라이다센서,IMU센서,GPS,라이다기반 localization(파티클필터기법),kalman filter

라이다센서(LIDAR SENSOR)

Light detection and ranging 또는 laser imaging, detection and ranging의 약자입니다. 레이저를 목표물에 비춰 사물과의 거리 및 다양한 물성을 감지할 수 있어 자율 주행의 눈이 되어주는 기술이다. 펄스 레이저 광원을 이용하여 반사된 송출에너지를 분석해 개체의 위치와 거리를 측정한다.

오차범위는 MM단위 레이더와 달리 온도,물체형태등을 측정할 수 있다. 3D 정밀지도 제작, LOCALIZATION등에 사용된다.

(Time of flight)펄스를 쏘아 개체에 부딪혀 돌아오는 시간을 측정해서 개체까지의 거리를 계산한다.

(Phase shift)연속적으로 변조되는 특정 주파수를 쏘아 반사되어 오는 위상의 변화량을 이용하여 거리 계산한다. 탐지거리가 짧고 정확도가 떨어진다.

장단점

조명에 상관없이 측정 가능, 개체의 형태를 알 수 있으며 정밀, 가격, 날씨 민감

라이다 센서의 우수성중 핵심은 고해상도이다. 라이다센서는 초음파 레이더 기술에 비하여 절대적으로 우수한 해상도를 가지고 있고 자율 이동체 기술에는 필수적. (adas)

빛이 물체에서 반사되어 돌아오는 정보로 물체까지의 거리, 물체의 물성 등을 탐지하는 센서로 고해상도 데이터를 추출함으로써, 안전이 선행돼야 하는 자율주행의 핵심기술로 등극

Imu= inertial measurement unit 관성측정장치

사전적 정의 이동물체의 속도와 방향 중력 가속도를 측정하는 장치이다. 기본 구성 요소는 3차원 공간에서 자유로운 움직임을 측정하는 자이로스코프, 가속도계,지자계센서이다.

자이로스코프는 정해진 기준방향을 감지하고, 가속도계는 속도변화를 측정하여, 이동 물체의 롤,요,핏치 등을 감지한다. 가속도계는 이동 관성을 자이로스코프는 회정 관성을 지자계 센서는 방위각을 측정한다. 무인비행장치의 자세각,자세각속도,가속도를 측정,추정하는 센서의 집합. 자세를 안정화 하고 이를 제어하기 위해 사용하는 장치. 위성항법이 나오기전에 주로 사용되었다.

가속도 센서는 물체에 작용하는 가속력과 진동력, 충격력 등 동적힘이 발생했을떄, 움직임의 변화에 따른 가속도의 변화를 순간적으로 감지해낸다. 센서에서 얻어지는 출력값인 가속도를 적분하여 물체의 진행 방향에 대한 속도를 계산 할 수 있고, 이를 가공하면 물체의 위치를 알아낼 수 있다. 짧은 기간에 대한 오차는 작으나 센서에서 얻은 가속도 값을 적분하므로 시간에 따라 오차가 누적되는 단점이 있다. 때문에 헨와 결합하여 보정하는 방법이 대중적이다.

가속도센서는 비중력을 측정한다. 중력외 가속이 있는 경우 가속도 센서만으로는 정확한 기울기를 알 수 없다. 이를 보정하기 위해 자이로스코프를 이용한다.

자이로스코프는 대표적인 관성 센서로, 물체의 회전 변화량인 각속도를 측정한다. 자이로스코프는 중력을 이용하여 코리올리 힘을 검출한다. 중력이 가해질 때 진동 속도가 변하는 것을 각속도로 계산해, 질량과 진동 속도를 통해 값을 측정하여 검출할 수 있다.

코리올리 힘이란 전향력이라고도 부르며 회전체의 표면 위에서 운동하는 물체에 대해 운동 속도 방향에 수직으로 작용하는 힘. Mems 센서이기 때문에 주변 전자장비나 철 등에 영향을 받을 수 있다. 샘플링 시간마다 회전각속도를 측정한다면 회전각=각속도 측정값x샘플링 시간

자이로스코프는 정지할 때 혹은 아주 짧은 시간에 움직일때는 오차가 없다. 그러나 움직일때는 측정되는 각속도가 노이즈등에 의해 에러가 발생하는데 시간이 지날수록 누적오차가 매우커져 물체가 기울어진 각도 값이 실제와는 차이가 난다. 이 오차의 보상을 위해 지자기 센서를 활용한다. 또한 온도에 따라 측정값이 변하기도 해 온도센서를 추가적으로 내장하여 오차를 보상하기도 한다. 지자기 센서는 지구 자기장의 세기와 방향을 측정하는 센서이다. 물체가 바라보는 방향이 북쪽 방향과 정렬되어 지구의 자기력선과 일치할 때 센서의 측정값이 최댓값,최솟값을 가진다. 따라서 지자기 센서는 주변 전기장, 자기장의 유무에 따라 측정값이 달라질 수 있다. 가속도 센서와 지자기 센서 자이로스코프는 서로 보완관계이다. 센서값을 융합과정에서 칼만필터 혹은 상호보완필터를 사용한다.

Imu 3축의 가속도 센서로부터 연속적인 위치 데이터를 제공하면 gps에서는 절대적 위치 데이터를 통해 이를 보정하는 방식이다. gps는 방향코사인행렬을 이용하여 동기화. Imu만 가지고 위치를 추정하는 기술을 관성항법장치, imu와 gps를 같이 사용할 때 사용하는 기술을 추측항법이라고 한다. gps는 위성신호를 전달받을 수 있는 야외, 탁트인 곳에서만 정밀하게 동작한다. 이를 대신해주는 센서로는 고도를 측정하는 고도계가 있다. gps는 위성과 수신기의 거리를 계산해 좌표값을 구한다. 만일 우리가 위성의 위치와 거리를 정확하게 알 수 있다면 3개의 GPS 위성만 있어도 정확한 위치를 알 수 있다. 하지만 위성에서 보내는 전파의 도달 시간을 바탕으로 계산하게 되는데, 위성에 장착된 시계와 수신기에 장착된 시계가 일치하지 않아 오차가 발생한다. 따라서 4개이상의 GPS위성에서 전파를 수신해야 정확한 위치를 파악 할 수 있다.

자율주행에서의 localization문제는 자차의 키네마틱 정보를 인식하는데 이때 센서값과 컨트롤 입력값을 사용하는 케이스를 뜻한다.

gps와 imu를 활용한 칼만필터 기법은 위치를 파악하는데 좋지만 자율주행에 쓰일만큼 정확하지는 않다. 그래서 칼만필터 기법을 통한 localization는 자율주행에서는 쓸모가 없기에 이를 보완하기 위해서 카메라를 활용한 로컬라이제이션 그리고 라이다를 활용한 로컬라이제이션이 나온다.

라이다기반 로컬라이제이션 시스템은 파티클 필터 기법에 의존해 위치를 파악한다. 라이다를 사용하게 되면 자동차 주위의 지형에 점들이 하나하나 찍히게 된다. 파티클 필터는 라이다가 측정한 데이터와 실제 그 위치의 지도, 이 두개를 함께 보면서 라이다측정값과 지도의 상호 연관성을 파악하고 이를 통해 이동중인 차량의 위치를 인지하는 방식이다. 장점으로는 10cm수준의 정확도로 위치 파악을 실시간으로 할 수가 있다. 그러나 비가오거나 먼지가 많을때처럼 공기에 부유 입자가 많을때에는 측정값에 노이즈가 발생한다. 이러한 단점을 보완하고자 센서퓨전 프로세스를 활용한다. 라이다가 망가지더라도 카메라+레이더로 위치를 인지 할 수 있다.

반면 테슬라는 카메라 기반의 자율주행을 채택하여 라이다보다 살짝 위험하지만 가격은 저렴하다.

카메라를 통한 로컬라이제이션은 좌우 그리고 정면카메라등 3개의 카메라를 활용한 삼각측량을 통해서 시차맵을 구한다. 연속적으로 들어오는 시차 맵 사진들에서 특징점 사이의 상호 연관 관계를 파악한다. 이렇게 특징들을 통해서 유추해낸 움직임과 현재 관찰한 시차맵을 비교하여 현재 위치를 파악할 수가 있다. 그러나 빛에 의존하기 때문에 아무것도 보이지 않는 상태면 운전이 불가능하다.

칼만 필터의 뿌리는 베이즈 필터이다.베이즈 필터의 문제점인 적분 계산을 개선하기 위해 칼만 필터가 도입되었다. 칼만 필터는 일부 동적 시스템에 대한 정보가 확실하지 않은 곳에서 사용할 수 있으며 시스템이 다음에 수행 할 작업에 대한 정확한 추측을 할 수 있다. 칼만 필터는 센서를 통해 추측한 움직임에 노이즈가 들어오더라도 노이즈 제거에 좋은 역할을 한다.

칼만 필터는 지속적으로 변화하는 시스템에 이상적이다. 왜냐하면 어떤 연산 환경에서는 메모리가 부족할 수 있는데 칼만 필터에서는 이전 상태 이외의 기록을 유지할 필요가 없기 때문이다..

또한 연산 과정 또한 빠르기 때문에 실시간 문제 및 임베디드 시스템에 적합하다.

칼만필터로 gps 센서의 값을 보완해준다. 칼만 필터(Kalman filter)는 [잡음](https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%9E%A1%EC%9D%8C)이 포함되어 있는 측정치를 바탕으로 [선형 역학계](https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%84%A0%ED%98%95_%EC%97%AD%ED%95%99%EA%B3%84)의 상태를 추정하는 [재귀 필터](https://ko.wikipedia.org/w/index.php?title=%EC%9E%AC%EA%B7%80_%ED%95%84%ED%84%B0&amp;action=edit&amp;redlink=1)로, [루돌프 칼만](https://ko.wikipedia.org/w/index.php?title=%EB%A3%A8%EB%8F%8C%ED%94%84_%EC%B9%BC%EB%A7%8C&amp;action=edit&amp;redlink=1)이 개발하였다. 칼만 필터는 [컴퓨터 비전](https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%BB%B4%ED%93%A8%ED%84%B0_%EB%B9%84%EC%A0%84), [로봇 공학](https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%A1%9C%EB%B4%87_%EA%B3%B5%ED%95%99), [레이다](https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%A0%88%EC%9D%B4%EB%8B%A4) 등의 여러 분야에 사용된다. 칼만 필터는 과거에 수행한 측정값을 바탕으로 현재의 상태 변수의 결합분포를 추정한다.

알고리즘은 예측과 업데이트의 두 단계로 이루어진다. 예측 단계에서는 현재 상태 변수의 값과 정확도를 예측한다. 현재 상태 변수의 값이 실제로 측정된 이후, 업데이트 단계에서는 이전에 추정한 상태 변수를 기반으로 예측한 측정치와 실제 측정치의 차이를 반영해 현재의 상태 변수를 업데이트한다.

확장 칼만 필터는 비선형 시스템을 기반으로 동작한다. 칼만 필터는 재귀적으로 동작한다. 즉, 칼만 필터는 바로 이전 시간에 추정한 값을 토대로 해서 현재의 값을 추정하며, 바로 이전 시간 외의 측정값이나 추정값은 사용하지 않는다.

각 추정 계산은 두 단계로 이루어진다. 첫 단계에서는 이전 시간에 추정된 상태에 대해, 그 상태에서 사용자 입력을 가했을 때 예상되는 측정값을 계산한다. 이 단계는 예측(prediction) 단계라고 부른다. 그 다음 단계에서는, 앞서 예측된 측정값과 실제 측정값을 토대로 현재의 상태를 추정한다. 이 단계는 보정(update) 단계라고 부른다. 모델이 정확하고, 값이 정확하게 초기 상태 값의 몫을 반영한다면, 다음 불변량은 보존된다.

.