



gnu

Comparison of Autonomous Driving Algorithms

경상국립대학교 정보통신공학과 /2021.07.15

목차

- Braking Distance based Speed Control
- Comparison of Autonomous Driving Algorithm
 - FGM-SeoulTech
 - FGM-GNU
 - FGM+P.P
 - ODG-PF
 - ODG-PF + P.P

Braking Distance based Speed Control

Braking distance Formulation

- 현재 F1TENTH 차량 및 시뮬레이션 환경에서는 별도의 Brake System 이 없음.
- 따라서, 바퀴가 slip 하며 차량을 제동시키는 경우를 가정하여 Braking Distance 를 구현
- 이때, 차량이 정지하는 순간은
차량의 운동에너지 $E =$ 차량과 지면의 마찰력 W

Braking distance Formulation

- 차량의 운동에너지를 나타내는 공식

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

M: 차량의 질량(3.47)

v: 차량의 현재 속도(단위 : m/s)

- 차량과 지면의 마찰력을 나타내는 공식

$$W = \mu mgd$$

μ : 차량과 지면의 마찰력 계수(0.523)

G: 중력가속도 (9.81)

D : 차량 전방의 거리

이때, 차량전방의 거리는 차량의 중심을 기준으로 $\pm 10^\circ$ 의 거리 평균을 사용함.

Braking distance Formulation

- $W = E$ 일때,

$$\frac{1}{2}mv^2 = \mu mgd$$

$$v^2 = 2\mu gd$$

$$\therefore v_{max} = \sqrt{2\mu gd}$$

Braking distance Formulation

위에서 유도한 공식을 사용하여 가/감속시 Oversteer현상이 발생할수 있으므로

$$\text{가속시에는 } V_{input} = V_{current} + ((V_{max} - V_{current}) * \alpha)$$

$$\text{감속시에는 } V_{input} = V_{current} - ((V_{max} - V_{current}) * \alpha)$$

이때 α 는 차량의 가속량을 결정하기위한 gain임.

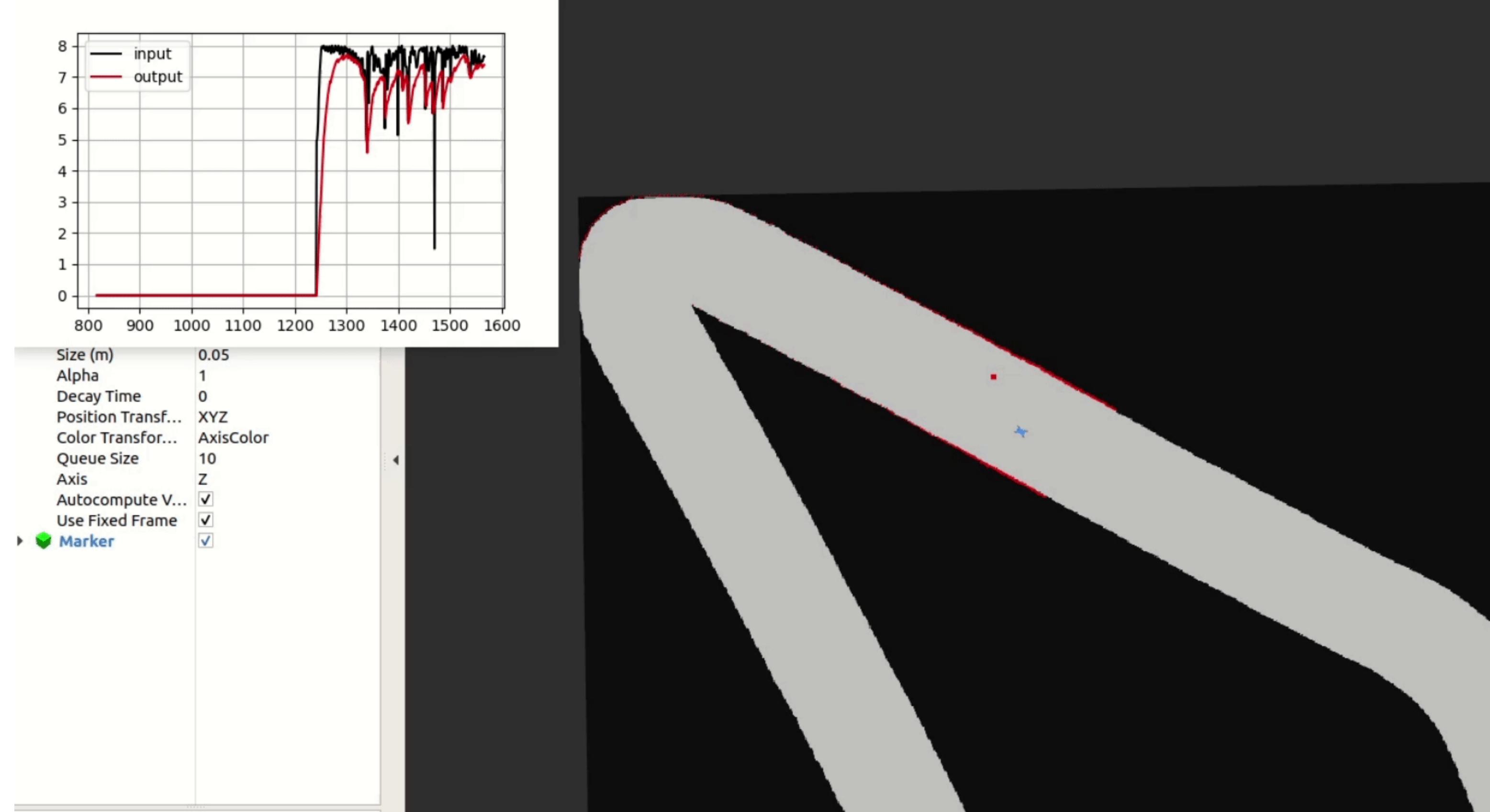
Comparison of Autonomous Driving Algorithm

FGM : Seoul Tech

장애물 사이 Gap들 중 Waypoint에 가까운 Gap를 선택하여 통과하는 방식 최종 방향은 선택한 Gap에서 라이다 센서값 즉, 거리가 가장 먼 곳이 됨.

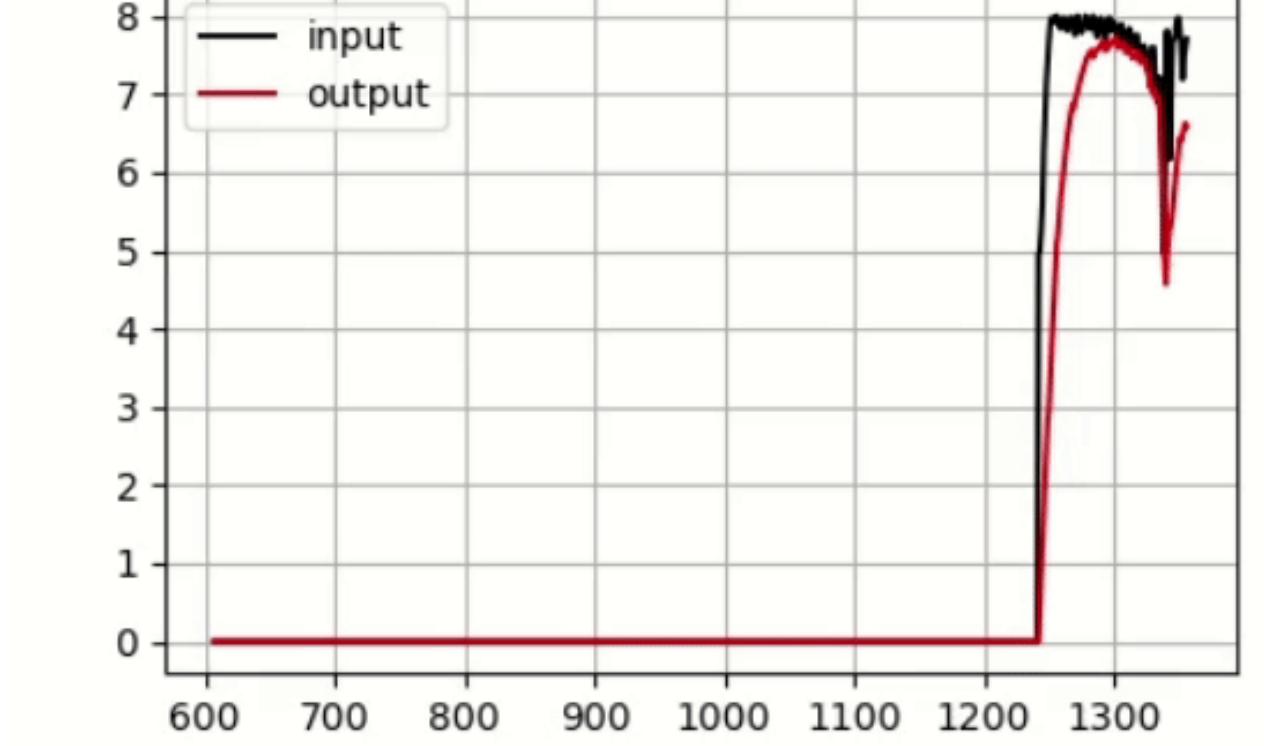
속도조절은 자동차의 입력 steering angle에 따라 감, 가속이 결정됨.

FGM : Seoul Tech (Sprint)



gnu

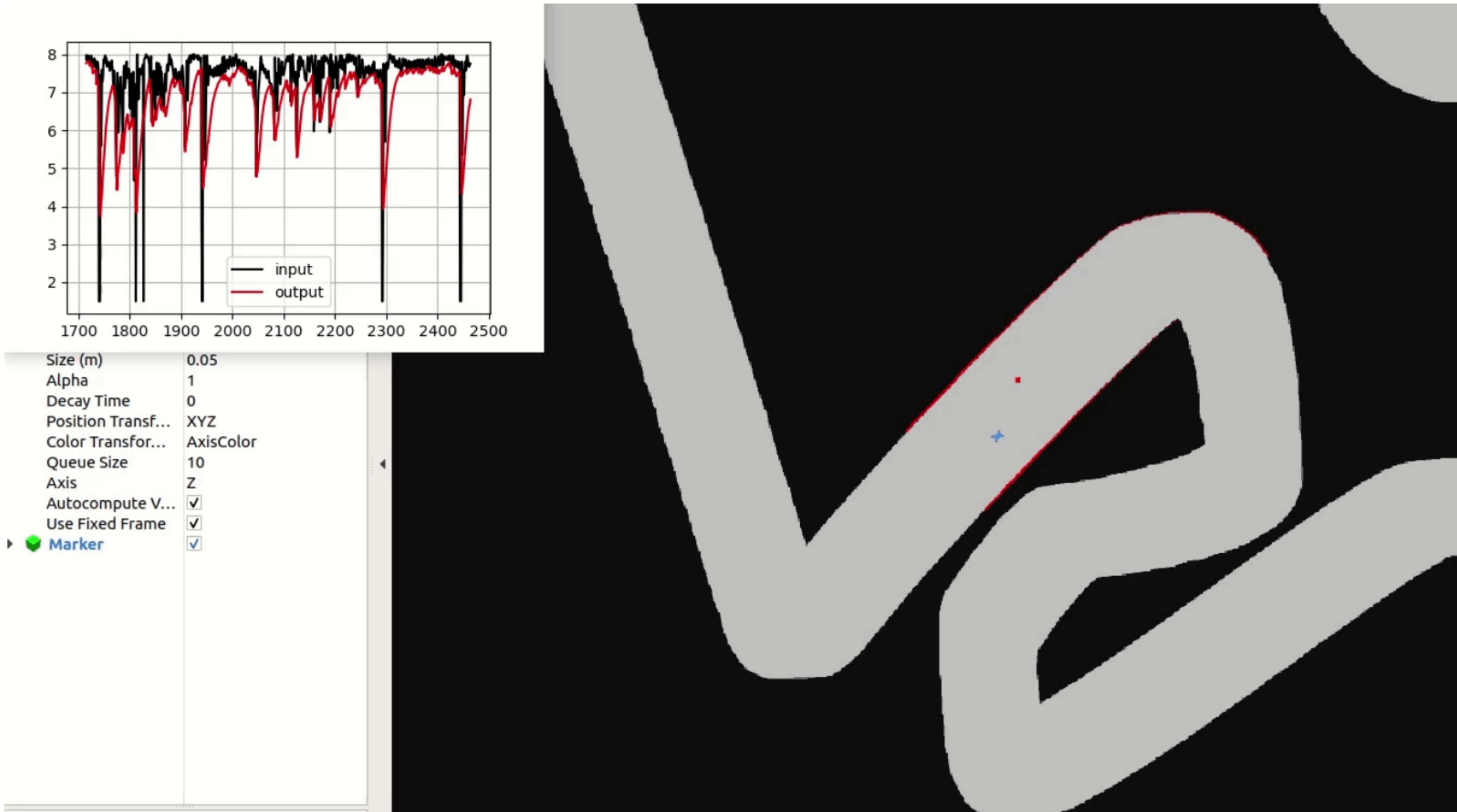
FGM : Seoul Tech (Obs)



Size (m)	0.05
Alpha	1
Decay Time	0
Position Transf...	XYZ
Color Transfor...	AxisColor
Queue Size	10
Axis	Z
Autocompute V...	<input checked="" type="checkbox"/>
Use Fixed Frame	<input checked="" type="checkbox"/>
Marker	<input checked="" type="checkbox"/>

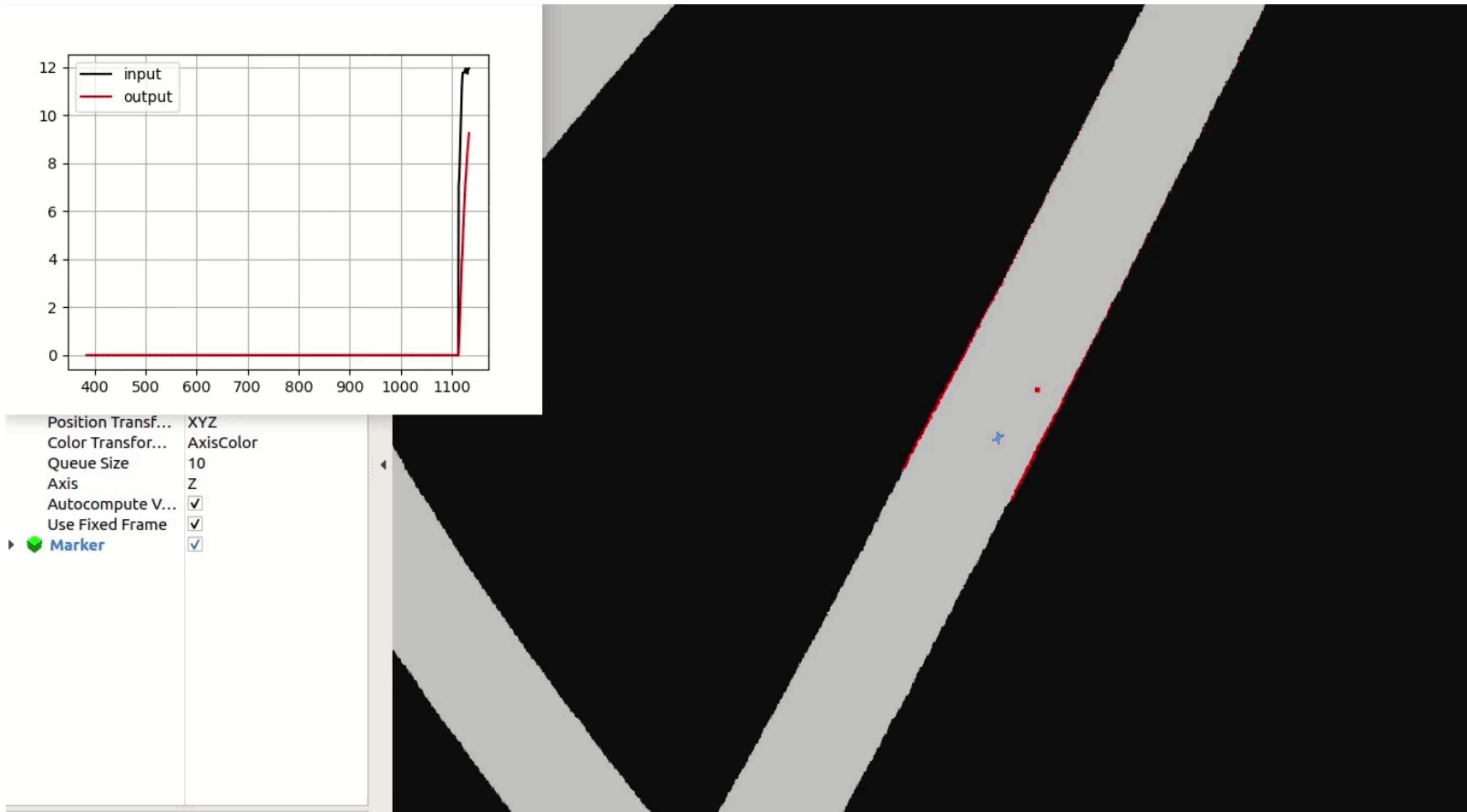


FGM : Seoul Tech (Corner)



gnu

FGM : Seoul Tech (Issue)



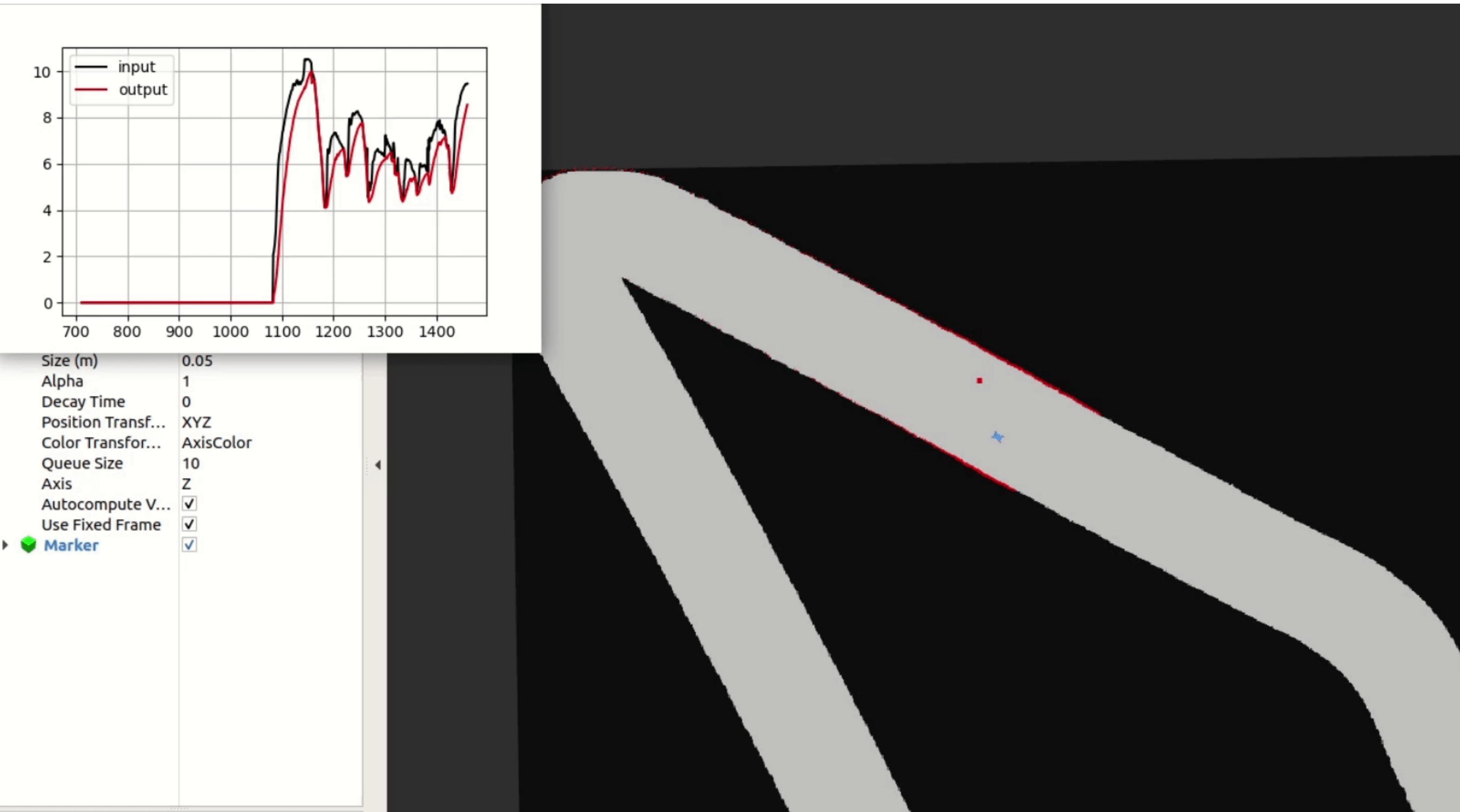
gnu

FGM : GNU

Steering angle 의 선택방법은 FGM:SoulTech와 동일함.

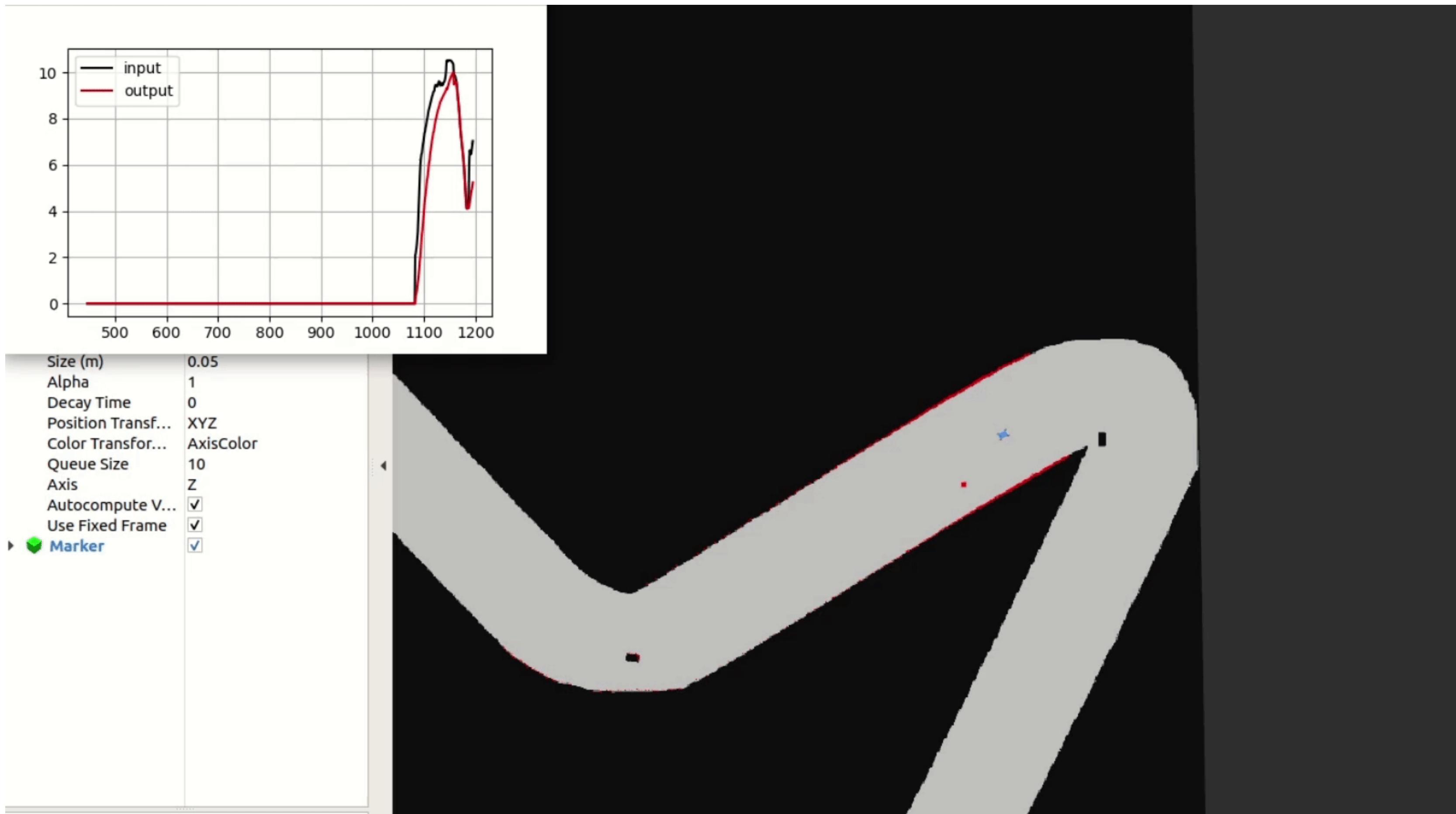
하지만, 속도조절은 제동거리 공식을 사용한 방법으로 자동차의 정면거리에 필요한 만큼
감/가속함.

FGM : GNU (Sprint)



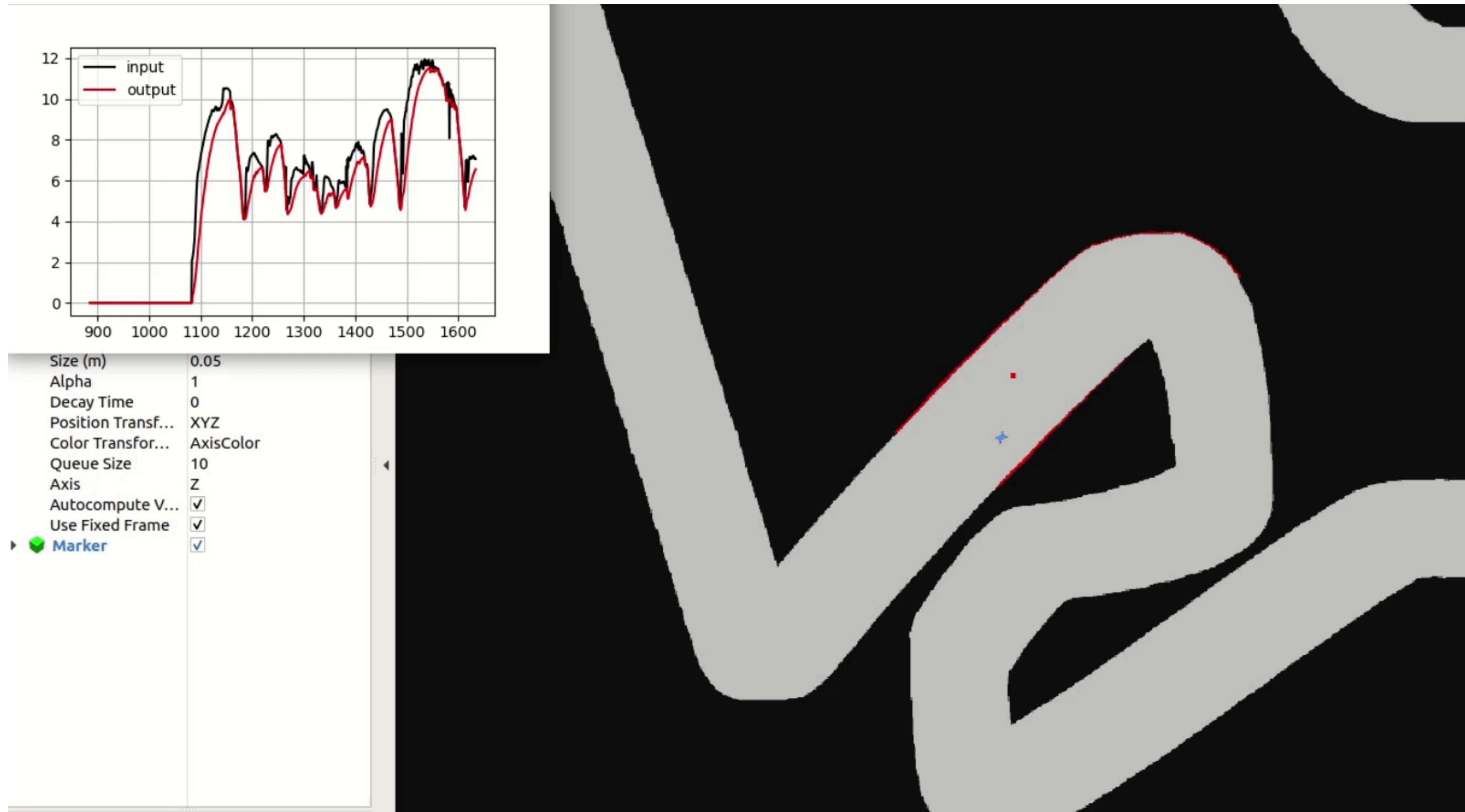
gnu

FGM : GNU (Obs)



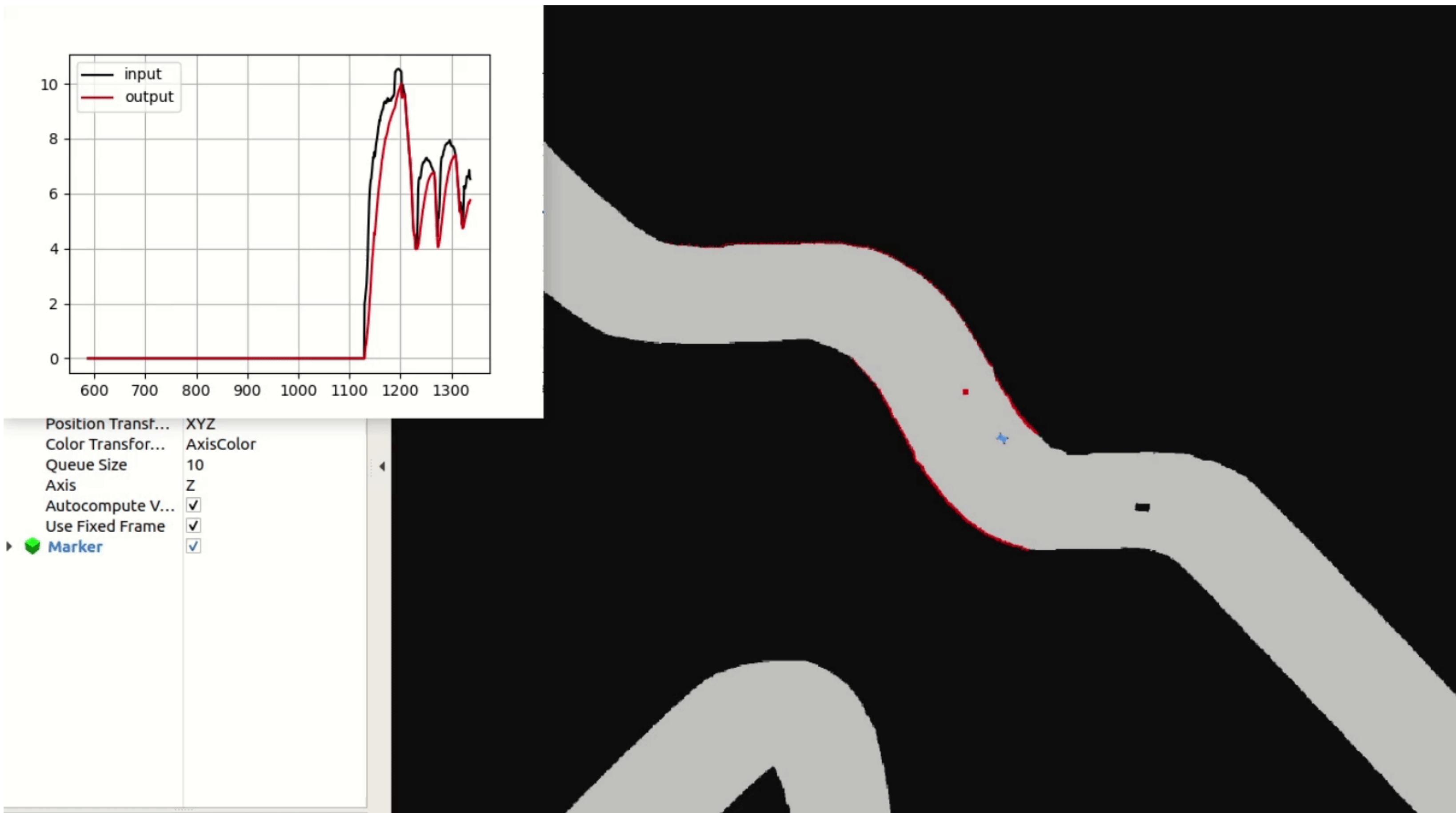
gnu

FGM : GNU (Corner)



gnu

FGM : GNU (Issue)



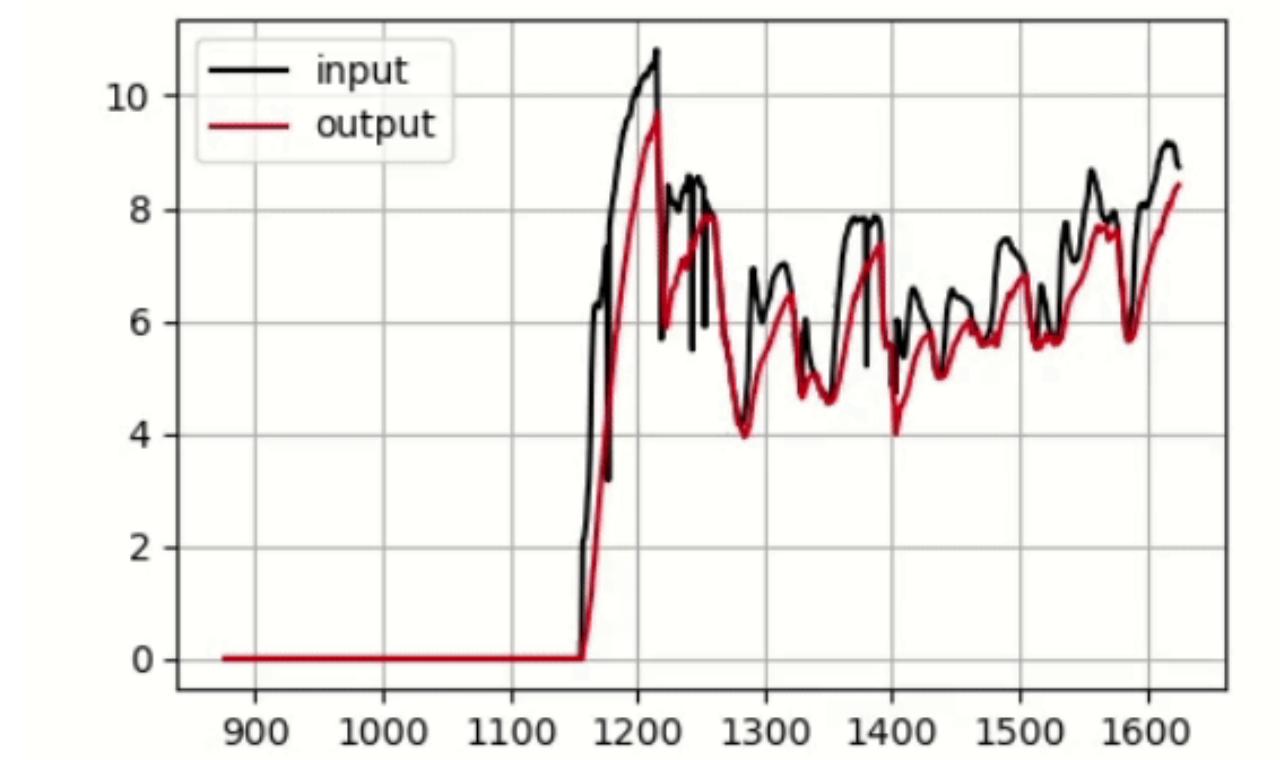
gnu

FGM + PurePursuit

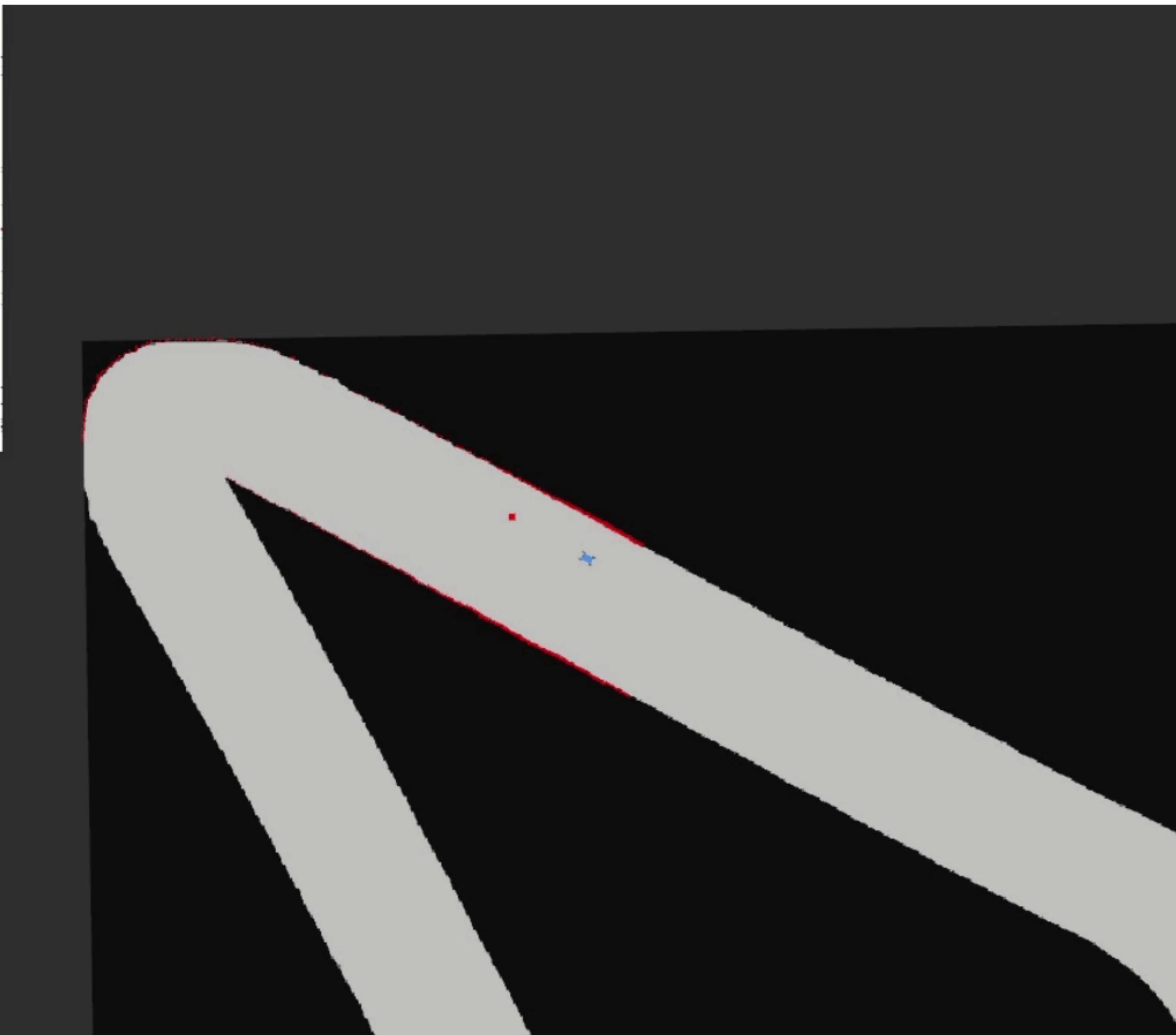
기본적으로 Pure-Pursuit 알고리즘을 통해 Waypoint를 따라 주행하며, 장애물이 감지되면 그 사이 Gap들 중 Waypoint에 가장 가까운 Gap을 선택하여 주행함.

Global Planning 과 Local Planning을 분리했기 때문에 위의 알고리즘들과 비교하여 장애물에 더욱 민감하게 회피할 수 있음.

FGM + PurePursuit (Sprint)

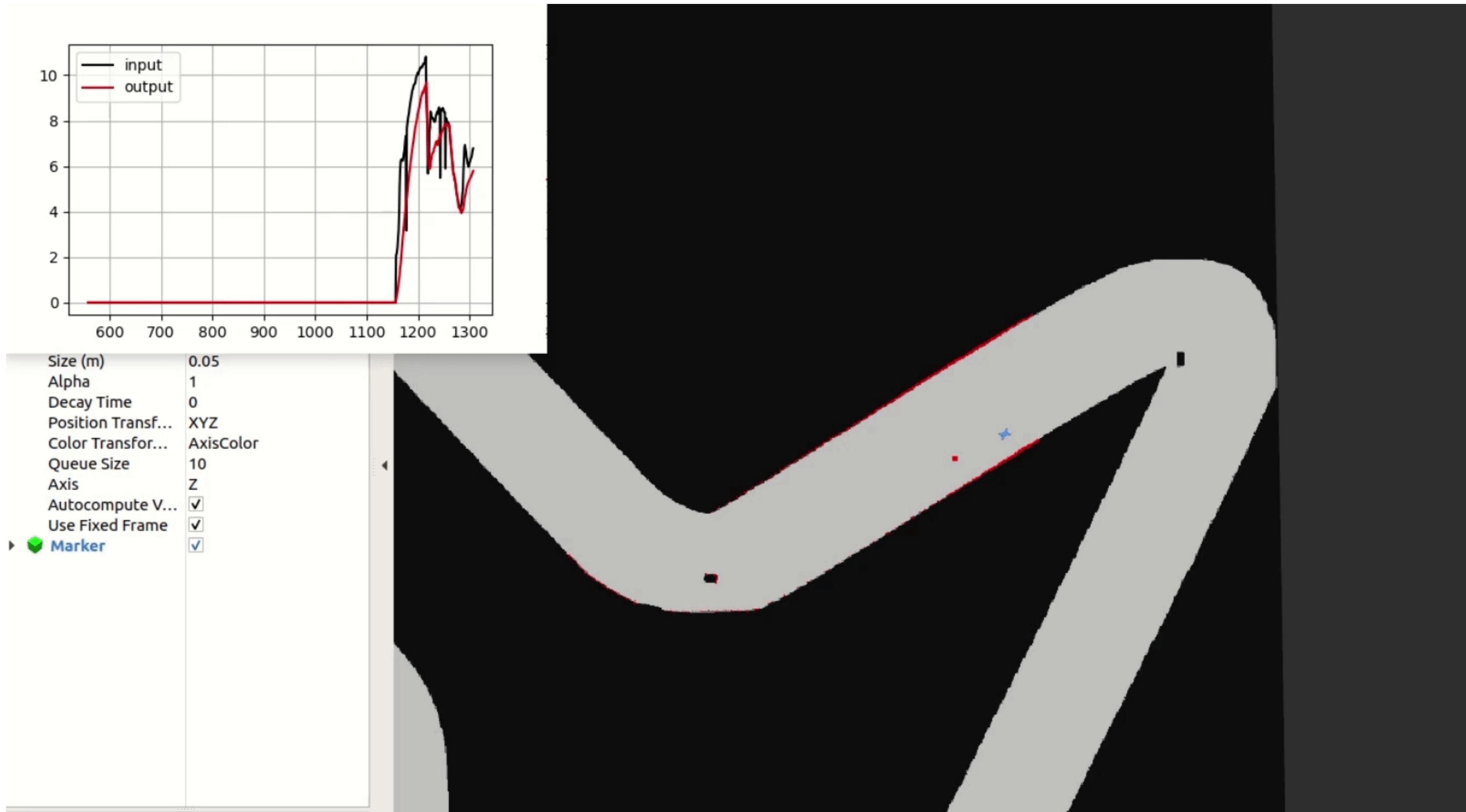


Size (m)	0.05
Alpha	1
Decay Time	0
Position Transf...	XYZ
Color Transfor...	AxisColor
Queue Size	10
Axis	Z
Autocompute V...	<input checked="" type="checkbox"/>
Use Fixed Frame	<input checked="" type="checkbox"/>
Marker	<input checked="" type="checkbox"/>



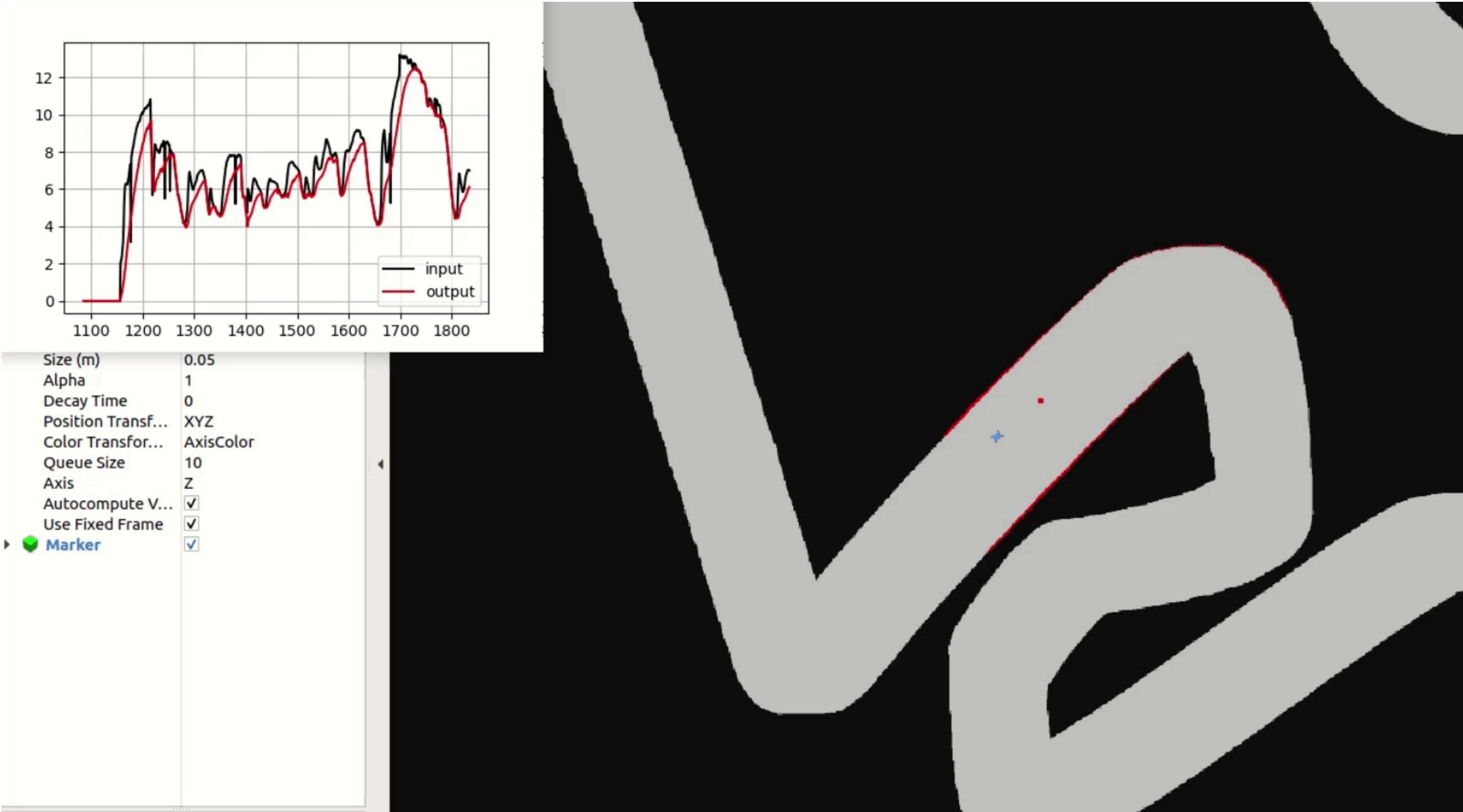
gnu

FGM + PurePursuit (Obs)



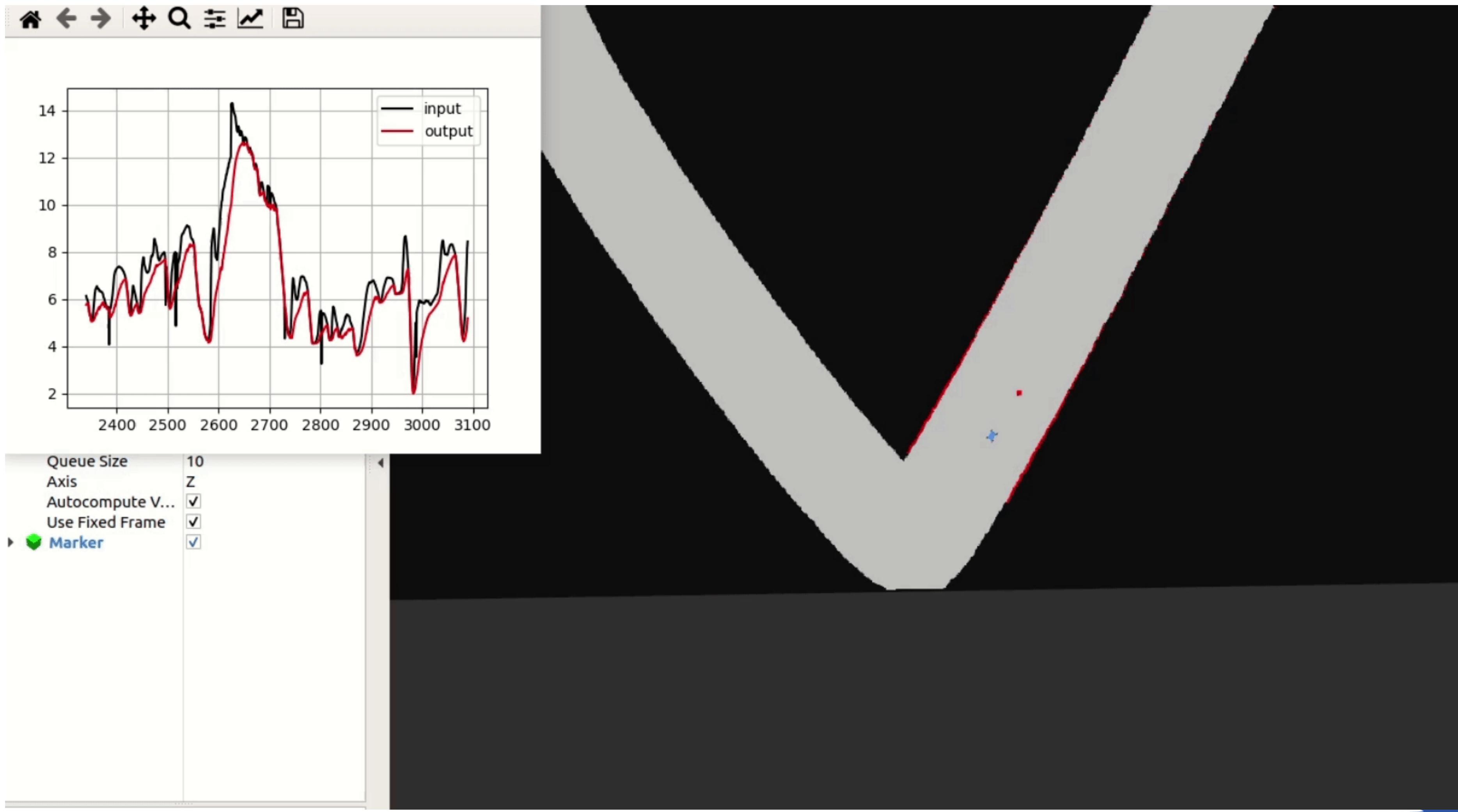
gnu

FGM + PurePursuit (Corner)



gnu

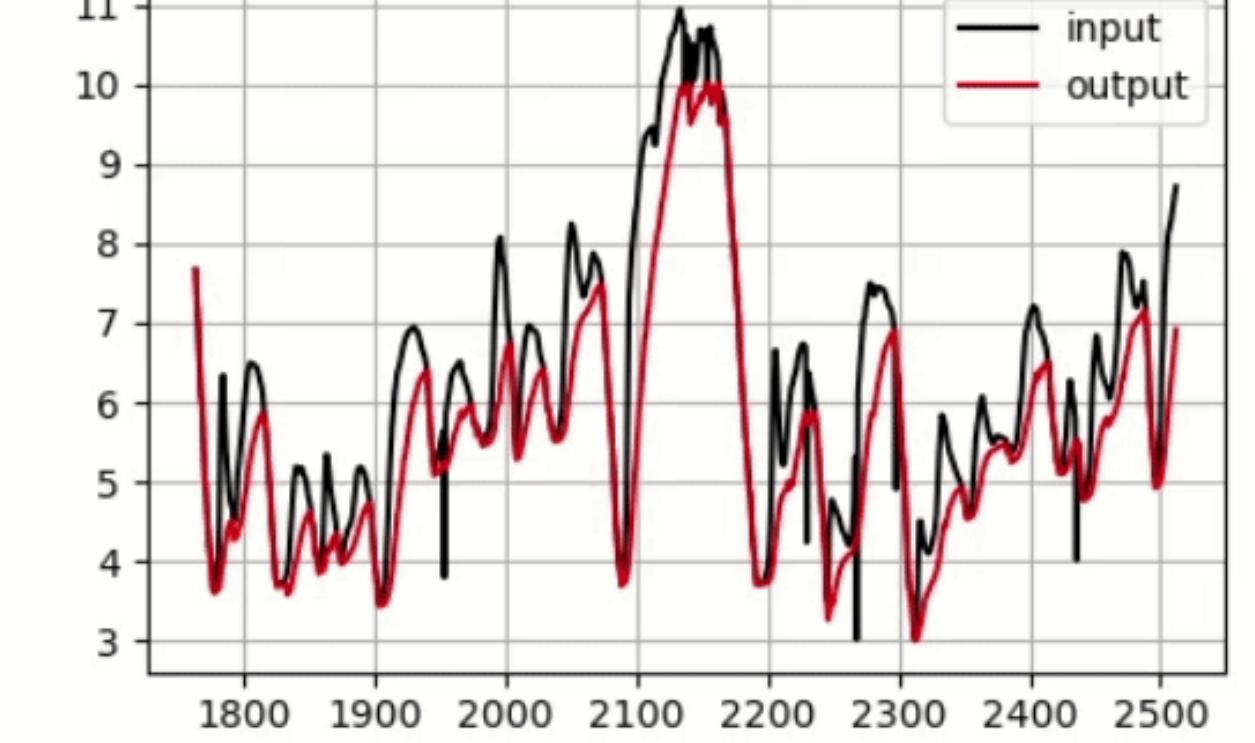
FGM : Seoul Tech (Issue)



ODG-PF

각각의 라이다 센서와 목표 Waypoint간의 각도 차이를 통해 Waypoint에 가까운 방향이 0에 수렴하는 Att_field를 형성하고, 탐지한 장애물에 대해 가우시안 함수를 적용하여, Rep_field를 형성한 후, 두 Field를 합산한 값중 최소값에 해당하는 방향으로 주행함.

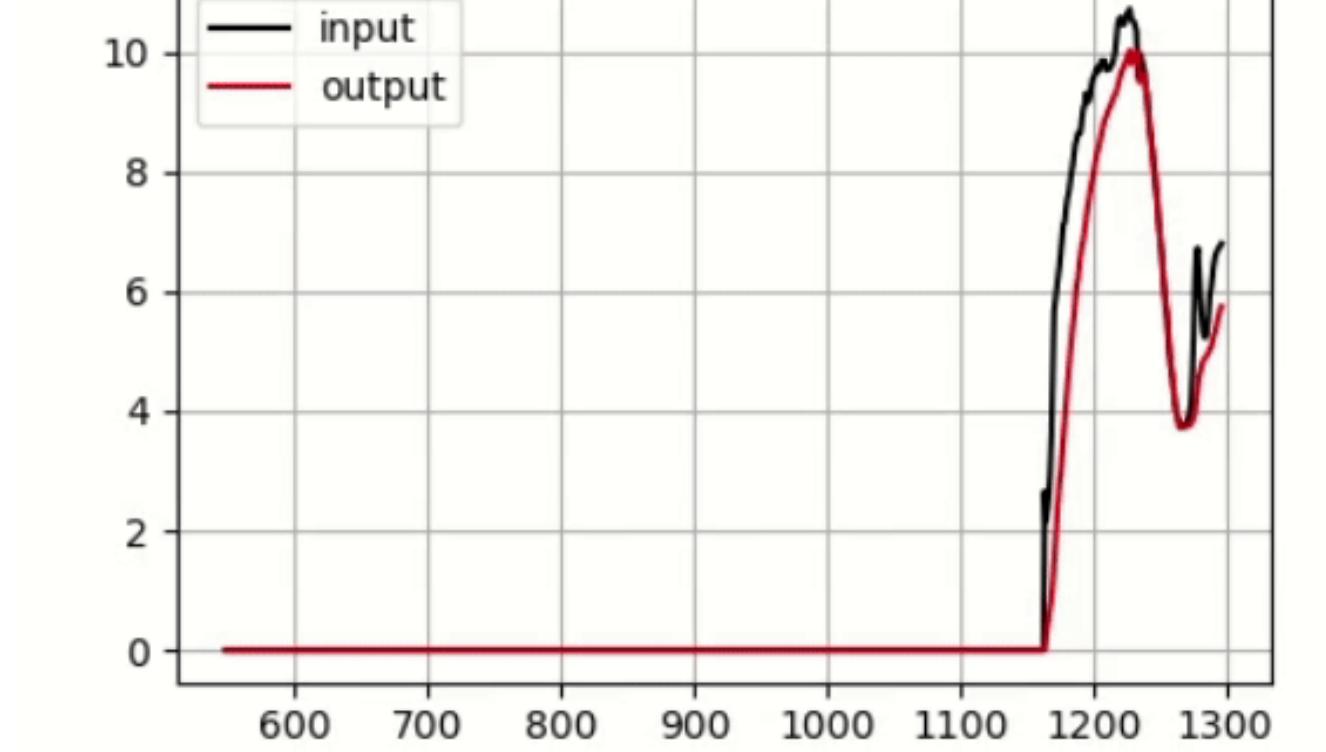
ODG-PF (Sprint)



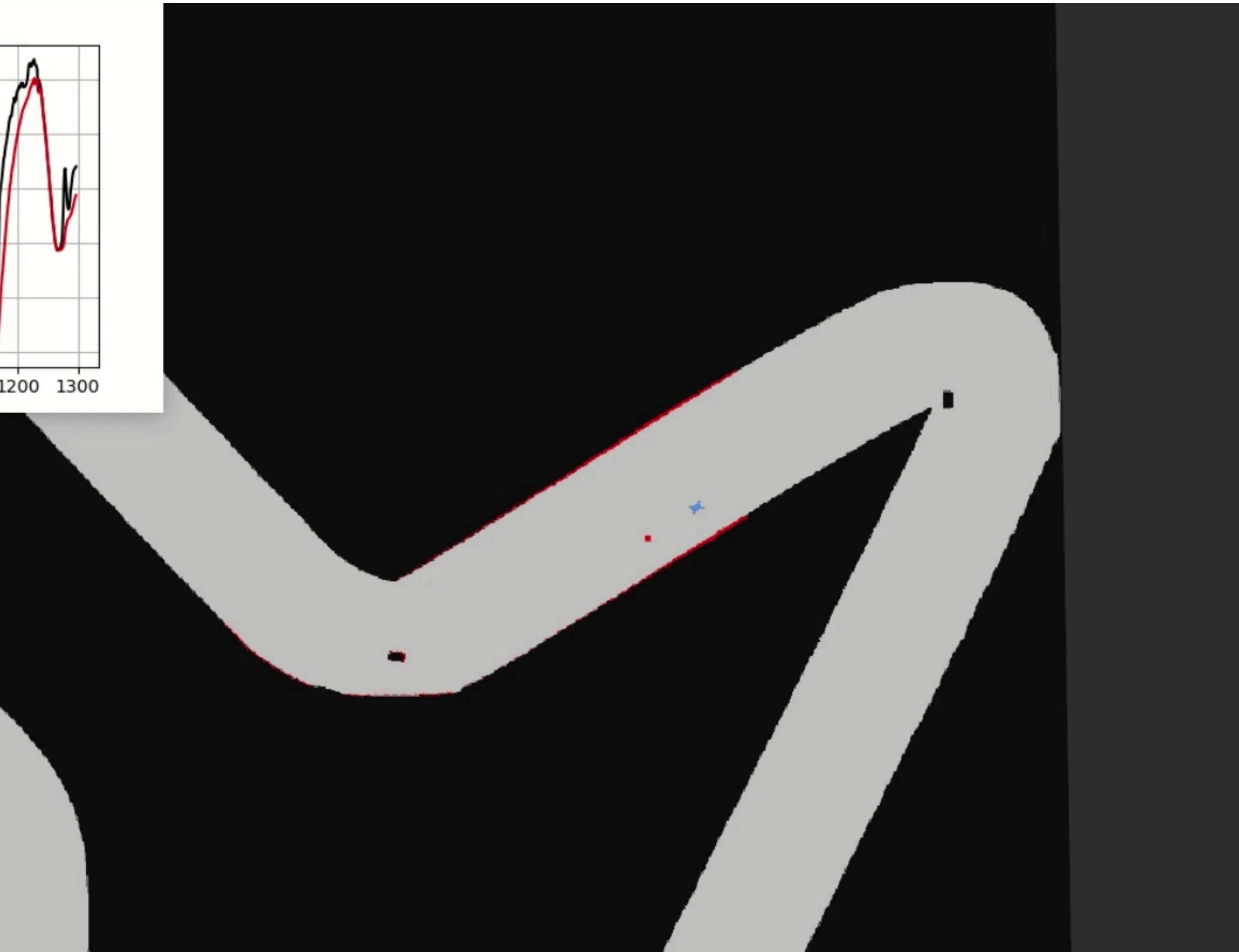
Size (m)	0.05
Alpha	1
Decay Time	0
Position Transf...	XYZ
Color Transfor...	AxisColor
Queue Size	10
Axis	Z
Autocompute V...	<input checked="" type="checkbox"/>
Use Fixed Frame	<input checked="" type="checkbox"/>
Marker	<input checked="" type="checkbox"/>



ODG-PF (Obs)



Size (m)	0.05
Alpha	1
Decay Time	0
Position Transf...	XYZ
Color Transfor...	AxisColor
Queue Size	10
Axis	Z
Autocompute V...	<input checked="" type="checkbox"/>
Use Fixed Frame	<input checked="" type="checkbox"/>
Marker	<input checked="" type="checkbox"/>



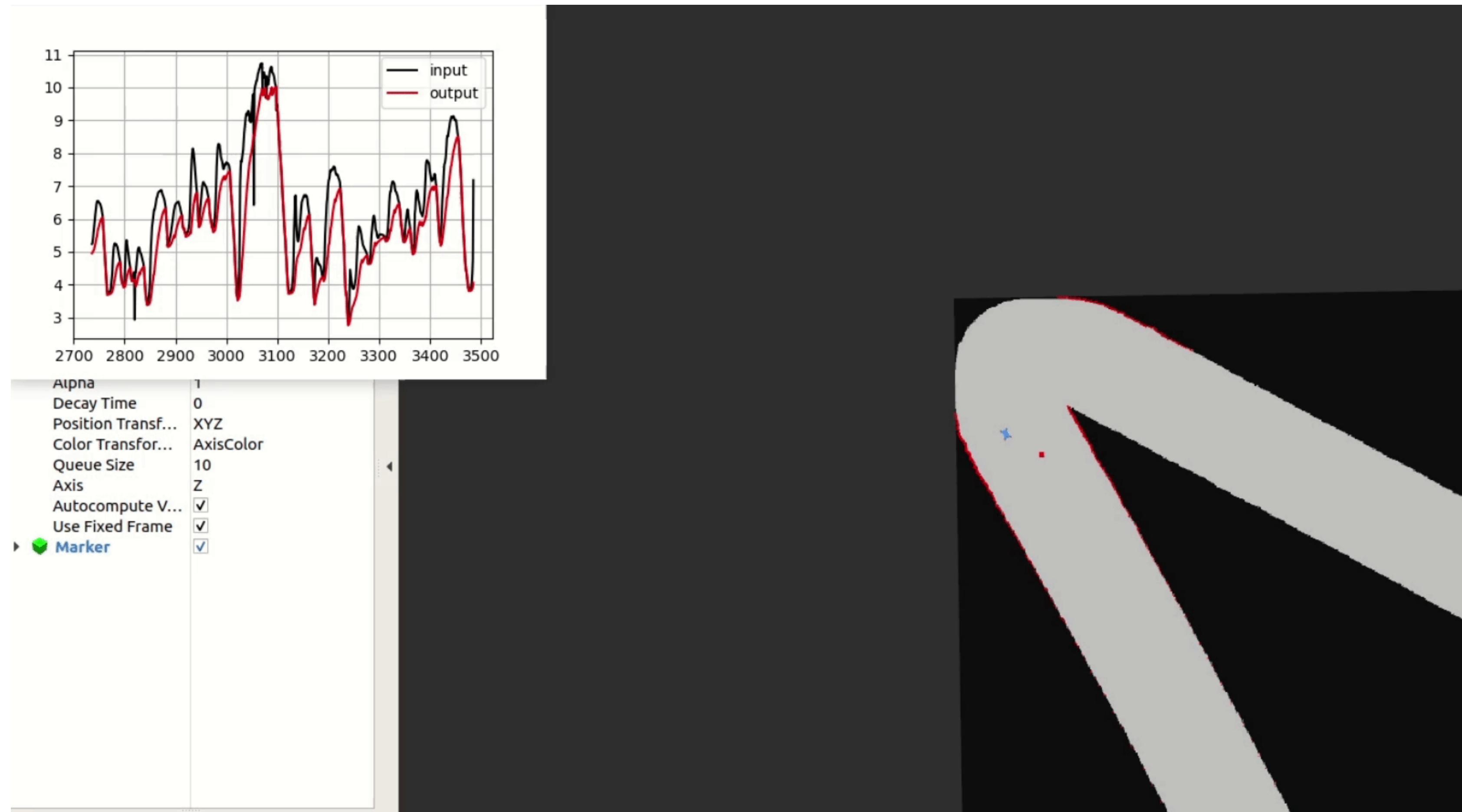
mii

ODG-PF (Corner)



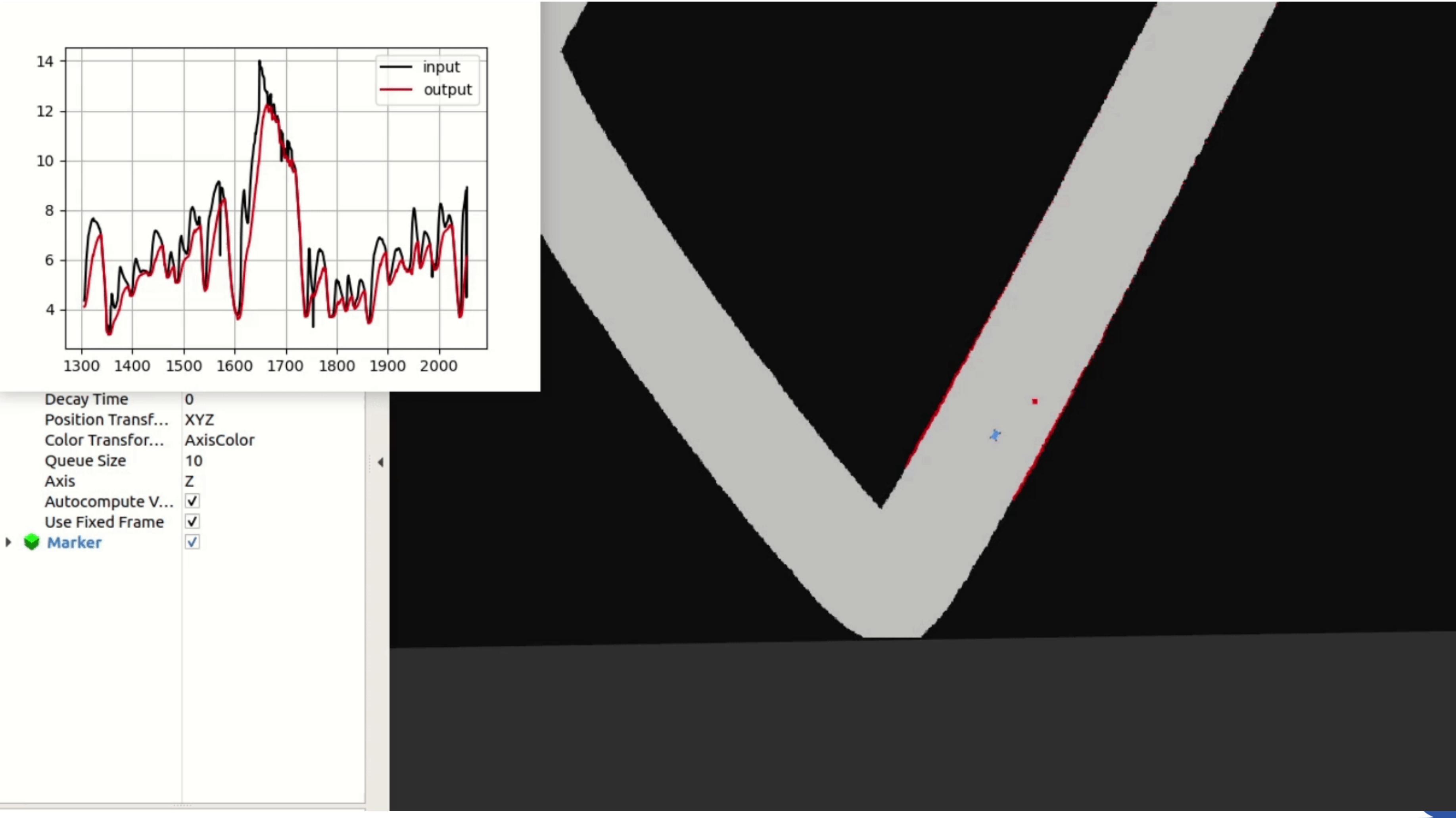
gnu

ODG-PF (Issue1)



gnu

ODG-PF (Issue2)



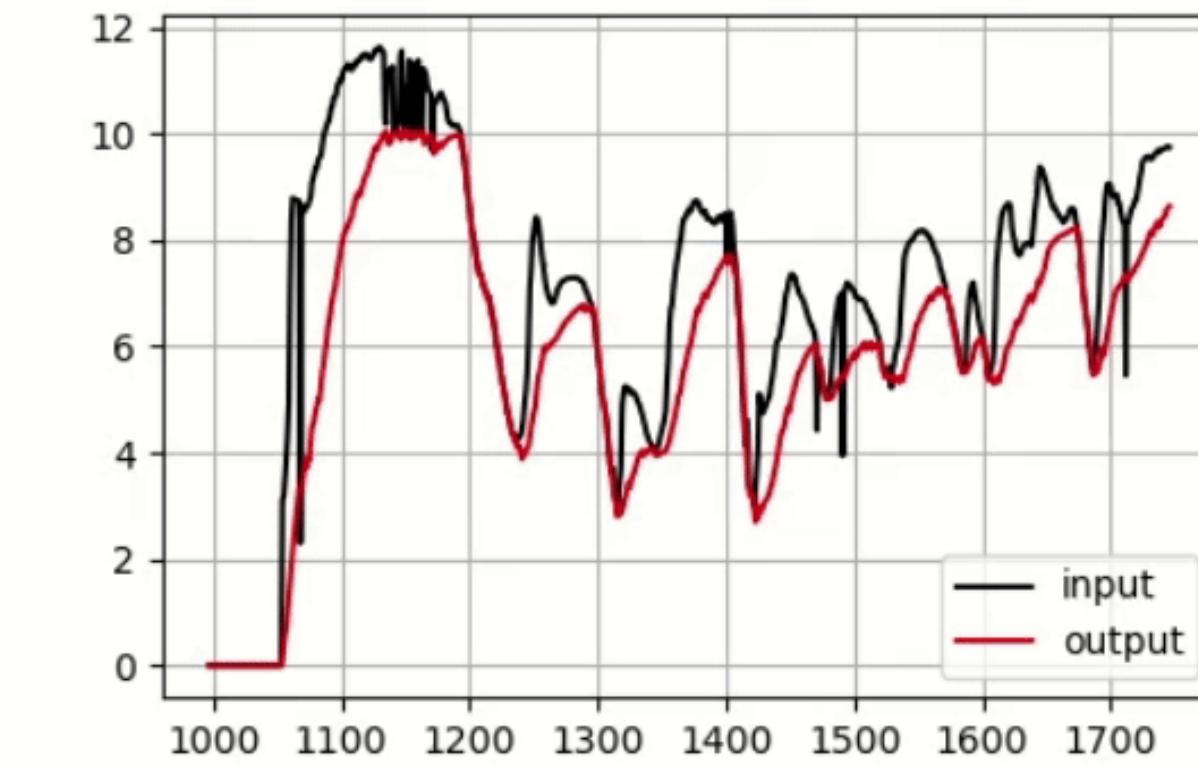
gnu

ODG-PF + PurePursuit

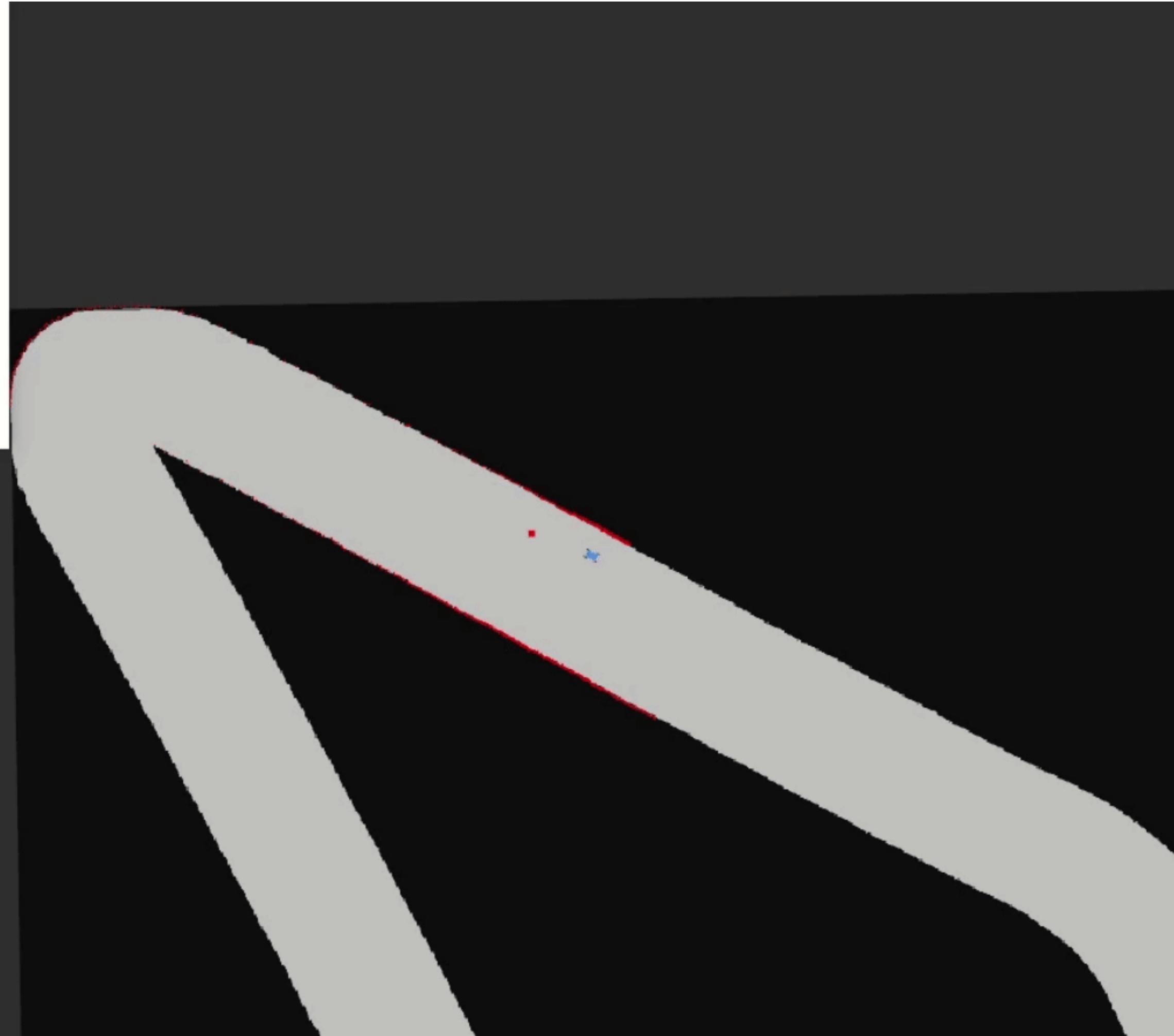
일반 주행시 Pure-Pursuit 알고리즘을 통해 Waypoint를 따라 주행하며, 장애물이 감지되면 ODG_PF에 따라 회피 주행함.

ODG_PF에 비해 장애물에 더욱 민감하게 반응할 수 있음.

ODG-PF + PurePursuit (Sprint)

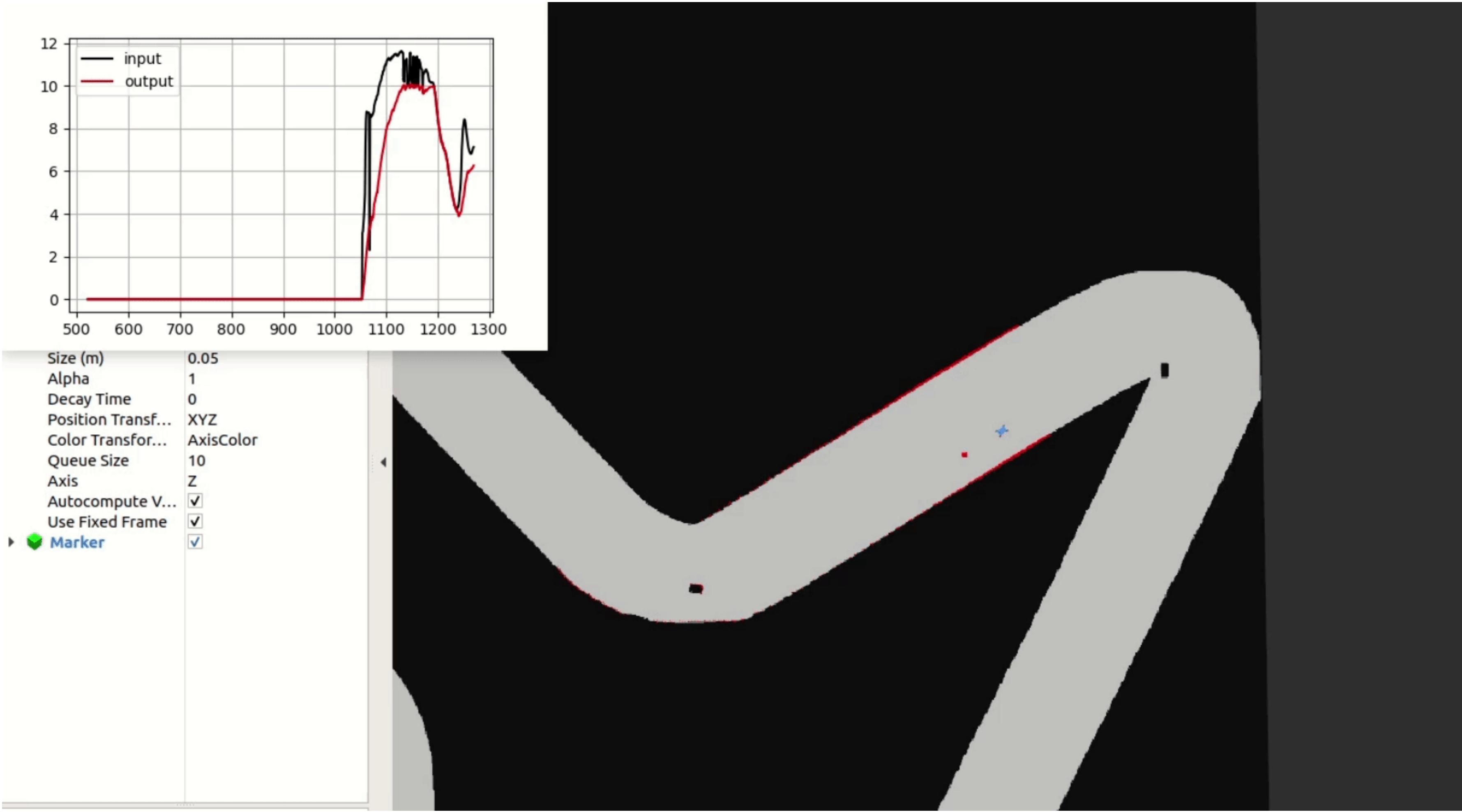


Size (m)	0.05
Alpha	1
Decay Time	0
Position Transf...	XYZ
Color Transfor...	AxisColor
Queue Size	10
Axis	Z
Autocompute V...	<input checked="" type="checkbox"/>
Use Fixed Frame	<input checked="" type="checkbox"/>
Marker	<input checked="" type="checkbox"/>



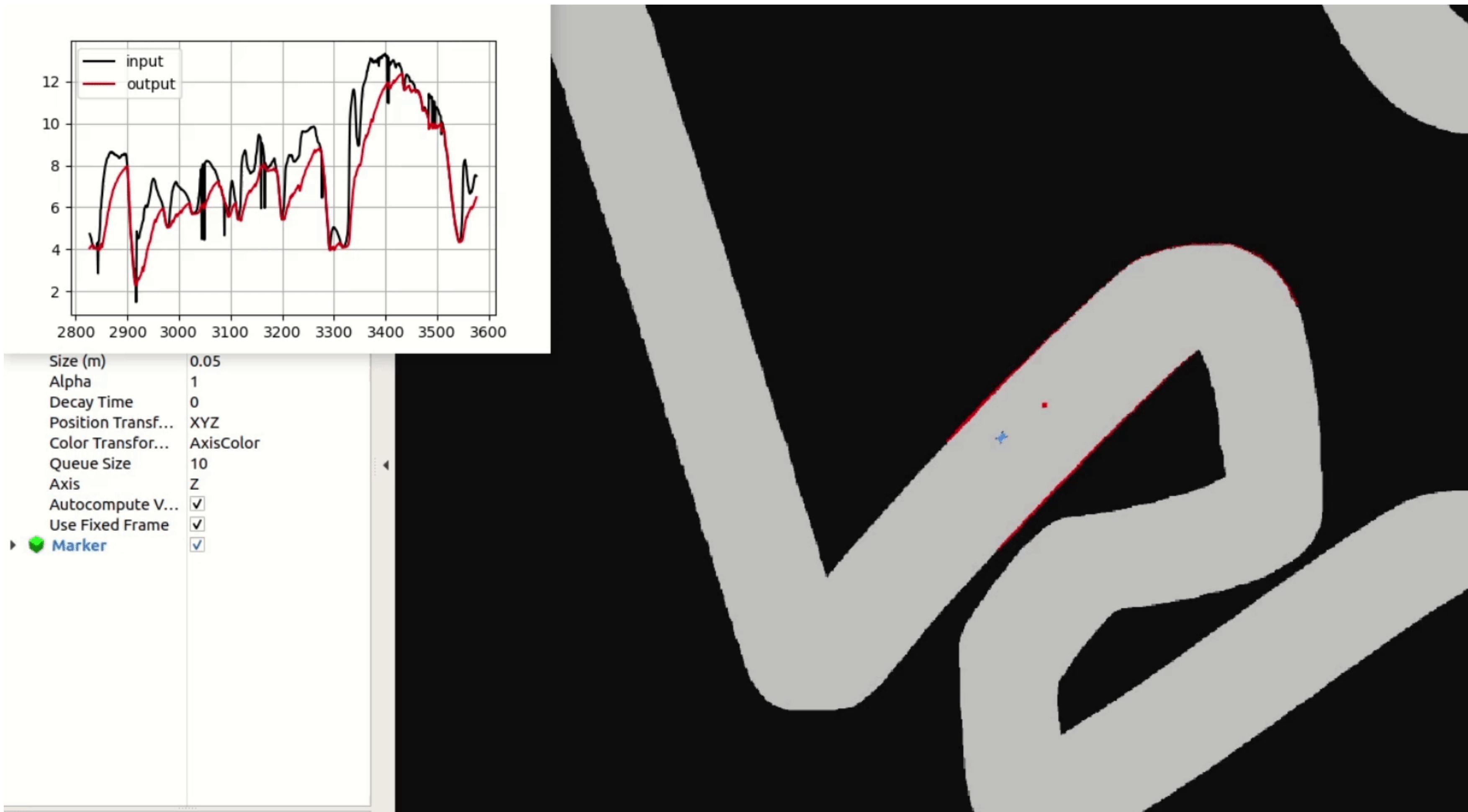
gnu

ODG-PF + PurePursuit (Obs)



gnu

ODG-PF + PurePursuit (Corner)



gnu

Comparison of Local Planning Algorithms

	FGM_stech	FGM_gnu	FGM + P.P	ODG-PF	ODG-PF + P.P
Laptime 1	65.17885	67.51007	89.96608	79.46707	128.73705
Laptime 2	130.36258	135.32427	179.44736	158.08246	266.13436

