



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0091199  
(43) 공개일자 2017년08월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G05D 1/02 (2006.01) B60W 10/10 (2006.01)

B62D 5/04 (2006.01) F16H 61/32 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G05D 1/0212 (2013.01)

B60W 10/10 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0011288

(22) 출원일자 2016년01월29일

심사청구일자 2016년01월29일

(71) 출원인

한국기술교육대학교 산학협력단

충남 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, 내 (한국기술교육대학교)

(72) 발명자

성상만

충남 천안시 서북구 시청로 39, 101-401

모준우

충청남도 천안시 동남구 풍세로 769-28 203동 803호 (용곡동, 용곡마을세광2차엔리치타워아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이성원

전체 청구항 수 : 총 4 항

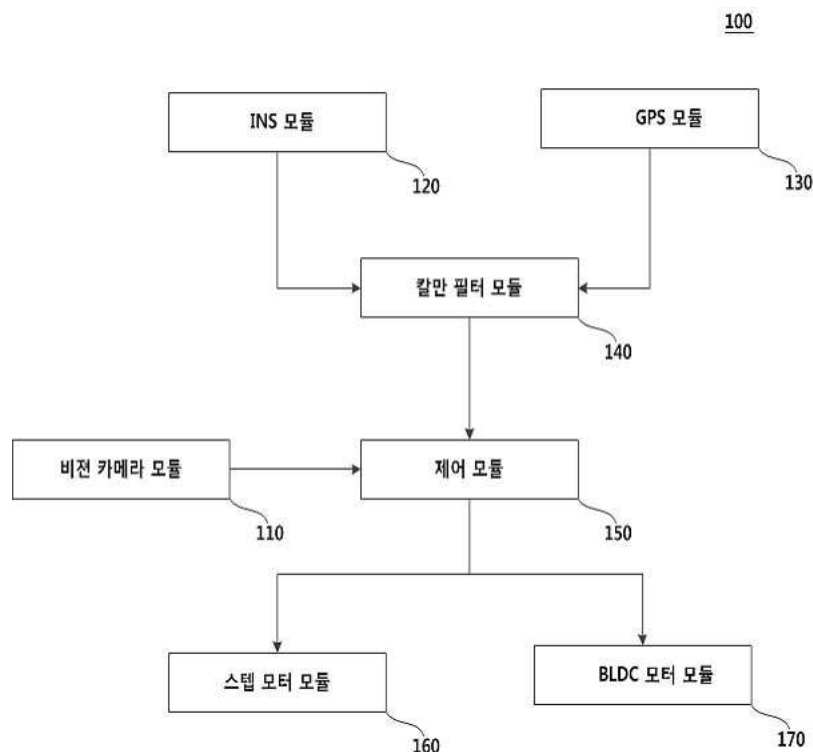
(54) 발명의 명칭 INS 및 GPS를 이용한 무인 자동차 제어 장치 및 방법

### (57) 요약

INS(inertial navigation system) 및 GPS(global positioning system)를 이용한 무인 자동차 제어 장치 및 방법이 개시된다. 무인 자동차의 전방 주행 영상을 촬영하여 전달하는 비전 카메라(vision camera) 모듈; 상기 무인 자동차의 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 측정하여 전달하는 INS(inertial navigation

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



system) 모듈; 상기 무인 자동차의 절대 좌표계상의 GPS 위치를 측정하여 전달하는 GPS(global positioning system) 모듈; 상기 INS 모듈에서 측정된 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 전달받고, 상기 GPS 모듈에서 측정된 절대 좌표계상의 GPS 위치를 전달받고, 상기 전달받은 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 상기 절대 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화로 변환하고, 상기 변환된 절대 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화와 상기 전달받은 절대 좌표계상의 GPS 위치를 결합하여 칼만 필터(Kalman filter)에 의해 보정을 수행하고 상기 무인 자동차의 위치 및 속도를 출력하는 칼만 필터 모듈; 상기 비전 카메라 모듈로부터 전방 주행 영상을 전달받아 차선을 인식하고, 인식된 차선과 상기 칼만 필터 모듈로부터 출력된 무인 자동차의 위치 및 속도에 따라 상기 무인 자동차의 방향 및 속도를 제어하는 제어 모듈을 구성한다.

(52) CPC특허분류

*B62D 5/046* (2013.01)

*F16H 61/32* (2013.01)

*G05D 1/0214* (2013.01)

*G05D 1/0223* (2013.01)

*G05D 1/0253* (2013.01)

*G05D 1/027* (2013.01)

*G05D 1/0278* (2013.01)

(72) 발명자

**송재원**

충북 청주시 서원구 서원남로20번길 6-1 101호

**황미리**

충청북도 옥천군 옥천읍 가화4길 향수타운하우스 46-7

**권미정**

경기도 군포시 산본로386번길 21 1142동 303호 (산본동, 삼성장미아파트)

**이환희**

충청남도 천안시 동남구 청수로 98 114동 904호 (청수동, LGSK아파트)

**김병국**

광주광역시 남구 봉선로9번길 10 B동 103호 (주월동, 무등연립)

**임성록**

대구광역시 남구 봉덕로 135 105동 1105호 (봉덕동, 강변효성백년가약)

**박종만**

충청북도 청주시 서원구 수곡로 36 101동 707호 (수곡동, 두진하트리움)

**김정식**

전라북도 익산시 중앙로7길 20 (창인동1가)

**배영호**

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (가천리, 한국기술교육대학교)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

무인 자동차의 전방 주행 영상을 촬영하여 전달하는 비전 카메라(vision camera) 모듈;

상기 무인 자동차의 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 측정하여 전달하는 INS(inertial navigation system) 모듈;

상기 무인 자동차의 절대 좌표계상의 GPS 위치를 측정하여 전달하는 GPS(global positioning system) 모듈;

상기 INS 모듈에서 측정된 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 전달받고, 상기 GPS 모듈에서 측정된 절대 좌표계상의 GPS 위치를 전달받고, 상기 전달받은 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 상기 절대 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화로 변환하고, 상기 변환된 절대 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화와 상기 전달받은 절대 좌표계상의 GPS 위치를 결합하여 칼만 필터(Kalman filter)에 의해 보정을 수행하고 상기 무인 자동차의 위치 및 속도를 출력하는 칼만 필터 모듈;

상기 비전 카메라 모듈로부터 전방 주행 영상을 전달받아 차선을 인식하고, 인식된 차선과 상기 칼만 필터 모듈로부터 출력된 무인 자동차의 위치 및 속도에 따라 상기 무인 자동차의 방향 및 속도를 제어하는 제어 모듈을 포함하는 INS 및 GPS를 이용한 무인 자동차 제어 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어 모듈의 제어에 의해 상기 무인 자동차의 조향 방향을 구동하는 스텝 모터(step motor) 모듈;

상기 제어 모듈의 제어에 의해 상기 무인 자동차의 변속을 구동하는 BLDC 모터(brushless direct current motor) 모듈을 더 포함하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 INS 및 GPS를 이용한 무인 자동차 제어 장치.

#### 청구항 3

비전 카메라(vision camera) 모듈이 무인 자동차의 전방 주행 영상을 촬영하여 제어 모듈로 전달하는 단계;

INS(inertial navigation system) 모듈이 상기 무인 자동차의 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 측정하여 상기 칼만 필터 모듈로 전달하는 단계;

GPS(global positioning system) 모듈이 상기 무인 자동차의 절대 좌표계상의 GPS 위치를 측정하여 상기 칼만 필터 모듈로 전달하는 단계;

칼만 필터(Kalman filter) 모듈이 상기 INS 모듈에서 측정된 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 전달받고, 상기 GPS 모듈에서 측정된 절대 좌표계상의 GPS 위치를 전달받는 단계;

상기 칼만 필터 모듈이 상기 전달받은 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 상기 절대 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화로 변환하는 단계;

상기 칼만 필터 모듈이 상기 변환된 절대 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화와 상기 전달받은 절대 좌표계상의 GPS 위치를 결합하여 칼만 필터(Kalman filter)에 의해 보정을 수행하고 상기 무인 자동차의 위치 및 속도를 출력하는 단계;

제어 모듈이 상기 비전 카메라 모듈로부터 전방 주행 영상을 전달받아 차선을 인식하고, 인식된 차선과 상기 칼만 필터 모듈로부터 출력된 무인 자동차의 위치 및 속도에 따라 상기 무인 자동차의 방향 및 속도를 제어하는 단계를 포함하는 INS 및 GPS를 이용한 무인 자동차 제어 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

스텝 모터(step motor) 모듈이 상기 제어 모듈의 제어에 의해 상기 무인 자동차의 조향 방향을 구동하는 단계;

BLDC 모터(brushless direct current motor) 모듈이 상기 제어 모듈의 제어에 의해 상기 무인 자동차의 변속을 구동하는 단계를 더 포함하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 INS 및 GPS를 이용한 무인 자동차 제어 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 무인 자동차 제어 장치 및 방법에 관한 것으로서, 구체적으로는 INS(inertial navigation system) 및 GPS(global positioning system)를 이용한 무인 자동차 제어 장치 및 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 최근에는 무인 자동차(self-driving car)의 개발이 한창 진행중이다.

[0003] 무인 자동차는 운전자의 조향 제어나 속도 제어없이도 자동차 스스로 차선을 인식하고 자동차의 조향과 속도를 제어하도록 구성된다.

[0004] 기존에 개발중인 무인 자동차는 주로 차량 전방의 주행 영상을 촬영하여 차선을 인식하고 그 차선에 따라 현재 무인 자동차의 조향 방향과 속도를 제어하도록 구성되어 있다.

[0005] 무인 자동차의 현재 조향 방향과 속도를 주로 관성 센서에 의해 측정되며, 관성 센서에 의해 측정된 조향 방향과 속도는 무인 자동차를 중심으로 하는 관성 좌표계상에서 그 위치와 속도가 규정된다.

[0006] 그런데 기존의 관성 센서에 의해서는 자동차의 방향과 위치는 잦은 속도 변경이나 방향 변경이 생기는 경우에는 상당한 오차를 발생시키는 문제점이 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 INS 및 GPS를 이용한 무인 자동차 제어 장치를 제공하는 데 있다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 INS 및 GPS를 이용한 무인 자동차 제어 방법을 제공하는 데 있다.

#### 과제의 해결 수단

[0009] 상술한 본 발명의 목적에 따른 INS 및 GPS를 이용한 무인 자동차 제어 장치는, 무인 자동차의 전방 주행 영상을 촬영하여 전달하는 비전 카메라(vision camera) 모듈; 상기 무인 자동차의 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 측정하여 전달하는 INS(inertial navigation system) 모듈; 상기 무인 자동차의 절대 좌표계상의 GPS 위치를 측정하여 전달하는 GPS(global positioning system) 모듈; 상기 INS 모듈에서 측정된 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 전달받고, 상기 GPS 모듈에서 측정된 절대 좌표계상의 GPS 위치를 전달받고, 상기 전달받은 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 상기 절대 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화로 변환하고, 상기 변환된 절대 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화와 상기 전달받은 절대 좌표계상의 GPS 위치를 결합하여 칼만 필터(Kalman filter)에 의해 보정을 수행하고 상기 무인 자동차의 위치 및 속도를 출력하는 칼만 필터 모듈; 상기 비전 카메라 모듈로부터 전방 주행 영상을 전달받아 차선을 인식하고, 인식된 차선과 상기 칼만 필터 모듈로부터 출력된 무인 자동차의 위치 및 속도에 따라 상기 무인 자동차의 방향 및 속도를 제어하는 제어 모듈을 포함하도록 구성될 수 있다.

[0010] 여기서, 상기 제어 모듈의 제어에 의해 상기 무인 자동차의 조향 방향을 구동하는 스텝 모터(step motor) 모듈; 상기 제어 모듈의 제어에 의해 상기 무인 자동차의 변속을 구동하는 BLDC 모터(brushless direct current motor) 모듈을 더 포함하도록 구성될 수 있다.

[0011] 상술한 본 발명의 다른 목적에 따른 INS 및 GPS를 이용한 무인 자동차 제어 방법은, 비전 카메라(vision camera) 모듈이 무인 자동차의 전방 주행 영상을 촬영하여 제어 모듈로 전달하는 단계; INS(inertial navigation system) 모듈이 상기 무인 자동차의 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 측정하여 상기 칼만 필터 모듈로 전달하는 단계; GPS(global positioning system) 모듈이 상기 무인 자동차의 절대 좌표계상의 GPS 위치를 측정하여 상기 칼만 필터 모듈로 전달하는 단계; 칼만 필터(Kalman filter) 모듈이 상기 INS

모듈에서 측정된 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 전달받고, 상기 GPS 모듈에서 측정된 절대 좌표계상의 GPS 위치를 전달받는 단계; 상기 칼만 필터 모듈이 상기 전달받은 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 상기 절대 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화로 변환하는 단계; 상기 칼만 필터 모듈이 상기 변환된 절대 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화와 상기 전달받은 절대 좌표계상의 GPS 위치를 결합하여 칼만 필터(Kalman filter)에 의해 보정을 수행하고 상기 무인 자동차의 위치 및 속도를 출력하는 단계; 제어 모듈이 상기 비전 카메라 모듈로부터 전방 주행 영상을 전달받아 차선을 인식하고, 인식된 차선과 상기 칼만 필터 모듈로부터 출력된 무인 자동차의 위치 및 속도에 따라 상기 무인 자동차의 방향 및 속도를 제어하는 단계를 포함하도록 구성될 수 있다.

[0012] 여기서, 스텝 모터(step motor) 모듈이 상기 제어 모듈의 제어에 의해 상기 무인 자동차의 조향 방향을 구동하는 단계; BLDC 모터(brushless direct current motor) 모듈이 상기 제어 모듈의 제어에 의해 상기 무인 자동차의 변속을 구동하는 단계를 더 포함하도록 구성될 수 있다.

### 발명의 효과

[0013] 상술한 INS 및 GPS를 이용한 무인 자동차 제어 장치 및 방법에 의하면, INS 모듈에 의해 측정된 무인 자동차의 속도, 가속도 등의 항법 정보와 GPS 모듈에 의해 측정된 무인 자동차의 속도, 위치 등의 항법 정보를 결합하고 칼만 필터에 의해 오차를 보정하도록 구성됨으로써, 무인 자동차의 운행에 대한 보다 정확한 정보를 얻을 수 있으며, 이에 의해 무인 자동차의 운행 제어를 보다 정확하게 구현할 수 있는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 INS 및 GPS를 이용한 무인 자동차 제어 장치의 블록 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 INS 및 GPS를 이용한 무인 자동차 제어 방법의 흐름도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0016] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0017] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0018] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 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.

[0019] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

- [0020] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 INS 및 GPS를 이용한 무인 자동차 제어 장치의 블록 구성도이다.
- [0022] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 INS 및 GPS를 이용한 무인 자동차 제어 장치(100)는 비전 카메라(vision camera) 모듈(110), INS(inertial navigation system) 모듈(120), GPS(global positioning system) 모듈(130), 칼만 필터(Kalman filter) 모듈(140), 제어 모듈(150), 스텝 모터(step motor) 모듈(160) 및 BLDC(brushless dc motor) 모듈(170)을 포함하도록 구성될 수 있다.
- [0023] INS 및 GPS를 이용한 무인 자동차 제어 장치(100)는 INS 모듈(120)과 GPS 모듈(130)을 결합하여 보다 정확한 무인 자동차의 위치, 속도, 가속도, 자세 등의 정보를 획득하고, 이를 이용하여 정밀한 무인 자동차의 조향 제어와 속도 제어를 가능하도록 구성된다.
- [0024] 이하, 세부적인 구성에 대하여 설명한다.
- [0025] 비전 카메라 모듈(110)은 무인 자동차의 전방 주행 영상을 촬영하여 제어 모듈(150)로 전달하도록 구성될 수 있다.
- [0026] 이때, 비전 카메라 모듈(110)의 전방 주행 영상은 전방의 차로와 차선을 인식하기 위한 구성이다.
- [0027] INS 모듈(120)은 무인 자동차의 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 측정하여 칼만 필터 모듈(140)로 전달하도록 구성될 수 있다.
- [0028] 여기서, 동적 좌표계는 무인 자동차를 중심으로 구축되는 좌표계이다.
- [0029] INS 모듈(120)은 가속도 센서나 자이로(gyro) 센서를 포함하도록 구성될 수 있다.
- [0030] 가속도 센서는 무인 자동차의 가속도, 진동, 충격 등의 동적 힘을 측정하도록 구성되며, 무인 자동차의 운동 상태를 상세하게 감지하도록 구성될 수 있다.
- [0031] 자이로 센서는 지구의 회전과 관계없이 높은 정확도로 항상 처음에 설정한 일정 방향을 유지하는 성질을 갖는다. 이에, 무인 자동차의 방위 변화를 측정하도록 구성될 수 있다.
- [0032] INS 모듈(120)은 가속도 센서와 자이로 센서를 모두 이용하도록 구성될 수 있다.
- [0033] GPS 모듈(130)은 무인 자동차의 절대 좌표계상의 GPS 위치를 측정하여 칼만 필터 모듈(140)로 전달하도록 구성될 수 있다.
- [0034] 여기서, 절대 좌표계는 GPS 좌표계로서 동적 좌표계와 달리 무인 자동차가 중심이 되지 않는다. GPS 좌표가 절대 좌표계에서 이용된다.
- [0035] 차로나 차선이 명확한 곳에서는 INS 모듈(120)만으로 무인 자동차의 속도, 위치 파악이 가능하지만, 차로와 차선이 명확하지 않거나 속도나 가속도의 변화 그리고 방향 변화가 무쌍한 곳에서는 GPS 좌표에 의해 정확한 위치와 속도를 파악하는 것이 훨씬 유리하다.
- [0036] 칼만 필터 모듈(140)은 INS 모듈(120)에서 측정된 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 전달받고, GPS 모듈(130)에서 측정된 절대 좌표계상의 GPS 위치를 전달받도록 구성될 수 있다.
- [0037] 칼만 필터 모듈(140)은 INS 모듈(120)로부터 전달받은 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 GPS 모듈(130)에서 이용하는 절대 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화로 변환하도록 구성될 수 있다.
- [0038] 칼만 필터 모듈(140)은 INS 모듈(120)의 측정값과 GPS 모듈(130)의 측정값을 결합하여 보정된 값을 출력하도록 구성될 수 있다.
- [0039] 칼만 필터 모듈(140)은 앞서 변환된 절대 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화와 절대 좌표계상의 GPS 위치를 결합하여 칼만 필터(Kalman filter)에 의해 보정을 수행하도록 구성될 수 있다. 1차적으로는 INS 모듈(120)의 값을 기본으로 하여 2차적으로 GPS 모듈(130)의 값을 보정에 활용할 수 있다.
- [0040] 한편, 칼만 필터 모듈(140)에 의해 수행되는 자세 계산 알고리즘은 다음과 같다.
- [0041] 자세 계산을 위해서는 불연속점이나 특이점(singularity)이 없고, 계산량이 적으며, 정규화가 간단하다는 장점을 가진 쿼터니온(quaternion)을 이용한 자세 계산 알고리즘을 사용한다.

[0042] 쿼터니온은 다음 수학식 1과 같이 4개의 매개 변수로 이루어진다.

### 수학식 1

$$q = [q_0 \ q_1 \ q_2 \ q_3]^T$$

[0043]

[0044] 쿼터니온을 이용하여 자세각을 갱신하는 방식은 다음 수학식 2와 같다.

### 수학식 2

$$\begin{aligned} \dot{q} &= \frac{1}{2} q * \omega_{nb}^b \\ &= \frac{1}{2} q * (\omega_{ib}^b - C_n^b \omega_{in}^n) \\ &= \frac{1}{2} q * (\omega_{ib}^b - C_n^b (\omega_{ie}^n + \omega_{en}^n)) \end{aligned}$$

$$\omega_{ib}^b = [\omega_x \ \omega_y \ \omega_z]^T, \omega_{in}^n = [\omega_N \ \omega_E \ \omega_D]^T$$

[0045]

[0046] 여기에서  $*$  는 쿼터니온 곱셈을 나타낸다.  $\omega_{ib}^b = [\omega_x \ \omega_y \ \omega_z]^T$  는 관성 좌표계에 대한 동체 좌표계의 회전 각속도를 동체 좌표계 상에서 나타낸 벡터로서 자이로의 출력이며,

$\omega_{in}^n = [\omega_N \ \omega_E \ \omega_D]^T$  은 관성 좌표계에 대한 항법 좌표계 회전 각속도를 항법 좌표계에서 나타낸 벡터이다.

### 수학식 3

$$\dot{V}^n = C_b^n f^b - (2\omega_{ie}^n + \omega_{en}^n) \times V^n + g^n$$

[0047]

[0048] 여기에서  $V^n = [V_N \ V_E \ V_D]^T$  은 항법 좌표계에서의 항체의 속도이고,  $f^b$  는 항체의 가속도를 동

체 좌표계에서 표시한 것이며,  $g^n$  은 항법 좌표계에서 나타낸 중력 벡터이다.

[0049] 한편, 위치 계산은 다음 수학식 4와 같이 수행될 수 있다.

#### 수학식 4

$$\dot{L} = \frac{V_N}{R_m + h}, \quad \dot{l} = \frac{V_E}{(R_t + h) \cos L}$$

[0050]

[0051] 여기에서  $R_m$ ,  $R_t$ 는 지구모델의 반경을  $h$ 는 고도를 나타낸다.  $\dot{V}^n$ 과  $\dot{L}$ ,  $\dot{l}$ 를 적분하면 항체의 속도인  $V^n$ 과 항체의 위치인 위도, 경도를 얻을 수 있다.

[0052] 섭동에 의해 선형 방정식을 구하고 항법 센서인 자이로와 가속도계의 오차를 초기 상수 오차와 불규칙 잡음을 고려한 필터 모델은 다음과 같은 15차의 상태 방정식인 수학식 5, 수학식 6 및 수학식 7로 나타낼 수 있다.

#### 수학식 5

$$\dot{\delta r}^n = -\omega_{en}^n \times \delta r^n + \delta v^n$$

[0053]

#### 수학식 6

$$\delta \dot{V}^n = -(2\omega_{ie}^n + \omega_{en}^n) \times \delta V^n + (C_b^m f^b) \times \varepsilon + C_b^n \delta f^b$$

[0054]

#### 수학식 7

$$\dot{\varepsilon} = -\omega_{in}^n \times \varepsilon - C_b^n \delta \omega_{ib}^b$$

[0055]

[0056] 칼만 필터 모듈(140)은 위와 같은 칼만 필터 보정이 수행된 무인 자동차의 위치 및 속도를 출력하도록 구성될 수 있다.

[0057] 제어 모듈(150)은 비전 카메라 모듈(110)로부터 전방 주행 영상을 전달받아 차로와 차선, 장애물, 전방 차량 등을 인식하도록 구성될 수 있다.

[0058] 제어 모듈(150)은 앞서 인식된 차로와 차선, 장애물, 전방 차량 등과 칼만 필터 모듈(140)로부터 출력된 무인 자동차의 위치 및 속도에 따라 무인 자동차의 방향 및 속도를 제어하도록 구성될 수 있다. 제어 모듈(150)은 조향각과 가속도값을 출력할 수 있다.

[0059] 스텝 모터 모듈(160)은 제어 모듈(150)의 제어에 의해 무인 자동차의 조향 방향을 구동하도록 구성될 수 있다. 조향각에 따라 조향 방향을 구동할 수 있다.

[0060] BLDC 모터 모듈(170)은 제어 모듈(150)의 제어에 의해 무인 자동차의 변속을 구동하도록 구성될 수 있다. 가속도값에 따라 속도를 조절할 수 있다.

[0061] BLDC 모터 모듈(170)은 브러쉬(brush)가 없으므로 저속에서 높은 토크(torque)를 낼 수 있으며 정류자와의 마찰이 없어서 구동시 소음이 적은 장점이 있다

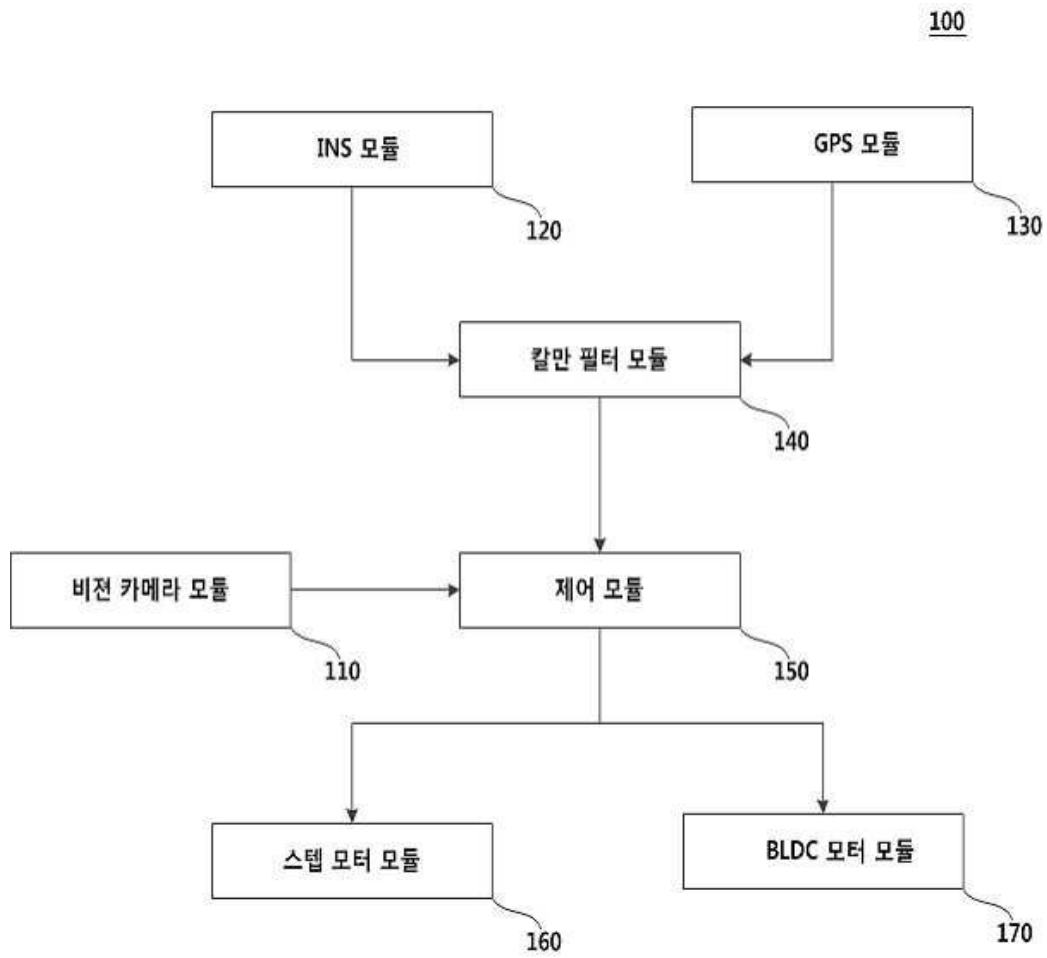
- [0062] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 INS 및 GPS를 이용한 무인 자동차 제어 방법의 흐름도이다.
- [0063] 도 2를 참조하면, 먼저 비전 카메라(vision camera) 모듈(110)이 무인 자동차의 전방 주행 영상을 촬영하여 제어 모듈(150)로 전달한다(S101).
- [0064] 다음으로, INS(inertial navigation system) 모듈(120)이 무인 자동차의 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 측정하여 칼만 필터 모듈(150)로 전달한다(S102).
- [0065] 다음으로, GPS(global positioning system) 모듈(130)이 무인 자동차의 절대 좌표계상의 GPS 위치를 측정하여 칼만 필터 모듈(150)로 전달한다(S103).
- [0066] 다음으로, 칼만 필터(Kalman filter) 모듈(140)이 INS 모듈(120)에서 측정된 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 전달받고, GPS 모듈(130)에서 측정된 절대 좌표계상의 GPS 위치를 전달받는다(S104).
- [0067] 다음으로, 칼만 필터 모듈(140)이 전달받은 동적 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화를 절대 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화로 변환한다(S105).
- [0068] 다음으로, 칼만 필터 모듈(140)이 변환된 절대 좌표계상의 가속도, 진동, 충격 및 방위 변화와 전달받은 절대 좌표계상의 GPS 위치를 결합하여 칼만 필터(Kalman filter)에 의해 보정을 수행하고 무인 자동차의 위치 및 속도를 출력한다(S106).
- [0069] 다음으로, 제어 모듈(150)이 비전 카메라 모듈(110)로부터 전방 주행 영상을 전달받아 차선을 인식하고, 인식된 차선과 칼만 필터 모듈(140)로부터 출력된 무인 자동차의 위치 및 속도에 따라 무인 자동차의 방향 및 속도를 제어한다(S107).
- [0070] 다음으로, 스텝 모터(step motor) 모듈(160)이 제어 모듈(150)의 제어에 의해 무인 자동차의 조향 방향을 구동한다(S108).
- [0071] 다음으로, BLDC 모터(brushless direct current motor) 모듈(170)이 제어 모듈(150)의 제어에 의해 무인 자동차의 변속을 구동한다(S109).
- [0072] 이상 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

### 부호의 설명

- [0073] 110: 비전 카메라 모듈  
 120: INS 모듈  
 130: GPS 모듈  
 140: 칼만 필터 모듈  
 150: 제어 모듈  
 160: 스텝 모터 모듈  
 170: BLDC 모터 모듈

도면

도면1



도면2

