(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0158091
(43) 공개일자 2023년11월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60W 30/18 (2006.01) *B60W 40/072* (2012.01)
B60W 50/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B60W 30/18145 (2013.01)
B60W 40/072 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7035547
(22) 출원일자(국제) 2022년12월06일
심사청구일자 2023년10월17일
(85) 번역문제출일자 2023년10월17일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2022/084511
(87) 국제공개번호 WO 2023/104764
국제공개일자 2023년06월15일
(30) 우선권주장
10 2021 132 711.3 2021년12월10일 독일(DE)

(71) 출원인
발레오 샬터 운트 센소렌 게엠베아
독일 74321 비에티하임-비씬겐 라이에른스트라쎄 12
(72) 발명자
나르델리 그라치아노
독일 74321 비에티하임-비씬겐 라이에른스트라쎄 12 발레오 샬터 운트 센소렌 게엠베아
(74) 대리인
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **차량 작동 방법, 컴퓨터 프로그램, 제어 시스템 및 차량**

(57) 요 약

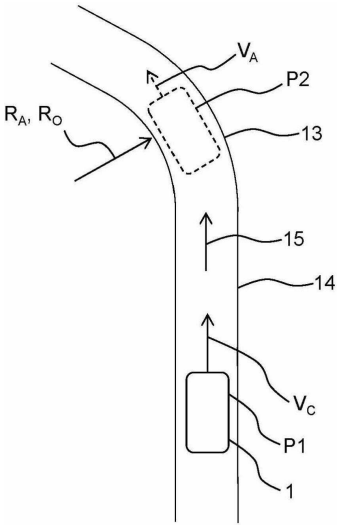
차량(1)을 작동하는 방법으로서,

커브(13)가 있는 도로(14) 상에서 주행 중인 차량(1)의 현재 조향각 δ 및 조향각 속도 W를 포함하는, 차량(1)의 센서 시스템(3)의 센서 데이터(S)를 수신(S1)하는 단계와,

방정식 $R_0 = R_C - T[(L \cdot W) / (\sin^2(\delta))]$에 의해 주어지는 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_0)에 기초하여 차량(1)이 미리 결정된 시간 범위 T에 도달할 전방 위치(P2)에서 커브(13)의 전방 반경(R_A)을 결정하는 단계(S2) - δ는 상기 조향각, W는 상기 조향각 속도, L은 상기 차량(1)의 앞 휠와 뒷 휠(17, 18) 사이의 거리이고, R_C는 차량(1)의 현재 위치(P1)에서의 도로(14)의 반경임 - 와,

상기 결정된 전방 반경(R_A)에 기초하여 곡률 제어 함수를 수행하는 단계(S6)를 포함한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
B60W 50/0097 (2013.01)
B60W 2540/18 (2013.01)
B60W 2552/53 (2020.02)
B60W 2710/205 (2013.01)
B60W 2710/207 (2013.01)
B60Y 2300/1815 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

차량(1)을 작동하는 방법으로서,

커브(13)가 있는 도로(14) 상에서 주행 중인 상기 차량(1)의 현재 조향각 δ 및 조향각 속도 W를 포함하는, 상기 차량(1)의 센서 시스템(3)의 센서 데이터(S)를 수신하는 단계(S1)와,

방정식 $R_0 = R_C - T[(L \cdot W) / (\sin^2(\delta))]$에 의해 주어지는 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_0)에 기초하여 상기 차량(1)이 미리 결정된 시간 범위 T에 도달할 전방 위치(P2)에서 상기 커브(13)의 전방 반경(R_A)을 결정하는 단계(S2) - δ는 상기 조향각, W는 상기 조향각 속도, L은 상기 차량(1)의 앞 휠와 뒷 휠(17, 18) 사이의 거리이고, R_C는 상기 차량(1)의 현재 위치(P1)에서의 상기 도로(14)의 반경임 - 와,

상기 결정된 전방 반경(R_A)에 기초하여 곡률 제어 함수를 수행하는 단계(S6)를 포함하는,

방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전방 위치(P2)에서 상기 차량(1)의 공칭 속도 V_A는 상기 결정된 전방 반경(R_A) 및 미리 결정된 최대 횡방향 가속도(A_{MAX})에 기초하여 방정식

$$V_A = (A_{MAX} \cdot R_A)^{1/2}$$

에 의해 결정(S5)되는,

방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전방 위치(P2)에서의 상기 차량(1)의 예상 가속도(A_A)는 상기 차량(1)의 현재 속도(V_C)와 상기 전방 위치(P2)에서의 상기 차량(1)의 공칭 속도(V_A)에 기초하여 결정되고,

도로(14')의 차선 표시(19)의 존재가 검출되고, 상기 검출된 차선 표시(19)의 트랙 품질이 상기 센서 데이터(S)에 기초하여 결정되며,

상기 검출된 차선 표시(19)에 기초하여 상기 전방 위치(P2)에서 곡선(13')의 차선 기반의 전방 반경(R_L)을 결정하고(S3),

상기 주행거리 기반 전방 반경(R_0) 및 상기 차선 기반 전방 반경(R_L)에 기초하여 상기 곡률 제어 함수를 수행하여(S6),

상기 결정된 트랙 품질이 미리 결정된 트랙 품질 임계값보다 크고 상기 결정된 예상 가속도가 상기 차량(1)의 제동에 대응하는 경우, 상기 전방 반경(R_A)이 상기 차선 기반 전방 반경(R_L) 및 상기 주행거리 측정 기반 전방 반경(R_0)의 최소값과 동일하게 설정되고,

상기 결정된 트랙 품질이 상기 미리 결정된 트랙 품질 임계값보다 크고 상기 결정된 예상 가속도가 상기 차량(1)의 포지티브 가속도에 대응하는 경우, 상기 전방 반경(R_A)은 상기 차선 기반 전방 반경(R_L) 및 상기 주행거리

측정 기반 전방 반경(R_0)의 최대값과 동일하게 설정되며,

상기 결정된 트랙 품질이 상기 미리 결정된 트랙 품질 임계값 이하인 경우 상기 전방 반경(R_A)은 상기 주행거리 측정 기반 전방 반경(R_0)과 동일하게 설정되는,

방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 차선 기반 전방 반경(R_L)은 방정식,

$R_L = 1 / [(6 \cdot a \cdot T) + (2 \cdot b)]$에 의해 결정되고,

a와 b는 3차 다항식의 처음 두 계수이고 T는 미리 결정된 시간 범위인,

방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 곡률 제어 기능을 수행하는 단계(S6)는 상기 전방 위치(P2)에 있는 상기 차량(1)의 공칭 속도(V_A) 및 상기 차량(1)의 현재 속도(V_C)에 기초하여 상기 차량(1)의 가속도(A) 및/또는 저크(J)를 제어하는 것을 포함하는,

방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 차량(1)의 상기 가속도(A) 및/또는 상기 저크(J)를 제어하는 것은 상기 가속도(A) 및/또는 상기 저크(J)의 비례 및/또는 미분 제어를 포함하고, 상기 전방 위치(P2)에서의 상기 차량(1)의 공칭 속도(V_A)는 상기 비례 및/또는 미분 제어의 설정값(28)이고 상기 차량(1)의 상기 현재 속도(V_C)는 상기 비례 및/또는 미분 제어의 프로세스 변수(29)인,

방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항에 있어서,

상기 곡률 제어 함수를 수행하는 단계(S6)는, 상기 현재 위치(P1)에서의 상기 차량(1)의 현재 속도(V_C)와 상기 전방 위치(P2)에서의 상기 차량(1)의 공칭 속도(V_A)에 기초하여 네거티브 저크(J)의 제1 시간 단계(time phase)(T1), 제로 저크(J)의 제2 시간 단계(T2), 및 포지티브 저크(J)의 제3 시간 단계(T3)를 결정하는 것을 포함하며, 상기 제1 시간 단계, 제2 시간 단계 및 제3 시간 단계(T1, T2, T3)는 서로 연속적인,

방법.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 곡률 제어 기능을 수행하는 단계(S6)는, 상기 차량(1)의 가속도(A)를 미리 설정된 가속도 임계값(A_{th}) 아래로 제어하는 것 및/또는 상기 차량(1)의 저크(j)를 미리 결정된 저크 임계값(J_{th}) 아래로 제어하는 것을 포함하는,

방법.

청구항 9

컴퓨터 프로그램으로서,

컴퓨터에 의해 실행될 때 컴퓨터로 하여금 제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 따른 방법을 수행하게 하는 명령어를 포함하는,

컴퓨터 프로그램.

청구항 10

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 따른 방법을 수행하도록 구성된 차량(1)용 제어 시스템(2).

청구항 11

제10항에 따른 제어 시스템(2)을 포함하는 차량(1).

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 차량 작동 방법, 컴퓨터 프로그램, 제어 시스템 및 이러한 제어 시스템을 갖춘 차량에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 오늘날 승용차와 같은 현대식 차량에는 일반적으로 여러 운전자 보조 시스템이 장착되어 있다. 예를 들어 ACC(adapted cruise control), LKA(lane keeping assistance), HWA(highway assistance), TJA(traffic jam assistance) 및 TJP(traffic jam pilot)용 시스템이 있다. 이러한 시스템의 중요한 측면은 곡률 제어이다. 여기에는 접근하는 커브의 곡률에 대한 예측과 그에 따라 조정되는 속도가 포함된다. 일반적으로 도로의 곡률은 차량 카메라에 감지된 차선 표시(lane marking)를 기반으로 결정된다. 도로에 차선 표시가 없거나 차선 표시를 나타내는 이미지 데이터의 품질이 좋지 않은 경우, 주행거리 측정(odometry) 데이터에서 결정된 현재 경로가 대신 사용된다. 예를 들어, WO 2020/001346 A1에서는 노면(road surface) 이미지에서 노면 마커가 식별되지 않는 경우 차량의 현재 조향 휠 각도 정보(steering wheel angle information)를 획득할 것을 제안한다.

발명의 내용

[0003] 본 발명의 목적 중 하나는 개선된 차량 작동 방법을 제공하는 것이다.

[0004] 이에 따라, 차량을 작동하는 방법이 제공된다. 이 방법은 다음 단계로 구성된다:

[0005] 커브인 도로를 주행하는 차량의 현재 조향각(δ)과 조향각 속도(W)를 포함하는, 차량의 센서 시스템의 센서 데이터를 수신하는 단계;

[0006] $R_0 = R_C - T [(L \cdot W) / (\sin^2(\delta))]$인 방정식에 의해 주어지는 주행거리 측정 기반 전방 반경(R_0)에 기초하여 차량이 미리 결정된 시간 범위 T에 도달할 전방 위치(P2)에서 커브의 전방 반경(R_A)을 결정하는 단계 - δ는 조향각, W는 조향각 속도, L은 차량의 앞 휠와 뒷 휠 사이의 거리, R_C는 차량의 현재 위치에서 도로의 반경임 - ; 및

[0007] 결정된 전방 반경(R_A)을 기반으로 곡률 제어 함수를 수행하는 단계.

[0008] 따라서, 차량의 조향각 센서의 센서 데이터에 기초하여 (특히 측정된 현재 조향각과 차량의 조향각 속도에 기초하여), 차량이 주행 중인 도로의 커브의 곡률 반경(R_A)(차량의 전방에서의 반경)이 결정된다. 따라서, 주행거리 측정 데이터에 기초하여 차량이 주행 중인 도로의 곡률이 결정된다. 이를 통해 곡률을 더 잘 예측할 수 있다. 또한, 도로에 차선 표시가 없거나 차량 카메라의 이미지 데이터에서 검출되지 않은 경우에도 도로의 곡률이 결정될 수 있다. 도로의 곡률을 더 잘 예측하면 차량의 곡률을 더 잘 제어할 수 있다. 특히, 커브 진입 전 및/또는 진입 도중의 고급 제동 제어가 향상되어, 차량 승객의 안전성과 편안함이 향상될 수 있다.

[0009] 차량이 미리 정해진 시간 범위 T가 경과한 시점에 도달하게 될 전방 위치(P2)에서의 커브의 곡률의 전방 반경

(R_A)을 결정함으로써, 미리 정해진 시간 범위 T가 경과하는 한 시점에 대해 차량의 주행 조건, 예상 상태 및/또는 정상 상태가 예측될 수 있다. 미리 결정된 시간 범위 T는 예를 들어 0.5초 내지 2.5초 범위 내의 한 값 또는 임의의 값일 수 있다. 특히, 미리 결정된 시간 범위 T는 예를 들어 약 0.5초, 1초, 1.5초, 2초, 또는 2.5초의 값을 가질 수 있다.

[0010] 조향각은, 예를 들어 차량 조향축의 회전각이다. 조향각은 예를 들어 차량의 하나 이상의 구동 휠(driving wheel)의 각도이다. 조향각 속도는 예를 들어 조향각의 시간에 대한 1차 미분이다.

[0011] 예를 들어 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_0)은 조향각 δ와 조향각 속도 W = dδ/dt를 기반으로 다음 관계식에 따라 계산된다:

[0012] $RC = L / \tan(\delta)$(직각삼각형의 삼각관계에 기초함)

[0013] $dR_C/dt = L \cdot d/dt\ [1 / \tan(\delta)]$,

[0014] $dR_C/dt = - L \cdot d\delta/dt / (\sin^2(\delta))$,

[0015] $R_0 = R_C + dR_C/dt$, 및

[0016] $R_0 = R_C - T\ [(L \cdot W) / (\sin^2(\delta))]$, 여기서, $W = d\delta/dt$.

[0017] 차량이 주행하는 도로에는 예를 들어 하나 이상의 차선이 포함된다. 차선(들)을 제한하는 차선 표시가 있을 수 있어, 차선이 표시된다. 예를 들어 다른 경우에는 하나 이상의 차선에 대한 차선 표시가 없으므로 차선이 표시되지 않는다. 예를 들어, 차량은 도로의 (예를 들어, 표시되거나 표시되지 않은) 차선 중 하나를 주행하고 있다. 도로의 커브는 예를 들어 차량이 주행하는 차선(예를 들어, 표시되거나 표시되지 않은)의 커브이다. 도로의 곡률 반경은 예를 들어 차량이 주행하는 (예를 들어, 표시되거나 표시되지 않은) 차선의 곡률 반경이다.

[0018] 센서 시스템은 특히 조향각 센서 유닛을 포함한다. 조향각 센서 유닛은 예를 들어 거대 자기 저항 기술(GMR(Giant Magnetoresistance technology) 소자)과 같은 자기 저항 기술을 기반으로 한다. 조향각 센서는 예를 들어 차량의 조향축에 고정된다. 예를 들어 센서의 허브 기어 휠은 샤프트의 회전 운동을 두 개의 측정 기어 휠로 전달한다. 각 측정 기어 휠에는, 예를 들어 자석이 장착되어 있으며 자석의 자기장은 회전 운동에 따라 방향이 변경된다. 각 자석 아래에는, GMR 센서 요소가 위치하여 위쪽 자석의 각도 위치를 검출할 수 있다. 예를 들어 GMR 요소의 아날로그 값은 디지털 정보로 변환된다. 조향각 센서는 예를 들어 완전한 조향각 범위에 대한 절대 조향각 값을 제공한다.

[0019] 차량의 센서 시스템은 예를 들어 하나 이상의 환경 센서 유닛과 같은 추가 센서 유닛을 포함한다. 환경 센서 유닛은 차량의 주행 상태 및/또는 차량의 환경을 검출하도록 구성된다. 이러한 센서 유닛의 예로는 주변 이미지를 캡처하기 위한 카메라 장치, 레이더 데이터를 얻기 위한 레이더 장치(무선 탐지 및 거리 측정), LiDAR 데이터를 얻기 위한 LiDAR 장치(빛 감지 및 거리 측정)가 있다. 센서 시스템은 추가적으로 초음파 센서, 위치 센서, 레인 센서, 온도 센서 및/또는 광 센서를 포함할 수 있다.

[0020] 차량의 센서 유닛은 예를 들어 검출된 센서 신호의 함수로서 보조 또는 (반)자율 주행을 수행하는 주행 지원 시스템 또는 주차 지원 시스템에 센서 신호를 출력하도록 각각 구성된다. 특히, 센서 유닛은 감지된 센서 신호의 함수로서 곡률 제어를 수행하는 제어 시스템 및/또는 곡률 제어 시스템/유닛에 센서 신호를 출력하도록 각각 구성될 수 있다.

[0021] 특히, 방법 단계는 차량의 제어 시스템에 의해 수행된다.

[0022] 실시예에 따르면, 전방 위치에서 차량의 공칭 속도(V_A)는 결정된 전방 반경(R_A) 및 미리 결정된 최대 횡방향 가속도(A_{MAX})에 기초하여 다음 방정식에 의해 결정된다:

[0023] $V_A = (A_{MAX} \cdot R_A)^{1/2}$.

[0024] 또한, 결정된 공칭 속도(V_A)를 기반으로 곡률 제어 함수가 수행된다.

[0025] 결정된 전방 반경(R_A)과 미리 설정된 최대 횡가속도(A_{MAX})에 기초하여 전방 위치의 공칭 속도(V_A)를

계산함으로써, 전방 위치의 차량 속도가 계산된 공칭 속도와 동일(또는 그 이하)하도록 차량의 곡률 제어가 수행될 수 있다. 따라서 차량이 커브를 벗어나거나 제동하는 것을 방지할 수 있다.

[0026] 최대 횡방향 가속도(A_{MAX})는 예를 들어 2.5m/s^2~3.5m/s^2 사이의 하나 또는 임의의 값을 갖는다. 최대 횡방향 가속도(A_{MAX})는 예를 들어 약 2.5m/s^2, 3m/s^2 또는 3.5m/s^2, 2m/s^2 이하, 2.5m/s^2 이하 또는 3m/s^2 이하의 값을 가질 수 있다. 또는 최대 횡방향 가속도(A_{MAX})의 값은 차량 속도에 따라 달라진다.

[0027] 추가 실시예에 따르면, 전방 위치에서의 차량의 예상 가속도는 차량의 현재 속도(V_C) 및 전방 위치에서의 차량의 공칭 속도(V_A)에 기초하여 결정된다. 또한, 도로의 차선 표시 유무를 검출하고, 검출된 차선 표시의 트랙 품질(track quality)을 센서 데이터에 기초하여 결정하고, 검출된 차선 표시에 기초하여 전방 위치에서의 커브의 차선 기반의 전방 반경(R_L)이 결정된다. 또한, 곡률 제어 함수는 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_O)과 차선 기반의 전방 반경(R_L)에 기초하여 다음과 같이 수행된다:

[0028] 전방 반경(R_A)은 결정된 트랙 품질이 미리 결정된 트랙 품질 임계값보다 크고 결정된 예상 가속도가 그 차량의 제동에 대응하고,

[0029] 전방 반경(R_A)은 결정된 트랙 품질이 미리 결정된 트랙 품질 임계값보다 높고 결정된 예상 가속도가 차량의 포지티브 가속도에 해당할 때 차선 기반 전방 반경(R_L) 및 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_O)의 최대값과 동일하게 설정되며,

[0030] 결정된 트랙 품질이 미리 결정된 트랙 품질 임계값 이하일 때 전방 반경(R_A)은 주행거리 기반 전방 반경(R_O)와 동일하게 설정된다.

[0031] 따라서, 검출된 차선 표시의 트랙 품질이 너무 열악한 경우(즉, 미리 결정된 트랙 품질 임계값 이하), 차량이 주행 중인 도로 커브의 전방 반경(R_A)은 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_O)에 기초하여 유리하게 결정될 수 있다.

[0032] 또한, 검출된 차선 표시의 트랙 품질이 원하는 범위 내에 있을 때(즉, 미리 결정된 트랙 품질 임계값 초과), 차량이 주행 중인 도로의 커브의 전방 반경(R_A)은 차량의 가속 상태(제동 또는 포지티브 가속)에 따라 차선 기반의 전방 반경(R_L) 또는 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_O)과 동일하게 설정되는 것이 유리할 수 있다.

[0033] 차량의 현재 속도(V_C)는 현재 위치에서의 차량의 속도이다.

[0034] 차량의 센서 시스템은 특히 차량 주변의 이미지를 캡처하기 위한 하나 이상의 카메라 장치를 포함한다. 또한, 차량의 하나 이상의 카메라 장치의 (센서 데이터의 예로서) 영상 데이터에 기초하여 도로의 차선 표시 유무가 검출된다. 카메라 장치(들)는 예를 들어 차량의 전면 유리창에 배치되고 차량 전방 영역을 모니터링하도록 구성된 전방 카메라를 포함한다. 그러나, 하나 이상의 카메라 장치는 차량의 다른 창에 배열될 수도 있고/있거나 예를 들어 차량의 측면이나 뒤쪽과 같은 다른 영역을 모니터링할 수도 있다.

[0035] 검출된 차선 표시의 트랙 품질을 결정하는 것은 예를 들어 검출된 차선 표시의 현재 트랙 품질 수준을 결정하는 것을 포함한다. 검출된 차선 표시의 트랙 품질(레벨)은 예를 들어 하나 이상의 카메라 장치에 의해 제공되는 이미지 데이터의 이미지 품질에 해당한다. 검출된 차선 표시의 트랙 품질 수준 및/또는 하나 이상의 카메라 장치에 의해 제공되는 이미지 데이터의 이미지 품질 수준은 예를 들어 하나 이상의 카메라 장치에 의해 결정되고 제공된다. 미리 결정된 트랙 품질 임계값은 예를 들어 트랙 품질 수준의 미리 결정된 임계값이다.

[0036] 실시예에서, 방법은 결정된 차선 기반의 전방 반경(R_L)의 오차 ΔR_L을 결정하는 단계를 포함한다. 예를 들어 오차 ΔR_L은 검출된 차선 표시의 트랙 품질을 측정한 것이다. 또한, 이 경우, 곡률 제어 함수는 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_O) 및 차선 기반의 전방 반경(R_L)을 기반으로 다음과 같이 수행될 수 있다:

[0037] 전방 반경(R_A)은 결정된 오차 ΔR_L이 미리 결정된 임계값 아래이고 결정된 예상 가속도가 차량의 제동에 해당하는 경우 차선 기반 전방 반경(R_L) 및 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_O)의 최소값과 동일하게 설정된다.

[0038] 결정된 오차 ΔR_L이 미리 결정된 임계값 아래이고 결정된 예상 가속도가 포지티브 가속도에 해당하는 경우 전방 반경(R_A)은 차선 기반 전방 반경 RL 및 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_O)의 최대값과 동일하게 설정되고,

[0039] 결정된 오차 ΔR_L이 미리 결정된 임계값 이상일 때 전방 반경(R_A)은 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_O)과 동일하게 설정된다.

[0040] 따라서, 결정된 차선 기반의 전방 반경(R_L)의 오차 ΔR_L이 너무 큰 경우(즉, 미리 설정된 임계값 이상), 차량이 주행 중인 도로 커브의 전방 반경(R_A)이 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_O)에 기초하여 결정되는 것이 유리할 수 있다.

[0041] 또한, 결정된 차선 기반의 전방 반경(R_L)의 오차 ΔR_L이 원하는 범위 내(즉, 미리 정해진 임계값 미만)인 경우, 차량이 주행 중인 도로 커브의 전방 반경(R_A)을 차량의 가속 상태(제동 또는 포지티브 가속)에 따라 차선 기반의 전방 반경(R_L) 또는 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_O)과 동일하게 설정하는 것이 유리할 수 있다.

[0042] 추가 실시예에 따르면, R_L 전방 차선 기반 반경은 다음 방정식에 의해 결정된다:

[0043] $R_L = 1/[(6 \cdot a \cdot T) + (2 \cdot b)]$,

[0044] 여기서 a와 b는 다항식의 처음 두 계수이고 T는 미리 결정된 시간 범위이다.

[0045] 다항식은 특히 다항식 함수이다. 다항식은 특히 인지된 차선을 수학적으로 표현한다. 다항식은 예를 들어 3차 이상의 다항식 함수이다. 예를 들어, R_L 전방 차선 기반 반경은 다음의 3차 다항식의 처음 두 계수 a와 b에 기초하여 결정된다:

[0046] $P(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$.

[0047] 또한, 전방 곡률은 다음과 같이 표현될 수 있다:

[0048] $C_A = (6 \cdot a \cdot T) + (2 \cdot b)$.

[0049] 또한 전방 반경(R_L)은 다음과 같이 지정된다:

[0050] $R_L = 1 / C_A$.

[0051] 추가 실시예에 따르면, 곡률 제어 함수를 수행하는 것은 현재 위치에서의 차량의 현재 속도(V_C) 및 전방 위치에서의 차량의 공칭 속도(V_A)에 기초하여 차량의 가속도 및/또는 저크(jerk)를 제어하는 것을 포함한다.

[0052] 차량의 가속도 및/또는 저크를 제어함으로써, 특히 현재 속도(V_C)에서 공칭 속도(V_A)까지의 시간(제동의 적절한 변화(evolution))에 대한 차량의 제동 프로세스(네거티브 가속도)가 제어될 수 있다. 따라서 승객의 안전과 편안함이 향상될 수 있다.

[0053] 차량의 저크는 특히 시간에 따른 차량 가속도의 변화를 나타낸다. 차량의 저크는 특히 차량의 가속 시간(time of the acceleration)에 대한 1차 미분과 차량의 속도 시간(time of the velocity)에 대한 2차 미분에 영향을 미친다.

[0054] 차량의 저크에는 예를 들어 종방향 저크가 포함된다. 다른 예에서, 차량의 저크는 예를 들어 횡방향 저크도 포함할 수 있다.

[0055] 차량의 저크는, 예를 들어 차량의 현재 속도(V_C)와 전방 위치에서의 차량의 공칭 속도(V_A)의 차이에 기초하여 제어된다.

[0056] 추가 실시예에 따르면, 차량의 가속도 및/또는 저크를 제어하는 것은 가속도 및/또는 저크의 비례 및/또는 미분 제어를 포함하고, 전방 위치에서 차량의 공칭 속도(V_A)는 비례 및/또는 미분 제어에서의 설정점(setpoint)이고, 차량의 현재 속도 (V_C)는 비례 및/또는 미분 제어의 프로세스 변수이다.

[0057] 특히, 저크는 차량의 현재 속도(V_C)가 공칭 속도(V_A)를 향해 구동되도록 제어되며, 공칭 속도(V_A)는 제어기의 설

정점, 즉 전방 위치에서 차량의 속도에 대해 원하는 값이 된다.

[0058] 특히, 제어 시스템은 비례 제어기, 미분 제어기 및/또는 비례 미분 제어기를 포함한다. 비례 미분 제어기(proportional derivative controller, PD controller)는 비례 및 미분 제어기(즉, 비례 플러스 미분 제어기)가 결합된 것이다.

[0059] 비례 제어기(proportional controller)는 제어기의 입력(에러 신호 등)에 비례하여 제어기의 출력이 변화하는 제어기의 한 종류이다. 파생 제어기는 제어기의 출력이 시간에 따라 오차 신호가 변하는 속도에 비례하는 제어기 유형이다. 예를 들어 오차 신호는 설정점(여기서는 전방 위치에 있는 차량의 공칭 속도(V_A))과 프로세스 변수의 측정값(여기서는 차량의 현재 속도(V_C)) 사이의 오차이다.

[0060] 추가 실시예에 따르면, 곡률 제어 함수를 수행하는 것은 현재 위치의 차량의 현재 속도(V_C) 및 전방 위치에 있는 차량의 공칭 속도(V_A)에 기초하여 네거티브 저크의 제1 시간 단계, 제로 저크의 제2 시간 단계 및 포지티브 저크의 제3 시간 단계를 결정하는 것을 포함하고, 상기 제1, 제2 및 제3 시간 단계는 서로 연속적인 이다.

[0061] 가속도와 저크의 시간 단계를 결정함으로써, 곡률 제어 함수를 더 잘 수행할 수 있다.

[0062] 제1 시간 단계는 예를 들어 차량이 네거티브 가속도(제동)로 도로 커브에 진입하기 전 및/또는 도중의 시간 단계이다. 제2 시간 단계는 예를 들어 일정한 가속도로 커브 내에서 주행하는 시간 단계이다. 제3 시간 단계는 예를 들어 여전히 네거티브 가속도이지만 포지티브 저크(즉, 여전히 제동하지만 제동이 감소하는) 시간 단계이다.

[0063] 제1, 제2 및 제3 시간 단계(예를 들어, 제1, 제2 및 제3 시간 단계 각각의 시작 및 종료 시점)는 예를 들어 제어 시스템의 상태 머신에 의해 결정된다.

[0064] 실시예에서, 곡률 제어 함수를 수행하는 것은 제로 저크 및 제로 가속(즉, 일정한 스피드)의 제4 시간 단계 및/또는 포지티브 저크 및 포지티브 가속의 제5 시간 단계를 결정하는 것을 포함한다. 제3 및 제5 시간 단계는 특히 제4 시간 단계가 제3 시간 단계 연속되고 제5 시간 단계가 제4 시간 단계(또는 제4 시간 단계가 존재하지 않는 경우 제3 시간 단계)와 연속되도록 제1 내지 제3 시간 단계와 연속된다.

[0065] 추가 실시예에 따르면, 곡률 제어 함수를 수행하는 것은 차량의 가속도를 미리 결정된 가속도 임계값 아래로 제어하는 것 및/또는 차량의 저크를 미리 결정된 저크 임계값 아래로 제어하는 것을 포함한다.

[0066] 따라서, 차량의 최대 저크(예를 들어, 최대 종방향 저크)가 제한되도록 차량이 제어된다. 따라서 운전자(및 다른 승객)의 안전과 편안함이 향상될 수 있다.

[0067] 예를 들어, 차량의 종방향 저크는 미리 결정된 종방향 저크 임계값 아래로 제어된다.

[0068] 제2 측면에 따르면, 컴퓨터 프로그램이 제공된다. 컴퓨터 프로그램은 프로그램이 컴퓨터에 의해 실행될 때 컴퓨터가 전술한 방법을 수행하게 하는 명령어를 포함한다.

[0069] 컴퓨터 프로그램 수단 등의 컴퓨터 프로그램(컴퓨터 프로그램 제품)은 메모리 카드, USB 스틱, CD-ROM, DVD 등의 형태로 구현될 수도 있고, 네트워크상의 서버로부터 다운로드될 수 있는 파일 형태로 구현될 수도 있다. 예를 들어, 그러한 파일은 무선 통신 네트워크로부터 컴퓨터 프로그램 제품을 포함하는 파일을 전송함으로써 제공될 수 있다.

[0070] 제3 측면에 따르면, 차량용 제어 시스템이 제공된다. 제어 시스템은 위에 설명된 방법을 수행하도록 구성된다.

[0071] 제4 측면에 따르면, 전술한 제어 시스템을 갖춘 차량이 제공된다.

[0072] 각각 위 또는 아래에 설명된 해당 엔터티(예: 제어 시스템, 수신 유닛, 제1, 제2, 제3 및 제4 결정 유닛, 중재 유닛, 곡률 제어 유닛, PD-제어 유닛)은 하드웨어 및/또는 소프트웨어로 구현될 수 있다. 상기 엔터티가 하드웨어로 구현되는 경우, 이는 장치로서 (컴퓨터, 프로세서 또는 시스템(예, 컴퓨터 시스템)의 일부로서) 구현될 수 있다. 상기 엔터티가 소프트웨어로 구현되면 컴퓨터 프로그램 제품, 함수, 루틴, 알고리즘, 프로그램 코드, 프로그램 코드의 일부, 또는 실행가능 객체로서 구현될 수 있다. 또한 위에 언급된 엔터티 각각은 중앙 전자 제어 유닛(ECU)과 같은 차량의 더 높은 레벨의 제어 시스템으로 일부로서 설계될 수 있다.

[0073] 본 발명의 방법을 참조하여 설명된 실시예 및 특징은 본 발명의 컴퓨터 프로그램, 제어 시스템 및 차량에 준용하여 적용된다.

[0074] 본 발명의 추가 가능한 구현 또는 대안적인 솔루션은 또한 실시예와 관련하여 위에서 또는 아래에 설명된 특징

의 조합(본 명세서에서 명시적으로 언급되지는 않음)을 포함한다. 당업자는 또한 본 발명의 가장 기본적인 형태에 개별적인 또는 분리된 측면 및 특징을 추가할 수 있다.

[0075] 본 발명의 추가 실시예, 특징 및 이점은 후속 설명 및 종속항으로부터 명백해질 것이다.

[0076] 이하에서, 본 발명은 이하의 도면을 참조하여 바람직한 실시예에 기초하여 상세히 설명될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0077] 도 1은 실시예에 따른 차량의 평면도를 도시한다.

도 2는 도로 상의 도 1의 차량을 도시한다.

도 3은 도 1의 차량의 조향 각도를 예시한다.

도 4는 도로가 차선 표시를 포함하는, 도 2와 유사한 도면을 도시한다.

도 5는 도 4의 도로 커브의 결정된 차선 기반 반경의 데이터 포인트를 도시한다.

도 6은 도 2 또는 도 4에 도시된 도로의 커브를 따라 주행할 때 도 1의 차량의 가속도 및 저크의 적시 변화(evolution)를 도시한다.

도 7은 도 1의 차량의 제어 시스템을 도시한다.

도 8은 도 1의 차량의 작동 방법을 나타내는 흐름도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0078] 도면에서, 동일한 참조 번호는 달리 표시되지 않는 한 동일하거나 기능적으로 동등한 요소를 지정한다.

[0079] 도 1은 차량(1)의 개략적인 평면도를 도시한다. 차량(1)은 예를 들어 승용차이다. 차량(1)은 밴이나 트럭과 같은 다른 종류의 차량일 수도 있다. 차량(1)은 차량(1)을 제어하기 위한 제어 시스템(2)을 포함한다.

[0080] 도 1에 도시된 바와 같이, 차량(1)은 차량(1)에 배열된 여러 환경 센서 유닛(4, 5, 6, 7)을 포함하는 센서 시스템(3)을 포함한다. 센서 시스템(3)은 특히 하나 이상의 전면 카메라 장치와 같은 하나 이상의 카메라(4)를 포함한다. 카메라 장치(4)는 차량(1) 주변(8)의 이미지 데이터 I를 획득하고 이미지 데이터 또는 이미지 데이터의 이미지 분석 결과를 제어 시스템(2)으로 송신하도록 구성된다. 전면 카메라 장치(4)가 차량(1)의 전면 유리창(9)에 부착된다.

[0081] 센서 시스템(3)은 예를 들어 차량(1) 주변(8)의 레이더 데이터를 획득하기 위한 하나 이상의 레이더 장치(5)를 더 포함한다. 센서 시스템(3)은 예를 들어 차량(1) 주변(8)의 LiDAR 데이터를 얻기 위한 하나 이상의 라이더 장치(6)를 더 포함할 수 있다.

[0082] 센서 시스템(3)은 차량(1)의 스티어링 샤프트(11)에 배열된 스티어링 각도 센서(10)를 더 포함한다. 스티어링 샤프트(11)는 차량(1)의 스티어링 휠(12)에 연결된다. 스티어링 각도 센서(10)는 차량(1)의 조향각 δ(도 3)과 조향각 속도 W를 측정하도록 구성된다.

[0083] 센서 시스템(3)은 초음파 센서(7), 하나 이상의 레인 센서 및/또는 하나 이상의 광 센서(미도시)와 같은 추가 센서를 포함할 수 있다.

[0084] 이하에서는, 도 2 내지 도 8을 참조하여 차량(1)의 작동 방법을 설명한다. 이 방법은 특히 차량(1)이 도로(14)의 커브(13)에 진입 및 진출을 원활하게 하기 위해 차량(1)의 곡률 제어를 수행하는 방법이다(도 2).

[0085] 도 2는 커브(13)를 포함하는 도로(14) 상의 도 1의 차량(1)을 도시한다. 차량(1)은 커브(13)에 진입하기 전의 제1 위치(P1)(현재 위치)에 있는 도 2에 도시된다. 차량(1)은 현재 속도 V_C로 현재 위치(P1)에서 주행한다. 또한, 차량(1)은 도 2에서 차량(1)이 커브(13)에 진입한 제2 위치(P2)에 점선으로 도시되어 있다. 제2 위치(P2)는 차량(1)의 주행 방향(15)에 대해 제1 위치(P1)보다 앞에 있다.

[0086] 방법의 제1 단계(S1)에서, 차량(1)의 제어 시스템(2)은 차량(1)의 센서 시스템(3)(도 1)의 센서 데이터 S(도 7)를 수신한다. 센서 데이터 S는 조향각 센서(10)(도 1)의 주행거리 측정 데이터, 특히 차량(1)의 현재 조향각 δ 및 현재 조향각 속도 W를 포함한다. 또한, 센서 데이터(S)는 차량(1)의 카메라 장치(들)(4)(도 1)의 이미지 데이터 I를 포함한다. 제어 시스템(2)은 예를 들어 센서 시스템(3)으로부터 센서 데이터 S를 수신하기 위한 수

신 유닛(16)(도 7)을 포함한다.

[0087] 방법의 제2 단계(S2)에서, 제어 시스템(2)은 주행거리 데이터(δ, w)에 기초하여 전방 위치(P2)에서 커브(13)의 전방 반경(R_0)을 결정한다. 특히, 전방 위치(P2)는 차량(1)이 미리 결정된 시간 범위(T)(예를 들어, 1초 또는 2초) 내에 도달하게 될 위치이다. 제어 시스템(2)은 예를 들어 주행거리 기반 전방 반경(R_0)을 결정하기 위한 제1 결정 유닛(20)(도 7)을 포함한다. 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_0)은 다음 관계에 따라 결정된다.

[0088] 위치 P1에서 차량(1)의 현재 반경 R_C(도 3)는 직각 삼각형에 대한 삼각 함수를 사용하여 다음과 같이 표현될 수 있다:

[0089] $R_C = L / \tan(\delta)$.

[0090] 여기서, L은 차량(1)의 앞 휠(17)와 뒷 휠(18)(도 3) 사이의 거리이다.

[0091] 또한, 현재 반경 R_C의 시간에 대한 1차 미분은 다음과 같이 주어진다:

[0092] $dR_C/dt = L \cdot d/dt\ [1 / \tan(\delta)]$

[0093] $dR_C/dt = - L \cdot d\delta/dt / (\sin^2(\delta))$.

[0094] 따라서 위치 P2에서 커브(13)의 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_0)(도 2) 은 다음과 같이 기입될 수 있다:

[0095] $R_0 = R_C + dR_C/dt$

[0096] $R_0 = R_C - T[(L \cdot w)/(\sin^2(\delta))]$, 여기서, $W = d\delta/dt$.

[0097] 방법의 제3 단계(S3)에서, 제어 시스템(2)은 차량(1)이 주행하고 있는 도로(14')의 차선 표시(19)(도 4)가 이미지 데이터 I에서 검출되는 경우, 전방 위치(P2)에서 차선을 결정한다. 제어 시스템(2)은 예를 들어 차선 기반의 전방 반경(R_L)을 결정하기 위한 제2 결정 유닛(21)(도 7)을 포함한다.

[0098] 또한, 검출된 차선 표시(19)의 트랙 품질(예를 들어, 트랙 품질 수준)이 결정된다. 트랙 품질(예를 들어, 트랙 품질 수준)은 특히 카메라 장치(들)(4)에 의해 수신된 이미지 데이터의 이미지 품질 및/또는 이미지 데이터 I의 차선 표시(19)의 검출 품질에 대응한다. 트랙 품질(예를 들어, 트랙 품질 수준)은 예를 들어 카메라 장치(들)(4)에 의해 결정 및/또는 제공된다. 대안적으로 또는 추가적으로, 트랙 품질(예를 들어, 트랙 품질 수준) 또한 제어 시스템(2)의 제2 결정 유닛(21)(도 7)에 의해 결정될 수도 있다.

[0099] 변형에서, 차선 기반의 전방 반경(R_L)의 오차 ΔR_L(도 5)도 검출된 차선 표시(19)에 기초하여 결정될 수 있다. 특히, 오차 ΔR_L은 검출된 차선 표시(19)의 트랙 품질의 측정치(예를 들어, 트랙 품질 수준의 측정치)로서 사용될 수 있다.

[0100] 차선 기반의 전방 반경(R_L)은 다음 방정식에 의해 결정된다:

[0101] $R_L = 1/[(6 \cdot a \cdot T) + (2 \cdot b)]$.

[0102] 여기서, a 및 b는 커브(13')에 대한 적합(예를 들어, 최적 적합)으로 추정되는 3차 다항식($P(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$)의 처음 두 계수이다. 또한, T는 단계 S2의 미리 결정된 시간 범위이다.

[0103] 방법의 제4 단계(S4)에서, 제어 시스템(2)은 곡률 제어 함수에 사용될 전방 반경(R_A)을 결정한다. 전방 반경(R_A)은 단계 S2에서 결정된 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_0)과 단계 S3에서 결정된 차선 기반의 전방 반경(R_L)에 기초하여 결정된다.

[0104] 특히, 결정된 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_0)과 결정된 차선 기반의 전방 반경(R_L) 사이의 중재(즉, 결정)는 검출된 차선 표시(19)의 결정된 트랙 품질에 기초하여(예를 들어, 차선 표시(19)를 검출하는 결정된 트랙 품질 수준 및/또는 차선 기반 반경 R_L의 결정된 오차 ΔR_L에 기초하여) 그리고 전방 위치(P2)에서 차량(1)의 예상

가속도 A_A(도 4)에 기초하여 수행된다. 제어 시스템(2)은 예를 들어 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_O) 및 차선 기반의 전방 반경(R_L)에 기초하여 전방 반경(R_A)을 결정하기 위한 조정 유닛(22)(도 7)을 포함한다.

[0105] 결정된 트랙 품질 수준이 미리 결정된 트랙 품질 임계값 이하인 경우, 전방 반경(R_A)은 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_O)과 동일하게 설정된다.

[0106] 결정된 트랙 품질 수준이 미리 결정된 트랙 품질 임계값보다 높고 결정된 예상 가속도가 차량(1)의 제동에 해당하는 경우, 전방 반경(R_A)은 차선 기반의 전방 반경(R_L)과 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_O)의 최소값과 동일하게 설정된다.

[0107] 결정된 트랙 품질 수준이 미리 결정된 트랙 품질 임계값보다 높고 결정된 예상 가속도가 포지티브 가속도에 대응하는 경우, 전방 반경(R_A)은 차선 기반의 전방 반경(R_L) 및 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_O) 최대값과 동일하게 설정된다.

[0108] 변형예에서, 도 5에 도시된 바와 같이, 차선 기반의 전방 반경(R_L)의 오차(ΔR_L)를 결정하는 것에 기초하여 트랙 품질이 추정될 수도 있다. 도 5는 결정된 차선 기반의 전방 반경(R_L)의 데이터 포인트(23)를 결정된 오차 ΔR_L에 해당하는 오차 막대(24)와 함께 반경-위치 다이어그램에 도시한다. 또한, 도 5에는 차선 기반의 전방 반경(R_L)의 오차 ΔR_L에 대한 미리 결정된 임계값(R_{th})가 도시되어 있다. 도 5에 도시된 예에서, 결정된 오차 ΔR_L은 미리 결정된 임계값(R_{th})보다 작다. 그러나, 차선 표시(19)(도 4)가 잘 보이지 않고/않거나 영상 데이터 I의 화질이 낮은 경우, 오차 ΔR_L은 미리 정해진 임계값(R_{th})보다 클 수도 있다.

[0109] 도 5의 예에서, 결정된 오차 ΔR_L이 미리 결정된 임계값(R_{th}) 이상인 경우, 전방 반경(R_A)은 차선 기반의 전방 반경(R_L)과 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_O)과 동일하게 설정된다.

[0110] 또한, 도 5의 예에서, 결정된 오차 ΔR_L이 미리 결정된 임계값(R_{th}) 미만이고 결정된 예상 가속도가 차량(1)의 제동에 해당하는 경우, 전방 반경(R_A)은 차선 기반의 전방 반경(R_L)과 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_O)의 최소값과 동일하게 설정된다.

[0111] 또한, 결정된 오차(ΔR_L)가 미리 설정된 임계값(R_{th}) 아래이고 결정된 예상 가속도가 포지티브 가속도인 경우, 전방 반경(R_A)은 차선 기반의 전방 반경(R_L)과 주행거리 측정 기반의 전방 반경(R_O)의 최대값과 동일하게 설정된다.

[0112] 방법의 제5 단계 S5에서, 제어 시스템(2)은 다음 방정식에 의해 결정된 전방 반경(R_A) 및 미리 결정된 최대 횡방향 가속도(A_{MAX})에 기초하여 전방 위치(P2)에서 공칭 속도(V_A)(도 2)를 결정한다:

[0113] $$V_A = (A_{MAX} \cdot R_A)^{1/2}.$$

[0114] 제어 시스템(2)은 예를 들어 공칭 속도(V_A)를 결정하기 위한 제3 결정 유닛(25)(도 7)을 포함한다.

[0115] 방법의 제6 단계(S6)에서, 제어 시스템(2)은 전방 위치(P2)에서 커브(13, 13')의 결정된 전방 반경(R_A)에 대응하는 결정된 공칭 속도(V_A)에 기초하여 곡률 제어 함수를 수행한다.

[0116] 제어 시스템(2)은 예를 들어 곡률 제어 함수를 수행하기 위한 곡률 제어 유닛(26)(도 7)을 포함한다. 특히, 차량(1)의 가속도 A(t) 및 저크 J(t)(도 6)는 차량(1)의 현재 속도(V_C)(도 2)가 적절한 방법으로 차량(1)의 공칭 속도(V_A)를 향해 변경되도록 제어된다.

[0117] 곡률 제어 유닛(26)은 비례 미분 제어 유닛(27)(PD 제어 유닛(27))을 포함한다. P2 앞의 위치에서 차량(1)의 공칭 속도(V_A)는 PD 제어 유닛(27)의 설정점(28)이다. 또한, 차량(1)의 현재 속도(V_C)는 PD 제어 유닛(27)의 프로세스 변수(29)이다. PD 제어 유닛(27)은 특히 현재 속도(V_C)와 공칭 속도(V_A)의 차이에 기초하여 제어를 수행한다.

[0118] 곡률 제어 유닛(26)은 가속도 A(t) 및 저크 J(t)(도 6)의 시간 단계 T1, T2, T3, T4, T5를 결정하기 위한 제4 결정 유닛(28)을 더 포함한다. 제4 결정 유닛(28)은 예를 들어 시간 단계 T1, T2, T3, T4, T5를 결정하기 위한 상태 머신 또는 다른 논리 유닛을 포함한다.

[0119] 도 6은 커브(13)(도 2)을 통해 주행하는 차량(1)의 가속도 A(t)의 적시 변화를 상부 패널에 도시한다. 또한, 도 6의 하부 패널에는, 차량(1)의 저크 J(t)의 적시 변화가 도시되어 있다. 저크 J(t)는 가속도 A(t)의 시간에 대한 1차 미분이다. 즉, 저크는 가속도 A(t)의 적시 변화를 나타낸다.

[0120] 도 6에 도시된 바와 같이, 네거티브 가속도(제동) 및 네거티브 저크(증가하는 제동)의 제1 시간 단계 T1이 결정되며, 제1 시간 단계 T1은 예를 들어 차량(1)이 커브(13)에 진입하는 상태 및/또는 진입 전의 상태에 대응한다(도 2). 또한, 일정한 네거티브 가속도(일정한 제동) 및 제로 저크의 제2 시간 단계 T2가 결정되는데, 제2 시간 단계 T2는 예를 들어 차량(1)이 커브(13) 내에서 주행하는 상태에 대응한다. 네거티브 가속(계속 제동)이지만 포지티브 저크(감소하는 제동)의 제3 시간 단계 T3가 결정되고, 제3 시간 단계(T3)는, 커브(13) 내에서 현재 속도(V_C)가 공칭 속도(V_A)에 가까울 때, 예를 들어 주행(준비)의 시간 단계이다. 또한 제로 저크 및 제로 가속도(즉, 일정한 속도)의 제4 시간 단계 T4가 결정된다. 제3 및 제4 시간 단계(T3, T4)는 "릴리스 및 정속 단계"라고 불릴 수 있다. 또한, 포지티브 저크 및 포지티브 가속의 제5 시간 단계 T5가 결정된다. 도 5에서와 같이, 시간 단계 T1, T2, T3, T4 및 T5는 서로 연속적이다.

[0121] 곡률 제어 유닛(26)은 차량(1)의 가속도 A 및/또는 저크 J(도 6)를 제한하기 위한 제한 유닛(29)(도 7)을 더 포함한다. 특히, 차량(1)의 가속도(A)(즉, 가속도(A)의 절대값)가 미리 설정된 가속도 임계값(A_{th}) 미만이 되도록 곡률 제어 함수가 수행된다. 또한, 차량(1)의 저크 J(즉, 저크의 절대값)가 미리 설정된 저크 임계값(A_{th}) 미만이 되도록 곡률 제어 함수가 수행된다.

[0122] 따라서, 차량(1)이 주행하고 있는 도로(14)의 커브(13)의 곡률(도 2)의 전방 반경(R_A)은 주행거리 측정 데이터(δ, w, 도 3)에 기초하여 예상되며, 차선 표시(19)가 검출되는 경우 차선 표시(19)의 곡률에 기초하여 검출된다(도 4). 전방 반경(R_A)에 기초하여, 전방 위치(P2)에서 원하는 속도인 공칭 속도(V_A)가 계산된다. 또한, 공칭 속도(V_A)를 구현하는 프로세스에서 제동과 포지티브 가속도 및 저크(Jerk)를 차량(1)의 운전자 및 기타 승객의 안전과 편안함을 보장하는 값으로 제한(도 6)하도록 곡률 제어(도 7)가 수행된다.

[0123] 본 발명은 바람직한 실시예에 따라 설명되었지만, 모든 실시예에서 변형이 가능하다는 것은 당업자에게 명백하다.

부호의 설명

[0124] 1 차량

2 제어 시스템

3 센서 시스템

4 센서 유닛

5 센서 유닛

6 센서 유닛

7 센서 유닛

8 주변

9 앞유리

10 조향각 센서

11 조향축

12 스티어링 휠

13,13' 커브

14,14' 도로

15 주행 방향

16 수신 유닛

17 휠

18 휠

19 차선 표시

20 결정 유닛

21 결정 유닛

22 중재 유닛

23 데이터 포인트

24 오차 막대

25 결정 유닛

26 곡률 제어 유닛

27 PD 제어 유닛

28 설정점

29 프로세스 변수

δ 조향각

ΔR_L 오차

A 가속도

A_A 가속도

A_{th} 가속도 임계값

J 저크

J_{th} 저크 임계값

L 거리

P1 현재 위치

전방 위치(P2)

R_A 반경

R_C 반경

R_L 반경

R_O 반경

R_{th} 반경 임계값

S1-S6 방법 단계

T1 시간 단계

T2 시간 단계

T3 시간 단계

T4 시간 단계

T5 시간 단계

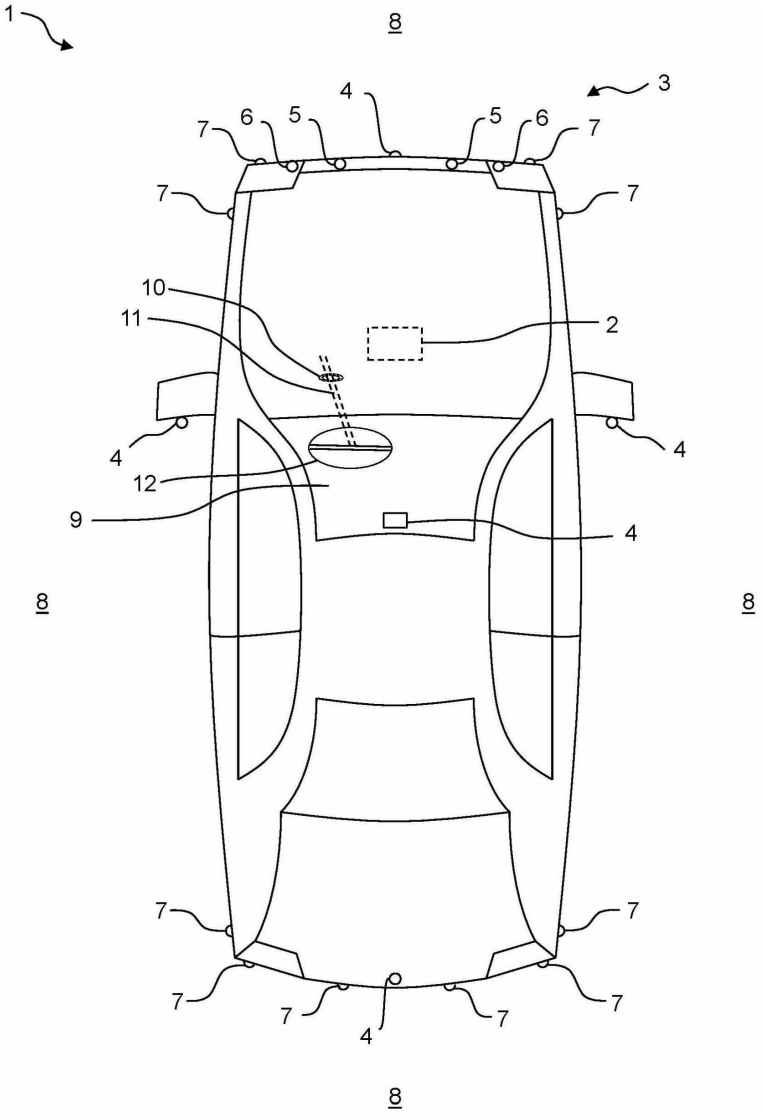
V_A 속도

V_C 속도

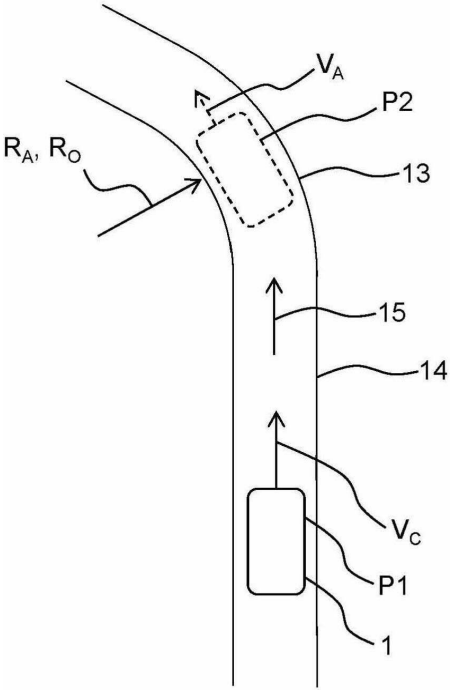
W 조향각 속도

도면

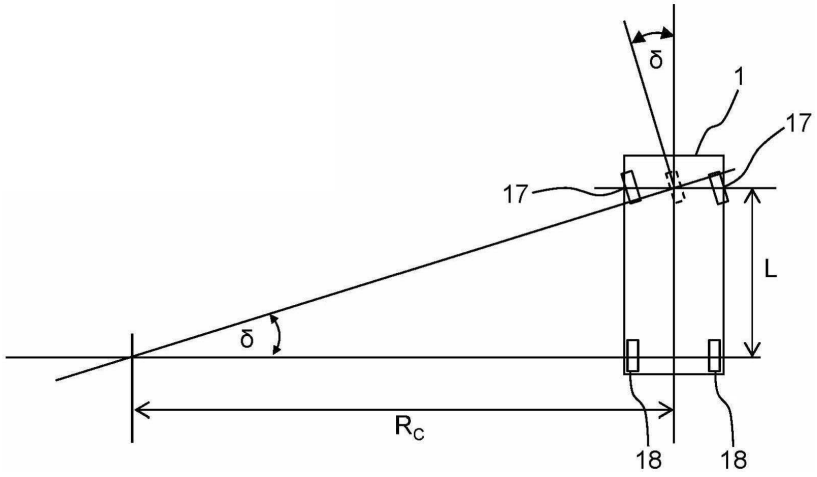
도면1



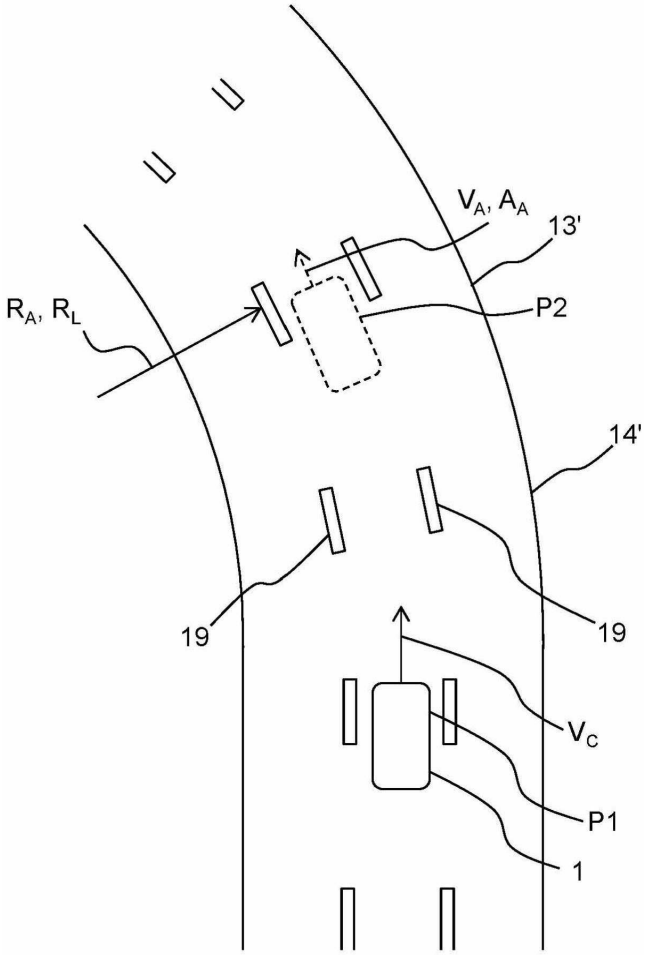
도면2



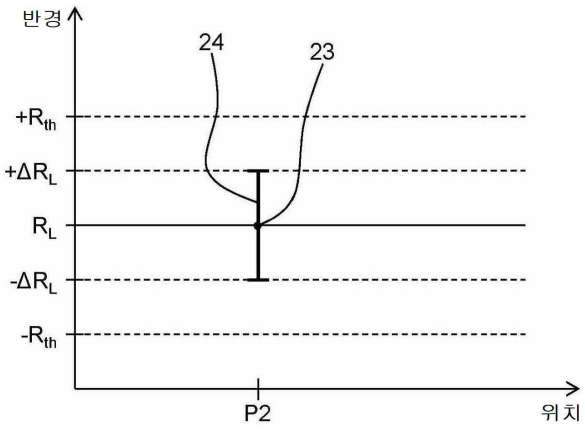
도면3



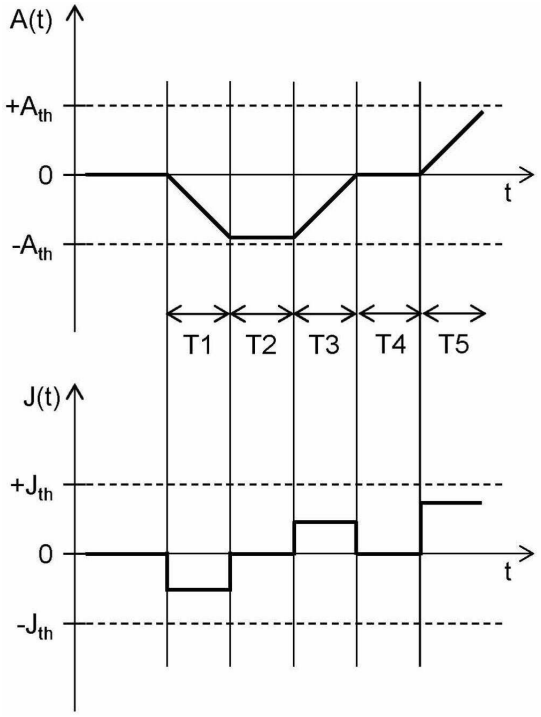
도면4


V_A, A_A
13'
R_A, R_L
P2
14'
19
19
V_C
P1
1

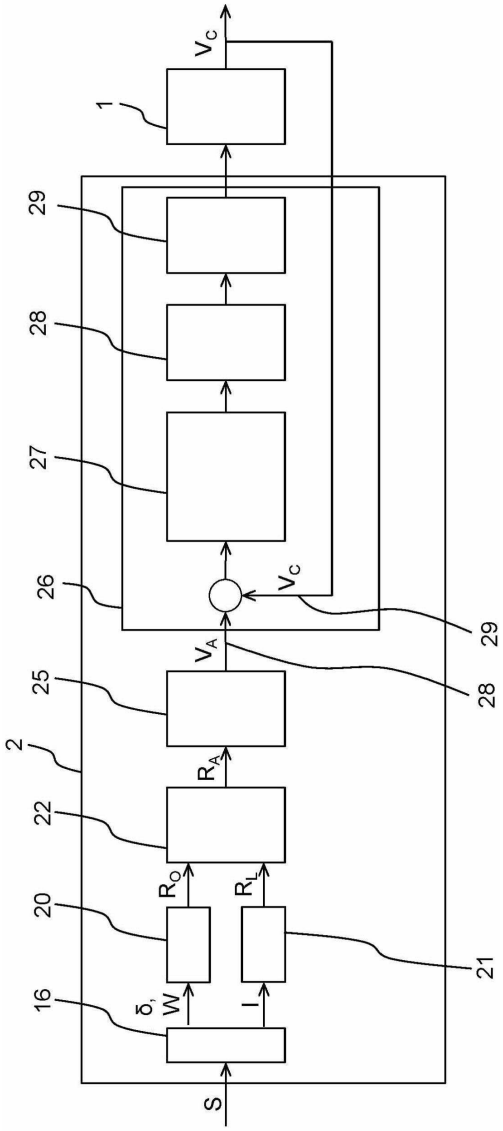
도면5


반경
24
23
$+R_{th}$
$+\Delta R_L$
R_L
$-\Delta R_L$
$-R_{th}$
P2
위치

도면6



도면7



도면8

