(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년08월19일
(11) 등록번호 10-2011663
(24) 등록일자 2019년08월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01M 17/007 (2019.01) *B60W 30/12* (2006.01)
B60W 40/072 (2012.01) *G05D 1/02* (2006.01)
G08G 1/16 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01M 17/007 (2019.01)
B60W 30/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0065676
(22) 출원일자 2018년06월07일
심사청구일자 2018년06월07일
(56) 선행기술조사문헌
채홍석 등, 자율주행 자동차 임시운행 허가를 위한 안전 성능 평가 시나리오, 한국자동차공학회논문집 24(5), 2016.9, pp.495-503 (2016.09.30.)*
KR1020070031559 A
KR1020070119804 A
KR1020150057537 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
계명대학교 산학협력단
대구광역시 달서구 달구벌대로 1095, 계명대학교 산학협력관 201호(신당동)
(72) 발명자
이선봉
대구광역시 수성구 동대구로 59 (두산동, 대우트럼프월드수성아파트) B동 3205호
윤필환
대구광역시 북구 동천로 97 (동천동, 영남네오빌아트) 107동 1407호
(74) 대리인
특허법인아주

전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 조우정

(54) 발명의 명칭 **차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치 및 방법에 관한 것으로서, 테스트 차량의 주행 상태를 센싱하는 센싱부, 센싱부에 의해 센싱된 주행 상태에 기초하여 테스트 차량에 장착된 차선 유지 보조 시스템(Lane Keeping Assist System)의 시험 평가를 위한 기준치를 산출하는 기준치 산출부, 및 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가를 위해 미리 설정된 하나 이상의 시나리오에 따라 테스트 차량이 주행하는 상태에서, 차선 유지 보조 시스템을 통해 센싱된 테스트 차량의 주행 상태의 실측치와, 기준치 산출부에 의해 산출된 기준치를 비교하여 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가하는 시험 평가부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1

(52) CPC특허분류
B60W 40/072 (2013.01)
G05D 1/021 (2013.01)
G08G 1/167 (2013.01)
B60W 2540/18 (2013.01)
B60W 2550/14 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711073422
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 이공계전문기술인력양성(R&D)
연구과제명 자율주행차 충돌 경감 브레이크 시험평가 장비 개발
기 여 율 1/1
주관기관 계명대학교
연구기간 2018.04.01 ~ 2019.01.31
공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

테스트 차량의 주행 상태를 센싱하는 센싱부;

상기 센싱부에 의해 센싱된 주행 상태에 기초하여 상기 테스트 차량에 장착된 차선 유지 보조 시스템(Lane Keeping Assist System)의 시험 평가를 위한 기준치를 산출하는 기준치 산출부; 및

상기 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가를 위해 미리 설정된 하나 이상의 시나리오에 따라 상기 테스트 차량이 주행하는 상태에서, 상기 차선 유지 보조 시스템을 통해 센싱된 상기 테스트 차량의 주행 상태의 실측치와, 상기 기준치 산출부에 의해 산출된 기준치를 비교하여 상기 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가하는 시험 평가부;

를 포함하고,

상기 하나 이상의 시나리오는, 상기 테스트 차량이 주행하는 차로의 중심선과 상기 테스트 차량의 주행 방향이 소정 각도를 형성한 상태에서, 상기 테스트 차량이 주행하는 도로의 형태 및 조향각에 따라 복수 개로 설정되고,

상기 하나 이상의 시나리오는, 상기 테스트 차량의 조향각이 0° 인 상태에서 직선로를 주행하는 제1 시나리오, 상기 테스트 차량의 조향각이 0° 가 아닌 상태에서 직선로를 주행하는 제2 시나리오, 상기 테스트 차량의 조향각이 0° 인 상태에서 곡선로를 주행하는 제3 시나리오, 및 상기 테스트 차량의 조향각이 0° 가 아닌 상태에서 곡선로를 주행하는 제4 시나리오를 포함하는 것을 특징으로 하는 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 기준치 산출부는, 상기 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가를 위해 미리 설정된 목적함수에 상기 센싱부에 의해 센싱된 주행 상태를 적용하여 상기 기준치를 산출하는 것을 특징으로 하는 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 목적함수는, 상기 센싱부에 의해 센싱된 주행 상태에 기초하여, 상기 차선 유지 보조 시스템에 의한 차선 유지 제어가 성공하기 위해 요구되는, 상기 테스트 차량이 주행하는 차로의 차선에 대한 상기 테스트 차량의 목표 상대거리를 상기 기준치로서 산출하도록 미리 설정된 것을 특징으로 하는 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 시험 평가부는, 상기 차선 유지 보조 시스템을 통해 센싱된, 상기 테스트 차량이 주행하는 차로의 차선에 대한 상기 테스트 차량의 실측 상대거리를 상기 실측치로 결정하고 상기 기준치로서 산출된 목표 상대거리와 비교하여 상기 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가하는 것을 특징으로 하는 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 시험 평가부는, 상기 실측치 및 상기 기준치 간의 오차율을 분석하여 상기 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가하는 것을 특징으로 하는 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치.

청구항 8

센싱부가, 테스트 차량에 장착된 차선 유지 보조 시스템(Lane Keeping Assist System)의 시험 평가를 위해 미리 설정된 하나 이상의 시나리오에 따라 상기 테스트 차량이 주행중인 상태에서 상기 테스트 차량의 주행 상태를 센싱하는 단계;

기준치 산출부가, 상기 센싱부에 의해 센싱된 주행 상태에 기초하여 상기 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가를 위한 기준치를 산출하는 단계; 및

시험 평가부가, 상기 하나 이상의 시나리오에 따라 상기 테스트 차량이 주행하는 상태에서 상기 차선 유지 보조 시스템을 통해 센싱된 상기 테스트 차량의 주행 상태의 실측치와, 상기 기준치 산출부에 의해 산출된 기준치를 비교하여 상기 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가하는 단계;

를 포함하고,

상기 하나 이상의 시나리오는, 상기 테스트 차량이 주행하는 차로의 중심선과 상기 테스트 차량의 주행 방향이 소정 각도를 형성한 상태에서, 상기 테스트 차량이 주행하는 도로의 형태 및 조향각에 따라 복수 개로 설정되고,

상기 하나 이상의 시나리오는, 상기 테스트 차량의 조향각이 0° 인 상태에서 직선로를 주행하는 제1 시나리오, 상기 테스트 차량의 조향각이 0° 가 아닌 상태에서 직선로를 주행하는 제2 시나리오, 상기 테스트 차량의 조향각이 0° 인 상태에서 곡선로를 주행하는 제3 시나리오, 및 상기 테스트 차량의 조향각이 0° 가 아닌 상태에서 곡선로를 주행하는 제4 시나리오를 포함하는 것을 특징으로 하는 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 산출하는 단계에서, 상기 기준치 산출부는,

상기 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가를 위해 미리 설정된 목적함수에 상기 센싱부에 의해 센싱된 주행 상태를 적용하여 상기 기준치를 산출하는 것을 특징으로 하는 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 목적함수는, 상기 센싱부에 의해 센싱된 주행 상태에 기초하여, 상기 차선 유지 보조 시스템에 의한 차선 유지 제어가 성공하기 위해 요구되는, 상기 테스트 차량이 주행하는 차로의 차선에 대한 상기 테스트 차량의 목표 상대거리를 상기 기준치로서 산출하도록 미리 설정된 것을 특징으로 하는 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 평가하는 단계에서, 상기 시험 평가부는,

상기 차선 유지 보조 시스템을 통해 센싱된, 상기 테스트 차량이 주행하는 차로의 차선에 대한 상기 테스트 차량의 실측 상대거리를 상기 실측치로 결정하고 상기 기준치로서 산출된 목표 상대거리와 비교하여 상기 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가하는 것을 특징으로 하는 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 방법.

청구항 14

제8항에 있어서,

상기 평가하는 단계에서, 상기 시험 평가부는,

상기 실측치 및 상기 기준치 간의 오차율을 분석하여 상기 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가하는 것을 특징으로 하는 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 이론적 평가 모델을 통해 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가하기 위한 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 자율 주행 차량이란 주행 시 외부정보 감지 및 처리기능을 통해 주변의 환경을 인식하여 주행 경로를 자체적으로 결정하고, 자체 동력을 이용하여 독립적으로 주행하는 차량을 말한다. 자율 주행 차량은 운전자가 조향휠, 가속페달 또는 브레이크 등을 조작하지 않아도, 주행 경로 상에 존재하는 장애물과의 충돌을 방지하고 도로의 형상에 따라 차속과 주행 방향을 조절하면서 스스로 목적지까지 주행할 수 있다. 예를 들어, 직선 도로에서는 가속을 수행하고, 곡선 도로에서는 도로의 곡률에 대응하여 주행 방향을 변경하면서 감속을 수행할 수 있다.

[0003] 이러한 자율 주행 차량에는 운전자의 주행을 보조하기 위한 복수의 운전자 지원 시스템(ADAS: Advanced Driver Assistance System)이 적용되고 있으며, 운전자 지원 시스템으로는 ACC(Adaptive Cruise Control), LDWS(Lane Departure Warning System), LKAS(Lane Keeping Assist System), HBA(High Beam Assist) 및 AEB(Autonomous Emergency Braking) 등이 있다.

[0004] 이러한 운전자 지원 시스템 중 차선 유지 보조 시스템(Lane Keeping Assist System)은 차선 이탈 경고 장치(LDWS: Lane Departure Warning System)보다 진일보한 기술로서, 차선 인식을 통해 차량이 차선을 넘고 있다고 판단되면 시스템에서 조향을 통해 차로를 벗어나지 않도록 제어하는 기술이다. 또한, 차선 유지 보조 시스템은 미리 예측된 차로를 따라갈 수 있도록 차로 예측 신호를 제어장치로 전송하여 차선 이탈을 방지하는 기능을 수행한다.

[0005] 이러한 차선 유지 보조 시스템은 그 오동작 시 주변 차량 또는 보행자와의 충돌로 인해 인명 사고를 유발하는

문제점이 존재하여, 그 개발 시 차선 검출 성능, 및 차량과 차선까지의 거리 검출 성능에 대한 정밀한 평가가 필수적으로 요청된다. 그러나, 현재 차선 유지 보조 시스템에 대한 성능 평가와 관련된 연구 및 개발은 미흡한 실정이다.

[0006] 본 발명의 배경기술은 대한민국 공개특허공보 제10-2017-0071120호(2017. 06. 23. 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 본 발명의 일 측면에 따른 목적은 차선 유지 보조 시스템의 이론적 평가 모델을 제시하고, 이를 기반으로 차선 유지 보조 시스템의 차선 유지 제어 성능을 평가함으로써 차선 유지 보조 시스템의 신뢰성을 확보할 수 있는 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 측면에 따른 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치는 테스트 차량의 주행 상태를 센싱하는 센싱부, 상기 센싱부에 의해 센싱된 주행 상태에 기초하여 상기 테스트 차량에 장착된 차선 유지 보조 시스템(Lane Keeping Assist System)의 시험 평가를 위한 기준치를 산출하는 기준치 산출부, 및 상기 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가를 위해 미리 설정된 하나 이상의 시나리오에 따라 상기 테스트 차량이 주행하는 상태에서, 상기 차선 유지 보조 시스템을 통해 센싱된 상기 테스트 차량의 주행 상태의 실측치와, 상기 기준치 산출부에 의해 산출된 기준치를 비교하여 상기 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가하는 시험 평가부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명에 있어 상기 하나 이상의 시나리오는, 상기 테스트 차량이 주행하는 차로의 중심선과 상기 테스트 차량의 주행 방향이 소정 각도를 형성한 상태에서, 상기 테스트 차량이 주행하는 도로의 형태 및 조향각에 따라 복수 개로 설정되는 것을 특징으로 한다.

[0010] 본 발명에 있어 상기 하나 이상의 시나리오는, 상기 테스트 차량의 조향각이 0° 인 상태에서 직선로를 주행하는 제1 시나리오, 상기 테스트 차량의 조향각이 0° 가 아닌 상태에서 직선로를 주행하는 제2 시나리오, 상기 테스트 차량의 조향각이 0° 인 상태에서 곡선로를 주행하는 제3 시나리오, 및 상기 테스트 차량의 조향각이 0° 가 아닌 상태에서 곡선로를 주행하는 제4 시나리오를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 본 발명에 있어 상기 기준치 산출부는, 상기 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가를 위해 미리 설정된 목적함수에 상기 센싱부에 의해 센싱된 주행 상태를 적용하여 상기 기준치를 산출하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 본 발명에 있어 상기 목적함수는, 상기 센싱부에 의해 센싱된 주행 상태에 기초하여, 상기 차선 유지 보조 시스템에 의한 차선 유지 제어가 성공하기 위해 요구되는, 상기 테스트 차량이 주행하는 차로의 차선에 대한 상기 테스트 차량의 목표 상대거리를 상기 기준치로서 산출하도록 미리 설정된 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명에 있어 시험 평가부는, 상기 차선 유지 보조 시스템을 통해 센싱된, 상기 테스트 차량이 주행하는 차로의 차선에 대한 상기 테스트 차량의 실측 상대거리를 상기 실측치로 결정하고 상기 기준치로서 산출된 목표 상대거리와 비교하여 상기 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가하는 것을 특징으로 한다

[0014] 본 발명에 있어 상기 시험 평가부는, 상기 실측치 및 상기 기준치 간의 오차율을 분석하여 상기 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명의 일 측면에 따른 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 방법은 센싱부가, 테스트 차량에 장착된 차선 유지 보조 시스템(Lane Keeping Assist System)의 시험 평가를 위해 미리 설정된 하나 이상의 시나리오에 따라 상기 테스트 차량이 주행중인 상태에서 상기 테스트 차량의 주행 상태를 센싱하는 단계, 기준치 산출부가, 상기 센싱부에 의해 센싱된 주행 상태에 기초하여 상기 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가를 위한 기준치를 산출하는 단계, 및 시험 평가부가, 상기 하나 이상의 시나리오에 따라 상기 테스트 차량이 주행하는 상태에서 상기 차선 유지 보조 시스템을 통해 센싱된 상기 테스트 차량의 주행 상태의 실측치와, 상기 기준치 산출부에 의해 산출된 기준치를 비교하여 상기 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0016] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 차선 유지 보조 시스템의 이론적 평가 모델을 기반으로 복수의 시나리오를 통해 차선 유지 보조 시스템의 차선 유지 제어 성능을 평가함으로써 차선 유지 보조 시스템의 평가 신뢰성 및 동작 신뢰성을 확보할 수 있으며, 이에 따라 차선 유지 보조 시스템의 오동작을 사전에 방지함으로써 주변 차량 또는 보행자와의 충돌로 인한 인명 사고를 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치를 설명하기 위한 블록구성도이다.

도 2 및 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치에서 목표 상대거리를 설명하기 위한 예시도이다.

도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치에서 복수의 시나리오를 설명하기 위한 예시도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치 및 방법의 실시예를 설명한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다. 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로, 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치를 설명하기 위한 블록구성도이고, 도 2 및 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치에서 목표 상대거리를 설명하기 위한 예시도이며, 도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치에서 복수의 시나리오를 설명하기 위한 예시도이다.

[0020] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 장치는 센싱부(100), 기준치 산출부(200) 및 시험 평가부(300)를 포함할 수 있다.

[0021] 센싱부(100)는 테스트 차량의 주행 상태를 센싱할 수 있다. 센싱부(100)에 의해 센싱되는 테스트 차량의 주행 상태에는 차량 위치, 속도, 가속도, 차선 이탈 속도, 조향각, 및 차선까지의 거리 등의 동적 데이터가 포함될 수 있다. 센싱부(100)는 측위 센서, 속도 센서, 가속도 센서, 조향각 센서 및 카메라 센서 등을 통해 각 주행 상태를 센싱할 수도 있고, DGPS(Differential Global Positioning System) 및 자이로 센서를 통해 각 주행 상태를 센싱할 수도 있다. 후술하는 것과 같이 센싱부(100)에 의해 센싱된 주행 상태는 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가하는데 활용되는 기준치를 산출하는데 사용되므로, 본 실시예의 센싱부(100)의 센싱 정밀도는 일정 수준 이상의 성능이 확보된 것으로 검증된 것을 전제한다.

[0022] 기준치 산출부(200)는 센싱부(100)에 의해 센싱된 주행 상태에 기초하여 테스트 차량에 장착된 차선 유지 보조 시스템(Lane Keeping Assist System)의 시험 평가를 위한 기준치를 산출할 수 있다. 여기서, 기준치는 후술하는 것과 같이 실측치와 비교되어 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가하기 위한 레퍼런스값을 의미한다.

[0023] 이때, 기준치 산출부(200)는 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가를 위해 미리 설정된 목적함수에 센싱부(100)에 의해 센싱된 주행 상태를 적용하여 기준치를 산출할 수 있다. 여기서, 목적함수는 센싱부(100)에 의해 센싱된 주행 상태에 기초하여, 차선 유지 보조 시스템에 의한 차선 유지 제어가 성공하기 위해 요구되는, 테스트 차량이 주행하는 차로의 차선에 대한 테스트 차량의 목표 상대거리를 기준치로서 산출하도록 미리 설정되어 있을 수 있다.

[0024] 목적함수에 대하여 보다 구체적으로 설명하면, 종래 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가를 위한 수식으로서 S.Mammar가 제안한 수식이 존재한다(S.Mammar의 수식은 본 기술분야의 통상의 기술자에게 주지된 것이므로 구체적인 수식 설명은 생략한다). 다만, S.Mammar의 수식은 테스트 차량이 차로 중앙에 위치한 경우 차량 앞 타이어로부터 차선까지의 거리만 알 수 있는 정적인 값으로서, 레이더 센서 또는 카메라 센서를 활용하여 차선 유지 제어를 수행하는 현재의 차선 유지 보조 시스템에 대한 평가 수식으로 활용함은 용이하지 않은 점이 존재하기 때문에, 본 실시예에서는 레이더 센서 또는 카메라 센서를 활용하는 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가를 위한

새로운 수식, 즉 목적함수를 채용한다.

[0025] 본 실시예의 목적함수는, 운전 보조 시스템의 하나인 적응 순항 제어(ACC: Adaptive Cruise Control) 시스템의 적응 순항 제어를 위해 요구되는 전방 차량과의 목표 상대거리에 대한 수식을 변경하는 방식을 통해 도출될 수 있다.

[0026] 구체적으로, 적응 순항 제어 시스템이 설치된 차량의 속도와 거리를 제어하기 위한 목표 가속도는 레이더 센서를 사용하여 측정한 차량의 속도와 거리 정보를 이용하여 최적 제어 이론을 통해 구해질 수 있으며, 목표 상대거리를 산출하기 위한 수학식은 하기 수학식 1과 같다.

수학식 1

[0027] $$c_{des} = c_0 + \tau \cdot v_f$$

[0028] 여기서, c_{des}는 적응 순항 제어 시스템의 목표 상대거리, c_0는 전방 차량과의 초기 상대거리, τ는 설정 시간 차, v_f는 전방 차량의 속도이다.

[0029] 또한, 적응 순항 제어 시스템의 Stop & Go 기능은 감가속도를 이용하여 전방 차량과의 상대거리를 조절하는데, 적응 순항 제어 시스템의 목표 감가속도를 산출하기 위한 수학식은 하기 수학식 2와 같다.

수학식 2

[0030] $$a_{des} = -k_1(c_{des} - c) - k_2(v_f - v_s)$$

[0031] 여기서, a_{des}는 목표 가속도이고, k_1, k_2는 게인이며, v_s는 테스트 차량의 속도, c는 전방 차량과의 실시간 상대거리이다.

[0032] 상기 수학식 1과 수학식 2를 이용하여, 적응 순항 제어 시스템의 평가 기준으로서의 목표 상대거리는 하기 수학식 3에 따라 산출될 수 있다.

수학식 3

[0033] $$c_{des} = \frac{1}{2}[(c + c_0) - \frac{1}{k_1}(a_{des} + k_2 v_s) + v_f(\tau - \frac{k_2}{k_1})]$$

[0034] 여기서, k_1과 k_2는 라그랑지 승수법 및 최적 제어이론을 활용하여 구할 수 있으며, k_1과 k_2의 값은 행렬로 나타나면 아래의 수학식 4와 같다.

수학식 4

[0035] $$k_1 = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \qquad k_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix}$$

[0036] 한편, 상기 수학식 3을 차선 유지 보조 시스템에 적용할 경우, 테스트 차량의 등속 주행을 가정하고 전방 차량에 대한 고려를 배제하며 테스트 차량의 차선 이탈 속도(즉, 테스트 차량의 횡방향 속도)를 고려하면, 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가를 위한 목적함수는 하기 수학식 5와 같이 도출될 수 있다.

수학식 5

[0037] $$c_{des} = \frac{1}{2}(c + c_0) - \int v_l dt$$

[0038] 적응 순항 제어 시스템의 목표 상대거리에 대한 수식을 변경함에 따라, 수학식 5에서 c는 차선에 대한 테스트 차량의 실시간 상대거리, c_0는 차선에 대한 테스트 차량의 초기 상대거리, c_{des}는 차선에 대한 테스트 차량의 목표 상대거리, v_l은 테스트 차량의 횡방향 속도를 의미한다.

[0039] 이에 따라, 기준치 산출부(200)는 수학식 5에 따른 목적함수를 통해, 센싱부(100)에 의해 센싱된 주행 상태에 기초하여 테스트 차량이 주행하는 차로의 차선에 대한 테스트 차량의 목표 상대거리를 산출할 수 있다(즉, 센싱부(100)에 의해 센싱된 주행 상태(차선에 대한 테스트 차량의 실시간 상대거리(c) 및 초기 상대거리(c_0), 테스트 차량의 횡방향 속도(v_l))를 수학식 5에 대입하여 차선 유지 제어의 성공을 위해 요구되는 목표 상대거리(c_{des})를 산출할 수 있다.

[0040] 여기서, 목표 상대거리로서, 차선에 대한 테스트 차량의 앞 타이어의 목표 상대거리가 채용될 수 있다. 즉, 도 2(a)에 도시된 것과 같이 직선로에서는 차량의 앞 타이어로부터, 차량의 앞 타이어의 방향으로 연장되는 직선이 차선과 만나는 지점까지의 거리가 목표 상대거리일 수 있고, 도 2(b)에 도시된 것과 같이 곡선로에서는 차량의 앞 타이어로부터, 곡선로의 중심점(도 3의 B, S1=S2)에서의 법선과 차량의 앞 타이어의 방향으로 연장되는 직선의 교차점까지의 거리가 목표 상대거리일 수 있다.

[0041] 시험 평가부(300)는 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가를 위해 미리 설정된 하나 이상의 시나리오에 따라 테스트 차량이 주행하는 상태에서, 차선 유지 보조 시스템을 통해 센싱된 테스트 차량의 주행 상태의 실측치와, 기준치 산출부(200)에 의해 산출된 기준치를 비교하여 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가할 수 있다.

[0042] 구체적으로는, 시험 평가부(300)는 차선 유지 보조 시스템(의 카메라 센서 또는 레이더 센서)을 통해 센싱된, 테스트 차량이 주행하는 차로의 차선에 대한 테스트 차량의 실측 상대거리를 실측치로 결정하고, 기준치로서 산출된 목표 상대거리와 비교하여 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가할 수 있다.

[0043] 즉, 시험 평가부(300)는 기준치 산출부(200)에 의해 산출된 기준치(목표 상대거리)와, 차선 유지 보조 시스템을 통해 센싱된 실측치(실측 상대거리)를 비교하여 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가할 수 있으며, 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가하는 방법으로서 실측치 및 기준치 간의 오차율을 분석하는 방법이 채용될 수 있다.

[0044] 한편, 앞서 언급한 것과 같이 시험 평가부(300)는 미리 설정된 하나 이상의 시나리오에 따라 테스트 차량이 주행하는 상태에서 전술한 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가하는 과정을 수행할 수 있다.

[0045] 여기서, 하나 이상의 시나리오는, 테스트 차량이 주행하는 차로의 중심선과 테스트 차량의 주행 방향이 소정 각도를 형성한 상태에서, 테스트 차량이 주행하는 도로의 형태 및 조향각에 따라 복수 개로 설정될 수 있다.

[0046] 구체적으로, 하나 이상의 시나리오는, 테스트 차량의 조향각이 0° 인 상태에서 직선로를 주행하는 제1 시나리오, 테스트 차량의 조향각이 0° 가 아닌 상태에서 직선로를 주행하는 제2 시나리오, 테스트 차량의 조향각이 0° 인 상태에서 곡선로를 주행하는 제3 시나리오, 및 테스트 차량의 조향각이 0° 가 아닌 상태에서 곡선로를 주행하는 제4 시나리오를 포함할 수 있다. 제1 내지 제4 시나리오를 정리하면 하기와 같다.

[0047] 제1 시나리오: 도 4(a)에 도시된 것과 같이, 차로의 중심선과 테스트 차량의 주행 방향이 소정 각도(Ψ)를 형성한 상태에서, 0° 의 조향각(δ_f)으로 직선로를 주행한다. 제1 시나리오에 대한 시험 조건은 하기 표 1과 같다. 하기 표 1에서 Ψ_L은 Ψ와 δ_f의 합산값이다.

표 1

[0048]

차속(km/h)	차로폭(m)	Ψ(°)	δ_f(°)	Ψ_L(°)
60	3	3	0	3

[0049] 제2 시나리오: 도 4(b)에 도시된 것과 같이, 차로의 중심선과 테스트 차량의 주행 방향이 소정 각도(ψ)를 형성한 상태에서, 0° 가 아닌 일정한 조향각(δ_f)으로 직선로를 주행한다. 제2 시나리오에 대한 시험 조건은 하기 표 2와 같다.

표 2

[0050]

차속(km/h)	차로폭(m)	ψ(°)	δ_f(°)	ψ_L(°)
60	3	3	2	5

[0051] 제3 시나리오: 도 5(a)에 도시된 것과 같이, 차로의 중심선과 테스트 차량의 주행 방향이 소정 각도(ψ)를 형성한 상태에서, 0° 의 조향각(δ_f)으로 곡선로를 주행한다. 제3 시나리오에 대한 시험 조건은 하기 표 3과 같다.

표 3

[0052]

차속(km/h)	차로폭(m)	곡률반경(m)	ψ(°)	δ_f(°)	ψ_L(°)
60	3	500	3	0	3

[0053] 제4 시나리오: 도 5(b)에 도시된 것과 같이, 차로의 중심선과 테스트 차량의 주행 방향이 소정 각도(ψ)를 형성한 상태에서, 0° 가 아닌 일정한 조향각(δ_f)으로 곡선로를 주행한다. 제4 시나리오에 대한 시험 조건은 하기 표 4와 같다.

표 4

[0054]

차속(km/h)	차로폭(m)	곡률반경(m)	ψ(°)	δ_f(°)	ψ_L(°)
60	3	500	3	2	5

[0055] 이에 따라, 시험 평가부(300)는 제1 내지 제4 시나리오에 따라 테스트 차량이 주행하는 상태에서 획득되는, 각 시나리오별 기준치(즉, 시나리오별 목표 상대거리) 및 각 시나리오별 실측치(즉, 시나리오별 실측 상대거리)를 비교하여 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가할 수 있다. 도로 형태 및 조향각에 따른 4개의 시나리오를 통해 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가함으로써 그 평가 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0056] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0057] 도 6을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가 방법을 설명하면, 먼저 센싱부(100)는 테스트 차량에 장착된 차선 유지 보조 시스템(Lane Keeping Assist System)의 시험 평가를 위해 미리 설정된 하나 이상의 시나리오에 따라 테스트 차량이 주행중인 상태에서 테스트 차량의 주행 상태를 센싱한다(S100).

[0058] 여기서, 하나 이상의 시나리오는 테스트 차량이 주행하는 차로의 중심선과 테스트 차량의 주행 방향이 소정 각도를 형성한 상태에서, 테스트 차량이 주행하는 도로의 형태 및 조향각에 따라 복수 개로 설정될 수 있다. 구체적으로, 하나 이상의 시나리오는 테스트 차량의 조향각이 0° 인 상태에서 직선로를 주행하는 제1 시나리오, 테스트 차량의 조향각이 0° 가 아닌 상태에서 직선로를 주행하는 제2 시나리오, 테스트 차량의 조향각이 0° 인 상태에서 곡선로를 주행하는 제3 시나리오, 및 테스트 차량의 조향각이 0° 가 아닌 상태에서 곡선로를 주행하는 제4 시나리오를 포함할 수 있다. 각 시나리오에 대한 설명은 전술한 것이므로 구체적인 설명은 생략한다.

[0059] S100 단계 이후, 기준치 산출부(200)는 센싱부(100)에 의해 센싱된 주행 상태에 기초하여 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가를 위한 기준치를 산출한다(S200).

[0060] S200 단계에서, 기준치 산출부(200)는 차선 유지 보조 시스템의 시험 평가를 위해 미리 설정된 목적함수에 S100 단계에서 센싱된 주행 상태를 적용하여 기준치를 산출할 수 있으며, 이때 목적함수는 S100 단계에서 센싱된 주행 상태에 기초하여, 차선 유지 보조 시스템에 의한 차선 유지 제어가 성공하기 위해 요구되는, 테스트 차량이 주행하는 차로의 차선에 대한 테스트 차량의 목표 상대거리를 기준치로서 산출하도록 미리 설정되어 있을 수 있다. 목적함수에 대한 설명은 전술한 것이므로 구체적인 설명은 생략한다.

[0061] S200 단계 이후, 시험 평가부(300)는 하나 이상의 시나리오에 따라 테스트 차량이 주행하는 상태에서 차선 유지 보조 시스템을 통해 센싱된 테스트 차량의 주행 상태의 실측치와, S200 단계에서 산출된 기준치를 비교하여 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가한다(S300).

[0062] S300 단계에서, 시험 평가부(300)는 기준치 및 실측치 간의 오차율을 분석하여 차선 유지 보조 시스템의 성능을 평가할 수 있다.

[0063] 이와 같이 본 실시예는 차선 유지 보조 시스템의 이론적 평가 모델을 기반으로 복수의 시나리오를 통해 차선 유지 보조 시스템의 차선 유지 제어 성능을 평가함으로써 차선 유지 보조 시스템의 평가 신뢰성 및 동작 신뢰성을 확보할 수 있으며, 이에 따라 차선 유지 보조 시스템의 오동작을 사전에 방지함으로써 주변 차량 또는 보행자와의 충돌로 인한 인명 사고를 방지할 수 있다.

[0064] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 기술이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0065] 100: 센싱부

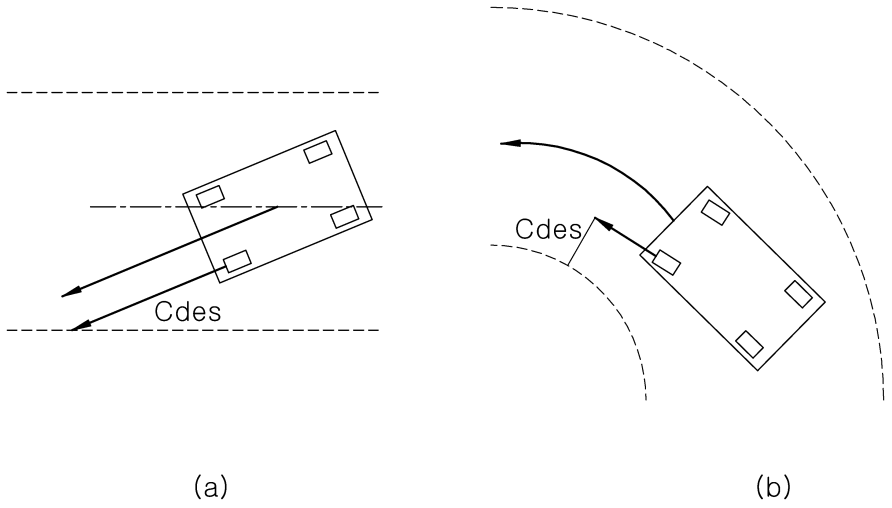
200: 기준치 산출부

300: 시험 평가부

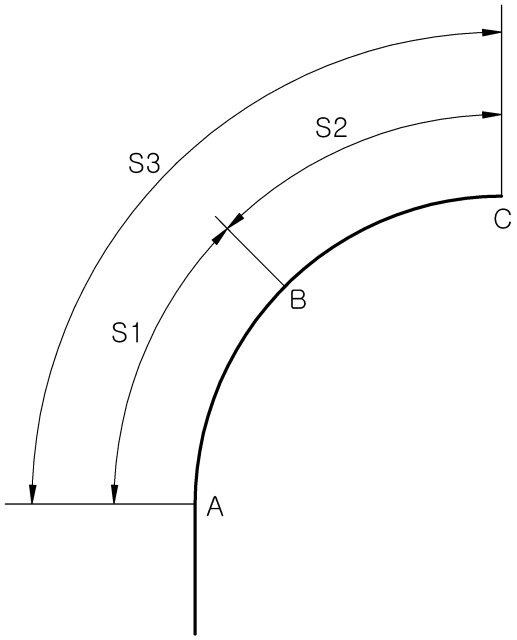
도면

도면1

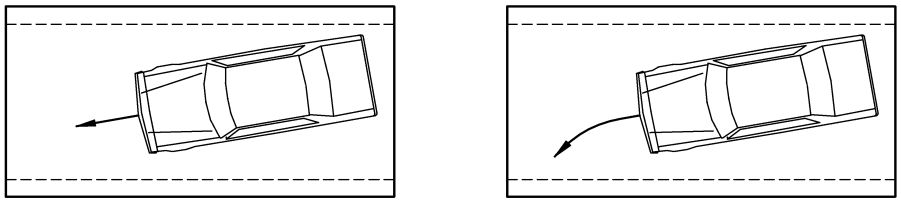
도면2



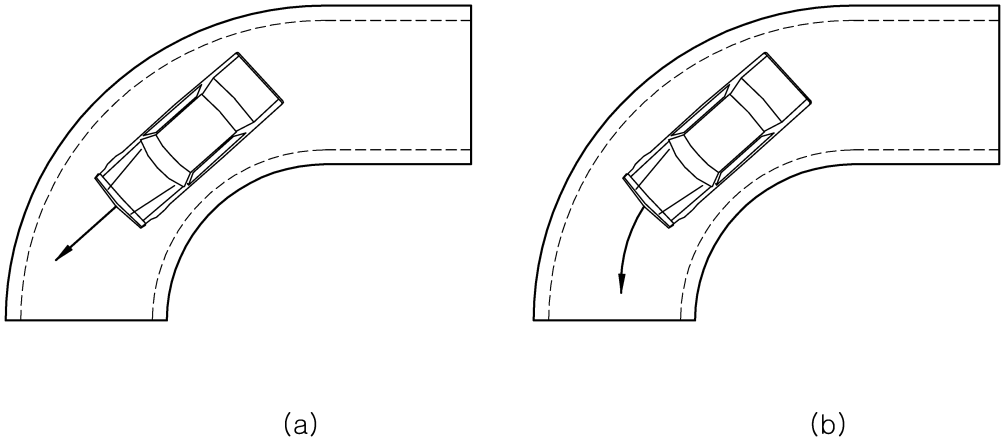
도면3



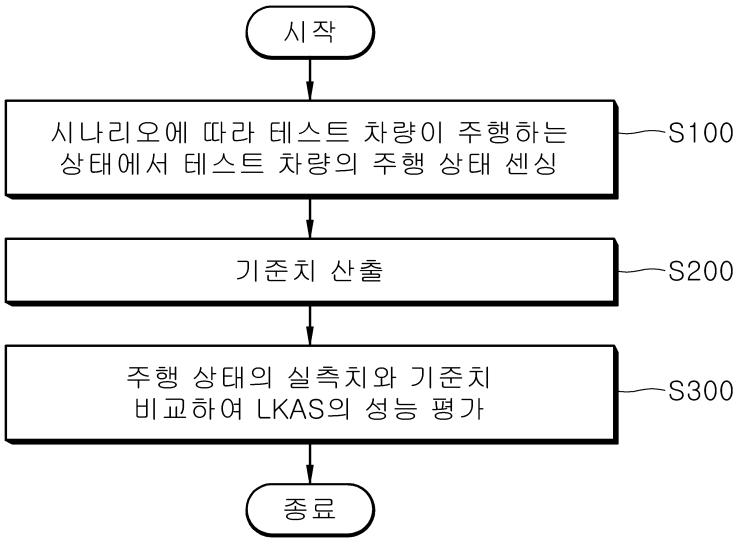
도면4



도면5



도면6


시작
시나리오에 따라 테스트 차량이 주행하는 상태에서 테스트 차량의 주행 상태 센싱
S100
기준치 산출
S200
주행 상태의 실측치와 기준치 비교하여 LKAS의 성능 평가
S300
종료