



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0068681
(43) 공개일자 2018년06월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B60W 30/045 (2012.01) B60W 30/18 (2006.01)
B60W 40/107 (2012.01) B60W 40/109 (2012.01)
B60W 40/114 (2012.01)

(52) CPC특허분류

B60W 30/045 (2013.01)
B60W 30/18145 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0170610

(22) 출원일자 2016년12월14일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

현대자동차주식회사

서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

한국기술교육대학교 산학협력단

충남 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, 내 (한국기술교육대학교)

(72) 발명자

조완기

경기도 용인시 수지구 신봉1로71번길 25 신봉마을
자이3차아파트 303동 1003호

유승한

서울특별시 동작구 만양로 19 신동아리버파크아파트 707-1109

(74) 대리인

특허법인태평양

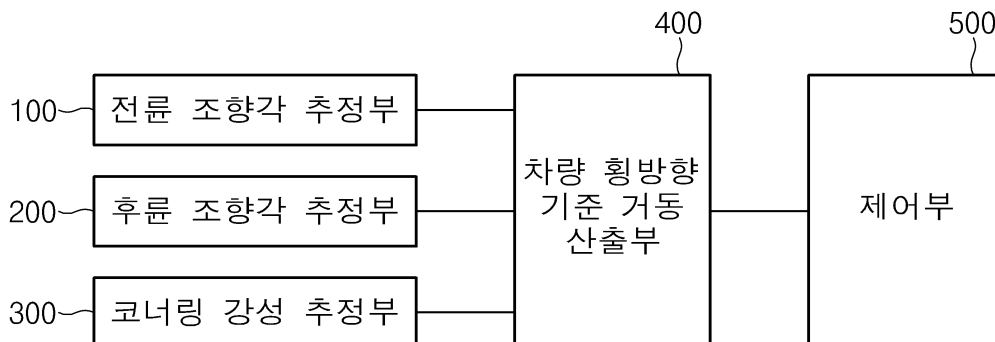
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 차량의 거동 산출 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명의 일실시예에 따른 차량의 거동 산출 시스템은 차량의 조향각을 추정하는 전륜 및 후륜 조향각 추정부, 기준 코너링 강성값, 종가속도, 횡가속도, 휠속도, 능동/반능동 현가장치 제어량을 고려한 코너링 강성 변동량 값을 추정하는 코너링 강성 추정부, 상기 전륜 및 후륜 조향각 추정부와 코너링 강성 추정부에 의해 추정된 상기 차량의 횡방향 제어에서 사용되는 기준 요레이트, 기준 횡슬립각 및 기준 횡가속도를 포함하는 횡방향 기준 거동 값을 산출하는 차량 횡방향 기준 거동 산출부 및 상기 산출된 횡방향 기준 거동값에서 요구 제어값을 제어하는 제어부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B60W 40/107 (2013.01)

B60W 40/109 (2013.01)

B60W 40/114 (2013.01)

B60W 2520/105 (2013.01)

B60W 2520/125 (2013.01)

B60W 2520/14 (2013.01)

B60W 2520/28 (2013.01)

B60W 2540/18 (2013.01)

B60Y 2300/1815 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

차량의 조향각을 추정하는 전륜 및 후륜 조향각 추정부;

기준 코너링 강성값, 종가속도, 횡가속도, 횡속도, 능동/반능동 현가장치 제어량을 고려한 코너링 강성 변동량을 추정하는 코너링 강성 추정부;

상기 전륜 및 후륜 조향각 추정부와 코너링 강성 추정부에 의해 추정된 상기 차량의 횡방향 제어에서 사용되는 기준 요레이트, 기준 횡슬립각 및 기준 횡가속도를 포함하는 횡방향 기준 거동값을 산출하는 차량 횡방향 기준 거동 산출부; 및

상기 산출된 횡방향 기준 거동값에서 요구 제어값을 제어하는 제어부를 포함하는 차량의 거동 산출 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 전륜 및 후륜 조향각 추정부는

기구학적 조향각, 롤스티어각, 컴플라이언스 스티어각에 의한 차량의 조향각을 추정하는 차량의 거동 산출 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 기구학적 조향각은

운전자가 조작한 조향휠의 조향각을 상기 차량에 구비된 조향각 센서로 측정하여 산출하는 차량의 거동 산출 시스템.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 롤스티어각은

상기 차량의 롤동역학 모델과 횡가속도 센서로 측정된 차량의 롤각을 이용하여 산출하는 차량의 거동 산출 시스템.

청구항 5

청구항 2에 있어서,

상기 컴플라이언스 스티어각은

상기 차량의 횡동역학 모델과 횡가속도 센서 및 요레이트 센서로 측정된 전륜 또는 횡력을 이용하여 산출하는 차량의 거동 산출 시스템.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 제어부는

산출된 차량의 횡방향 기준 거동값에서 요구 제어 모멘트, 요구 제어 타이어힘, 요구 제동력/요구 제동압, 요구

엔진토크/요구 구동력 또는 요구 조향각을 제어하는 차량의 거동 산출 시스템.

청구항 7

차량의 조향각을 추정하는 단계;

기준 코너링 강성값, 증가속도, 횡가속도, 횡속도, 능동/반능동 현가장치 제어량을 고려한 코너링 강성 변동량 값을 추정하는 단계;

상기 추정된 조향각 및 코너링 강성 변동량 값을 이용하여 차량의 횡방향 제어에서 사용되는 기준 요레이트, 기준 횡슬립각 및 기준 횡가속도를 포함하는 횡방향 기준 거동값을 산출하는 단계; 및

상기 산출된 횡방향 기준 거동값에서 요구 제어값을 제어하는 단계

를 포함하는 차량의 거동 산출 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 차량의 조향각을 추정하는 단계는,

기구학적 조향각, 롤스티어각, 컴플라이언스 스티어각에 의한 차량의 조향각을 추정하는 단계를 포함하는 차량의 거동 산출 방법.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 산출된 횡방향 기준 거동값에서 요구 제어값을 제어하는 단계는,

상기 산출된 횡방향 기준 거동값에서 요구 제어 모멘트, 요구 제어 타이어힘, 요구 제동력/요구 제동압, 요구 엔진토크/요구 구동력 또는 요구 조향각을 제어하는 것을 특징으로 하는 차량의 거동 산출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 차량의 거동 산출 시스템 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 차량의 횡방향을 기준으로 차량의 거동을 산출하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 차량의 안정성 제어시스템(Electronic Stability Program; ESP)은 운전자의 운전 중 타이어의 접촉 한계에 이르는 위험한 상황에서 적절한 바퀴를 제어함으로써 차량을 운전자가 원하는 방향으로 운동시키는 시스템이다.

[0003] 이러한 차량의 안정성 제어시스템은 타이어와 노면 사이의 접촉한계가 차량의 후륜에서 먼저 도달했을 때 나타나는 스핀 아웃(Spin-Out) 현상인 오버스티어시와 전륜에서 먼저 타이어와 노면의 접촉 한계에 도달함에 따라 나타나는 드리프트(Drift) 현상인 언더스티어시 서로 다른 제어를 수행하여 차량이 운전자가 원하는 방향으로 운동하도록 한다. 즉, 오버스티어시에는 전륜 외측 바퀴에 제동력을 가하여 차량의 바깥쪽으로 작용하는 보상 모멘트를 생성시킴으로써 차량의 조정성 상실을 방지하고, 언더스티어시에는 후륜 내측 바퀴에 제동력을 가하여 차량의 안쪽으로 작용하는 보상 모멘트를 생성시킴으로써 차량이 원하는 궤적에서 바깥쪽으로 밀려나는 것을 방지한다.

[0004] 이러한 보상 모멘트는 선회속도센서를 통해 얻어진 차량운동량(Actual Vehicle Motion) 제어기의 차량 모델에서 계산된 기준 선회속도량(안정기준값; Stability Criterion)보다 실제 차량운동량이 클 경우 적절한 차륜의 압력 제어에 의한 제동력에 의하여 발생된다. 이때, 제어의 기준이 되는 기준 선회속도량은 운전자가 원하는 차량의 궤적을 나타내는 안정 기준값(Stability Criterion)이며, 이는 선회속도로써 나타낼 수 있다.

[0005] 이 운전자가 원하는 선회속도 즉 기준 선회속도($r_{desired}$)는 기본 물리법칙에 의거하여 다음과 같이 조향각(δ

teer)과 차속(V_x)으로부터 결정된다.

[0006] 차량의 오버스티어와 언더스티어는 상기한 식으로부터 산출되는 기준 선회속도량과 차량 센서로부터 측정된 실제 선회속도량사이의 차이인 선회속도량 오차로부터 결정되며, 이 선회속도량 오차로부터 보상모멘트를 만들 수 있도록 각 바퀴의 제동장치를 독립적으로 제어함으로써 차량의 안정성을 확보한다.

[0007] 그러나, 이러한 제어방식은 차량 거동에 따라 보상모멘트 제어에 대한 필요성을 만들 다를 뿐 원하지 않는 선회모멘트를 보상하는 필요한 보상모멘트의 양을 산출할 수 없어 그에 따른 적절한 오버스티어 제어 또는 언더스티어 제어를 수행할 없으므로 오버스티어 또는 언더스티어시, 차량이 정상상태로 복귀하는 데 시간이 오래 걸릴 뿐만 아니라, 각각의 제어가 지나친 경우에는 차량의 안정성 및 조정성에 나쁜 영향을 미치는 문제점이 있다.

선행기술문헌

[0008] [특허문헌] 한국등록특허 10-0907868호.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 차량의 전륜 및 후륜 조향각 추정부와 전륜 및 후륜 코너링 강성 추정부를 구비하여 차량의 기준 요레이트, 기준 횡가속도, 기준 횡슬립각을 포함하는 차량의 횡방향 제어를 위한 기준이 되는 차량의 거동을 산출하는 차량의 거동 산출 시스템 및 방법을 제공한다.

[0010] 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있으며, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 알게 될 것이다. 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타낸 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일실시예에 따른 차량의 거동 산출 시스템은 차량의 조향각을 추정하는 전륜 및 후륜 조향각 추정부, 기준 코너링 강성값, 종가속도, 횡가속도, 횡속도, 능동/반능동 현가장치 제어량을 고려한 코너링 강성 변동량 값을 추정하는 코너링 강성 추정부, 상기 전륜 및 후륜 조향각 추정부와 코너링 강성 추정부에 의해 추정된 상기 차량의 횡방향 제어에서 사용되는 기준 요레이트, 기준 횡슬립각 및 기준 횡가속도를 포함하는 횡방향 기준 거동값을 산출하는 차량 횡방향 기준 거동 산출부 및 상기 산출된 횡방향 기준 거동값에서 요구 제어값을 제어하는 제어부를 포함한다.

[0012] 또한, 상기 전륜 및 후륜 조향각 추정부는 기구학적 조향각, 롤스티어각, 컴플라이언스 스티어각에 의한 차량의 조향각을 추정할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 기구학적 조향각은 운전자가 조작한 조향휠의 조향각을 상기 차량에 구비된 조향각 센서로 측정하여 산출할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 롤스티어각은 상기 차량의 롤동역학 모델과 횡가속도 센서로 측정된 차량의 롤각을 이용하여 산출할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 컴플라이언스 스티어각은 상기 차량의 횡동역학 모델과 횡가속도 센서 및 요레이트 센서로 측정된 전륜 또는 후륜을 이용하여 산출할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 제어부는 산출된 차량의 횡방향 기준 거동값에서 요구 제어 모멘트, 요구 제어 타이어힘, 요구 제동력/요구 제동압, 요구 엔진토크/요구 구동력 또는 요구 조향각을 제어할 수 있다.

[0017] 아울러, 본 발명의 일실시예에 따른 차량의 거동 산출 방법은 차량의 조향각을 추정하는 단계, 기준 코너링 강성값, 종가속도, 횡가속도, 횡속도, 능동/반능동 현가장치 제어량을 고려한 코너링 강성 변동량 값을 추정하는 단계;

[0018] 상기 추정된 조향각 및 코너링 강성 변동량 값을 이용하여 차량의 횡방향 제어에서 사용되는 기준 요레이트, 기준 횡슬립각 및 기준 횡가속도를 포함하는 횡방향 기준 거동값을 산출하는 단계 및 상기 산출된 횡방향 기준 거동값에서 요구 제어값을 제어하는 단계를 포함한다.

[0019] 또한, 상기 차량의 조향각을 추정하는 단계는, 기구학적 조향각, 롤스티어각, 컴플라이언스 스티어각에 의한 차

량의 조향각을 추정하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0020] 또한, 상기 산출된 횡방향 기준 거동값에서 요구 제어값을 제어하는 단계는, 상기 산출된 횡방향 기준 거동값에서 요구 제어 모멘트, 요구 제어 타이어힘, 요구 제동력/요구 제동압, 요구 엔진토크/요구 구동력 또는 요구 조향각을 제어할 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 기술은 차량의 주행상황에서의 일관적이지 않은 차량의 모델 오차를 차량의 횡방향 기준 모델 산출 방법을 이용하여 차량의 주행상황에서 차량의 모델 오차가 감소하도록 제어함으로써, 차량의 횡방향 제어 장치를 위한 개발 기간 또는 튜닝 비용을 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 차량의 거동 산출 시스템을 설명하는 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 차량의 거동 산출 시스템 내 차량의 전륜 조향각 추정부를 설명하는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 차량의 거동 산출 시스템 내 차량의 후륜 조향각 추정부를 설명하는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 차량의 거동 산출 시스템 내 차량의 코너링 강성 추정부를 설명하는 도면이다.
- 도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 일실시예에 따른 차량의 거동 산출 시스템의 기준 차량 모델과 실제 차량의 거동을 비교한 그래프이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 차량의 거동 산출 방법을 실행하는 컴퓨팅 시스템을 보여주는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 통해 설명될 것이다. 그러나 본 발명은 여기에서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 단지, 본 실시예들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위하여 제공되는 것이다.
- [0024] 도면들에 있어서, 본 발명의 실시예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니며 명확성을 기하기 위하여 과장된 것이다. 본 명세서에서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이며, 의미 한정이나 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 권리 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다.
- [0025] 본 명세서에서 '및/또는'이란 표현은 전후에 나열된 구성요소들 중 적어도 하나를 포함하는 의미로 사용된다. 또한, '연결되는/결합되는'이란 표현은 다른 구성요소와 직접적으로 연결되거나 다른 구성요소를 통해 간접적으로 연결되는 것을 포함하는 의미로 사용된다. 본 명세서에서 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 또한, 명세서에서 사용되는 '포함한다' 또는 '포함하는'으로 언급된 구성요소, 단계, 동작 및 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및 소자의 존재 또는 추가를 의미한다.
- [0026] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [0027] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 차량의 거동 산출 시스템을 설명하는 구성도이다.
- [0028] 도 1을 참조하면, 차량의 거동 산출 시스템은 전륜(front wheels) 조향각 추정부(100), 후륜(rear wheels) 조향각 추정부(200), 코너링 강성 추정부(300), 횡방향 기준 거동 산출부(400) 및 제어부(500)를 포함한다.
- [0029] 전륜(front wheel) 조향각 추정부(100)는 운동학적(kinematic) 기어비에 의한 조향각(기구학적 조향각 또는 운전자 조향에 의한 운동학적 조향각), 롤스티어에 의한 조향각(롤스티어각), 컴플라이언스(compliance) 스티어에 의한 조향각(컴플라이언스 스티어각)을 추정한다.
- [0030] 여기서, 운동학적(kinematic) 기어비에 의한 조향각은 타이어 조향각 중에서, 운전자가 입력하는 스티어링 휠(steering wheel)의 조향각에 의한 타이어 조향각이다. 즉, 운동학적(kinematic) 기어비에 의한 조향각은 차량의 스티어링 휠의 각도에서 양쪽의 타이어 조향각까지 차량의 거동 산출 시스템의 기구학적인 설계 파라미터에

의하여 운동학적으로 결정되는 감속 기어비를 곱하여 산출할 수 있다.

[0031] 여기서, 롤스티어는 차량의 선회 시, 차량에 구비된 타이어의 수직 방향의 변위에 대하여 서스펜션 지오메트리에 의해 결정되는 토우각이 발생하고, 좌측 및 우측의 평균적인 토우방향의 조향각이 생성되는 것이고, 롤스티어에 의한 조향각은 추정된 롤각 혹은 차량의 횡가속도의 비례식을 이용하여 산출할 수 있다.

[0032] 여기서, 컴플라이언스 스티어에 의한 조향각은 타이어의 횡력에 대응하여 타이어를 고정하는 부시류의 변형에 의해 생성되는 조향각이 생성된 것이고, 컴플라이언스 스티어에 의한 조향각은 타이어의 횡력 및 차량의 횡가속도의 비례식을 이용하여 산출할 수 있다.

[0033] 후륜 조향각 추정부(200)는 후륜 조향 장치가 있는 경우, 운동학적(kinematic) 기어비에 의한 조향각, 롤스티어에 의한 조향각, 컴플라이언스 스티어에 의한 조향각을 추정한다.

[0034] 코너링 강성 추정부(300)는 코너링 강성값(고정값), 종가속도, 횡가속도, 휠속도(FL, FR, RL, RR), 능동 및 반능동 현가장치 제어량 등을 반영하여 코너링 강성 변동량 값을 추정한다.

[0035] 차량 횡방향 기준 거동 산출부(400)는 전륜 조향각 추정부, 후륜 조향각 추정부 및 코너링 강성 추정부에 의해 추정된 전륜 및 후륜 조향각 정보 및 전륜 및 후륜 코너링 강성 정보를 기준으로 하기 수학식 1 및 2를 이용하여 차량의 횡방향 제어에서 사용되는 기준 요레이트(r_{ref}), 기준 횡가속도($A_{y,ref}$) 및 기준 횡슬립각(β_{ref})을 포함하는 차량의 횡방향 기준 거동을 산출한다.

[0036] [수학식 1]

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \beta_{ref} \\ r_{ref} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{c_f + c_r}{mv_x} & -1 + \frac{c_r l_r - c_f l_f}{mv_x^2} \\ \frac{c_r l_r - c_f l_f}{I_z} & -\frac{c_f l_f^2 + c_r l_r^2}{I_z v_x} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_{ref} \\ r_{ref} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{c_f}{mv_x} \\ \frac{c_f l_f}{I_z} \end{bmatrix} \delta$$

[0037]

[0038] [수학식 2]

$$A_{y,ref} = v_x(\dot{\beta}_{ref} + r_{ref})$$

[0039]

[0040] 여기서, β_{ref} 는 기준 횡슬립각이고, r_{ref} 는 기준 요레이트이며, $A_{y,ref}$ 는 기준 횡가속도이고, C_f , C_r 은 전륜 및 후륜 코너링 강성값이며, l_f , l_r 은 무게 중심에서 전륜과 후륜까지의 거리이고, m 은 차량의 질량이며, I_z 는 차량의 요 회전관성이고, v_x 는 차량의 종방향 속도이며, δ 는 전륜 타이어의 조향각이다.

[0041] 제어부(500)는 산출된 차량의 횡방향 기준 거동값에서 요구 제어 모멘트, 요구 제어 타이어힘, 요구 제동력/제동압, 요구 엔진토크/구동력 또는 요구 조향각 등을 제어하고 액추에이터에 분배한다.

[0042] 즉, 제어부(500)는 산출된 차량의 횡방향 기준 거동값과 차량에서 계속되는 실측 거동값(실측 요레이트, 횡가속도 및 횡슬립각 등)을 비교하여 차이가 발생하면, 요구 제어 모멘트, 요구 제어 타이어힘, 요구 제동력/제동압, 요구 엔진토크/구동력 또는 요구 조향각 등을 제어할 수 있다.

[0043] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 차량의 거동 산출 시스템 내 차량의 전륜 조향각 추정부를 설명하는 도면이다.

[0044] 도 2를 참조하면, 전륜 조향각 추정부(100)는 수학식 3 및 4를 이용하여 운전자가 조작한 조향휠의 조향각(1)을 차량에 구비된 조향각 센서로 측정하여 조향 기어비에 따른 기구학적 조향각(110)을 산출하고, 차량의 물동역학 모델과 횡가속도 센서의 신호값을 이용하여 추정된 차량의 롤각(2)으로 산출되는 전륜 롤스티어각(120)을 산출하며, 차량의 횡동역학 모델과 차량의 횡가속도 및 요레이트 센서의 신호값을 이용하여 추정된 전륜 횡력(3)으로 추정되는 전륜 컴플라이언스 스티어각(130)을 각각 생성하여 차량 전륜 조향각을 최종 결정한다.

[0045] [수학식 3]

$$\begin{aligned}\delta_f &= \delta_{f,kinematic} + \delta_{f,roll} + \delta_{f,compliance} \\ &= \delta_{f,kinematic} + k_{f,roll} \cdot \phi + k_{f,comp} \cdot F_{y,f} \\ &\cong \delta_{f,kinematic} + k_f \cdot a_{y,sensor,filtered}\end{aligned}$$

[0046]

[0047] [수학식 4]

[0048]

[0049] 여기서, δ_f 는 전륜 조향각이고, $\delta_{f,kinematic}$ 는 기구학적 조향각이며, $\delta_{f,roll}$ 는 롤스티어각이고, $\delta_{f,compliance}$ 는 컴플라이언스 스티어각이며, $F_{y,f}$ 는 타이어의 횡력이고, $roll_gain$ 는 횡가속도와 롤각의 비례 계수이며, τ_{roll} 은 롤동역학 시정수이다.

[0050] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 차량의 거동 산출 시스템 내 차량의 후륜 조향각 추정부를 설명하는 도면이다.

[0051] 도 3을 참조하면, 후륜 조향각 추정부(200)는 수학식 5 및 6을 이용하여 후륜 조향 액추에이터 센서(4)로부터 기구학적 관계식에 따른 기구학적 조향각(210)을 산출(후륜 조향 장치가 없는 경우, 0으로 일차적인 후륜 타이어 조향각을 산출)하고, 차량의 롤동역학 모델과 횡가속도 센서 신호값을 이용하여 추정된 차량 롤각(5)으로 산출되는 후륜 롤스티어각(220)을 산출하며, 차량의 횡동역학 모델과 차량의 횡가속도 및 요레이트 센서의 신호값을 이용하여 추정된 후륜 횡력(6)으로 추정되는 후륜 컴플라이언스 스티어각(230)을 각각 생성하여 차량 후륜 조향각을 최종 결정한다.

[0052] [수학식 5]

$$\begin{aligned}\delta_r &= \delta_{r,kinematic} + \delta_{r,roll} + \delta_{r,compliance} \\ &= \delta_{r,kinematic} + k_{roll} \cdot \phi + k_{comp} \cdot F_{y,r} \\ &\cong \delta_{r,kinematic} + k_r \cdot a_{y,sensor,filtered}\end{aligned}$$

[0053]

[0054] [수학식 6]

$$\phi = \frac{roll_gain}{\tau_{roll}s+1} a_{y,sensor}$$

[0055]

[0056] 여기서, δ_r 은 후륜 조향각이고, $\delta_{r,kinematic}$ 는 기구학적 조향각이며,

[0057] $\delta_{r,roll}$ 는 롤스티어각이고, $\delta_{r,compliance}$ 는 컴플라이언스 스티어각이며, $F_{y,r}$ 는 타이어의 횡력이고, $roll_gain$ 은 횡가속도와 롤각의 비례 계수이며, τ_{roll} 은 롤동역학 시정수이다.

[0058] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 차량의 거동 산출 시스템 내 차량의 코너링 강성 추정부를 설명하는 도면이다.

[0059] 도 4를 참조하면, 코너링 강성 추정부(300)에서는 수학식 7 및 8을 이용하여 횡가속도 센서(7)가 측정한 횡방향 하중전이가 커지면 코너링 강성값은 감소하고, 종가속도 센서(8)가 측정한 중향? 힘의 증가하면 코너링 강성값은 감소하며, 휠속도 센서(9)가 측정한 차속이 증가하면 공력 변화에 의한 전륜 및 후륜의 수직항력의 변동으로 코너링 강성값이 변화하고, 능동 및 반능동 현가장치(10)가 구비된 경우에 전륜 및 후륜 강성비 및 댐핑계수 비율에 따라 코너링 강성값(11)이 변동된다.

[0060] 구체적으로, 코너링 강성 추정부(300)에서는 차량의 주행상황에 따라 실시간으로 변동하는 코너링 강성값을 산출하기 위하여 기준(정규화 또는 nominal) 코너링 강성값을 우선적으로 산출하고, 횡방향의 하중전이, 타이어의

비선형적 특성, 종방향 힘의 영향도, 수직방향으로 힘의 영향도, 차량 종방향 속도에 의한 영향도를 추가적으로 고려하기 위하여 증가속도, 횡가속도, 횡속도(FL, FR, RL, RR), 능동 및 반능동 현가장치 제어량을 이용하여 코너링 강성 변동량을 산출하고, 산출된 코너링 강성 변동량과 기준 코너링 강성값을 곱하여 최종 코너링 강성값으로 산출한다.

[수학식7]

$$C_f = C_{f,nom} \cdot LUT_{F,Lat}(a_y, \mu) \cdot LUT_{F,\frac{F}{R}}\left(\Delta \frac{C_{\phi F}}{C_{\phi R}}, \Delta \frac{K_{\phi F}}{K_{\phi R}}\right) \cdot LUT_{F,Fx}(F_{x,i}, \mu F_{z,i}) \\ \cdot LUT_{F,Long}(a_x) \cdot LUT_{F,Air}(V_x)$$

[수학식 8]

$$C_r = C_{r,nom} \cdot LUT_{R,Lat}(a_y, \mu) \cdot LUT_{R,\frac{F}{R}}\left(\Delta \frac{C_{\phi F}}{C_{\phi R}}, \Delta \frac{K_{\phi F}}{K_{\phi R}}\right) \\ \cdot LUT_{R,Fx}(F_{x,i}, \mu F_{z,i}) \cdot LUT_{R,Long}(a_x) \cdot LUT_{R,Air}(V_x)$$

여기서, $LUT_{*,Lat}(a_y, \mu)$ 은 횡하중전이, 횡슬립에 대한 비선형성을 반영하는 정규화(0~1) 룩업 테이블(look-up table, LUT)이고, $LUT_{*,F/R}\left(\Delta \frac{C_{\phi F}}{C_{\phi R}}, \Delta \frac{K_{\phi F}}{K_{\phi R}}\right)$ 은 횡하중전이 이용 시에 필요한 실시간 전륜 및 후륜 댐핑계수비 및 강성비 반영을 위한 정규화(0~1) 룩업 테이블이며, $LUT_{*,Fx}(F_{x,i}, \mu F_{z,i})$ 은 종방향의 힘 때문에 발생하는 횡력 감소를 반영하기 위한 정규화(0~1) 룩업 테이블이고, $LUT_{*,Long}(a_x)$ 은 종방향의 하중전이를 반영하기 위한 a_x 입력의 정규화(0~2) 룩업 테이블이며, $LUT_{*,Air}(V_x)$ 은 V_x 에 따른 수직항력에 대한 공력 영향도(z-axis force, y-axis moment)를 반영하기 위한 정규화(0~1,2) 룩업테이블이다.

도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 일실시예에 따른 차량의 거동 산출 시스템의 기준 모델 차량과 실제 차량의 거동을 비교한 그래프이다.

도 5a 및 도 5b를 참조하면, 도 5a 및 도 5b에 개시된 그래프의 X축은 시간이고, Y축은 각각 차량의 횡슬립각 및 요레이트이다.

여기서, 차량의 일반적인 주행에서는 기준 모델 차량(A)과 실제 차량(B)의 거동은 시간에 따라 각각 횡슬립각 및 요레이트의 변동이 거의 없다.

도 5c 및 도 5d를 참조하면, 도 5c 및 도 5d에 개시된 그래프의 X축은 시간이고, Y축은 각각 차량의 횡슬립각 및 요레이트이다.

여기서, 횡가속도가 커지는 차량의 주행상황에서는 기준 모델 차량(A)과 실제 차량(B)의 거동은 시간에 따라 각각 횡슬립각 및 요레이트의 변동이 있다.

그러나, 차량의 횡방향 기준 거동 산출부에서 산출된 기준 요레이트, 기준 횡가속도 및 기준 횡슬립각이 적용된 기준 모델 차량(C)과 실제 차량(A)의 거동은 시간에 따라 각각 횡슬립각 및 요레이트의 변동이 거의 없다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 차량의 거동 산출 방법을 실행하는 컴퓨팅 시스템을 보여주는 블록도이다.

도 6을 참조하면, 컴퓨팅 시스템(1000)은 버스(1200)를 통해 연결되는 적어도 하나의 프로세서(1100), 메모리(1300), 사용자 인터페이스 입력 장치(1400), 사용자 인터페이스 출력 장치(1500), 스토리지(1600), 및 네트워크 인터페이스(1700)를 포함할 수 있다.

프로세서(1100)는 중앙 처리 장치(CPU) 또는 메모리(1300) 및/또는 스토리지(1600)에 저장된 명령어들에 대한 처리를 실행하는 반도체 장치일 수 있다. 메모리(1300) 및 스토리지(1600)는 다양한 종류의 휘발성 또는 불휘발성 저장 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리(1300)는 ROM(Read Only Memory) 및 RAM(Random Access

Memory)을 포함할 수 있다.

[0075] 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들과 관련하여 설명된 방법 또는 알고리즘의 단계는 프로세서(1100)에 의해 실행되는 하드웨어, 소프트웨어 모듈, 또는 그 2 개의 결합으로 직접 구현될 수 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM 메모리, 플래시 메모리, ROM 메모리, EPROM 메모리, EEPROM 메모리, 레지스터, 하드 디스크, 착탈형 디스크, CD-ROM과 같은 저장 매체(즉, 메모리(1300) 및/또는 스토리지(1600))에 상주할 수도 있다. 예시적인 저장 매체는 프로세서(1100)에 커플링되며, 그 프로세서(1100)는 저장 매체로부터 정보를 판독할 수 있고 저장 매체에 정보를 기입할 수 있다. 다른 방법으로, 저장 매체는 프로세서(1100)와 일체형일 수도 있다. 프로세서 및 저장 매체는 주문형 집적회로(ASIC) 내에 상주할 수도 있다. ASIC는 사용자 단말기 내에 상주할 수도 있다. 다른 방법으로, 프로세서 및 저장 매체는 사용자 단말기 내에 개별 컴포넌트로서 상주할 수도 있다.

[0076] 본 기술은 차량의 주행상황에서의 일관적이지 않은 차량의 모델 오차를 차량의 횡방향 기준 모델 산출 방법을 이용하여 차량의 주행상황에서 차량의 모델 오차가 감소하도록 제어함으로써, 차량의 횡방향 제어 장치를 위한 개발 기간 또는 튜닝 비용을 감소시킬 수 있다.

[0077] 한편, 전술한 바와 같은 본 발명의 방법은 컴퓨터 프로그램으로 작성이 가능하다. 그리고 상기 프로그램을 구성하는 코드 및 코드 세그먼트는 당해 분야의 컴퓨터 프로그래머에 의하여 용이하게 추론될 수 있다. 또한, 상기 작성된 프로그램은 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체(정보저장매체)에 저장되고, 컴퓨터에 의하여 판독되고 실행됨으로써 본 발명의 방법을 구현한다. 그리고 상기 기록매체는 컴퓨터가 판독할 수 있는 모든 형태의 기록매체를 포함한다.

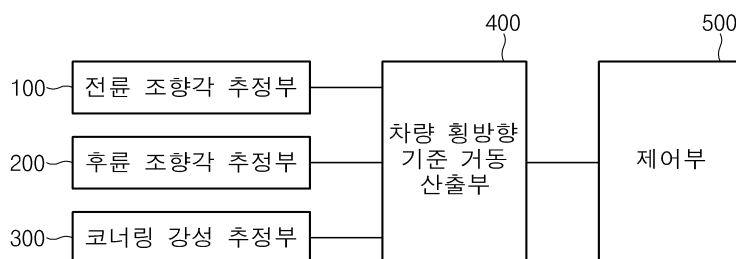
[0078] 이상, 본 발명은 비록 한정된 구성과 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명의 기술적 사상은 이러한 것에 한정되지 않으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해, 본 발명의 기술적 사상과 하기 기재될 특허청구범위의 균등범위 내에서 다양한 수정 및 변형 실시가 가능할 것이다.

부호의 설명

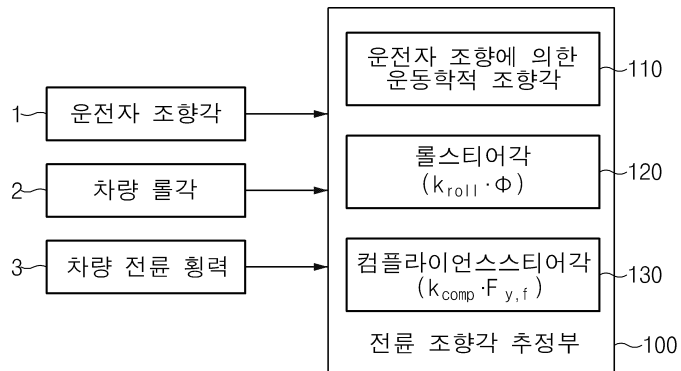
[0079] 100: 전륜 조향각 추정부 200: 후륜 조향각 추정부
300: 코너링 강성 추정부 400: 차량 횡방향 기준 거동 산출부
500: 제어부

도면

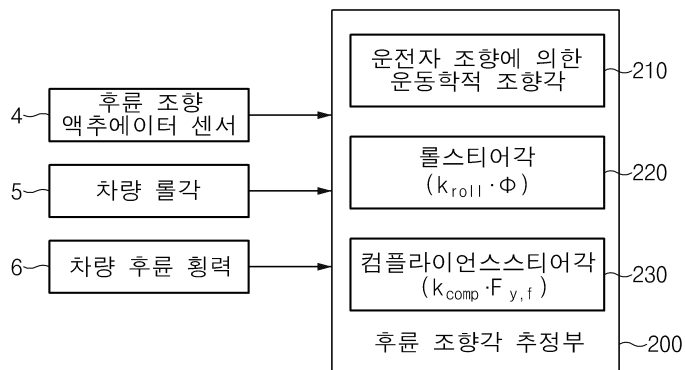
도면1



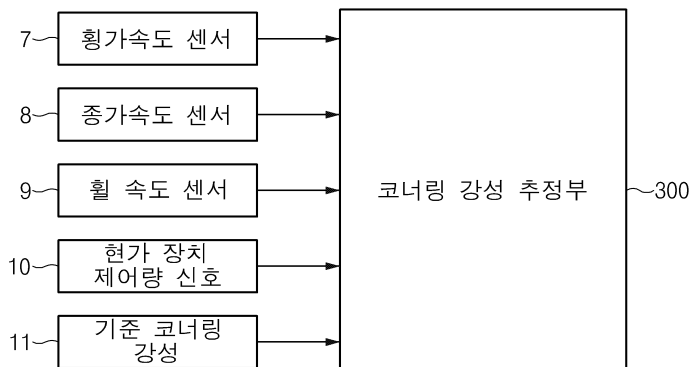
도면2



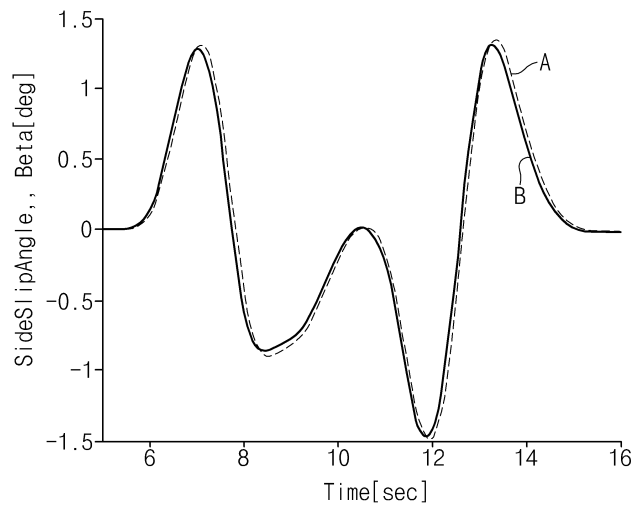
도면3



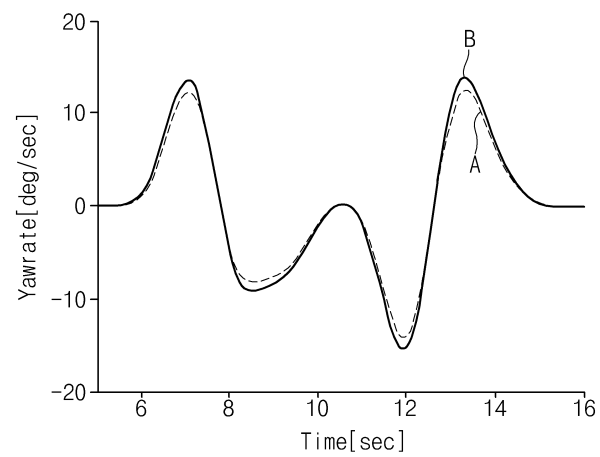
도면4



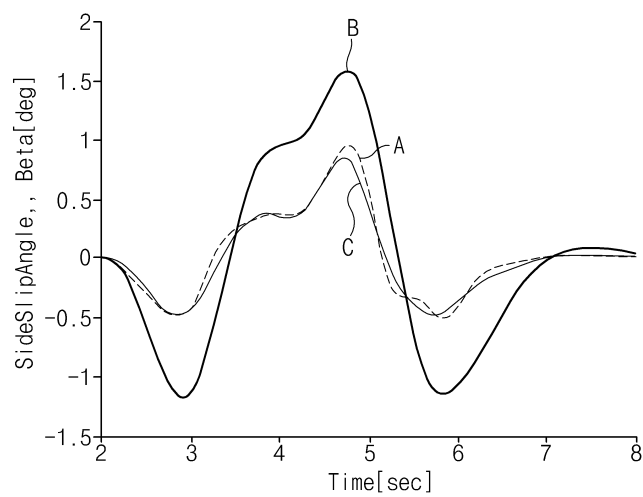
도면5a



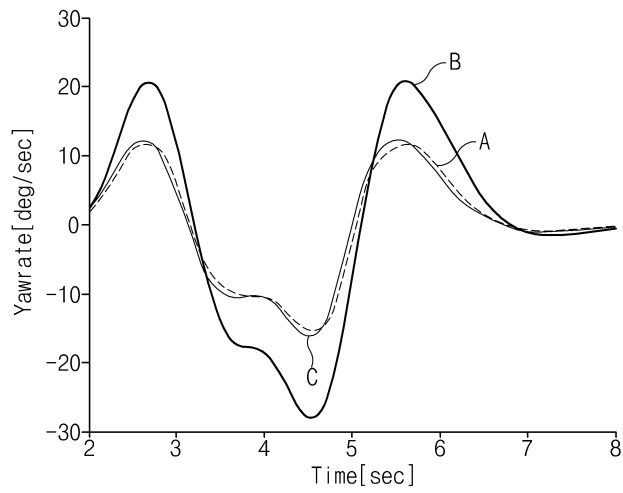
도면5b



도면5c



도면5d



도면6

