



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0034553  
(43) 공개일자 2024년03월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B60W 40/02 (2006.01) B60W 40/10 (2006.01)  
G06T 7/70 (2017.01) G06V 10/40 (2022.01)  
(52) CPC특허분류  
B60W 40/02 (2013.01)  
B60W 40/10 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2022-0113722  
(22) 출원일자 2022년09월07일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
현대모비스 주식회사  
서울특별시 강남구 테헤란로 203 (역삼동)  
(72) 발명자  
이재영  
경기도 이천시 증신로325번길 39(송정동, 이천 라온프라이빗) 103동 1101호  
(74) 대리인  
특허법인 플러스

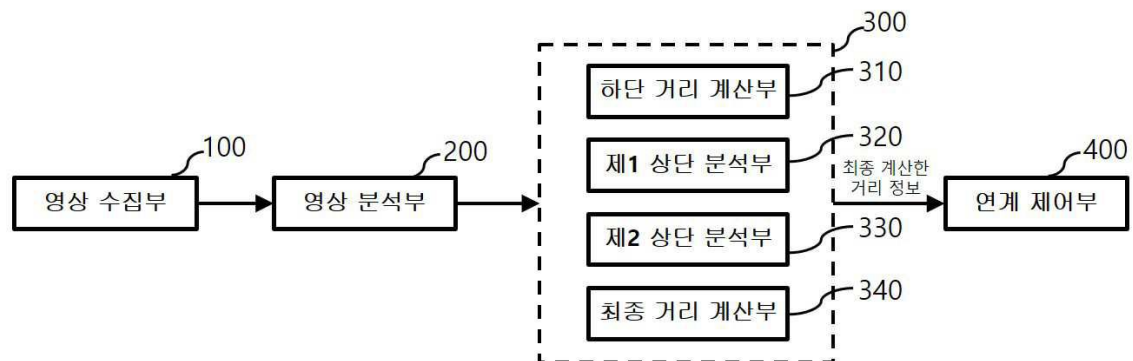
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 터널 인식 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 날씨가 흐려서 터널 내외의 평균 밝기 정도가 비슷하거나, GPS 정보 수신이 부정확한 산간 지역에서도 터널을 인식하고, 차량을 기준으로 터널까지 거리를 제공할 수 있어 차량의 편의성을 향상시킬 수 있는 기술에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*G06T 7/70* (2017.01)

*G06V 10/40* (2023.08)

*B60W 2520/10* (2013.01)

*G06T 2207/10028* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

차량의 영상 데이터를 수집하는 영상 수집부;

상기 영상 데이터를 분석하여, 상기 영상 데이터에 포함되는 기설정된 객체인 터널 영역에 해당하는 경계 박스(bounding box)를 추출하는 영상 분석부; 및

추출한 상기 경계 박스에 대한 기설정된 특징점 위치를 분석하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 계산하는 분석 처리부;

를 포함하는, 터널 인식 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 영상 분석부는

기저장된 객체 인식 네트워크를 이용하여, 상기 영상 데이터의 특징(feature)을 추출하고, 기설정된 초기 박스(anchor box)들과 추출한 특징을 비교하여, 상기 경계 박스를 추출하는, 터널 인식 시스템.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 영상 분석부는

사전에, 객체 인식 네트워크의 지도 학습(supervised learning) 처리를 수행하되,

IoU(Intersection Over Union) 값이 기설정된 소정값 이상이 되도록 가중치 업데이트를 통한 반복 학습을 수행하는, 터널 인식 시스템.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 분석 처리부는

추출한 상기 경계 박스에 대한 기설정된 하단점의 위치 정보를 분석하고, 이를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 초기 거리 정보를 계산하는 하단 거리 계산부;

계산한 상기 초기 거리 정보가 기설정된 임계값 이하일 경우, 추출한 상기 경계 박스에 대한 기설정된 상단점의 위치 정보를 분석하는 제1 상단 분석부;

기설정된 소정 시간이 지난 후, 해당하는 시점에 대한 영상 데이터를 이용하여 추출한 경계 박스에 대한 기설정된 상단점의 위치 정보를 분석하는 제2 상단 분석부; 및

상기 소정 시간을 고려하여, 제1 상단 분석부와 제2 상단 분석부에 의한 각각의 상단점의 위치 정보를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 최종 계산하는 최종 거리 계산부;

를 포함하는, 터널 인식 시스템.

## 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 분석 처리부는

추출한 상기 경계 박스에 대한 기설정된 하단점의 위치 정보를 분석하고, 이를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 계산하는, 터널 인식 시스템.

## 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 분석 처리부는

추출한 상기 경계 박스에 대한 기설정된 상단점의 위치 정보를 분석하는 제1 상단 분석부;

기설정된 소정 시간이 지난 후, 해당하는 시점에 대한 영상 데이터를 이용하여 추출한 경계 박스에 대한 기설정된 상단점의 위치 정보를 분석하는 제2 상단 분석부; 및

상기 소정 시간을 고려하여, 제1 상단 분석부와 제2 상단 분석부에 의한 각각의 상단점의 위치 정보를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 최종 계산하는 최종 거리 계산부;

를 포함하는, 터널 인식 시스템.

## 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 터널 인식 시스템은

차량에서 터널 영역까지의 계산한 거리 정보를 전달받아, 차량의 터널 내부 주행을 위한 대응 제어를 수행하는 연계 제어부;

를 더 포함하는, 터널 인식 시스템.

## 청구항 8

연산 처리 수단에 의해 각 단계가 수행되는 터널 인식 시스템을 이용한 터널 인식 방법으로서,

차량의 영상 데이터를 수집하는 영상 수집 단계(S100);

상기 영상 수집 단계(S100)에 의한 영상 데이터를 분석하여, 기설정된 객체인 터널 영역에 해당하는 경계 박스(bounding box)의 포함 여부를 판단하는 판단 단계(S200); 및

상기 판단 단계(S200)의 판단 결과, 상기 경계 박스가 존재할 경우, 상기 경계 박스에 대한 기설정된 특징점 위치를 분석하여, 차량에서 터널까지 거리 정보를 계산하는 거리 계산 단계(S300);

를 포함하는, 터널 인식 방법.

## 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 판단 단계(S200)는

기저장된 객체 인식 네트워크를 이용하여, 상기 영상 데이터의 특징(feature)을 추출하고, 기설정된 초기 박스(anchor box)들과 추출한 특징을 비교하여, 상기 경계 박스를 분석하는, 터널 인식 방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 판단 단계(S200)는

사전에, 객체 인식 네트워크의 지도 학습(supervised learning) 처리를 수행하되,

IoU(Intersection Over Union) 값이 기설정된 소정 값 이상이 되도록 가중치 업데이트를 통한 반복 학습을 수행하는, 터널 인식 방법.

#### 청구항 11

제8항에 있어서,

상기 거리 계산 단계(S300)는

분석한 상기 경계 박스에 대한 기설정된 하단점의 위치 정보를 분석하고, 이를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 초기 거리 정보를 계산하는 초기 계산 단계(S310);

상기 초기 계산 단계(S310)에 의해 계산한 상기 초기 거리 정보가 기설정된 임계값 이하인지 판단하는 임계 판단 단계(S320);

상기 임계 판단 단계(S320)의 판단 결과, 상기 초기 거리 정보가 기설정된 임계값 이하일 경우, 분석한 상기 경계 박스에 대한 기설정된 상단점의 위치 정보를 분석하는 제1 정밀 분석 단계(S330);

기설정된 소정 시간이 지난 후, 해당하는 시점에 대한 영상 데이터로부터 분석한 경계 박스에 대한 기설정된 상단점의 위치 정보를 분석하는 제2 정밀 분석 단계(S340); 및

상기 소정 시간을 고려하여, 상기 제1 정밀 분석 단계(S330)에 의한 위치 정보와 상기 제2 정밀 분석 단계(S340)에 의한 위치 정보를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 최종 계산하는 정밀 계산 단계(S350);

를 포함하는, 터널 인식 방법.

#### 청구항 12

제8항에 있어서,

상기 거리 계산 단계(S300)는

분석한 상기 경계 박스에 대한 기설정된 하단점의 위치 정보를 분석하고, 이를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 계산하는, 터널 인식 방법.

#### 청구항 13

제8항에 있어서,

상기 거리 계산 단계(S300)는

분석한 상기 경계 박스에 대한 기설정된 상단점의 위치 정보를 분석하는 제1 정밀 분석 단계(S360);

기설정된 소정 시간이 지난 후, 해당하는 시점에 대한 영상 데이터로부터 분석한 경계 박스에 대한 기설정된 상단점의 위치 정보를 분석하는 제2 정밀 분석 단계(S370); 및

상기 소정 시간을 고려하여, 상기 제1 정밀 분석 단계(S360)에 의한 위치 정보와 상기 제2 정밀 분석 단계(S370)에 의한 위치 정보를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 최종 계산하는 정밀 계산 단계

(S380);

를 포함하는, 터널 인식 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 터널 인식 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 주행 중인 차량의 영상 데이터를 이용하여, 전방에 위치한 터널을 인식하고, 인식한 터널까지 거리 정보를 제공할 수 있는 터널 인식 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003] 도로를 만들 때, 차량이 지나갈 수 있도록 만든 터널은 내부 공기 순환이 원활하지 않기 때문에, 차량 통행으로 발생하는 배출 가스나 미세 먼지 등에 의하여 공기질이 낮을 수 밖에 없다.

[0004] 이에 따라, 최근들어 터널을 통과 시, 오염된 공기의 실내 유입을 방지하기 위하여, 차량의 전방에 위치한 터널을 감지하거나, 네비게이션 지도 정보와 차량의 속도를 기반으로 차량의 터널 진입 약 7초 전에 전 좌석 유리창을 닫고, 공조 장치를 실내 순환 모드(내기 모드)로 제어하는 '터널 연동 자동 제어' 기능이 탑재되고 있다.

[0005] 즉, 큰 기술적 목적은 '차량의 전방에 위치한 터널을 감지하고, 차량이 터널에 진입하기 전, 오염된 공기의 실내 유입을 방지하기 위한 제어 동작을 수행'하는 것입니다.

[0006] 이러한 기술적 목적을 달성하기 위하여, 종래에는 카메라에 의해 촬영된 영상을 이용하거나, 네비게이션 지도 정보, GPS 및 조도 센서 정보 등을 이용 또는, 라이다 센서를 이용하여 차량의 상단에 반사체(터널 등)가 있는 경우를 판단하여 차량의 전방에 터널의 존재 유무를 판단하였다.

[0007] 상세하게는, 카메라에 의해 촬영된 영상을 이용하는 경우, 터널 진입 전/후 영상의 밝기 차이를 이용하여, 밝기 값이 급변하는 시점을 판단하여 차량이 터널에 진입했다는 것을 알게 된다. 그렇지만, 이 경우, 날씨가 흐린 경우, 영상의 배경과 터널의 밝기 차이가 크지 않기 때문에, 다시 말하자면, 터널 안과 밖의 밝기 차이가 크지 않을 경우, 인식률이 낮을 수 밖에 없다. 또한, 야간의 경우, 가로등 빛으로 인한 밝기 값이 급변할 수 있어, 오동작이 나타날 가능성이 높다. 뿐만 아니라, 터널에 진입 후 제어 동작이 수행되기 때문에, 반응 속도가 느린 문제점이 있다.

[0008] 더불어, 네비게이션 지도 정보, GPS 및 조도 센서 정보 등을 이용하여 차량이 터널 진입 및 진출 여부를 판단할 수 있다. 그렇지만, 이 경우, GPS 정보는 터널이 많은 산에서 사용이 어려운 경우가 많기 때문에, 전구간에 대해서 신뢰성을 확보할 수 있으며, 네비게이션 지도 정보 자체도 GPS를 활용하는 만큼 위치 정확도가 높지 않아, 오동작/미동작이 나타날 가능성이 높다. 더불어, 조도 센서의 경우, 상술한 바와 같이, 야간에는 터널 진입 전과 후의 출력 차이가 없으므로, 인식률이 매우 낮아지는 문제점이 있다.

[0009] 또한, 라이다 센서를 통한 라이다 반사 신호를 사용하여, 차량 정면에 장애물이 아닌, 상단에 존재하는 반사체를 판단하여, 터널 및 고가 도로 등을 판단하게 된다. 그렇지만 이 경우, 고가의 라이다 센서를 사용해야 하는 근본적인 문제가 있을 뿐 아니라, 고가도로와 터널 구분이 어렵기 때문에, 정확한 제어 동작 수행이 어려운 문제점이 있다.

[0011] 이러한 점을 고려하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 터널 인식 시스템 및 그 방법을 통해서, 전방 카메라 영상에서 터널의 존재 여부를 인식하고, 존재하는 터널까지 거리를 정밀 측정하는 방법을 제공하고자 한다.

[0013] 한국 공개특허공보 제10-2008-0005667호("비더블유에스를 이용한 터널 인식 및 제어시스템과 그 방법")에서는 안전운전의 보조 장치로써 활용되는 BWS를 이용하여 터널지역을 인지하고 그에 따른 조치를 자동으로 취하여 운전자의 편의를 도모할 수 있는 기술이 개시되고 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0015] (특허문헌 0001) 한국 공개특허공보 제10-2008-0005667호 (공개일 2008.01.15.)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0016] 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 주행 중인 차량의 전방 영상 데이터와 차량의 주행 속도 정보를 이용하여, 날씨나 GPS 수신 여부 등과 같은 외부 조건에 무관하게, 전방에 위치한 터널을 인식하고, 인식한 터널까지 거리 정보를 제공할 수 있는 터널 인식 시스템 및 그 방법을 제공함에 있다.

### 과제의 해결 수단

[0018] 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 의한 터널 인식 시스템은, 차량의 영상 데이터를 수집하는 영상 수집부, 상기 영상 데이터를 분석하여, 상기 영상 데이터에 포함되는 기설정된 객체인 터널 영역에 해당하는 경계 박스(bounding box)를 추출하는 영상 분석부 및 추출한 상기 경계 박스에 대한 기설정된 특징점 위치를 분석하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 계산하는 분석 처리부를 포함하는 것이 바람직하다.

[0019] 더 나아가, 상기 영상 분석부는 기저장된 객체 인식 네트워크를 이용하여, 상기 영상 데이터의 특징(feature)을 추출하고, 기설정된 초기 박스(anchor box)들과 추출한 특징을 비교하여, 상기 경계 박스를 추출하는 것이 바람직하다.

[0020] 더 나아가, 상기 영상 분석부는 사전에, 객체 인식 네트워크의 지도 학습(supervised learning) 처리를 수행되, IoU(Intersection Over Union) 값이 기설정된 소정값 이상이 되도록 가중치 업데이트를 통한 반복 학습을 수행하는 것이 바람직하다.

[0021] 더 나아가, 상기 분석 처리부는 추출한 상기 경계 박스에 대한 기설정된 하단점의 위치 정보를 분석하고, 이를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 초기 거리 정보를 계산하는 하단 거리 계산부, 계산한 상기 초기 거리 정보가 기설정된 임계값 이하일 경우, 추출한 상기 경계 박스에 대한 기설정된 상단점의 위치 정보를 분석하는 제1 상단 분석부, 기설정된 소정 시간이 지난 후, 해당하는 시점에 대한 영상 데이터를 이용하여 추출한 경계 박스에 대한 기설정된 상단점의 위치 정보를 분석하는 제2 상단 분석부 및 상기 소정 시간을 고려하여, 제1 상단 분석부와 제2 상단 분석부에 의한 각각의 상단점의 위치 정보를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 최종 계산하는 최종 거리 계산부를 포함하는 것이 바람직하다.

[0022] 또는, 상기 분석 처리부는 추출한 상기 경계 박스에 대한 기설정된 하단점의 위치 정보를 분석하고, 이를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 계산하는 것이 바람직하다.

[0023] 또는, 상기 분석 처리부는 추출한 상기 경계 박스에 대한 기설정된 상단점의 위치 정보를 분석하는 제1 상단 분석부, 기설정된 소정 시간이 지난 후, 해당하는 시점에 대한 영상 데이터를 이용하여 추출한 경계 박스에 대한 기설정된 상단점의 위치 정보를 분석하는 제2 상단 분석부 및 상기 소정 시간을 고려하여, 제1 상단 분석부와 제2 상단 분석부에 의한 각각의 상단점의 위치 정보를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 최종 계산하는 최종 거리 계산부를 포함하는 것이 바람직하다.

[0024] 더불어, 상기 터널 인식 시스템은 차량에서 터널 영역까지의 계산한 거리 정보를 전달받아, 차량의 터널 내부 주행을 위한 대응 제어를 수행하는 연계 제어부를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0026] 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 의한 연산 처리 수단에 의해 각 단계가 수행되는 터널 인식 시스템을 이용한 터널 인식 방법으로서, 차량의 영상 데이터를 수집하는 영상 수집 단계(S100), 상기 영상

수집 단계(S100)에 의한 영상 데이터를 분석하여, 기설정된 객체인 터널 영역에 해당하는 경계 박스(bounding box)의 포함 여부를 판단하는 판단 단계(S200) 및 상기 판단 단계(S200)의 판단 결과, 상기 경계 박스가 존재할 경우, 상기 경계 박스에 대한 기설정된 특징점 위치를 분석하여, 차량에서 터널까지 거리 정보를 계산하는 거리 계산 단계(S300)를 포함하는 것이 바람직하다.

[0027] 더 나아가, 상기 판단 단계(S200)는 기저장된 객체 인식 네트워크를 이용하여, 상기 영상 데이터의 특징(feature)을 추출하고, 기설정된 초기 박스(anchor box)들과 추출한 특징을 비교하여, 상기 경계 박스를 분석하는 것이 바람직하다.

[0028] 더 나아가, 상기 판단 단계(S200)는 사전에, 객체 인식 네트워크의 지도 학습(supervised learning) 처리를 수행하되, IoU(Intersection Over Union) 값이 기설정된 소정 값 이상이 되도록 가중치 업데이트를 통한 반복 학습을 수행하는 것이 바람직하다.

[0029] 더 나아가, 상기 거리 계산 단계(S300)는 분석한 상기 경계 박스에 대한 기설정된 하단점의 위치 정보를 분석하고, 이를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 초기 거리 정보를 계산하는 초기 계산 단계(S310), 상기 초기 계산 단계(S310)에 의해 계산한 상기 초기 거리 정보가 기설정된 임계값 이하인지 판단하는 임계 판단 단계(S320), 상기 임계 판단 단계(S320)의 판단 결과, 상기 초기 거리 정보가 기설정된 임계값 이하일 경우, 분석한 상기 경계 박스에 대한 기설정된 상단점의 위치 정보를 분석하는 제1 정밀 분석 단계(S330), 기설정된 소정 시간이 지난 후, 해당하는 시점에 대한 영상 데이터로부터 분석한 경계 박스에 대한 기설정된 상단점의 위치 정보를 분석하는 제2 정밀 분석 단계(S340) 및 상기 소정 시간을 고려하여, 상기 제1 정밀 분석 단계(S330)에 의한 위치 정보와 상기 제2 정밀 분석 단계(S340)에 의한 위치 정보를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 최종 계산하는 정밀 계산 단계(S350)를 포함하는 것이 바람직하다.

[0030] 또는, 상기 거리 계산 단계(S300)는 분석한 상기 경계 박스에 대한 기설정된 하단점의 위치 정보를 분석하고, 이를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 계산하는 것이 바람직하다.

[0031] 또는, 상기 거리 계산 단계(S300)는 분석한 상기 경계 박스에 대한 기설정된 상단점의 위치 정보를 분석하는 제1 정밀 분석 단계(S360), 기설정된 소정 시간이 지난 후, 해당하는 시점에 대한 영상 데이터로부터 분석한 경계 박스에 대한 기설정된 상단점의 위치 정보를 분석하는 제2 정밀 분석 단계(S370) 및 상기 소정 시간을 고려하여, 상기 제1 정밀 분석 단계(S360)에 의한 위치 정보와 상기 제2 정밀 분석 단계(S370)에 의한 위치 정보를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 최종 계산하는 정밀 계산 단계(S380)를 포함하는 것이 바람직하다.

### 발명의 효과

[0033] 상기한 바와 같은 본 발명에 의한 터널 인식 시스템 및 그 방법에 의하면, 외부 조건(날씨, 야간 주행, 산간 지역 등)에 상관없이, 터널을 인식하고, 보다 정밀하게 터널까지의 거리를 산출할 수 있으므로, 이를 제어 조건으로 제공받는 연계 시스템을 통해서, 차량의 주행 편의성을 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

[0034] 즉, 터널 전후의 평균 밝기가 유사한 흐린 날씨에서도 우수한 인식 성능을 가질 수 있으며, GPS 사용이 어려운 산간 지방에서도 사용이 가능하며, GPS 오차보다 적은 정밀한 거리 정보(차량에서 터널 영역의 입구까지의 거리 정보) 제공할 수 있는 장점이 있다.

[0035] 뿐만 아니라, 터널 내부 주행에 최적화된 파라미터로 주행 설정값을 보다 신속하게 변경할 수 있어, 터널에서의 자율 주행 시스템의 신뢰도를 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

[0036] 특히, 객체 인식 네트워크를 이용하여, 사람과 같은 사각 기반으로 터널은 인식하므로, 보다 범용적으로 적용이 가능한 장점이 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 터널 인식 시스템을 나타낸 구성 예시도이며,

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 터널 인식 시스템을 나타낸 다양한 구성 예시도이며,



도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 터널 인식 시스템에서 영상 분석부를 통해서 터널 영역에 해당하는 경계 박스를 추출하는 과정을 나타낸 예시도이며,

도 4 및 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 터널 인식 시스템에서 분석 처리부를 통해서 터널까지 거리 정보를 연산하는 과정을 나타낸 예시도이며,

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 터널 인식 방법을 나타낸 순서 예시도이며,

도 7은 본 발명의 또다른 실시예에 따른 터널 인식 방법을 나타낸 순서 예시도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명에 의한 터널 인식 시스템 및 그 방법의 바람직한 실시예에 관하여 상세히 설명한다.
- [0040] 시스템은 필요한 기능을 수행하기 위하여 조직화되고 규칙적으로 상호 작용하는 장치, 기구 및 수단 등을 포함하는 구성 요소들의 집합을 의미한다.
- [0042] 본 발명의 일 실시예에 따른 터널 인식 시스템 및 그 방법은, 차량의 전방에 설치된 카메라의 영상과 ESC(Electronic Stability Control)에서 차량의 속도 정보를 입력받아, 차량에서 터널까지의 거리를 산출하여, 연계되어 있는 제어 시스템의 제어 조건으로 제공하게 된다.
- [0043] 이를 통해서, 외부 조건(날씨, 야간 주행, 산간 지역 등)에 상관없이, 터널을 인식하고, 보다 정밀하게 터널까지의 거리를 산출할 수 있으므로, 이를 제어 조건으로 제공받는 연계 시스템을 통해서, 차량의 주행 편의성을 향상시킬 수 있는 장점이 있다.
- [0044] 뿐만 아니라, 터널 내부 주행에 최적화된 파라미터로 주행 설정값을 보다 신속하게 변경할 수 있어, 터널에서의 자율 주행 시스템의 신뢰도를 향상시킬 수 있는 장점이 있다.
- [0046] 이를 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 터널 인식 시스템 및 그 방법은, 외부 환경 변화에 강건한 객체 인식 네트워크를 사용하여 입력되는 영상(차량 전방 영상)에서 터널 영역을 인식함으로써, 터널 전후의 평균 밝기가 유사한 흐린 날씨에서도 우수한 인식 성능을 가질 수 있다.
- [0047] 특히, 객체 인식 네트워크를 이용하여, 사람과 같은 사각 기반으로 터널은 인식하므로, 보다 범용적으로 적용이 가능한 장점이 있다.
- [0049] 또한, 기존의 카메라 영상 기반 터널 인식 기술의 경우, 차도 영역에서 지면과 터널의 경계가 없기 때문에, 거리 값, 다시 말하자면, 차량에서 터널 영역의 입구까지의 거리 정보를 제공하는 것이 어렵지만, 본 발명의 일 실시예에 따른 터널 인식 시스템 및 그 방법은, 차량과 터널의 상대 위치 변화에 따른 영상의 변화값을 이용하여, 정밀한 거리 정보 제공이 가능한 장점이 있다.
- [0050] 이를 통해서, 상술한 문제점이던 GPS 사용이 어려운 산간 지방에서도 사용이 가능하며, GPS 오차보다 적은 정밀한 거리 정보(차량에서 터널 영역의 입구까지의 거리 정보) 제공이 가능한 장점이 있다.
- [0052] 도 1 및 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 터널 인식 시스템의 구성도를 도시한 것이다.
- [0053] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 터널 인식 시스템은, 영상 수집부(100), 영상 분석부(200) 및 분석 처리부(300)를 포함할 수 있다. 각 구성들은 차량 내 통신 채널을 통해서 송수신을 수행하는 컴퓨터를 포함하는 ECU와 같은 연산 처리 수단을 통해서 동작을 수행하는 것이 바람직하다.
- [0055] 각 구성에 대해서 자세히 알아보자면,
- [0056] 영상 수집부(100)는 주행 중인 차량의 전방 영상 데이터를 수집하게 된다.

- [0057] 전방 영상 데이터로는, 차량에 탑재/설치된 전방 카메라 또는, SVM 전방 카메라 시스템 등을 통해서 생성되는 차량의 전방을 나타낸 영상 데이터로서, 차량의 전방 상황을 모니터링할 수 있다면, 전방 영상 데이터를 생성하는 수단에 대해서 한정하는 것은 아니다.
- [0059] 영상 분석부(200)는 영상 수집부(100)에 의해 수집한 전방 영상 데이터를 분석하여, 전방 영상 데이터에 포함되는 미리 설정된 객체인 터널 영역에 해당하는 경계 박스(bounding box)를 추출하게 된다.
- [0060] 즉, 영상 분석부(200)는 미리 저장된 객체 인식 네트워크를 이용하여, 전방 영상 데이터를 분석하여 터널의 위치를 인식하게 된다.
- [0061] 상세하게는, 영상 분석부(200)는 미리 저장된 객체 인식 네트워크를 이용하여, 전방 영상 데이터의 특징(feature)을 추출하고, 미리 설정된 초기 박스(anchor box)들과 추출한 특징을 비교하여, 터널 영역에 해당하는 경계 박스를 추출하게 된다.
- [0062] 여기서, 경계 박스란, 이미지에서 객체를 표시하는 직사각형으로서, 본 발명에서는 표시하고자 하는 객체를 터널 영역으로 한정하게 된다.
- [0063] 터널 영역의 크기가 크더라도 원거리에서는 터널 전체 영역이 카메라 시야에 들어오기 때문에, 객체 인식 네트워크를 이용하여, 전방 영상 데이터에 포함되는 터널 영역에 해당하는 경계 박스를 추출하게 된다.
- [0064] 이를 위해, 객체 인식 네트워크는 객체 인식 딥러닝 네트워크로서, 영상의 특징을 추출하는 다수의 convolution 레이어로 구성되는 베이스 네트워크(base network)와, 추출한 특징을 기반으로 후보 영역(anchor box)를 분류하고, 위치 및 크기를 조정하는 object detection head 레이어로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0065] 객체 인식 네트워크를 통해서 입력되는 전방 영상 데이터를 분석할 경우, 배경 영역 클래스와 터널 영역 클래스로 인식되며, 네트워크 출력 5채널의 의미는 하기의 수학적 식 1과 같다.

### 수학적 식 1

$$\left( \frac{x - x_a}{w_a}, \frac{y - y_a}{h_a}, \log \frac{w}{w_a}, \log \frac{h}{h_a}, c \right)$$

- [0067]
- [0068] 여기서,  $x_a$ ,  $y_a$ ,  $h_a$ ,  $w_a$ 는 도 3에 도시된 바와 같이, 후보 영역의 중심점( $x_a$ ,  $y_a$ )과, 높이( $h_a$ ) 및 폭( $w_a$ )을 의미하며,  $x_a$ ,  $y_a$ ,  $h_a$ ,  $w_a$ 는 상수 값에 해당한다.
- [0069] 또한,  $x$ ,  $y$ ,  $h$ ,  $w$ 는 인식된 객체, 다시 말하자면, 터널 영역에 해당하는 경계 박스의 중심점( $x$ ,  $y$ ), 높이( $h$ ) 및 폭( $w$ )을 의미한다.
- [0070] 더불어,  $c$ 는 분류 값으로, 배경 영역 클래스 또는, 터널 영역 클래스의 상태를 의미한다.
- [0072] 이러한 점을 고려하여, 다시 설명하자면, 영상 분석부(200)는 객체 인식 네트워크를 이용하여, 전방 영상 데이터의 특징을 추출하고, 미리 설정된 초기 박스(후보 영역)들과 추출한 특징을 비교하여, 가장 근접한 초기 박스를 분류하고, 이의 위치 및 크기를 조정하여, 터널 영역에 해당하는 경계 박스를 추출하게 된다.
- [0074] 이와 같이, 객체 인식 네트워크에서 동작을 수행하기 위해, 영상 분석부(200)는 사전에, 객체 인식 네트워크의 지도 학습(supervised learning) 처리를 수행하는 것이 바람직하다.
- [0075] 상세하게는, 미리 설정되어 있는 실측 자료(ground truth), 터널 영역의 중심점( $x$ ,  $y$ ), 높이( $h$ ), 폭( $w$ ) 및 클래스 상태 값( $c$ )을 학습 데이터로 입력받아, IoU(Intersection Over Union) 값(객체 인식 네트워크/객체 탐지 네트워크에서 사용되는 값으로서, 'IoU = 교집합 영역 넓이/합집합 영역 넓이'에 해당함.)이 미리 설정된 소정값

이상이 되도록 가중치 업데이트를 통한 반복 학습을 수행하게 된다.

- [0076] 즉, 미리 설정되어 있는 실측 자료(ground truth), 터널 영역의 중심점( $x, y$ ), 높이( $h$ ), 폭( $w$ ) 및 클래스 상태 값( $c$ )을 학습 데이터로 입력받아, IoU 값이 미리 설정된 소정 값 이상인 초기 박스에 대하여 네트워크 출력 값이 상기의 수학적 1의 결과와 같아지도록 가중치를 업데이트하게 된다.
- [0077] 여기서, 미리 설정된 소정값으로는 70%를 한정하고 있으나, 이는 본 발명의 일 실시예에 불과하며, 이에 대해서 한정하는 것은 아니다.
- [0078] 이 때,  $w, y, w, h$  값에 대해서는 L1 loss를 구하고, 분류 값인  $c$ 에 대해서는 cross entropy loss를 구한 후, stochastic gradient descent 방법을 사용하여 기울기 값을 출력 레이어부터 입력 레이어로 역전파한 후, loss 값이 줄어드는 방향으로 학습을 수행하게 된다.
- [0080] 물론, 영상 분석부(200)의 동작을 통해서, 터널 영역에 해당하는 경계 박스의 추출이 이루어지지 않을 경우, 전방 영상 데이터에, 다시 말하자면, 차량의 전방에 터널이 존재하지 않은 것으로 판단하고, 해당하는 전방 영상 데이터를 통한 추가 동작은 수행하지 않는 것이 바람직하다.
- [0082] 분석 처리부(300)는 영상 분석부(200)에 의해 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 특징점 위치를 분석하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보, 보다 정확하게는, 차량에서 터널 영역의 진입까지 남은 거리 정보를 계산하는 것이 바람직하다.
- [0084] 이 때, 분석 처리부(300)는 다양한 실시예로 구현될 수 있으며, 제1실시예로는, 도 1에 도시된 바와 같이, 하단 거리 계산부(310), 제1 상단 분석부(320), 제2 상단 분석부(330) 및 최종 거리 계산부(340)를 포함하게 된다.
- [0085] 통상적으로 전방 카메라에서, 영상 상에서 인식한 객체의 좌표를 물리적인 거리로 환산할 때, 해당하는 객체 영역의 하단이 지면과 맞닿아 있다고 가정하고 환산하기 때문에, 가장 손쉽게는 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스의 하단점을 이용하여 터널까지의 거리로 환산할 수 있다.
- [0086] 그렇지만, 터널은 차도 영역에서는 내부가 보여 지므로 진입면을 명확하게 인식할 수 없으며, 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이, 아치와 지면이 만나는 부분은 커브에 의한 왜곡이나 수풀, 경계석 등에 의하여 가려져 있기 때문에, 지면에 맞닿아 있는 경계 박스의 정확한 하단점을 특정할 수 없어, 환산한 거리의 정확도가 낮은 문제점이 있다.
- [0087] 이러한 점을 고려하여, 차량을 기준으로 터널이 근접하였을 때, 전방 영상 데이터를 통해서 명확하게 인식 가능한 경계 박스의 상단점(상단 꼭지점)의 좌표의 변화로부터 터널까지의 거리를 계산함으로써, 높은 정확도로 연산이 가능하다.
- [0088] 이를 위하여, 하단 거리 계산부(310)를 통해서, 차량이 터널에 근접하였는지 판단하기 위한 초기 거리 정보를 계산하게 된다.
- [0089] 즉, 하단 거리 계산부(310)는 영상 분석부(200)에 의해 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 하단점(하단 꼭지점)의 위치 정보(위치 좌표)를 분석하고, 이를 이용하여 차량에서 터널 영역까지의 초기 거리 정보를 계산하는 것이 바람직하다.
- [0090] 상세하게는, 하단 거리 계산부(310)는 전방 카메라에서, 영상 상에서 인식한 객체의 좌표를 물리적인 거리로 환산할 때, 해당하는 객체 영역의 하단이 지면과 맞닿아 있다고 가정하므로, 영상 분석부(200)에 의해 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 하단점( $y$ )을 터널까지의 거리( $z$ )로 환산하게 되며, 이는 하기의 수학적 2와 같다.

## 수학식 2

[0092]  $z = f \times hc / (\sigma y)$

[0094] 여기서,  $f$ 는 차량에 탑재/설치된 전방 카메라의 초점 거리이며,

[0095]  $hc$ 는 차량에 탑재/설치된 전방 카메라의 설치 높이이며,

[0096]  $\sigma$ 는 영상 데이터의 하나의 화소의 물리적인 크기를 의미한다.

[0098] 차량 생산 공정의 EOL(End Of Line)에서, checkerboard를 사용하여 카메라의 교정(calibration)을 수행하여, 내부 변수(intrinsic parameter)인 초점 거리( $f$ )와 외부 변수(extrinsic parameter)인 설치 높이( $hc$ )를 저장하게 되며, 한 화소의 물리적인 크기인  $\sigma$ 는 카메라의 제조 사양에 해당하며, 이 역시도 사전에 입력받게 된다.

[0100] 상술한 바와 같이, 차량을 기준으로 터널이 원거리에 위치할 경우, 곧바로 연계 제어 시스템(창문 제어/공조 제어 등)의 동작 조건으로 이어지는 것이 아니기 때문에, 조금은 부정확한 거리 정보를 제공하여도 무방하다.

[0101] 그렇기 때문에, 전방 영상 데이터의 각 프레임 별로, 또는, 미리 설정된 소정 간격에 해당하는 프레임 별로, 터널 영역에 해당하는 경계 박스를 추출하는 과정에서, 최초로 또는, 어느 하나의 터널의 진출이 이루어진 후, 또 다른 터널로의 진입에 따른 터널 영역에 해당하는 경계 박스를 추출될 경우, 차량을 기준으로 터널이 원거리에 위치했다고 가정하고, 하단 거리 계산부(310)의 동작을 수행하는 것이 바람직하다.

[0103] 이를 통해서, 하단 거리 계산부(310)에서 계산한 초기 거리 정보가 미리 설정된 임계값 이하일 경우, 다시 말하자면, 차량을 기준으로 터널이 원거리에 위치하지 않을 경우, 차량과 터널 간의 거리를 정밀 분석하는 것이 바람직하다.

[0104] 미리 설정된 임계값으로 30 m로 한정하고 있으나, 이는 본 발명의 일 실시예에 불과하며, 전방 영상 데이터를 획득/생성하는 카메라의 사양, 연계 제어 시스템에서의 동작 조건 등을 통해서 언제든지 변경 가능하다.

[0105] 물론, 이와 반대로, 하단 거리 계산부(310)에서 계산한 초기 거리 정보가 미리 설정된 임계값 이상일 경우, 차량을 기준으로 터널이 원거리에 위치하고 있기 때문에, 하단 거리 계산부(310)에서 계산한 초기 거리 정보를 연계 제어 시스템으로 우선 제공하게 된다. 상술한 바와 같이, 초기 거리 정보는 연계 제어 시스템의 동작 조건에 해당하지 않기 때문에, 동작 준비의 목적으로 우선 제공하는 것이 바람직하다.

[0106] 이 후, 전방 영상 데이터의 각 프레임 별로, 또는, 미리 설정된 소정 간격에 해당하는 프레임 별로, 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스를 이용하여 계산한 초기 거리 정보가 미리 설정된 임계값 이하일 경우, 정밀 분석을 수행하게 된다.

[0108] 제1 상단 분석부(320)는 하단 거리 계산부(310)에서 계산한 초기 거리 정보가 미리 설정된 임계값 이하일 경우, 도 4의 a)에 도시된 바와 같이, 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 상단점(상단 꼭지점)의 위치 정보를 분석하게 된다.

[0109] 터널 영역의 상단은 구조물 등에 의한 가려짐이 발생하지 않으므로, 객체 인식 네트워크에서 안정적으로 경계 박스를 추론할 수 있어, 보다 높은 정확도로 위치 정보를 분석하게 된다. 그렇지만, 차량의 이동에 따라 터널의 높이가 고정적이지 않으므로, 제2 상단 분석부(330)를 통해서, 도 4의 b)에 도시된 바와 같이, 미리 설정된 소정 시간이 지난 후, 해당하는 시점에 대한 전방 영상 데이터를 이용하여 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 상단점(상단 꼭지점)의 위치 정보를 분석하게 된다.

[0110] 여기서, 소정 시간은 ESC로부터 입력받은 차량의 속도 정보에 비례하여, 사전에 설정되는 것이 바람직하며, 빠

를수록 보다 짧게 설정하게 된다.

[0112] 최종 거리 계산부(350)는 소정 시간을 고려하여, 제1 상단 분석부(330)에 의한 상단점의 위치 정보와 제2 상단 분석부(340)에 의한 상단점의 위치 정보를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 최종 계산하는 것이 바람직하다.

[0113] 즉, 도 4와 같이, 두 장의 영상 프레임에 의한 상단점의 위치 정보를 사용하여 거리를 계산하는 것으로서, 첫 번째 위치(소정 시간 전)에서 취득한 전방 영상 데이터의 프레임에서 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 의한 상단점의 높이 좌표를  $y_0$ 으로 하고, 두 번째 위치(소정 시간 후)에서 취득한 전방 영상 데이터의 프레임에서 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 의한 상단점의 높이 좌표를  $y_1$ 으로 정의할 때, 차량을 기준으로 터널까지의 거리( $z$ )는 하기의 수학적 식 3과 같다.

### 수학적 식 3

$$\begin{aligned} f: \sigma y_0 &= z + vt: h - h_c \rightarrow f(h - h_c) = \sigma y_0(z + vt) \\ f: \sigma y_1 &= z: h - h_c \rightarrow f(h - h_c) = \sigma y_1 z \rightarrow z = \frac{vt}{\sigma(y_1 - y_0)} \end{aligned}$$

[0117] 도 5에 도시된 바와 같이, 여기서,  $v$ 는 ESC로부터 입력받은, 첫 번째 위치에서의 영상과 두 번째 위치에서의 영상을 취득하는 사이의 평균 차속 정보이며,

[0118]  $t$ 는 이동에 소요된 시간(소정 시간)이며,

[0119]  $f$ 는 차량에 탑재/설치된 전방 카메라의 초점 거리이며,

[0120]  $h_c$ 는 차량에 탑재/설치된 전방 카메라의 설치 높이이며,

[0121]  $\sigma$ 는 영상 데이터의 하나의 화소의 물리적인 크기이다.

[0123] 만약, 두 위치 사이에 가속도가 있을 경우,  $vt$  대신  $\int v(t)dt$ 를 적용하여, 차량에서 터널까지의 정확한 거리 정보를 계산할 수 있다.

[0125] 즉, 최종 거리 계산부(350)에 의한 최종 계산한 거리 정보를 차량에서 터널까지의 정확한 거리 정보로 설정하고, 이를 연계 제어 시스템에 전송하는 것이 바람직하다.

[0126] 이를 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 터널 인식 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이, 연계 제어부(400)를 더 포함하게 되며, 연계 제어부(400)에 대해서는 후술하도록 한다.

[0128] 분석 처리부(300)의 제2실시예에 대해서 알아보자면, 도 2의 a)에 도시된 바와 같이, 분석 처리부(300)에서 영상 분석부(200)에 의해 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 하단점(하단 꼭지점)의 위치 정보(위치 좌표)를 분석하고, 이를 이용하여 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 계산하여, 이를 최종 계산한 거리 정보로 설정하게 된다.

[0129] 이는, 영상 분석부(200)에 의한 객체 인식 네트워크의 결과에 대한 신뢰도가 미리 설정된 임계값 이상일 경우, 정밀 분석 없이 바로 최종 계산한 거리 정보로 설정하게 된다. 즉, 객체 인식 네트워크의 출력 값이 높은 신뢰도를 갖고 있어, 정밀 분석 과정 자체가 불필요하다고 판단될 경우, 추가 동작 없이 영상 분석부(200)에 의해 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 하단점(하단 꼭지점)의 위치 정보(위치 좌표)를 분석하고, 이를 이용하여 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 계산하여, 이를 최종 계산한 거리 정보로 설정하



게 된다.

- [0130] 여기서, 미리 설정된 임계값은 정밀 분석이 요구되지 않을 정도의 높은 신뢰도로서, 이에 대해서 정확히 수치상으로 한정하는 것은 아니다.
- [0131] 상세하게는, 분석 처리부(300)는 전방 카메라에서, 영상 상에서 인식한 객체의 좌표를 물리적인 거리로 환산할 때, 해당하는 객체 영역의 하단이 지면과 맞닿아 있다고 가정하므로, 영상 분석부(200)에 의해 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 하단점( $y$ )을 터널까지의 거리( $z$ )로 환산하게 되며, 이는 상기의 수학적 식 2와 같다.
- [0133] 또한, 분석 처리부(300)의 제3실시예에 대해서 알아보자면, 도 2의 b)에 도시된 바와 같이, 제1 상단 분석부(360), 제2 상단 분석부(370) 및 최종 거리 계산부(380)를 포함하게 된다.
- [0134] 제3실시예의 경우, 제1실시예 역시도 시간의 흐름에 따라, 어차피 하단 거리 계산부(310)에 의해 계산한 초기 거리 정보가 미리 설정된 임계값 이하일 경우, 정밀 거리 분석을 수행한다는 점을 기반으로, 하단 거리 계산부(310)의 동작 없이, 곧바로 정밀 거리 분석을 수행하게 된다.
- [0135] 제1 상단 분석부(360)는 도 4의 a)에 도시된 바와 같이, 영상 분석부(200)에 의해 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 상단점(상단 꼭지점)의 위치 정보를 분석하게 된다.
- [0137] 제2 상단 분석부(370)는 도 4의 b)에 도시된 바와 같이, 미리 설정된 소정 시간이 지난 후, 해당하는 시점에 대한 전방 영상 데이터를 이용하여 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 상단점(상단 꼭지점)의 위치 정보를 분석하게 된다.
- [0138] 여기서, 소정 시간은 ESC로부터 입력받은 차량의 속도 정보에 비례하여, 사전에 설정되는 것이 바람직하며, 빠를수록 보다 짧게 설정하게 된다.
- [0140] 터널 영역의 상단은 구조물 등에 의한 가려짐이 발생하지 않으므로, 객체 인식 네트워크에서 안정적으로 경계 박스를 추론할 수 있어, 보다 높은 정확도로 위치 정보를 분석하게 된다. 그렇지만, 차량의 이동에 따라 터널의 높이가 고정적이지 않으므로, 시간의 흐름에 따라 제1 상단 분석부(360)와 제2 상단 분석부(370)에서 두 개의 영상 데이터를 순차적으로 분석하여 각각의 위치 정보를 분석하게 된다.
- [0142] 최종 거리 계산부(380)는 소정 시간을 고려하여, 제1 상단 분석부(360)에 의한 상단점의 위치 정보와 제2 상단 분석부(370)에 의한 상단점의 위치 정보를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 최종 계산하는 것이 바람직하다.
- [0143] 즉, 도 4와 같이, 두 장의 영상 프레임에 의한 상단점의 위치 정보를 사용하여 거리를 계산하는 것으로서, 첫 번째 위치(소정 시간 전)에서 취득한 전방 영상 데이터의 프레임에서 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 의한 상단점의 높이 좌표를  $y_0$ 으로 하고, 두 번째 위치(소정 시간 후)에서 취득한 전방 영상 데이터의 프레임에서 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 의한 상단점의 높이 좌표를  $y_1$ 으로 정의할 때, 차량을 기준으로 터널까지의 거리( $z$ )는 상기의 수학적 식 3과 같다.
- [0145] 이를 통해서, 최종 거리 계산부(380)에 의한 최종 계산한 거리 정보를 차량에서 터널까지의 정확한 거리 정보로 설정하고, 이를 연계 제어 시스템에 전송하는 것이 바람직하다.
- [0147] 연계 제어부(400)는 연계 제어 시스템으로서, 차량에서 터널 영역까지 계산한 거리 정보(최종 계산한 거리 정보)를 전달받아, 차량의 터널 내부 주행을 위한 대응 제어를 수행하게 된다.
- [0148] 일 예를 들자면, 주행 중인 차량의 전 좌석의 창문을 닫거나, 공조 시스템의 외기 모드를 내기 모드로 강제 전

환 제어하여 낮은 공기질의 외부 공기가 차량 내부로 유입되는 것을 막거나 또는, 자율 주행 시스템일 경우, 터널 내부 주행에 최적화된 파라미터로 설정을 변경하여, 자율 주행의 신뢰도를 향상시킬 수 있다.

- [0150] 도 6 및 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 터널 인식 방법의 순서도를 도시한 것이다.
- [0151] 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 터널 인식 방법은, 영상 수집 단계(S100), 판단 단계(S200) 및 거리 계산 단계(S300)를 포함하게 된다. 각 단계는 연산 처리 수단에 의해 동작 수행되는 터널 인식 시스템을 이용하는 것이 바람직하다.
- [0153] 각 단계에 대해서 자세히 알아보자면,
- [0154] 영상 수집 단계(S100)는 연산 처리 수단인 영상 수집부(100)에서, 주행 중인 차량의 전방 영상 데이터를 수집하게 된다.
- [0155] 전방 영상 데이터로는, 차량에 탑재/설치된 전방 카메라 또는, SVM 전방 카메라 시스템 등을 통해서 생성되는 차량의 전방을 나타낸 영상 데이터로서, 차량의 전방 상황을 모니터링할 수 있다면, 전방 영상 데이터를 생성하는 수단에 대해서 한정하는 것은 아니다.
- [0157] 판단 단계(S200)는 연산 처리 수단인 영상 분석부(200)에서, 영상 수집 단계(S100)에 의한 전방 영상 데이터를 분석하고, 분석 결과를 토대로 미리 설정된 객체인 터널 영역에 해당하는 경계 박스(bounding box)의 포함 여부를 판단하게 된다.
- [0158] 상세하게는, 판단 단계(S200)는 미리 저장된 객체 인식 네트워크를 이용하여, 전방 영상 데이터를 분석하여 터널의 위치를 인식하여 이를 분석 결과로 출력하게 된다.
- [0159] 미리 저장된 객체 인식 네트워크를 이용하여, 전방 영상 데이터의 특징(feature)을 추출하고, 미리 설정된 초기 박스(anchor box)들과 추출한 특징을 비교하여, 터널 영역에 해당하는 경계 박스를 추출하게 된다.
- [0160] 여기서, 경계 박스란, 이미지에서 객체를 표시하는 직사각형으로서, 본 발명에서는 표시하고자 하는 객체를 터널 영역으로 한정하게 된다.
- [0161] 터널 영역의 크기가 크더라도 원거리에서는 터널 전체 영역이 카메라 시야에 들어오기 때문에, 객체 인식 네트워크를 이용하여, 전방 영상 데이터에 포함되는 터널 영역에 해당하는 경계 박스를 추출하게 된다.
- [0162] 이를 위해, 객체 인식 네트워크는 객체 인식 딥러닝 네트워크로서, 영상의 특징을 추출하는 다수의 convolution 레이어로 구성되는 베이스 네트워크(base network)와, 추출한 특징을 기반으로 후보 영역(anchor box)를 분류하고, 위치 및 크기를 조정하는 object detection head 레이어로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0163] 객체 인식 네트워크를 통해서 입력되는 전방 영상 데이터를 분석할 경우, 배경 영역 클래스와 터널 영역 클래스로 인식되며, 네트워크 출력 5채널의 의미는 상기의 수학식 1과 같다.
- [0164] 이러한 점을 고려하여, 판단 단계(S200)는 객체 인식 네트워크를 이용하여, 전방 영상 데이터의 특징을 추출하고, 미리 설정된 초기 박스(후보 영역)들과 추출한 특징을 비교하여, 가장 근접한 초기 박스를 분류하고, 이의 위치 및 크기를 조정하여, 터널 영역에 해당하는 경계 박스를 추출하게 된다.
- [0166] 만약, 판단 단계(S300)의 판단 결과, 터널 영역에 해당하는 경계 박스의 추출이 이루어지지 않을 경우, 전방 영상 데이터에, 다시 말하자면, 차량의 전방에 터널이 존재하지 않은 것으로 판단하고, 해당하는 전방 영상 데이터의 프레임에 대해서는 더 이상의 추가 동작을 수행하지 않고 종료하게 된다.
- [0168] 이와 같이, 객체 인식 네트워크에서 동작을 수행하기 위해, 판단 단계(S200)는 사전에, 객체 인식 네트워크의 지도 학습(supervised learning) 처리를 수행하게 된다.
- [0169] 상세하게는, 미리 설정되어 있는 실측 자료(ground truth), 터널 영역의 중심점(x, y), 높이(h), 폭(w) 및 클레

스 상태 값(c)을 학습 데이터로 입력받아, IoU(Intersection Over Union) 값(객체 인식 네트워크/객체 탐지 네트워크에서 사용되는 값으로서, 'IoU = 교집합 영역 넓이/합집합 영역 넓이'에 해당함.)이 미리 설정된 소정값 이상이 되도록 가중치 업데이트를 통한 반복 학습을 수행하게 된다.

[0170] 즉, 미리 설정되어 있는 실측 자료(ground truth), 터널 영역의 중심점(x, y), 높이(h), 폭(w) 및 클래스 상태 값(c)을 학습 데이터로 입력받아, IoU 값이 미리 설정된 소정 값 이상인 초기 박스에 대하여 네트워크 출력 값이 상기의 수학식 1의 결과와 같아지도록 가중치를 업데이트하게 된다.

[0171] 여기서, 미리 설정된 소정값으로는 70%를 한정하고 있으나, 이는 본 발명의 일 실시예에 불과하며, 이에 대해서 한정하는 것은 아니다.

[0172] 이 때, w, y, w, h 값에 대해서는 L1 loss를 구하고, 분류 값인 c에 대해서는 cross entropy loss를 구한 후, stochastic gradient descent 방법을 사용하여 기울기 값을 출력 레이어부터 입력 레이어로 역전파한 후, loss 값이 줄어드는 방향으로 학습을 수행하게 된다.

[0174] 거리 계산 단계(S300)는 연산 처리 수단인 분석 처리부(300)에서, 판단 단계(S200)의 판단 결과, 터널 영역에 해당하는 경계 박스가 존재할 경우, 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 특징점 위치를 분석하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보, 보다 정확하게는, 차량에서 터널 영역의 진입까지 남은 거리 정보를 계산하게 된다.

[0176] 거리 계산 단계(S300)는 다양한 실시예로 구현될 수 있으며, 제1실시예로는, 도 6에 도시된 바와 같이, 초기 계산 단계(S310), 임계 판단 단계(S320), 제1 정밀 분석 단계(S330), 제2 정밀 분석 단계(S340) 및 정밀 계산 단계(S350)를 포함하게 된다.

[0178] 통상적으로 전방 카메라에서, 영상 상에서 인식한 객체의 좌표를 물리적인 거리로 환산할 때, 해당하는 객체 영역의 하단이 지면과 맞닿아 있다고 가정하고 환산하기 때문에, 가장 손쉽게는 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스의 하단점을 이용하여 터널까지의 거리로 환산할 수 있다.

[0179] 그렇지만, 터널은 차도 영역에서는 내부가 보여 지므로 진입면을 명확하게 인식할 수 없으며, 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이, 아치와 지면이 만나는 부분은 커브에 의한 왜곡이나 수풀, 경계석 등에 의하여 가려져 있기 때문에, 지면에 맞닿아 있는 경계 박스의 정확한 하단점을 특정할 수 없어, 환산한 거리의 정확도가 낮은 문제점이 있다.

[0180] 이러한 점을 고려하여, 차량을 기준으로 터널이 근접하였을 때, 전방 영상 데이터를 통해서 명확하게 인식 가능한 경계 박스의 상단점(상단 꼭지점)의 좌표의 변화로부터 터널까지의 거리를 계산함으로써, 높은 정확도로 연산이 가능하다.

[0181] 이를 위하여, 초기 계산 단계(S310)는 차량이 터널에 근접하였는지 판단하기 위한 초기 거리 정보를 계산하게 된다.

[0182] 즉, 판단 단계(S200)에 의해 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 하단점(하단 꼭지점)의 위치 정보(위치 좌표)를 분석하고, 이를 이용하여 차량에서 터널 영역까지의 초기 거리 정보를 계산하게 된다.

[0183] 상세하게는, 초기 계산 단계(S310)는 전방 카메라에서, 영상 상에서 인식한 객체의 좌표를 물리적인 거리로 환산할 때, 해당하는 객체 영역의 하단이 지면과 맞닿아 있다고 가정하므로, 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 하단점(y)을 터널까지의 거리(z)로 환산하게 되며, 이는 상기의 수학식 2와 같다.

[0185] 상술한 바와 같이, 차량을 기준으로 터널이 원거리에 위치할 경우, 곧바로 연계 제어 시스템(창문 제어/공조 제어 등)의 동작 조건으로 이어지는 것이 아니기 때문에, 조금은 부정확한 거리 정보를 제공하여도 무방하다.

[0186] 그렇기 때문에, 전방 영상 데이터의 각 프레임 별로, 또는, 미리 설정된 소정 간격에 해당하는 프레임 별로, 터널 영역에 해당하는 경계 박스를 추출하는 과정에서, 최초로 또는, 어느 하나의 터널의 진출이 이루어진 후, 또



다른 터널로의 진입에 따른 터널 영역에 해당하는 경계 박스를 추출될 경우, 차량을 기준으로 터널이 원거리에 위치했다고 가정하고, 초기 계산 단계(S310)의 동작을 수행하게 된다.

- [0188] 이를 위해, 임계 판단 단계(S320)는 초기 계산 단계(S310)에 의해 계산한 초기 거리 정보가 미리 설정된 임계값 이하인지 판단하게 된다.
- [0189] 다시 말하자면, 차량을 기준으로 터널이 원거리에 위치하지 않을 경우, 차량과 터널 간의 거리를 정밀 분석을 수행해야 하기 때문에, 이를 위한 판단을 하게 된다.
- [0190] 여기서, 미리 설정된 임계값으로 30 m로 한정하고 있으나, 이는 본 발명의 일 실시예에 불과하며, 전방 영상 데이터를 획득/생성하는 카메라의 사양, 연계 제어 시스템에서의 동작 조건 등을 통해서 언제든지 변경 가능하다.
- [0192] 제1 정밀 분석 단계(S330)는 임계 판단 단계(S320)의 판단 결과, 초기 계산 단계(S310)에 의해 계산한 초기 거리 정보가 미리 설정된 임계값 이하일 경우, 도 4의 a)에 도시된 바와 같이, 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 상단점(상단 꼭지점)의 위치 정보를 분석하게 된다.
- [0193] 터널 영역의 상단은 구조물 등에 의한 가려짐이 발생하지 않으므로, 객체 인식 네트워크에서 안정적으로 경계 박스를 추론할 수 있어, 보다 높은 정확도로 위치 정보를 분석하게 된다. 그렇지만, 차량의 이동에 따라 터널의 높이가 고정적이지 않으므로, 제2 정밀 분석 단계(S340)를 통해서, 시계열 순에 따라 미리 설정된 소정 시간이 지난 후, 순차적으로, 해당하는 시점에 대한 전방 영상 데이터를 이용하여 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 상단점(상단 꼭지점)의 위치 정보를 분석하게 된다(도 4의 b) 참조).
- [0194] 여기서, 소정 시간은 ESC로부터 입력받은 차량의 속도 정보에 비례하여, 사전에 설정되는 것이 바람직하며, 빠를수록 보다 짧게 설정하게 된다.
- [0196] 이 때, 임계 판단 단계(S320)의 판단 결과, 초기 계산 단계(S310)에 의해 계산한 초기 거리 정보가 미리 설정된 임계값 이상일 경우, 차량을 기준으로 터널이 원거리에 위치하고 있기 때문에, 초기 계산 단계(S310)에 의해 계산한 초기 거리 정보를 연계 제어 시스템으로 우선 제공하게 된다. 상술한 바와 같이, 초기 거리 정보는 연계 제어 시스템의 동작 조건에 해당하지 않기 때문에, 동작 준비의 목적으로 우선 제공하는 것이 바람직하다.
- [0197] 이 후, 전방 영상 데이터의 각 프레임 별로, 또는, 미리 설정된 소정 간격에 해당하는 프레임 별로, 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스를 이용하여 계산한 초기 거리 정보가 미리 설정된 임계값 이하일 경우, 제1 정밀 분석 단계(S330) 및 제2 정밀 분석 단계(S340)에 의한 정밀 분석을 수행하게 된다.
- [0199] 정밀 계산 단계(S350)는 소정 시간을 고려하여, 제1 정밀 분석 단계(S330)에 의한 상단점의 위치 정보와 제2 정밀 분석 단계(S340)에 의한 상단점의 위치 정보를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 최종 계산하게 된다.
- [0200] 즉, 도 4와 같이, 두 장의 영상 프레임에 의한 상단점의 위치 정보를 사용하여 거리를 계산하는 것으로서, 첫 번째 위치(소정 시간 전)에서 취득한 전방 영상 데이터의 프레임에서 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 의한 상단점의 높이 좌표를  $y_0$ 으로 하고, 두 번째 위치(소정 시간 후)에서 취득한 전방 영상 데이터의 프레임에서 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 의한 상단점의 높이 좌표를  $y_1$ 으로 정의할 때, 차량을 기준으로 터널까지의 거리( $z$ )는 상기의 수학적 식 3과 같다.
- [0201] 정밀 계산 단계(S350)에 의한 최종 계산한 거리 정보를 차량에서 터널까지의 정확한 거리 정보로 설정하고, 이를 연계 제어 시스템에 전송하는 것이 바람직하다.
- [0202] 연계 제어 시스템은 차량에서 터널 영역까지 계산한 거리 정보(최종 계산한 거리 정보)를 전달받아, 차량의 터널 내부 주행을 위한 대응 제어를 수행하게 된다.
- [0203] 일 예를 들자면, 주행 중인 차량의 전 좌석의 창문을 닫거나, 공조 시스템의 외기 모드를 내기 모드로 강제 전환 제어하여 낮은 공기질의 외부 공기가 차량 내부로 유입되는 것을 막거나 또는, 자율 주행 시스템일 경우, 터

널 내부 주행에 최적화된 파라미터로 설정을 변경하여, 자율 주행의 신뢰도를 향상시킬 수 있다.

- [0205] 거리 계산 단계(S300)의 제2실시예는 도 7의 a)에 도시된 바와 같이, 객체 인식 네트워크의 결과에 대한 신뢰도가 미리 설정된 임계값 이상일 경우, 정밀 분석 없이 바로 최종 계산한 거리 정보로 설정하게 된다.
- [0206] 즉, 판단 단계(S200)에 의해 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 하단점(하단 꼭지점)의 위치 정보(위치 좌표)를 분석하고, 이를 이용하여 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 계산하여, 이를 최종 계산한 거리 정보로 설정하게 된다.
- [0207] 이는, 객체 인식 네트워크의 출력 값이 높은 신뢰도를 갖고 있어, 정밀 분석 과정 자체가 불필요하다고 판단될 경우, 추가 동작 없이 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 하단점(하단 꼭지점)의 위치 정보(위치 좌표)를 분석하고, 이를 이용하여 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 계산하여, 이를 최종 계산한 거리 정보로 설정하게 된다.
- [0208] 여기서, 미리 설정된 임계값은 정밀 분석이 요구되지 않을 정도의 높은 신뢰도로서, 이에 대해서 정확히 수치상으로 한정하는 것은 아니다.
- [0209] 거리 정보의 계산 과정은, 전방 카메라에서, 영상 상에서 인식한 객체의 좌표를 물리적인 거리로 환산할 때, 해당하는 객체 영역의 하단이 지면과 맞닿아 있다고 가정하므로, 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 하단점(y)을 터널까지의 거리(z)로 환산하게 되며, 이는 상기의 수학식 2와 같다.
- [0210] 거리 계산 단계(S300)의 제2실시예를 통해서 설정한 최종 계산한 거리 정보를 연계 제어 시스템에 전송하게 된다.
- [0211] 상술한 바와 같이, 연계 제어 시스템은 차량에서 터널 영역까지 계산한 거리 정보를 전달받아, 차량의 터널 내부 주행을 위한 대응 제어를 수행하게 된다.
- [0213] 거리 계산 단계(S300)의 제3실시예는 제1실시예 역시도 시간의 흐름에 따라, 어차피 초기 계산 단계(S310)에 의해 계산한 초기 거리 정보가 미리 설정된 임계값 이하일 경우, 정밀 거리 분석을 수행한다는 점을 기반으로, 초기 계산 단계(S310)의 동작 없이, 곧바로 정밀 거리 분석을 수행하게 된다.
- [0214] 도 7의 b)에 도시된 바와 같이, 제1 정밀 분석 단계(S360), 제2 정밀 분석 단계(S370) 및 정밀 계산 단계(S380)를 포함하게 된다.
- [0216] 제1 정밀 분석 단계(S360)는 도 4의 a)에 도시된 바와 같이, 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 상단점(상단 꼭지점)의 위치 정보를 분석하게 된다.
- [0217] 터널 영역의 상단은 구조물 등에 의한 가려짐이 발생하지 않으므로, 객체 인식 네트워크에서 안정적으로 경계 박스를 추론할 수 있어, 보다 높은 정확도로 위치 정보를 분석하게 된다. 그렇지만, 차량의 이동에 따라 터널의 높이가 고정적이지 않으므로, 제2 정밀 분석 단계(S370)를 통해서, 시계열 순에 따라 미리 설정된 소정 시간이 지난 후, 순차적으로, 해당하는 시점에 대한 전방 영상 데이터를 이용하여 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 대한 미리 설정된 상단점(상단 꼭지점)의 위치 정보를 분석하게 된다(도 4의 b) 참조).
- [0218] 여기서, 소정 시간은 ESC로부터 입력받은 차량의 속도 정보에 비례하여, 사전에 설정되는 것이 바람직하며, 빠를수록 보다 짧게 설정하게 된다.
- [0220] 정밀 계산 단계(S380)는 소정 시간을 고려하여, 제1 정밀 분석 단계(S360)에 의한 상단점의 위치 정보와 제2 정밀 분석 단계(S370)에 의한 상단점의 위치 정보를 이용하여, 차량에서 터널 영역까지의 거리 정보를 최종 계산하게 된다.
- [0221] 즉, 도 4와 같이, 두 장의 영상 프레임에 의한 상단점의 위치 정보를 사용하여 거리를 계산하는 것으로서, 첫 번째 위치(소정 시간 전)에서 취득한 전방 영상 데이터의 프레임에서 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 의한 상단점의 높이 좌표를  $y_0$ 으로 하고, 두 번째 위치(소정 시간 후)에서 취득한 전방 영상 데이터의 프레임에

서 추출한 터널 영역에 해당하는 경계 박스에 의한 상단점의 높이 좌표를  $y_1$ 으로 정의할 때, 차량을 기준으로 터널까지의 거리( $z$ )는 상기의 수학식 3과 같다.

[0222] 정밀 계산 단계(S380)에 의한 최종 계산한 거리 정보를 차량에서 터널까지의 정확한 거리 정보로 설정하고, 이를 연계 제어 시스템에 전송하는 것이 바람직하다.

[0223] 연계 제어 시스템은 차량에서 터널 영역까지 계산한 거리 정보(최종 계산한 거리 정보)를 전달받아, 차량의 터널 내부 주행을 위한 대응 제어를 수행하게 된다.

[0225] 전술한 본 발명은, 프로그램이 기록된 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체는, 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀 질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체의 예로는, HDD(Hard Disk Drive), SSD(Solid State Disk), SDD(Silicon Disk Drive), ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장 장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한, 상기 컴퓨터는 본 발명의 터널 인식 시스템을 포함할 수도 있다.

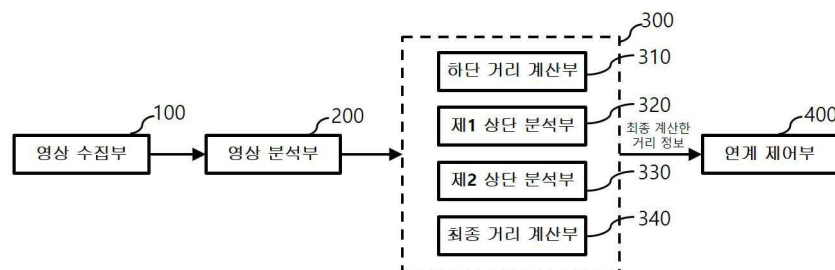
[0226] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였으나, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것일 뿐이다. 따라서, 본 발명의 기술 사상은 개시된 각각의 실시예 뿐 아니라, 개시된 실시예들의 조합을 포함하고, 나아가, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자라면 첨부된 특허 청구범위의 사상 및 범주를 일탈함이 없이 본 발명에 대한 다수의 변경 및 수정이 가능하며, 그러한 모든 적절한 변경 및 수정은 균등물로서 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주되어야 할 것이다.

## 부호의 설명

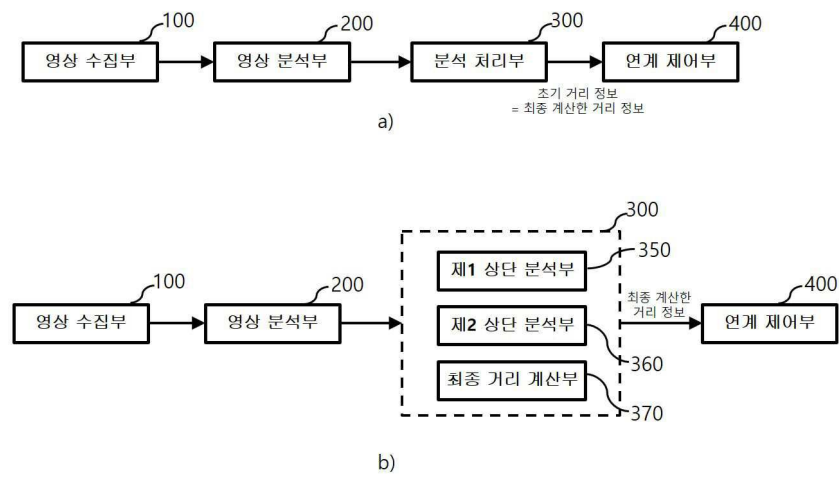
- [0228] 100 : 영상 수집부  
200 : 영상 분석부  
300 : 분석 처리부  
400 : 연계 제어부

## 도면

### 도면1



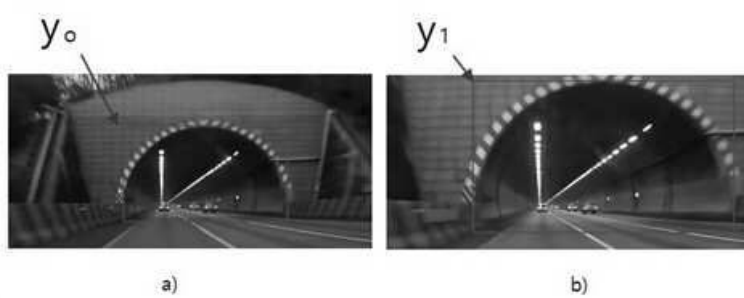
도면2



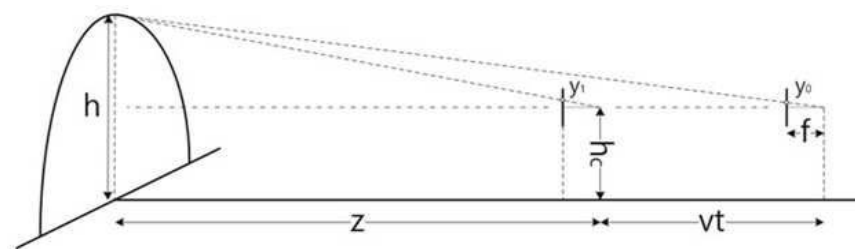
도면3



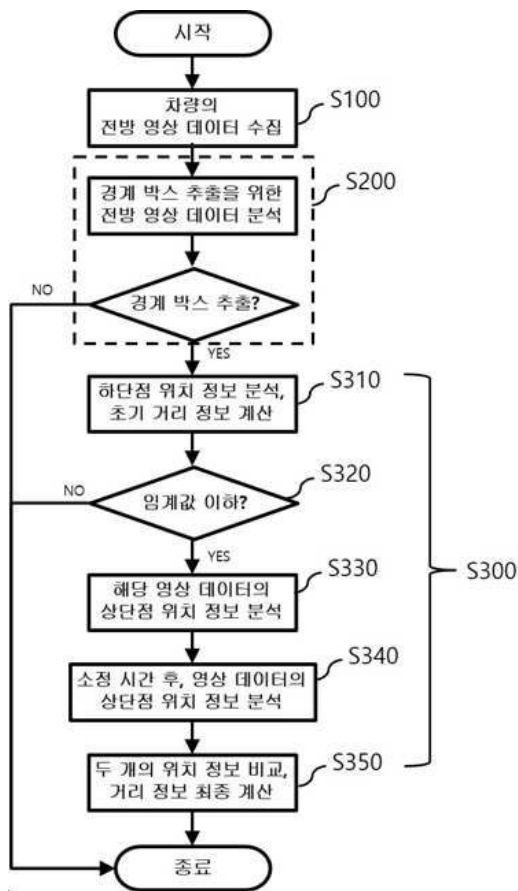
도면4



도면5



도면6



도면7

