

장애물 대응제어

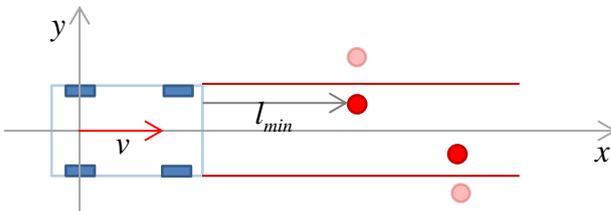
KITECH 양광웅 작성

장애물 대응 제어

차량의 진행 경로 전방에 장애물이 나타나게 되면 장애물 회피 동작을 수행하여 장애물을 피해 진행할 수도 있고 장애물이 없어질 때까지 대기할 수도 있다. 여기서는 전방의 장애물을 감지하였을 때, 장애물과 충돌하지 않도록 속도를 줄여서 차량이 정지하게 되고 장애물을 회피하기 위한 동작은 수행하지 않는다.

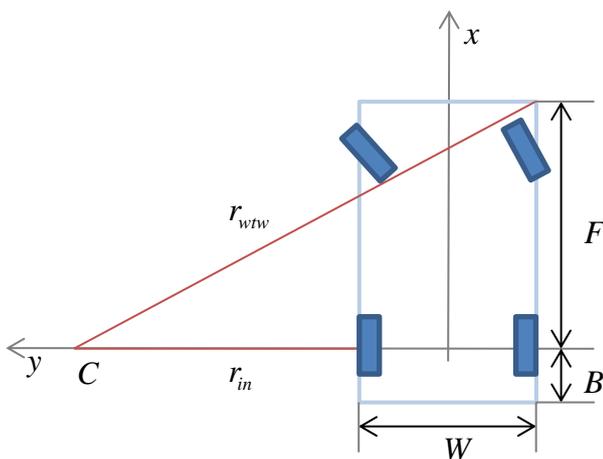
장애물과의 최단거리 측정(직진시: $\alpha \approx 0$)

차량의 전방 장애물을 탐지하고 최소거리를 구하기 위해 다음 그림과 같이 차량의 진행방향 전방에 포함되는 장애물까지의 거리를 측정하여 가장 짧은 거리 l_{min} 을 구한다.



장애물과의 최단 거리 측정(회전시)

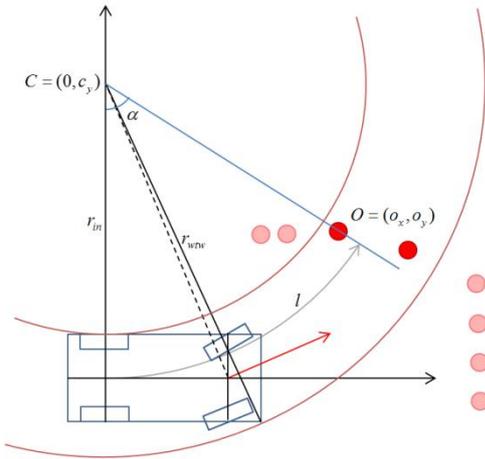
이동체의 회전에 대한 내접원과 외접원 계산:



이동체가 회전할 때 이동체의 안쪽 회전 반경(r_{in})과 이동체의 최외곽 점이 이루는 회전 반경(r_{wtw} : wall to wall 회전반경)은 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$r_{in} = |r| - 0.5W$$

$$r_{wtw} = \sqrt{(|r| + 0.5W)^2 + F^2}$$



이동체의 뒤 좌/우 바퀴 중심으로부터 안쪽과 바깥쪽 회전 반경(r_{in} , r_{wtw})사이에 포함되는 장애물 까지의 거리를 측정하여 가장 짧은 거리를 구한다.

먼저, 뒤 좌/우 바퀴 중심에서 장애물까지의 거리(l)은 다음과 같이 구한다.

$$c_y = r$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{o_x}{\text{sign}(c_y)(c_y - o_y)} \right)$$

여기서 $\text{sign}(\cdot)$ 함수는 인자의 부호를 판별하는 함수다.

$$l = c_y \alpha$$

각각의 장애물까지의 거리(l)로부터 거리의 최소값 l_{min} 을 찾는다.

장애물과의 거리로부터 이동체의 이동 속도 제어

차량이 정지한 상태에서 일정한 가속도로 가속하여 주행할 경우 t 시간 후의 속도와 이동거리는

다음과 같다.

$$v = at, \quad l = \frac{1}{2}at^2$$

상기 식에서 t 를 소거하면 다음과 같은 식이 된다.

$$l = \frac{1}{2} \frac{v^2}{a} \Rightarrow v = \sqrt{2al}$$

즉, 차량의 전방에 장애물이 발견되어 일정한 감속도로 멈추고자 할 때, 차량과 장애물간의 거리가 l 이라면 차량의 속도는 상기 식과 같이 결정된다.

여기서는 장애물과의 최소 거리(l_{min})와 이동체의 이동속도 v 와 가속도 a 로부터 이동체가 장애물과 충돌하지 않고 안전하게 정지 가능한 조건을 따져본다.

가속도 a 가 일정할 때, 시간에 따른 속도와 이동거리에 대한 식으로부터 정지 가능한 속도(v_r)와 정지 가능한 가속도(a_r)를 계산한다.

$$v_r = \sqrt{2al_{min}}$$

$$a_r = \frac{v^2}{2l_{min}}$$

Case 1: $v_r > v$ 일때

장애물과의 남은 거리가 충분하기 때문에 차량이 현재 속도로 진행하여도 무방하다. 차량이 현재 속도로 달리거나 속도를 높일 수 있다.

$$v \leftarrow v$$

Case 2: $v_r \approx v, a_r \approx a$ 일때

장애물과 충돌하지 않기 위해서는 가속도 a 로 차량의 속도를 줄여야 한다.

$$v \leftarrow v - a \cdot \Delta t$$

Case 3: $a_r > a$ 일때

장애물과 근접해 있기 때문에 가속도 a 보다 큰 가속도 a_r 를 사용하여 속도를 줄여야 한다.

$$v \leftarrow v - a_r \cdot \Delta t$$