



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0175102
(43) 공개일자 2023년12월29일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06V 20/00 (2023.01) G06T 5/20 (2006.01)
G06T 7/11 (2017.01) G06V 10/26 (2022.01)
G06V 10/70 (2022.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
G06V 20/38 (2022.01)
G06T 5/20 (2023.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2023-0058557
(22) 출원일자 2023년05월04일
심사청구일자 2023년05월04일</p> <p>(30) 우선권주장
1020220076456 2022년06월22일 대한민국(KR)</p> | <p>(71) 출원인
포항공과대학교 산학협력단
경상북도 포항시 남구 청암로 77 (지곡동)</p> <p>(72) 발명자
곽수하
경상북도 포항시 남구 청암로 77
손태영
경상북도 포항시 남구 청암로 77
이소현
경상북도 포항시 남구 청암로 77</p> <p>(74) 대리인
리엔목특허법인</p> |
|---|---|

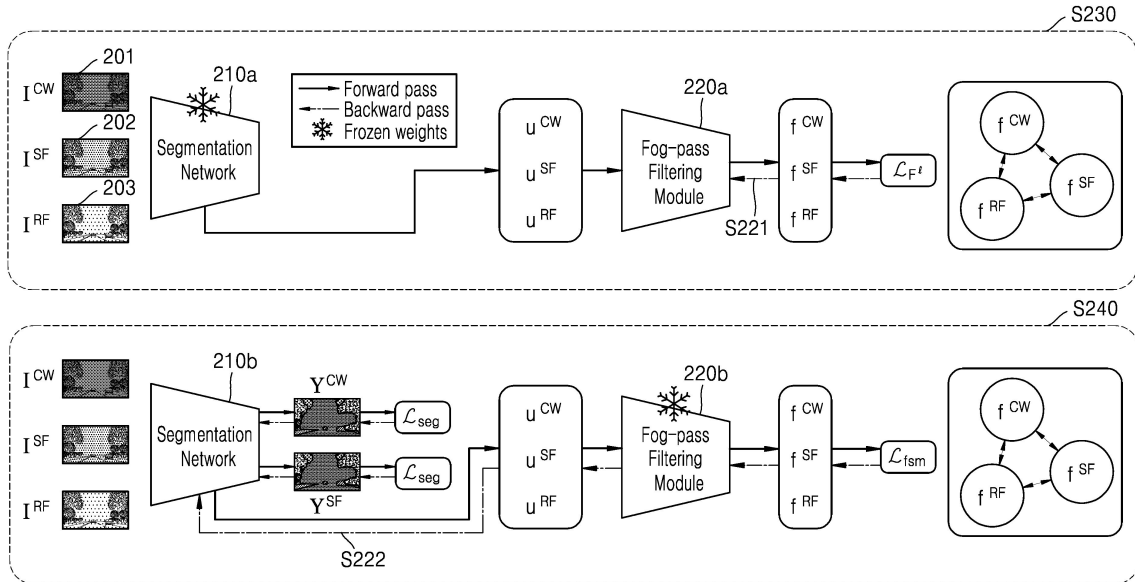
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 안개에 불변하는 특징을 학습하는 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치는 동일한 안개도메인의 안개인자는 가까워지도록, 상이한 안개도메인의 안개인자는 멀어지도록 학습하여 입력영상의 안개 상태를 안개인자로 판별하는 안개통과필터; 및 상이한 안개도메인 간의 안개 스타일 간격이 작아지도록 학습하는 분할네트워크;를 포함하고, 세 개의 안개도메인 데이터셋을 이용하여 상기 안개통과필터의 학습과 상기 분할네트워크의 학습을 번갈아가 수행하는 것을 특징으로 한다.

대표도



(52) CPC특허분류

G06T 7/11 (2017.01)

G06V 10/26 (2023.08)

G06V 10/70 (2023.08)

G06T 2207/20024 (2013.01)

G06T 2207/20081 (2013.01)

G06T 2207/20112 (2013.01)

G06T 2207/30192 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

동일한 안개도메인의 안개인자는 가까워지도록, 상이한 안개도메인의 안개인자는 멀어지도록 학습하여 입력영상의 안개 상태를 안개인자로 판별하는 안개통과필터; 및

상이한 안개도메인 간의 안개 스타일 간격이 작아지도록 학습하는 분할네트워크;를 포함하고,

세 개의 안개도메인 데이터셋을 이용하여 상기 안개통과필터의 학습과 상기 분할네트워크의 학습을 번갈아 수행하는 것을 특징으로 하는 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 세 개의 안개도메인은

맑은 날씨 도메인, 합성안개 도메인 및 실제 안개 도메인을 포함하고, 상기 맑은 날씨 도메인 및 상기 합성안개 도메인은 레이블이 지정되고, 상기 실제 안개 도메인은 레이블이 지정되지 않는 것을 특징으로 하는 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 안개통과필터를 학습할 때에는 상기 분할네트워크의 파라미터를 고정시키고, 상기 분할네트워크를 학습할 때에는 상기 안개통과필터의 파라미터들을 고정시키는 것을 특징으로 하는 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 안개통과필터는 상기 분할네트워크에 연결되고, 상기 분할네트워크의 특징 맵에 대한 그람 행렬을 입력으로 받는 것을 특징으로 하는 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 안개인자는

입력 영상에서 추출한 스타일 정보에서 안개가 끼치는 영향을 실수 벡터로 표현한 값을 나타내고, 상기 입력 영상에서 추출한 스타일 정보는 특징맵의 그람행렬로 표현되는 것을 특징으로 하는 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치.

청구항 6

제 4 항에 있어서, 상기 분할네트워크의 특징 맵에 대한 그람 행렬은

맑은 날씨 도메인의 그람행렬, 합성안개 도메인의 그람행렬 및 실제 안개 도메인의 그람행렬을 포함하는 것을 특징으로 하는 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 분할네트워크는

(맑은날씨 영상, 합성안개 영상) 학습영상쌍에 대해서는

정답과 가까운 예측값을 계산하는 분할손실, 서로 다른 안개 상황에서 취득한 학습영상들의 안개 상태들이 구분이 되지 않도록 계산하는 안개스타일 매칭손실 및 영상인식 정답이 존재하는 학습영상 쌍(pair)에 대하여 서로 유사한 추론값을 도출하도록 계산되는 예측일관성 손실을 기초로 학습하는 것을 특징으로 하는 안개에 불변하는

특징을 학습하는 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 분할네트워크는

(맑은날씨 영상, 실제안개 영상) 학습영상쌍, 그리고 (실제안개 영상, 합성안개 영상) 학습영상쌍에 대해서는

맑은날씨 도메인 또는 합성안개 도메인 중에서 선택된 도메인에 대하여 정답과 가까* 예측값을 계산하는 분할손실과 상기 선택된 도메인에서 취득한 학습영상과 실제안개 도메인에서 취득한 학습영상의 안개 상태들이 구분이 되지 않도록 계산된 안개스타일 매칭손실을 기초로 학습되는 것을 특징으로 하는 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치.

청구항 9

분할네트워크에 연결되고, 상기 분할네트워크의 특징 맵에 대한 그람 행렬을 입력으로 받는 안개통과필터에서 입력영상에 안개가 끼치는 영향을 안개인자로 표현하는 단계;

상기 분할네트워크의 파라미터를 고정시키고 상기 안개통과필터에서 동일한 안개도메인의 안개인자는 가까워지도록, 상이한 안개도메인의 안개인자는 멀어지도록 학습하여 입력영상의 안개 상태를 안개인자로 판별하는 단계; 및

상기 안개통과필터의 파라미터를 고정시키고, 분할네트워크에서 상기 상이한 안개도메인 간의 안개 스타일 간격이 작아지도록 학습하는 단계;를 포함하고,

상기 안개통과필터의 학습과 상기 분할네트워크의 학습은 번갈아 수행되는 것을 특징으로 하는 안개에 불변하는 특징을 학습하는 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 분할네트워크는 세 개의 안개도메인 데이터셋을 이용하는 것을 특징으로 하는 안개에 불변하는 특징을 학습하는 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

입력 영상에서 추출한 스타일 정보는 특징맵의 그람행렬로 표현되고, 상기 안개통과필터에 입력되는 것을 특징으로 하는 안개에 불변하는 특징을 학습하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 그람행렬은

맑은 날씨 도메인의 그람행렬, 합성안개 도메인의 그람행렬 및 실제 안개 도메인의 그람행렬을 포함하는 것을 특징으로 하는 안개에 불변하는 특징을 학습하는 방법.

청구항 13

제 9 항에 있어서, 상기 분할네트워크는

(맑은날씨 영상, 합성안개 영상) 학습영상쌍에 대해서는

정답과 가까운 예측값을 계산하는 분할손실, 서로 다른 안개 상황에서 취득한 학습영상들의 안개 상태들이 구분이 되지 않도록 계산하는 안개스타일 매칭손실 및 영상인식 정답이 존재하는 학습영상 쌍(pair)에 대하여 서로 유사한 추론값을 도출하도록 계산되는 예측일관성 손실을 기초로 학습하는 것을 특징으로 하는 안개에 불변하는 특징을 학습하는 방법.

청구항 14

제 9 항에 있어서, 상기 분할네트워크는

(맑은날씨 영상, 실제안개 영상) 학습영상쌍, 그리고 (실제안개 영상, 합성안개 영상) 학습영상쌍에 대해서는

맑은날씨 도메인 또는 합성안개 도메인 중에서 선택된 도메인에 대하여 정답과 가까* 예측값을 계산하는 분할손실과 상기 선택된 도메인에서 취득한 학습영상과 실제안개 도메인에서 취득한 학습영상의 안개 상태들이 구분이 되지 않도록 계산된 안개스타일 매칭손실을 기초로 학습하는 것을 특징으로 하는 안개에 불변하는 특징을 학습하는 방법.

청구항 15

제 9 항에 있어서, 상기 분할네트워크는

정답과 가까운 예측값을 계산하는 분할손실을 학습하고, 또한 서로 다른 안개 상황에서 취득한 학습영상들의 안개 상태들이 구분이 되지 않도록 계산하는 안개스타일 매칭손실, 영상인식 정답이 존재하는 학습영상 쌍(pair)에 대하여 정답과 가까* 추론값을 도출하도록 계산되는 예측일관성 손실 중 적어도 하나를 더 학습하는 것을 특징으로 하는 안개에 불변하는 특징을 학습하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 안개가 낀 장면을 정교하게 인식하기 위해 안개에 불변하는 특징을 학습하는 방법에 관한 것이다. 본 연구는 삼성미래기술육성사업의 지원을 받아 수행되었음(과제번호: SRFC-IT1801-05).

배경 기술

- [0002] 안개가 낀 영상은 가시성을 심각하게 손상시키므로 안개가 낀 장면을 인식하는 것은 쉽지 않다. 또한 안개가 낀 장면은 특정 조건에서만 촬영할 수 있으므로 수집하는 것이 어렵고, 안개로 인해 가시성이 제한되어 주석을 지정하는 것이 어렵다.
- [0003] 이러한 문제점으로 인해 기존에는 안개가 낀 장면을 인식하기 위하여 주석처리가 된 맑은 날씨 영상들에 대해 안개 효과를 적용한 합성안개 데이터셋을 이용하여 기계학습을 수행하였다.
- [0004] 그러나, 합성안개 데이터셋을 이용하여 신경망을 학습한 경우, 안개 장면에 편향되도록 학습이 되어 맑은 날씨에서 영상 인식이 저하되는 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) KR 10-2021-0171677

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명의 바람직한 일 실시예에서 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치는 분할네트워크에서 입력 영상 내의 안개 상태를 입력 영상의 내용과 무관한 스타일로 간주하도록 학습을 수행한다. 이를 통해 분할네트워크는 입력 영상에서 안개에 불변하는 특징을 학습하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치는 동일한 안개도메인의 안개인자는 가까워지도록, 상이한 안개도메인의 안개인자는 멀어지도록 학습하여 입력영상의 안개 상태를 안개인자로 판별하는 안개통과필터; 및 상이한 안개도메인 간의 안개 스타일 간격이 작아지도록 학습하는 분할네트워크;를 포함하고, 세 개의 안개도메인 데이터셋을 이용하여 상기 안개통과필터의 학습과 상기 분할네트워크의 학습을 번

같이 수행하는 것을 특징으로 한다.

- [0008] 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 상기 세 개의 안개도메인은 맑은 날씨 도메인, 합성안개 도메인 및 실제 안개 도메인을 포함하고, 상기 맑은 날씨 도메인 및 상기 합성안개 도메인은 레이블이 지정되고, 상기 실제 안개 도메인은 레이블이 지정되지 않는 것을 특징으로 한다.
- [0009] 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치는 상기 안개통과필터를 학습할 때에는 상기 분할네트워크의 파라미터를 고정시키고, 상기 분할네트워크를 학습할 때에는 상기 안개통과필터의 파라미터들을 고정시키는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 안개통과필터는 분할네트워크에 연결되고, 상기 분할네트워크의 특징 맵에 대한 그람 행렬을 입력으로 받는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 상기 안개인자는 입력 영상에서 추출한 스타일 정보에서 안개가 끼치는 영향을 실수 벡터로 표현한 값을 나타내고, 상기 입력 영상에서 추출한 스타일 정보는 특징맵의 그람행렬로 표현되는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 분할네트워크의 특징 맵에 대한 그람 행렬은 맑은 날씨 도메인의 그람행렬, 합성안개 도메인의 그람행렬 및 실제 안개 도메인의 그람행렬을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 상기 분할네트워크는 (맑은날씨 영상, 합성안개 영상) 학습영상쌍에 대해서는 정답과 가까운 예측값을 계산하는 분할손실, 서로 다른 안개 상황에서 취득한 학습영상들의 안개 상태들이 구분이 되지 않도록 계산하는 안개스타일 매칭손실 및 영상인식 정답이 존재하는 학습영상 쌍(pair)에 대하여 서로 유사한 추론값을 도출하도록 계산되는 예측일관성 손실을 기초로 학습하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 상기 분할네트워크는 (맑은날씨 영상, 실제안개 영상) 학습영상쌍, 그리고 (실제안개 영상, 합성안개 영상) 학습영상쌍에 대해서는 맑은날씨 도메인 또는 합성안개 도메인 중에서 선택된 도메인에 대하여 정답과 가까운 예측값을 계산하는 분할손실과 상기 선택된 도메인에서 취득한 학습영상과 실제 안개 도메인에서 취득한 학습영상의 안개 상태들이 구분이 되지 않도록 계산된 안개스타일 매칭손실을 기초로 학습되는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명의 또 다른 바람직한 일 실시예로서, 안개에 불변하는 특징을 학습하는 방법은 분할네트워크에 연결되고, 상기 분할네트워크의 특징 맵에 대한 그람 행렬을 입력으로 받는 안개통과필터에서 입력영상에 안개가 끼치는 영향을 안개인자로 표현하는 단계; 상기 분할네트워크의 파라미터를 고정시키고 상기 안개통과필터에서 동일한 안개도메인의 안개인자는 가까워지도록, 상이한 안개도메인의 안개인자는 멀어지도록 학습하여 입력영상의 안개 상태를 안개인자로 판별하는 단계; 및 상기 안개통과필터의 파라미터를 고정시키고, 분할네트워크에서 상기 상이한 안개도메인 간의 안개 스타일 간격이 작아지도록 학습하는 단계;를 포함하고, 상기 안개통과필터의 학습과 상기 분할네트워크의 학습은 빈갈아 수행되는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 상기 분할네트워크는 정답과 가까운 예측값을 계산하는 분할손실을 학습하고, 또한 서로 다른 안개 상황에서 취득한 학습영상들의 안개 상태들이 구분이 되지 않도록 계산하는 안개스타일 매칭손실, 영상인식 정답이 존재하는 학습영상 쌍(pair)에 대하여 서로 유사한 추론값을 도출하도록 계산되는 예측일관성 손실 중 적어도 하나를 더 학습하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명의 바람직한 일 실시예에서 안개에 불변하는 특징을 학습하는 방법은 의미적 분할 네트워크(Sementation network)와 안개통과필터(Fog-pass Filter)가 교대로 최적화를 수행하여 안개에 불변하는 특징을 학습하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1 은 맑은 날씨와 실제로 안개가 낀 날씨에 촬영된 영상을 종래의 분할네트워크에서 그리고 본 발명에서 제안하는 분할네트워크에서 영상 인식을 수행한 일 예를 도시한다.
- 도 2 는 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치의 내부 구성도를 도시한다.
- 도 3 은 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 안개통과필터에서 특징맵의 그람행렬에서 안개인자를 분리한 일 예

를 도시한다.

도 4 는 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 안개에 불변하는 특징을 학습하는 방법의 흐름도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하에서 도면을 참고하여 설명한다.
- [0020] 도 1 은 맑은 날씨와 실제로 안개가 낀 날씨에 촬영된 영상을 종래의 분할네트워크에서 그리고 본 발명에서 제안하는 분할네트워크에서 각각 영상 인식을 수행한 일 예를 도시한다.
- [0021] 맑은 날씨에 촬영된 영상(120)에 대해 기존의 방법으로 학습된 분할 네트워크에서 영상을 인식한 결과(122)와 본 발명에서 제안하는 방법으로 학습된 분할 네트워크에서 영상을 인식한 결과(124)는 모두 정확도가 높은 것으로 확인된다.
- [0022] 이와 달리, 실제로 안개가 낀 날씨에 촬영된 영상(110)에 대해 기존의 방법으로 학습된 분할 네트워크에서 영상을 인식한 결과(112)는 정확도가 낮은 것으로 확인된다. 반면, 안개에 불변하는 특징을 학습한 본 발명에서 제안하는 분할 네트워크에서 영상을 인식한 결과(114)는 정확하다.
- [0023] 도 2 는 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치(200)의 내부 구성도를 도시한다.
- [0024] 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치(200)는 PC, 컴퓨터, 노트북, 핸드헬드 장치, 웨어러블 장치, 테블릿, 핸드폰, 스마트폰 내지 스마트 워치 등의 형태로 구현될 수 있다.
- [0025] 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치(200)는 분할네트워크(210a, 210b)와 안개통과필터(220a, 220b)를 포함한다.
- [0026] 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치(200)는 세 개의 안개도메인 데이터셋(201, 202, 203)을 이용하여 분할네트워크(210a, 210b)와 안개통과필터(220a, 220b)의 학습을 번갈아 수행한다(S230, S240). 분할네트워크(210a, 210b)와 안개통과필터(220a, 220b)의 학습을 번갈아 수행하는 최적화 과정(S230, S240)을 통해 서로 다른 안개도메인 간의 안개 스타일 간격은 줄어들고, 그에 따라 분할네트워크는 안개에 불변하는 특징을 학습할 수 있다.
- [0027] 안개에 불변하는 특징을 학습하는 방법은 다음과 같다.
- [0028] 본 발명의 바람직한 일 실시예에서, 분할 네트워크(210a, 210b)는 맑은 날씨 데이터셋(201)에 대해 사전 학습되었다고 가정한다. 그리고, 안개통과필터(220a, 220b)는 분할네트워크(210a, 210b)에서 안개에 불변하는 특징을 학습하기 위해서만 사용되는 것으로 가정한다.
- [0029] 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치(200)는 세 개의 안개도메인 데이터셋(201, 202, 203)을 이용한다. 세 개의 안개도메인 데이터셋(201, 202, 203)은 맑은날씨 도메인 I^{CW} (201), 합성안개 도메인 I^{SR} (202) 및 실제안개 도메인 I^{RF} (203)을 포함한다. 본 발명의 바람직한 일 실시예에서, 맑은 날씨 도메인 I^{CW} (201) 및 합성안개 도메인 I^{SR} (202)은 레이블이 지정되고, 실제 안개 도메인 I^{RF} (203)은 레이블이 지정되지 않는다.
- [0030] 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치(200)는 안개통과필터(220a, 220b)를 분할네트워크(210a, 210b)에 연결한다. 그리고, 안개통과필터(220a, 220b)에서 분할네트워크(210a, 210b)의 특징 맵에 대한 그람 행렬을 입력으로 받는다. 안개통과필터(220a, 220b)는 특징맵의 그람 행렬 u^{CW} , u^{SF} 및 u^{RF} 을 입력영상의 스타일 정보로 간주한다. 도 2 를 참고하면, 안개통과필터(220a, 220b)는 세 개의 안개도메인(201, 202, 203)에 대한 특징맵의 그람행렬 u^{CW} , u^{SF} 및 u^{RF} 을 입력으로 받는다.
- [0031] 먼저, 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치(200)에서 안개통과필터(220a)를 학습시킬 때에는(S230), 분할네트워크(210a)의 파라미터를 고정시킨다. 이 경우 분할네트워크(210a)의 파라미터는 학습이 되지 않는다. 따라서, 안개통과필터(220a)를 학습시킬 때에는(S230), 수식식 1에 표시된 안개통과필터의 손실함수 \mathcal{L}_{FI} 는 백워드 방향으로 안개통과필터(220a)까지만 전달된다(S221).
- [0032] 그리고, 안개통과필터(220a)는 동일한 안개도메인의 안개인자는 가까워지도록, 상이한 안개도메인의 안개인자는 멀어지도록 학습된다.

[0033] 이를 위해, 안개통과필터(220a)는 입력받은 특징맵의 그람행렬 u^{CW} , u^{SF} 및 u^{RF} 에서 안개인자 f^{CW} , f^{SF} 및 f^{RF} 을 분리한다. 안개인자 f^{CW} , f^{SF} 및 f^{RF} 는 입력 영상에서 추출한 스타일 정보에서 안개가 끼치는 영향을 실수 벡터로 표현한 값을 나타낸다. 입력 영상에서 추출한 스타일 정보는 특징맵의 그람행렬 $G_{i,j}$ 로 표현될 수 있다.

[0034]
$$G_{i,j} = a_i^T a_j$$

[0035] G로 표시되는 그람 행렬은 입력 특징 맵의 채널 간의 상관관계를 나타낸다. G의 (i,j) 요소는 i 번째와 j 번째 특징 채널 간의 상관관계를 나타낸다. 입력 영상의 그람 행렬은 입력 특징 맵의 i 번째 채널의 벡터 형태인 a_i 를 통해 계산될 수 있다.

[0036] 도 3은 안개통과필터에서 특징맵의 그람행렬(310)로부터 안개인자(320) f^{CW} (301), f^{SF} (302) 및 f^{RF} (303)을 분리한 일 예를 도시한다.

[0037] 안개통과필터(220a)는 스타일 정보에서 안개로 인한 영향만을 안개인자로 분리한다. 이 방법을 통해 안개통과필터(220a)는 안개인자를 통해 입력 영상의 안개 상태를 식별할 수 있다.

[0038] 수학식 1은 안개통과필터의 손실함수를 나타낸다. 안개통과필터의 손실함수는 분할 네트워크의 특징맵에 대한 그람 행렬을 입력으로 받아 안개통과필터에서 안개인자를 추출하도록 학습하기 위해 이용된다.

수학식 1

[0039]
$$\mathcal{L}_{F^l} = \sum_{(a,b) \in \mathcal{P}} \left\{ (1 - \mathbb{I}(a,b)) \left[m - d(\mathbf{f}^{a,l}, \mathbf{f}^{b,l}) \right]_+^2 + \mathbb{I}(a,b) \left[d(\mathbf{f}^{a,l}, \mathbf{f}^{b,l}) - m \right]_+^2 \right\},$$

[0040] 수학식 1에서 F^l 은 분할네트워크(210a)의 l번째 레이어에 연결된 안개통과필터(220a)를 나타내고, I^a 와 I^b 는 맑은날씨 이미지, 합성안개 이미지 및 실제안개 이미지 중 임의의 2개의 영상을 나타내며, $f^{a,l}$ 및 $f^{b,l}$ 은 안개인자를 나타낸다. 두 개의 안개인자는 $f^{a,l} = F^l(u^{a,l})$ 및 $f^{b,l} = F^l(u^{b,l})$ 로 표현되고, 여기서 $u^{a,l}$ 와 $u^{b,l}$ 은 l번째 중간 특성 맵에서 계산된 그람 행렬을 나타낸다. $d(\cdot)$ 는 코사인 거리를 나타내고, m 은 마진 값을 의미하는 상수이다. $\mathbb{I}(a,b)$ 는 I^a 와 I^b 가 동일한 안개 도메인이면, 1을 반환하고, 그렇지 않으면 0을 반환하는 함수이다.

[0042] 다음으로, 분할네트워크(210b)를 학습시킬 때에는(S240), 안개통과필터(220b)의 파라미터들을 고정시킨다. 이 경우 안개통과필터(220b)의 파라미터는 학습이 되지 않는다. 따라서, 분할네트워크(210b)를 학습시킬 때에는(S230), 수학식 3에 표시된 안개스타일 매칭손실 \mathcal{L}_{fsm} 는 분할네트워크(210b)까지만 전달된다(S222).

[0043] 분할네트워크(210b)는 수학식 2의 분할손실 \mathcal{L}_{seg} 과 수학식 3의 안개스타일 매칭손실 \mathcal{L}_{fsm} 을 통해 서로 다른 안개도메인에서 획득한 안개인자들 간의 스타일 간격을 줄여나가도록 학습된다.

수학식 2

[0045]
$$\mathcal{L}_{seg}(\mathbf{P}, \mathbf{Y}) = -\frac{1}{n} \sum_i \sum_j \mathbf{Y}_{i,j} \log \mathbf{P}_{i,j}$$

[0046] 수학적 식 2에서 P와 Y는 각각 예측값과 정답을 나타내고, n은 픽셀 수를 의미하며, (i, j)는 맑은날씨 영상 또는 합성안개 영상에서 픽셀의 위치를 의미한다. 맑은날씨 영상 또는 합성안개 영상에 대해서는 이미 영상인식에 대한 정답 Y가 존재하므로, 분할네트워크(210b)에서는 정답과 가까운 예측값 P를 계산하도록 분할손실 \mathcal{L}_{seg} 을 학습한다.

수학적 식 3

$$\mathcal{L}_{fsm}^l(\mathbf{f}^{a,l}, \mathbf{f}^{b,l}) = \frac{1}{4d_l^2 n_l^2} \sum_{i=1}^{d_l} (\mathbf{f}_i^{a,l} - \mathbf{f}_i^{b,l})^2$$

[0048]

[0049] 수학적 식 3에서 d_l 및 n_l 은 각각 안개 인자의 차원과 l 번째 특징 맵의 공간적 크기를 나타낸다. 수학적 식 3의 안개스타일 매칭손실은 서로 다른 안개 상황에서 취득한 학습영상들의 안개 상태들이 구분이 되지 않도록 만드는 손실함수이다.

[0050] 맑은날씨 도메인 I^{CW} (201), 합성안개 도메인 I^{SR} (202) 및 실제안개 도메인 I^{RF} (203) 중 한 쌍의 이미지 I^a 와 I^b 가 주어지면 분할네트워크(210b)는 수학적 식 3과 같이 안개스타일 매칭손실을 학습하여 안개인자 사이의 거리를 좁히면서 안개에 불변하는 특징을 학습한다. 본 발명에서 CW는 맑은날씨, SR은 합성안개, 그리고 RF는 실제안개를 나타내는 약어로 사용되었다.

[0052] 맑은날씨 영상과, 맑은 날씨 영상에 대응하는 합성안개 영상은 동일한 의미 레이아웃을 지닌다. 분할네트워크(210b)는 맑은날씨 영상과, 맑은 날씨 영상에 대응하는 합성안개 영상에 대하여 수학적 식 4의 예측일관성 손실 \mathcal{L}_{con} 을 학습하여 모든 픽셀 i에 대한 예측값이 일치하도록 학습된다.

수학적 식 4

$$\mathcal{L}_{con}(\mathbf{P}^{CW}, \mathbf{P}^{SF}) = \sum_i \text{KLdiv}(\mathbf{P}_i^{CW}, \mathbf{P}_i^{SF}),$$

[0053]

[0054] 수학적 식 4에서 KLdiv는 Kullback-Leibler divergence이고, P는 예측 값, CW와 SF는 각각 맑은 날씨와 합성 안개 도메인을 의미한다.

[0056] 분할네트워크(210b)는 (맑은날씨 영상, 합성안개 영상), (맑은날씨 영상, 실제안개 영상), 그리고 (실제안개 영상, 합성안개 영상)의 3개의 쌍(pair) 각각으로부터 샘플링된 영상 쌍(pair)을 통해 안개에 대한 불변성을 학습한다.

[0057] 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 분할네트워크(210b)는 정답과 가까운 예측값을 계산하는 분할손실 \mathcal{L}_{seg} , 서로 다른 안개 상황에서 취득한 학습영상들의 안개 상태들이 구분이 되지 않도록 계산되는 안개스타일 매칭손실 \mathcal{L}_{fsm} 및 영상인식 정답이 존재하는 학습영상 쌍(pair)에 대하여 서로 유사한 추론값을 도출하도록 계산되는 예측일관성 손실 \mathcal{L}_{con} 을 기초로 학습한다.

[0058] 구체적으로, 분할네트워크(210b)는 (맑은날씨 영상, 합성안개 영상) 쌍을 통해 수학적 식 5가 최소화되도록 학습된

다.

[0059] (맑은날씨 영상, 합성안개 영상) 쌍은 동일한 의미 레이아웃을 지니므로 수학적 2의 분할손실 \mathcal{L}_{seg} , 수학적 3의 안개스타일 매칭손실 \mathcal{L}_{fsm} 에 대하여 수학적 4예측일관성 손실 \mathcal{L}_{con} 이 추가로 적용되도록 학습된다.

수학적 5

$$\mathcal{L}_S^{CW-SF} = \mathcal{L}_{seg}(\mathbf{P}^{CW}, \mathbf{Y}^{CW}) + \mathcal{L}_{seg}(\mathbf{P}^{SF}, \mathbf{Y}^{SF}) + \lambda_{fsm} \sum_l \mathcal{L}_{fsm}^l(\mathbf{f}^{CW,l}, \mathbf{f}^{SF,l}) + \lambda_{con} \mathcal{L}_{con}(\mathbf{P}^{CW}, \mathbf{P}^{SF})$$

[0060]

[0061] 수학적 5에서, λ_{fsm} 및 λ_{con} 는 균형을 맞추는 초매개변수를 나타낸다. 그리고 $\mathbf{Y}^{CW} = \mathbf{Y}^{SF}$ 이다.

[0063] 본 발명의 또 다른 바람직한 일 실시예로서, 분할네트워크(210b)는 영상의 쌍 중 하나가 실제안개 도메인인 경우, 맑은날씨 도메인 또는 합성안개 도메인에서 선택된 도메인에 대하여 정답과 가까운 예측값을 계산하는 분할손실 \mathcal{L}_{seg} 과 상기 선택된 도메인에서 취득한 학습영상과 실제안개 도메인에서 취득한 학습영상의 안개 상태들이 구분이 되지 않도록 계산되는 안개스타일 매칭손실 \mathcal{L}_{fsm} 을 기초로 학습된다.

[0064] 상세히, 분할네트워크(210b)에서 실제안개를 포함한 (맑은날씨 영상, 실제안개 영상) 쌍, 그리고 (실제안개 영상, 합성안개 영상) 쌍에 대해서는 수학적 6과 같이 학습된다.

수학적 6

$$\mathcal{L}_S^{D-RF} = \mathcal{L}_{seg}(\mathbf{P}^D, \mathbf{Y}^D) + \lambda_{fsm} \sum_l \mathcal{L}_{fsm}^l(\mathbf{f}^{D,l}, \mathbf{f}^{RF,l})$$

[0065]

[0066] 수학적 6에서 D는 맑은날씨 도메인 또는 합성안개 도메인을 나타낸다. 실제안개 영상은 분할 레이블이 없기 때문에 실제안개 영상에 대해서는 분할손실 \mathcal{L}_{seg} 이 적용되지 않는다.

[0067] 도 4는 본 발명의 바람직한 일 실시예로서, 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치에서 안개에 불변하는 특징을 학습하는 방법의 흐름도를 도시한다.

[0068] 안개통과필터는 입력영상에 안개가 끼치는 영향을 안개인자로 표현한다(S410). 분할네트워크의 파라미터를 고정시키고, 안개통과필터는 동일한 안개도메인의 안개인자는 가까워지도록, 상이한 안개도메인의 안개인자는 멀어지도록 학습하여 입력영상의 안개 상태를 안개인자로 판별한다(S420). 그 후 안개통과필터의 파라미터를 고정시키고, 분할네트워크는 상이한 안개도메인 간의 안개 스타일 간격이 작아지도록 학습한다(S430). 안개에 불변하는 특징을 학습하는 장치는 세 개의 안개도메인을 이용하여 분할 네트워크(Sementation network)와 안개통과필터(Fog-pass Filter)를 번갈아 학습시켜, 안개에 불변하는 특징을 학습한다.

[0069] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적

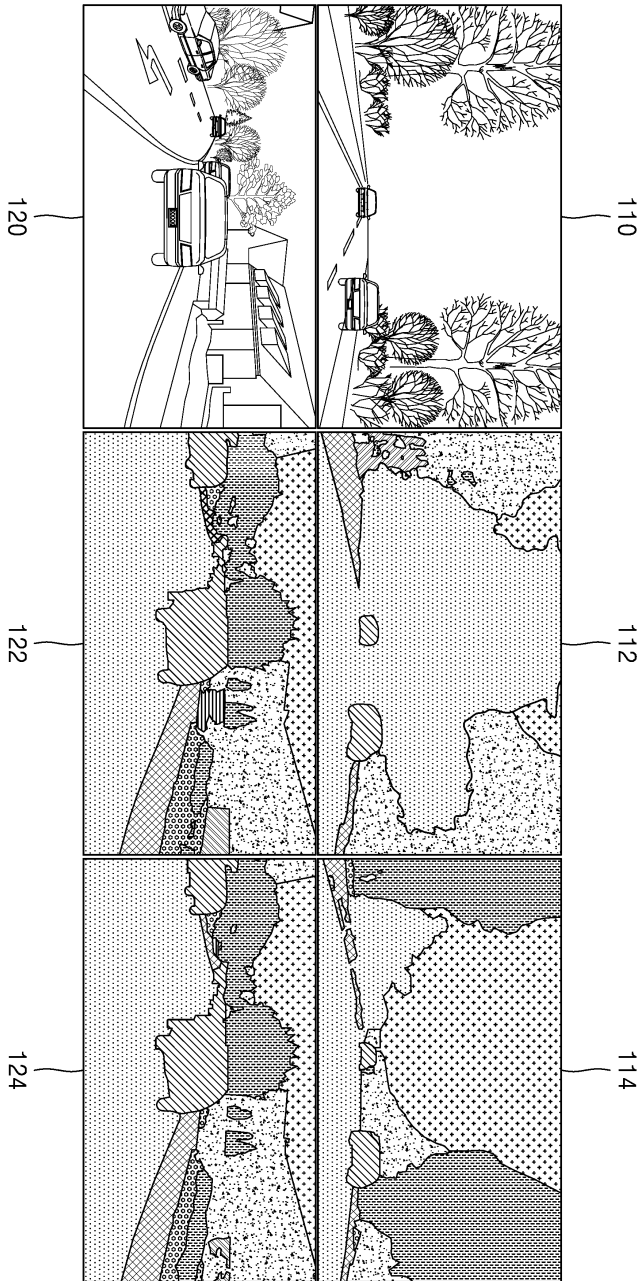
컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소 (processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서 (parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성 (processing configuration)도 가능하다.

[0070] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 관독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 관독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 관독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

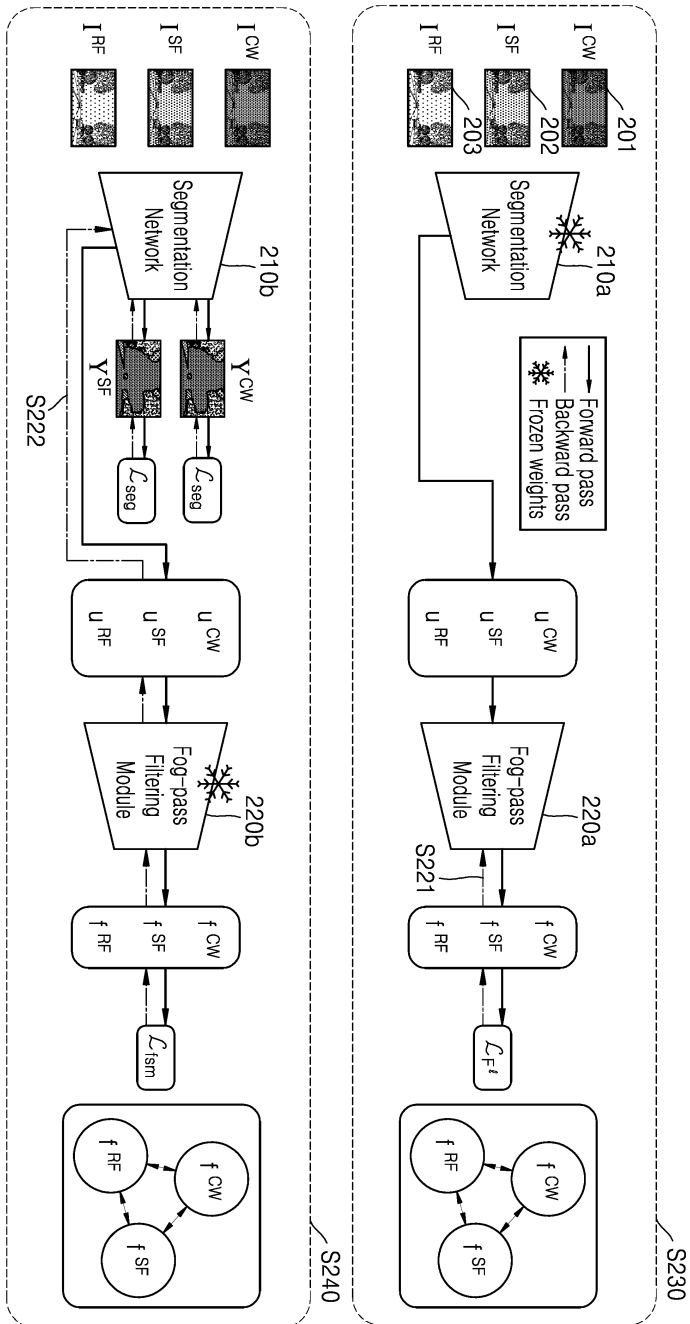
[0071] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

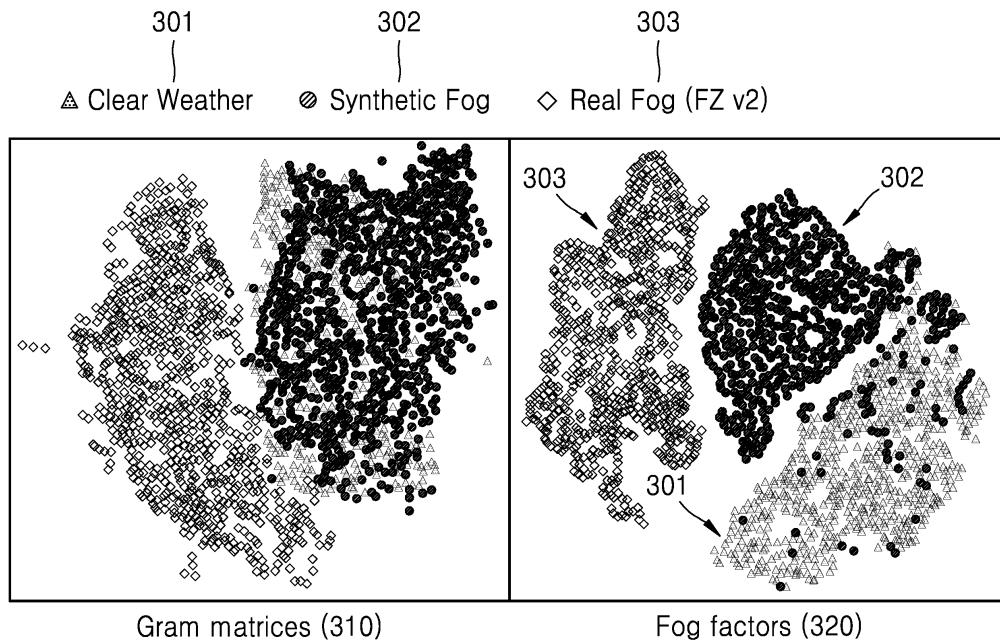
도면1



도면2



도면3



도면4

