



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0081524
(43) 공개일자 2020년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B60W 10/20 (2006.01) B60W 30/10 (2006.01)
B60W 30/14 (2006.01) B60W 40/072 (2012.01)
B60W 40/105 (2012.01) B60W 40/114 (2012.01)
G05D 1/00 (2006.01) G05D 1/02 (2020.01)

(52) CPC특허분류

B60W 10/20 (2013.01)
B60W 30/10 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0163396

(22) 출원일자 2018년12월17일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

현대자동차주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
현대오토론 주식회사
서울특별시 강남구 테헤란로113길 12(삼성동)
기아자동차주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

(72) 발명자

김봉주
경기도 용인시 기흥구 금화로58번길 10 (상갈동, 금화마을주공4단지아파트) 403동 505호
이준목
경기도 성남시 분당구 산운로 98 (운중동, 산운마을8단지아파트) 803동 1402호
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인세림

전체 청구항 수 : 총 18 항

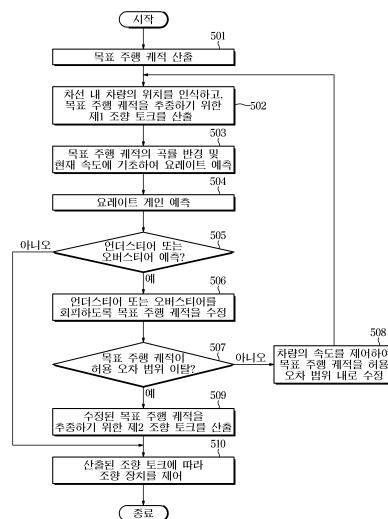
(54) 발명의 명칭 차량 및 그 제어 방법

(57) 요약

일 실시예에 따른 차량은, 자율 주행 시 주행 궤적에 포함된 곡선 구간에서 발생할 수 있는 언더스티어 또는 오버스티어 상황을 예측하여 조향을 제어할 수 있다.

이를 위해, 일 실시예에 따른 차량은, 조향 장치; 주행 차선의 영상을 획득하는 카메라; 차량의 거동 정보를 획득하는 센서; 및 상기 차량의 거동 정보에 기초하여 상기 주행 차선의 중심을 따르는 목표 주행 궤적을 산출하고, 상기 목표 주행 궤적을 추종하기 위한 제1 조향 토크를 산출하고, 언더스티어 또는 오버스티어 발생을 예측하여 상기 목표 주행 궤적을 수정하고, 상기 수정된 목표 주행 궤적을 추종하기 위한 제2 조향 토크를 산출하며, 상기 제1 조향 토크 및 상기 제2 조향 토크에 기초하여 상기 조향 장치를 제어하는 제어부;를 포함한다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

B60W 30/143 (2013.01)
B60W 40/072 (2013.01)
B60W 40/105 (2013.01)
B60W 40/114 (2013.01)
G05D 1/0088 (2013.01)
G05D 1/0212 (2013.01)
G05D 1/0246 (2019.05)
B60W 2420/42 (2013.01)
B60W 2510/207 (2013.01)

(72) 발명자

하창우

서울특별시 중랑구 사가정로41길 9 (면목동, 두산
아파트) 101동 802호

황진규

경기도 수원시 영통구 영통로 232 (영통동, 두
산.우성.한신아파트) 813동 802호

명세서

청구범위

청구항 1

조향 장치;

주행 차선의 영상을 획득하는 카메라;

차량의 거동 정보를 획득하는 센서; 및

상기 차량의 거동 정보에 기초하여 상기 주행 차선의 중심을 따르는 목표 주행 궤적을 산출하고, 상기 목표 주행 궤적을 추종하기 위한 제1 조향 토크를 산출하고, 요레이트 게인 에러를 산출하여 언더스티어 또는 오버스티어 발생을 예측하고, 상기 언더스티어 또는 오버스티어 발생 예측에 따라 상기 목표 주행 궤적을 수정하고, 상기 수정된 목표 주행 궤적을 추종하기 위한 제2 조향 토크를 상기 요레이트 게인 에러에 비례하는 값으로 산출하며, 상기 제1 조향 토크 및 상기 제2 조향 토크에 기초하여 상기 조향 장치를 제어하는 제어부;를 포함하는 차량.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부는

상기 주행 차선 내에서 차량의 위치에 기초하여 현재 주행 궤적을 산출하고, 상기 목표 주행 궤적과 상기 현재 주행 궤적의 차이 값에 기초하여 상기 제1 조향 토크를 산출하는 차량.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제어부는

상기 목표 주행 궤적의 곡률 반경 및 차량의 현재 속도에 기초하여 요레이트를 예측하고, 상기 요레이트 및 전륜 회전각에 기초하여 요레이트 게인을 예측하고, 상기 요레이트 게인 및 전륜-후륜 사이의 휠베이스에 기초하여 요레이트 게인 에러를 산출하는 차량.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제어부는

상기 요레이트 게인 에러 값이 미리 정해진 범위 내에 속하면 중립 스티어(Neutral steer)로 판단하고, 상기 요레이트 게인 에러 값이 상기 미리 정해진 범위 밖의 양수(+)이면 오버스티어(Over steer)로 판단하고, 상기 요레이트 게인 에러 값이 상기 미리 정해진 범위 밖의 음수(-)이면 언더스티어(Under steer)로 판단하는 차량.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 제어부는

상기 목표 주행 궤적의 좌표 값을 이용하여 상기 곡률 반경을 산출하고, 상기 현재 속도를 상기 목표 주행 궤적의 곡선 구간에서 상기 차량의 선회 속도로 설정하여 상기 요레이트를 예측하는 차량.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제어부는

상기 수정된 목표 주행 궤적이 허용 오차 범위를 벗어난 경우, 상기 수정된 목표 주행 궤적이 상기 허용 오차 범위 내에 속하도록 차량의 속도를 가속 또는 감속 제어하고, 상기 수정된 목표 주행 궤적을 재수정하는 차량.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제어부는

상기 오버스티어 발생이 예측되면 상기 차량의 속도를 가속 제어하고, 상기 언더스티어 발생이 예측되면 상기 차량의 속도를 감속 제어하는 차량.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제어부는

상기 오버스티어 발생이 예측되면 상기 차량의 속도를 임계 속도 이하에서 가속 제어하는 차량.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제어부는

상기 언더스티어 발생이 예측되면 상기 제2 조향 토크를 증가시키고, 상기 오버스티어 발생이 예측되면 상기 제2 조향 토크를 감소시키는 차량.

청구항 10

주행 차선을 검출하고, 차량의 거동 정보를 획득하는 단계;

상기 차량의 거동 정보에 기초하여 상기 주행 차선의 중심을 따르는 목표 주행 궤적을 산출하는 단계;

상기 목표 주행 궤적을 추종하기 위한 제1 조향 토크를 산출하는 단계;

요레이트 게인 에러를 산출하여 언더스티어 또는 오버스티어 발생을 예측하는 단계;

상기 언더스티어 또는 오버스티어 발생 예측에 따라 상기 목표 주행 궤적을 수정하는 단계;

상기 수정된 목표 주행 궤적을 추종하기 위한 제2 조향 토크를 상기 요레이트 게인 에러에 비례하는 값으로 산출하는 단계; 및

상기 제1 조향 토크 및 상기 제2 조향 토크에 기초하여 조향 장치를 제어하는 단계;를 포함하는 차량의 제어 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 목표 주행 궤적을 산출하는 단계는

상기 주행 차선 내에서 차량의 위치에 기초하여 현재 주행 궤적을 산출하는 단계;를 포함하고,

상기 제1 조향 토크를 산출하는 단계는

상기 목표 주행 궤적과 상기 현재 주행 궤적의 차이 값에 기초하여 상기 제1 조향 토크를 산출하는 단계;를 포함하는 차량의 제어 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 언더스티어 또는 오버스티어 발생을 예측하는 단계는

상기 목표 주행 궤적의 곡률 반경 및 차량의 현재 속도에 기초하여 요레이트를 예측하는 단계;

상기 요레이트 및 전륜 회전각에 기초하여 요레이트 게인을 예측하는 단계; 및

상기 요레이트 게인 및 전륜-후륜 사이의 휠베이스에 기초하여 요레이트 게인 에러를 산출하는 단계;를 포함하는 차량의 제어방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 언더스티어 또는 오버스티어 발생을 예측하는 단계는

상기 요레이트 게인 에러 값이 미리 정해진 범위 내에 속하면 중립 스티어(Neutral steer)로 판단하고, 상기 요레이트 게인 에러 값이 상기 미리 정해진 범위 밖의 양수(+)이면 오버스티어(Over steer)로 판단하고, 상기 요레이트 게인 에러 값이 상기 미리 정해진 범위 밖의 음수(-)이면 언더스티어(Under steer)로 판단하는 단계;를 포함하는 차량의 제어방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 요레이트를 예측하는 단계는

상기 목표 주행 궤적의 좌표 값을 이용하여 상기 곡률 반경을 산출하는 단계; 및

상기 현재 속도를 상기 목표 주행 궤적의 곡선 구간에서 상기 차량의 선회 속도로 설정하여 상기 요레이트를 예측하는 단계;를 포함하는 차량의 제어방법.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 수정된 목표 주행 궤적이 허용 오차 범위를 벗어난 경우, 상기 수정된 목표 주행 궤적이 상기 허용 오차 범위 내에 속하도록 차량의 속도를 가속 또는 감속 제어하는 단계; 및

상기 수정된 목표 주행 궤적을 재수정하는 단계;를 더 포함하는 차량의 제어 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 차량의 속도를 가속 또는 감속 제어하는 단계는

상기 오버스티어 발생이 예측되면 상기 차량의 속도를 가속 제어하고, 상기 언더스티어 발생이 예측되면 상기 차량의 속도를 감속 제어하는 단계;를 포함하는 차량의 제어 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 차량의 속도를 가속 또는 감속 제어하는 단계는

상기 오버스티어 발생이 예측되면 상기 차량의 속도를 임계 속도 이하에서 가속 제어하는 단계;를 포함하는 차량의 제어 방법.

청구항 18

제10항에 있어서,

상기 제2 조향 토크를 산출하는 단계는

상기 언더스티어 발생이 예측되면 상기 제2 조향 토크를 증가시키고, 상기 오버스티어 발생이 예측되면 상기 제

2 조향 토크를 감소시키는 단계;를 포함하는 차량의 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 주행 궤적을 따라 자율 주행할 때 언더스티어 또는 오버스티어를 예측하여 조향을 제어하는 차량 및 그 제어방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 자율 주행 시스템에서 차선 유지 보조 시스템(Lane Keeping Assist System) 또는 차선 추종 시스템(Lane Following Assist System)은 차선을 인식하여 주행 궤적을 생성하고, 주행 궤적에 따라 차량이 주행하도록 제어함으로써 운전자의 스티어링 휠 조작이 없어도 차선을 유지할 수 있도록 한다. 이 때, 일반적으로 차량은 차선의 중앙을 주행하도록 제어된다.

[0003] 그런데 종래의 자율 주행 시스템은 주행 궤적에 포함된 곡선 구간에서 발생할 수 있는 언더스티어(Under Steer) 또는 오버스티어(Over Steer) 상황을 고려하지 않은 채 조향을 제어하고 있었기 때문에, 조향의 안정성이 떨어지고 승차감이 떨어지는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은, 자율 주행 시 주행 궤적에 포함된 곡선 구간에서 발생할 수 있는 언더스티어 또는 오버스티어 상황을 예측하여 조향을 제어하는 차량 및 그 제어방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 일 실시예에 따른 차량은, 조향 장치; 주행 차선의 영향을 획득하는 카메라; 차량의 거동 정보를 획득하는 센서; 및 상기 차량의 거동 정보에 기초하여 상기 주행 차선의 중심을 따르는 목표 주행 궤적을 산출하고, 상기 목표 주행 궤적을 추종하기 위한 제1 조향 토크를 산출하고, 요레이트 게인 에러를 산출하여 언더스티어 또는 오버스티어 발생을 예측하고, 상기 언더스티어 또는 오버스티어 발생 예측에 따라 상기 목표 주행 궤적을 수정하고, 상기 수정된 목표 주행 궤적을 추종하기 위한 제2 조향 토크를 상기 요레이트 게인 에러에 비례하는 값으로 산출하며, 상기 제1 조향 토크 및 상기 제2 조향 토크에 기초하여 상기 조향 장치를 제어하는 제어부;를 포함한다.

[0006] 상기 제어부는 상기 주행 차선 내에서 차량의 위치에 기초하여 현재 주행 궤적을 산출하고, 상기 목표 주행 궤적과 상기 현재 주행 궤적의 차이 값에 기초하여 상기 제1 조향 토크를 산출할 수 있다.

[0007] 상기 제어부는 상기 목표 주행 궤적의 곡률 반경 및 차량의 현재 속도에 기초하여 요레이트를 예측하고, 상기 요레이트 및 전륜 회전각에 기초하여 요레이트 게인을 예측하고, 상기 요레이트 게인 및 전륜-후륜 사이의 휠베이스에 기초하여 요레이트 게인 에러를 산출할 수 있다.

[0008] 상기 제어부는 상기 요레이트 게인 에러 값이 미리 정해진 범위 내에 속하면 중립 스티어(Neutral steer)로 판단하고, 상기 요레이트 게인 에러 값이 상기 미리 정해진 범위 밖의 양수(+)이면 오버스티어(Over steer)로 판단하고, 상기 요레이트 게인 에러 값이 상기 미리 정해진 범위 밖의 음수(-)이면 언더스티어(Under steer)로 판단할 수 있다.

[0009] 상기 제어부는 상기 목표 주행 궤적의 좌표 값을 이용하여 상기 곡률 반경을 산출하고, 상기 현재 속도를 상기 목표 주행 궤적의 곡선 구간에서 상기 차량의 선회 속도로 설정하여 상기 요레이트를 예측할 수 있다.

[0010] 상기 제어부는 상기 수정된 목표 주행 궤적이 허용 오차 범위를 벗어난 경우, 상기 수정된 목표 주행 궤적이 상기 허용 오차 범위 내에 속하도록 차량의 속도를 가속 또는 감속 제어하고, 상기 수정된 목표 주행 궤적을 재수정할 수 있다.

[0011] 상기 제어부는 상기 오버스티어 발생이 예측되면 상기 차량의 속도를 가속 제어하고, 상기 언더스티어 발생이 예측되면 상기 차량의 속도를 감속 제어할 수 있다.

- [0012] 상기 제어부는 상기 오버스티어 발생이 예측되면 상기 차량의 속도를 임계 속도 이하에서 가속 제어할 수 있다.
- [0013] 상기 제어부는 상기 언더스티어 발생이 예측되면 상기 제2 조향 토크를 증가시키고, 상기 오버스티어 발생이 예측되면 상기 제2 조향 토크를 감소시킬 수 있다.
- [0014] 일 실시예에 따른 차량의 제어방법은, 주행 차선을 검출하고, 차량의 거동 정보를 획득하는 단계; 상기 차량의 거동 정보에 기초하여 상기 주행 차선의 중심을 따르는 목표 주행 궤적을 산출하는 단계; 상기 목표 주행 궤적을 추종하기 위한 제1 조향 토크를 산출하는 단계; 요레이트 게인 에러를 산출하여 언더스티어 또는 오버스티어 발생을 예측하는 단계; 상기 언더스티어 또는 오버스티어 발생 예측에 따라 상기 목표 주행 궤적을 수정하는 단계; 상기 수정된 목표 주행 궤적을 추종하기 위한 제2 조향 토크를 상기 요레이트 게인 에러에 비례하는 값으로 산출하는 단계; 및 상기 제1 조향 토크 및 상기 제2 조향 토크에 기초하여 조향 장치를 제어하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 목표 주행 궤적을 산출하는 단계는 상기 주행 차선 내에서 차량의 위치에 기초하여 현재 주행 궤적을 산출하는 단계;를 포함하고, 상기 제1 조향 토크를 산출하는 단계는 상기 목표 주행 궤적과 상기 현재 주행 궤적의 차이 값에 기초하여 상기 제1 조향 토크를 산출하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 언더스티어 또는 오버스티어 발생을 예측하는 단계는 상기 목표 주행 궤적의 곡률 반경 및 차량의 현재 속도에 기초하여 요레이트를 예측하는 단계; 상기 요레이트 및 전륜 회전각에 기초하여 요레이트 게인을 예측하는 단계; 및 상기 요레이트 게인 및 전륜-후륜 사이의 휠베이스에 기초하여 요레이트 게인 에러를 산출하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 언더스티어 또는 오버스티어 발생을 예측하는 단계는 상기 요레이트 게인 에러 값이 미리 정해진 범위 내에 속하면 중립 스티어(Neutral steer)로 판단하고, 상기 요레이트 게인 에러 값이 상기 미리 정해진 범위 밖의 양수(+)이면 오버스티어(Over steer)로 판단하고, 상기 요레이트 게인 에러 값이 상기 미리 정해진 범위 밖의 음수(-)이면 언더스티어(Under steer)로 판단하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 요레이트를 예측하는 단계는 상기 목표 주행 궤적의 좌표 값을 이용하여 상기 곡률 반경을 산출하는 단계; 및 상기 현재 속도를 상기 목표 주행 궤적의 곡선 구간에서 상기 차량의 선회 속도로 설정하여 상기 요레이트를 예측하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0019] 일 실시예에 따른 차량의 제어 방법은, 상기 수정된 목표 주행 궤적이 허용 오차 범위를 벗어난 경우, 상기 수정된 목표 주행 궤적이 상기 허용 오차 범위 내에 속하도록 차량의 속도를 가속 또는 감속 제어하는 단계; 및 상기 수정된 목표 주행 궤적을 재수정하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 차량의 속도를 가속 또는 감속 제어하는 단계는 상기 오버스티어 발생이 예측되면 상기 차량의 속도를 가속 제어하고, 상기 언더스티어 발생이 예측되면 상기 차량의 속도를 감속 제어하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 차량의 속도를 가속 또는 감속 제어하는 단계는 상기 오버스티어 발생이 예측되면 상기 차량의 속도를 임계 속도 이하에서 가속 제어하는 단계;를 포함할 수 있다. 상기 제2 조향 토크를 산출하는 단계는 상기 언더스티어 발생이 예측되면 상기 제2 조향 토크를 증가시키고, 상기 오버스티어 발생이 예측되면 상기 제2 조향 토크를 감소시키는 단계;를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명의 차량 및 그 제어 방법에 의하면, 자율 주행 시 주행 궤적에 포함된 곡선 구간에서 발생할 수 있는 언더스티어 또는 오버스티어 상황을 예측하고, 그에 대응하여 조향을 제어할 수 있다.
- [0023] 따라서 본 발명의 차량 및 그 제어방법은 자율 주행 시 조향의 안정성과 승차감을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 일 실시예에 따른 차량의 구성을 도시한다.
- 도 2는 목표 주행 궤적의 생성 및 수정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 목표 주행 궤적의 곡률 반경을 산출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 요레이트 게인과 차량의 속도 및 조향 상태 간의 관계를 나타내는 도면이다.

도 5는 일 실시예에 따른 차량 제어 방법의 순서도이다.

도 6은 요레이트 계인 에러에 기초하여 조향 상태를 판단하는 방법을 설명한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다. 본 명세서가 실시예들의 모든 요소들을 설명하는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 일반적인 내용 또는 실시예들 간에 중복되는 내용은 생략한다. 명세서에서 사용되는 '부, 모듈, 부재, 블록'이라는 용어는 소프트웨어 또는 하드웨어로 구현될 수 있으며, 실시예들에 따라 복수의 '부, 모듈, 부재, 블록'이 하나의 구성요소로 구현되거나, 하나의 '부, 모듈, 부재, 블록'이 복수의 구성요소들을 포함하는 것도 가능하다.
- [0026] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 직접적으로 연결되어 있는 경우뿐 아니라, 간접적으로 연결되어 있는 경우를 포함하고, 간접적인 연결은 무선 통신망을 통해 연결되는 것을 포함한다.
- [0027] 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0028] 제 1, 제 2 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 전술된 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [0029] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 예외가 있지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0030] 각 단계들에 있어 식별부호는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 실시될 수 있다.
- [0031] 이하 첨부된 도면들을 참고하여 본 발명의 작용 원리 및 실시예들에 대해 설명한다.
- [0032] 도 1은 일 실시예에 따른 차량의 구성을 도시한다.
- [0033] 도 1을 참조하면, 차량(10)은 카메라(110), 레이더(120), 센서(130), 조향 장치(140), 가속 장치(150), 제동 장치(160) 및 제어부(200)를 포함할 수 있다.
- [0034] 카메라(110)는 차량(10) 주변의 영상을 촬영하여 영상 데이터를 수집할 수 있다. 구체적으로, 카메라(110)는 차량(10)의 전방을 촬영하고 다른 차량, 보행자, 사이클리스트, 차선, 도로 표지판 등을 인식할 수 있다. 카메라(110)는 복수의 렌즈들 및 이미지 센서를 포함할 수 있다. 이미지 센서는 광을 전기 신호로 변환하는 복수의 포토 다이오드들을 포함할 수 있으며, 복수의 포토 다이오드들이 2차원 매트릭스로 배치될 수 있다.
- [0035] 카메라(110)는 제어부(200)와 전기적으로 연결될 수 있다. 예를 들어, 카메라(110)는 차량용 통신 네트워크(NT)를 통하여 제어부(200)와 연결되거나, 하드 와이어(hard wire)를 통하여 제어부(200)와 연결되거나, 인쇄 회로 기판(Printed Circuit Board, PCB)을 통하여 제어부(200)와 연결될 수 있다.
- [0036] 카메라(110)는 차량(10)의 주변을 촬영하여 주행 차선을 검출하고, 차량 주변(전방, 후방, 좌우측방) 물체의 영상을 획득할 수 있다. 차량 주변 물체는 중앙분리대와 같은 도로 상의 구조물, 주변 차량, 주행 차선 상의 장애물 등을 포함할 수 있다. 또한, 카메라(110)는 곡선 구간, 갓길, 도로의 측면 경사를 검출할 수 있다.
- [0037] 레이더(120)는 차량(10) 주변의 객체(예를 들어, 선행 차량, 보행자 등)의 위치 정보, 거리 정보, 속도 정보 등을 획득할 수 있다. 레이더(120)는 차량(10)의 전방, 후방 및 측방에 마련되어 전파를 송수신할 수 있다.
- [0038] 레이더(120)는 송신 전파와 반사 전파 사이의 위상 차이(또는 시간 차이)에 기초하여 선행 차량까지의 거리를 산출하고, 송신 전파와 반사 전파 사이의 주파수 차이에 기초하여 선행 차량의 속도 또는 상대 속도를 산출할 수 있다. 한편, 레이더(120)는 라이다(Lidar)로 구현될 수도 있다.
- [0039] 레이더(120)는 차량용 통신 네트워크(NT) 또는 하드 와이어 또는 인쇄 회로 기판을 통하여 제어부(200)와 연결될 수 있다. 레이더(120)는 레이더 데이터를 제어부(200)로 전달할 수 있다.
- [0040] 센서(130)는 차량(10)의 거동 정보를 획득할 수 있다. 차량(10)에는 차량(10)의 거동 정보를 획득하기 위한 각종 센서(130)가 마련될 수 있다. 예를 들면, 차량(10)은 속도를 검출하는 속도 센서(132), 차량의 가속도를 검출하는 가속도 센서, 차량(10)의 회전 각속도를 검출하는 요레이트 센서(131), 차량의 기울기를 검출하는 자이

로 센서, 스티어링 휠의 회전과 조향각을 검출하는 조향각 센서(133) 등을 포함할 수 있다.

- [0041] 센서(130)는 차량용 통신 네트워크(NT) 또는 하드 와이어 또는 인쇄 회로 기판을 통하여 제어부(200)와 연결될 수 있다. 센서(130)는 센싱 데이터를 제어부(200)로 전달할 수 있다.
- [0042] 카메라(110), 레이더(120) 및 센서(130)는 차량(10)의 프론트 윈드 쉴드, 전면 라디에이터 그릴 또는 전면 헤드 램프에 장착될 수 있고, 루프 패널의 후방, 리어 윈도 글래스의 상측에 열선과 함께 일체형으로 구현되는 것도 가능하다. 즉, 설치 위치에 제한이 없다.
- [0043] 조향 장치(140)는 차량(10)의 주행 방향을 변경시킬 수 있다. 조향 장치(140)는 전자식 조향 장치(Electronic Power Steering, EPS)로 구현될 수 있다. 조향 장치(140)는 차량(10)이 차선을 따라 형성되는 주행 궤적을 추종할 수 있도록 차량(10)의 주행 방향을 조절할 수 있다. 조향 장치(140)는 스티어링 휠, 조향 출력축 또는 랙바를 회전 및 이동시키는 모터를 포함할 수 있다.
- [0044] 가속 장치(150)는 차량(10)의 동력을 생성하는 엔진 및 엔진 관리 시스템(Engine Management System, EMS)과, 엔진에 의해 생성된 동력을 차륜에 전달하는 변속기 및 변속기 제어 유닛(Transmission Control Unit, TCU)을 포함할 수 있다. 가속 장치(150)는 제어부(200)의 제어 명령에 따라 엔진을 제어하여 동력을 발생시킬 수 있고, 제어부(200)에 결정되는 차량(10)의 주행 속도에 응답하여 변속기를 제어할 수 있다.
- [0045] 제동 장치(160)는 차륜과의 마찰을 통하여 차량(10)을 감속시키거나 정지시킬 수 있다. 제동 장치(160)는 제어부(200)의 제어에 따라 차량(10)의 제동 시에 감지되는 차륜의 슬립에 응답하여 차륜의 제동을 일시적으로 해제하거나 유지할 수 있다.
- [0046] 또한, 제동 장치(160)는 제어부(200)의 제어에 따라 차량(10)의 조향 시에 감지되는 오버스티어(oversteer) 또는 언더스티어(understeer)에 응답하여 차륜의 제동을 선택적으로 해제하거나 유지할 수 있다.
- [0047] 차량(10)은 운전자 및 탑승자의 안전을 위한 여러 가지 안전장치들을 더 포함할 수 있다. 차량(10)의 안전장치로는 차량 충돌 시 운전자 등 탑승자의 안전을 목적으로 하는 에어백 제어 장치와, 차량의 가속 또는 코너링 시 차량의 자세를 제어하는 자세 안정 제어 장치(ESC: Electronic Stability Control) 등 여러 종류의 안전장치들이 있다.
- [0048] 또한, 차량(10)은 주행 차선을 이탈하지 않도록 차선을 감지하여 보조 조향 토크를 발생시켜 조향장치(140)를 제어하는 차선 유지 보조 시스템(Lane Keeping Assist System) 및 차선 추종 시스템(Lane Following Assist) 등을 포함할 수 있다.
- [0049] 상술한 각종 장치 또는 시스템은 차량용 통신 네트워크(NT)를 통하여 서로 통신할 수 있다. 예를 들어, 전장 부품들은 이더넷(Ethernet), 모스트(MOST, Media Oriented Systems Transport), 플렉스레이(Flexray), 캔(CAN, Controller Area Network), 린(LIN, Local Interconnect Network) 등을 통하여 데이터를 주고 받을 수 있다.
- [0050] 한편, 차량(10)은 외부 장치와 통신하는 통신부(미도시)를 포함할 수 있다. 통신부는 외부 장치로부터 도로 교통 정보를 수신할 수 있다. 도로 교통 정보에는 속도 제한 정보, 교통 정체 정보 등이 포함될 수 있다.
- [0051] 통신부(미도시)는 다양한 통신 기술을 이용할 수 있다. 통신부는 차량 간(Vehicle-to-Vehicle, V2V) 통신, Wi-Fi, 무선 근거리 통신망(WLAN), 초광대역 이동 통신(Ultra-mobile broadband, UMB), GPS, LTE(Long Term Evolution) 등의 무선 이동 통신 기술을 이용하여 외부로부터 데이터를 수신할 수 있다.
- [0052] 제어부(200)는 차량(10)에 마련된 각종 장치를 제어할 수 있다. 제어부(240)는 전자 제어 유닛(ECU)을 의미할 수 있고, 비록 제어부(200)라고 표현하였으나, 이는 넓은 의미로 해석되기 위한 표현일 뿐 이에 제한되지 않는다.
- [0053] 제어부(200)는 전술한 동작 및 후술하는 동작을 수행하는 프로그램이 저장된 적어도 하나의 메모리(220) 및 저장된 프로그램을 실행시키는 적어도 하나의 프로세서(210)를 포함할 수 있다. 메모리(220)와 프로세서(210)가 복수인 경우에, 이들이 하나의 칩에 집적되는 것도 가능하고, 물리적으로 분리된 위치에 마련되는 것도 가능하다.
- [0054] 메모리(220)는 각종 정보를 저장하기 위해 캐쉬, ROM(Read Only Memory), PROM(Programmable ROM), EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM) 및 플래쉬 메모리(Flash memory)와 같은 비휘발성 메모리 소자 또는 RAM(Random Access Memory)과 같은 휘발성 메모리 소자 또는 하드디스크 드라이브(HDD, Hard Disk Drive), CD-ROM과 같은 저장 매체 중 적어도 하나로 구현될 수 있으나

이에 한정되지는 않는다.

- [0055] 이하에서는 제어부(200)의 동작이 구체적으로 설명된다.
- [0056] 도 2는 목표 주행 궤적의 생성 및 수정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0057] 도 2를 참조하면, 제어부(200)는 카메라(110)에 의해 획득된 영상으로부터 주행 차선을 검출하고, 센서(130)에 의해 획득된 차량(10)의 거동 정보에 기초하여 주행 차선의 중심을 따르는 목표 주행 궤적(T1)과 현재 주행 궤적(T2)을 산출할 수 있다.
- [0058] 제어부(200)는 주행 차선 내에서 차량(10)의 위치에 기초하여 현재 주행 궤적(T2)을 산출할 수 있다. 차량(10)은 도로의 상태 등 여러 원인으로 인해 목표 주행 궤적(T1)을 그대로 추종하지 못할 수 있다. 다시 말해, 현재 주행 궤적(T2)과 목표 주행 궤적(T1) 사이에 차이(D1)가 존재할 수 있다.
- [0059] 차량(10)이 자율 주행 모드로 주행 시, 일반적으로 차선의 중앙을 따라 주행하는 것이 안전하다. 따라서 차량(10)의 현재 주행 궤적(T2)과 목표 주행 궤적(T1) 사이의 차이(D1)를 보상하고, 차량(10)이 목표 주행 궤적(T1)을 따라 주행하도록 제어할 필요가 있다. 현재 주행 궤적(T2)과 목표 주행 궤적(T1) 사이의 차이(D1)는 두 궤적 간 이격 거리를 의미할 수 있다.
- [0060] 제어부(200)는 현재 주행 궤적(T2)과 목표 주행 궤적(T1) 사이의 차이(D1)를 보상하기 위한 제1 조향 토크를 산출할 수 있다. 제어부(200)는 산출한 제1 조향 토크를 조향 장치(140)에 전송할 수 있다. 조향 장치(140)는 제1 조향 토크에 따라 스티어링 휠을 회전시키고 전방 차륜의 방향을 조절할 수 있다.
- [0061] 한편, 목표 주행 궤적(T1)에 곡선 구간이 포함되어 있는 경우, 차량(10)이 곡선 구간을 선회할 때 언더스티어 또는 오버스티어가 발생할 수 있다.
- [0062] 언더스티어(Under steer)는 차량(10)이 빠른 속도로 곡선 구간에 진입할 경우 차량(10)이 목표 주행 궤적(T1)의 바깥쪽으로 밀려나는 현상이다. 언더스티어가 발생하면, 차체의 회전 각도가 입력되는 조향각보다 작게 된다. 언더스티어 정도가 심하면 전방 차륜의 접지력이 상실되면서 슬립(slip)이 발생할 수 있다. 이 경우는 슬립 있는 언더스티어(Under steer with slip)로 정의된다.
- [0063] 오버스티어(Over steer)는 차체의 회전 각도가 입력되는 조향각보다 크게 되는 현상이다. 즉, 오버스티어가 발생하면 차량(10)이 목표 주행 궤적(T1)의 안쪽으로 선회하게 된다. 오버스티어 정도가 심하면 후방 차륜의 접지력이 상실되면서 슬립이 발생할 수 있다. 이 경우는 슬립 있는 오버스티어(Over steer with slip)으로 정의된다.
- [0064] 이러한 언더스티어 또는 오버스티어가 발생하면, 차량(10)의 제어가 불가능하게 될 수 있고 사고가 발생할 수 있다. 따라서 차량(10)이 목표 주행 궤적(T1)을 추종하면서 주행할 때, 언더스티어 또는 오버스티어 발생을 예측하여 회피할 필요가 있다.
- [0065] 제어부(200)는 언더스티어 또는 오버스티어의 발생 여부를 예측할 수 있고, 언더스티어 또는 오버스티어가 발생할 것으로 예측되면, 목표 주행 궤적(T1)을 수정할 수 있다.
- [0066] 제어부(200)는 요레이트 게인 에러를 이용하여 언더스티어 또는 오버스티어 발생을 예측할 수 있다. 구체적으로, 제어부(200)는 목표 주행 궤적의 곡률 반경(R) 및 차량의 현재 속도(V)에 기초하여 요레이트(ψ)를 예측하고, 요레이트(ψ) 및 전륜 회전각(δ_f)에 기초하여 요레이트 게인을 예측하고, 요레이트 게인 및 전륜-후륜 사이의 휠베이스(L)에 기초하여 요레이트 게인 에러를 예측할 수 있다.
- [0067] 또한, 제어부(200)는 목표 주행 궤적(T1)의 좌표 값을 이용하여 곡률 반경(R)을 산출하고, 차량(10)의 현재 속도(V)를 목표 주행 궤적(T1)의 곡선 구간에서 차량(10)의 선회 속도로 설정하여 요레이트(ψ)를 예측할 수 있다.
- [0068] 상술한 내용을 수학적식으로 나타내면 다음과 같다.
- [0069] [수학식 1]
- [0070] $\psi = V/R$
- [0071] (ψ : 요레이트, V: 차량 속도, R: 곡률 반경)
- [0072] [수학식 2]

- [0073] 요레이트 게인 = ψ / δ_f
- [0074] (ψ : 요레이트, δ_f : 전륜 회전각)
- [0075] [수학식3]
- [0076] 요레이트 게인 에러 = $\psi / \delta_f - V/L$
- [0077] (ψ / δ_f : 요레이트 게인, V : 차량 속도, L : 휠베이스)
- [0078] 제어부(200)는 요레이트 게인 에러 값이 미리 정해진 범위 내에 속하면 중립 스티어(Neutral steer)로 판단하고, 요레이트 게인 에러 값이 미리 정해진 범위 밖의 양수(+)이면 오버스티어(Over steer)로 판단하고, 요레이트 게인 에러 값이 상기 미리 정해진 범위 밖의 음수(-)이면 언더스티어(Under steer)로 판단할 수 있다.
- [0079] 제어부(200)는 언더스티어 또는 오버스티어 발생을 회피하기 위해 수정한 목표 주행 궤적(T3)으로 차량(10)이 주행하도록 제어한다. 즉, 제어부(200)는 수정된 목표 주행 궤적(T3)을 추종하기 위한 제2 조향 토크를 산출할 수 있다. 제어부(200)는 산출한 제2 조향 토크를 조향 장치(140)에 전송하고, 조향 장치(140)는 제2 조향 토크에 따라 스티어링 휠 및 전방 차륜을 조절한다.
- [0080] 제어부(200)는 요레이트 게인 에러에 비례하는 값으로 제2 조향 토크를 산출할 수 있다. 또한, 제어부(200)는 요레이트 게인 에러와 제2 조향 토크 간의 비례 상수를 음수(-)로 설정하여 제2 조향 토크를 산출할 수 있다. 오버스티어가 예측되는 경우 요레이트 게인 에러는 양수(+)로 산출되는데, 오버스티어 상황에서는 조향각을 감소시켜야 한다. 따라서 제어부(200)는 비례 상수를 음수(-)로 설정하여 제2 조향 토크를 감소시킬 수 있다. 반대로, 언더스티어가 예측되는 경우 요레이트 게인 에러는 음수(-)로 산출되고, 언더스티어 상황에서는 조향각을 증가시켜야 한다. 따라서 제어부(200)는 제2 조향 토크를 증가시킨다.
- [0081] 다시 말해, 제어부(200)는 현재 주행 궤적(T2)과 목표 주행 궤적(T1) 사이의 차이(D1)를 보상하기 위한 제1 조향 토크 및 언더스티어 또는 오버스티어 발생을 회피하기 위한 제2 조향 토크를 산출할 수 있고, 제1 조향 토크 및 제2 조향 토크에 기초하여 조향 장치(140)를 제어할 수 있다.
- [0082] 한편, 언더스티어 또는 오버스티어 발생을 회피하기 위해 수정된 목표 주행 궤적(T3)은 수정 전 목표 주행 궤적(T1)의 허용 오차 범위(ER) 내에 존재해야 한다. 수정된 목표 주행 궤적(T3)이 허용 오차 범위(ER)를 벗어날 경우 차량(10)의 주행 궤적이 의도한 바와 다르게 변경될 수 있기 때문이다. 예를 들면, 수정된 목표 주행 궤적(T3)이 허용 오차 범위(ER)를 벗어날 경우 차량(10)이 차선을 이탈하게 되어 사고가 발생할 수 있다.
- [0083] 제어부(200)는 수정된 목표 주행 궤적(T3)이 허용 오차 범위(ER)를 벗어난 경우, 수정된 목표 주행 궤적(T3)이 허용 오차 범위(ER) 내에 속하도록 차량(10)의 속도(V)를 가속 또는 감속 제어하고, 수정된 목표 주행 궤적을 재수정할 수 있다.
- [0084] 구체적으로, 제어부(200)는 오버스티어 발생이 예측되면 차량(10)의 속도를 가속 제어하고, 언더스티어 발생이 예측되면 차량(10)의 속도를 감속 제어한다. 상술한 바와 같이, 언더스티어의 경우 곡선 구간에서 바깥쪽으로 밀려나게 되므로, 차량(10)의 속도를 감소시킴으로써 회피할 수 있다. 또한, 오버스티어의 경우 곡선 구간에서 안쪽으로 파고들게 되므로, 차량(10)의 속도를 감소시키는 것보다 오히려 차량(10)의 속도를 증가시킴으로써 회피할 수 있다.
- [0085] 한편, 제어부(200)는 오버스티어 발생이 예측되면 차량(10)의 속도를 임계 속도(Vcr) 이하에서 가속 제어한다. 오버스티어가 예측되는 상황에서 차량(10)의 속도(V)가 임계 속도(Vcr)를 초과하게 되면, 슬립이 발생하여 차량(10)의 제어가 불가능하게 될 수 있기 때문이다.
- [0086] 제어부(200)는 재수정된 목표 주행 궤적을 추종하기 위한 제1 조향 토크를 재산출할 수 있고, 재수정된 목표 주행 궤적에 대한 언더스티어 또는 오버스티어 발생 여부를 다시 예측할 수 있고, 언더스티어 또는 오버스티어 발생을 회피하기 위한 제2 조향 토크를 다시 산출할 수 있다.
- [0087] 도 3은 목표 주행 궤적의 곡률 반경을 산출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0088] 도 3을 참조하면, 제어부(200)는 목표 주행 궤적(T1)의 좌표 값을 이용하여 곡률 반경(R)을 산출하고, 차량(10)의 현재 속도(V)를 목표 주행 궤적(T1)의 곡선 구간에서 차량(10)의 선회 속도로 설정하여 요레이트(ψ)를 예측할 수 있다.

- [0089] 구체적으로, 제어부(200)는 아래 수학적식4를 이용하여 곡률 반경(R)을 산출한다. 도 3에서 점P의 좌표는 x(1), y(1)이고, 점Q의 좌표는 x(2), y(2)로 가정한다.
- [0090] [수학적식 4]
- [0091] $R = |ds/d\Theta| = |ds/dt * dt/d\Theta|$
- [0092] $ds/dt = \sqrt{\{(x(2) - x(1))^2 / (y(2) - y(1))^2\}} = \sqrt{\{(x')^2 / (y')^2\}}$
- [0093] $\tan(\Theta) = dy/dx = y'/x'$
- [0094] $dt/d\Theta = \{(x')^2 + (y')^2\} / \{y'x' - x'y'\}$
- [0095] $\therefore R = \sqrt{\{(x')^2 / (y')^2\}} \times \{(x')^2 + (y')^2\} / \{y'x' - x'y'\}$
- [0096] 이와 같이, 목표 주행 궤적(T1)의 좌표 값을 이용하여 곡률 반경(R)을 산출함으로써, 전륜과 후륜의 타이어 코너링 강성(tire cornering stiffness) 및 차량(10)의 구체적인 재원에 관한 정보 없이도 요레이트를 예측할 수 있다.
- [0097] 한편, 요레이트 예측 시, 차량(10)의 현재 속도(V)를 목표 주행 궤적(T1)의 곡선 구간에서 차량(10)의 선회 속도로 설정하는 방법 외에, 차량(10)의 현재 속도(V)와 주행 도로의 제한 속도 간의 차이 값이 미리 정해진 범위 이내인 경우 주행 도로의 제한 속도를 곡선 구간에서 선회 속도로 설정하는 방법도 이용될 수 있다.
- [0098] 도 4는 요레이트 계인과 차량의 속도 및 조향 상태 간의 관계를 나타내는 도면이다.
- [0099] 도 4를 참조하면, 가로축은 차량(10)의 속도(V)이고, 세로축은 수학적식2의 요레이트 계인을 나타낸다. 중립 스티어(Neutral steer)를 나타내는 직선(310)의 기울기는 1/L이다. 상술한 바와 같이, L은 전륜-후륜 사이의 휠베이스를 의미한다. 상술한 수학적식 3에서, 휠베이스(L)는 일정한 값이므로, 요레이트 계인 예러는 요레이트 계인과 차량(10)의 속도에 의해 정해진다.
- [0100] 제어부(200)는 요레이트 계인 예러 값이 미리 정해진 범위 내에 속하면 중립 스티어(Neutral steer)로 판단한다. 즉, 요레이트 계인 예러의 값이 중립 스티어(Neutral steer) 직선(310)으로부터 미리 정해진 범위 내에 있는 경우, 중립 스티어(Neutral steer)가 예측된다.
- [0101] 제어부(200)는 요레이트 계인 예러 값이 미리 정해진 범위 밖의 양수(+)이면 오버스티어(Over steer)(320)로 판단한다. 또한, 차량(10)의 속도(V)가 임계 속도(Vcr) 이상일 때 요레이트 계인 예러 값이 미리 정해진 범위 밖의 양수(+)이면, 제어부(200)는 슬립 있는 오버스티어로서 불안정한 오버스티어(Unstable over steer)(321)로 판단한다.
- [0102] 제어부(200)는 요레이트 계인 예러 값이 상기 미리 정해진 범위 밖의 음수(-)이면 언더스티어(Under steer)(330)로 판단한다. 또한, 차량(10)의 속도(V)가 특성 속도(Vch) 이상일 때 요레이트 계인 예러 값이 상기 미리 정해진 범위 밖의 음수(-)이면, 제어부(200)는 슬립 있는 언더스티어(Under steer with slip)(331)로 판단한다.
- [0103] 한편, 요레이트 계인(Yaw Rate Gain)을 기준으로 특성 속도(Vch) 및 임계 속도(Vcr)를 정의하면, 특성 속도(Vch)는 언더스티어 시 요레이트 계인이 최대가 되는 차량(10)의 속도(V)를 의미하며, 임계 속도(Vcr)는 오버스티어 시 요레이트 계인이 무한대가 되는 차량(10)의 속도(V)를 의미한다.
- [0104] 제어부(200)는 특성 속도 제곱 값(Characteristic Speed Square; Vch^2)의 부호(양 또는 음)와, 특성 속도 제곱 값(Vch^2)으로부터 도출되는 특성 속도(Vch) 또는 임계 속도(Vcr)와 현재 차량의 속도(V)의 대소 관계에 기초하여, 언더스티어 또는 오버스티어를 판단할 수도 있다.
- [0105] 제어부(200)는 아래 수학적식5를 이용하여 특성 속도 제곱 값(Vch^2)과 임계 속도 제곱 값(Vcr^2)을 산출할 수 있다.

[0106] [수학식 5]

$$Vch^2 = -\frac{V^2}{\left(1 - \frac{\delta_{st} \cdot V}{\psi \cdot i_{st} \cdot L}\right)}$$

$$Vcr^2 = -Vch^2 = \frac{V^2}{\left(1 - \frac{\delta_{st} \cdot V}{\psi \cdot i_{st} \cdot L}\right)}$$

[0109] (V: 차량 속도, δ_{st} : 조향각, ψ : 요레이트, i_{st} : 조향각(δ_{st})/전륜 회전각(δ_f), L: 휠베이스)

[0110] 제어부(200)는 특성 속도 제곱 값(Vch^2)이 양수(+)인 경우에는 언더스티어로 판단하고, 차량(10)의 현재 속도(V)가 특성 속도(Vch) 이상인 경우에는 슬립 있는 언더스티어로 판단한다.

[0111] 제어부(200)는 특성 속도 제곱 값(Vch^2)이 음수(-)이거나 임계 속도 제곱 값(Vcr^2)이 양수(+)인 경우에는 오버스티어로 판단하고, 차량(10)의 현재 속도(V)가 임계 속도(Vcr) 이상인 경우에는 슬립 있는 오버스티어로 판단한다.

[0112] 도 5는 일 실시예에 따른 차량 제어 방법의 순서도이다.

[0113] 도 5를 참조하면, 제어부(200)는 카메라(110)에 의해 획득된 영상으로부터 주행 차선을 검출하고, 센서(130)에 의해 획득된 차량(10)의 거동 정보에 기초하여 주행 차선의 중심을 따르는 목표 주행 궤적(T1)과 현재 주행 궤적(T2)을 산출한다(501).

[0114] 제어부(200)는 주행 차선 내에서 차량(10)의 위치에 기초하여 현재 주행 궤적(T2)을 산출하고, 차량(10)이 목표 주행 궤적(T1)을 추종하기 위한 제1 조향 토크를 산출한다(502). 제어부(200)는 목표 주행 궤적의 곡률 반경(R) 및 차량의 현재 속도(V)에 기초하여 요레이트(ψ)를 예측하고(503), 요레이트(ψ) 및 전륜 회전각(δ_f)에 기초하여 요레이트 게인을 예측한다(504).

[0115] 제어부(200)는 요레이트 게인 에러를 이용하여 언더스티어 또는 오버스티어 발생을 예측한다(505). 언더스티어 또는 오버스티어 발생을 예측하는 방법은 상술한 바와 같다.

[0116] 언더스티어 또는 오버스티어 발생이 예측되는 경우, 제어부(200)는 언더스티어 또는 오버스티어 발생을 회피하기 위해 목표 주행 궤적(T1)을 수정한다(506).

[0117] 언더스티어 또는 오버스티어 발생이 예측되지 않는 경우, 제어부(200)는 제1 조향 토크에 따라 조향 장치(140)를 제어한다(510).

[0118] 제어부(200)는 수정된 목표 주행 궤적(T3)은 수정 전 목표 주행 궤적(T1)의 허용 오차 범위(ER) 내에 존재하는지 판단한다(507). 수정된 목표 주행 궤적(T3)이 허용 오차 범위(ER)를 벗어난 경우, 제어부(200)는 수정된 목표 주행 궤적(T3)이 허용 오차 범위(ER) 내에 속하도록 차량(10)의 속도(V)를 가속 또는 감속 제어하고, 수정된 목표 주행 궤적을 재수정한다(508).

[0119] 수정된 목표 주행 궤적(T3)이 허용 오차 범위(ER) 내에 있는 경우, 제어부(200)는 수정된 목표 주행 궤적(T3)을 추종하기 위한 제2 조향 토크를 산출한다(509). 이 때, 제어부(200)는 요레이트 게인 에러에 비례하는 값으로 제2 조향 토크를 산출한다.

[0120] 제어부(200)는 제1 조향 토크 및 제2 조향 토크에 따라 조향 장치(140)를 제어한다(510).

[0121] 도 6은 요레이트 게인 에러에 기초하여 조향 상태를 판단하는 방법을 설명한다.

[0122] 도 6을 참조하면, 제어부(200)는 상술한 수학식 3에 따라 요레이트 게인 에러를 산출할 수 있다(601). 요레이트 게인 에러에 기초하여 중립 스티어(Neutral steer), 언더스티어(Under steer) 또는 오버스티어(Over steer)를 판단할 수 있다.

[0123] 제어부(200)는 요레이트 게인 에러 값이 미리 정해진 범위 내($\psi / \delta_f - V/L \approx 0$)에 속하면 중립 스티어(Neutral steer)로 판단한다(602, 603). 제어부(200)는 요레이트 게인 에러 값이 미리 정해진 범위 밖의 양수($\psi / \delta_f - V/L > 0$)이면 오버스티어(Over steer)로 판단한다(604, 605). 제어부(200)는 요레이트 게인 에러 값이 상기 미리

정해진 범위 밖의 음수($\psi / \delta_f - V/L < 0$)이면 언더스티어(Under steer)로 판단한다(604, 606).

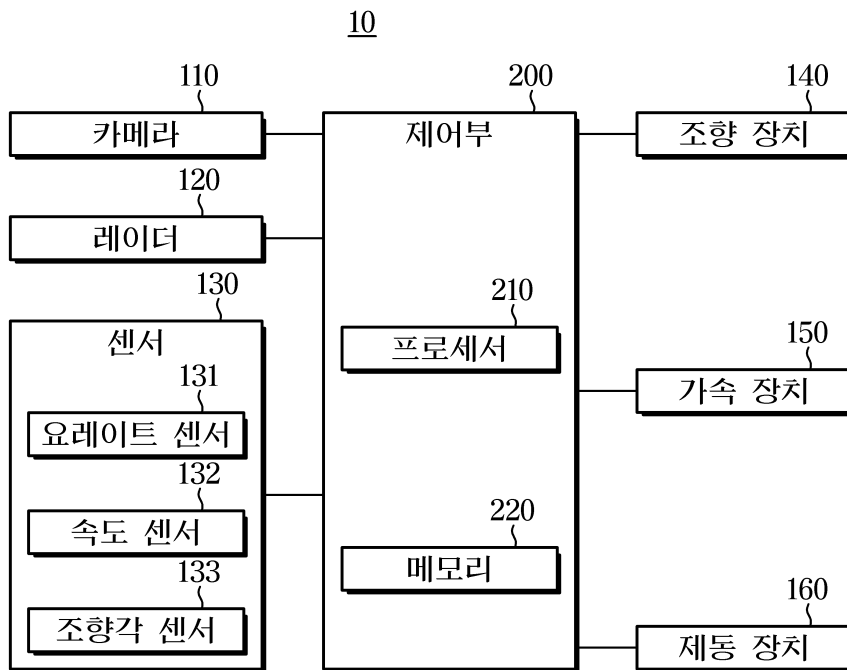
- [0124] 상술한 바와 같이, 본 발명의 차량 및 그 제어 방법에 의하면, 자율 주행 시 주행 궤적에 포함된 곡선 구간에서 발생할 수 있는 언더스티어 또는 오버스티어 상황을 예측하고, 그에 대응하여 조향을 제어할 수 있다.
- [0125] 따라서 본 발명의 차량 및 그 제어방법은 자율 주행 시 조향의 안정성과 승차감을 향상시킬 수 있다.
- [0126] 한편, 개시된 실시예들은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 저장하는 기록매체의 형태로 구현될 수 있다. 명령어는 프로그램 코드의 형태로 저장될 수 있으며, 프로세서에 의해 실행되었을 때, 프로그램 모듈을 생성하여 개시된 실시예들의 동작을 수행할 수 있다. 기록매체는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체로 구현될 수 있다.
- [0127] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체로는 컴퓨터에 의하여 해독될 수 있는 명령어가 저장된 모든 종류의 기록 매체를 포함한다. 예를 들어, ROM(Read Only Memory), RAM(Random Access Memory), 자기 테이프, 자기 디스크, 플래시 메모리, 광 데이터 저장장치 등이 있을 수 있다.
- [0128] 이상에서와 같이 첨부된 도면을 참조하여 개시된 실시예들을 설명하였다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고도, 개시된 실시예들과 다른 형태로 본 발명이 실시될 수 있음을 이해할 것이다. 개시된 실시예들은 예시적인 것이며, 한정적으로 해석되어서는 안 된다.

부호의 설명

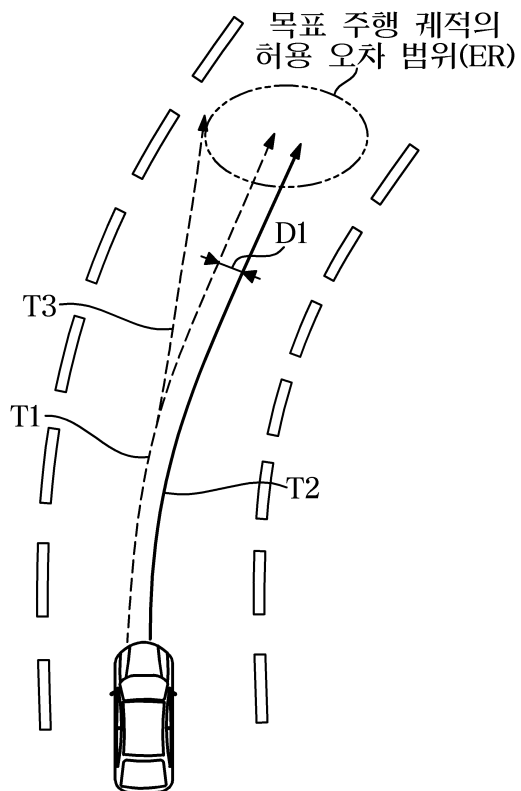
- [0129] 1: 차량
- 110: 카메라
- 120: 레이더
- 130: 센서
- 140: 조향 장치
- 150: 가속 장치
- 160: 제동 장치
- 200: 제어부

도면

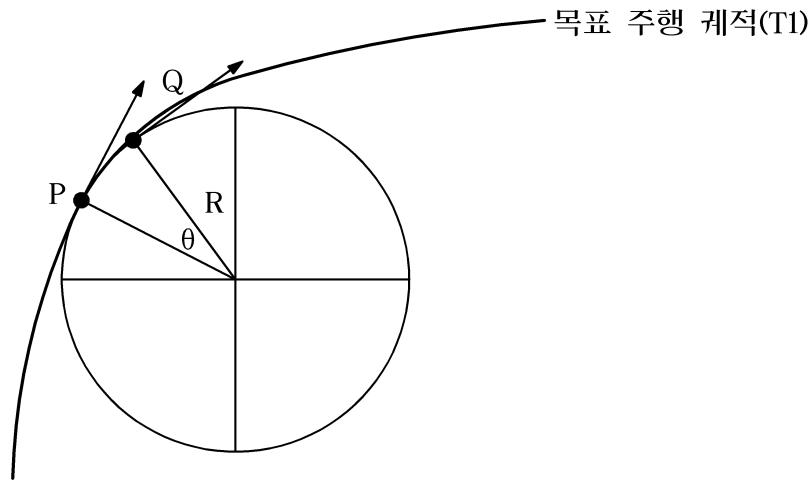
도면1



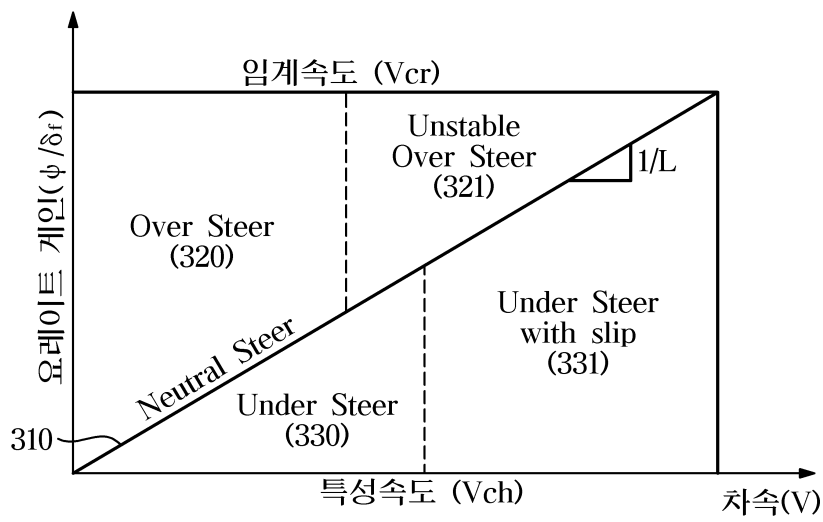
도면2



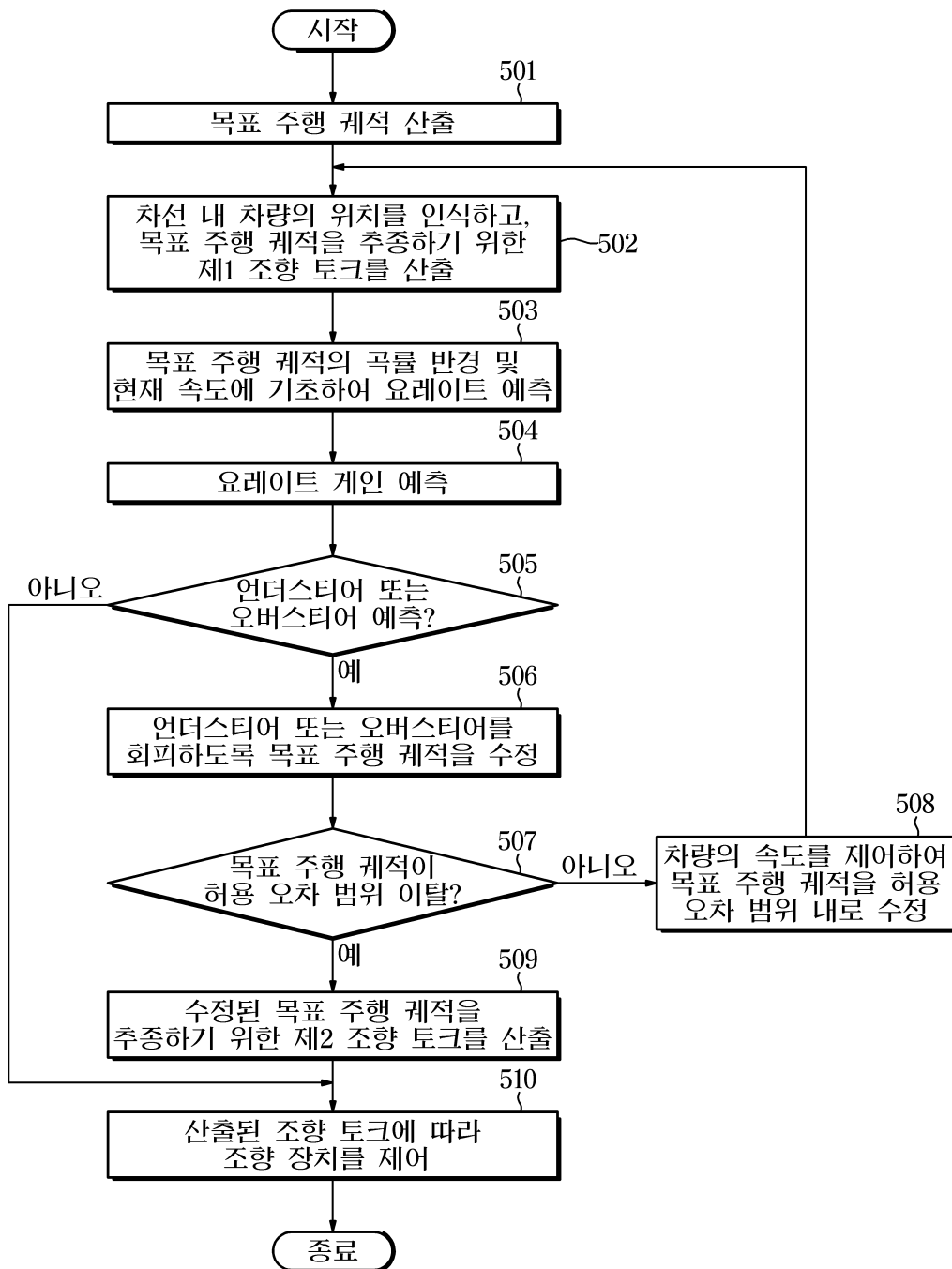
도면3



도면4



도면5



도면6

