



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년02월23일

(11) 등록번호 10-2366175

(24) 등록일자 2022년02월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B60W 60/00 (2020.01) B60W 10/08 (2006.01)

B60W 10/20 (2006.01) B60W 30/12 (2020.01)

B60W 40/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B60W 60/001 (2020.02)

B60W 10/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0101365

(22) 출원일자 2021년08월02일

심사청구일자 2021년08월02일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020180138324 A*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 14 항

(73) 특허권자

성균관대학교산학협력단

경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동, 성균관대학교내)

(72) 발명자

황성호

서울특별시 서초구 서운로 138, 1402 (서초동아타워)

나호용

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1890 중앙아파트 101동 206호

(74) 대리인

특허법인아주

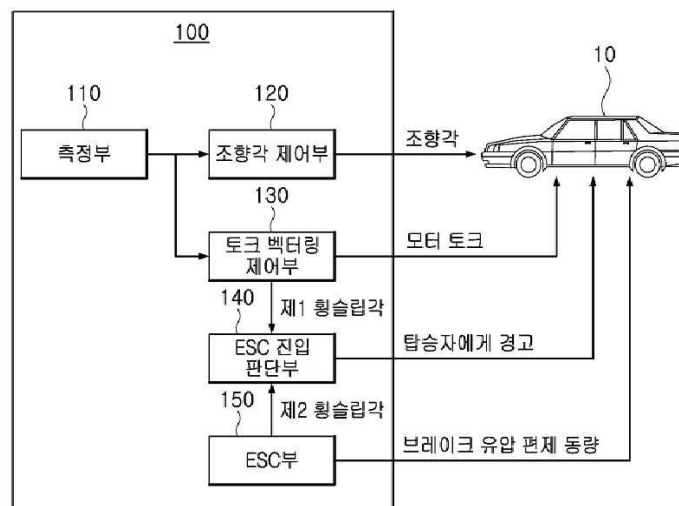
심사관 : 김현석

(54) 발명의 명칭 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치 및 그 방법

(57) 요약

독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치 및 그 방법이 개시된다. 본 발명의 일 측면에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치는, 차량의 주행정보를 측정하는 측정부, 상기 차량의 경로정보 및 상기 주행정보에 기초하여 예견점(Look ahead point)을 추종하기 위한 조향각을 산출하고, 상기 조향각에 따라 상기 차량을 제어하는 조향각 제어부, 상기 경로정보 및 주행정보에 기초하여 상기 차량의 횡오차 및 각도오차를 산출하고, 상기 횡오차 및 각도오차에 기초하여 제어 모멘트를 생성하며, 상기 제어 모멘트에 기초하여 각 모터의 모터토크를 제어하는 토크 벡터링 제어부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B60W 10/20 (2013.01)
B60W 30/12 (2013.01)
B60W 40/02 (2013.01)
B60W 2710/083 (2013.01)
B60W 2710/207 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020210010729 A*
 KR1020160066764 A
 KR102261527 B1
 KR1020190105398 A
 KR101639525 B1
 WO2020102409 A1
 US20080300108 A1
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415172116
과제번호	20013794
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	산업기술거점센터육성시범사업(R&D)
연구과제명	복합재료 동시설계 산업기술거점센터
기 여 율	1/2
과제수행기관명	성균관대학교산학협력단
연구기간	2021.03.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415175319
과제번호	20014983
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	자율서틀인포테인먼트기술개발및서비스실증(R&D)
연구과제명	(1세부) 캐빈교체형 자율서틀 공용새시플랫폼 기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한국자동차연구원
연구기간	2021.04.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

차량의 주행정보를 측정하는 측정부;

상기 차량의 경로정보 및 상기 주행정보에 기초하여 예견점(Look ahead point)을 추종하기 위한 조향각을 산출하고, 상기 조향각에 따라 상기 차량을 제어하는 조향각 제어부; 및

상기 경로정보 및 주행정보에 기초하여 상기 차량의 횡오차 및 각도오차를 산출하고, 상기 횡오차 및 각도오차에 기초하여 제어 모멘트를 생성하며, 상기 제어 모멘트에 기초하여 각 모터의 모터토크를 제어하는 토크 벡터링 제어부를 포함하되,

상기 토크 벡터링 제어부로부터 상기 횡오차 및 각도오차에 기초하여 산출된 제1 횡슬립각을 수신하고, ESC(Electronic Stability Control)부로부터 제2 횡슬립각을 수신하며, 상기 제1 횡슬립각과 제2 횡슬립각의 비교결과에 따라 ESC부의 진입 여부를 판단하는 ESC 진입 판단부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 조향각 제어부는,

상기 경로정보 및 주행정보에 기초한 전방 주시 거리(look ahead distance)를 키네마틱 모델(kinematic model)에 적용하여 상기 조향각을 산출하는 것을 특징으로 하는 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 토크 벡터링 제어부는,

LKAS(Lane Keeping Assist Systems) 기반 토크 벡터링(Torque vectoring)을 수행하는 것을 특징으로 하는 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 토크 벡터링 제어부는,

상기 경로정보 및 주행정보를 다이내믹 모델(dynamic model)에 적용하여 상기 제어 모멘트를 생성하는 것을 특징으로 하는 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 토크 벡터링 제어부는,

상기 횡오차 및 각도오차에 기초하여 전륜 조향각을 산출하고, 상기 전륜 조향각을 이용하여 상기 제어 모멘트

를 생성하는 것을 특징으로 하는 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 토크 벡터링 제어부는,

상기 제어 모멘트를 좌우 차륜의 중심간 거리인 트레드로 나누어 추가 모터토크를 생성하고,

상기 추가 모터토크를 후륜 모터에 분배하되,

모터토크가 상기 후륜 모터의 최대 토크를 초과하는 경우, 상기 추가 모터토크 일부를 전륜 모터에 분배하는 것을 특징으로 하는 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치.

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 ESC 진입 판단부는,

상기 제1 횡슬립각과 상기 제2 횡슬립각의 차이가 기 설정된 일정값을 초과하는 경우, 상기 ESC부를 구동시키기 위한 제어진입신호를 상기 ESC부로 전송하는 것을 특징으로 하는 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치.

청구항 9

측정부가 차량의 주행정보를 측정하는 단계;

조향각 제어부가 상기 차량의 경로정보 및 상기 주행정보에 기초하여 예견점(Look ahead point)을 추종하기 위한 조향각을 산출하고, 상기 조향각에 따라 상기 차량을 제어하는 단계; 및

토크 벡터링 제어부가 상기 경로정보 및 주행정보에 기초하여 상기 차량의 횡오차 및 각도오차를 산출하고, 상기 횡오차 및 각도오차에 기초하여 제어 모멘트를 생성하며, 상기 제어 모멘트에 기초하여 각 모터의 모터토크를 제어하는 단계를 포함하되,

ESC 진입 판단부가 상기 토크 벡터링 제어부로부터 횡오차 및 각도오차에 기초하여 산출된 제1 횡슬립각을 수신하고, ESC(Electronic Stability Control)부로부터 제2 횡슬립각을 수신하며, 상기 제1 횡슬립각과 제2 횡슬립각의 비교결과에 따라 ESC부의 제어 진입 여부를 판단하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 조향각에 따라 상기 차량을 제어하는 단계에서,

상기 조향각 제어부는, 상기 경로정보 및 주행정보에 기초한 전방 주시 거리(look ahead distance)를 키네마틱 모델(kinematic model)에 적용하여 상기 조향각을 산출하는 것을 특징으로 하는 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 각 모터의 모터토크를 제어하는 단계에서,

상기 토크 벡터링 제어부는, LKAS(Lane Keeping Assist Systems) 기반 토크 벡터링(Torque vectoring)을 수행하는 것을 특징으로 하는 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 각 모터의 모터토크를 제어하는 단계에서,

상기 토크 벡터링 제어부는, 상기 경로정보 및 주행정보를 다이나믹 모델(dynamic model)에 적용하여 상기 제어 모멘트를 생성하는 것을 특징으로 하는 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 각 모터의 모터토크를 제어하는 단계에서,

상기 토크 벡터링 제어부는, 상기 횡오차 및 각도오차에 기초하여 전륜 조향각을 산출하고, 상기 전륜 조향각을 이용하여 상기 제어 모멘트를 생성하는 것을 특징으로 하는 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 방법.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 각 모터의 모터토크를 제어하는 단계에서,

상기 토크 벡터링 제어부는, 상기 제어 모멘트를 좌우 차륜의 중심간 거리인 트레드로 나누어 추가 모터토크를 생성하고,

상기 추가 모터토크를 후륜 모터에 분배하되,

모터토크가 상기 후륜 모터의 최대 토크를 초과하는 경우, 상기 추가 모터토크 일부를 전륜 모터에 분배하는 것을 특징으로 하는 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

제9항에 있어서,

상기 ESC부의 제어 진입 여부를 판단하는 단계에서,

상기 ESC 진입 판단부는, 상기 제1 횡슬립각과 상기 제2 횡슬립각의 차이가 기 설정된 일정값을 초과하는 경우, 상기 ESC부를 구동시키기 위한 제어진입신호를 상기 ESC부로 전송하는 것을 특징으로 하는 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 막대한 계산 성능을 요구하지 않으면서 부드러운 주행을 할 수 있도록 하는 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 독립구동 시스템(Independent driving system)은 인휠 모터(In-Wheel Motor)를 이용해 자동차를 구동하는 시스템을 포함하는 개념으로써, 모터가 휠 단에 붙어있지 않더라도 독립적으로 자동차를 구동하는 시스템이다. 독립구동 시스템은 전기자동차(EV)의 구동계 배치 방식의 한가지로서, 기존의 전기자동차는 모터를 기존 엔진 자동차의 엔진을 대신하는 형태로 탑재되었으나, 최근의 독립구동 방식에서는 구동륜의 가까운 곳에 각 모터를 배치하여 차륜(즉, 바퀴, 휠)을 직접 구동한다.

[0003] 이러한 독립구동 방식은 운전자의 엑셀레이터 조작에 대한 좋은 응답성에 더해져 좌우의 차륜(즉, 바퀴, 휠)을 독립적으로 제어할 수 있기 때문에 핸들 조작에 대한 코너링 시 자동차의 거동을 더욱 자유롭게 만들 수 있는 장점이 있다. 또한, 각 차륜을 독립 구동으로 제어할 수 있어 각 휠에 대한 토크 조절이 가능하므로 차량의 거동 성능을 향상시킬 수 있다.

[0004] 한편, 자율 주행 차량의 제어방식에는 Stanley, Pure pursuit, 및 MPC 방식 등이 있다. Stanley 제어방식은 차량 전륜축의 횡오차/각도오차를 활용하여 조향입력을 계산하는 방식이고, Pure pursuit 제어방식은 미래경로에 예견점(Look ahead point)을 기반으로 제어하는 방식이다. 또한 MPC 제어방식은 모델기반 방식으로 짧은 미래를 예측하여 최적으로 현재 조향입력을 산출하는 방식이다.

[0005] 그러나, Stanley 제어방식은 차량의 저킹(jerking)이 심하게 발생하는 단점이 있고, Pure pursuit 제어방식은 부드러운 주행을 제공하지만 횡오차/거리오차가 발생하는 단점이 있다. 또한 MPC 제어방식은 계산량이 많아 알고리즘의 계산주기가 느리고 이로 인해 위험성이 커진다는 문제점과 고 자유도 차량 모델을 만들기 위한 설계 변수와 고려 요소들이 너무 많아서 구성이 힘들고 튜닝이 힘들다는 문제가 존재한다.

[0006] 이에, 막대한 계산 성능을 요구하지 않으면서도 부드러운 주행을 가능하도록 하는 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 기술 개발이 요구되고 있다.

[0007] 본 발명의 배경기술은 대한민국 등록특허 10-1473587호(2014.12.10. 등록, 차량의 인휠 구동 시스템)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 전술한 문제점을 개선하기 위하여 인출된 것으로, 본 발명의 목적은 막대한 계산 성능을 요구하지 않으면서 부드러운 주행을 할 수 있도록 하는 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치 및 그 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제(들)로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제(들)는 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 측면에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치는, 차량의 주행정보를 측정하는 측정부, 상기 차량의 경로정보 및 상기 주행정보에 기초하여 예견점(Look ahead point)을 추종하기 위한 조향각을 산출하고, 상기 조향각에 따라 상기 차량을 제어하는 조향각 제어부, 상기 경로정보 및 주행정보에 기초하여 상기 차량의 횡오차 및 각도오차를 산출하고, 상기 횡오차 및 각도오차에 기초하여 제어 모멘트를 생성하며, 상기 제어 모멘트에 기초하여 각 모터의 모터토크를 제어하는 토크 벡터링 제어부를 포함한다.

[0011] 본 발명에서 상기 조향각 제어부는, 상기 경로정보 및 주행정보에 기초한 전방 주시 거리(look ahead distance)를 키네마틱 모델(kinematic model)에 적용하여 상기 조향각을 산출할 수 있다.

[0012] 본 발명에서 상기 토크 벡터링 제어부는, LKAS(Lane Keeping Assist Systems) 기반 토크 벡터링(Torque

vectoring)을 수행할 수 있다.

- [0013] 본 발명에서 상기 토크 벡터링 제어부는, 상기 경로정보 및 주행정보를 다이나믹 모델(dynamic model)에 적용하여 상기 제어 모멘트를 생성할 수 있다.
- [0014] 본 발명에서 상기 토크 벡터링 제어부는, 상기 횡오차 및 각도오차에 기초하여 전륜 조향각을 산출하고, 상기 전륜 조향각을 이용하여 상기 제어 모멘트를 생성할 수 있다.
- [0015] 본 발명에서 상기 토크 벡터링 제어부는, 상기 제어 모멘트를 좌우 차륜의 중심간 거리인 트레드로 나누어 추가 모터토크를 생성하고, 상기 추가 모터토크를 후륜 모터에 분배하되, 모터토크가 상기 후륜 모터의 최대 토크를 초과하는 경우, 상기 추가 모터토크 일부를 전륜 모터에 분배할 수 있다.
- [0016] 본 발명은 상기 토크 벡터링 제어부로부터 상기 횡오차 및 각도오차에 기초하여 산출된 제1 횡슬립각을 수신하고, ESC(Electronic Stability Control)부로부터 제2 횡슬립각을 수신하며, 상기 제1 횡슬립각과 제2 횡슬립각의 비교결과에 따라 ESC부의 진입 여부를 판단하는 ESC 진입 판단부를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 본 발명에서 상기 ESC 진입 판단부는, 상기 제1 횡슬립각과 상기 제2 횡슬립각의 차이가 기 설정된 일정값을 초과하는 경우, 상기 ESC부를 구동시키기 위한 제어진입신호를 상기 ESC부로 전송할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 측면에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 방법은, 측정부가 차량의 주행정보를 측정하는 단계, 조향각 제어부가 상기 차량의 경로정보 및 상기 주행정보에 기초하여 예견점(Look ahead point)을 추종하기 위한 조향각을 산출하고, 상기 조향각에 따라 상기 차량을 제어하는 단계, 토크 벡터링 제어부가 상기 경로정보 및 주행정보에 기초하여 상기 차량의 횡오차 및 각도오차를 산출하고, 상기 횡오차 및 각도오차에 기초하여 제어 모멘트를 생성하며, 상기 제어 모멘트에 기초하여 각 모터의 모터토크를 제어하는 단계를 포함한다.
- [0019] 본 발명은 상기 조향각에 따라 상기 차량을 제어하는 단계에서, 상기 조향각 제어부는, 상기 경로정보 및 주행정보에 기초한 전방 주시 거리(look ahead distance)를 키네마틱 모델(kinematic model)에 적용하여 상기 조향각을 산출할 수 있다.
- [0020] 본 발명은 상기 각 모터의 모터토크를 제어하는 단계에서, 상기 토크 벡터링 제어부는, LKAS(Lane Keeping Assist Systems) 기반 토크 벡터링(Torque vectoring)을 수행할 수 있다.
- [0021] 본 발명은 상기 각 모터의 모터토크를 제어하는 단계에서, 상기 토크 벡터링 제어부는, 상기 경로정보 및 주행정보를 다이나믹 모델(dynamic model)에 적용하여 상기 제어 모멘트를 생성할 수 있다.
- [0022] 본 발명은 상기 각 모터의 모터토크를 제어하는 단계에서, 상기 토크 벡터링 제어부는, 상기 횡오차 및 각도오차에 기초하여 전륜 조향각을 산출하고, 상기 전륜 조향각을 이용하여 상기 제어 모멘트를 생성할 수 있다.
- [0023] 본 발명은 상기 각 모터의 모터토크를 제어하는 단계에서, 상기 토크 벡터링 제어부는, 상기 제어 모멘트를 좌우 차륜의 중심간 거리인 트레드로 나누어 추가 모터토크를 생성하고, 상기 추가 모터토크를 후륜 모터에 분배하되, 모터토크가 상기 후륜 모터의 최대 토크를 초과하는 경우, 상기 추가 모터토크 일부를 전륜 모터에 분배할 수 있다.
- [0024] 본 발명은 ESC 진입 판단부가 상기 토크 벡터링 제어부로부터 횡오차 및 각도오차에 기초하여 산출된 제1 횡슬립각을 수신하고, ESC(Electronic Stability Control)부로부터 제2 횡슬립각을 수신하며, 상기 제1 횡슬립각과 제2 횡슬립각의 비교결과에 따라 ESC부의 제어 진입 여부를 판단하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 본 발명은 상기 ESC부의 제어 진입 여부를 판단하는 단계에서, 상기 ESC 진입 판단부는, 상기 제1 횡슬립각과 상기 제2 횡슬립각의 차이가 기 설정된 일정값을 초과하는 경우, 상기 ESC부를 구동시키기 위한 제어진입신호를 상기 ESC부로 전송할 수 있다.
- [0026] 이 외에도, 본 발명을 구현하기 위한 다른 방법, 다른 시스템 및 상기 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램이 더 제공될 수 있다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명의 일 실시예에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치 및 그 방법은, 미래 경로중 예견점(Look ahead point)을 활용하는 pure pursuit 알고리즘을 이용하여 전륜 조향각을 제어할 수 있고, 현재 무게중심의 경로 각도오차 및 횡오차를 활용하는 LKAS 기반 토크 벡터링을 통해 횡오차 및 각도오차를 보정할 수 있는

며, 이를 통해 막대한 계산 성능을 요구하지 않으면서도 부드러운 주행을 할 수 있고, 정밀한 경로추종제어를 할 수 있다.

[0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치 및 그 방법은, 차량 안정성 관점에서 주행경로의 횡오차/각도오차를 활용하여 상시 모멘트 제어를 하기 때문에, ESC 진입 시점을 늦출 수 있다.

[0029] 본 발명의 일 실시예에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치 및 그 방법은, 차량이 안정성을 잃고 미끄러지기 시작할 때는 ESC 진입이 필수적인데, LKAS 기반 토크 벡터링의 상시 모멘트 제어에서 ESC 진입하기 위한 인덱스(index)를 제공함으로써 자율주행제어와 사시제어 시스템의 연계성을 강화시킬 수 있다.

[0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치 및 그 방법은, 자율주행 시스템의 종방향 제어를 방해하지 않도록 후륜 모터를 먼저 활용하고, 후륜 모터가 포화시에는 차량의 종방향 제어보다 횡/각도 오차보정을 더 높은 우선순위로 고려함으로써 차량의 안정성을 향상시킬 수 있다.

[0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치 및 그 방법은, Pure pursuit의 컷코너 현상을 제거할 수 있고, U턴 등의 높은 곡률을 갖는 도로의 주행을 가능하게 하는 효과가 있다.

[0032] 한편, 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 이하에서 설명할 내용으로부터 통상의 기술자에게 자명한 범위 내에서 다양한 효과들이 포함될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치를 개략적으로 나타낸 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 Pure-Pursuit 알고리즘을 설명하기 위한 예시도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 추가 모터토크의 분배를 설명하기 위한 예시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치 및 그 방법을 설명한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.

[0035] 또한, 본 명세서에서 설명된 구현은, 예컨대, 방법 또는 프로세스, 장치, 소프트웨어 프로그램, 데이터 스트림 또는 신호로 구현될 수 있다. 단일 형태의 구현의 맥락에서만 논의(예컨대, 방법으로서만 논의)되었더라도, 논의된 특징의 구현은 또한 다른 형태(예컨대, 장치 또는 프로그램)로도 구현될 수 있다. 장치는 적절한 하드웨어, 소프트웨어 및 펌웨어 등으로 구현될 수 있다. 방법은, 예컨대, 컴퓨터, 마이크로프로세서, 집적 회로 또는 프로그래밍 가능한 로직 디바이스 등을 포함하는 프로세싱 디바이스를 일반적으로 지칭하는 프로세서 등과 같은 장치에서 구현될 수 있다. 프로세서는 또한 최종-사용자 사이에 정보의 통신을 용이하게 하는 컴퓨터, 셀 폰, 휴대용/개인용 정보 단말기(personal digital assistant: "PDA") 및 다른 디바이스 등과 같은 통신 디바이스를 포함한다.

[0036] 또한, 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0037] 명세서 전체에서 "차량"은 독립구동 전기자동차를 포함할 수 있고, 독립구동 전기자동차는 인휠 전기자동차를 포함하는 개념으로써 모터가 휠 단에 붙어있지 않더라도 독립적으로 구동이 가능한 형태의 전기자동차일 수 있다.

- [0038] 이하, 본 발명에 따른 실시 예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0040] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치를 개략적으로 나타낸 블록도, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 Pure-Pursuit 알고리즘을 설명하기 위한 예시도, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 추가 모터토크의 분배를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0041] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치(100)는 측정부(110), 조향각 제어부(120), 토크 벡터링 제어부(130), ESC 진입 판단부(140) 및 ESC부(150)를 포함한다.
- [0042] 측정부(110)는 차량(10)의 주행정보를 측정할 수 있다. 즉, 측정부(110)는 차량(10)의 위치, 조향각, 요레이트, 종방향 속도, 횡속도, 조향 각속도, 종방향 속도, 횡방향 속도, 횡방향 가속도 및 종방향 가속도 등을 포함하는 주행정보를 측정할 수 있다. 측정부(110)에서 측정되는 주행 정보는 차량(10)에 구비되는 다양한 센서들로부터 측정될 수 있다. 예를 들어, 카메라, GPS, 종/횡가속도 센서, 요레이트 센서, 조향각 센서, IMU(Inertial Measurement Unit) 센서, 횡속 센서, 가속도 센서, 속도 센서, 조향각 센서, 관성 센서 등과 같은 센서들이 차량(10)에 구비될 수 있고, 측정부(110)는 각 센서들로부터 주행정보를 측정 또는 수신할 수 있다.
- [0043] 조향각 제어부(120)는 차량(10)의 경로정보 및 측정부(110)에서 측정된 주행정보에 기초하여 예견점(Look ahead point)을 추종하기 위한 조향각을 산출하고, 그 조향각에 따라 차량(10)을 제어할 수 있다. 여기서, 경로정보는 정밀지도에 기초하여 생성된 차량(10)의 주행 경로일 수 있다. 정밀지도는 전자지도로서 정적, 동적 정보를 모두 제공하는 정확도 높은 3D 지도 데이터이고, 모든 차선과 표지를 포함하고 있으며, 차선 단위의 정밀한 정보를 제공할 수 있다.
- [0044] 조향각 제어부(120)는 Pure-Pursuit 알고리즘을 이용하여 조향각을 제어할 수 있다. 즉, 조향각 제어부(120)는 경로정보 및 위치정보에 기초한 전방 주시 거리(look ahead distance)를 키네마틱 모델(kinematic model)에 적용하여 조향각을 산출할 수 있다. Pure-Pursuit 알고리즘은 전방 목표 경로의 특정 지점과 차량(10) 후륜 중심을 연결하는 원호의 곡률을 이용하는 제어 방법이다. 제어 목표 지점이 되는 예견점(Look-ahead point)은 기본적으로 차량 속도에 따라 결정하며, 조향 제어 시스템의 반응성을 고려하여 거리를 적절하게 조절함으로써 오버슈트와 수렴 시간을 제어할 수 있다. 예를 들어 도 2와 같이 차량(10)이 주행하는 경우, 조향각 제어부(120)는 사인(sin)법칙을 이용해 예견점과 차량 heading 방향이 이루는 각도 α 를 계산하고, 2자유도 애커만 조향각(Ackerman steering angle) 모델을 적용하면 아래 수학식 1과 같은 조향각을 산출할 수 있다.
- [0045] [수학식 1]
- $$\delta = \tan^{-1} \frac{2L \sin \alpha}{l_d}$$
- [0046]
- [0047] 여기서, δ 은 조향각, l_d 는 전방 주시 거리(예견거리, look ahead distance), α 는 차량 heading과 예견점이 이루는 각도, L 은 휠 베이스 차량 전륜에서 후륜까지의 거리를 의미할 수 있다.
- [0048] 조향각 제어부(120)는 전방 주시 거리(Look ahead distance) 기반 키네마틱 조향 제어를 수행할 수 있다. 이때, 조향각 제어부(120)는 Pure-Pursuit 알고리즘을 이용하여 전륜 조향각을 제어할 수 있다.
- [0049] 토크 벡터링 제어부(130)는 경로정보 및 측정부(110)에서 측정된 주행정보에 기초하여 횡오차 및 각도오차를 산출하고, 횡오차 및 각도오차에 기초하여 제어 모멘트를 생성하며, 제어 모멘트에 기초하여 각 모터의 모터토크를 제어할 수 있다. 즉, 토크 벡터링 제어부(130)는 LKAS 기반 토크 벡터링(Torque vectoring)을 수행하고, 이를 통해 경로정보(주행경로)의 횡오차 및 거리오차를 보정할 수 있다.
- [0050] 이하, 토크 벡터링 제어부(130)의 동작에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [0051] 차량(10)이 v 의 속도로 주행하고 있을 때, 토크 벡터링 제어부(130)는 차량 전륜과 가장 가까운 점과의 거리오차인 횡오차를 산출할 수 있고, 차량 heading과 주행 방향 벡터의 각도오차를 산출할 수 있다. 차량(10)의 heading 값과 목표 경로의 가장 가까운 포인트의 heading 값의 차가 각도오차일 수 있다. 즉, 토크 벡터링 제어부(130)는 아래 수학식 2를 이용하여 횡오차 및 각도오차를 산출할 수 있다.

[0052] [수학식 2]

$$\begin{aligned} \dot{e}_1 &= \dot{y} + V_x(\psi - \psi_{des}) \\ e_2 &= \psi - \psi_{des} \end{aligned}$$

[0053]

[0054] 여기서, e_1 은 횡오차, V_x 는 속도, ψ 는 측정부(110)에서 측정된 heading 각(Heading angle), ψ_{des} 는 목표 heading 각, e_2 는 각도오차, y 는 차량(10)의 무게중심으로부터 턴(turn) 중심까지의 거리를 의미할 수 있다.

[0055] 횡오차와 각도오차가 산출되면, 토크 벡터링 제어부(130)는 횡오차와 각도오차에 기초하여 제어 모멘트를 생성할 수 있다 즉, 토크 벡터링 제어부(130)는 아래 수학식 3을 이용하여 제어 모멘트(M)를 생성할 수 있다.

[0056] [수학식 3]

$$M = \frac{C_f C_r l}{C_f + C_r} \delta_f$$

[0057]

[0058] 여기서, C_f 는 전륜코너링강성, C_r 는 후륜코너링강성, l 은 차량(10)의 무게중심과 차륜간 거리, δ_f 는 전륜 조향각을 의미할 수 있다.

[0059] 수학식 3을 살펴보면, 토크 벡터링 제어부(130)는 제어 모멘트를 생성하기 위해 전륜 조향각을 산출해야 한다. 전륜 조향각(δ_f)은 횡오차와 각도오차에 기초한 다이나믹 모델(다이나믹 횡방향 모션 모델)에 기초하여 산출될 수 있다.

[0060] 기본적인 다이나믹 모델(다이나믹 횡방향 모션 모델)의 시스템 상태 함수는 도로에 대한 횡방향 위치 및 요 각도 오차에 관한 것으로, 예견점(전방 주시 지점)에서 횡방향 위치 및 속도 오차에 관하여 공식화될 수 있다. 예견점(전방 주시 지점)은 제로의 위치에 영향을 주어 주극점(dominant pole)의 댐핑 비율(damping ratio)에 영향을 준다. 그래서, 다이나믹 모델(다이나믹 횡방향 모션 모델)의 시스템 상태 함수는 상태 벡터

$x = [e_1 \quad \dot{e}_1 \quad e_2 \quad \dot{e}_2]^T$, 제어 입력 δ_f 및 외부 신호 $\dot{\psi}_{des}$ 에 관하여 아래 수학식 4로 생성될 수 있다.

[0061] [수학식 4]

$$\dot{x} = Ax + B_1 \delta_f + B_2 \dot{\psi}_{des}$$

[0062]

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{2C_{af} + 2C_{ar}}{mV_x} & \frac{2C_{af} + 2C_{ar}}{m} & -\frac{2C_{af}l_f + 2C_{ar}l_r}{mV_x} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & -\frac{2C_{af}l_f - 2C_{ar}l_r}{I_z V_x} & \frac{2C_{af}l_f - 2C_{ar}l_r}{I_z} & -\frac{2C_{af}l_f^2 + 2C_{ar}l_r^2}{I_z V_x} \end{bmatrix}$$

$$B_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{2C_{af}}{m} \\ 0 \\ \frac{2C_{af}l_f}{I_z} \end{bmatrix}, \quad B_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ -\frac{2C_{af}l_f - 2C_{ar}l_r}{mV_x} - V_x \\ 0 \\ -\frac{2C_{af}l_f^2 + 2C_{ar}l_r^2}{I_z V_x} \end{bmatrix},$$

[0063] 여기서, $\dot{\psi}_{des}$ 는 목표 요레이트,

$\delta_f = -Kx + \delta_{ff}$ 일 수 있다. C_f 는 전륜코너링강성, C_r 는 후륜코너링강성, R 은 도로곡률반경, l_f 는 무게중

심에서 전륜차축까지 거리, l_r 은 무게중심에서 후륜차축까지 거리, α 는 차량 heading과 예견점이 이루는 각도, I_z 는 차량(10)의 요 관성(yaw inertia), m 은 차량(10)의 총 중량, f 는 전방(front), r 은 후방(rear), x 는 종방향(longitudinal), y 는 횡방향(lateral), δ_{ff} 는 피드포워드(Feedforward) 조향각을 의미할 수 있다. 피드포워드

(Feedforward) 조향각(δ_{ff})은 상태 함수의 정상상태 응답으로부터 산출되는 값으로,

$$\delta_{ff} = \frac{mV_x^2}{RL} \left(\frac{l_r}{2C_{\alpha f}} - \frac{l_f}{2C_{\alpha r}} + \frac{l_f}{2C_{\alpha r}} k_3 \right) + \frac{L}{R} - \frac{l_r}{R} k_3$$

일 수 있다.

한편, 전륜 조향각(δ_f)은 아래 수학적 식 5와 같이 피드백 조향각(δ_{FB})과 피드포워드 조향각(δ_{FF})의 합으로 나타낼 수 있다.

[수학적 식 5]

$$\delta_f = \delta_{FF} + \delta_{FB}$$

피드백 조향각(δ_{FB})과 피드포워드 조향각(δ_{FF})은 아래 수학적 식 6과 같을 수 있다.

[수학적 식 6]

$$\delta_{FB} = -Kx = -k_1 e_1 - k_2 \dot{e}_1 - k_3 e_2 - k_4 \dot{e}_2$$

$$\delta_{FF} = \frac{mv_x^2}{RL} \left(\frac{l_r}{C_f} - \frac{l_f}{C_r} + \frac{l_f}{C_r} k_3 \right) + \frac{L}{R} - \frac{l_r}{R} k_3$$

여기서, k_1 , k_2 , k_3 , 및 k_4 는 임의의 값(상수)일 수 있다.

수학적 식 5를 통해 전륜 조향각(δ_f)이 산출되면, 토크 벡터링 제어부(130)는 수학적 식 3을 이용하여 제어 모멘트를 산출할 수 있다.

제어 모멘트가 산출되면, 토크 벡터링 제어부(130)는 제어 모멘트를 좌우 휠의 중심간 거리인 트레드로 나누어 모터토크를 산출할 수 있다. 즉, 토크 벡터링 제어부(130)는 아래 수학적 식 7을 이용하여 추가 모터토크를 산출할 수 있다.

[수학적 식 7]

$$\Delta T = \frac{M}{t}$$

여기서, ΔT 는 추가 모터토크, t 는 트레드, M 은 제어 모멘트를 의미할 수 있다.

수학적 식 7을 통해 추가 모터토크가 산출되면, 토크 벡터링 제어부(130)는 추가 모터토크를 각각의 차륜(휠)에 분배할 수 있다.

토크 벡터링 제어부(130)는 추가 모터토크를 후륜 모터에 분배하되, 구동 토크 및 제동 토크가 후륜 모터의 최대 토크를 초과하는 경우, 추가 모터토크 일부를 전륜 모터에 분배할 수 있다. 즉, 토크 벡터링 제어부(130)는 도 3의 (a)에 도시된 바와 같이 추가 모터토크를 좌우측 후륜에 분배할 수 있다. 이때, 우측 후륜과 좌측 후륜에 필요한 각각의 구동 토크와 제동 토크가 모터 출력 한계를 초과하는 경우, 토크 벡터링 제어부(130)는 도 3의 (b)와 같이 초과하는 구동 토크의 크기만큼의 구동 토크를 우측 전륜으로 분배하고, 초과하는 제동 토크의 크기만큼의 제동 토크를 좌측 전륜에 분배하여 필요한 제어 모멘트를 만족하도록 구동 토크와 제동 토크를 분배

할 수 있다.

[0078] 횡오차 및 각도오차가 커서 제어 모멘트 요구량이 많은 경우, 토크 벡터링 제어부(130)는 자율주행 구동력 제어 보다 전륜모터를 활용하여 모멘트 생성을 우선할 수 있다. 또한, 4륜 독립 구동이 아닌 경우에 후륜 모터 포화 시, 토크 벡터링 제어부(130)는 전륜 유압제동력을 활용할 수 있다. 예컨대, TVBB(Torque vectoring by brake)를 활용할 수 있다.

[0079] 한편, 횡오차/거리오차가 후륜모터를 활용하여 생성한 모멘트로도 극복이 힘들다는 것은 차량(10)이 미끄러질 수 있는 위험이 있다는 것으로 볼 수 있다. 이러한 상황에서는 종방향 제어(목표차속제어)를 후순위로 두더라도, 차량(10)의 안정성을 위하여 전륜모터나 전륜유압제동을 활용하여 횡오차 및 각도오차 제어를 수행할 수 있다. 이는 횡방향 안정성 관점에서 ESC(Electronic Stability Control) 진입 전, pre-control하는 컨셉으로 ESC의 진입시점을 늦출 수 있다.

[0080] ESC 진입 판단부(140)는 토크 벡터링 제어부(130)로부터 횡오차 및 각도오차에 기초하여 산출된 제1 횡슬립각을 수신하고, ESC(Electronic Stability Control)부로부터 제2 횡슬립각을 수신하며, 제1 횡슬립각과 제2 횡슬립각의 비교결과에 따라 ESC부(150)의 구동을 제어할 수 있다. 즉, ESC 진입 판단부(140)는 LKAS에서의 제1 횡슬립각과 ESC부(150)에서의 제2 횡슬립각을 비교하여, ESC부(150)의 제어 진입(구동) 여부를 판단할 수 있다.

[0081] 제1 횡슬립각과 제2 횡슬립각의 차이가 기 설정된 일정값을 초과하는 경우, ESC 진입 판단부(140)는 차량(10)의 탑승자에게 경고 신호를 알리고, ESC부(150)로 제어진입신호를 전송할 수 있다. 즉, 제1 횡슬립각과 제2 횡슬립각의 차이가 일정값을 초과하는 경우, ESC 진입 판단부(140)는 ESC 진입이 필요하다고 판단하여, ESC부(150)로 제어진입신호를 전송할 수 있다. 이처럼 ESC 진입 판단부(140)는 ESC부(150)와의 적절한 제어 융합을 위하여 LKAS의 거리오차 및 횡오차를 기반으로 한 제1 횡슬립각 추정치와 ESC부(150)에서의 실시간 정보를 기반으로 한 제2 횡슬립각 비교를 통해 LKAS 기반 토크 벡터링 제어에서 ESC 제어로 전환할 수 있다.

[0082] 제1 횡슬립각(β_1)은 아래 수학적 식 8과 같이 횡오차 및 각도오차에 기초하여 산출된 값일 수 있다.

[0083] [수학적 식 8]

$$\beta_1 = \frac{\dot{y}}{V_x} = \frac{1}{V_x}(\dot{e}_1 - V_x e_2)$$

[0084]

[0085] 제2 횡슬립각(β_2)은 아래 수학적 식 9와 같이 조향각, 횡각속도, 및 요레이트 등의 차량 모션정보를 활용하여 산출된 값일 수 있다.

[0086] [수학적 식 9]

$$\beta_2 = \frac{-ma_{y,sensor} + \frac{l_r C_r - l_f C_f}{v_x} r + C_f \delta_f}{C_f + C_r}$$

[0087]

[0088] ESC부(150)는 ESC 진입 판단부(140)로부터 제어진입신호 수신 시, 구동할 수 있다.

[0089] ESC부(150)는 차량 주행의 불안정성을 방지하기 위해 차량(10)의 자세를 제어하는 장치로서, 운전자 의도와 다른 차량(10)의 불안정 거동이 발생할 때 엔진 토크를 줄이거나 개별 차륜에 대한 제동 제어를 실시하여 차량(10)의 안정성을 향상시킬 수 있다.

[0090] ESC부(150)는 요레이트 및 제2 횡슬립각(β_2)을 기반으로 연산된 제동 제어량에 따라 각 차륜을 제어할 수 있다.

[0091] 한편, 본 발명에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치(100)는 통신부(미도시) 및 저장부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 통신부는 경고 신호를 탑승자에게 알리는 역할을 하는 것으로, 무선 통신모듈, 이동통신 모듈, 유선 통신모듈 등 다양한 형태로 구현될 수 있다.

[0092] 저장부는 자율 주행 제어 장치(100)의 동작과 관련된 데이터들, 조향각 제어부(120), 토크 벡터링 제어부(130), 및 ESC 진입 판단부(140)에 의해 실행 가능한 프로그램 명령어들이 저장되는 구성이다. 여기서 저장부는 공지된 저장매체를 이용할 수 있으며, 고정식 하드 드라이브나 착탈식 저장 장치와 같은 불휘발성 저장 장치를 포함할

수 있다. 착탈식 저장 장치는 콤팩트 플래시 유닛, USB 메모리 스틱 등을 포함할 수 있다. 저장부는 각종 랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리도 포함할 수 있다.

- [0093] 상기와 같이 구성된 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치(100)는 미래 경로중 예견점(Look ahead point)을 활용하는 pure pursuit 알고리즘을 이용하여 전륜 조향각을 제어할 수 있고, 현재 무게중심의 경로 각도오차 및 횡오차를 활용하는 LKAS 기반 토크 벡터링을 통해 횡오차 및 각도오차를 보정할 수 있으며, 이를 통해 부드러운 주행을 하면서도 정밀한 경로추종제어를 할 수 있다.
- [0094] 한편, 도 1에서는 자율 주행 제어 장치(100)를 차량(10) 외부에 도시하였으나, 자율 주행 제어 장치는 차량(10) 내부에 구비된 장치일 수 있다.
- [0096] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0097] 도 4를 참조하면, 측정부(110)는 차량(10)의 주행정보를 측정한다(S410). 즉, 측정부(110)는 차량(10)의 위치, 조향각, 요레이트, 종방향 속도, 횡속도, 조향 각속도, 종방향 속도, 횡방향 속도, 횡방향 가속도 및 종방향 가속도 등을 포함하는 주행정보를 측정할 수 있다.
- [0098] S410 단계가 수행되면, 조향각 제어부(120)는 차량(10)의 경로정보 및 측정부(110)에서 측정된 주행정보에 기초하여 예견점(Look ahead point)을 추종하기 위한 조향각을 산출하고, 그 조향각에 따라 차량(10)을 제어한다(S420). 이때, 조향각 제어부(120)는 Pure-Pursuit 알고리즘을 이용하여 전륜 조향각을 제어할 수 있다. 즉, 조향각 제어부(120)는 전방 주시 거리(Look ahead distance) 기반 키네마틱 조향 제어를 수행할 수 있다.
- [0099] S420 단계가 수행되면, 토크 벡터링 제어부(130)는 경로정보의 횡오차 및 각도오차에 기초하여 LKAS 기반 토크 벡터링(Torque vectoring) 제어를 수행한다(S430). 즉, 토크 벡터링 제어부(130)는 차량 전륜과 가장 가까운 점과의 거리오차인 횡오차를 산출하고, 차량 헤딩과 주행 방향 벡터의 각도오차를 산출할 수 있다. 그런 후, 토크 벡터링 제어부(130)는 횡오차 및 각도오차에 기초하여 전륜 조향각을 산출하고, 산출된 전륜 조향각을 이용하여 제어 모멘트를 생성할 수 있다. 이때, 토크 벡터링 제어부(130)는 수학적 3을 이용하여 제어 모멘트를 생성할 수 있다. 그런 후 토크 벡터링 제어부(130)는 제어 모멘트를 좌우 차륜의 중심간 거리인 트레드로 나누어 추가 모터토크를 산출하고, 추가 모터토크를 후륜 모터에 분배할 수 있다. 이때, 모터토크가 후륜 모터의 최대 토크를 초과하는 경우, 토크 벡터링 제어부(130)는 추가 모터토크 전륜 모터에 분배할 수 있다.
- [0100] 본 발명의 실시예에서는 S420 단계 이후 S430 단계를 수행하는 것으로 설명하였으나, S420 단계와 S430 단계는 동시에 수행될 수 있다.
- [0101] 한편, 차량(10)이 안정성을 잃고 미끄러지기 시작할 때는 ESC 진입이 필수적이다.
- [0102] 이에, ESC 진입 판단부(140)는 토크 벡터링 제어부(130)로부터 수신한 제1 횡슬립각과 ESC부(150)로부터 수신한 제2 횡슬립각의 차가 기 설정된 일정 값(k)을 초과하는지를 판단하고(S440), 초과하는 경우 ESC 제어진입신호를 ESC부(150)로 전송한다(S450). 즉, LKAS의 제1 횡슬립각과 ESC부(150)의 제2 횡슬립각의 차이가 일정값을 초과하는 경우, ESC 진입 판단부(140)는 ESC 진입이 필요하다고 판단하여, LKAS 기반 토크 벡터링 제어에서 ESC 제어로 전환시킬 수 있다.
- [0104] 상술한 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치 및 그 방법은, 미래 경로중 예견점(Look ahead point)을 활용하는 pure pursuit 알고리즘을 이용하여 전륜 조향각을 제어할 수 있고, 현재 무게중심의 경로 각도오차 및 횡오차를 활용하는 LKAS 기반 토크 벡터링을 통해 횡오차 및 각도오차를 보정할 수 있으며, 이를 통해 막대한 계산 성능을 요구하지 않으면서도 부드러운 주행을 할 수 있고, 정밀한 경로추종제어를 할 수 있다.
- [0105] 본 발명의 일 실시예에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치 및 그 방법은, 차량 안정성 관점에서 주행경로의 횡오차/각도오차를 활용하여 상시 모멘트 제어를 하기 때문에, ESC진입 시점을 늦출 수 있다.
- [0106] 본 발명의 일 실시예에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치 및 그 방법은, 차량이 안정성을 잃고 미끄러지기 시작할 때는 ESC진입이 필수적인데, LKAS 기반 토크 벡터링의 상시 모멘트 제어에서 ESC 진입하기 위한 인덱스(index)를 제공함으로써 자율주행제어와 사시제어 시스템의 연계성을 강화시킬 수 있다.
- [0107] 본 발명의 일 실시예에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치 및 그 방법은, 자율주행 시스템의 종방향 제어를 방해하지 않도록 후륜 모터를 먼저 활용하고, 후륜 모터가 포화시에는 차량의 종방향 제어보다 횡/각도 오차보정을 더 높은 우선순위로 고려함으로써 차량의 안정성을 향상시킬 수 있다.

[0108] 본 발명의 일 실시예에 따른 독립구동 전기자동차의 자율 주행 제어 장치 및 그 방법은, Pure pursuit의 컷코너 현상을 제거할 수 있고, U턴 등의 높은 곡률을 갖는 도로의 주행을 가능하게 하는 효과가 있다.

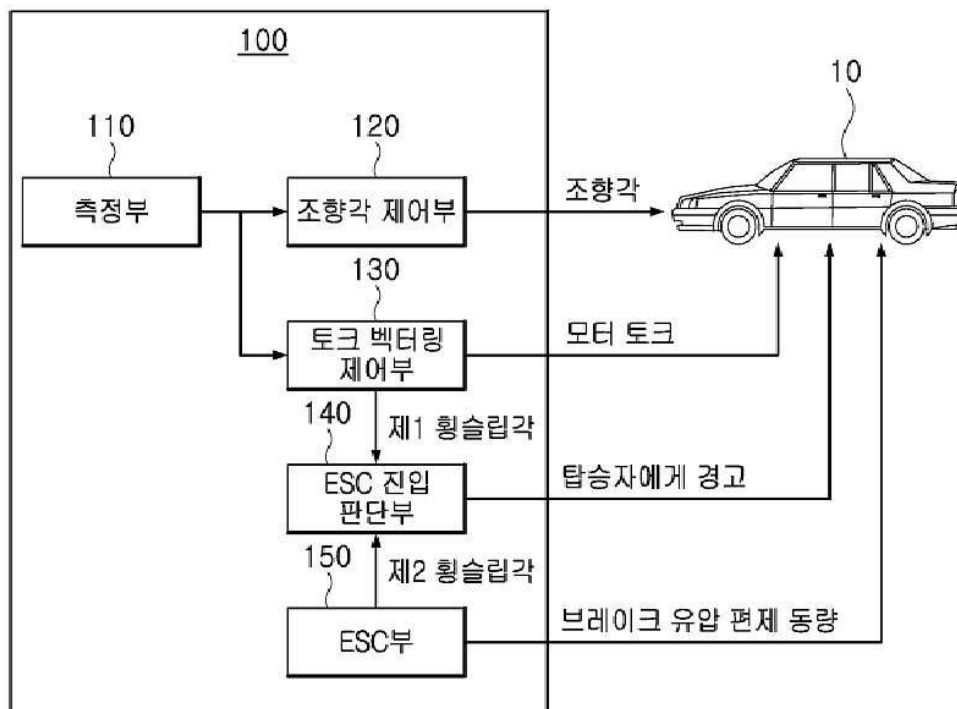
[0109] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의해서 정하여져야 할 것이다.

부호의 설명

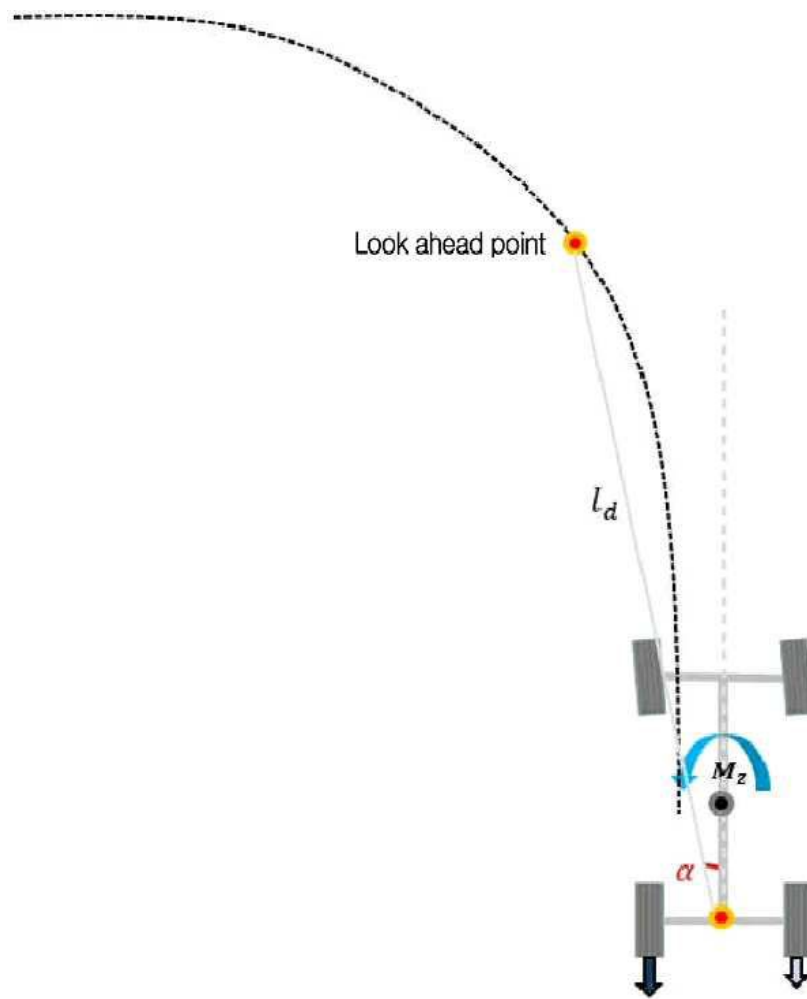
- [0110] 100 : 자율 주행 제어 장치
 110 : 측정부
 120 : 조향각 제어부
 130 : 토크 벡터링 제어부
 140 : ESC 진입 판단부
 150 : ESC부

도면

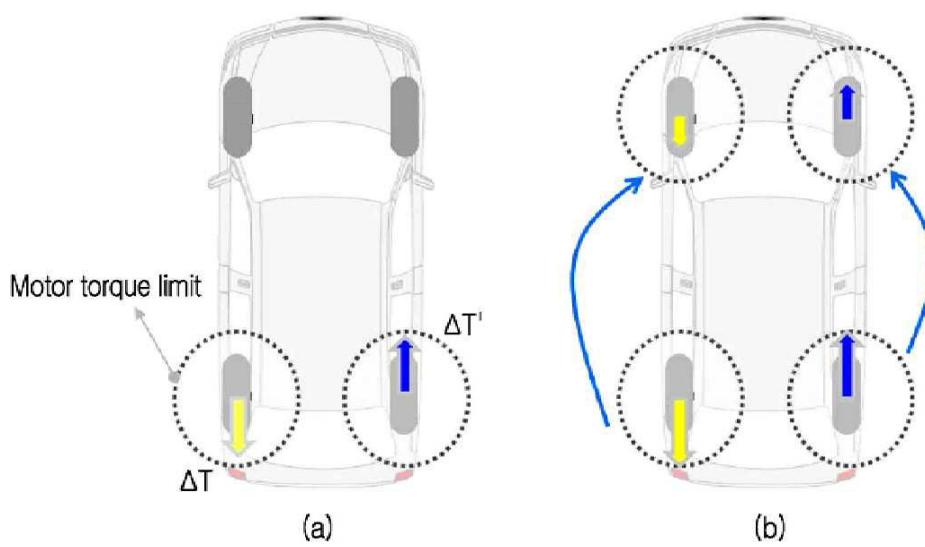
도면1



도면2



도면3



도면4

