



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년12월16일
 (11) 등록번호 10-1338055
 (24) 등록일자 2013년12월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B60W 30/12 (2006.01) B60C 23/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2007-0129783
 (22) 출원일자 2007년12월13일
 심사청구일자 2011년11월11일
 (65) 공개번호 10-2009-0062491
 (43) 공개일자 2009년06월17일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2004175210 A
 JP2005532219 A
 JP2002541017 A
 KR1020070062277 A

(73) 특허권자
 현대자동차주식회사
 서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
 (72) 발명자
 신동호
 경기도 용인시 수지구 신봉1로48번길 29, 한일아파트 104동 1004호 (신봉동)
 김희원
 서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 특허법인신세기

전체 청구항 수 : 총 5 항

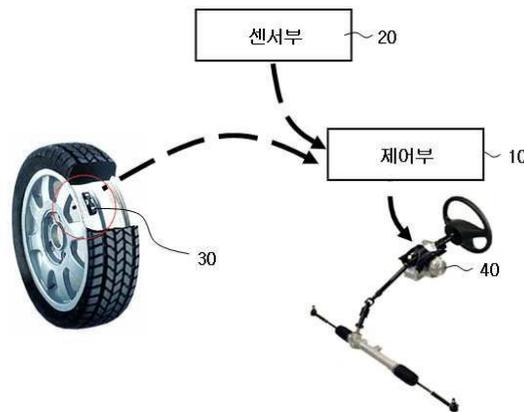
심사관 : 김성호

(54) 발명의 명칭 타이어 공기압을 고려한 차선유지 보조 시스템

(57) 요약

본 발명은 타이어 공기압을 고려한 차선유지 보조 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 타이어공기압 측정 시스템에서 측정된 타이어 공기압 변화값를 이용하여 코너링 강성값을 산출하고 이를 기초로 차량 주행의 차선유지 제어를 수행할 수 있다. 본 발명에 따른 차선유지 보조 시스템은 주행 중 차량의 타이어 특성을 고려함으로써 인하여 정확한 차선유지를 수행할 수 있어 승차감이 향상될 수 있다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

민석기

경기도 수원시 장안구 화산로187번길 19, 삼성래미
안아파트 111동 1303호 (천천동)

이원석

서울특별시 도봉구 노해로70길 19, 1906동 1204호
(창동, 주공아파트)

특허청구의 범위

청구항 1

주행 중인 차량의 사이드슬립각(β), 측정 요레이트(γ), 차량의 이탈각($\Delta\Psi$), 차량의 이탈거리(d_s), 차선의 곡률(ρ_{ref}) 및 차량 속도(V)를 측정하는 센서부(20);

차량의 앞바퀴 타이어의 공기압(P_f) 및 뒷바퀴 타이어의 공기압(P_r)을 측정하는 타이어 센서부(30);

상기 센서부(20)에서 전달된 측정값 및 상기 타이어 센서부(30)에서 전달된 타이어 공기압값을 이용하여 주행 중인 차량의 사이드슬립각(β), 측정 요레이트(γ), 차량의 이탈각($\Delta\Psi$), 차량의 이탈거리(d_s)가 0에 수렴하도록 하는 차량의 요구전방각(δ_f)을 산출하고 이에 대한 동작신호를 생성하는 제어부(10); 및

상기 제어부(10)로부터 전달된 동작신호에 따라 차량의 주행 방향을 변화시키는 구동부(40);를 포함하는 것을 특징으로 하는 차선유지 보조 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부(10)는,

$$\begin{bmatrix} \dot{\beta} \\ \dot{\gamma} \\ \Delta\dot{\Psi} \\ \dot{d}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{11} & 0 & 0 \\ a_{11} & a_{11} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ V & L_s & V & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta \\ \gamma \\ \Delta\Psi \\ d_s \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & 0 \\ b_{21} & 0 \\ 0 & -V \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_f \\ \rho_{ref} \end{bmatrix}$$

로 표현되는 차량 동적특성 방정식을 이용하여 사이

드슬립각(β), 측정 요레이트(γ), 차량의 이탈각($\Delta\Psi$), 차량의 이탈거리(d_s)가 0에 수렴하도록 하는 차량의 요구전방각(δ_f)을 산출하되,

$$a_{11} = -\frac{C_f + C_r}{\tilde{m}V}, \quad a_{12} = -1 + \frac{C_r L_r - C_f L_f}{\tilde{m}V^2}, \quad a_{21} = \frac{C_r L_r - C_f L_f}{I_{zz}}$$

$$a_{22} = -\frac{C_r L_r^2 + C_f L_f^2}{I_{zz}V}, \quad b_{11} = \frac{C_f}{\tilde{m}V}, \quad b_{21} = \frac{C_f L_f}{I_{zz}} \quad \text{이다.}$$

$$\delta_f = \frac{1}{b_\delta} \left[-f(\bullet) - \frac{W_d L_s}{W_\gamma} - K_\gamma e_\gamma \right] \quad W_d, W_\gamma \text{ and } K_\gamma > 0$$

$$b_\delta = \frac{C_f L_f}{I_{zz}} + \frac{C_f}{\tilde{m}L_s}$$

$$f(\bullet) = C_\beta \beta + C_\gamma \gamma + C_\Psi \Delta\Psi - C_\rho \rho_{ref}$$

$$C_\beta = \frac{Va_{11} + VK_d + L_s a_{21}}{L_s} = -\frac{C_f + C_r}{\tilde{m}L_s} + \frac{VK_d}{L_s} + \frac{C_r L_r - C_f L_f}{I_{zz}}$$

$$C_\gamma = \frac{Va_{12} + V + K_d L_s + L_s a_{22}}{L_s} = \frac{C_r L_r - C_f L_f}{\tilde{m} V L_s} + K_d - \frac{C_r L_r^2 + C_f L_f^2}{I_{zz} V}$$

$$C_\Psi = \frac{K_d V}{L_s}$$

$$C_\rho = \frac{V^2}{L_s}$$

$$e_\gamma = \gamma - \gamma_d$$

$$\gamma_d = -\frac{V(\beta + \Delta\Psi) + K_d d_s}{L_s} \quad \text{이며, 각 변수는}$$

β 는 차량의 이동방향에 대하여 차량의 미끌림 정도를 나타내는 각도인 사이드슬립각, γ 는 차량의 회전을 나타내는 측정 요레이트, $\Delta\Psi$ 는 차량이 차선으로부터 얼마만큼 벗어나 있는지를 나타내는 이탈각, d_s 은 차량이 차선으로부터 얼마만큼 벗어나 있는지를 나타내는 이탈거리, δ_f 는 제어에 의하여 차량의 전방이 회전해야 할 요구전방각, ρ_{ref} 는 차선의 곡률, C_f 는 차량의 앞바퀴축의 코너링 강성값, C_r 은 차량의 뒷바퀴축의 코너링 강성값, L_f 는 차량의 무게중심으로부터 앞바퀴축까지의 거리, L_r 는 차량의 무게중심으로부터 뒷바퀴축까지의 거리, \tilde{m} 는 차량의 무게를 차량의 마찰계수로 나뉜 가상차량무게, V 는 차량의 속도, I_{zz} 는 차량의 관성모멘트 L_s 는 차량의 무게중심과 차량에 설치된 GPS와의 거리, γ_d 는 차량에 필요한 요구 요레이트이고, K_d, K_γ, W_d 및 W_γ 는 조절가능한 이득값인 것을 특징으로 하는 차선유지 보조 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제어부(10)는 상기 타이어 센서부(30)로부터 전달된 앞바퀴 타이어의 공기압(P_f) 및 뒷바퀴 타이어의 공기압(P_r)을 식 $C_f = \eta P_f$ 및 $C_r = \eta P_r$ (여기서, η 비례상수로서 상기 공기압값에 따라 비선형적으로 스케줄링됨)에 적용하여 앞바퀴 코너링 강성값 및 뒷바퀴 코너링 강성값을 산출하는 것을 특징으로 하는 차선유지 보조 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제어부(10)는 타이어 공기압에 따라 스케줄링된 앞바퀴 코너링 강성값(C_f) 및 뒷바퀴 코너링 강성값(C_r)을 이용하여

상기 $f(\bullet) = C_\beta \beta + C_\gamma \gamma + C_\Psi \Delta\Psi - C_\rho \rho_{ref}$ 의

$$C_\beta = \frac{Va_{11} + VK_d + L_s a_{21}}{L_s} = -\frac{C_f + C_r}{\tilde{m} L_s} + \frac{VK_d}{L_s} + \frac{C_r L_r - C_f L_f}{I_{zz}} \quad \text{또는}$$

$C_\gamma = \frac{Va_{12} + V + K_d L_s + L_s a_{22}}{L_s} = \frac{C_r L_r - C_f L_f}{\tilde{m} V L_s} + K_d - \frac{C_r L_r^2 + C_f L_f^2}{I_{zz} V}$ 를 조절하고, 상기 요구전방각을 산출하는 것을 특징으로 하는 차선유지 보조 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제어부(10)는 K_d , K_γ , W_d 또는 W_γ 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 조절하고, 상기 요구전방각을 산출하는 것을 특징으로 하는 차선유지 보조 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 차선유지 보조 시스템에 관한 것이로서, 더욱 상세하게는, 타이어의 공기압의 영향을 고려한 차선유지 보조 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 차량에 대한 기술이 발전함에 따라 차량의 안정성과 운전자의 편의성을 보장할 수 있는 다양한 제어시스템이 발전하고 있다. 특히, 차량을 제어하기 위한 다양한 시스템 중 차선유지 보조 시스템(Lane Keeping Assist System: LKAS, 이하 '차유지 보조시스템'이라 한다)은 도로주행 시에 차선을 카메라로 인식해 도로의 형상과 차량의 주행상태에 따라 작은 조작력을 주어 전동 파워 스티어링 휠을 제어하는 것으로, 차선을 따른 주행을 하기 쉽게 운전자의 스티어링 휠 조작을 보조하는 시스템이다.

[0003] 이러한 차선유지 보조 시스템은 방심운전 등으로 차선에서 차량이 이탈하려는 경우 경고 및 단시간의 조작력 부과를 행하여 운전자의 주의력을 환기시키는 차선 이탈 경고(Lane Departure Warning System)기능과, 차선 중앙 부근을 주행하기 위한 작은 조작력을 부과하여 운전자의 스티어링 조작 보조를 행하여 운전자의 부담을 줄여주는 차선 유지 보조(Lane Keeping Assist System)기능을 가지고 있다.

[0004] 도 1은 곡선로에서 주행 중인 차량에 대한 동역학적인 개념도이다. 도 1을 참조하여 차량이 곡선주로를 이동하는 경우 고려해야할 차선유지 보조시스템의 제어변수를 살펴본다.

[0005] 우선, 도 1을 참조하면, 차선유지 보조 시스템은 차선 이탈거리(ds)와 이탈각($\Delta\psi$), 차량의 속도(V) 및 사이드슬립각(Side Slip Angle: β , 차량의 이동방향에 대하여 차량의 미끄러짐 정도를 나타내는 각도)를 기초로 차선유지를 위한 요구요레이트(Desired Yaw rate)를 산출하고 차량의 요구전방각(Desired front Angle)을 출력하고 이에 대한 동작신호를 조향모터에 전달하여 주행 중인 차량이 차선을 유지하도록 한다.

[0006] 그러나 종래의 차선유지 보조 시스템은 차량의 타이어로부터 전달되는 타이어 공기압을 고려하지 않고 일정한 타이어 코너링 강성값을 이용함으로써 정확한 차선유지 제어를 수행하지 못하는 문제점이 있다. 즉, 차량은 주행 중에 타이어 공기압을 계속 변화하게 됨에도 불구하고 이에 대한 영향력을 차선유지 제어에 고려하지 않음으로 주행 오차가 발생하는 것이다.

[0007] 도 2는 타이어 공기압을 고려하지 않은 경우 차선이탈거리를 도시한 그래프이다. 도 2를 참조하면, 위에 도시된 그래프는 타이어에 정상적인 공기압(예를 들어 35bar)이 채워진 상태에서 차량의 차선이탈거리를 나타낸 것이고, 아래에 도시된 그래프는 타이어에 낮은 공기압(예를 들어 28bar)이 채워진 상태에서 차량의 차선이탈거리를 나타낸 것이다.

[0008] 더욱 상세하게는 위의 그래프는 차선이탈거리가 0으로 수렴하면서 차량이 차선의 중앙을 달리고 있음을 보여주고 있으나, 아래의 그래프는 차선 중앙으로부터 0.5m의 오차가 발생함을 보여주고 있다.

[0009] 이와 같이 차선유지하면서 차량의 주행을 제어하기 위하여는 타이어 공기압특성에 제어시스템에 고려되어야 한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0010] 상술한 문제점을 해결하기 위하여 타이어 공기압을 고려한 코너링 강성값을 입력함으로써 보다 정확한 차선유

지 제어가 가능하도록 하는 차선유지 보조시스템을 제안하고자 한다.

과제 해결수단

[0011] 본 발명에 따른 차선유지 보조 시스템은 주행 중인 차량의 사이드슬립각(β), 측정 요레이트(γ), 차량의 이탈각($\Delta\Psi$), 차량의 이탈거리(d_s), 차선의 곡률(ρ_{ref}) 및 차량 속도(V)을 측정하는 센서부; 차량의 앞바퀴 타이어의 공기압(P_f) 및 뒷바퀴 타이어의 공기압(P_r)을 측정하는 타이어 센서부; 상기 센서부에서 전달된 측정값 및 상기 타이어 센서부에서 전달된 타이어 공기압값을 이용하여 주행 중인 차량의 사이드슬립각(β), 측정 요레이트(γ), 차량의 이탈각($\Delta\Psi$), 차량의 이탈거리(d_s)가 0에 수렴하도록 하는 차량의 요구전방각(δ_f)을 산출하고 이에 대한 동작신호를 생성하는 제어부; 및

[0012] 상기 제어부로부터 전달된 동작신호에 따라 차량의 주행 방향을 변화시키는 구동부;를 포함할 수 있다.

[0013] 여기서, 상기 제어부는,

$$\begin{bmatrix} \dot{\beta} \\ \dot{\gamma} \\ \Delta\dot{\Psi} \\ \dot{d}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{11} & 0 & 0 \\ a_{11} & a_{11} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ V & L_s & V & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta \\ \gamma \\ \Delta\Psi \\ d_s \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & 0 \\ b_{21} & 0 \\ 0 & -V \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_f \\ \rho_{ref} \end{bmatrix}$$

[0014] 로 표현되는 차량 동적특성 방정식을 이용하여 사이드슬립각(β), 측정 요레이트(γ), 차량의 이탈각($\Delta\Psi$), 차량의 이탈거리(d_s)가 0에 수렴하도록 하는 차량의 요구전방각(δ_f)을 산출하되,

$$[0015] \quad a_{11} = -\frac{C_f + C_r}{\tilde{m}V}, \quad a_{12} = -1 + \frac{C_r L_r - C_f L_f}{\tilde{m}V^2}, \quad a_{21} = \frac{C_r L_r - C_f L_f}{I_{zz}}$$

$$[0016] \quad a_{22} = -\frac{C_r L_r^2 + C_f L_f^2}{I_{zz}V}, \quad b_{11} = \frac{C_f}{\tilde{m}V}, \quad b_{21} = \frac{C_f L_f}{I_{zz}} \quad \text{이다.}$$

$$[0017] \quad \delta_f = \frac{1}{b_\delta} \left[-f(\bullet) - \frac{W_d L_s}{W_\gamma} - K_\gamma e_\gamma \right] \quad W_d, W_\gamma \text{ and } K_\gamma > 0$$

$$[0018] \quad b_\delta = \frac{C_f L_f}{I_{zz}} + \frac{C_f}{\tilde{m}L_s}$$

$$[0019] \quad f(\bullet) = C_\beta \beta + C_\gamma \gamma + C_\Psi \Delta\Psi - C_\rho \rho_{ref}$$

$$[0020] \quad C_\beta = \frac{Va_{11} + VK_d + L_s a_{21}}{L_s} = -\frac{C_f + C_r}{\tilde{m}L_s} + \frac{VK_d}{L_s} + \frac{C_r L_r - C_f L_f}{I_{zz}}$$

$$[0021] \quad C_\gamma = \frac{Va_{12} + V + K_d L_s + L_s a_{22}}{L_s} = \frac{C_r L_r - C_f L_f}{\tilde{m}VL_s} + K_d - \frac{C_r L_r^2 + C_f L_f^2}{I_{zz}V}$$

$$[0022] \quad C_\Psi = \frac{K_d V}{L_s}$$

[0023] $C_p = \frac{V^2}{L_s}$,

[0024] $e_\gamma = \gamma - \gamma_d$

[0025] $\gamma_d = -\frac{V(\beta + \Delta\Psi) + K_d d_s}{L_s}$ 이며, 각 변수는

[0026] β 는 차량의 이동방향에 대하여 차량의 미끄러짐 정도를 나타내는 각도 사이드슬립각, γ 는 차량의 회전을 나타내는 측정 요레이트, $\Delta\Psi$ 는 차량이 차선으로부터 얼마만큼 벗어나 있는지를 나타내는 이탈각, d_s 은 차량이 차선으로부터 얼마만큼 벗어나 있는지를 나타내는 이탈거리, δ_f 는 제어에 의하여 차량의 전방이 회전해야할 요구전방각, ρ_{ref} 는 차선의 곡률, C_f 는 차량의 앞바퀴축의 코너링 강성값, C_r 은 차량의 뒷바퀴축의 코너링 강성값, L_f 는 차량의 무게중심으로부터 앞바퀴축까지의 거리, L_r 는 차량의 무게중심으로부터 뒷바퀴축까지의 거리, \tilde{m} 는 차량의 무게를 차량의 마찰계수로 나뉜준 가상차량무게, V 는 차량의 속도, I_z 는 차량의 관성모멘트 및 L_s 는 차량의 무게중심과 차량에 설치된 GPS와의 거리, γ_d 는 차량에 필요한 요구 요레이트이고, K_d , K_γ , W_d 및 W_γ 는 조절가능한 이득값인 것일 수 있다.

[0027] 여기서, 상기 제어부는 상기 타이어 센서로부터 전달된 앞바퀴 타이어의 공기압(P_f) 및 뒷바퀴 타이어의 공기압(P_r)을 식 $C_f = \eta P_f$ 및 $C_r = \eta P_r$ (여기서, η 비례상수로서 상기 공기압값에 따라 비선형적으로 스케줄링됨)에 적용하여 앞바퀴 코너링 강성값 및 뒷바퀴 코너링 강성값을 산출할 수 있다.

[0028] 상기 제어부는 타이어 공기압에 따라 스케줄링된 앞바퀴 코너링 강성값(C_f) 및 뒷바퀴 코너링 강성값(C_r)을 이용하여

[0029] 상기 $f(\bullet) = C_\beta \beta + C_\gamma \gamma + C_\Psi \Delta\Psi - C_\rho \rho_{ref}$ 의

[0030] $C_\beta = \frac{V a_{11} + V K_d + L_s a_{21}}{L_s} = -\frac{C_f + C_r}{\tilde{m} L_s} + \frac{V K_d}{L_s} + \frac{C_r L_r - C_f L_f}{I_z}$ 또는

[0031] $C_\gamma = \frac{V a_{12} + V + K_d L_s + L_s a_{22}}{L_s} = \frac{C_r L_r - C_f L_f}{\tilde{m} V L_s} + K_d - \frac{C_r L_r^2 + C_f L_f^2}{I_z V}$ 를 조절하고, 상기 요구전방각을 산출할 수 있다

[0032] 또한, 상기 제어부는 K_d , K_γ , W_d 또는 W_γ 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 조절하고, 상기 요구전방각을 산출할 수 있다.

[0033] 삭제

효과

[0034] 본 발명에 따른 타이어 공기압의 영향을 고려하여 차선유지 제어를 수행함으로써 차량 주행이 안정성 확보 및 탑승자의 승차감을 향상시킬 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0035] 이하, 도면을 참조하여 본 발명에 대한 실시예를 설명한다.

[0036] 도 3는 본 발명에 따른 타이어 공기압을 고려한 차선유지 보조 시스템의 개념도이다. 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 타이어 공기압을 고려한 차선유지 보조 시스템은 타이어 공기압 측정시스템(Tire Pressure Monitoring System:TPMS)에서 측정된 타이어의 공기압 정보가 차선유지 보조 시스템에 전달되어 차량의 요구이동각(Desired Front Angle)을 산출되는 개념을 도시하고 있다.

[0037] 더욱 상세하게는 본 발명에 따른 차선유지 보조 시스템은 제어부(10), 센서부(20), 타이어 센서부(30) 및 구동부(40)를 포함한다.

[0038] 제어부(10)는 센서부(20) 및 타이어 센서부(30)에서 측정된 차량의 동역학적 변수값을 전달받고 차선유지를 위한 차량의 요구전방각(Desired Front Angle)을 산출하고 이를 기초로 구동부(40)의 동작신호를 생성한다. 아래 식 1은 제어부(10)에서 수행되는 시스템의 동역학 방정식을 보여준다.

수학식 1

$$\begin{bmatrix} \dot{\beta} \\ \dot{\gamma} \\ \Delta\dot{\Psi} \\ \dot{d}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{11} & 0 & 0 \\ a_{11} & a_{11} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ V & L_s & V & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta \\ \gamma \\ \Delta\Psi \\ d_s \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & 0 \\ b_{21} & 0 \\ 0 & -V \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_f \\ \rho_{ref} \end{bmatrix}$$

[0039]

[0040] 여기서, 상태행렬의 계수는

$$a_{11} = -\frac{C_f + C_r}{\tilde{m}V}, \quad a_{12} = -1 + \frac{C_r L_r - C_f L_f}{\tilde{m}V^2}, \quad a_{21} = \frac{C_r L_r - C_f L_f}{I_{zz}}$$

[0041]

$$a_{22} = -\frac{C_r L_r^2 + C_f L_f^2}{I_{zz}V}, \quad b_{11} = \frac{C_f}{\tilde{m}V}, \quad b_{21} = \frac{C_f L_f}{I_{zz}} \text{ 이다.}$$

[0042]

[0043] 또한, 식 1을 참조하여 각 변수에 대한 설명을 하면 다음과 같다(도 1을 참조).

[0044] 우선, 상태변수는 β 는 차량의 이동방향에 대하여 차량의 미끄러짐 정도를 나타내는 각도 사이드슬립각, γ 는 차량의 회전을 나타내는 측정 요레이트, $\Delta\Psi$ 는 차량이 차선으로부터 얼마만큼 벗어나 있는지를 나타내는 이탈각, d_s 은 차량이 차선으로부터 얼마만큼 벗어나 있는지를 나타내는 이탈거리이다.

[0045] 또한, 입력변수는 δ_f 는 제어에 의하여 차량의 전방이 회전해야할 요구전방각, ρ_{ref} 는 차선의 곡률이다.

[0046] 그리고, 상태행렬의 계수에 대한 변수는 C_f 는 차량의 앞바퀴축의 코너링 강성값, C_r 은 차량의 뒷바퀴축의 코너링 강성값, L_f 는 차량의 무게중심으로부터 앞바퀴축까지의 거리, L_r 는 차량의 무게중심으로부터 뒷바퀴축까지의 거리, \tilde{m} 는 차량의 무게를 차량의 마찰계수로 나눈 가상차량무게, V 는 차량의 속도, I_{zz} 는 차량의 관성모멘트 및 L_s 는 차량의 무게중심과 차량에 설치된 GPS와의 거리를 의미한 C_β 다.

[0047] 여기서, 수식 1의 입력변수인 요구전방각(δ_f)은 아래 식2와 같이 표현될 수 있다.

수학식 2

$$\delta_f = \frac{1}{b_\delta} \left[-f(\bullet) - \frac{W_d L_s}{W_\gamma} - K_\gamma e_\gamma \right] \quad W_d, W_\gamma \text{ and } K_\gamma > 0$$

[0048]

[0049] 여기서, 각 계수 및 함수는

[0050]
$$b_{\delta} = \frac{C_f L_f}{I_{zz}} + \frac{C_f}{\tilde{m} L_s}$$

[0051]
$$C_{\beta} f(\bullet) = C_{\beta} \beta + C_{\gamma} \gamma + C_{\Psi} \Delta \Psi - C_{\rho} \rho_{ref}$$

[0052]
$$C_{\beta} = \frac{V a_{11} + V K_d + L_s a_{21}}{L_s} = -\frac{C_f + C_r}{\tilde{m} L_s} + \frac{V K_d}{L_s} + \frac{C_r L_r - C_f L_f}{I_{zz}}$$

[0053]
$$C_{\gamma} = \frac{V a_{12} + V + K_d L_s + L_s a_{22}}{L_s} = \frac{C_r L_r - C_f L_f}{\tilde{m} V L_s} + K_d - \frac{C_r L_r^2 + C_f L_f^2}{I_{zz} V}$$

[0054]
$$C_{\Psi} = \frac{K_d V}{L_s}$$

[0055]
$$C_{\rho} = \frac{V^2}{L_s}$$

[0056]
$$e_{\gamma} = \gamma - \gamma_d$$

[0057]
$$\gamma_d = -\frac{V(\beta + \Delta \Psi) + K_d d_s}{L_s}$$
 이다.

[0058] 여기서, γ_d 는 차량에 필요한 요구 요레이트이고, W_d , K_{γ} 및 W_{γ} 는 조절가능한 이득값이다.

[0059] 제어부(10)는 식 1 및 식 2으로 표현된 본 발명에 따른 시스템을 백스텝핑(Backstepping) 기법을 이용하여 해당 입력변수 중 요구전방각(δ_f)를 산출한다. 더욱 상세하게는, 제어부(10)는 상태변수의 값이 0이 되도록 식 2에서 표현되어 있는 요구전방각 방정식의 C_{β} , C_{γ} , C_{Ψ} 및 C_{ρ} 를 제어변수로, K_d , K_{γ} , W_d 및 W_{γ} 를 제어이득으로 변화시키면서 요구전방각을 변화시키고 되고 이를 기초로 차량에 필요한 요구전방각(δ_f)을 산출하는 것이다.

[0060] 여기서, 식 1 및 식 2를 상세하게 살펴보면, 모든 변수가 차량의 타이어 코너링 강성값(C_f 및 C_r)과 밀접한 관련이 있음을 알 수 있다.

[0061] 본 발명에 대한 문제점에서 설명한 바와 같이, 종래 기술은 앞바퀴축 코너링 강성값(C_f) 및 뒷바퀴축 코너링 강성값(C_r)는 차량의 타이어 공기압에 따라 비선형적으로 변화됨에도 불구하고 그 변화값을 고려하지 않아 시스템의 제어에 오차가 발생하는 원인이 되며 결국 요구전방각(δ_f)도 정확하지 않게 되어 제어성능이 저하된다.

[0062] 따라서, 제어부(10)는 타이어의 영향을 고려하고자 한다. 도 4는 본 발명에 다른 타이어 공기압과 타이어 강성값의 변화를 나타낸 그래프이다. 도 4를 참조하면, 타이어의 공기압에 따라 비선형적으로 변화하는 타이어 코너링 강성값의 변화를 고려하고자 한다. 이를 식으로 표현하면 식 3과 같이 표현된다.

수학식 3

[0063]
$$C_f = \eta P_f \quad \text{및} \quad C_r = \eta P_r$$

[0064] 여기서, η 는 비례상수, P_f 는 앞바퀴 타이어의 공기압 및 P_r 는 뒷바퀴 타이어의 공기압이다.

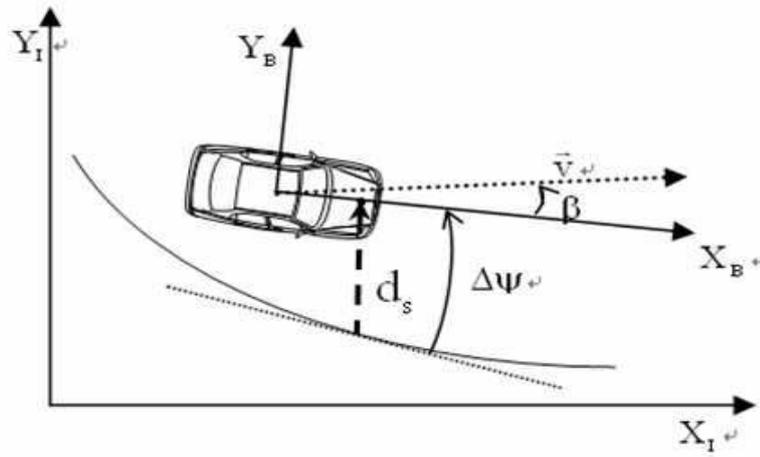
[0065] 즉, 본 발명에 따른 제어부(10)는 식 3을 이용하여 타이어의 공기압에 따른 코너링 강성값을 실시간으로 업데이트할 수 있다.

[0090] $K_d, W_d, K_\gamma, W_\gamma$: 제어이득

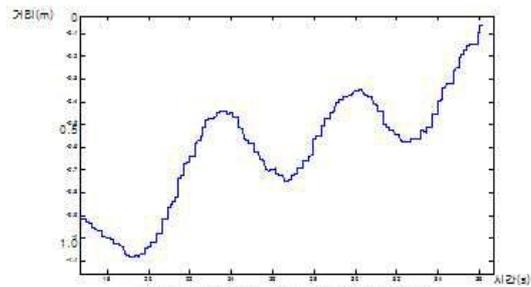
[0091] L_s : 차량의 무게중심과 차량에 설치된 GPS와의 거리를 의미한다.

도면

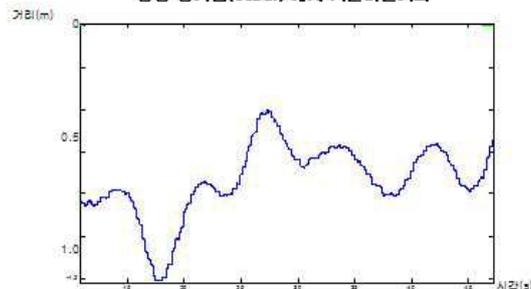
도면1



도면2

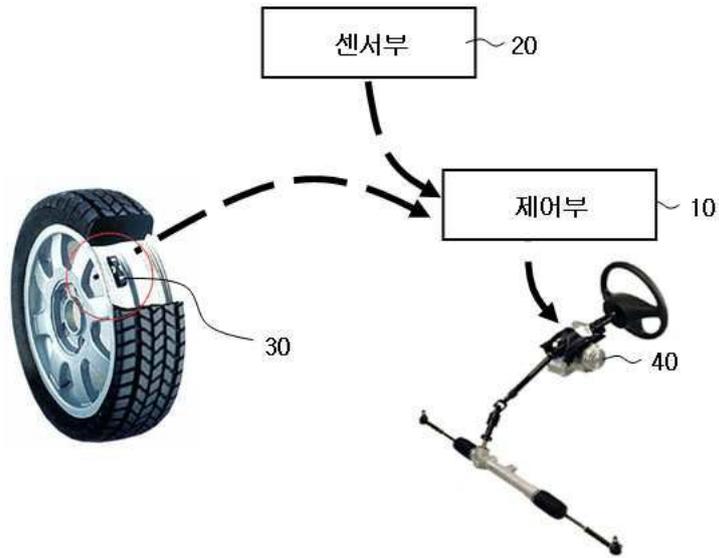


정상 공기압(35bar) 에서 차선이탈거리

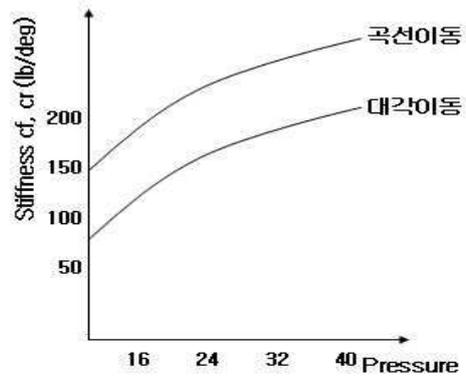


낮은 공기압(26bar) 에서 차선이탈거리

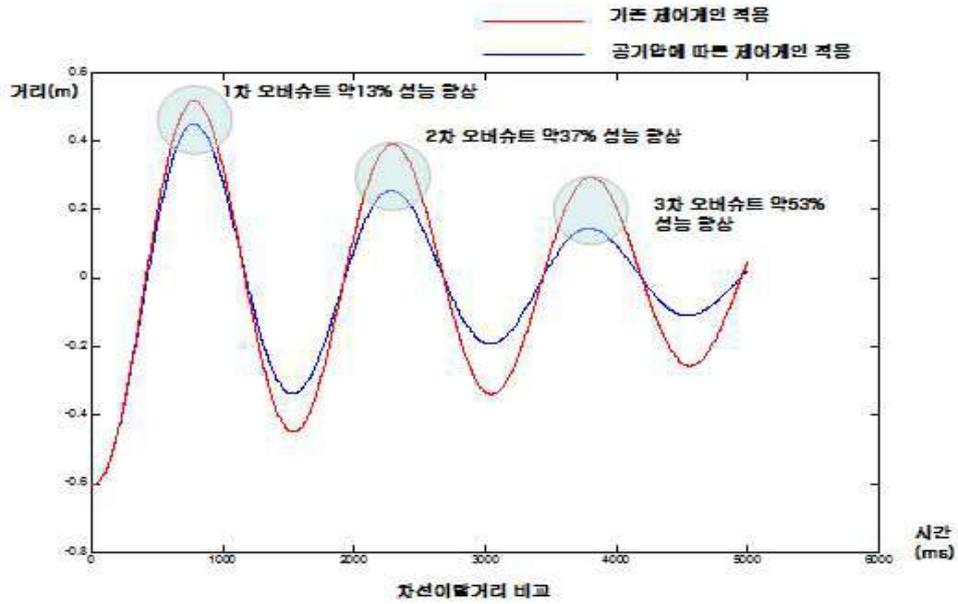
도면3



도면4



도면5



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 2

【변경전】

차량의 관성모멘트 및

【변경후】

차량의 관성모멘트

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 2

【변경전】

각도 사이드슬립각

【변경후】

각도인 사이드슬립각