

Control de un vehículo autónomo para el XIII Torneo Mexicano de Robótica

González-Miranda, O¹., Ibarra-Zannatha, J.M.²
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
Del Instituto Politécnico Nacional

¹ogonzalez@ctrl.cinvestav.mx, ²jibarra@cinvestav.mx

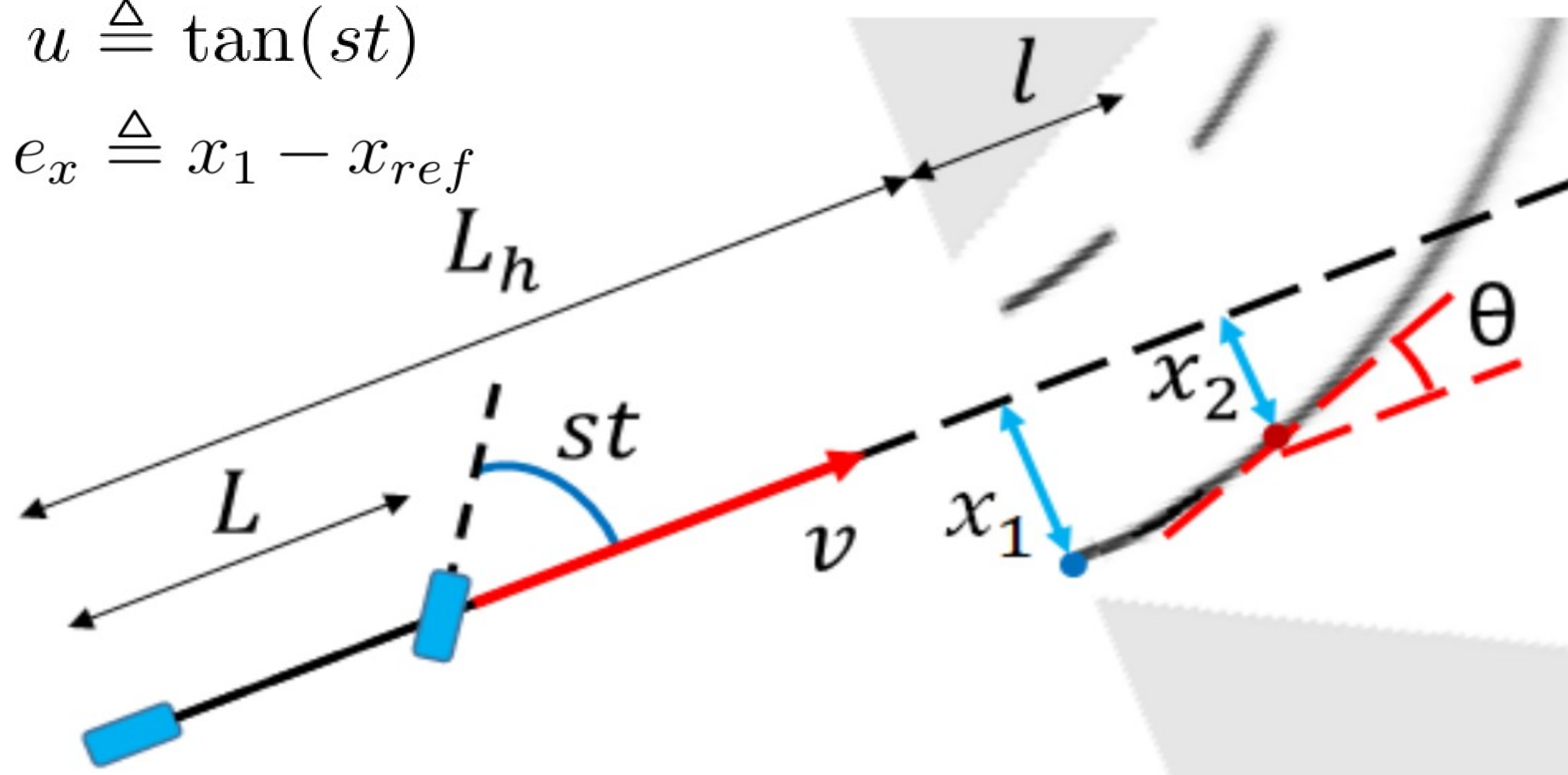
RESUMEN

A continuación se presentan las metodologías empleadas por el equipo dotMEX-CAR del CINVESTAV unidad Zacatenco; para llevar a cabo las pruebas de la categoría AutoModelCar del Torneo Mexicano de Robótica, en la modalidad virtual. El vehículo simulado cuenta con una cámara a bordo, un sensor LIDAR 3D de 360° y un sensor inercial. Se utilizó el simulador Webots 2021b y el software de ROS Melodic para la competición.

Modelado matemático del automóvil

$$u \triangleq \tan(st)$$

$$e_x \triangleq x_1 - x_{ref}$$



$$\dot{x} = \underbrace{\begin{pmatrix} 0 & v \\ 0 & 0 \end{pmatrix}}_A x + \underbrace{\begin{pmatrix} \frac{vL_h}{L} \\ \frac{v}{L} \end{pmatrix}}_B u$$

$$y = \underbrace{\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}}_C x$$

$$x = (e_x \quad \theta)^T$$

El modelo matemático propuesto es controlable siempre y cuando la velocidad v del automóvil sea constante y diferente de cero. Se propone un controlador proporcional y se ajustan sus ganancias usando un LQR

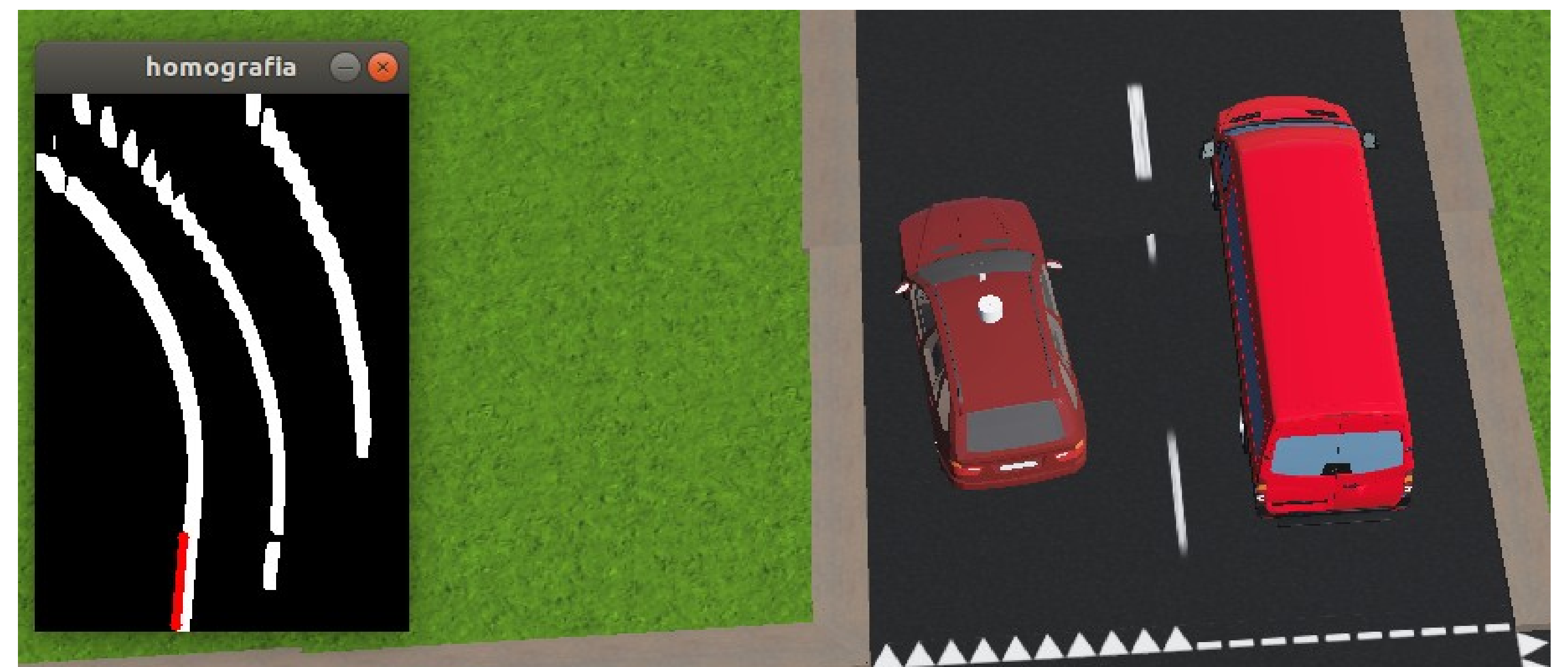
$$st = -\arctan(Kx)$$

Seguimiento del carril



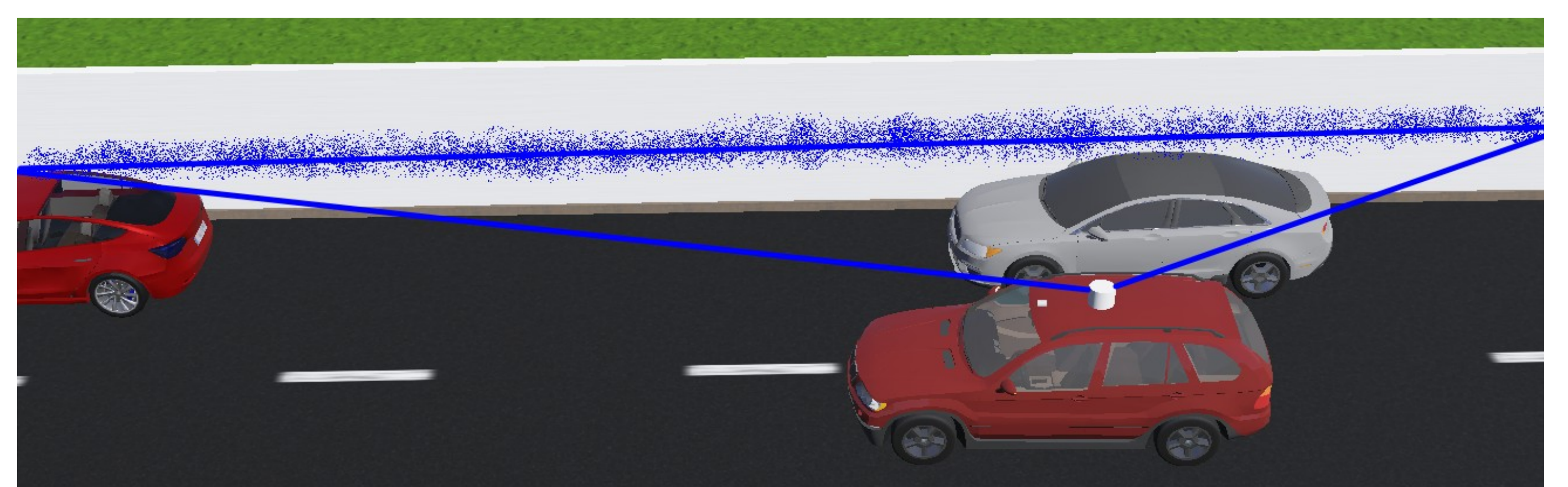
Para medir la posición y orientación del coche, relativos a la carretera, se segmenta el camino y se usa una transformación de homografía.

Evasión de obstáculos y rebase



Para realizar las maniobras de rebase y evasión de obstáculos, primero se cuenta el número de puntos (medidos con el lidar) detectados enfrente del coche. Si estos superan cierto umbral, se inicia la maniobra de rebase siguiendo ahora el carril izquierdo. La maniobra se deja de llevar a cabo cuando el número de puntos detectados a la derecha del coche está debajo de cierto umbral.

Estacionamiento en paralelo



Para alinear el auto con los demás coches se usan los datos del lidar para modelar a los otros autos estacionados como si fueran una línea. Se usa el método ransac para hacer un ajuste lineal a esos puntos y; con la pendiente m y la ordenada al origen b , se miden:

$$d = \left| \frac{b}{\sqrt{m^2 + 1}} \right| \quad \text{y} \quad \theta = \arctan(m)$$

Estos estados sirven para usar una ley de control similar a la anterior



$$L = r(1 - \cos \theta)$$

$$x = r \sin \theta$$

El resto de la maniobra se hace con una trayectoria precalculada. El ángulo theta se mide usando la IMU del vehículo.