(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년01월20일
(11) 등록번호 10-2205708
(24) 등록일자 2021년01월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 5/00 (2019.01) *G06N 3/04* (2006.01)
G06N 3/08 (2006.01) *G06T 5/20* (2006.01)
G06T 7/10 (2021.01)
(52) CPC특허분류
G06T 5/002 (2013.01)
G06N 3/0454 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0114476
(22) 출원일자 2019년09월18일
심사청구일자 2019년09월18일
(56) 선행기술조사문헌
Ruoteng Li ET AL:"Heavy Rain Image Restoration: Integrating Physics Model and Conditional Adversarial Learning", IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) 2019(2019.06.18.) 1부.*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
임묘택
서울특별시 노원구 섬밭로 229
김동환
서울특별시 동작구 성대로16길 22
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이기성

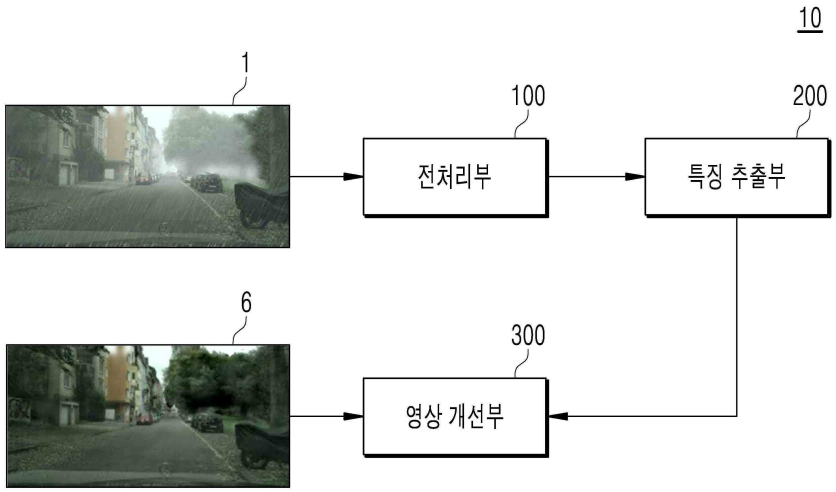
전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 김광식

(54) 발명의 명칭 **인공지능 기반의 폭우제거 영상 제공장치 및 그 동작 방법**

(57) 요 약

본 출원의 일 실시예에 따르는 폭우제거 영상 제공장치는, 단일 프레임에 대한 필터링을 통해 고주파영역 이미지와 저주파영역 이미지를 획득하는 전처리부, 상기 고주파영역 이미지를 학습한 신경망을 통해 추출되는 제1 레이어정보와 상기 저주파영역 이미지를 학습한 상기 신경망을 통해 추출되는 제2 레이어정보를 상기 신경망을 통해 딥러닝하여, 특징 정보를 추출하는 특징 추출부 및 상기 단일 프레임, 상기 고주파영역 이미지 및 상기 특징 정보를 상기 신경망을 통해 딥러닝하여 폭우개선 이미지를 출력하고, 상기 신경망에 따라 추정된 투과도 맵을 이용하는 물리적 모델링을 통해 상기 폭우개선 이미지에 대한 클린 이미지를 출력하는 영상 개선부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06N 3/08 (2013.01)
G06T 5/20 (2013.01)
G06T 7/10 (2021.01)
G06T 2207/20081 (2013.01)
G06T 2207/20084 (2013.01)
(72) 발명자
강태구
세종특별자치시 도움3로 160 가재마을4단지 세종센트레빌 412-2402

김동원
인천광역시 미추홀구 문화로 45, 104-1101(관교동, 풍림아파트)

공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

단일 프레임에 대한 필터링을 통해 고주파영역 이미지와 저주파영역 이미지를 획득하는 전처리부;

상기 고주파영역 이미지를 학습한 신경망을 통해 추출되는 제1 레이어정보와 상기 저주파영역 이미지를 학습한 상기 신경망을 통해 추출되는 제2 레이어정보를 상기 신경망을 통해 딥러닝하여, 특징 정보를 추출하는 특징 추출부; 및

상기 단일 프레임, 상기 고주파영역 이미지 및 상기 특징 정보를 상기 신경망을 통해 딥러닝하여 폭우개선 이미지를 출력하고, 상기 신경망에 따라 추정된 투과도 맵을 이용하는 물리적 모델링을 통해 상기 폭우개선 이미지에 대한 클린 이미지를 출력하는 영상 개선부를 포함하고,

상기 신경망은 한쌍의 인코더와 한쌍의 디코더가 서로 대칭 스킵 연결(Symmetric skip connection) 구조로 형성된 합성곱 신경망(Convolution Neural Network)이며,

상기 특징 추출부는,

상기 고주파영역 이미지를 상기 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 상기 합성곱 신경망의 하나의 인코더로부터 제1 레이어정보를 추출하는 고주파영역 특징 추출부;

상기 저주파영역 이미지를 상기 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 상기 합성곱 신경망의 다른 하나의 인코더로부터 제2 레이어정보를 추출하는 저주파영역 특징 추출부; 및

상기 제1 및 제2 레이어정보를 합성곱 신경망을 통해 딥러닝하여, 특징 정보를 추출하는 특징 선정부를 포함하는, 폭우제거 영상 제공장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전처리부는, 상기 단일 프레임을 입력받고, 상기 단일 프레임에 대한 로우패스 필터링을 통해 상기 저주파영역 이미지를 획득하는 필터부; 및

상기 단일 프레임과 상기 저주파영역 이미지 사이의 차이에 기초하여, 상기 단일 프레임으로부터 상기 고주파영역 이미지를 분리하는 분리부를 포함하는, 폭우제거 영상 제공장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 로우패스 필터링은, 가이디드 필터(Guided filter)를 이용하는, 폭우제거 영상 제공장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 레이어정보는, 상기 하나의 인코더에 대응되는 컨볼루션 레이어의 뉴런정보와 가중치정보를 포함하고,

상기 제2 레이어정보는, 상기 다른 하나의 인코더에 대응되는 컨볼루션 레이어의 뉴런정보와 가중치정보를 포함

하는, 폭우제거 영상 제공장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 단일 프레임, 상기 고주파영역 이미지 및 상기 특징 정보를 상기 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 상기 합성곱 신경망의 하나의 디코더를 통해 폭우개선 이미지를 출력하는 이미지 개선부;

상기 저주파영역 이미지 및 상기 특징 정보를 상기 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 상기 합성곱 신경망의 다른 하나의 디코더를 통해 투과도 맵을 출력하는 투과도 맵 생성부; 및

상기 투과도 맵을 이용하는 물리적 모델링을 통해 상기 폭우개선 이미지(4)에 대한 안개 영역을 제거하여, 클린 이미지를 출력하는 안개이미지 개선부를 포함하는, 폭우제거 영상 제공장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 클린 이미지는 상기 물리적 모델링인 다음의 식(1)을 통해 추정되고,

$$J(x) = \frac{I(x) - A}{t(x)} + A$$

여기서, 식(1)은 이고, 이때, J(x)는 클린 이미지(6)이고, T(x)는 투과도 맵이며, I(x)는 폭우개선 이미지(4)이고, A는 단일 프레임(1)의 상위 0.01%의 밝기 평균값인, 폭우제거 영상 제공장치.

청구항 9

폭우제거 영상 제공장치의 동작 방법으로서,

전처리부가 단일 프레임에 대한 필터링을 통해 고주파영역 이미지와 저주파영역 이미지를 획득하는 단계;

특징 추출부가 상기 고주파영역 이미지를 학습한 신경망을 통해 추출되는 제1 레이어정보와 상기 저주파영역 이미지를 학습한 상기 신경망을 통해 추출되는 제2 레이어정보를 상기 신경망을 통해 딥러닝하여, 특징 정보를 추출하는 단계; 및

영상 개선부가 상기 단일 프레임, 상기 고주파영역 이미지 및 상기 특징 정보를 상기 신경망을 통해 딥러닝하여 폭우개선 이미지를 출력하고, 상기 신경망을 통해 추정된 투과도 맵을 이용하는 물리적 모델링을 통해 상기 폭우개선 이미지에 대한 클린 이미지를 출력하는 단계를 포함하고,

상기 신경망은 한쌍의 인코더와 한쌍의 디코더가 서로 대칭 스킵 연결(Symmetric skip connection) 구조로 형성된 합성곱 신경망(Convolution Neural Network)이며,

상기 특징 정보를 추출하는 단계는, 상기 특징 추출부가 상기 고주파영역 이미지를 상기 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 상기 신경망의 하나의 인코더로부터 제1 레이어정보를 추출하는 단계;

상기 저주파영역 이미지를 상기 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 상기 신경망의 다른 하나의 인코더로부터 제2 레이어정보를 추출하는 단계; 및

상기 제1 및 제2 레이어정보를 상기 신경망을 통해 딥러닝하여, 상기 특징 정보를 추출하는 단계를 포함하는, 폭우제거 영상 제공장치의 동작 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 고주파영역 이미지와 상기 저주파영역 이미지를 획득하는 단계는, 상기 전처리부가 상기 단일 프레임을 입력받고, 상기 단일 프레임에 대한 로우패스 필터링을 통해 상기 저주파영역 이미지를 획득하는 단계; 및

상기 단일 프레임과 상기 저주파영역 이미지 사이의 차이에 기초하여, 상기 단일 프레임으로부터 상기 고주파영역 이미지를 분리하는 단계를 포함하는, 폭우제거 영상 제공장치의 동작 방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 클린 이미지를 출력하는 단계는, 상기 영상 개선부가 상기 단일 프레임, 상기 고주파영역 이미지 및 상기 특징 정보를 상기 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 상기 신경망의 하나의 디코더를 통해 폭우개선 이미지를 출력하는 단계;

상기 저주파영역 이미지 및 상기 특징 정보를 상기 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 상기 신경망의 다른 하나의 디코더를 통해 투과도 맵을 출력하는 단계; 및

상기 투과도 맵을 이용하는 물리적 모델링을 통해 상기 폭우개선 이미지에 대한 안개 영역을 제거하여, 상기 클린 이미지를 출력하는 단계를 포함하는, 폭우제거 영상 제공장치의 동작 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 클린 이미지는, 상기 물리적 모델링인 다음의 식(1)을 통해 추정되고,

여기서, 식(1)은 $J(x) = \frac{I(x) - A}{t(x)} + A$ 이고, 이때, J(x)는 클린 이미지(6)이고, T(x)는 투과도 맵이며, I(x)는 폭우개선 이미지(4)이고, A는 단일 프레임(1)의 상위 0.01%의 밝기 평균값인, 폭우제거 영상 제공장치의 동작 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 인공지능 기반의 폭우제거 영상 제공장치에 관한 것으로, 구체적으로, 단일 이미지에서 폭우에 따른 빗줄기와 안개를 제거할 수 있는 인공지능 기반의 폭우제거 영상 제공장치 및 그 동작 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근, 인공지능과 컴퓨터 비전 기술이 대두되며, 자율주행 자동차를 위한 카메라 기반 다양한 물체 인식 알고리즘들이 개발되고 있다. 대부분의 자율주행 자동차를 위한 물체 인식 연구들은 충분한 조도와 노이즈 없는 날씨와 같은 좋은 환경을 가정하고 개발되고 있다.

[0003] 그러나, 실제 도로 상황에서는 좋은 날씨만 존재하는 것이 아니라, 비와 안개와 같이 카메라에 입력되는 영상을 저하시키는 날씨 환경이 존재한다. 비와 안개가 존재하는 날씨 상황에서는 비와 안개가 물체를 가리거나, 불투명하게 만들어 물체 인식 알고리즘의 성능을 떨어뜨리는 역할을 하게 된다.

[0004] 따라서, 기존 연구들에서 제안된 물체 인식 알고리즘들이 제대로 동작되기 위해서는 비와 안개에 의해 저하되는 입력 영상을 개선하는 알고리즘이 필요하다. 본 출원에서는, 비와 안개가 함께 존재하는 폭우 상황에서, 빗줄기와 안개로 인해 저하된 영상을 개선하여 기존 카메라 기반 ADAS 시스템을 잘 동작시키기 위한 폭우제거 영상 제공장치를 제공한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 출원의 목적은, 폭우에 따른 단일 프레임의 빗줄기 영역과 안개 영역을 제거하여, 보다 선명한 이미지와 영

상을 제공할 수 있는 인공지능 기반의 폭우제거 영상 제공장치 및 그 동작 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 출원의 일 실시예에 따르는 폭우제거 영상 제공장치는, 단일 프레임에 대한 필터링을 통해 고주파영역 이미지와 저주파영역 이미지를 획득하는 전처리부, 상기 고주파영역 이미지를 학습한 신경망을 통해 추출되는 제1 레이어정보와 상기 저주파영역 이미지를 학습한 상기 신경망을 통해 추출되는 제2 레이어정보를 상기 신경망을 통해 딥러닝하여, 특징 정보를 추출하는 특징 추출부 및 상기 단일 프레임, 상기 고주파영역 이미지 및 상기 특징 정보를 상기 신경망을 통해 딥러닝하여 폭우개선 이미지를 출력하고, 상기 신경망에 따라 추정된 투과도 맵을 이용하는 물리적 모델링을 통해 상기 폭우개선 이미지에 대한 클린 이미지를 출력하는 영상 개선부를 포함한다.

[0007] 실시예에 있어서, 상기 전처리부는, 상기 단일 프레임을 입력받고, 상기 단일 프레임에 대한 로우패스 필터링을 통해 상기 저주파영역 이미지를 획득하는 필터부 및 상기 단일 프레임과 상기 저주파영역 이미지 사이의 차이에 기초하여, 상기 단일 프레임으로부터 상기 고주파영역 이미지를 분리하는 분리부를 포함한다.

[0008] 실시예에 있어서, 상기 로우패스 필터링은, 가이디드 필터(Guided filter)를 이용한다.

[0009] 실시예에 있어서, 상기 신경망은 한쌍의 인코더와 한쌍의 디코더가 서로 대칭 스킵 연결(Symmetric skip connection) 구조로 형성된 합성곱 신경망(Convolution Neural Network)이다.

[0010] 실시예에 있어서, 상기 고주파영역 이미지를 상기 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 상기 합성곱 신경망의 하나의 인코더로부터 제1 레이어정보를 추출하는 고주파영역 특징 추출부, 상기 저주파영역 이미지를 상기 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 상기 합성곱 신경망의 다른 하나의 인코더로부터 제2 레이어정보를 추출하는 저주파영역 특징 추출부 및 상기 제1 및 제2 레이어정보를 합성곱 신경망을 통해 딥러닝하여, 특징 정보를 추출하는 특징 선정부를 포함한다.

[0011] 실시예에 있어서, 상기 제1 레이어정보는, 상기 하나의 인코더에 대응되는 컨볼루션 레이어의 뉴런정보와 가중치정보를 포함하고, 상기 제2 레이어정보는, 상기 다른 하나의 인코더에 대응되는 컨볼루션 레이어의 뉴런정보와 가중치정보를 포함한다.

[0012] 실시예에 있어서, 상기 단일 프레임, 상기 고주파영역 이미지 및 상기 특징 정보를 상기 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 상기 합성곱 신경망의 하나의 디코더를 통해 폭우개선 이미지를 출력하는 이미지 개선부, 상기 저주파영역 이미지 및 상기 특징 정보를 상기 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 상기 합성곱 신경망의 다른 하나의 디코더를 통해 투과도 맵을 출력하는 투과도 맵 생성부 및 상기 투과도 맵을 이용하는 물리적 모델링을 통해 상기 폭우개선 이미지에 대한 안개 영역을 제거하여, 클린 이미지를 출력하는 안개이미지 개선부를 포함한다.

[0013] 실시예에 있어서, 상기 클린 이미지는 상기 물리적 모델링인 다음의 식(1)을 통해 추정되고,

[0014] 여기서, 식(1)은 $$J(x) = \frac{I(x) - A}{t(x)} + A$$ 이고, 이때, J(x)는 클린 이미지(6)이고, T(x)는 투과도 맵이며, I(x)는 폭우개선 이미지(4)이고, A는 단일 프레임(1)의 상위 0.01%의 밝기 평균값이다.

[0015] 본 출원의 일 실시예에 따른 폭우제거 영상 제공장치의 동작 방법으로서, 전처리부가 단일 프레임에 대한 필터링을 통해 고주파영역 이미지와 저주파영역 이미지를 획득하는 단계, 특징 추출부가 상기 고주파영역 이미지를 학습한 신경망을 통해 추출되는 제1 레이어정보와 상기 저주파영역 이미지를 학습한 상기 신경망을 통해 추출되는 제2 레이어정보를 상기 신경망을 통해 딥러닝하여, 특징 정보를 추출하는 단계 및 영상 개선부가 상기 단일 프레임, 상기 고주파영역 이미지 및 상기 특징 정보를 상기 신경망을 통해 딥러닝하여 폭우개선 이미지를 출력하고, 상기 신경망을 통해 추정된 투과도 맵을 이용하는 물리적 모델링을 통해 상기 폭우개선 이미지에 대한 클린 이미지를 출력하는 단계를 포함한다.

[0016] 실시예에 있어서, 상기 고주파영역 이미지와 상기 저주파영역 이미지를 획득하는 단계는, 상기 전처리부가 상기 단일 프레임을 입력받고, 상기 단일 프레임에 대한 로우패스 필터링을 통해 상기 저주파영역 이미지를 획득하는 단계 및 상기 단일 프레임과 상기 저주파영역 이미지 사이의 차이에 기초하여, 상기 단일 프레임으로부터 상기 고주파영역 이미지를 분리하는 단계를 포함한다.

[0017] 실시예에 있어서, 상기 신경망은 한쌍의 인코더와 한쌍의 디코더가 서로 대칭 스킵 연결(Symmetric skip

connection) 구조로 형성된 합성곱 신경망(Convolution Neural Network)이다.

[0018] 실시예에 있어서, 상기 특징 정보를 추출하는 단계는, 상기 특징 추출부가 상기 고주파영역 이미지를 상기 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 상기 신경망의 하나의 인코더로부터 제1 레이어정보를 추출하는 단계, 상기 저주파영역 이미지를 상기 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 상기 신경망의 다른 하나의 인코더로부터 제2 레이어정보를 추출하는 단계 및 상기 제1 및 제2 레이어정보를 상기 신경망을 통해 딥러닝하여, 상기 특징 정보를 추출하는 단계를 포함한다.

[0019] 실시예에 있어서, 상기 클린 이미지를 출력하는 단계는, 상기 영상 개선부가 상기 단일 프레임, 상기 고주파영역 이미지 및 상기 특징 정보를 상기 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 상기 신경망의 하나의 디코더를 통해 폭우개선 이미지를 출력하는 단계, 상기 저주파영역 이미지 및 상기 특징 정보를 상기 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 상기 신경망의 다른 하나의 디코더를 통해 투과도 맵을 출력하는 단계 및 상기 투과도 맵을 이용하는 물리적 모델링을 통해 상기 폭우개선 이미지에 대한 안개 영역을 제거하여, 상기 클린 이미지를 출력하는 단계를 포함한다.

[0020] 실시예에 있어서, 상기 클린 이미지는, 상기 물리적 모델링인 다음의 식(1)을 통해 추정되고,

[0021] 여기서, 식(1)은 $$J(x)=\frac{I(x)-A}{t(x)}+A$$ 이고, 이때, J(x)는 클린 이미지(6)이고, T(x)는 투과도 맵이며, I(x)는 폭우개선 이미지(4)이고, A는 단일 프레임(1)의 상위 0.01%의 밝기 평균값이다.

발명의 효과

[0022] 본 출원의 실시 예에 따른 배경 이미지 복원장치 및 그 동작 방법은, 폭우에 따라 발생하는 빗줄기와 안개를 단일 프레임에서 용이하게 제거하여 보다 선명한 이미지와 영상을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 출원의 실시예에 따른 폭우제거 영상 제공장치의 블록도이다.

도 2는 도 1의 폭우제거 영상 제공장치의 동작 예를 나타낸다.

도 3은 도 1의 전처리부를 구체적으로 보여주는 블록도이다.

도 4는 도 1의 특징 추출부를 구체적으로 보여주는 블록도이다.

도 5는 도 1의 영상 개선부를 구체적으로 보여주는 블록도이다.

도 6은 도 1의 폭우제거 영상 제공장치에 대한 동작 프로세스이다.

도 7은 도 1의 전처리부에 대한 동작 프로세스이다.

도 8은 도 1의 특징 추출부에 대한 동작 프로세스이다.

도 9는 도 1의 영상 개선부에 대한 동작 프로세스이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 명세서에 개시되어 있는 본 출원의 개념에 따른 실시 예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 출원의 개념에 따른 실시 예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 출원의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 형태들로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시 예들에 한정되지 않는다.

[0025] 본 출원의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시 예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 출원의 개념에 따른 실시 예들을 특정한 개시 형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 출원의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0026] 제1 또는 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 출원의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1구성요소는 제2구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2구성요소는 제1구성요소로도 명명될 수 있다.

[0027] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0028] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 출원을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0029] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 출원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0030] 도 1은 본 출원의 실시예에 따른 폭우제거 영상 제공장치(10)의 블록도이고, 도 2는 도 1의 폭우제거 영상 제공장치(10)의 동작 예를 나타낸다.

[0031] 도 1과 도 2를 참조하면, 폭우제거 영상 제공장치(10)는 전처리부(100), 특징 추출부(200) 및 영상 개선부(300)를 포함할 수 있다.

[0032] 먼저, 전처리부(100)는 단일 프레임(1)으로부터 필터링을 통해 저주파영역 이미지(2)와 고주파영역 이미지(3)를 획득할 수 있다.

[0033] 구체적으로, 전처리부(100)는 차량의 전방 카메라(11)로부터 단일 프레임(1)을 제공받을 수 있다. 그런 다음, 전처리부(100)는 단일 프레임(1)에 대한 로우패스 필터링을 통해 저주파영역 이미지(2)를 획득할 수 있다. 이때, 전처리부(100)는 단일 프레임(1)에서 저주파영역 이미지(2)를 중복제거 필터링하여 고주파영역 이미지(3)를 획득할 수 있다.

[0034] 다음으로, 특징 추출부(200)는 고주파영역 이미지(3)를 학습한 신경망을 통해 제1 레이어정보를 추출할 수 있다. 또한, 특징 추출부(200)는 저주파영역 이미지(2)를 학습한 상기 신경망을 통해 제2 레이어정보를 추출할 수 있다. 이때, 특징 추출부(200)는 제1 및 제2 레이어정보를 상기 신경망을 통해 딥러닝하여, 특징 정보를 추출할 수 있다. 여기서, 딥러닝이라 함은 신경망에서 비지도 학습하는 과정을 의미할 수 있다.

[0035] 도 2에 도시된 바와 같이, 신경망은 한쌍의 인코더와 한쌍의 디코더가 서로 대칭 스킵 연결(Symmetric skip connection) 구조로 형성된 합성곱 신경망(Convolution Neural Network)일 수 있다.

[0036] 다음으로, 영상 개선부(300)는 단일 프레임(1), 고주파영역 이미지(3) 및 특징 정보를 상기 신경망을 통해 딥러닝하여 폭우개선 이미지(4)를 출력할 수 있다. 여기서, 폭우개선 이미지(4)는 단일 프레임(1)에서 빗줄기 영역이 제거된 이미지일 수 있다.

[0037] 이때, 영상 개선부(300)는 상기 신경망에 따라 추정된 투과도 맵(5)을 이용하는 물리적 모델링을 통해 상기 폭우개선 이미지(4)에서 안개 영역이 제거된 클린 이미지(6)를 출력할 수 있다. 여기서, 물리적 모델링은 투과도 맵(5), 폭우개선 이미지(4) 및 폭우개선 이미지(4)의 일정상위의 밝기 평균값에 기초하여, 클린 이미지(6)를 출력하는 알고리즘일 수 있다.

[0038] 본 출원의 실시예에 따른 폭우제거 영상 제공장치(10)는 단일 프레임으로부터 전처리부(100)를 통해 획득한 저주파영역 이미지(2)와 고주파영역 이미지(3)에 대하여, 특징 추출부(200)를 통해 신경망 기반의 특징 정보를 추출할 수 있다.

[0039] 이때, 폭우제거 영상 제공장치(10)는 영상 개선부(300)를 통해 단일 프레임(1), 고주파영역 이미지(3) 및 특징 정보를 딥러닝하여, 폭우개선 이미지(4)를 생성하는 동시에, 폭우개선 이미지(4)에 대한 안개형상을 제거함으로써, 폭우에 따라 발생하는 빗줄기와 안개를 단일 프레임에서 용이하게 제거하여 보다 선명한 이미지를 제공할

수 있다.

[0040] 도 3은 도 1의 전처리부(100)를 구체적으로 보여주는 블록도이다.

[0041] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 전처리부(100)는 필터부(110) 및 분리부(120)를 포함할 수 있다.

[0042] 먼저, 필터부(110)는 단일 프레임(1)을 입력받고, 단일 프레임(1)에 대한 로우패스 필터링을 통해 저주파영역 이미지를 필터링할 수 있다. 여기서, 로우패스 필터링은 단일 프레임(1)에 가이디드 필터(Guided filter)를 적용하여 저주파영역 이미지(2)를 획득하는 과정을 의미할 수 있다. 이때, 가이디드 필터(Guided filter)는 Radius 15로 설정될 수 있다.

[0043] 다음으로, 분리부(120)는 단일 프레임(1)과 저주파영역 이미지(2) 사이의 차이에 기초하여, 단일 프레임(1)으로부터 고주파영역 이미지(3)를 분리할 수 있다. 즉, 분리부(120)는 단일 프레임(1)에서 저주파영역 이미지(2)를 필터링하여 고주파영역 이미지(3)를 분리할 수 있다.

[0044] 도 4는 도 1의 특징 추출부(200)를 구체적으로 보여주는 블록도이다.

[0045] 도 1, 도 2 및 도 4를 참조하면, 특징 추출부(200)는 고주파영역 특징 추출부(210), 저주파영역 특징 추출부(220) 및 특징 선정부(230)를 포함할 수 있다.

[0046] 먼저, 고주파영역 특징 추출부(210)는 전처리부(100)를 통해 고주파영역 이미지(3)를 전송받을 수 있다. 이때, 고주파영역 특징 추출부(210)는 고주파영역 이미지(3)를 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 합성곱 신경망의 하나의 인코더로부터 제1 레이어정보를 추출할 수 있다. 여기서, 제1 레이어정보는 하나의 인코더에 대응되는 컨볼루션 레이어의 뉴런정보와 가중치정보를 포함할 수 있다.

[0047] 즉, 고주파영역 특징 추출부(210)는 전처리부(100)를 통해 전송받는 고주파영역 이미지(3)를 딥러닝하는 신경망을 통해 제1 레이어정보를 추출할 수 있다.

[0048] 다음으로, 저주파영역 특징 추출부(220)는 전처리부(100)를 통해 저주파영역 이미지(2)를 전송받을 수 있다. 이때, 저주파영역 특징 추출부(220)는 저주파영역 이미지(2)를 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 합성곱 신경망의 다른 하나의 인코더로부터 제2 레이어정보를 추출할 수 있다. 여기서, 제2 레이어정보는 다른 하나의 인코더에 대응되는 컨볼루션 레이어의 뉴런정보와 가중치정보를 포함할 수 있다.

[0049] 즉, 저주파영역 특징 추출부(220)는 전처리부(100)를 통해 전송받는 저주파영역 이미지(2)를 딥러닝하는 신경망을 통해 제2 레이어정보를 추출할 수 있다.

[0050] 다음으로, 특징 선정부(230)는 제1 및 제2 레이어정보를 합성곱 신경망을 통해 딥러닝하여, 특징 정보를 추출할 수 있다. 여기서, 특징 정보는 빗줄기에 의해 제거된 영역을 저주파영역 이미지로 복원하기 위한 정보일 수 있다. 그런 다음, 특징 선정부(230)는 특징 정보를 영상 개선부(300)로 전송할 수 있다.

[0051] 이하, 영상 개선부(300)에 대해 보다 구체적으로 설명될 것이다.

[0052] 도 5는 도 1의 영상 개선부(300)를 구체적으로 보여주는 블록도이다.

[0053] 도 1 내지 도 5를 참조하면, 영상 개선부(300)는 이미지 개선부(310), 투과도 맵 생성부(320) 및 안개이미지 개선부(330)를 포함할 수 있다.

[0054] 먼저, 이미지 개선부(310)는 단일 프레임(1), 고주파영역 이미지(3) 및 특징 정보를 전송받을 수 있다. 이때, 이미지 개선부(310)는 단일 프레임(1), 고주파영역 이미지(3) 및 특징 정보를 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 합성곱 신경망의 하나의 디코더를 통해 폭우개선 이미지(4)를 출력할 수 있다.

[0055] 다음으로, 투과도 맵 생성부(320)는 단일 프레임(1), 저주파영역 이미지(2) 및 특징 정보를 전송받을 수 있다. 이때, 투과도 맵 생성부(320)는 단일 프레임(1), 저주파영역 이미지(2) 및 특징 정보를 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 합성곱 신경망의 다른 하나의 디코더를 통해 추정되는 투과도 맵(5)을 출력할 수 있다.

[0056] 다음으로, 안개이미지 개선부(330)는 이미지 개선부(310)를 통해 폭우개선 이미지(4)를 출력받고, 투과도 맵 생성부(320)을 통해 투과도 맵(5)을 출력받을 수 있다. 이때, 안개이미지 개선부(330)는 투과도 맵(5)을 이용하는 물리적 모델링을 통해 상기 폭우개선 이미지(4)에 대한 안개 영역을 제거하여, 클린 이미지(6)를 출력할 수 있다.

[0057] 여기서, 클린 이미지(6)는 단일 프레임(1)으로부터 안개와 빗줄기가 모두 제거된 이미지일 수 있다.

[0058] 실시예에 따른 클린 이미지(6)는 물리적 모델링인 다음의 식(1)을 통해 추정될 수 있다. 여기서, 식(1)은 $J(x) = \frac{I(x) - A}{t(x)} + A$ 이고, 이때, J(x)는 클린 이미지(6)이고, T(x)는 투과도 맵(5)이며, I(x)는 폭우개선 이미지(4)이고, A는 단일 프레임(1)의 상위 0.01%의 밝기 평균값일 수 있다. 본 출원에서, 이미지를 입력받는 동작은 이미지의 픽셀정보를 입력받는 것일 수 있다.

[0059] 도 6은 도 1의 폭우제거 영상 제공장치(10)에 대한 동작 프로세스이다.

[0060] 도 1 내지 도 6을 참조하면, 먼저, S110 단계에서, 전처리부(100)는 단일 프레임(1)에 대한 필터링을 통해 저주파영역 이미지(2)와 고주파영역 이미지(3)를 획득할 수 있다.

[0061] 그런 다음, S120 단계에서, 특징 추출부(200)가 고주파영역 이미지(3)를 학습한 신경망을 통해 추출되는 제1 레이어정보와 저주파영역 이미지(2)를 학습한 신경망을 통해 추출되는 제2 레이어정보를 신경망을 통해 딥러닝하여, 제1 및 제2 레이어정보를 통합하는 특징 정보를 추출할 수 있다.

[0062] 이후, S130 단계에서, 영상 개선부(300)가 단일 프레임(1), 고주파영역 이미지(3) 및 특징 정보를 신경망을 통해 딥러닝하여 폭우개선 이미지를 출력하고, 상기 신경망에 따라 추정된 투과도 맵을 이용하는 물리적 모델링을 통해 클린 이미지(6)를 출력할 수 있다.

[0063] 도 7은 도 1의 전처리부(100)에 대한 동작 프로세스이다.

[0064] 도 1 내지 도 7을 참조하면, S111 단계에서, 전처리부(100)는 단일 프레임(1)을 입력받고, 단일 프레임(1)에 대한 로우패스 필터링을 통해 저주파영역 이미지(2)를 획득할 수 있다.

[0065] 이후, S112 단계에서, 전처리부(100)는 단일 프레임(1)과 저주파영역 이미지(2) 사이의 차이에 기초하여, 단일 프레임(1)으로부터 고주파영역 이미지(3)를 분리할 수 있다.

[0066] 도 8은 도 1의 특징 추출부(200)에 대한 동작 프로세스이다.

[0067] 도 1 내지 도 8을 참조하면, S121 단계에서, 특징 추출부(200)는 고주파영역 이미지(3)를 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 합성곱 신경망의 하나의 인코더로부터 제1 레이어정보를 추출할 수 있다.

[0068] 그런 다음, S122 단계에서, 특징 추출부(200)는 저주파영역 이미지(2)를 성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 합성곱 신경망의 다른 하나의 인코더로부터 제2 레이어정보를 추출할 수 있다.

[0069] 이후, S123 단계에서, 특징 추출부(200)는 제1 및 제2 레이어정보를 합성곱 신경망을 통해 딥러닝하여, 상기 특징 정보를 추출할 수 있다.

[0070] 도 9는 도 1의 영상 개선부(300)에 대한 동작 프로세스이다.

[0071] 도 1 내지 도 9를 참조하면, S131 단계에서, 영상 개선부(300)는 단일 프레임(1), 고주파영역 이미지(3) 및 특징 정보를 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 합성곱 신경망의 하나의 디코더를 통해 폭우개선 이미지(4)를 출력할 수 있다.

[0072] 그런 다음, S132 단계에서, 영상 개선부(300)는 저주파영역 이미지(2) 및 특징 정보를 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 합성곱 신경망의 다른 하나의 디코더를 통해 투과도 맵을 출력할 수 있다.

[0073] 이후, S133 단계에서, 영상 개선부(300)는 투과도 맵을 이용하는 물리적 모델링을 통해 폭우개선 이미지(4)에 대한 안개 영역을 제거하여, 클린 이미지(6)를 출력할 수 있다.

[0074] 전술한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시 예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다.

부호의 설명

[0075] 10: 폭우제거 영상 제공장치

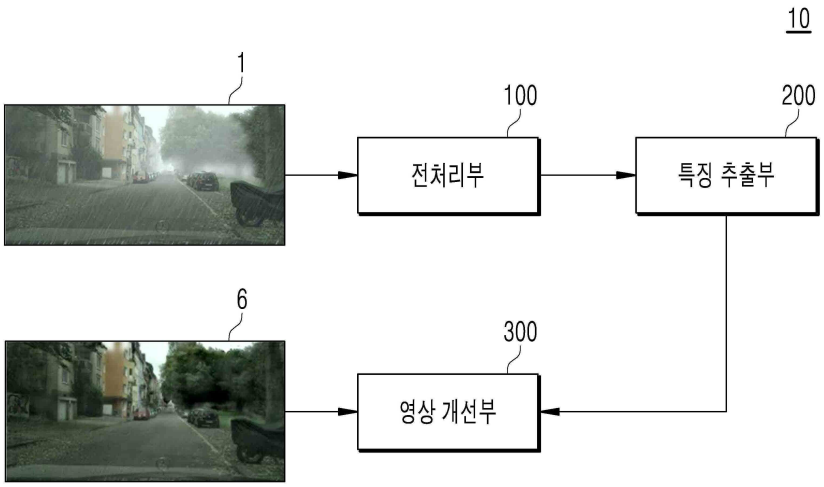
100: 전처리부

200: 특징 추출부

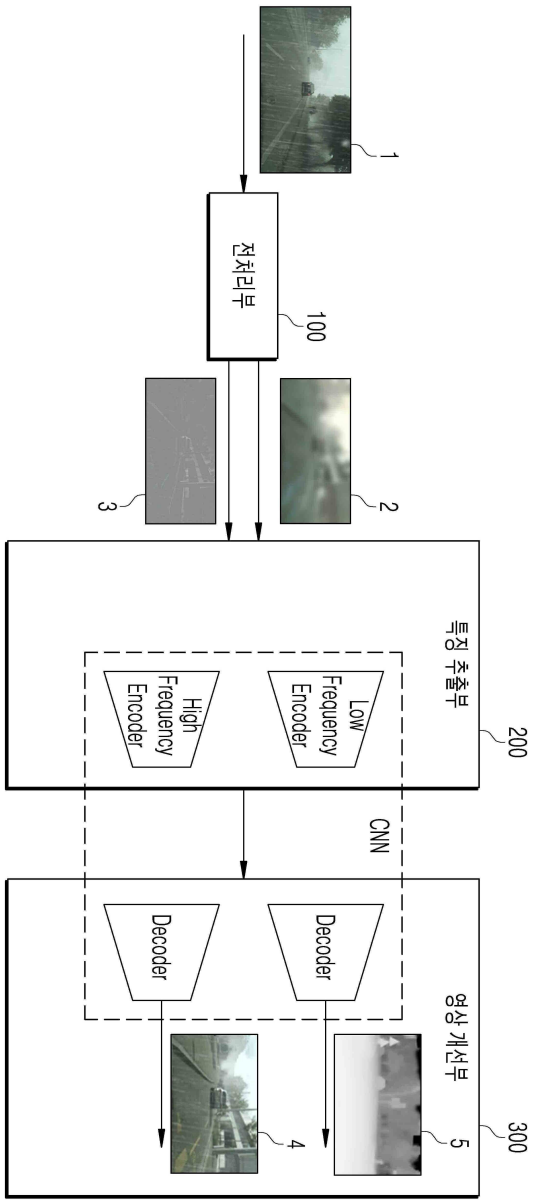
300: 영상 개선부

도면

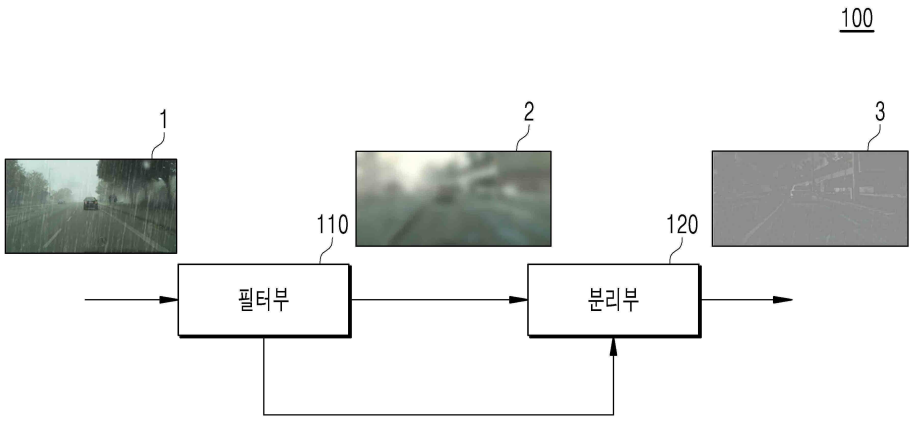
도면1



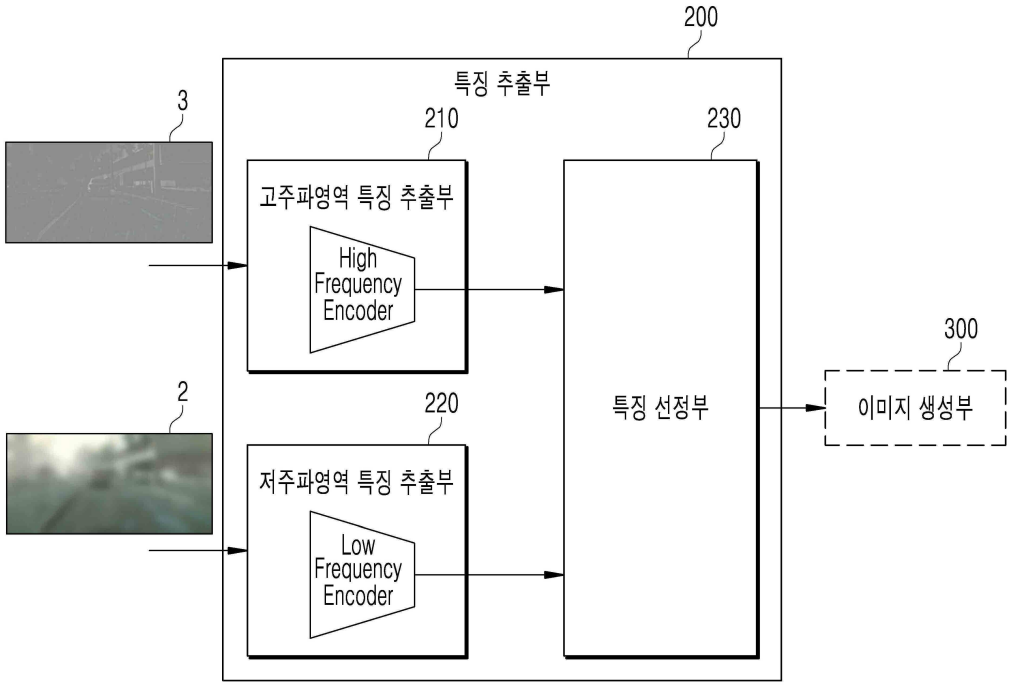
도면2


1
전처리부
100
3
2
특징 추출부
High Frequency Encoder
Low Frequency Encoder
200
CNN
Decoder
Decoder
영상 개선부
4
5
300

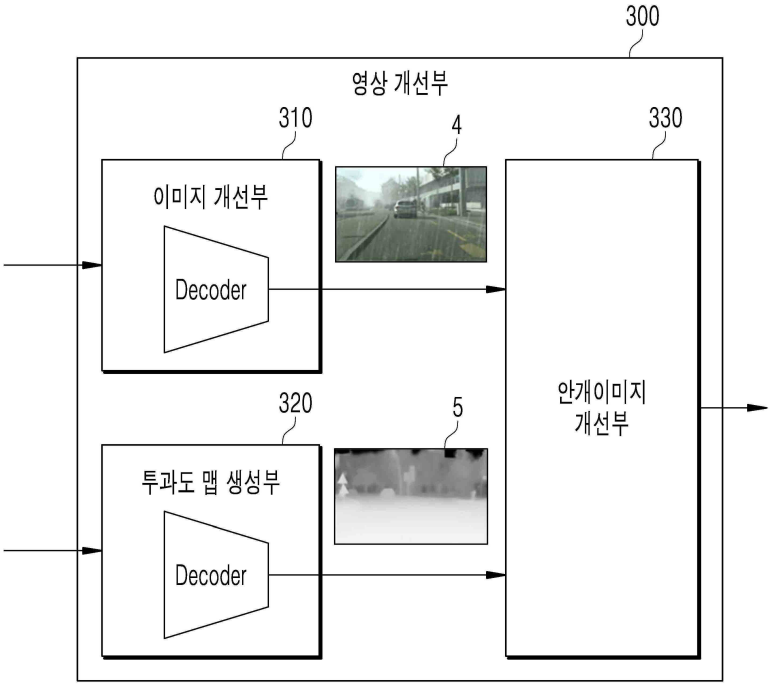
도면3


100
1
2
3
110
120
필터부
분리부

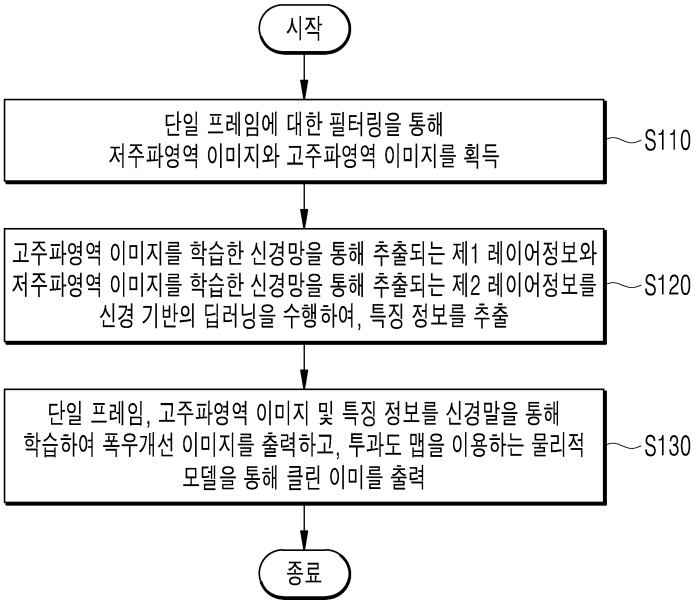
도면4


200
특징 추출부
3
210
230
고주파영역 특징 추출부
High Frequency Encoder
300
2
220
특징 선정부
이미지 생성부
저주파영역 특징 추출부
Low Frequency Encoder

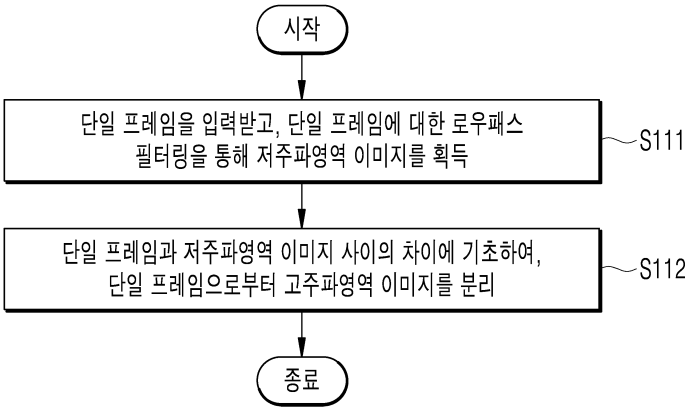
도면5


300
영상 개선부
310
4
330
이미지 개선부
Decoder
안개이미지 개선부
320
5
투과도 맵 생성부
Decoder

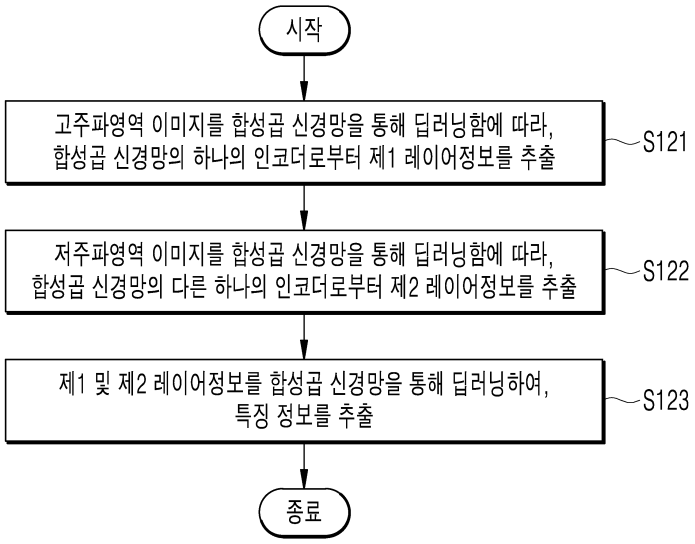
도면6


시작
단일 프레임에 대한 필터링을 통해
저주파영역 이미지와 고주파영역 이미지를 획득
S110
고주파영역 이미지를 학습한 신경망을 통해 추출되는 제1 레이어정보와
저주파영역 이미지를 학습한 신경망을 통해 추출되는 제2 레이어정보를
신경 기반의 딥러닝을 수행하여, 특징 정보를 추출
S120
단일 프레임, 고주파영역 이미지 및 특징 정보를 신경말을 통해
학습하여 폭우개선 이미지를 출력하고, 투과도 맵을 이용하는 물리적
모델을 통해 클린 이미를 출력
S130
종료

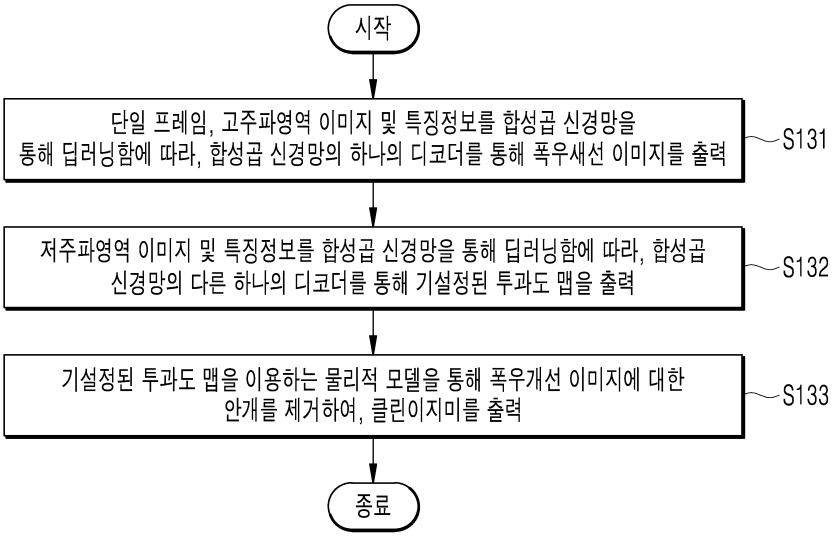
도면7


시작
단일 프레임을 입력받고, 단일 프레임에 대한 로우패스
필터링을 통해 저주파영역 이미지를 획득
S111
단일 프레임과 저주파영역 이미지 사이의 차이에 기초하여,
단일 프레임으로부터 고주파영역 이미지를 분리
S112
종료

도면8


시작
고주파영역 이미지를 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 합성곱 신경망의 하나의 인코더로부터 제1 레이어정보를 추출
S121
저주파영역 이미지를 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 합성곱 신경망의 다른 하나의 인코더로부터 제2 레이어정보를 추출
S122
제1 및 제2 레이어정보를 합성곱 신경망을 통해 딥러닝하여, 특징 정보를 추출
S123
종료

도면9


시작
단일 프레임, 고주파영역 이미지 및 특징정보를 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 합성곱 신경망의 하나의 디코더를 통해 폭우새선 이미지를 출력
S131
저주파영역 이미지 및 특징정보를 합성곱 신경망을 통해 딥러닝함에 따라, 합성곱 신경망의 다른 하나의 디코더를 통해 기설정된 투과도 맵을 출력
S132
기설정된 투과도 맵을 이용하는 물리적 모델을 통해 폭우개선 이미지에 대한 안개를 제거하여, 클린이지미를 출력
S133
종료