



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년08월07일

(11) 등록번호 10-1543156

(24) 등록일자 2015년08월03일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60T 8/32 (2006.01) **B60W 10/18** (2006.01)
- (21) 출원번호 **10-2014-0043213**
- (22) 출원일자 **2014년04월10일**
 심사청구일자 **2014년04월10일**
- (56) 선행기술조사문헌
 JP2007182209 A*
 JP2009067300 A*
 KR1020060028674 A*
 US07451032 B2*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
현대자동차주식회사
 서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
- (72) 발명자
유승한
 서울특별시 동작구 만양로 19, 신동아리버파크아파트 707-1109
- 신영호**
 서울특별시 서초구 바우피로39길 32-6, 해청아파트 A-501
- (74) 대리인
특허법인태평양

전체 청구항 수 : 총 9 항

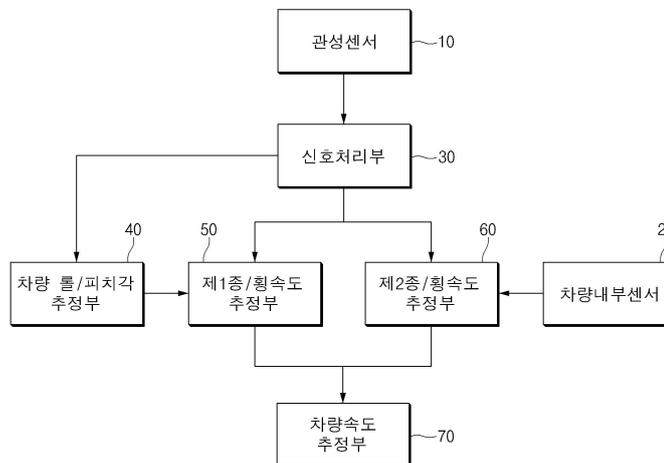
심사관 : 이언수

(54) 발명의 명칭 **차량 속도 추정 장치 및 방법**

(57) 요약

본 발명은 차량 속도 추정 장치 및 방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 는 차량의 6자유도를 측정하는 관성센서와, 차량 정보를 측정하는 차량내부센서와, 상기 관성센서에 의해 측정된 6자유도를 이용하여 운동학 모델 기반 중속도 및 횡속도를 추정하는 제1중속도 및 횡속도 추정부와, 상기 차량 정보를 이용하여 물리적 모델 기반 횡속도 및 횡속 기반 중속도를 추정하는 제2중속도 및 횡속도 추정부와, 상기 제1중속도 및 횡속도 추정부와 제2중속도 및 횡속도 추정부로부터 출력되는 중속도 및 횡속도 추정치를 이용하여 차량 속도를 추정하는 차량 속도 추정부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

차량의 6자유도를 측정하는 관성센서와,

차량 정보를 측정하는 차량내부센서와,

상기 관성센서에 의해 측정된 6자유도를 이용하여 운동학 모델 기반 종속도 및 횡속도를 추정하는 제1종속도 및 횡속도 추정부와,

상기 차량 정보를 이용하여 물리적 모델 기반 횡속도 및 횡속 기반 종속도를 추정하는 제2종속도 및 횡속도 추정부와,

상기 제1종속도 및 횡속도 추정부와 제2종속도 및 횡속도 추정부로부터 출력되는 종속도 및 횡속도 추정치를 이용하여 차량 속도를 추정하는 차량 속도 추정부를 포함하고,

상기 차량속도 추정부는,

운동학 모델 기반 횡속도 및 물리적 모델 기반 횡속도의 융합으로 차량 횡속도 및 횡슬립각을 추정하는 횡속도 추정부와,

운동학 모델 기반 종속도 및 횡속 기반 종속도의 융합으로 차량 종속도를 추정하는 종속도 추정부와,

주행상황에 따라 상기 운동학 모델 기반 횡속도 및 물리적 모델 기반 횡속도에 가중치를 부여하는 제1가중치 설정부와,

상기 주행상황에 따라 운동학 모델 기반 종속도 및 횡속 기반 종속도에 가중치를 부여하는 제2가중치 설정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 속도 추정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 6자유도는,

종가속도, 횡가속도, 수직가속도, 피치레이트, 요레이트, 롤레이트를 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 속도 추정 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 관성센서는,

상기 종가속도, 횡가속도, 수직가속도를 계측하는 가속도 센서와,

상기 피치레이트, 요레이트, 롤레이트를 계측하는 자이로 센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 속도 추정 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 차량내부센서는,

조향각을 측정하는 조향각 센서와,

휠 속도를 측정하는 휠속 센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 속도 추정 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 물리적 모델은,
 싱글 트랙 모델(single track model)인 것을 특징으로 하는 차량 속도 추정 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 주행상황은,
 비선형 타이어 마찰 구간 및 선형 타이어 마찰 구간으로 구분하는 것을 특징으로 하는 차량 속도 추정 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,
 상기 제1가중치 설정부는,
 후륜슬립각, 횡가속도, 요레이트에러, 조향각 변화율, 추정발산인덱스, 스텝조향에 근거하여 모델 가중치를 설정하는 것을 특징으로 하는 차량 속도 추정 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,
 상기 제2가중치 설정부는,
 마스터실린더압력, 노면마찰계수, 피치, 요레이트, 횡속도, 종가속도에 근거하여 모델 가중치를 설정하는 것을 특징으로 하는 차량 속도 추정 장치.

청구항 10

6자유도 및 차량 정보를 계측하는 단계와,
 상기 6자유도 및 차량정보를 이용하여 운동학 모델 기반 종속도 및 횡속도, 물리적 모델 기반 횡속도 및 횡속도 기반 종속도를 추정하는 단계와,
 상기 운동학 모델을 통해 추정된 종속도 및 횡속도와 물리적 모델을 이용해 추정된 횡속도 및 횡속을 이용하여 추정된 종속도의 융합을 통해 차량 속도를 추정하는 단계를 포함하고,
 상기 차량속도 추정단계는,
 상기 운동학 모델을 통해 추정된 횡속도 및 상기 물리적 모델을 이용해 추정된 횡속도의 융합으로 차량 횡속도 및 횡슬립각을 추정하는 단계와,
 상기 운동학 모델을 통해 추정된 종속도 및 상기 횡속을 이용하여 추정된 종속도의 융합으로 차량 종속도를 추정하는 단계와,
 주행상황에 따라 상기 운동학 모델을 통해 추정된 횡속도 및 상기 물리적 모델을 이용해 추정된 횡속도에 가중치를 부여하는 단계와,
 상기 주행상황에 따라 상기 운동학 모델을 통해 추정된 종속도 및 상기 횡속을 이용하여 추정된 종속도에 가중치를 부여하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 속도 추정 방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 6자유도 관성센서를 활용하여 차량의 종방향 및 횡방향 속도를 실시간으로 추정하는 차량 속도 추정 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, 차량 안정성 제어 장치(Electronic Stability Program, ESP) 및 차량 모션제어 장치는 2자유도 관성센서(횡가속도, 요레이트) 또는 3 자유도 관성센서(종가속도, 횡가속도, 요레이트)를 활용하여 차량의 속도를 추정한다.

[0003] 이러한 경우, 차량 속도는 주로 평지에서 종/횡미끄럼이 작은 선형 타이어 마찰구간에서만 유효하게 계산되며, 도로 횡경사각이 존재하거나 종/횡미끄럼이 큰 비선형 타이어 마찰구간에서는 정확한 속도 추정이 어렵다.

[0004] 또한, 차량 속도는 차량의 물리적 모델에 주로 의존하므로 차량 질량, 타이어, 노면마찰계수 등의 차량 파라미터 변경에 큰 영향을 받는다.

[0005] 또한, 종래의 6자유도 관성센서를 활용한 차량 속도 추정 기술은 주로 6자유도 관성센서에 의해 계측된 측정값의 적분을 통해 차량 속도를 추정하므로, 실제 적용 시 고정밀 센서가 요구되거나 추정치 발산의 가능성이 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 6자유도 관성센서 및 조향각 센서, 휠속 센서를 활용하여 차량의 종방향 및 횡방향 속도를 실시간으로 추정하는 차량 속도 추정 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0007] 또한, 본 발명은 6자유도 관성센서에 의해 측정된 측정값을 이용하여 운동학적 모델 및 물리적 모델의 융합을 통해 차량 속도 추정의 정확도를 향상시킬 수 있는 차량 속도 추정 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 과제를 해결하기 위하여, 본 발명에 따른 차량 속도 추정 장치는 차량의 6자유도를 측정하는 관성센서와, 차량 정보를 측정하는 차량내부센서와, 상기 관성센서에 의해 측정된 6자유도를 이용하여 운동학 모델 기반 종속도 및 횡속도를 추정하는 제1종속도 및 횡속도 추정부와, 상기 차량 정보를 이용하여 물리적 모델 기반 횡속도 및 휠속 기반 종속도를 추정하는 제2종속도 및 횡속도 추정부와, 상기 제1종속도 및 횡속도 추정부와 제2종속도 및 횡속도 추정부로부터 출력되는 종속도 및 횡속도 추정치를 이용하여 차량 속도를 추정하는 차량 속도 추정부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 상기 6자유도는 종가속도, 횡가속도, 수직가속도, 피치레이트, 요레이트, 롤레이트를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 상기 관성센서는, 상기 종가속도, 횡가속도, 수직가속도를 계측하는 가속도 센서와, 상기 피치레이트, 요레이트, 롤레이트를 계측하는 자이로 센서를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 차량내부센서는, 조향각을 측정하는 조향각 센서와, 휠 속도를 측정하는 휠속 센서를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 상기 물리적 모델은, 싱글 트랙 모델(single track model)인 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 차량속도 추정부는, 운동학 모델 기반 횡속도 및 물리적 모델 기반 횡속도의 융합으로 차량 횡속도 및 휠슬립각을 추정하는 횡속도 추정부와, 운동학 모델 기반 종속도 및 횡속도 기반 종속도의 융합으로 차량 종속도를 추정하는 종속도 추정부와, 주행상황에 따라 상기 운동학 모델 기반 횡속도 및 물리적 모델 기반 횡속도에 가중치를 부여하는 제1가중치 설정부와, 상기 주행상황에 따라 운동학 모델 기반 종속도 및 횡속도 기반 종속도에 가중치를 부여하는 제2가중치 설정부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 상기 주행상황은, 비선형 타이어 마찰 구간 및 선형 타이어 마찰 구간으로 구분하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 상기 제1가중치 설정부는, 후륜슬립각, 횡가속도, 요레이트에러, 조향각 변화율, 추정발산인덱스, 스텝조향에

근거하여 모델 가중치를 설정하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 상기 제2가중치 설정부는, 마스터실린더압력, 노면마찰계수, 피치, 요레이트, 횡속도, 증가속도에 근거하여 모델 가중치를 설정하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명에 따른 차량 속도 추정 방법은 6자유도 및 차량 정보를 계측하는 단계와, 상기 6자유도 및 차량정보를 이용하여 운동학 모델 기반 종속도 및 횡속도, 물리적 모델 기반 횡속도 및 횡속 기반 종속도를 추정하는 단계와, 상기 운동학 모델을 통해 추정된 종속도 및 횡속도와 물리적 모델을 이용해 추정된 횡속도 및 횡속을 이용하여 추정된 종속도의 융합을 통해 차량 속도를 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명은 6 자유도 관성센서 및 조향각 센서, 횡속 센서를 활용하여 차량의 증방향 및 횡방향 속도를 실시간으로 추정할 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명은 차량의 롤각 및 피치각, 도로 종경사각 및 횡경사각에 의한 외란을 보상하며 차량의 질량 변동, 타이어 상태 변동, 노면 마찰계수 변동에 견실한 추정 성능을 제공할 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명은 6자유도 관성센서 기반 운동학적 모델과 물리적 모델의 융합 시 주행상황에 따라 각 모델간의 가중치를 변경할 수 있도록 하므로, 차량 속도 추정의 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0021] 따라서, 본 발명은 차량자세제어장치가 추정한 차량 횡속도를 활용하여 보다 정확한 안전성 제어 개입 시점 포착 및 정밀한 제어량을 계산할 수 있게 한다.

[0022] 또한, 본 발명은 사시통합제어 시스템이 추정한 차량 횡속도를 활용하여 보다 정확한 타이어 슬립각을 추정하며, 정밀한 전/후 능동 조향각을 제어할 수 있게 한다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 속도 추정 장치를 도시한 블록구성도.

도 2 및 도 3은 도 1에 도시된 차량속도 추정부의 블록선도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 속도 추정 장치를 도시한 블록구성도이다.

[0026] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 차량 속도 추정 장치는 관성센서(10), 차량내부센서(20), 신호처리부(30), 차량 롤각 및 피치각 추정부(40), 제1종속도 및 횡속도 추정부(50), 제2종속도 및 횡속도 추정부(60), 차량속도 추정부(70)를 포함한다.

[0027] 관성센서(10)는 차량의 움직임을 정확하게 측정하기 위한 6자유도(6 degrees of freedom, 6DOF) 센서로, 차량의 증가속도, 횡가속도, 수직가속도, 롤 레이트(roll rate), 피치 레이트(pitch rate), 요 레이트(yaw rate) 등을 측정한다. 이러한 관성센서(10)는 자이로 센서 및 가속도 센서로 구성된다.

[0028] 차량내부센서(20)는 차량의 물리적 정보(예: 브레이크 압력, 휠 속도, 전륜 조향각)를 측정한다. 이러한 차량내부센서(20)는 조향각을 측정하는 조향각 센서 및 4륜의 횡속도를 측정하는 횡속 센서 등을 포함한다. 여기서, 조향각 센서는 전동식 조향장치(motor driven power steering, MDPS) 시스템 내에 구비되며, 횡속 센서는 차량 자세제어장치(electronic stability control, ESC) 시스템 내에 배치된다.

[0029] 신호처리부(30)는 관성센서(10)로부터 출력되는 원신호(raw signal)를 신호처리하여 오프셋(offset)을 제거하고 미정렬 오차를 보상하여 신호를 보정한다.

[0030] 차량 롤각 및 피치각 추정부(이하, '차량 롤/피치각 추정부'라 함)(40)는 자이로 센서 및 가속도 센서로부터 출력되는 각도 정보 및 주행상황 등에 근거하여 차량 롤각 및 피치각을 추정한다. 여기서, 주행상황은 비선형 타이어 마찰구간(dynamic) 주행상황과 선형 타이어 마찰구간(static) 주행상황으로 구분된다.

[0031] 제1종속도 및 횡속도 추정부(이하, '제1종/횡속도 추정부'라 함)(50)는 관성센서(10)에 의해 측정된 정보 및 차량 롤/피치각 추정부(40)에 의해 추정된 롤각 및 피치각을 입력받아 운동학 모델(kinematic model)에 따라 종속

도 및 횡속도를 추정한다. 제1종/횡속도 추정부(50)는 운동학 모델의 적분식을 이용하여 종가속도 및 횡가속도를 적분하여 종속도 및 횡속도를 산출한다.

[0032] 제2종속도 및 횡속도 추정부(이하, '제2종/횡속도 추정부'라 함)(60)는 차량내부센서(20)로부터 출력되는 조향각 및 휠속 등을 이용하여 횡속도 및 종속도를 산출한다.

[0033] 제2종/횡속도 추정부(60)는 물리적 모델을 이용하여 횡속도를 추정하고, 휠속에 근거하여 종속도를 추정한다. 여기서, 물리적 모델로는 싱글 트랙 모델(single track model)이 사용될 수 있다.

[0034] 차량속도 추정부(70)는 주행상황에 따라 운동학 모델 기반 종속도 및 횡속도, 물리적 모델 기반 횡속도, 휠속 기반 종속도에 가중치를 부여한다. 예를 들어, 비선형 타이어 마찰구간 주행상황이면 운동학 모델 기반 종속도 및 횡속도에 가중치를 높게 부여하고, 선형 타이어 마찰구간 주행상황이면 물리적 모델 기반 횡속도 및 휠속 기반 종속도에 가중치를 증가시킨다.

[0035] 차량속도 추정부(70)는 제1종/횡속도 추정부(50) 및 제2종/횡속도 추정부(60)로부터 출력되는 추정 종속도 및 횡속도에 기초하여 차량 속도를 추정한다. 즉, 차량속도 추정부(70)는 운동학 모델과 물리적 모델의 융합을 통해 차량의 종속도 및 횡속도를 추정한다.

[0036] 도 2 및 도 3은 도 1에 도시된 차량속도 추정부의 블록선도를 도시한다.

[0037] 도 2에 도시된 바와 같이, 차량속도 추정부(70)의 횡속도 추정부는 운동학 모델 기반 횡속도(횡가속도 적분값)와 물리적 모델 기반 횡속도를 이용하여 차량 횡속도 및 횡슬립각을 추정한다. 즉, 횡속도 추정부는 운동학 모델과 물리적 모델의 융합으로 차량 횡속도(횡슬립각)를 추정한다.

[0038] 제1가중치 설정부는 후륜슬립각 이득(AlphaR gain), 횡가속도 이득(Ay gain), 추정발산 인덱스 이득(anti-drift gain), 요레이트 에러 이득(yaw rate error gain), 조향각 변화율 이득(steering angle slope(SAS) dot gain), 스텝 조향 이득(J-turn gain)을 산출하고, 그 산출된 결과에 근거하여 가중치를 설정한다.

[0039] 제1가중치 설정부는 조향각 변화율, 요레이트 에러, 후륜슬립각, 횡가속도/노면마찰계수가 크면 비선형 타이어 마찰구간 주행상황으로 간주하여 운동학 모델의 적분식에 가중치를 증가시킨다. 반면, 제1가중치 설정부는 추정치가 발산하는 경향을 보이거나 스텝조향 상황에서는 물리적 모델에 가중치를 증가시킨다.

[0040] 도 3을 참조하면, 차량속도 추정부(70)의 종속도 추정부는 4휠 속도를 입력받아 차량 중심 속도를 산출한다. 즉, 종속도 추정부는 휠속도 기반 차량 중심 속도를 산출한다.

[0041] 종속도 추정부는 브레이크 압력에 근거하여 브레이크 온/오프를 감지하고 브레이크 온/오프에 따라 스위치(SW)를 전환한다.

[0042] 종속도 추정부는 차량 구동(브레이크 오프) 시 휠속 기반 차량 중심 속도에 따른 비구동륜(후륜) 최대 휠속도를 산출하여 차량 종속도를 추정한다.

[0043] 한편, 종속도 추정부는 차량 제동(브레이크 온) 시 휠속 기반 차량 중심 속도에 따른 4륜 최대 휠속도를 산출하고, 운동학 모델을 이용하여 감속도(중방향 가속도)를 계산한다. 이때, 종속도 추정부는 속도 변화율을 제한한다.

[0044] 관측기는 중방향 가속도를 적분하여 종속도를 산출하여 휠속 기반 종속도와 융합으로 차량 종속도를 추정한다. 이때, 제2가중치 설정부는 피치, 요레이트, 횡속도, 종가속도, 노면 마찰계수, 마스터 실린더 압력 등을 이용하여 가중치를 결정한다. 예컨대, 제2가중치 설정부는 마스터 실린더 압력(운전자 제동압)이 높을수록 노면 마찰계수가 낮을수록 운동학 모델의 적분식에 가중치를 증가시킨다.

[0045] 종속도 추정부는 4륜 최대 휠속도와 관측기로부터 출력되는 종속도 추정치 중 큰 값을 차량 종속도로 출력한다.

[0046] 차량속도 추정부(70)는 다음과 같은 수학적 식 1을 이용하여 종속도(\hat{v}_x), 횡속도(\hat{v}_y), 수직속도(\hat{v}_z)를 추정한다.

수학식 1

$$\begin{bmatrix} \hat{v}_x \\ \hat{v}_y \\ \hat{v}_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \omega_z & -\omega_y \\ -\omega_z & -k_4 & \omega_x \\ \omega_y & -\omega_x & -k_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{v}_x \\ \hat{v}_y \\ \hat{v}_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{bmatrix} - g \begin{bmatrix} -\sin \hat{\theta} \\ \sin \hat{\phi} \cos \hat{\theta} \\ \cos \hat{\phi} \cos \hat{\theta} \end{bmatrix} + L_{3 \times 2} \begin{bmatrix} v_{x,wheel} - \hat{v}_x \\ v_{y,phy} - \hat{v}_y \end{bmatrix}$$

[0047]

[0048]

여기서, \hat{v}_x , \hat{v}_y , \hat{v}_z 는 운동학 모델 기반 종속도, 횡속도, 수직속도를 각각 의미하고, a_x , a_y , a_z 는 각각 종가속도, 횡가속도, 수직가속도이고, g 는 중력가속도이며, $\hat{\theta}$ 및 $\hat{\phi}$ 는 각각 피치각과 롤각이다. $v_{x,wheel}$ 는 휠속 기반으로 추정된 종속도이고, $v_{y,phy}$ 는 물리적 모델 기반으로 추정된 횡속도이다. $L_{3 \times 2}$ 는 모델 가중치 설정 이득을 의미한다. ω_x , ω_y , ω_z 는 각각 롤레이트 에러, 피치 레이트 에러, 요레이트 에러를 의미한다. k_4 및 k_5 는 타이어 강성계수를 말한다.

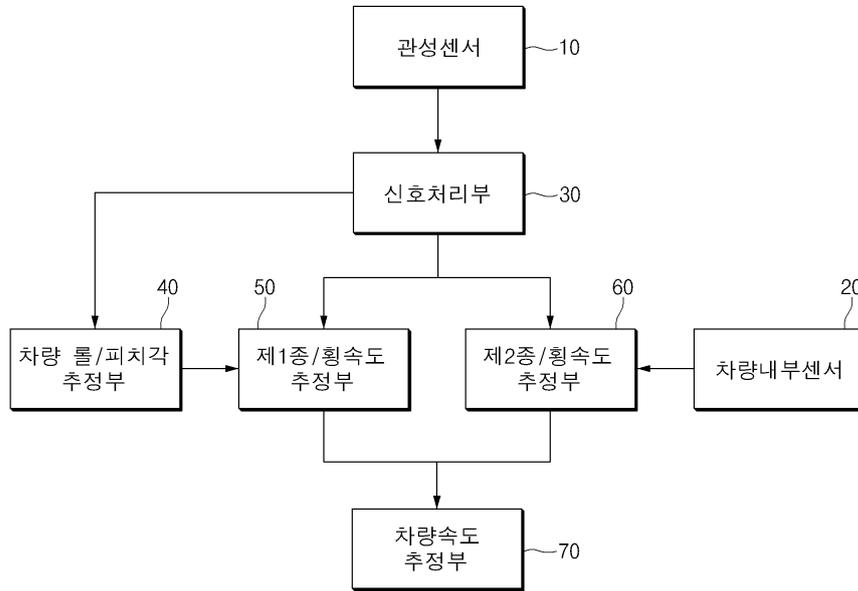
부호의 설명

[0049]

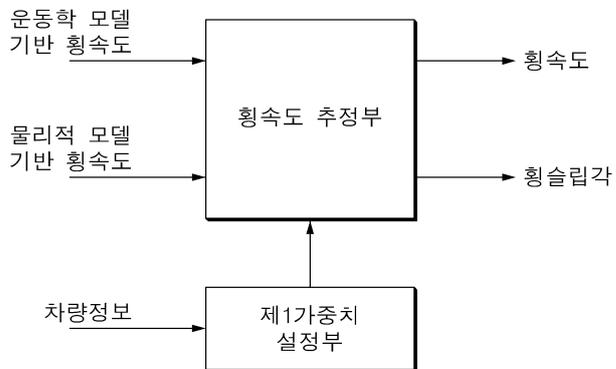
- 10: 관성센서
- 20: 차량내부센서
- 30:신호처리부
- 40: 차량 롤/피치각 추정부
- 50: 제1종/횡속도 추정부
- 60: 제2종/횡속도 추정부
- 70: 차량속도 추정부

도면

도면1



도면2



도면3

