



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0103382
(43) 공개일자 2025년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06V 20/52 (2022.01) G06N 3/0464 (2023.01)
G06N 3/08 (2023.01) G06V 10/25 (2022.01)
G06V 10/774 (2022.01) G06V 10/82 (2022.01)
H04N 7/18 (2023.01)
(52) CPC특허분류
G06V 20/52 (2023.08)
G06N 3/0464 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2024-0100613
(22) 출원일자 2024년07월30일
심사청구일자 2024년07월30일
(30) 우선권주장
1020230195121 2023년12월28일 대한민국(KR)

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 조선대길 126(서석동, 산학협력단)
(72) 발명자
이정아
광주광역시 북구 임방울대로1042번길 14-1(신용동, 첨단자 이1단지)
사이드고건
광주광역시 동구 필문대로 309(서석동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인아이엠

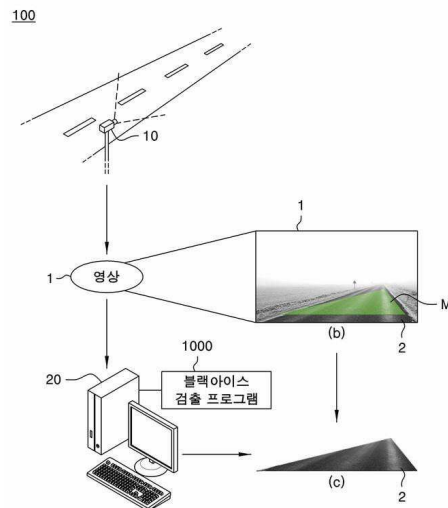
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 시스템

(57) 요약

본 발명은 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 도로 표면이 촬영된 영상에서 도로 표면 영역만을 추출함으로써, 블랙 아이스 검출시 연산량을 최소화할 수 있으며, 아이스가 존재하는 도로 표면이미지들을 훈련한 기계 학습 모델의 도출 결과와 도로 표면 이미지의 선명도 및 광택도 산출 결과를 동시에 고려하여 추출된 이미지인 도로 표면에 블랙 아이스 존재 여부를 검출할 수 있어 검출 정확도를 향상시킬 수 있는 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06N 3/08 (2023.01)
G06V 10/25 (2023.08)
G06V 10/774 (2023.08)
G06V 10/82 (2022.01)
H04N 7/18 (2023.01)

나자피 모함마드레자

광주광역시 동구 필문대로 309(서석동)

(72) 발명자

무함마드카젬팔라마

광주광역시 동구 필문대로 309(서석동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345370662
과제번호	LINC3.0-2023-43
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	산학협력고도화지원
연구과제명	3단계산학협력선도대학육성사업(LINC3.0)(0.5)
과제수행기관명	조선대학교
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

컴퓨터가 영상 내에서 감지된 도로 표면 상의 블랙 아이스 존재 여부를 검출하는 방법에 있어서,
 상기 컴퓨터가 촬영 장치에서 촬영한 도로 표면이 포함된 영상을 입력받는 단계;
 상기 컴퓨터가 입력된 영상에서 도로 표면 영역인 관심 영역(이하, '마스크', 라함)을 추출하는 단계;
 상기 컴퓨터가 추출한 이미지를 도로 표면 상의 아이스 가능성을 판단하는 아이스 가능성 판단 모델에 입력하여
 상기 추출한 이미지에서 도로 표면 상의 아이스의 가능성 여부를 판단하는 단계;
 상기 컴퓨터가 상기 추출한 이미지에서 도로 표면 상에 일반 아이스인지 블랙 아이스인지 판단하는 단계; 및
 상기 컴퓨터가 상기 추출한 이미지 내 도로 표면 상의 아이스 가능성 판단 결과 및 블랙 아이스 판단 결과를 기반으로 상기 추출한 이미지 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 존재 여부를 검출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 컴퓨터가 상기 영상에서 최초로 상기 마스크를 추출한 후, 동일 촬영 장치로 촬영한 영상을 입력받으면 입력받은 영상에 상기 마스크를 고정하여 관심 영역을 추출하는 것을 특징으로 하는 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 관심 영역을 추출하는 단계는 상기 영상에서 상기 관심 영역을 추출하기 위해 FCNN(Fully Connected Neural Network) 딥러닝 알고리즘을 사용하는 것을 특징으로 하는 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 아이스 가능성 판단 모델은 상기 컴퓨터가 상기 도로 표면 상에 아이스가 존재하는 이미지들로 구성된 아이스 가능성 데이터셋과 상기 도로 표면에 아이스가 존재하지 않는 이미지들이 포함된 일반 도로 데이터셋을 기계 학습 모델에 입력하고 학습시켜 생성되는 것을 특징으로 하는 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
 상기 아이스 가능성 판단 모델은 MobileNet-V2 컨벌루션 신경망 모델을 이용하여 아래의 수학적 식 1과 같이 상기 추출한 이미지에 아이스 가능성을 판단하는 것을 특징으로 하는 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법.

[수학식 1]

$$y_{ice}=M(\Theta,x')$$

(여기서, M은 MobileNet-v2 모델의 계산 모드이고, Θ 은 모델 파라미터이며, x' 는 크롭된 이미지이다.)

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 블랙 아이스인지 판단하는 단계:는

상기 컴퓨터가 상기 추출한 이미지에서 아래의 수학식 2를 통해 도로 표면의 선명도를 산출하는 단계;

상기 컴퓨터가 상기 추출한 이미지에서 아래의 수학식 3을 통해 도로 표면의 광택도를 산출하는 단계; 및

상기 컴퓨터가 산출한 선명도와 광택도를 아래의 수학식 4와 같이 곱하여 도출된 값을 설계자에 의해 기설정된 블랙아이스 판단 기준값과 비교하여 상기 추출된 이미지의 도로 표면 상에 일반 아이스인지 블랙 아이스인지 판단하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법.

[수학식 2]

$$S=\frac{1}{|x'|}\sum_{i\in x'}\sqrt{\left(\frac{\partial I_i}{\partial w_i}\right)^2+\left(\frac{\partial I_i}{\partial h_i}\right)^2}$$

(여기서, $|x'|$ 는 추출한 이미지의 총 픽셀 수이고, I_i 는 픽셀 i 의 강도이며, (w_i, h_i) 는 추출한 이미지에서의 위치 좌표이다.

한편, 상기 I_i 는 색상, 채도 및 명도(HSV) 이미지의 각 픽셀에 대한 강도로, $I_i \approx 0.299 \times H_i + 0.587 \times S_i + 0.114 \times V_i$ 로 계산된다.)

[수학식 3]

$$g_i=\sqrt{\frac{1}{|N_i|}\sum_{j\in N_i}(I_j-\bar{I}_i)^2}$$

(여기서, N_i 은 픽셀 i 의 이웃한 픽셀 집합을 의미하고, I_j 는 추출한 이미지에서 (w_j, h_j) 위치 좌표의 픽셀 강도를 의미하며, $\bar{I}_i$ 는 픽셀 i 의 이웃한 픽셀 집합의 평균 강도를 의미한다.)

[수학식 4]

$$\omega=G \times S$$

(여기서, ω 는 블랙 아이스 판단을 위한 산출 값, G 는 광택도 산출 값, S 는 선명도 산출 값이다.)

청구항 7

컴퓨터를 기능시켜 제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항의 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법을 수행할 수 있게 하는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

청구항 8

제 7 항의 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 프로그램이 저장되고, 촬영 장치로부터 촬영된 영상 내 도

로 표면 상의 블랙 아이스를 검출할 수 있는 서버.

청구항 9

도로 표면이 포함된 영상을 촬영하는 촬영 장치; 및

상기 촬영 장치로부터 영상을 입력받아 상기 영상 내 포함된 도로 표면 상의 블랙 아이스 존재 여부를 검출하는 제 8 항의 서버;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 도로 표면이 촬영된 영상에서 도로 표면 영역만을 추출함으로써, 블랙 아이스 검출시 연산량을 최소화할 수 있으며, 아이스가 존재하는 도로 표면이미지들을 훈련한 기계 학습 모델의 도출 결과와 도로 표면 이미지의 선명도 및 광택도 산출 결과를 동시에 고려하여 추출된 이미지인 도로 표면에 블랙 아이스 존재 여부를 검출할 수 있어 검출 정확도를 향상시킬 수 있는 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 블랙아이스란, 겨울철 비나 눈이 낮동안 도로 틈새에 스며들어있다가 기온이 내려가는 밤 사이에 다시 얼면서 검은 아스팔트 위에 코팅한 것처럼 얇고 투명한 얼음막이 형성되는 결빙 현상으로, 눈이 쌓여 있을때보다 더 위험하여 '도로위암살자'라는 별칭으로 불리기도 한다.

[0004] 블랙아이스는 차량 통행이 많지 않은 새벽 시간대나 산모퉁이, 해안도로, 터널 진출입로에서 주로 나타나는데, 겨울철 눈, 비, 서리, 안개 등에 의해 더 자주 나타날 수 있으며, 검은 아스팔트 위에 결빙된 얇은 얼음막은 육안으로 구별하기가 힘들기 때문에 겨울철 교통사고의 주요 원인으로 꼽히고 있어 조기 탐지 기술이 필요함과 동시에 운전자의 주의가 요구되고 있다.

[0005] 이러한 블랙아이스를 사전에 감지하거나 블랙아이스 형성을 방지하거나 블랙아이스를 제거하기 위한 기술 개발이 시도되고 있으나, 결빙 구간에 대한 관리가 매우 어려우며 국지적이고 단기적인 결빙의 특성으로 인해 낮은 비용으로도 높은 정확도의 블랙아이스 검출 및 감지하기가 어려운 실정이다.

[0006] 이에 종래에는 도로 표면 위의 블랙아이스를 감지하기 위해 카메라, 라이다 등을 자동차에 부착하여 전방의 도로 표면의 상태 정보를 검출하고자 하였으나, 카메라를 이용한 도로 표면의 상태 검출은 빛, 안개 등의 외부 환경에 의해 크게 좌우되고 라이다를 이용한 도로 표면의 상태 검출은 눈, 비와 같은 날씨에 영향을 많이 받아 검출 정확도가 떨어지는 문제점이 있었다.

[0007] 또한, 자동차가 운행하면서 전방에 있는 도로 표면을 감지해야하기 때문에 정확도가 떨어질 뿐만 아니라 빠른 분석이 필요하기 때문에 많은 연산량을 요하는 문제점이 있었다.

[0008] 따라서, 빛, 안개, 날씨 등의 외부 환경으로부터 강인하여 검출 정확도가 높으며, 운행 중인 도로 표면을 촬영한 영상 분석으로 인해 검출 정확도가 떨어지거나 많은 연산량이 필요한 문제를 해소할 수 있는 블랙아이스 검출 기술이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 실시간으로 전송되는 촬영 장치로 촬영한 도로 표면 영상에서 블랙 아이스 검출을 위한 처리 연산량을 최소화할 수 있으며, 영상 분석을 통한 블랙 아이스 검출 정확도를 향상시킬 수 있는 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법을 제공하는데 있

다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상술한 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 컴퓨터가 영상 내에서 감지된 도로 표면 상의 블랙 아이스 존재 여부를 검출하는 방법에 있어서, 상기 컴퓨터가 촬영 장치에서 촬영한 도로 표면이 포함된 영상을 입력받는 단계; 상기 컴퓨터가 입력된 영상에서 도로 표면 영역인 관심 영역(이하, '마스크', 라함)을 추출하는 단계; 상기 컴퓨터가 추출한 이미지를 도로 표면 상의 아이스 가능성을 판단하는 아이스 가능성 판단 모델에 입력하여 상기 추출한 이미지에서 도로 표면 상의 아이스의 가능성 여부를 판단하는 단계; 상기 컴퓨터가 상기 추출한 이미지에서 도로 표면 상에 일반 아이스인지 블랙 아이스인지 판단하는 단계; 및 상기 컴퓨터가 상기 추출한 이미지 내 도로 표면 상의 아이스 가능성 판단 결과 및 블랙 아이스 판단 결과를 기반으로 상기 추출한 이미지 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 존재 여부를 검출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법을 제공한다.
- [0012] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 컴퓨터가 상기 영상에서 최초로 상기 마스크를 추출한 후, 동일 촬영 장치로 촬영한 영상을 입력받으면 입력받은 영상에 상기 마스크를 고정하여 관심 영역을 추출한다.
- [0013] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 관심 영역을 추출하는 단계는 상기 영상에서 상기 관심 영역을 추출하기 위해 FCNN(Fully Connected Neural Network) 딥러닝 알고리즘을 사용한다.
- [0014] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 아이스 가능성 판단 모델은 상기 컴퓨터가 상기 도로 표면 상에 아이스가 존재하는 이미지들로 구성된 아이스 가능성 데이터셋과 상기 도로 표면에 아이스가 존재하지 않는 이미지들이 포함된 일반 도로 데이터셋을 기계 학습 모델에 입력하고 학습시켜 생성된다.
- [0015] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 아이스 가능성 판단 모델은 MobileNet-V2 컨벌루션 신경망 모델을 이용하여 상기 추출한 이미지에 아이스 가능성을 판단한다.
- [0016] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 블랙 아이스인지 판단하는 단계:는 상기 컴퓨터가 상기 추출한 이미지에서 아래의 수학적 식 2를 통해 도로 표면의 선명도를 산출하는 단계; 상기 컴퓨터가 상기 추출한 이미지에서 아래의 수학적 식 3을 통해 도로 표면의 광택도를 산출하는 단계; 및 상기 컴퓨터가 산출한 선명도와 광택도를 아래의 수학적 식 4와 같이 곱하여 도출된 값을 설계자에 의해 기설정된 블랙아이스 판단 기준값과 비교하여 상기 추출된 이미지의 도로 표면 상에 일반 아이스인지 블랙 아이스인지 판단하는 단계;를 포함한다.
- [0017] 또한, 본 발명은 컴퓨터를 기능시켜 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법을 수행할 수 있게 하는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램을 더 제공할 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명은 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 프로그램이 저장되고, 촬영 장치로부터 촬영된 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스를 검출할 수 있는 서버를 더 제공할 수 있다.
- [0019] 또한, 본 발명은 도로 표면이 포함된 영상을 촬영하는 촬영 장치; 및 상기 촬영 장치로부터 영상을 입력받아 상기 영상 내 포함된 도로 표면 상의 블랙 아이스 존재 여부를 검출하는 서버;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 시스템을 더 제공할 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명은 다음과 같은 우수한 효과를 갖는다.
- [0022] 본 발명의 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법에 의하면, 고정된 촬영 장치가 촬영한 영상 이미지에서 도로 표면인 관심 영역 마스크만 추출한 후, 이후 입력되는 영상 이미지에 해당 마스크를 적용시켜 추출한 도로 표면 이미지를 기반으로 블랙아이스를 검출함으로써, 매번 도로 표면 영역을 추출하지 않아도 되기 때문에 연산량 및 분석 처리 시간을 최소화할 수 있고 전력 소모 또한 절감할 수 있으며, 필요 영역으로만 분석함에 따라 검출 정확도를 향상시킬 수 있는 장점이 있다.
- [0023] 또한, 본 발명의 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법에 의하면, 도로 표면인 관심 영역만 추출된 이미지에서 아이스가 존재하는지 존재하지 않는지를 검출하는 것과 아이스가 일반 아이스인지 블랙아이스인지 검

출하는 것을 동시에 수행하여 검출 정확도를 향상시킬 뿐만 아니라 연산 처리 시간 및 연산을 위한 전력 소모를 절감할 수 있는 장점이 있다.

[0024] 또한, 본 발명의 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법에 의하면, 도로 표면 상에 존재하는 아이스가 일반 아йс인지 블랙 아йс인지 판단하기 위해 선명도, 광택도를 산출시 추출된 이미지의 RGB 표현이 아닌 색상(H), 채도(S) 및 명도(V)를 사용함으로써, 이미지의 RGB 표현에 비해 이미지의 색상 정보 보존이 더욱 간단한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 시스템을 설명하기 위한 도면, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 발명에서 사용되는 용어는 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어를 선택하였으나, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있는데 이 경우에는 단순한 용어의 명칭이 아닌 발명의 상세한 설명 부분에 기재되거나 사용된 의미를 고려하여 그 의미가 파악되어야 할 것이다.

[0028] 이하, 첨부한 도면에 도시된 바람직한 실시예들을 참조하여 본 발명의 기술적 구성을 상세하게 설명한다.

[0029] 그러나, 본 발명은 여기서 설명되는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있으며, 명세서 전체에 걸쳐 동일한 참조번호는 동일한 구성요소를 나타낸다.

[0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

[0031] 도 1을 참조하면, 본 발명의 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 시스템(100)은 촬영 장치(10)로부터 촬영한 도로 표면(2)이 포함된 영상(1)을 분석하여 상기 도로 표면(2) 상에서 블랙 아йс를 검출하는 시스템이다.

[0032] 또한, 본 발명의 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 시스템(100)은 상기 촬영 장치(10)와 서버(20)를 포함하여 이루어진다.

[0033] 상기 촬영 장치(10)는 상기 도로 표면(2)이 포함된 영역을 촬영하여 영상을 제공하는 장치로, 폐쇄 회로 텔레비전(CCTV) 및 별도로 설치한 카메라 등을 포함하는 촬영 장치 중 하나일 수 있다.

[0034] 상기 서버(20)는 유무선 통신망을 통해 상기 촬영 장치(10)에서 촬영한 영상(1)을 수신받아 별도의 데이터베이스에 저장할 수 있으며, 상기 촬영한 영상(1)을 분석하여 상기 촬영한 영상 내 포함된 도로 표면(2) 상에 상기 블랙 아йс 존재 여부를 검출하는 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아йс 검출 프로그램(1000)이 저장된다.

[0035] 한편, 본 발명은 상기 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아йс 검출 프로그램(1000)이 저장된 서버(20)만을 별도로 제공할 수 있다.

[0036] 여기서, 상기 컴퓨터는 일반적인 퍼스널 컴퓨터뿐만 아니라, 통신망을 통해 접속 가능한 서버 컴퓨터, 클라우드 시스템, 스마트폰, 태블릿과 같은 스마트 기기, 임베디드 시스템을 포함하는 광의의 컴퓨터이다.

[0037] 또한, 상기 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아йс 검출 프로그램(1000)은 별도의 기록 매체에 저장되어 제공될 수 있으며, 상기 기록 매체는 본 발명을 위하여 특별히 설계되어 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 공지되어 사용 가능한 것일 수 있다.

[0038] 예를 들면, 상기 기록매체는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD, DVD와 같은 광 기록 매체, 자기 및 광 기록을 겸할 수 있는 자기-광 기록 매체, 롬, 램, 플래시 메모리 등 단독 또는 조합에 의해 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치일 수 있다.

[0039] 또한, 상기 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아йс 검출 프로그램(1000)은 프로그램 명령, 로컬 데이터 파일, 로컬 데이터 구조 등이 단독 또는 조합으로 구성된 프로그램일 수 있고, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은

기계어 코드뿐만 아니라, 인터프리터 등을 사용하여 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 고급 언어 코드로 짜여진 프로그램일 수 있다.

- [0040] 또한, 본 발명의 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 시스템(100)은 도 1에는 도시하지 않았으나, 유무선 통신망을 통해 데이터를 송수신할 수 있는 통신 장치가 더 구비될 수 있다.
- [0041] 상기 통신 장치는 상기 촬영 장치(10)에서 촬영한 영상(1)을 상기 서버(20)로 송신하며, 상기 서버(20)에서 상기 영상(1)을 분석하여 도출된 도로 표면(2) 상의 블랙 아이스 존재 여부 검출 결과를 담당자의 휴대용 단말기로 송신하거나, 해당 도로 표면으로 접근하는 차량의 운전자가 확인할 수 있는 표시 장치로 전송할 수 있다.
- [0042] 즉, 본 발명의 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 시스템(100)은 상기 촬영 장치(10)로부터 도로 표면(2)이 포함된 영역을 촬영한 영상(1)을 상기 서버(20)가 분석하여 상기 영상(1)에 포함된 도로 표면(2) 상에서 블랙 아이스를 검출하고, 상기 통신 장치를 통해 검출 결과를 담당자 또는 운전자가 확인할 수 있는 표시 장치에 전송할 수 있는 시스템에 관한 것이다.
- [0043] 이하에서는, 본 발명의 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법(S1000)에 대하여 자세히 설명한다.
- [0044] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0045] 도 2를 참조하면, 본 발명의 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법(S1000)은 상기 촬영 장치(10)로부터 촬영한 도로 표면(2)이 포함된 영상(1)을 입력받아 관심 영역으로 도로 표면(2)만을 추출하고, 추출된 관심 영역(2)을 분석하여 상기 블랙 아이스 산출 값 기준 범위에 해당하면 상기 영상(1)에 포함된 도로 표면(2) 상에 상기 블랙 아이스를 검출하는 방법이다.
- [0046] 먼저, 상기 블랙 아이스를 검출하는 서버(20)가 상기 촬영 장치(10)에서 촬영한 도로 표면(2)이 포함된 영상(1)을 입력받는다(S1100).
- [0047] 다음, 입력받은 영상(1)에서 상기 도로 표면(2)인 관심 영역(이하, '마스크', 라함)을 추출한다(S1200).
- [0048] 상세하게는, 입력받은 영상(1)에서 추출한 마스크(M)를 기반으로 상기 도로 표면(2) 영역을 크롭하여 추출한다(S1200).
- [0049] 여기서, 상기 영상(1)에서 관심 영역을 추출하기 위해 FCNN(Fully Connected Neural Network) 딥러닝 알고리즘을 사용하나, 이에 한정되는 것은 아니며, 상기 영상(1)에서 도로 표면 영역을 추출할 수 있는 다양한 알고리즘을 사용할 수 있다.
- [0050] 한편, 동일한 촬영 장치(10)에서 지속적으로 수신한 영상(1)의 경우, 상기 영상(1)이 상기 서버(20)로 입력될 때마다 상기 마스크(M)를 추출하는 것이 아닌 최초로 추출한 마스크(M)를 입력되는 영상(1)에 적용시켜 상기 입력받은 영상(1) 내의 도로 표면(2) 영역을 크롭한다(S1200).
- [0051] 이때, 상기 촬영 장치(10)의 촬영 각도가 바뀌거나 촬영 장치(10)의 설치 위치가 변경될 경우, 새로 입력되는 영상에 대한 마스크(M)를 다시 추출하여 해당 영상의 도로 영역을 추출한다.
- [0052] 다음, 상기 마스크(M)를 기반으로 추출한 이미지를 상기 도로 표면(2) 상의 아이스 가능성을 판단하는 아이스 가능성 판단 모델에 입력하여 상기 추출한 이미지에서 상기 도로 표면(2) 상의 아이스의 가능성을 판단한다(S1300).
- [0053] 여기서, 상기 아이스 가능성 판단 모델은 상기 도로 표면(2) 상에 아이스가 존재하는 이미지들로 구성된 아이스 가능성 데이터셋과 상기 도로 표면(2) 상에 아이스가 존재하지 않는 이미지들이 포함된 일반 도로 데이터셋을 기계 학습 모델에 입력하고 학습시켜 생성한 모델이다.
- [0054] 이때, 상기 아이스 가능성 판단 모델은 MobileNet-V2 컨벌루션 신경망 모델을 이용하며, 이 외에도 상기 데이터셋을 학습시켜 입력되는 이미지를 학습된 기준에 따라 분류할 수 있는 다양한 신경망 모델을 사용할 수 있다.
- [0055] 또한, 상기 아이스 가능성 판단 모델은 아래의 수학적 식 1과 같이 상기 추출한 이미지에 아이스 가능성을 판단한다.

수학식 1

$$y_{ice}=M(\Theta,x')$$

(여기서, M은 MobileNet-v2 모델의 계산 모드이고, Θ 은 모델 파라미터이며, x' 는 크롭된 이미지이다.)

다음, 상기 추출한 이미지에서 상기 도로 표면(2) 상에 일반 아이스인지 블랙 아이스인지 판단한다(S1400).

상세하게는, 먼저, 상기 추출한 이미지에서 아래의 수학식 2를 통해 도로 표면의 선명도를 산출한다(S1410).

수학식 2

$$S=\frac{1}{|x'|}\sum_{i\in x'}\sqrt{\left(\frac{\partial I_i}{\partial w_i}\right)^2+\left(\frac{\partial I_i}{\partial h_i}\right)^2}$$

(여기서, $|x'|$ 는 추출한 이미지의 총 픽셀 수이고, I_i 는 픽셀 i 의 강도이며, (w_i, h_i) 는 추출한 이미지에서의 위치 좌표이다.

한편, 상기 I_i 는 색상, 채도 및 명도(HSV) 이미지의 각 픽셀에 대한 강도로, $I_i \approx 0.299 \times H_i + 0.587 \times S_i + 0.114 \times V_i$ 로 계산된다.)

다음, 상기 추출한 이미지에서 아래의 수학식 3을 통해 도로 표면의 광택도를 산출한다(S1420).

수학식 3

$$g_i=\sqrt{\frac{1}{|N_i|}\sum_{j\in N_i}(I_j-\bar{I}_i)^2}$$

(여기서, N_i 은 픽셀 i 의 이웃한 픽셀 집합을 의미하고, I_j 는 추출한 이미지에서 (w_j, h_j) 위치 좌표의 픽셀 강도를 의미하며, $\bar{I}_i$ 는 픽셀 i 의 이웃한 픽셀 집합의 평균 강도를 의미한다.)

다음, 위에서 산출한 선명도 값과 광택도 값을 아래의 수학식 4와 같이 곱하여 도출된 블랙 아이스 산출 값을 설계자에 의해 기설정된 블랙아이스 판단 기준값과 비교하여 상기 추출된 이미지의 도로 표면 상에 일반 아이스인지 블랙 아이스인지 판단한다(S1430).

수학식 4

$$\omega=G \times S$$

(여기서, ω 는 블랙 아이스 판단을 위한 산출 값, G 는 광택도 산출 값, S 는 선명도 산출 값이다.)

한편, 본 발명에서는 상기 추출된 이미지의 선명도와 광택도를 산출할 경우, 상기 추출된 이미지의 RGB 표현이 아닌 색상(H), 채도(S) 및 명도(V)를 사용함으로써, 상기 추출된 이미지의 RGB 표현에 비해 상대적으로 상기 추출된 이미지의 색상 정보 보존이 더욱 간단하여 상기 블랙 아이스 검출 정확도를 향상시킬 수 있다.

다음, 상기 추출한 이미지 내 도로 표면(2) 상의 아이스 가능성 판단 결과 및 블랙 아이스 판단 결과를 기반으로 상기 추출한 이미지 내 도로 표면(2) 상의 블랙 아이스를 최종적으로 검출한다(S1500).

[0071] 상세하게는, 아래의 수학적식 5 내지 7와 같이, 상기 아이스 가능성 판단(S1300)을 통해 상기 추출한 이미지 내 도로 표면(2) 상에 아이스 존재하면서, 상기 블랙 아이스 판단(S1400)을 통해 상기 추출한 이미지 내 도로 표면(2) 상에 블랙 아이스가 존재하는 것으로 판단된다면, 상기 영상(1)에 포함된 도로 표면(2)에 블랙 아이스가 있는 것으로 최종 검출한다(S1500).

수학적식 5

[0072]

$$v = \begin{cases} 0 & \text{if } y_{ice} < \alpha \\ 1 & \text{if } y_{ice} \geq \alpha \end{cases}$$

[0073] (여기서, y_{ice} 는 아이스 가능성, α 는 아이스 가능성을 판단하는 임계값, v 는 아이스 가능성 분류 값을 의미한다.)

수학적식 6

[0074]

$$\mu = \begin{cases} 0 & \text{if } \omega < \phi \\ 1 & \text{if } \omega \geq \phi \end{cases}$$

[0075] (여기서, ω 는 블랙 아이스 판단을 위한 산출 값, ϕ 는 블랙 아이스를 판단하는 임계값, μ 는 블랙 아이스 분류 값을 의미한다.)

수학적식 7

[0076]

$$B = \mu \wedge v$$

[0077] (여기서, μ 는 블랙 아이스 분류 값, v 는 아이스 가능성 분류 값, B 는 블랙 아이스 존재 검출 결과를 의미한다.)

[0078] 더욱 상세하게는, 상기 블랙 아이스 산출 값은 상기 블랙 아이스가 존재한 것으로 분류된 이미지의 블랙 아이스 산출 값과 상기 블랙 아이스가 존재하지 않은 것으로 분류된 이미지의 블랙 아이스 산출 값의 차이 값이 설계자가 기설정된 임계값인 '1000'을 초과하면 상기 도로 표면(2) 상에 블랙 아이스가 존재하는 것으로 판단한다(S1400).

[0079] 즉, 위의 수학적식 5 내지 7에서 보시는 것과 같이, 상기 입력된 영상(1)이 상기 아이스 가능성이 있는 것으로 분류되면서, 상기 블랙 아이스가 존재하는 것으로 분류된 이미지의 블랙 아이스 산출 값과 상기 블랙 아이스가 존재하지 않은 것으로 분류된 이미지의 블랙 아이스 산출 값의 차이 값이 '1000'을 초과하는 것으로 분류되면, 해당 영상(1)에 포함된 도로 표면(2)의 블랙 아이스를 검출한다(S1500).

[0080] 아래의 실시예 1은 본 발명의 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 프로그램(1000)의 블랙 아이스 검출 알고리즘의 예시를 설명한다.

실시예 1

Algorithm 1 BLACK-ICE Detection.

Inputs: x (Input image), M (ROI mask), Θ (MobileNet parameters), α and ϕ (hyperparameters)

Output: BLACK-ICE existence label

$x' \leftarrow M(x)$

begin parallel_section

$y_{ice} \leftarrow \mathcal{M}(\Theta, x')$

$S \leftarrow$ 수학식 2

$G \leftarrow$ 수학식 3

end parallel_section

$\omega \leftarrow$ 수학식 4

$v \leftarrow$ 수학식 5

$\mu \leftarrow$ 수학식 6

$\mathcal{B} \leftarrow$ 수학식 7

if $\mathcal{B} == 0$ **then**

return Not BLACK-ICE

else

return "BLACK-ICE"

end

[0081]

[0082]

상기 블랙 아이스 검출 알고리즘은 먼저 아이스 가능성, 선명도, 광택도를 산출한 후, 산출한 아이스 가능성, 선명도, 광택도 값을 기반으로 블랙 아이스 판단 값, 아이스 가능성 판단 값 및 블랙 아이스 검출 결과를 도출하여 최종적으로 블랙 아이스가 존재하지 않음 또는 블랙 아이스 존재함으로 최종 결과를 도출하는 프로세스이다.

[0083]

따라서, 본 발명의 영상 내 도로 표면 상의 블랙 아이스 검출 방법(S1000)은 입력된 영상(1)에서 도로 표면 영역을 관심 영역으로 추출하고 추출된 도로 표면(2) 이미지의 아이스 가능성 판단을 위한 학습 모델로 분류한 아이스 이미지와 상기 도로 표면(2) 이미지의 선명도, 광택도를 산출하여 도출한 블랙 아이스 판단을 동시에 고려하여 상기 영상(1) 내 도로 표면(2) 상의 블랙 아이스를 검출함으로써, 외부 요인에 강인하면서 검출 정확도를 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

[0084]

또한, 전체 영상(1)에서 도로 표면(2)인 관심 영역만 추출하여 블랙 아이스를 검출함으로써, 연산량을 최소화할 수 있어 전력 소모를 절감할 수 있으며, 연산 처리 시간을 최소화할 수 있는 장점이 있다.

[0085]

이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명은 바람직한 실시예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기한 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변경과 수정이 가능할 것이다.

부호의 설명

[0087]

1 : 영상 2 : 도로 표면

10 : 촬영 장치 20 : 서버

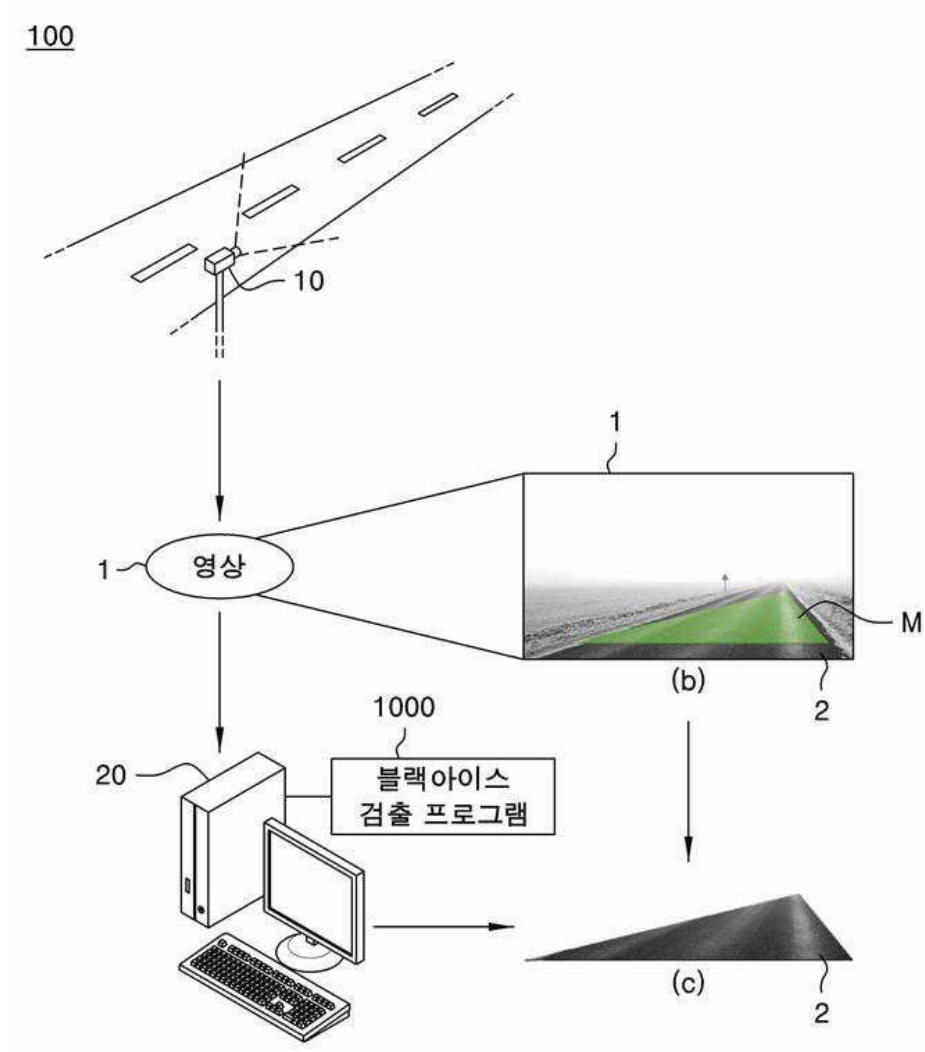
1000 : 블랙 아이스 검출 프로그램

M : 마스크

도면

도면1

100



도면2

