



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0095578
(43) 공개일자 2013년08월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B60W 40/06 (2006.01) *B60W 40/02* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0017144

(22) 출원일자 2012년02월20일

심사청구일자 2012년02월20일

기술이전 희망 : 기술양도

(71) 출원인

울산대학교 산학협력단

울산 남구 무거2동 산29

(72) 발명자

조강현

울산광역시 남구 무거동 현대문수팰리스 1005호

김정원

울산광역시 남구 무거동 남운아파트 1219호

(74) 대리인

김종선

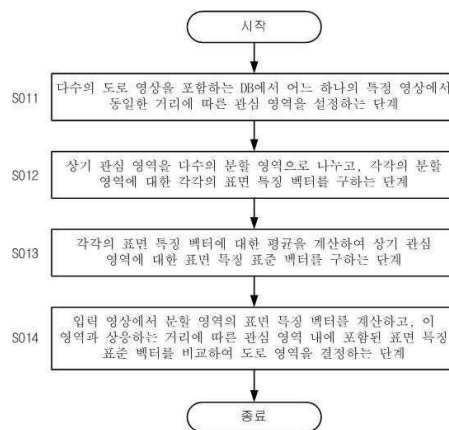
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 도로 영역 및 기하학적 정보를 이용한 차로 인식 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 도로 영역 및 기하학적 정보를 이용한 차로 인식 방법 및 장치에 관한 것으로, DB에 저장된 다수의 도로 영상으로부터 관심 영역에 대한 표면 특징 표준 벡터를 구하고, 입력 영상의 표면 특징 벡터와 비교하여 도로 영역을 판단하고, 도로 영역 내에서 차선의 기하학적 정보를 이용하여 차선 경계선 및 차로를 검출하고, 차선 경계선의 위치, 각도 및 이동 속도를 산출하여 차선변경 방향, 차선변경 개시시점 및 차선변경 완료시점을 판단하고, 그에 대한 예상시간을 산출하는 차선변경 예상시간 산출단계를 포함한다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415118757
부처명	지식경제부
연구사업명	산업전문인력역량강화
연구과제명	융복합형로봇전문인력양성
주관기관	한국로봇산업진흥원
연구기간	2011.05.01 ~ 2012.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

DB에 저장된 다수의 도로 영상으로부터 관심 영역에 대한 표면 특징 표준 벡터를 구하고, 입력 영상의 표면 특징 벡터와 비교하여 도로 영역을 판단하는 도로영역 판단단계;

상기 도로 영역 내에서 차선의 기하학적 정보를 이용하여 차선과 교차점을 검출하고, 소실점을 획득하여 차선 경계선 및 차로를 인식하는 경계선 및 차로 검출단계; 및

차선 경계선의 위치, 각도 및 이동 속도를 산출하여 차선변경 방향, 차선변경 개시시점 및 차선변경 완료시점을 판단하고, 그에 대한 예상시간을 산출하는 차선변경 예상시간 산출단계;를 포함하는 도로 영역 및 기하학적 정보를 이용한 차로 인식 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 도로영역 판단단계는,

다수의 도로 영상을 포함하는 DB에서 어느 하나의 특정 영상에서 동일한 거리에 따른 관심 영역을 설정하는 단계;

상기 관심 영역을 다수의 분할 영역으로 나누고, 각각의 분할 영역에 대한 각각의 표면 특징 벡터를 구하는 단계;

각각의 표면 특징 벡터에 대한 평균을 계산하여 상기 관심 영역에 대한 표면 특징 표준 벡터를 구하는 단계;

입력 영상에서 분할 영역의 표면 특징 벡터를 계산하고, 이 영역과 상응하는 거리에 따른 관심 영역 내에 포함된 표면 특징 표준 벡터를 비교하여 도로 영역을 결정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 도로 영역 및 기하학적 정보를 이용한 차로 인식 방법.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 도로영역 판단단계의 표면 특징 벡터를 구하는 대상은,

영상에너지, 콘트라스트, 균질성 및 상관도 중에서 선택되는 어느 하나 이상의 데이터인 것을 특징으로 하는 도로 영역 및 기하학적 정보를 이용한 차로 인식 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 경계선 및 차로 검출단계는;

상기 도로 영역으로부터 적응적 임계값을 획득하는 단계;

상기 도로 영역의 영상을 이진화하는 단계;

픽셀계수를 이용하여 레이블링을 수행하고, 관심 블록(Blob)을 저장하는 단계;

차선 개별 특징(주축 정보)을 이용하여 차선을 검출하는 단계;

관심 블록의 주요 주축 정보를 이용하여 교차점을 획득하는 단계;

교차점 분석을 통한 최고밀도 소영역을 결정하는 단계;

소영역의 무게중심으로 소실점을 획득하는 단계;

소실선 획득과 각도 통합을 통하여 차선 경계선 후보를 설정하는 단계; 및

소실점과 차선을 이어 위치에 따른 차선 경계선을 검출하고, 경계선을 통하여 차로를 인식하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 도로 영역 및 기하학적 정보를 이용한 차로 인식 방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 차선변경 예상시간 산출단계는;

입력 영상으로부터 차량 경계선을 검출하는 단계;

차선 경계선에 중첩되는 차량 경계선의 각도를 계산하여 차선변경 방향을 판단하는 단계;

상기 차량 경계선과 상기 차선 경계선의 중첩 위치 및 정도를 검출하여 기준값 이상 중첩될 경우 차선변경 개시시점을 판단하는 단계;

차량의 크기와 이동 속도를 검출하여 차선변경 완료시점을 예측하는 단계; 및

상기 차선변경 예상시간을 산출하여 표시하는 단계;를 포함하는 도로 영역 및 기하학적 정보를 이용한 차로 인식 방법.

청구항 6

DB에 저장된 다수의 도로 영상으로부터 관심 영역에 대한 표면 특징 표준 벡터를 구하고, 입력 영상의 표면 특징 벡터와 비교하여 도로 영역을 판단하는 도로영역 판단수단;

상기 도로 영역 내에서 차선의 기하학적 정보를 이용하여 차선과 교차점을 검출하고, 소실점을 획득하여 차선 경계선 및 차로를 인식하는 경계선 및 차로 검출수단; 및

차선 경계선의 위치, 각도 및 이동 속도를 산출하여 차선변경 방향, 차선변경 개시시점 및 차선변경 완료시점을 판단하고, 그에 대한 예상시간을 산출하는 차선변경 예상시간 산출수단;을 포함하는 도로 영역 및 기하학적 정보를 이용한 차로 인식 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 차로 인식 방법 및 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 주행 차량이 입력받은 영상으로부터 도로 영역 및 기하학적 정보를 이용하여 도로 영역 내의 차선 및 차로를 인식하는 차로 인식 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 자동차가 현대 생활에 빠질 수 없는 수단이 되고, 이와 관련되어 발전하고 있는 IT기술을 적용한 IVS(Intelligent Vehicle System) 분야는 가장 주목받는 연구 분야가 되었다. 최근에 이 IVS 분야 가운데서도 차량 주변 상황을 차량에 설치한 센서 등에 의해 안전한 운전이 가능하도록 하는 지원시스템이 주목받고 있다. 특히 주행 중인 차량의 전면에서 일어나는 상황을 분석하는 것이 주류이지만, 실제 사고의 경우 차량의 전면보다 측,후면에서 일어나는 사고가 더 많은 것이 사실이다.

[0003] 자동차 충돌사고 분석 및 통계 결과는 졸음운전이나 부주의한 운전으로 인한 단독 사고가 주류를 차지하고 있다. 그러나 단독 사고를 제외하면, 그 다음으로 차선변경 시 발생하는 충돌 사고가 가장 위협적인 사고 원인

으로 나타난다. 미국 내 자동차 충돌 사고에 관한 분석 결과, 전체 고속도로의 충돌사고 가운데 약 8%가 차로 변경 과정에서 일어난다. 그리고 이와 같은 사고의 가장 큰 원인은 운전자의 상황 인식 착오이다. 사고를 줄이기 위해서는 차로 변경 시, 운전자가 주행 중인 차로뿐만 아니라 주위 차로의 주변 상황도 신속하고 정확하게 인식해야한다. 차로 변경의 경우, 현재 운전자가 주행 중인 차로와 변경할 차로의 상대적인 위치 정보가 가장 기본이 된다. 그리고 인식된 차로를 기준으로 각 차로에서의 차량유무 및 속도와 같은 상황 또한 인식해야 한다.

[0004] 종래에는 색상 정보와 검출된 에지의 각도를 이용하여 차선 특징을 정의하고 확률 모델을 사용하여 차선 경계선을 검출하였고, 원근법에 의한 소실점(Vanishing Point)과 같은 기하학적 특징을 이용하여 차선 경계선을 인식하였다. 그러나 이와 같은 종래기술은 날개의 차선 자체가 가지고 있는 특징을 고려하지 않기 때문에 차선표시를 정확하게 검출하는 것이 불가능한 문제점이 있었다.

[0005] 일본 특허공개공보 제5-151341호(1993.06.18)에는 차량용 주행로 검출장치가 개시되어 있다. 도 15는 상기 공보에 개시된 종래 공지기술에 따른 차량용 주행로 검출장치의 블록 구성을 나타낸 도면이다. 도시된 바와 같이, 공지된 차량용 주행로 검출장치는 주행하는 차량의 전방에 있는 도로의 영상을 촬영하기 위한 영상입력수단(100)과, 경계점을 추출하기 위해 영상입력수단(100)으로부터 신호를 수신하는 준비수단(preparation means)(101)과, 이전의 계산동작 시에 획득한 선형식 근처에 윈도우를 설정하고 그리고 선형 계산을 통해 다수의 선형식을 얻기 위해 설정된 윈도우에서 다수의 경계점의 좌표를 측정하기 위한 선적응수단(line adaptation means)(102), 소멸점의 X- 및 Y-좌표와 그리고 선형식에서 에러 제곱의 합을 최소화하기 위하여 획득한 선형식을 토대로 소멸점을 통과하는 직선의 경사도에 상응하는 값을 추정하고 또한 이들 추정된 값들을 이때의 결과에 설정하는 선 및 소멸점 결정수단(line and vanishing point determining means)(104), 준비수단(101)의 결과와 선 적응수단(102)의 검출결과를 토대로 차선표시에 상응하는 경계점을 추출하는 경계점 추적수단(edge point tracing means)(103), 곡선 식(a curved equation)을 추출된 경계점에 적용하는 곡선 적응수단(curve adaptation means)(105) 및 곡선 적응수단(105)의 결과를 평탄하게 하는 평탄수단(smoothing means)(106)을 포함한다.

[0006] 이와 같이 공지된 차량용 주행로 검출장치는, 곡선 식의 적용은 최소 제곱법으로 실행되므로, 따라서 잡음에 쉽게 영향을 받으므로, 입력 영상으로부터 차선 및 차로를 정확하게 검출하는 것이 불가능해지는 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 일본 특허공개공보 제5-151341호(1993.06.18)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 극복하기 위한 것으로서, 입력 영상으로부터 차선 및 차로를 인식하는 방법 및 장치를 제공하는데에 그 목적이 있다.

[0009] 본 발명은 또한 입력 영상으로부터 차선 및 차로를 인식하는데 필요한 정보만을 효과적으로 선별함으로써 효율적인 차선 및 차로 인식 방법 및 장치를 제공하는데에 그 목적이 있다.

[0010] 본 발명은 또한, 입력 영상에 존재하는 건물 외벽이나 방음벽 등과 같은 인공물이나, 하늘 또는 나무 등과 같은 자연물에 의한 영향을 최소화함으로써, 잡음에 쉽게 영향을 받지 않고, 정확한 차선 및 차로 인식 방법 및 장치를 제공하는 데에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은, DB에 저장된 다수의 도로 영상으로부터 관심 영역에 대한 표면 특징 표준 벡터를 구하고, 입력 영상의 표면 특징 벡터와 비교하여 도로 영역을 판단하는 도로영역 판단단계; 도로 영역 내에서 차선의 기하학적 정보를 이용하여 차선과 교차점을 검출하고, 소실점을 획득하여 차선 경계선 및 차로를 인식하는 경계선 및 차로 검출단계; 차선 경계선의 위치, 각도 및 이동 속도를 산출하여 차선변경 방향, 차선변경 개시시점 및 차선변경 완료시점을 판단하고, 그에 대한 예상시간을 산출하는 차선변경 예상시간 산출단계;를 포함하는 도로 영역 및 기하학적 정보를 이용한 차로 인식 방법을 제공한다.
- [0012] 상기 도로영역 판단단계는, 다수의 도로 영상을 포함하는 DB에서 어느 하나의 특정 영상에서 동일한 거리에 따른 관심 영역을 설정하는 단계; 관심 영역을 다수의 분할 영역으로 나누고, 각각의 분할 영역에 대한 각각의 표면 특징 벡터를 구하는 단계; 각각의 표면 특징 벡터에 대한 평균을 계산하여 관심 영역에 대한 표면 특징 표준 벡터를 구하는 단계; 입력 영상에서 분할 영역의 표면 특징 벡터를 계산하고, 이 영역과 상응하는 거리에 따른 관심 영역 내에 포함된 표면 특징 표준 벡터를 비교하여 도로 영역을 결정하는 단계를 포함한다.
- [0013] 상기 경계선 및 차로 검출단계는, 도로 영역으로부터 적응적 임계값을 획득하는 단계; 영상을 이진화하는 단계; 픽셀계수를 이용하여 레이블링을 수행하고 관심 블롭(Blob)을 저장하는 단계; 차선 개별 특징(주축 정보)을 이용하여 차선을 검출하는 단계; 관심 블롭의 주요 주축 정보를 이용하여 교차점을 획득하는 단계; 교차점 분석을 통한 최고밀도 소영역을 결정하는 단계; 소영역의 무게중심으로 소실점을 획득하는 단계; 소실선 획득과 각도 통합을 통하여 차선 경계선 후보를 설정하는 단계; 및 소실점과 차선을 이어 위치에 따른 차선 경계선을 검출하고, 경계선을 통하여 차로를 인식하는 단계를 포함한다.
- [0014] 상기 차선변경 예상시간 산출단계는, 입력 영상으로부터 차량 경계선을 검출하는 단계; 차선 경계선에 중첩되는 차량 경계선의 각도를 계산하여 차선변경 방향을 판단하는 단계; 상기 차량 경계선과 상기 차선 경계선의 중첩 위치 및 정도를 검출하여 기준값 이상 중첩될 경우 차선변경 개시시점을 판단하는 단계; 차량의 크기와 이동 속도를 검출하여 차선변경 완료시점을 예측하는 단계; 및 상기 차선변경 예상시간을 산출하여 표시하는 단계를 포함한다.
- [0015] 또한, 본 발명은, DB에 저장된 다수의 도로 영상으로부터 관심 영역에 대한 표면 특징 표준 벡터를 구하고, 입력 영상의 표면 특징 벡터와 비교하여 도로 영역을 판단하는 도로영역 판단수단; 도로 영역 내에서 차선의 기하학적 정보를 이용하여 차선과 교차점을 검출하고, 소실점을 획득하여 차선 경계선 및 차로를 인식하는 경계선 및 차로 검출수단; 차선 경계선의 위치, 각도 및 이동 속도를 산출하여 차선변경 방향, 차선변경 개시시점 및 차선변경 완료시점을 판단하고, 그에 대한 예상시간을 산출하는 차선변경 예상시간 산출수단;을 포함하는 도로 영역 및 기하학적 정보를 이용한 차로 인식 장치를 제공한다.

발명의 효과

- [0016] 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 도로 영역 및 기하학적 정보를 이용한 차로 인식 방법 및 장치에 의하면, 입력 영상의 에너지, 콘트라스트, 균질성 및 상관도 중에서 선택되는 어느 하나 이상의 정보를 이용하여 입력영상으로부터 도로 영역을 검출함으로써, 효율적으로 차선 및 차로를 인식할 수 있는 효과가 있다.
- [0017] 또한, 검출된 도로 영역 내에서 차선의 기하학적 정보를 이용하여 차선 경계선 및 차로를 정확하게 검출함으로써, 잡음에 쉽게 영향을 받지 않으며 차로인식률이 향상되어 더욱 정확하게 차선을 검출할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 바람직한 일실시예에 따른 도로 영역 및 기하학적 정보를 이용한 차로 인식 방법을 나타낸 제어 흐름도.
- 도 2는 도 1의 도로영역 판단단계를 더욱 상세히 나타낸 제어 흐름도.
- 도 3은 도 1의 경계선 및 차로 검출단계를 더욱 상세히 나타낸 제어 흐름도.

도 4는 도 1의 차선변경 예상시간 산출단계를 더욱 상세히 나타낸 제어 흐름도.

도 5a 및 5b는 각각의 영역을 분할하고, 거리에 따른 각 관심 영역을 256색으로 표현한 도면.

도 6a 내지 6d는 각 특징에 대한 거리에 따른 관심 영역의 표면 특징 표준 벡터를 나타낸 그래프.

도 7a 및 도 7b는 입력 영상 및 이에 대하여 결정된 하나의 도로 후보 영역을 나타낸 도면.

도 7c는 본 발명 실시예의 결과로 결정된 도로 영역을 나타낸 도면.

도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 도로영역으로부터 차선 경계선을 검출하기 위한 알고리즘의 개요를 나타낸 순서도.

도 9a는 이진화 영상, 도 9b는 레이블링 결과를 나타낸 도면.

도 10은 임계값을 구하기 위한 히스토그램과 파라미터를 예시한 그래프.

도 11은 획득된 교차점 $X_n(x,y)$ 를 표현한 그래프.

도 12는 반지름 20인 원 이내의 교차점(도 10에서 최고밀도 영역)을 나타낸 그래프.

도 13a는 소실선, 도 13b는 차선 경계선 검출 결과를 나타낸 도면.

도 13c는 현재 주행 중인 차로와 차로 변경 시 진입할 차로를 나타낸 도면.

도 14는 본 발명에 따른 도로 영역 및 기하학적 정보를 이용한 차로 인식 장치의 일실시예를 나타낸 블록 구성도.

도 15는 종래 공지기술에 따른 차량용 주행로 검출장치의 블록 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0020] 도 1은 본 발명의 바람직한 일실시예에 따른 도로 영역 및 기하학적 정보를 이용한 차로 인식 방법을 나타낸 제어 흐름도이다.

[0021] 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 일실시예에 따른 도로 영역 및 기하학적 정보를 이용한 차로 인식 방법은, DB에 저장된 다수의 도로 영상으로부터 관심 영역에 대한 표면 특징 표준 벡터를 구하고, 입력 영상의 표면 특징 벡터와 비교하여 도로 영역을 판단하는 도로영역 판단단계(S010); 도로 영역 내에서 차선의 기하학적 정보를 이용하여 차선과 교차점을 검출하고, 소실점을 획득하여 차선 경계선 및 차로를 인식하는 경계선 및 차로 검출단계(S020); 차선 경계선의 위치, 각도 및 이동 속도를 산출하여 차선변경 방향, 차선변경 개시시점 및 차선변경 완료시점을 판단하고, 그에 대한 예상시간을 산출하는 차선변경 예상시간 산출단계(S030)를 포함한다.

[0022] 도 2는 도 1의 도로영역 판단단계를 더욱 상세히 나타낸 제어 흐름도이다. 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 일실시예에 따른 상기 도로영역 판단단계(S010)는, 다수의 도로 영상을 포함하는 DB에서 어느 하나의 특정 영상에서 동일한 거리에 따른 관심 영역을 설정하는 단계(S011); 관심 영역을 다수의 분할 영역으로 나누고, 각각의 분할 영역에 대한 각각의 표면 특징 벡터를 구하는 단계(S012); 각각의 표면 특징 벡터에 대한 평균을 계산하여 관심 영역에 대한 표면 특징 표준 벡터를 구하는 단계(S013); 입력 영상에서 관심 영역의 표면 특징 벡터를 계산하고, 표면 특징 표준 벡터와 비교하여 관심 영역과 대응하는 도로 영역을 결정하는 단계(S014)를 포함한다. 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 상기 도로영역 판단단계(S010)의 표면 특징 벡터를 구하는 대상은, 영상에너지, 콘트라스트, 균질성 및 상관도 중에서 선택되는 어느 하나 이상의 데이터인 것이 바람직하다.

[0023] 본 발명의 바람직한 실시예에 있어서, 도로 영역을 구하기 위해 제안된 알고리즘은 다수의 도로 영상으로 구성된 데이터베이스(이하, DB라 약칭한다)에서 영상 내 분할 영역의 표면 특징 벡터를 구한 다음, 영상 내 거리에 따라 정의된 거리에 따른 관심 영역에 포함되는 모든 분할 영역의 표면 특징 벡터의 평균을 계산한다. 즉, 바람

직하게는 거리에 따른 관심 영역별로 정의된 각 표면 특징 벡터의 평균이 영역별 도로 영역을 결정하기 위한 비교 기준값인 표면 특징 표준 벡터가 될 수 있다.

[0024] 입력 영상에서는 분할 영역의 표면 특징 벡터를 계산하고 이 영역과 상응하는 거리에 따른 관심 영역 내에 포함된 표면 특징 표준 벡터를 비교하여 도로 영역을 결정한다. 이렇게 구해진 도로 영역의 결과는 추후에 차선을 찾기 위한 과정 중에서 관심 색상 영역을 정하기 위한 영상 이진화 과정에 이용된다.

[0025] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 데이터베이스에서 영상 내 거리에 따른 관심 영역을 설정할 수 있다. 이 영역을 대표하는 표면 특징 표준 벡터는 동일한 거리에 따른 관심 영역 내에 분포한 모든 분할 영역에서 각각의 표면 특징 벡터에 대한 평균을 계산하여 결정한다.

[0026] 다음으로, DB의 영상에서 분할 영역을 결정하고 이 영역 내에서 표면 특징 벡터를 계산한다. 이때 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 분할 영역은 영상(640×80)을 40×40으로 분할된 각각의 패치를 말한다. 본 발명이 적용 가능한 실시예에 있어서 바람직한 분할영역의 크기는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 당업자에 의하여 적절하게 선택되어 질 수 있다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 표면 특징 벡터는 영상 내 거리를 기준으로 영역을 나누어 영역별로 그 값을 정의할 수 있다. 이때 거리에 따라 구분된 영역을 거리에 따른 관심 영역이라고 정의한다. 이는 아래의 수학적식 1을 통해서 정의되고 18개의 구역으로 나눌 수 있다.

수학적식 1

$$h = \arg \max_u \left(\sum_r \frac{T_r - d_u}{T_r} \right)$$

[0027]

[0028] 도 5a 및 5b는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 각각의 영역을 분할하고, 거리에 따른 각 관심 영역을 256색으로 표현한 예시를 나타내었다.

[0029] 또한, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 있어서, 상기 도로영역에 대한 각 패치의 표면 특징을 나타내는 값으로는 에너지, 콘트라스트, 균질성 및 상관도 중에서 선택되는 어느 하나 이상에 대한 특징 벡터가 사용될 수 있다. 각 표면특징은 아래의 수학적식 1 내지 수학적식 5로 정의한다.

수학적식 2

$$E = \sum_{i,j} p(i,j)^2$$

[0030]

수학적식 3

$$C_t = \sum_{i,j} |i-j|^2 p(i,j)$$

[0031]

수학적식 4

$$H = \sum_{i,j} \frac{p(i,j)}{1+|i-j|}$$

[0032]

수학식 5

$$Cr = \sum_{i,j} \frac{(i - \mu_i)(j - \mu_j)p(i,j)}{\sigma_i \sigma_j}$$

[0033]

[0034] 여기서 $p(i,j)$ 는 분할 영역에서 0도 방향으로 이웃한 2 픽셀간의 인텐시티(intensity) 변화를 나타내는 상생행렬(Cooccurrence matrix)에서의 동일 변화 빈도수를 나타낸다. 분할 영역 내 각 영역에서 4가지 표면 특징을 이용하여 도로 표면을 정의한다. 여기서 E, Ct, H, Cr은 각각 에너지(Energy), 콘트라스트(대비, Contrast), 균질성(Homogeneity), 상관도(Correlation)을 나타낸다.

[0035] 본 발명의 바람직한 실시예에 있어서, 모든 데이터베이스의 동일한 거리에 따른 관심 영역에 위치한 표면 특징 벡터의 평균을 계산함으로써, 도로 영역을 검출하기 위한 기준값인 표면 특징 표준 벡터를 결정할 수 있다.

[0036] 도 6a 내지 6d는 각 특징에 대한 거리에 따른 관심 영역의 표면 특징 표준 벡터를 나타낸 그래프로서, 도 6a는 에너지, 도 6b는 콘트라스트, 도 6c는 균질성, 도 6d는 상관도를 각각 나타낸다. 앞에서 설명한 도 5a의 (0,0)을 기준으로 인덱스(가로축)가 0이면 도 5a의 원점에 가깝고 숫자가 커질수록 원점에서 멀어진다.

[0037] 다음으로 입력 영상에 대해서도 상술한 바와 같은 영역 분할 및 표면 특징 벡터 검출 과정을 반복하여 입력 영상의 분할 영역에 대한 표면 특징 벡터를 계산한다.

[0038] 본 발명의 바람직한 실시예에 있어서, 상기 계산된 분할 영역별 표면 특징 벡터를 거리에 따른 관심 영역에 상응하는 위치의 표면 특징 표준 벡터와 비교하여 $\pm 50\%$ 에 해당하는 특징이 4개의 특징 중 2개 이상이면 입력 영상의 해당 분할 영역을 도로 후보 영역으로 결정할 수 있다.

[0039] 도 7a 및 도 7b는 입력 영상 및 이에 대하여 결정된 하나의 도로 후보 영역을 나타낸 도면이다. 본 발명의 바람직한 실시예에 있어서 위에서 검출된 여러 도로 후보 영역중에서 하나의 도로 영역을 정하기 위해서 도 7b의 결과를 모폴로지(단기) 연산을 실행할 수 있다. 그리고 이 결과를 레이블링(Labeling) 과정을 수행하여 독립적으로 분리된 영역들을 구하고 이들 영역 중에서 가장 많은 픽셀의 수를 가진 단 하나의 영역을 도로 영역으로 결정할 수 있다. 도 7c는 이러한 과정을 통하여 결정된 도로 영역을 나타낸다.

[0040] 레이블링(Labeling)이란 인접한 화소에 모두 같은 번호(Label)를 붙이고 연결되지 않은 다른 성분에는 다른 번호를 붙이는 것으로 이진 영상에서 수행되는 영역 구분 작업을 말한다. 상기 레이블링은 영상 처리 분야에서 일반적으로 사용되는 통상의 학술용어로서 각각의 용어는 사전적 의미로 해석될 수 있으므로, 여기서 이 용어에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0041] 본 발명의 바람직한 일실시예에 따른 상기 경계선 및 차로 검출단계(S020)는; 도로 영역 내에서 차선의 기하학적 정보를 이용하여 차선과 교차점을 검출하고, 소실점을 획득하여 차선 경계선 및 차로를 인식할 수 있다.

[0042] 도 3은 도 1의 경계선 및 차로 검출단계를 더욱 상세히 나타낸 제어 흐름도이다. 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 일실시예에 따른 상기 경계선 및 차로 검출단계(S020)는; 상기 도로 영역으로부터 적응적 임계값을 획득하는 단계(S021); 상기 도로 영역의 영상을 이진화하는 단계(S022); 픽셀계수를 이용하여 레이블링을 수행하고, 관심 블롭(Blob)을 저장하는 단계(S023); 차선 개별 특징(주축 정보)을 이용하여 차선을 검출하는 단계(S024); 관심 블롭의 주요 주축 정보를 이용하여 교차점을 획득하는 단계(S025); 교차점 분석을 통한 최고밀도 소영역을 결정하는 단계(S026); 소영역의 무게중심으로 소실점을 획득하는 단계(S027); 소실선 획득과 각도 통합을 통하여 차선 경계선 후보를 설정하는 단계(S028); 및 소실점과 차선을 이어 위치에 따른 차선 경계선을 검출하고, 경계선을 통하여 차로를 인식하는 단계(S029)를 포함한다.

[0043] 상기에서 블록(BLOB)은 바이너리 타입을 데이터 베이스에 기록하는 것으로, 문자열을 데이터 베이스에 기록하는 텍스트(TEXT)와, 캐릭터 타입을 데이터 베이스에 기록하는 클롭(CLOB)과 구별된다. 바이너리 데이터 타입은 모든 유형의 파일이 될 수 있다. 일반적으로 텍스트의 경우는 문자열의 데이터를 저장하는 데 사용이 되며, 블록의 경우는 문서, 이미지, 비디오 클립 등을 저장하기 위한 타입이다. 따라서, 블록은 일반 워드문서에서 미디어 파일에 이르기까지, 컴퓨터가 인식하는 모든 파일들을 데이터 베이스에 기록할 수 있다는 장점이 있다. 상기 블록은 영상 처리 분야에서 일반적으로 사용되는 통상의 학술용어로서 각각의 용어는 사전적 의미로 해석될 수 있으므로, 여기서 이 용어에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0044] 도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 도로영역으로부터 차선 경계선을 검출하기 위한 알고리즘의 개요를 나타낸 순서도이다.

[0045] 본 발명의 바람직한 실시예에 있어서 차로 인식에 앞서 차선 경계선을 검출한다. 이를 위해 같은 방향의 차로에서는 차선들이 도로 평면에 서로 평행하게 그려졌다는 것을 전제로 검출한다. 포장도로에서 차선은 주로 흰색으로 아스팔트 영역과 색상 구분이 확연히 난다. 이런 색상 특징은 도로에서 차선의 영역만을 구별하여 검출할 수 있는 특징으로 중요하게 이용된다. 본 발명의 바람직한 실시예에 있어서 입력 영상중 흰색에 가까운 밝은 색상 영역과 나머지 도로 영역을 구분하기 위해서 적응적으로 임계값을 결정하는 방법을 사용할 수 있다.

[0046] 본 발명의 바람직한 실시예에 있어서 차선에 있어서 한쪽이 길게 되어있는 직사각형의 모양 또한 차선을 검출하기에 좋은 특징으로 활용할 수 있다. 이를 위해 이진화된 영상에서 레이블링 과정을 통해 독립된 영역의 블록(Blob)들을 구한다. 각 블록들이 포함하는 픽셀의 분포를 나타내기 위한 공분산 행렬을 구하고 이들의 고유값과 고유벡터를 계산하여 주축(Principal Axes)을 구한다. 구해진 주축을 이용하여 차선 모양의 개형을 정의한다. 평행한 차선들은 투시투영에 따라 하나의 소실점에서 만나는데 이 소실점을 찾는 과정을 뒤에서 설명한다. 색상과 모양의 조건에 만족하는 관심 블록들의 크기가 큰 주요 주축의 연장선을 이어서 서로의 주축이 만나는 교차점을 구하고 이들을 분석하여 하나의 소실점을 찾는다. 획득한 소실점과 관심 블록의 중심을 이어 차선 경계선을 생성한다. 제안된 알고리즘의 최종 결과인 차로는 획득된 차선 경계선을 기준에서 차량에 설치된 카메라의 위치를 감안하여 인식한다.

[0047] 도로에서 차선은 아스팔트의 어두운 회색과는 달리 밝은 흰색에 가깝다. 차선의 특징인 밝은 색상 영역만을 추출하기 위해 입력 영상을 이진화 한다. 하늘이나 나무와 같은 자연물과 건물과 방음벽과 같은 인공물 등의 불필요한 색상 영역이 영상에 많이 포함되어 있으면 이진화를 위한 임계값을 찾는 과정에서 적절한 임계값을 찾지 못한다. 그래서 본 실험에서는 앞서 획득한 도로 영역에서 임계값을 결정하여 불필요한 영상 정보의 영향을 최소화하였다.

[0048] 임계값 T 는 수학적식 6에 의해 결정되며 입력 영상 히스토그램에서 배경과 전경을 분리하는 임계값이다.

수학적식 6

$$T = \underset{k}{\operatorname{argmax}} \left[\sum_{i=0}^k \frac{H(i)(i - \mu_1)^2}{N_1} + \sum_{i=k+1}^{255} \frac{H(i)(i - \mu_2)^2}{N_2} \right]$$

[0049]

[0050] N_1 과 N_2 는 k 에 의해 나누어진 히스토그램 그룹 내의 총 픽셀수이다. 그리고

[0051] μ_1 과 μ_2 는 각 그룹의 평균이다. T 에 의해 이진화 영상 $I_b(x, y)$ 를 수학적식 7로 구한다.

수학적식 7

$$I_b(x, y) = \begin{cases} 1, & I(x, y) > T \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0052]

- [0053] 도 9a는 이진화 영상 결과 도면, 도 9b는 레이블링 결과를 나타낸 도면이고, 도 10은 임계값을 구하기 위한 적응적 임계값 결정에 사용된 파라미터들의 값을 나타낸 그래프이다.
- [0054] 레이블링 과정은 8방향으로 연결된 이웃 픽셀들을 동일 영역으로 통합하여 독립된 블록 단위로 분리한다. 이때 본 발명의 바람직한 실시예에 있어서 독립된 블록을 구성하는 픽셀의 수가 20 보다 작으면 불필요한 블록으로 간주하고 시스템은 자동적으로 고려하지 않을 수 있다. 이러한 기준은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 당업자에 의해 적절하게 선택될 수 있다. 도 9b에서 보이듯이 도 9a에 나타난 작은 노이즈가 많이 소거된 것을 확인할 수 있다. 노이즈를 제거한 다음 남겨진 블록들을 B_0 라하고 아래 첨자 0는 블록들의 인덱스(index)로 정의한다.
- [0055] 차선은 색상과 한 방향으로 긴 직사각형 모양으로 영상에 존재하는 다른 사물과 구별되는 특징을 가진다. 본 발명의 바람직한 실시예에 있어서, 차선의 가로와 세로 길이의 크기 비율을 이용하여 그 특징을 정의할 수 있다. 이 비율은 B_0 의 공분산 행렬에서 구해진 고유값으로 계산되며 큰 값을 가지는 고유값에 상응하는 고유벡터가 해당 블록의 주요 주축 P_0 로 지정된다. 아래의 수학적 식 9는 주축의 비율 M_0 를 구하기 위해 두 개의 고유값을 비교하는데 이용된다.
- [0056] 그리고 도 9b에서 보이듯이 차선들의 기하학적 개형은 영상의 왼쪽 상단에서 오른쪽 하단의 방향으로 대각선을 이루며 존재한다. 본 발명의 바람직한 실시예에 있어서, 차선의 주요 주축 P_0 의 각도 A_0 가 0도 보다 크고 50도 보다 작은 블록들만을 고려할 수 있다. 각도 A_0 는 수학적 식 10으로 표현된다. 수학적 식 8로 표현되는 위 두 조건을 만족하는 B_0 를 관심 블록 F_1 으로 나타내며 관심 블록 F_1 만을 소실점을 구하는 다음 과정에 이용할 수 있다. 각도 A_0 는 수학적 식 10으로 계산된다. P_0^x 와 P_0^y 는 주요 주축의 영상에서 가로인 X축과 세로인 Y축의 길이이다.

수학적 식 8

$$F_{i \in 0}(x, y) = [B_0 (0 < M_0 < 5) \cap (0^\circ < A_0 < 50^\circ)]$$

[0057]

수학적 식 9

$$M_0 = \left(\frac{\text{Small Eigen Value}}{\text{Large Eigen Value}} \right) \times 100$$

[0058]

수학적 식 10

$$A_0 = \tan^{-1} \left(\frac{P_0^y}{P_0^x} \right)$$

[0059]

- [0060] 블록의 교차점 분석은 관심 블록 F_1 의 주요 주축을 이용하여 주요 주축의 직선의 방정식을 생성한다. F_1 의 모든 주요 주축의 쌍을 고려하여 교차점 $X_0(x, y)$ 를 획득한다. 도 11은 이렇게 획득된 교차점 $X_0(x, y)$ 를 표현한 그래프이다.

- [0061] 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 상기에서 획득한 교차점 $X_0(x, y)$ 의 분포를 분석하여 최고밀도 소영역의 중심을 소실점으로 결정할 수 있다. 최고밀도 영역을 결정하기 위해 임의의 기준 교차점을 중심으로 설정한 일정 반지름을 갖는 원에 존재하는 영역 내 교차점을 이용하여 기준 교차점과 영역 내 교차점의 거리를 계산하다. 모든

기준 교차점에 대한 영역 내 교차점의 총합이 최대가 되는 기준 교차점의 인덱스 u 를 h 로 결정한다. $X_{h \in u}(x, y)$ 를 기준으로 상기 반지름 이내의 영역 내 교차점의 무게 중심을 계산하고 이를 소실점 $V(x, y)$ 으로 결정한다.

수학식 11

$$h = \arg \max_u \left(\sum_u \frac{T_r - d_u}{T_r} \right)$$

[0062]

수학식 12

$$d_u = |X_u(x, y)^2 - X_{v=u}(x, y)^2|$$

[0063]

[0064] 도 12는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따라 반지름의 크기를 20으로 하는 경우에 있어서, 원 이내의 교차점 (도 10에서 최고밀도 영역)을 나타낸 그래프로서, A는 최고밀도 영역으로 결정된 영역의 기준 교차점 $X_h(x, y)$, B는 소실점 $V(x, y)$ 으로 결정된 영역 내 교차점의 무게 중심, 검은 점은 $X_u(x, y)$ 의 영역 내 교차점을 나타낸다.

[0065] 위에서 정의된 소실점 $V(x, y)$ 와 관심 블록 F_1 의 무게 중심을 연결하여 소실선을 생성한다. 시스템은 생성된 소실선끼리의 각도가 5도 이내라면 해당하는 소실선들의 평균 각도를 가지는 차선 경계선 후보로 선정한다. 이 과정을 모든 소실선에 대해 적용하여 모든 차선 경계선 후보를 획득한다. 도 13a의 검은 실선은 본 과정에서 생성되는 모든 소실선을 나타내고 있다.

[0066] 본 과정의 결과에서 다수의 차선 경계선 후보가 획득되지만 모든 검출된 후보를 사용할 필요는 없다. 전술한 바와 같이 제안된 알고리즘은 주행 중인 자동차가 옆 차로로 차로를 변경하는 상황을 고려하고 있다. 그러므로 구해진 차선 경계선의 후보 중에서 영상의 좌, 하단 구석에서부터 가까이 있는 2개의 차선 경계선 후보를 차선 경계선으로 설정한다. 도 13b의 검은 실선이 차선 경계선을 나타내고 있다.

[0067] 도 13c는 현재 주행 중인 차로와 차로 변경 시 진입 할 차로를 나타낸 도면으로서, 위에서 검출된 차선 경계선에서 좌, 하단 구석과 첫 번째 차선 경계선을 기준으로 그려지는 닫힌 면(도 13에서 ①로 표시된 영역)을 본 발명에서는 현재 주행 중인 차로의 영역으로 인식한다. 그리고 첫 번째와 두 번째 차선 경계선을 기준으로 그려지는 닫힌 면(그림 13에서 ②로 표시된 영역)을 본 발명에서는 차로 변경 시 진입할 차로로 인식할 수 있다.

[0068] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 상기 차선변경 예상시간 산출단계(S030)는 차선 경계선의 위치, 각도 및 이동 속도를 산출하여 차선변경 방향, 차선변경 개시시점 및 차선변경 완료시점을 판단하고, 그에 대한 예상시간을 산출할 수 있다.

[0069] 도 4는 도 1의 차선변경 예상시간 산출단계를 더욱 상세히 나타낸 제어 흐름도이다. 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 상기 차선변경 예상시간 산출단계(S030)는; 입력 영상으로부터 차량 경계선을 검출하는 단계(S031); 차선 경계선에 중첩되는 차량 경계선의 각도를 계산하여 차선변경 방향을 판단하는 단계(S032); 상기 차량 경계선과 상기 차선 경계선의 중첩 위치 및 정도를 검출하여 기준값 이상 중첩될 경우 차선변경 개시시점을 판단하는 단계(S033); 차량의 크기와 이동 속도를 검출하여 차선변경 완료시점을 예측하는 단계(S034); 및 상기 차선변경 예상시간을 산출하여 표시하는 단계(S035)를 포함한다.

[0070] 도 14는 본 발명에 따른 도로 영역 및 기하학적 정보를 이용한 차로 인식 장치의 일 실시예를 나타낸 블록 구성

도이다.

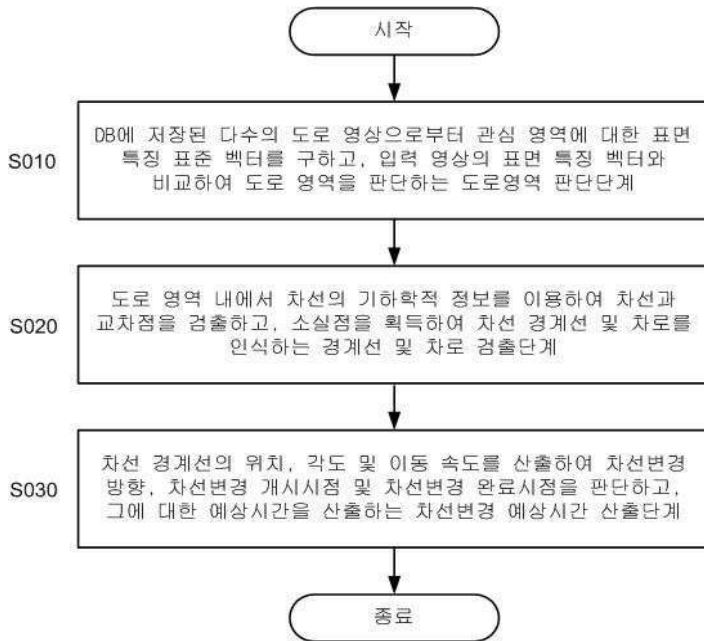
- [0071] 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 장치의 일 실시예는, DB(40)에 저장된 다수의 도로 영상으로부터 관심 영역에 대한 표면 특징 표준 벡터를 구하고, 입력 영상의 표면 특징 벡터와 비교하여 도로 영역을 판단하는 도로영역 판단수단(10); 도로 영역 내에서 차선의 기하학적 정보를 이용하여 차선과 교차점을 검출하고, 소실점을 획득하여 차선 경계선 및 차로를 인식하는 경계선 및 차로 검출수단(20); 차선 경계선의 위치, 각도 및 이동 속도를 산출하여 차선변경 방향, 차선변경 개시시점 및 차선변경 완료시점을 판단하고, 그에 대한 예상시간을 산출하는 차선변경 예상시간 산출수단(30)을 포함한다.
- [0072] 도로영역 판단수단(10)은, 다수의 도로 영상을 포함하는 DB에서 어느 하나의 특정 영상에서 동일한 거리에 따른 관심 영역을 설정하고; 관심 영역을 다수의 분할 영역으로 나누고, 각각의 분할 영역에 대한 각각의 표면 특징 벡터를 구하고; 각각의 표면 특징 벡터에 대한 평균을 계산하여 관심 영역에 대한 표면 특징 표준 벡터를 구하고; 입력 영상에서 관심 영역의 표면 특징 벡터를 계산하고, 표면 특징 표준 벡터와 비교하여 관심 영역과 대응하는 도로 영역을 결정한다. 이때, 표면 특징 벡터를 구하는 대상은, 영상에너지, 콘트라스트, 균질성 및 상관도 중에서 선택되는 어느 하나 이상의 데이터인 것이 바람직하다.
- [0073] 경계선 및 차로 검출수단(20)은, 도로 영역으로부터 적응적 임계값을 획득하고; 영상을 이진화하고; 픽셀(Pixel)계수를 이용하여 레이블링을 수행하고 관심 블록을 저장하고; 차선 개별 특징(주축 정보)을 이용하여 차선을 검출하고; 관심 블록의 주요 주축 정보를 이용하여 교차점을 획득하고; 교차점 분석을 통한 최고밀도 소영역을 결정하고; 소영역의 무게중심으로 소실점을 획득하고; 소실선 획득과 각도 통합을 통하여 차선 경계선 후보를 설정하고; 소실점과 차선을 이어 위치에 따른 차선 경계선을 검출하고, 경계선을 통하여 차로를 인식한다.
- [0074] 차선변경 예상시간 산출수단(30)은, 입력 영상으로부터 차량 경계선을 검출하고, 차선 경계선에 중첩되는 차량 경계선의 각도를 계산하여 차선변경 방향을 판단하고, 상기 차량 경계선과 상기 차선 경계선의 중첩 위치 및 정도를 검출하여 기준값 이상 중첩될 경우 차선변경 개시시점을 판단하고, 차량의 크기와 이동 속도를 검출하여 차선변경 완료시점을 예측하고, 상기 차선변경 예상시간을 산출하여 표시한다.
- [0075] 본 명세서에 기재된 본 발명의 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시예에 관한 것이고, 발명의 기술적 사상을 모두 포괄하는 것은 아니므로, 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다. 따라서 본 발명은 상술한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 권리범위 내에 있게 된다.

부호의 설명

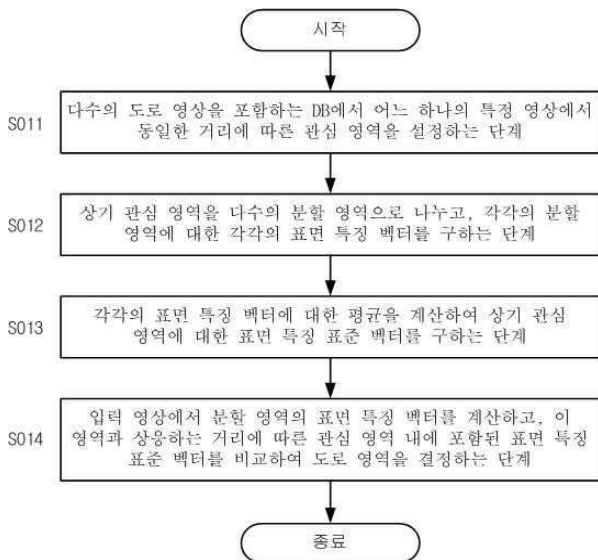
- [0076] 10 : 도로영역 판단수단
20 : 경계선 및 차로 검출수단
30 : 차선변경 예상시간 산출수단
40 : 데이터 베이스(DB)

도면

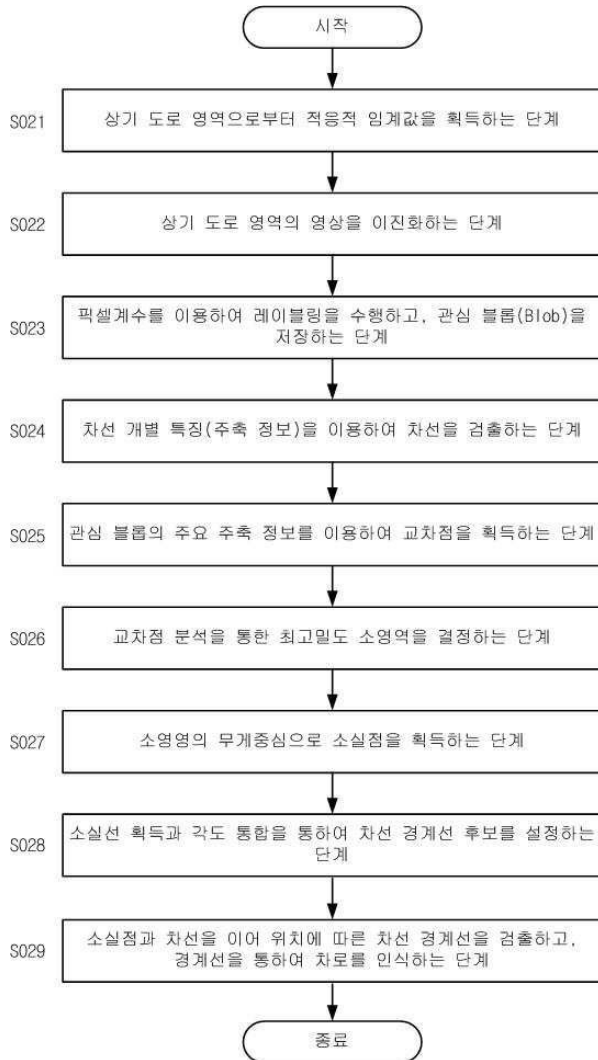
도면1



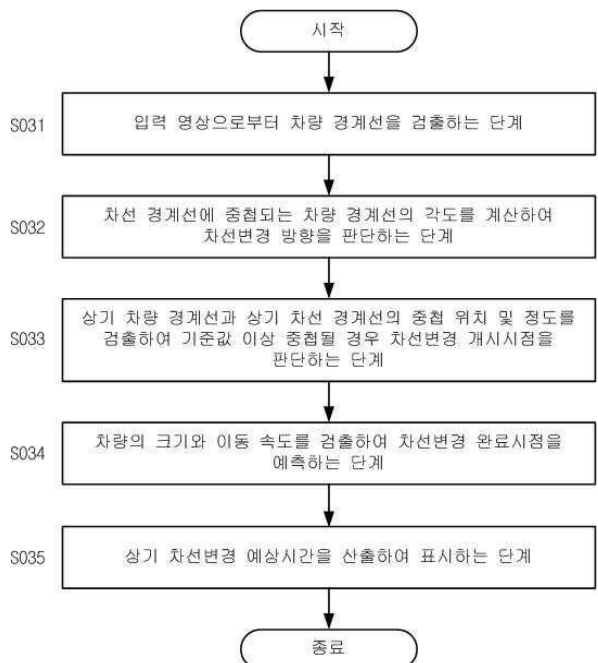
도면2



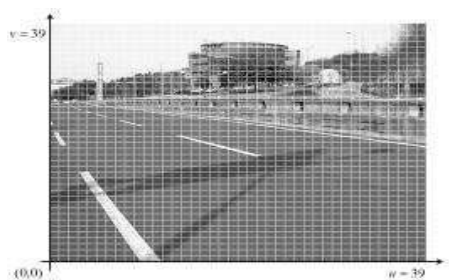
도면3



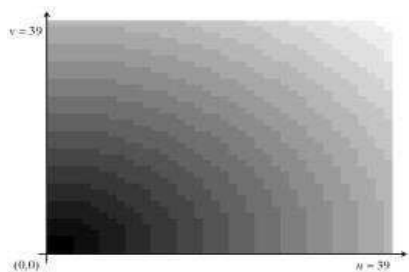
도면4



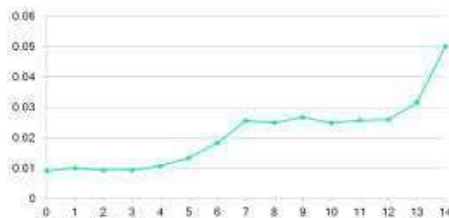
도면5a



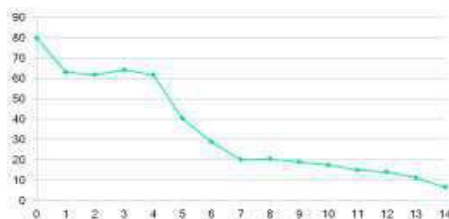
도면5b



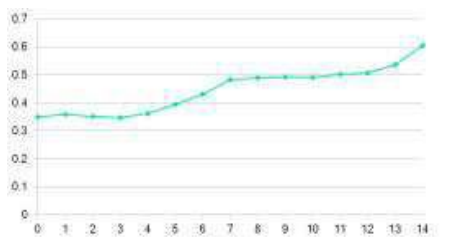
도면6a



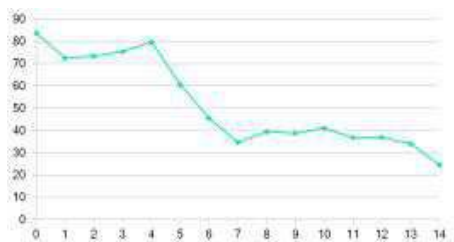
도면6b



도면6c



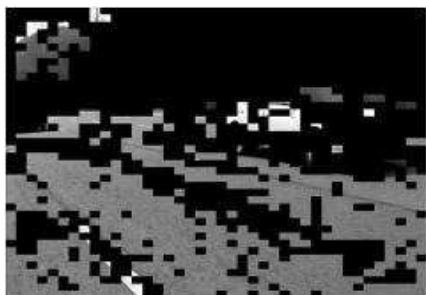
도면6d



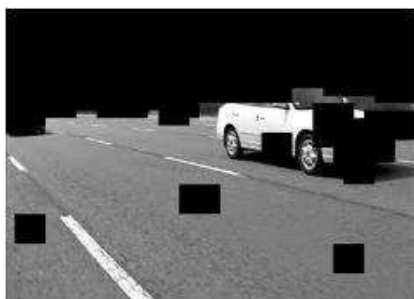
도면7a



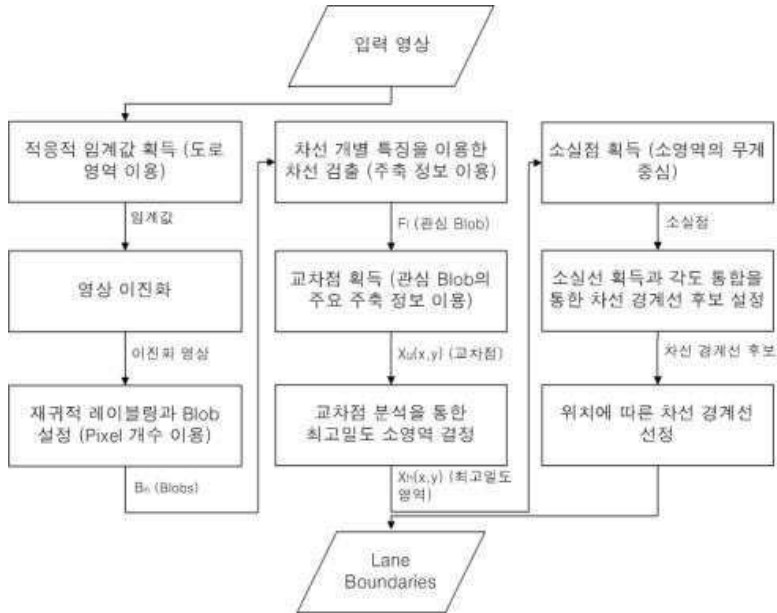
도면7b



도면7c



도면8



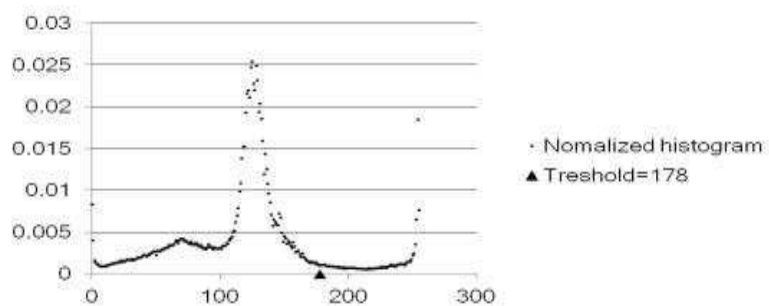
도면9a



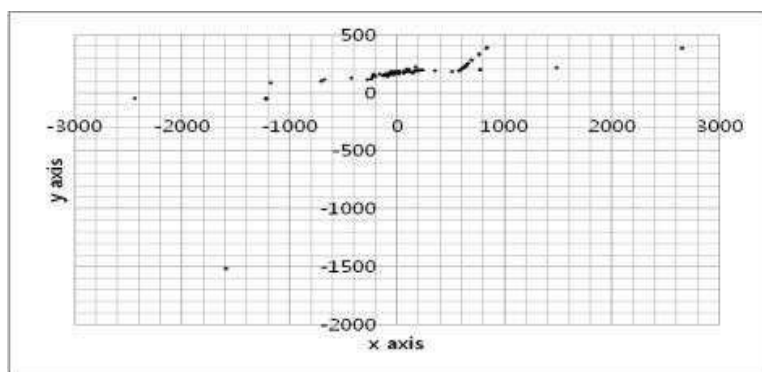
도면9b



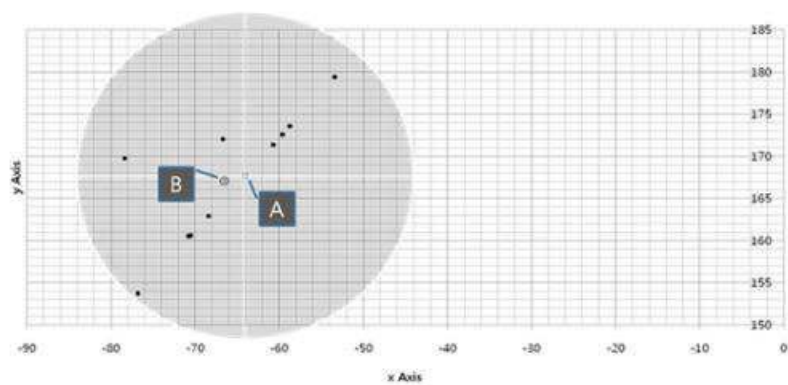
도면10



도면11



도면12



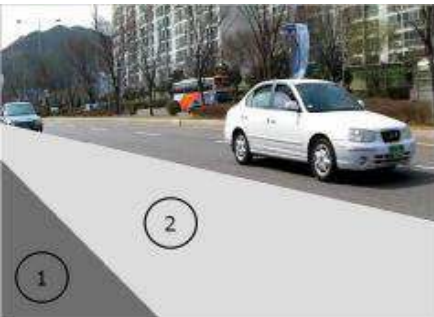
도면13a



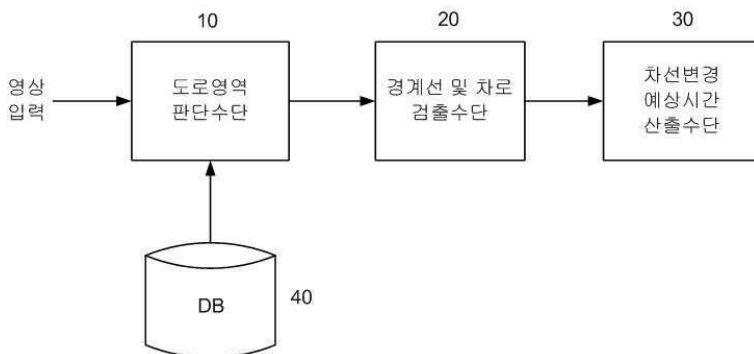
도면13b



도면13c



도면14



도면15

