



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0014083
(43) 공개일자 2022년02월04일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>G06T 7/11</i> (2017.01) <i>G06K 9/00</i> (2022.01)
 <i>G06T 3/40</i> (2006.01) <i>G06T 5/00</i> (2019.01)
 <i>G06T 7/13</i> (2017.01) <i>G06T 7/155</i> (2017.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>G06T 7/11</i> (2017.01)
 <i>G06T 3/4015</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2020-0093687
 (22) 출원일자 2020년07월28일
 심사청구일자 2020년07월28일</p> | <p>(71) 출원인
 세종대학교산학협력단
 서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)</p> <p>(72) 발명자
 공성곤
 서울특별시 광진구 군자로12길 46, 102동 1112호 (군자동, 일성파크아파트)</p> <p>(74) 대리인
 송인호, 최관락</p> |
|--|---|

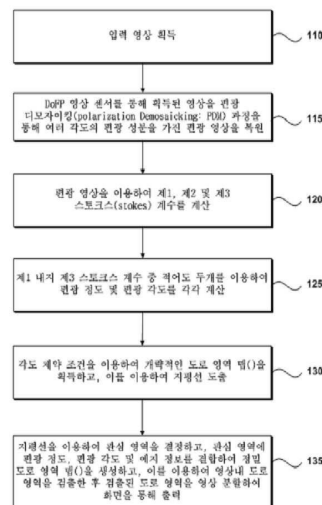
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 적외선 영상의 편광 각도를 이용한 도로 영역 검출 방법 및 그 장치

(57) 요약

도로 영역 검출 방법 및 그 장치가 개시된다. 도로 영역 검출 방법은, (a) 입력 영상을 전처리하여 서로 각도가 상이한 4개의 편광 영상을 생성하는 단계; (b) 상기 4개의 편광 영상을 이용하여 편광 정도 및 편광 각도를 각각 계산하는 단계; 및 (c) 상기 편광 정도, 상기 편광 각도 및 예지 정보를 결합하여 정밀한 도로 영역 맵을 생성하고, 상기 정밀한 도로 영역 맵을 이용하여 상기 입력 영상내 도로 영역을 검출하여 분할하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 5/002 (2013.01)

G06T 7/13 (2017.01)

G06T 7/155 (2017.01)

G06V 20/588 (2022.01)

G06T 2207/10048 (2013.01)

G06T 2207/30236 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711103210
과제번호	2019-0-00231-002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보보호핵심원천기술개발(R&D)
연구과제명	공공 인프라 안전을 위한 인공지능 기반 영상보안 기술 및 시스템 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 입력 영상을 전처리하여 서로 각도가 상이한 4개의 편광 영상을 생성하는 단계;
- (b) 상기 4개의 편광 영상을 이용하여 편광 정도 및 편광 각도를 각각 계산하는 단계; 및
- (c) 상기 편광 정도, 상기 편광 각도 및 예지 정보를 결합하여 정밀한 도로 영역 맵을 생성하고, 상기 정밀한 도로 영역 맵을 이용하여 상기 입력 영상내 도로 영역을 검출하여 분할하는 단계를 포함하는 도로 영역 검출 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,
 상기 입력 영상은 DoFP(Division of Focal Plane) 영상 센서를 통해 획득된 영상이고,
 상기 (a) 단계는,
 상기 입력 영상을 편광 디모자이킹(PDM: polarization demosaicking) 과정을 통해 0도, 45도, 90도 및 135도 편광 영상을 생성하는 것을 특징으로 하는 도로 영역 검출 방법.

청구항 3

제2 항에 있어서,
 상기 (b) 단계 이전에,
 상기 0도, 45도, 90도 및 135도 편광 영상을 이용하여 빛의 전체 강도에 대한 제1 스토크스 파라미터를 도출하는 단계;
 상기 0도 및 90도 편광 영상을 이용하여 선형 편광의 양에 대한 제2 스토크스 파라미터를 도출하는 단계;
 상기 제45도 및 135도 편광 영상을 이용하여 선형 편광의 양에 대한 제3 스토크스 파라미터를 도출하는 단계를 더 포함하는 도로 영역 검출 방법.

청구항 4

제3 항에 있어서,
 상기 (b) 단계는,
 상기 제1 스토크스 파라미터 내지 상기 제3 스토크스 파라미터를 이용하여 편광 정도를 도출하는 단계; 및
 상기 제2 스토크스 파라미터와 상기 제3 스토크스 파라미터를 이용하여 편광 각도를 도출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 도로 영역 검출 방법.

청구항 5

제1 항에 있어서,
 상기 (c) 단계는,

상기 편광 각도의 제로 분포 제약 조건을 이용하여 개략적인 도로 영역 맵을 획득하고, 상기 개략적인 도로 영역 맵을 이용하여 지평선을 도출하는 단계;

상기 지평선을 이용하여 관심 영역을 결정하고, 상기 관심 영역에 상기 편광 정도, 상기 편광 각도 및 에지 정보를 결합하여 정밀 도로 영역 맵을 생성하는 단계; 및

상기 정밀 도로 영역 맵을 이용하여 상기 입력 영상에서 도로 영역을 검출한 후 분할하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 도로 영역 검출 방법.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 지평선을 도출하기 전에,

상기 개략적인 도로 영역 맵에 형태학적 개방 연산(morphological open operation)을 수행하여 노이즈를 제거하는 것을 특징으로 하는 도로 영역 검출 방법.

청구항 7

제1 항 내지 제6 항 중 어느 하나의 항에 따른 방법을 수행하기 위한 프로그램 코드를 기록한 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체 제품.

청구항 8

입력 영상을 전처리하여 서로 각도가 상이한 4개의 편광 영상을 생성하는 전처리부;

상기 4개의 편광 영상을 이용하여 편광 정도 및 편광 각도를 각각 계산하는 계산부; 및

상기 편광 정도, 상기 편광 각도 및 에지 정보를 결합하여 정밀한 도로 영역 맵을 생성하고, 상기 정밀한 도로 영역 맵을 이용하여 상기 입력 영상내 도로 영역을 검출하여 분할하는 도로 영역 검출부를 포함하는 도로 영역 검출 장치.

청구항 9

제8 항에 있어서

상기 입력 영상을 획득하는 DoFP(Division of Focal Plane) 영상 센서를 더 포함하는 도로 영역 검출 장치.

청구항 10

제8 항에 있어서

상기 전처리부는,

상기 입력 영상을 편광 디모자이킹(PDM: polarization demosaicking) 과정을 통해 0도, 45도, 90도 및 135도 편광 영상을 생성하는 것을 특징으로 하는 도로 영역 검출 장치.

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 계산부는,

상기 0도, 45도, 90도 및 135도 편광 영상을 이용하여 빛의 전체 강도에 대한 제1 스토크스 파라미터를 도출하고, 상기 0도 및 90도 편광 영상을 이용하여 선형 편광의 양에 대한 제2 스토크스 파라미터를 도출하며, 상기 제45도 및 135도 편광 영상을 이용하여 선형 편광의 양에 대한 제3 스토크스 파라미터를 도출하는 것을 특징으로 하는 도로 영역 검출 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 계산부는,

상기 제1 스토크스 파라미터 내지 상기 제3 스토크스 파라미터를 이용하여 편광 정도를 도출하고, 상기 제2 스토크스 파라미터와 상기 제3 스토크스 파라미터를 이용하여 편광 각도를 도출하는 것을 특징으로 하는 도로 영역 검출 장치.

청구항 13

제8 항에 있어서,

상기 도로 영역 검출부는,

상기 편광 각도의 제로 분포 제약 조건을 이용하여 개략적인 도로 영역 맵을 획득하고, 상기 개략적인 도로 영역 맵을 이용하여 지평선을 도출하고, 상기 지평선을 이용하여 관심 영역을 결정하고, 상기 관심 영역에 상기 편광 정도, 상기 편광 각도 및 예지 정보를 결합하여 정밀 도로 영역 맵을 생성하며, 상기 정밀 도로 영역 맵을 이용하여 상기 입력 영상에서 도로 영역을 검출한 후 분할하는 것을 특징으로 하는 도로 영역 검출 장치.

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 도로 영역 검출부는,

상기 개략적인 도로 영역 맵에 형태학적 개방 연산(morphological open operation)을 수행하여 노이즈를 제거하는 것을 특징으로 하는 도로 영역 검출 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 적외선 영상의 편광 각도의 제로 분포를 이용하여 도로 영역을 검출하는 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 도로 감지는 운전자 보조 시스템(ADAS)과 같은 교통 안전 및 지능형 교통 시스템에서 중요한 기능이다. 비전 기반 도로 감지 방법은 단안 및 스테리오 이미징 기술을 포함하며 도로 감지를 위한 고해상도 컬러, 텍스처 및 차선 표시 정보를 제공한다. 스테리오 이미징 기술은 깊이 정보를 획득할 수 있으나 저조도 조건, 어둠이나 밤에 들어오는 차량의 헤드 라이트와 같은 강한 조명 변화에서는 정상적인 동작이 불가능한 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 10-1766239(2017.08.02.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 적외선 영상의 편광 정보를 이용하여 주간 및 야간에도 안정적으로 영상 내에서 도로 영역을 검출할 수 있는 도로 영역 검출 방법 및 그 장치를 제공하기 위한 것이다.

[0007] 또한, 본 발명은 야간과 같이 조명이 충분하지 않은 경우에도 도로 영역의 자동 식별 및 검출이 가능하여 자율주행에 필요한 정보를 제공하도록 할 수 있는 도로 영역 검출 방법 및 그 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 측면에 따르면, 적외선 영상의 편광 각도를 이용한 도로 영역 검출 방법이 제공된다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따르면, (a) 입력 영상을 전처리하여 서로 각도가 상이한 4개의 편광 영상을 생성하는 단계; (b) 상기 4개의 각도에 해당하는 편광 영상을 이용하여 편광 정도 및 편광 각도를 각각 계산하는 단계; 및 (c) 상기 편광 정도, 상기 편광 각도 및 에지 정보를 결합하여 정밀한 도로 영역 맵을 생성하고, 상기 정밀한 도로 영역 맵을 이용하여 상기 입력 영상내 도로 영역을 검출하여 분할하는 단계를 포함하는 도로 영역 검출 방법이 제공될 수 있다.

[0011] 상기 입력 영상은 DoFP(Division of Focal Plane) 영상 센서를 통해 획득된 영상이며, 상기 (a) 단계는, 상기 입력 영상을 편광 디모자이킹(PDM: polarization demosaicking) 과정을 통해 0도, 45도, 90도 및 135도 편광 영상을 생성할 수 있다.

[0012] 상기 (b) 단계 이전에, 상기 0도0도, 45도, 90도 및 135도 편광 영상을 이용하여 빛의 전체 강도에 대한 제1 스토크스 파라미터를 도출하는 단계; 상기 0도 및 90도 편광 영상을 이용하여 선형 편광의 양에 대한 제2 스토크스 파라미터를 도출하는 단계; 및 상기 제45도 및 135도 편광 영상을 이용하여 선형 편광의 양에 대한 제3 스토크스 파라미터를 도출하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0013] 상기 (b) 단계는, 상기 제1 스토크스 파라미터 내지 상기 제3 스토크스 파라미터를 이용하여 편광 정도를 도출하는 단계; 및 상기 제2 스토크스 파라미터와 상기 제3 스토크스 파라미터를 이용하여 편광 각도를 도출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 (c) 단계는, 상기 편광 각도의 제로 분포 제약 조건을 이용하여 개략적인 도로 영역 맵을 획득하고, 상기 개략적인 도로 영역 맵을 이용하여 지평선을 도출하는 단계; 상기 지평선을 이용하여 관심 영역을 결정하고, 상기 관심 영역에 상기 편광 정도, 상기 편광 각도 및 에지 정보를 결합하여 정밀 도로 영역 맵을 생성하는 단계; 및 상기 정밀 도로 영역 맵을 이용하여 상기 입력 영상에서 도로 영역을 검출한 후 분할하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 지평선을 도출하기 전에, 상기 개략적인 도로 영역 맵에 형태학적 개방 연산(morphological open operation)을 수행하여 노이즈를 제거할 수 있다.

[0017] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 적외선 영상의 편광 각도를 이용한 도로 영역 검출 장치가 제공된다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 입력 영상을 전처리하여 서로 각도가 상이한 4개의 편광 영상을 생성하는 전처리부; 상기 4개의 편광 영상을 이용하여 편광 정도 및 편광 각도를 각각 계산하는 계산부; 및 상기 편광 정도, 상기 편광 각도 및 에지 정보를 결합하여 정밀한 도로 영역 맵을 생성하고, 상기 정밀한 도로 영역 맵을 이용하여 상기 입력 영상내 도로 영역을 검출하여 분할하는 도로 영역 검출부를 포함하는 도로 영역 검출 장치가 제공될 수 있다.

- [0019] 상기 입력 영상을 획득하는 DoFP(Division of Focal Plane) 영상 센서를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 전처리부는, 상기 입력 영상을 편광 디모자이킹(PDM: polarization demosaicking) 과정을 통해 0도, 45도, 90도 및 135도 편광 영상을 생성할 수 있다.
- [0021] 상기 계산부는, 상기 0도 내지 135도 편광 영상을 이용하여 빛의 전체 강도에 대한 제1 스토크스 파라미터를 도출하고, 상기 0도 및 90도 편광 영상을 이용하여 선형 편광의 양에 대한 제2 스토크스 파라미터를 도출하며, 상기 제45도 및 135도 편광 영상을 이용하여 선형 편광의 양에 대한 제3 스토크스 파라미터를 도출할 수 있다.
- [0022] 상기 계산부는, 상기 제1 스토크스 파라미터 내지 상기 제3 스토크스 파라미터를 이용하여 편광 정도를 도출하고, 상기 제2 스토크스 파라미터와 상기 제3 스토크스 파라미터를 이용하여 편광 각도를 도출할 수 있다.
- [0023] 상기 도로 영역 검출부는, 상기 편광 각도의 제로 분포 제약 조건을 이용하여 개략적인 도로 영역 맵을 획득하고, 상기 개략적인 도로 영역 맵을 이용하여 지평선을 도출하고, 상기 지평선을 이용하여 관심 영역을 결정하고, 상기 관심 영역에 상기 편광 정도, 상기 편광 각도 및 에지 정보를 결합하여 정밀 도로 영역 맵을 생성하며, 상기 정밀 도로 영역 맵을 이용하여 상기 입력 영상에서 도로 영역을 검출한 후 분할할 수 있다.
- [0024] 상기 도로 영역 검출부는, 상기 개략적인 도로 영역 맵에 형태학적 개방 연산(morphological open operation)을 수행하여 노이즈를 제거할 수 있다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명의 일 실시예에 따른 적외선 편광 각도를 이용한 도로 영역 검출 방법 및 그 장치를 제공함으로써 적외선 영상의 편광 정보를 이용하여 주간 및 야간에도 안정적으로 영상 내에서 도로 영역을 검출할 수 있는 이점이 있다.
- [0027] 또한, 본 발명은 야간과 같이 조명이 충분하지 않은 경우에도 도로 영역을 자동 식별 및 검출이 가능하여 자율주행에 필요한 정보를 제공하도록 할 수 있는 이점도 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 도로 영역 검출 방법을 나타낸 순서도.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 편광 영상 획득을 설명하기 위해 도시한 도면.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 DoFP 영상 센서에 의해 획득된 영상과 편광각도 영상을 예시한 도면.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 제로 분포 특성을 설명하기 위해 도시한 도면.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 강도 영상을 나타낸 도면.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 편광 정도 영상을 나타낸 도면.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 편광 각도 영상을 나타낸 도면.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 개략적인 도로 영역 맵을 나타낸 도면.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 정밀 도로 영역 맵을 나타낸 도면.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 도로 영역 검출 결과를 나타낸 도면.
- 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 도로 영역 검출 장치의 내부 구성을 개략적으로 도시한 블록도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 또한, 명

세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0031] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.

[0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 도로 영역 검출 방법을 나타낸 순서도이며, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 편광 영상 획득을 설명하기 위해 도시한 도면이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 DoFP 영상 센서에 의해 획득된 영상과 편광각도 영상을 예시한 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 제로 분포 특성을 설명하기 위해 도시한 도면이며, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 강도 영상을 나타내고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 편광 정도 영상을 나타내고, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 편광 각도 영상을 나타내고, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 개략적인 도로 영역 맵을 나타내고, 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 정밀 도로 영역 맵을 나타내며, 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 도로 영역 검출 결과를 나타낸다.

[0034] 단계 110에서 도로 영역 검출 장치(100)는 영상을 획득한다.

[0035] 본 발명의 일 실시예에 따르면 도로 영역 검출 장치(100)는 DoFP(Division of Focal Plane) 영상 센서를 이용하여 영상을 획득할 수 있다.

[0036] 도 2의 (a)에서 보여지는 바와 같이 영상 좌표계에서 도로 평면은 Y축과 평행하다고 가정하므로, 편광 각도의 제로 분포는 도로의 xz 평면과 평행하게 부분적으로 선형 편광됨을 의미한다.

[0037] 도 2의 (b)는, DoFP LWIR 영상 센서 도달하는 열 복사가 반사된 복사 R과 방출된 복사 E를 포함하고, 둘 다 직교 편광된 구성 요소의 합으로 표현된다는 것을 나타낸다.

[0038] 본 발명의 일 실시예에 따르면, DoFP 영상 센서는 4 방향의 마이크로 편광 배열 필터를 포함한다. 여기서, 4 방향은 0도, 45, 90도 및 135도일 수 있다.

[0039] 이와 같은 DoFP 영상 센서를 통해 획득된 도로 영상의 일 예가 도 3에 예시되어 있다.

[0040] 단계 115에서 도로 영역 검출 장치(100)는 DoFP 영상 센서를 통해 획득된 영상을 편광 디모자이킹(polarization Demosaicking: PDM) 과정을 통해 여러 각도의 편광 성분을 가진 편광 영상을 복원한다.

[0041] 예를 들어, 0도, 45도, 90도 및 135도 편광 영상을 복원할 수 있다.

[0042] 단계 120에서 도로 영역 검출 장치(100)는 편광 영상을 이용하여 제1, 제2 및 제3 스토크스(stokes) 계수를 계산한다.

[0043] 예를 들어, 도로 영역 검출 장치(100)는 4개의 편광 영상을 이용하여 제1 스토크스 계수($S_0(x)$)를 계산할 수 있다(도 5 참조). 또한, 도로 영역 검출 장치(100)는 0도와 90도 편광 영상의 차이를 도출하여 제2 스토크스 계수($S_1(x)$)를 계산할 수 있으며, 45도와 135도 편광 영상의 차이를 도출하여 제3 스토크스 계수($S_2(x)$)를 계산할 수 있다.

[0044] 이를 수학식으로 나타내면, 수학식 1 내지 수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$S_0(x) = 0.5(I_0(x) + I_{45}(x) + I_{90}(x) + I_{135}(x))$$

[0046] 여기서, 제1 스토크스 계수($S_0(x)$)는 빛의 전체 강도를 나타낸다.

수학식 2

[0047]

$$S_1(x) = I_0(x) - I_{90}(x)$$

수학식 3

[0048]

$$S_2(x) = I_{45}(x) - I_{135}(x)$$

[0049]

여기서, $I_0(x)$ 는 0도 편광 영상을 나타내고, $I_{45}(x)$ 는 45도 편광 영상을 나타내며, $I_{90}(x)$ 는 90도 편광 영상을 나타내고, $I_{135}(x)$ 는 135도 편광 영상을 나타낸다.

[0050]

즉, 제2 스톡스 계수($S_1(x)$)와 제3 스톡스 계수($S_2(x)$)는 선형 편광의 양을 나타낸다.

[0051]

단계 125에서 도로 영역 검출 장치(100)는 제1 내지 제3 스톡스 계수 중 적어도 두개를 이용하여 편광 정도 및 편광 각도를 각각 계산한다.

[0052]

예를 들어, 도로 영역 검출 장치(100)는 하기 수학식 4를 이용하여 편광 정도를 도출할 수 있다. 도 6에는 편광 정도 영상이 예시되어 있다.

수학식 4

[0053]

$$D(x) = \frac{\sqrt{S_1(x)^2 + S_2(x)^2}}{S_0(x)}$$

[0054]

또한, 도로 영역 검출 장치(100)는 수학식 5를 이용하여 편광 각도를 도출할 수 있다. 도 7에는 편광 각도 영상이 예시되어 있다.

수학식 5

[0055]

$$A(x) = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{S_2(x)}{S_1(x)} \right)$$

[0056]

제로 분포는 열 방출이 입사면에 평행하게 부분적으로 선형으로 분극된다는 이론에 근거한다. 도로 영역의 경우 대부분 편광 각도가 "0"에 가깝다(도 4 참조).

[0057]

도 3의 일 예를 분석한 결과, 도 4에서 보여지는 바와 같이 편광 각도 영상의 픽셀의 약 96%가 $(-\frac{\pi}{16}, \frac{\pi}{16})$ 내의 값을 가지며, 도로 영역에서의 편광 각도는 거의 대부분이 "0"이다.

[0058]

이를 수학식으로 나타내면, 수학식 6과 같다.

수학식 6

$$A(x) \approx 0, x \in \Omega$$

[0059]

[0060]

여기서, Ω 는 도로 영역내의 픽셀(x) 집합을 나타낸다.

[0061]

따라서, 편광 각도의 제로 분포를 이용하여 영상 내에서 편광 각도가 거의 0이 되는 픽셀들을 찾아냄으로써 도로 영역을 검출할 수 있다.

[0062]

이하의 설명에 의해 보다 명확하게 이해될 것이다.

[0063]

단계 130에서 도로 영역 검출 장치(100)는 편광 각도 제약 조건을 이용하여 개략적인 도로 영역 맵($R_c(x)$)을 획득하고, 이를 이용하여 지평선을 구할 수 있다.

[0064]

예를 들어, 도로 영역 검출 장치(100)는 개략적인 도로 영역 맵($R_c(x)$)에서 원근법을 적용하여 도로가 점차 좁아지는 소실점을 구한 후 소실점을 이용하여 지평선을 구하며, 지평선을 이용하여 관심 영역을 설정하여 도로 영역 검출에 불필요한 계산을 줄여 계산량을 감소시킬 수도 있다. 개략적인 도로 영역 맵은 도 8에 도시되어 있다.

[0065]

예를 들어, 개략적인 도로 영역 맵($R_c(x)$)는 수학식 7과 같이 계산될 수 있다.

수학식 7

$$R_c(x) = \exp(-\gamma |A(x) - \xi|)$$

[0066]

[0067]

여기서, γ 는 0.01로 설정되며, ξ 는 사전 제로 분포에 기초한 실험에서 0으로 설정되었다. 이어, 도로로서 임계값을 $t = 0.75$ 로 정하고, 작은 노이즈 영역을 제거하기 위해 형태학적 개방 연산(morphological open operation)을 수행할 수 있다.

[0068]

이는 수학식 8과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 8

$$M_{coarse} = \mathfrak{Z}(R_{coarse}, t) \square X, \mathfrak{Z}(R_{coarse}, t) = \begin{cases} 1, R_{coarse} > t \\ 0, R_{coarse} < t \end{cases}$$

[0069]

[0070]

여기서, $\square$ 는 형태학적 개방 연산을 나타내며, X는 구조적 엘리먼트를 나타낸다. M_{coarse} 는 개략적인 도로 검출 결과를 제공하고, 지평선은 도로 소실점에 위치한다. 도로 소실점은 각각의 행에서 도로가 속하는 픽셀의 개수가 아래에서 위쪽으로 감소한다.

[0071]

개략적인 도로 영역 맵(M_{coarse})의 1차원 투영은 수학식 9과 같이 도출될 수 있다.

수학식 9

$$M_x(i) = \sum_{j=1}^W M_{coarse}(i, j)$$

[0072]

[0073] 여기서, W 는 영상의 너비를 나타내고, M_x 는 개략적인 도로 영역 맵(M_{coarse})에서 각 행에서 도로에 속하는 픽셀의 개수를 나타낸다.

[0074] 도로 영역 검출 장치(100)는 M_x 를 이용하여 지평선을 찾을 수 있다. 이를 수학식으로 나타내면, 수학식 10과 같다.

수학식 10

$$H(r) = \sum_l [\phi((l, M_x(l)), (l+s, M_x(l+s))) = r]$$

[0075]

[0076] 여기서, l 과 r 는 행(row) 번호를 나타내고, $\phi(x, y)$ 는 직선과 M_x 에서 x 축에서 교차되는 행(row)을 나타낸다. 본 발명의 일 실시예에서는 두개의 행이 있는 두개의 픽셀들을 모두 선택할 수 있다. 또한, $s=3$ 이며, 대괄호안의 값이 사실이면 $[\cdot]$ 는 1이며 그렇지 않은 경우 0이다.

[0077] H 에서 가장 큰 값 또는 지배적인 값은 지면 지평선으로부터 몇 픽셀 떨어져 있음을 알 수 있다. 따라서, 이 문제를 극복하기 위해 수학식 11과 같이 간단한 후보정이 수행된다.

수학식 11

$$P_H(r) = \sum_{i=r-\rho}^{r+\rho} H(i)$$

[0078]

[0079] 여기서, P_H 는 H 의 정밀한 누적 에너지를 나타내고, $\rho=3$ 으로 설정될 수 있다. P_H 에서 가장 큰 에너지를 찾아 지평선으로 설정할 수 있다.

[0080] 단계 135에서 도로 영역 검출 장치(100)는 지평선을 이용하여 관심 영역을 결정하고, 관심 영역에 편광 정도, 편광 각도 및 에지 정보를 결합하여 정밀 도로 영역 맵($R(x)$)을 생성하고, 이를 이용하여 영상내 도로 영역을 검출한 후 검출된 도로 영역을 영상 분할하여 화면을 통해 출력할 수 있다.

[0081] 이에 대해 보다 상세히 설명하기로 한다.

[0082] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 정밀 도로 영역 맵($R(x)$)은 수학식 12를 이용하여 획득될 수 있다. 정밀 도로 영역 맵을 도출한 결과가 도 9에 도시되어 있다.

수학식 12

$$R(x) = \frac{2}{1 + \exp[\eta(1 + \eta_1 E(x))(C_A(x) + C_D(x))]}$$

$$C_A(x) = \begin{cases} \exp[\eta_2(|A(x) - A_d| - \mu_1)] & , A(x) \geq A_d \\ \exp[\eta_2(|A(x) - A_d| - \mu_2)] & , A(x) < A_d \end{cases}$$

여기서, $C_D(x)$ 이며,

$$C_D(x) = \begin{cases} \exp[\eta_3(|D(x) - D_d| - \sigma_1)] & , D(x) \geq D_d \\ \exp[\eta_3(|D(x) - D_d| - \sigma_2)] & , D(x) < D_d \end{cases}$$

이고,

$$E(x) = \omega_1 E_D(x) + \omega_2 E_A(x) + \omega_3 E_I(x)$$

이다.

또한, $C_A(x)$ 는 편광 각도 제약을 나타내고, $C_D(x)$ 는 편광 정도 제약을 나타내고, $E(x)$ 는 에지 제약을 나타낸다. 또한, $E_D(x)$ 은 편광 정도의 에지 정보를 나타내고, $E_A(x)$ 는 편광각도의 에지 정보를 나타내고, $E_I(x)$ 는 강도 영상의(즉, 제1 스토크스 파라미터 영상)의 에지 정보를 나타내며, ω_1 , ω_2 및 ω_3 는 가중치를 나타낸다. 또한, η , η_1 , η_2 및 η_3 는 각각 제약 조건의 가중치를 나타내며, A_d 와 D_d 는 각각 개략적인 도로 영역 맵(M_{coarse})에서 도로 영역의 각도와 편광도의 통계에 의해 획득되는 도로 영역에서의 편광 각도(AoP)와 편광 정도(DoP)의 도미넌트 값을 나타낸다.

편광 각도 및 편광 정도 영상의 제약 조건을 위해 도로의 그림자 또는 습한 지역은 편광 각도 및 편광 정도값이 더 작기 때문에 A_d 와 D_d 보다 큰 값을 적용한다. 편광 정도 영상, 편광 각도 영상 및 강도 영상(제1 스토크스 파라미터 영상)의 에지는 도로 경계 정보를 제공하므로 강한 가장자리에 더 많은 퍼니시먼트를 제공하여 도로를 다른 영역과 분리하는데 이용한다.

정밀 도로 영역 맵에서 픽셀은 기준치에 의해 이진화되고, m개의 분리된 영역이 획득될 수 있다. 도로 영역 검

출 장치(100)는 전체 감지된 영역($N_{total} = \sum_{i=1}^n N_{K(i)}$)의 감지된 총 영역의 2% 이하보다 작은 영역($N_{K(i)}$, K(i)에 속하는 픽셀의 수)들은 제거한다. 이후, 도로 영역 검출 장치(100)는 가장 큰 영역을 도로로 인식하여 도로 영역의 평균 편광 정도 및 강도 값을 계산할 수 있다. 평균 편광 정도 또는 강도값이 기 설정된 임계값 이상인 조각들을 제거할 수 있다. 이후, 도로 영역 검출 장치(100)는 작은 구멍을 메워서 정밀 도로 영역($R(x)$)을 획득할 수 있다. 최종 획득된 정밀 도로 영역 검출 결과는 도 10에 도시된 바와 같다.

- [0090] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 도로 영역 검출 장치의 내부 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다.
- [0091] 도 11을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 도로 영역 검출 장치(100)는 DoFP 영상 센서(1110), 전처리부(1115), 계산부(1120), 도로 영역 검출부(1125), 메모리(1130) 및 프로세서(1135)를 포함하여 구성된다.
- [0092] 도 11에서는 도로 영역 검출 장치(100)가 DoFP 영상 센서(1110)를 구비하는 것을 가정하여 이를 중심으로 설명하나, 도로 영역 검출 장치(100)는 DoFP 영상 센서(1110)를 구비하지 않고, 해당 DoFP 영상 센서(1110)를 통해 촬영된 입력 영상을 획득할 수도 있음은 당연하다.
- [0093] DoFP 영상 센서(1110)는 타겟을 촬영하여 입력 영상을 생성하기 위한 수단이다.
- [0094] 전처리부(1115)는 DoFP 영상 센서(1110)를 통해 촬영된 입력 영상을 전처리하여 서로 각도가 상이한 4개의 편광 영상을 복원하기 위한 수단이다.
- [0095] 예를 들어, 전처리부(1115)는 광 디모자이킹(PDM: polarization demosaicking) 과정을 통해 서로 각도가 상이한 편광 영상을 복원할 수 있다. 전처리부(1115)는 예를 들어, 입력 영상을 전처리하여 0도, 45도, 90도 및 135도 편광 영상을 복원할 수 있다.
- [0096] 계산부(1120)는 4개의 편광 영상을 이용하여 편광 정도 및 편광 각도를 각각 계산하기 위한 수단이다.
- [0097] 보다 상세하게 계산부(1120)는 0도 내지 135도 편광 영상을 이용하여 빛의 전체 강도에 대한 제1 스토크스 파라미터를 도출하고, 0도 및 90도 편광 영상을 이용하여 선형 편광의 양에 대한 제2 스토크스 파라미터를 도출하며, 제45도 및 135도 편광 영상을 이용하여 선형 편광의 양에 대한 제3 스토크스 파라미터를 도출할 수 있다.
- [0098] 이어, 제1 스토크스 파라미터 내지 제3 스토크스 파라미터를 이용하여 편광 정도 및 편광 각도를 각각 도출할 수 있다. 이는 이미 전술한 바와 동일하므로 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0099] 도로 영역 검출부(1125)는 편광 정도 및 편광 각도를 이용하여 도로 영역을 검출하여 분할할 수 있다. 보다 상세히 설명하면, 도로 영역 검출부(1125)는 편광 정도, 편광 각도 및 에지 정보를 결합하여 정밀한 도로 영역 맵을 생성할 수 있다. 이어, 도로 영역 검출부(1125)는 정밀한 도로 영역 맵을 이용하여 입력 영상내의 도로 영역을 검출하여 분할할 수 있다. 이는 도 1 내지 도 10을 참조하여 설명한 바와 동일하므로 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0100] 메모리(1130)는 본 발명의 일 실시예에 따른 적외선 편광 각도를 이용한 도로 영역 검출 방법을 수행하기 위해 필요한 다양한 명령어들(프로그램 코드들)을 저장하기 위한 수단이다.
- [0101] 프로세서(1135)는 본 발명의 일 실시예에 따른 도로 영역 검출 장치(100)의 내부 구성 요소들(예를 들어, DoFP 영상 센서(1110), 전처리부(1115), 계산부(1120), 도로 영역 검출부(1125), 메모리(1130) 등)를 제어하기 위한 수단이다.
- [0103] 본 발명의 실시 예에 따른 장치 및 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야 통상의 기술자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기매체(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.
- [0104] 상술한 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0105] 이제까지 본 발명에 대하여 그 실시 예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을

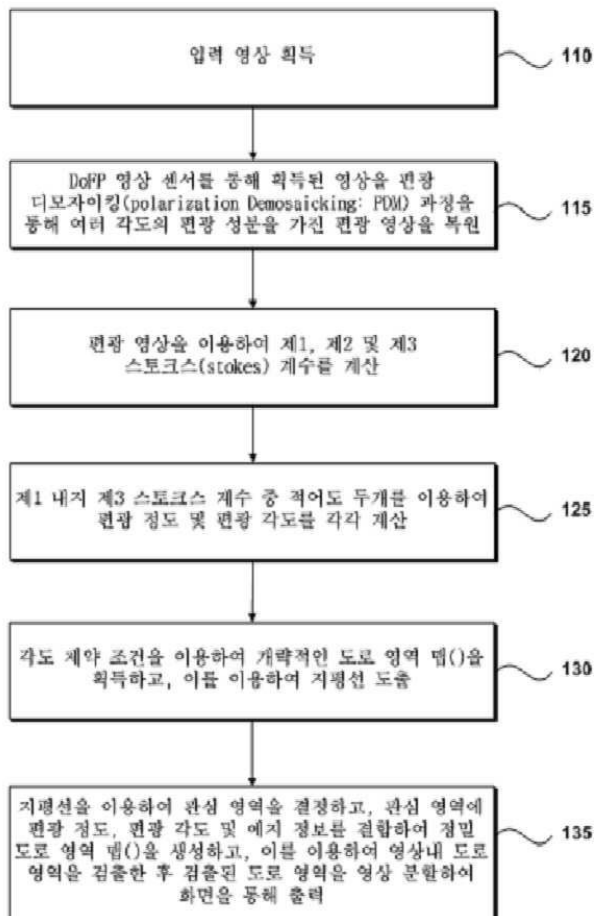
이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

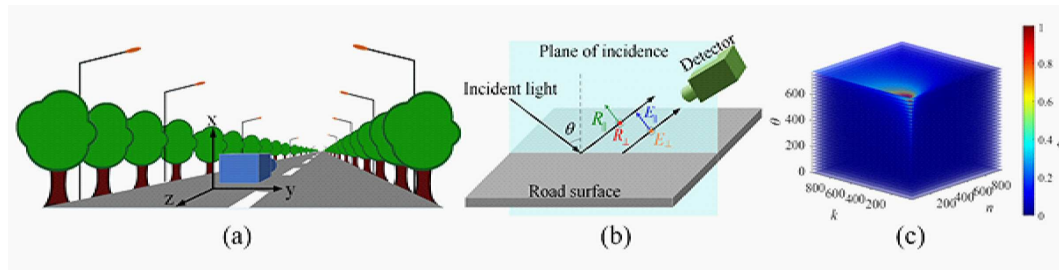
[0107]
 100: 도로 영역 검출 장치
 1110: DoFP 영상 센서
 1115: 전처리부
 1120: 계산부
 1125: 도로 영역 검출부
 1130: 메모리
 1135: 프로세서

도면

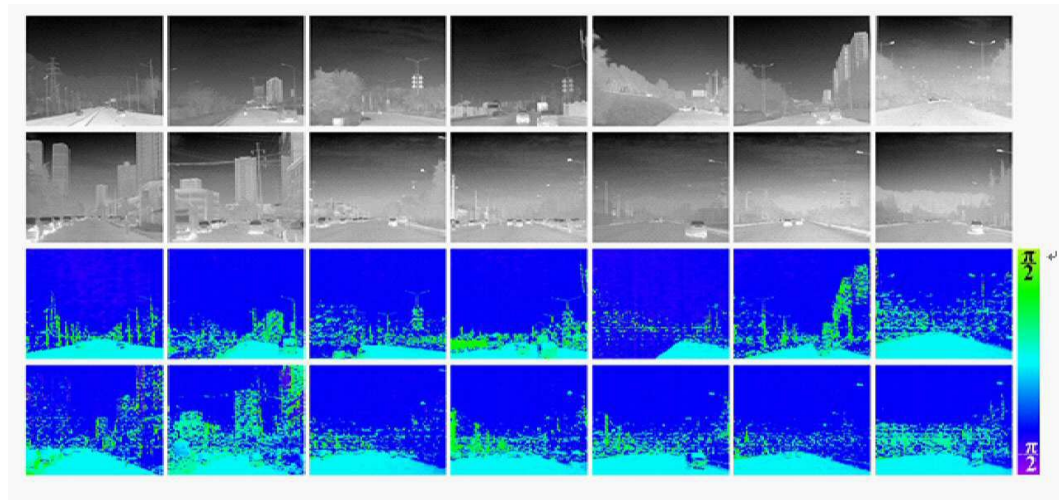
도면1



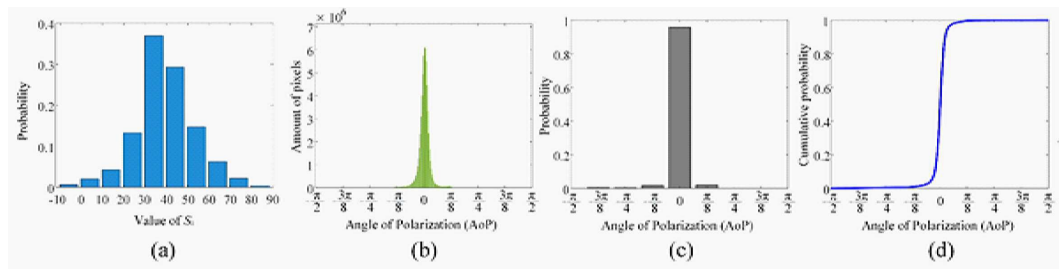
도면2



도면3



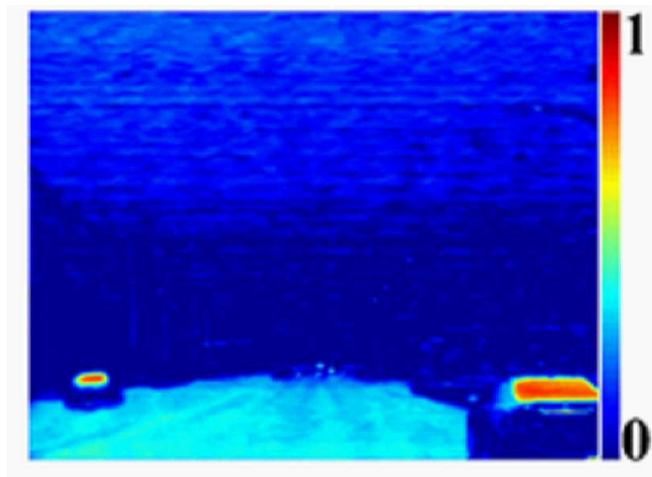
도면4



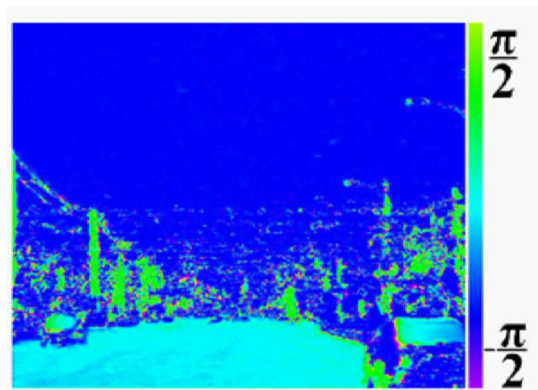
도면5



도면6



도면7



도면8



도면9



도면10



도면11

