바와 같이 표시할 수 있다.

[0061] [수학적 식 3]

$$d = \theta_0 + (\theta_1 \cdot v) + (\theta_2 \cdot s)$$

[0062]

[0063] [수학적 식 4]

$$d = (\theta_0 + (\theta_1 \cdot v) + (\theta_2 \cdot s)) * w$$

[0064]

[0065] [수학적 식 5]

$$t = e^{-B \cdot d}$$

[0066]

[0067] [수학적 식 6]

$$J = \frac{I^c - A(1-t)}{t}$$

[0068]

[0070] 여섯 번째로, 저역 통과 필터 적용(S600)에 대해서 살펴본다.

[0071] 가중치가 적용된 깊이 맵에는 영역간의 불연속이 남아있을 수 있다. 그래서 5*5 필터의 저역 통과 필터를 깊이 맵에 적용함으로써 영역간의 불연속을 방지한다. 이와 관련된 내용은 도 6에 나타낸 바와 같다.

[0072] 도 6은 영상 분할 처리 모듈(100)에 의한 8*8 깊이 맵과 보간 적용 후 깊이 맵, 그리고 저역 통과 필터 적용 후

깊이 맵을 나타낸 도면이다.

- [0073] 도 6을 참조하면, 8*8 깊이 맵의 경우 지역간(패치)의 불연속이 뚜렷하므로 8*8 깊이 맵으로 연무 제거 시, 결과 영상에서 지역간 불연속성이 나타나는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 8*8 깊이 맵에 4배 보간을 적용하여 지역간의 불연속성을 완화하였다. 더불어 지역간의 불연속을 더 완화하고자 보간 적용 후 깊이 맵에 5*5 저역 통과 필터를 적용하여 지역간의 깊이맵을 부드럽게 만들 수 있다. 도 6의 저역 통과 필터 적용 후 깊이 맵을 통해 국부적으로 연무 제거를 수행할 수 있으며 지역간의 불연속도 막을 수 있다.
- [0075] 한편, 도 9는 단계(S400, S500, S600)에 대한 흐름을 나타낸 것이다.
- [0076] 도 9를 참조하면, 보간이 적용된 영역별 입력은 도 5에서 계산된 가중치를 깊이 맵에 적용하고 영역 간의 깊이 맵의 불연속을 방지하고자 5*5 저역통과 필터를 통해 보정한다. 보정된 깊이 맵을 통해 전달 맵을 생성하고, 전달 맵을 통해 최종적으로 연무 제거를 한다. 도 9의 연무 제거 방법은 본 출원인이 기 출원한 특허문헌 3의 세부 강조를 이용한 기계학습 기반의 단일 영상 안개 제거 방법으로 진행하며, 빨간색 네모박스를 제외한 검은 박스는 기출원된 방식과 동일하다.
- [0078] 일곱 번째로, 영역별 연무 제거(S700)에 대해서 살펴본다.
- [0079] 영상 분할 처리 모듈(100)은 저역 통과 필터를 통해 보정된 깊이 맵을 이용하여 연무 제거를 수행한다. 연무 제거 방식은 본 출원인이 기출원한 특허문헌 3의 세부 강조를 이용한 기계학습 기반의 단일 영상 안개 제거 방법으로 수행한다.
- [0081] 여덟 번째로, 영상 전체 처리에 대한 실시 예로 상술한 과정(S100) 내지 과정(S700)은 영상 분할 처리 단계에 해당하며, 영상 전체 처리 모듈(200)은 상술한 영상 전체 처리 또한 흐릿함 농도 값 추정, 가중치 계산, 깊이 맵 추정, 연무제거 방식을 동일하게 적용한다.
- [0083] 아홉 번째로, 혼합 과정(S1200)에 대해서 살펴본다.
- [0084] 도 10은 혼합 과정(S1200)을 설명하기 위한 도면이다. 도 10을 참조하면, 흐릿함 농도 값이 0.8665인 입력 영상은 0.8811 임계값보다 낮은 값이기 때문에 깊이 맵 가중치가 0이 되고, 연무 제거를 수행하지 않고 입력 영상이 그대로 출력된다. 하지만, 제안하는 방법에서는 혼합 모듈(300)이 영상 분할 처리와 영상 전체 처리에 대해 혼합을 함으로써 연무 영상이지만 흐릿함 농도 값이 0.8811 이하여서 연무가 없다고 가정하여 연무 제거를 하지 않는 단점을 보완한다. 혼합 과정에서는 보간이 적용된 패치의 크기가 영상 분할 처리 결과와 영상 전체 처리 결과에 동일하게 적용이 되고, 같은 위치의 연무가 제거된 영상을 혼합하여 단계(S1200)의 결과를 추출한다. 혼합 수식은 뒤에 자세히 설명한다.
- [0085] 보다 구체적으로, 혼합 과정(S1200)은 영상 분할 처리 단계에서의 연무 제거된 영상과 영상 전체 처리 단계에서의 연무 제거된 영상과 혼합하는 과정이다. 이는 도 10에 나타난 것처럼 혼합 모듈(300)은 일치하는 영역간에 아래 수학적 식을 통해 혼합 모듈(300)이 혼합 과정을 수행한다.
- [0086] [수학적 식 7]
- [0087]
$$result = \begin{cases} local(i) \times L_1 + frame(i) \times G_1 & , local_hde(i) < frame_hde \\ local(i) \times L_2 + frame(i) \times G_2 & , local_hde(i) > frame_hde \end{cases}$$
- [0089] local은 영역 분할 처리 단계에서의 연무 제거된 영상이며, frame은 영상 전체 처리 단계에서 연무 제거된 영상이다. i는 도 10의 빨간색 네모박스처럼 일치하는 영역을 나타낸 것이다. local_hde는 보간이 적용된 흐릿함 농도 값이며, frame_hde는 영상 전체 처리 단계에서 계산된 흐릿함 농도 값을 의미한다. G_1 , G_2 는 영상 전체 처리 단계에서 구해진 연무 제거 결과의 혼합 가중치를 뜻하며, $G_1 = 1$, $G_2 = 0$ 이다. L_1 , L_2 는 영상 분할 처리 단계에서 구해진 영역별 연무 제거 결과의 혼합 가중치를 뜻하고, $L_1 = 0$, $L_2 = 1$ 이다.
- [0090] 즉, 영역별 흐릿함 농도 값(local_hde)이 전체 흐릿함 농도 값(frame_hde)보다 작을 경우에는 영상 전체 처리 단계에서 연무가 제거된 영상을 가져간다. 반대로 영역별 흐릿함 농도 값(local_hde)이 전체 흐릿함 농도 값(frame_hde)보다 클 경우에는 영상 분할 처리 단계에서 연무가 제거된 영상을 가져온다.
- [0091] 일반적으로 연무는 입력 영상에서 골고루 퍼져 있지 않은 경우가 많다(예시 도 3). 하지만 제안하는 방법을 통해 국부적으로 흐릿함 농도 값을 추정하여 연무 제거를 할 경우 효과적으로 연무 제거를 수행할 수 있다(예시 도 11). 또한 영역별 연무 제거에서 발생할 수 있는 불연속을 막기 위해 혼합 모듈(300)은 보간 방법과 저역 통

과 방법을 사용하는 것이 바람직하다.

[0092] 참고로, 도 11은 본 발명 실시 예에 따른 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 방법에서 도 10을 보충 설명하기 위한 도면이다. 기존의 자동 연무 제거 시스템들은 입력 영상의 흐릿함 농도 값이 0.8665로 연무 임계값인 0.8811보다 낮으므로 연무가 없다고 가정하여 입력 영상을 그대로 출력할 것이다. 하지만 본 발명에서는 단계 700에서 패치별로 흐릿함 농도 값을 추정함으로써 빨간색 패치의 흐릿함 농도 값이 0.8984로 0.8811보다 크므로 연무가 있다고 판단하여 연무 제거를 수행하고 이를 혼합과정을 거쳐 가시적으로 우수한 연무 제거 영상을 얻을 수 있다. 따라서 본 발명은 기존의 자동연무 제거 시스템의 단점인 입력 영상에 연무가 있지만 흐릿함 농도 값이 0.8811보다 낮으면 연무 제거를 하지 않는 것을 보완한 방법이다. 도 10의 빨간색 네모박스는 영역별 연무 제거 방법에서의 영역을 의미하고 파란색 네모박스는 영상 전체에 대한 연무 제거 방법에서의 단계 700과 동일한 영역을 의미한다.

[0094] 열 번째로, 적응형 색조 리맵핑(S1300)에 대해서 살펴본다.

[0095] 연무 제거를 거치게 되면 영상의 휘도가 다소 낮아질 수 있다. 적응형 색조 리맵핑은 휘도가 낮아진 영상에 대해 dynamic range를 확장시켜 영상의 화질을 개선시킨다.

[0096] 적응형 색조 리맵핑(S1300)은 적응형 색조 리맵핑 모듈(400)에 의해 색 공간 변환 ($RGB \rightarrow YCbCr$), 밝기 채널에 화질 개선, 밝기 채널의 향상에 따른 색차 강조, 색 공간 변환 ($YCbCr \rightarrow RGB$) 과정으로 이루어질 수 있으며, 이하 각 과정에 대해서 살펴본다.

[0097] 1. 색 공간 변환 ($RGB \rightarrow YCbCr$)

[0098] 색 공간을 변환하기 위해서 세부 강조 부분에서 소개했던 수식을 사용하면 된다. 그런데 여기서 표준 $YCbCr$ 4:4:4 대신에 $YCbCr$ 4:2:2를 사용한다. 그래서 색 공간을 변환한 후 밝기 채널(L)과 색차 채널(Chrominance channel)(C)을 얻는다.

[0099] 2. 밝기 채널에 화질 개선

[0100] 개선된 밝기(EL)를 적응형 색조 리맵핑 모듈(400)이 아래 수학적 식 8을 통해 산출할 수 있다.

[0101] [수학적 식 8]

[0102]
$$EL = L + G_L W_L$$

[0103] 여기서 EL 은 개선된 밝기이고, G_L 은 밝기 계수이다. 그리고 입력 밝기의 히스토그램을 사용하여 CDF(cumulative distribution function)를 계산한 후 ALP(adaptive limit point)를 구한다. G_L 은 ALP에 따른 비선형 거듭제곱 함수이고, W_L 은 사용자 설정 파라미터에 의한 선형 함수이다.

[0105] 3. 밝기 채널의 향상에 따른 색차 강조

[0106] 밝기 채널의 향상에 따른 강조된 색차(EC)는 아래 수학적 식 9를 통해 적응형 색조 리맵핑 모듈(400)이 산출할 수 있다.

[0107] [수학적 식 9]

[0108]
$$EC = C + G_C W_C + 128$$

[0109] 여기서 EC 는 강조된 색차이고, G_C 는 색차 계수이고 W_C 는 적응적인 색차 가중치이다. G_C 를 입력 색차(C)와 밝기 향상 정도(EL/L)의 곱으로 정의하였다. W_C 는 세부 강조 부분에서 소개한 가중치와 비슷하게 piecewise linear 함수로 설계하였다.

[0110] 4. 색 공간 변환 ($YCbCr \rightarrow RGB$)

[0111] 디스플레이 장치에 출력하기 위해서 적응형 색조 리맵핑 모듈(400)은 RGB 색 공간으로 바꾼다.

[0113] 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 기록 장치를 포함한다.

- [0114] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다.
- [0115] 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론될 수 있다.
- [0117] 이상과 같이, 본 명세서와 도면에는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 개시하였으며, 비록 특정 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 발명의 이해를 돕기 위한 일반적인 의미에서 사용된 것이지, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예 외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

부호의 설명

- [0119] 1 : 흐릿함 농도 평가기를 이용한 국부적 연무 제거 시스템

100 : 영상 분할 처리 모듈

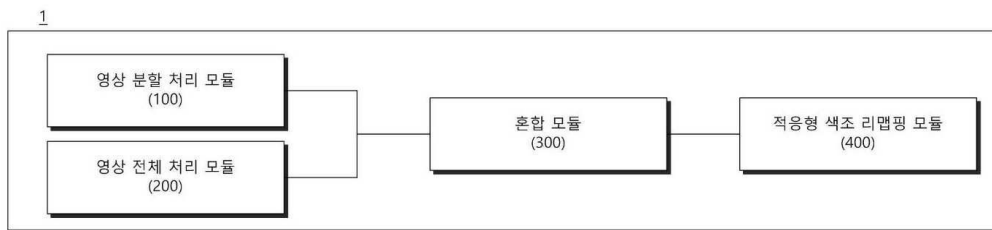
200 : 영상 전체 처리 모듈

300 : 혼합 모듈

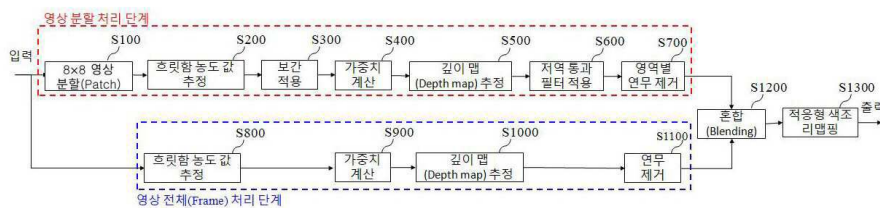
400 : 적응형 색조 리맵핑 모듈

도면

도면1

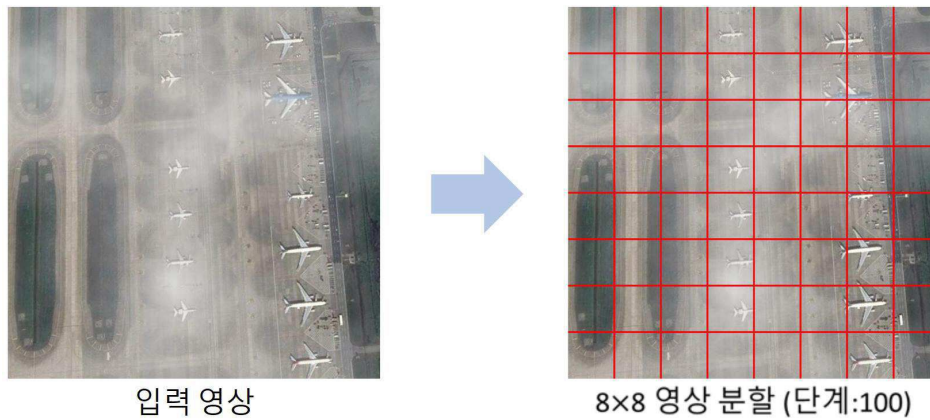


(a)

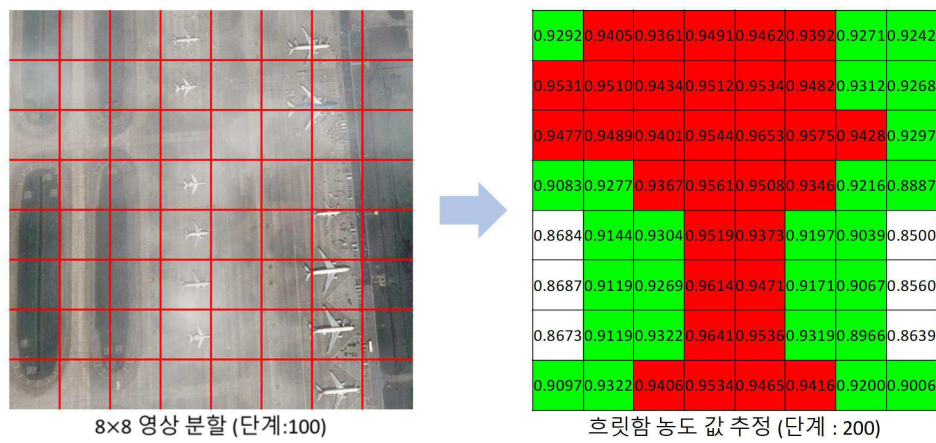


(b)

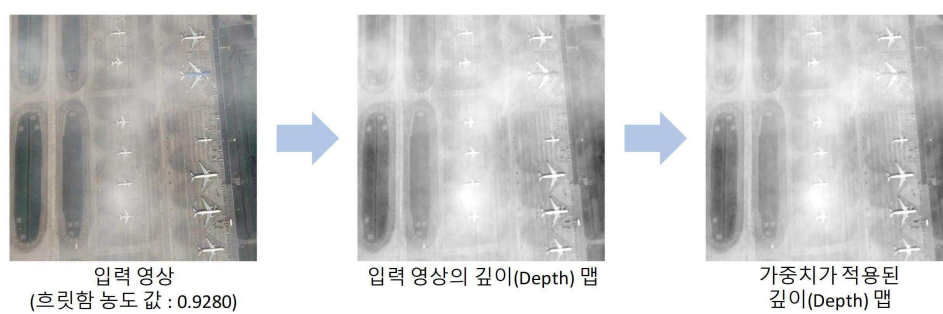
도면2



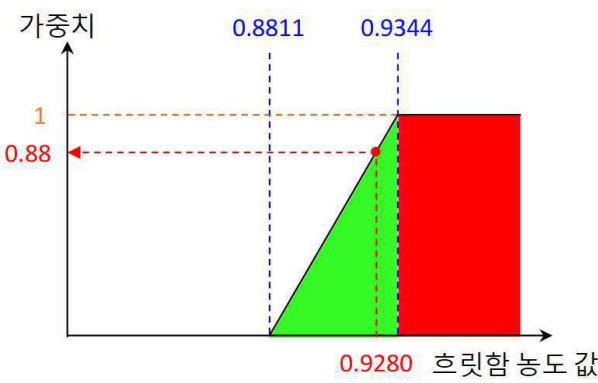
도면3



도면4



도면5



도면6



도면7

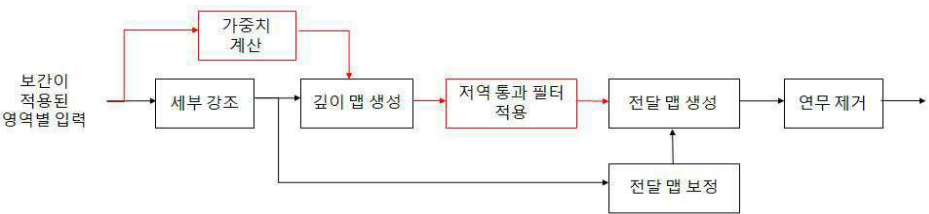
1	2	3	4	3	2	1
2	4	6	8	6	4	2
3	6	9	12	9	6	3
4	8	12	16	12	8	4
3	6	9	12	9	6	3
2	4	6	8	6	4	2
1	2	3	4	3	2	1

/16

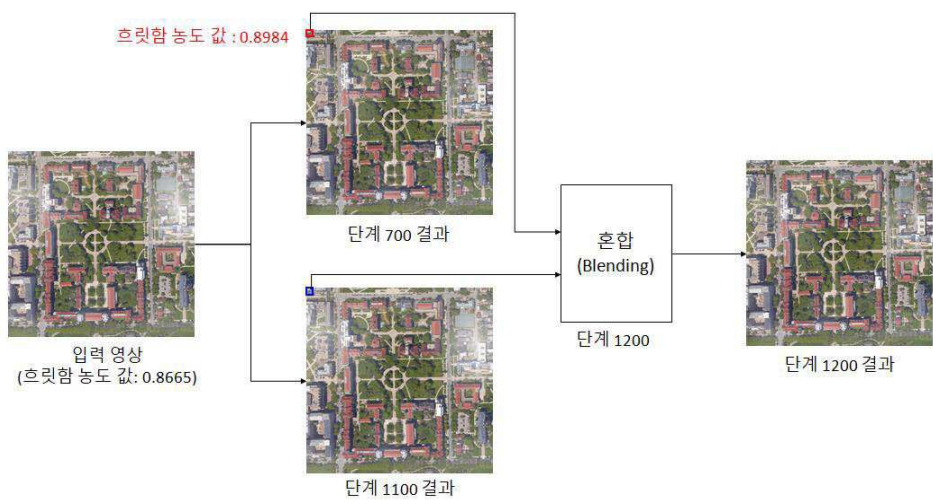
도면8



도면9



도면10



도면11

