

Stella B3

정기구학과 역기구학

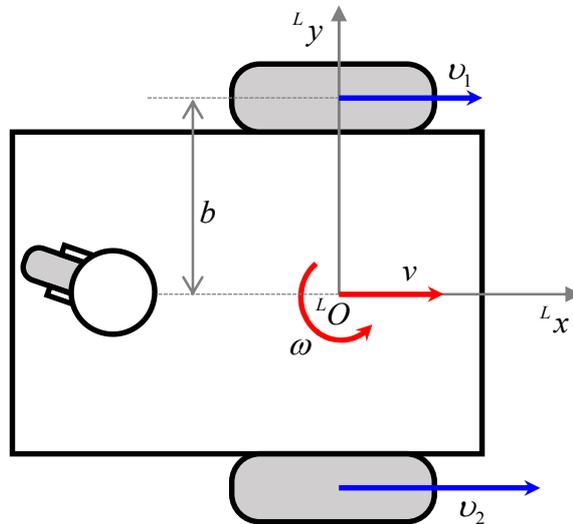


NTREX의 StellaB3로봇은 2륜 차동 구동(Two wheel differential drive) 방식으로 전방에 두 개의 구동 바퀴를 가지고 뒷 부분에 캐스터를 가지는 아주 단순한 구조를 가지는 로봇입니다. 이러한 로봇은 주로 바닥이 평평한 실내에서 운행하는 용도로 만들어집니다.

여기서는 StellaB3와 같은 2륜 차동 구동 로봇에 속도 주행 명령을 내리고 데드레쿠닝(dead-reckoning)으로 로봇의 위치를 추정하는데 필요한 로봇의 정기구학과 역기구학을 수립하는 것이 목적입니다.

2륜 차동 구동 로봇에 내려지는 구동 명령은 로봇 좌표계에서 전후진 속도와 회전 속도가 됩니다. 이 두 속도 명령을 좌우 바퀴에 분배하기 위해서는 플랫폼의 역기구학(inverse kinematics)을 구해야 합니다. 그리고 좌우 바퀴의 속도로부터 로봇의 이동 위치를 추정하기 위해서는 정기구학(forward kinematics)을 구해야 하고 전역 좌표계에서 데드레쿠닝(dead-reckoning) 해야 합니다.

역기구학과 정기구학을 구하기 위해 2륜 차동 구동 플랫폼의 구조를 다음 그림과 같이 정합니다.



1 역기구학: 이동 속도 → 좌우 바퀴의 속도

사용자가 로봇에 내린 전진속도(v)와 회전속도(ω) 명령은 다음 역기구학 식에 의해 좌우 바퀴의 속도(v_1, v_2)로 분배됩니다.

$$v_1 = v - b\omega$$

$$v_2 = v + b\omega$$

여기서 b 는 로봇 중심(${}^L O$)에서 바퀴까지 거리입니다.

바퀴의 속도(v)로부터 모터의 회전 속도(ω_m)는 다음과 같이 계산할 수 있습니다.

$$\omega_m = \frac{g}{r} v$$

여기서 r 은 좌우 바퀴의 반지름이고 g 는 모터와 바퀴 사이에 연결된 감속기의 감속비입니다.

2 정기구학: 좌우 바퀴의 속도 \rightarrow 이동 속도

로봇이 이동할 때 일정한 시간 간격(Δt)으로 엔코더의 변화량을 측정하여 좌우 바퀴의 속도 (v_1, v_2)를 계산하고, 다시 다음 정기구학 식에 의해 로봇의 전후진 속도와 회전속도(v, ω)를 계산합니다.

$$v = \frac{(v_2 + v_1)}{2}$$
$$\omega = \frac{(v_2 - v_1)}{2b}$$

3 Dead-reckoning: 로봇의 위치(x, y, theta) 계산

그리고 로봇의 속도를 오일러 적분(Euler integration)하여 전역 좌표계에서 로봇의 위치와 방위 (x, y, θ)를 업데이트 합니다. 이를 데드레쿠닝(dead-reckoning) 이라 합니다.

$$x \leftarrow x + v\Delta t \cos \theta$$
$$y \leftarrow y + v\Delta t \sin \theta$$
$$\theta \leftarrow \theta + \omega\Delta t$$

이 방법은 로봇의 위치에 오차가 누적되어 로봇의 이동거리가 길어질수록 추정 위치의 정확도가 떨어집니다. 이를 보정하기 위해 절대 위치를 측정하는 GPS와 같은 센서가 필요합니다.