

INTISARI

***Geometric Fusion* untuk Deteksi Objek 3D pada Kendaraan Otonom Menggunakan Simulator CARLA**

Oleh

Nabil Muhyiddin
20/462091/PA/20063

Perkembangan teknologi kendaraan otonom membuka peluang signifikan dalam meningkatkan keselamatan lalu lintas. Salah satu tantangan utama dalam sistem ini adalah mendeteksi objek 3D secara akurat dari berbagai sensor, khususnya kamera dan LiDAR, yang memiliki karakteristik dan kekurangan masing-masing. Pendekatan *Late Fusion* yang umum digunakan terbatas dalam menangkap interaksi spasial antara dua sensor, sehingga akurasi deteksi menjadi kurang optimal. Penyebabnya adalah sensor yang diproses secara independen sebelum fitur-fitur dari keduanya digabungkan ditahap akhir dan tidak mengintegrasikan informasi dari tiap sensor secara lebih mendalam diberbagai tahap dalam jaringan.

Fokus dari penelitian ini ada pada pendekatan *geometric fusion* digunakan untuk mengintegrasikan data dari sensor LiDAR dan kamera. Penelitian ini melakukan proses pelatihan pada *town 1, 2, 3, 4, 6, dan 10* di lingkungan CARLA. Sedangkan *town 5* digunakan untuk evaluasi metode dengan 12 skenario lingkungan yang berbeda. Pengujian sistem dilakukan melalui metrik evaluasi *Route Completion (RC)*, *Infraction Score (IS)*, dan *Driving Score (DS)*.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa metode *Geometric Fusion* mengalami peningkatan dari pada metode *Late Fusion* dengan RC dari 64,67% ke 87,61%, IS dari 0,47 ke 0,717, dan DS dari 26,07% ke 62,81%. Selain itu, sistem menunjukkan akurasi tinggi dalam mengikuti jalur, dengan nilai pelanggaran nol pada *route deviation* dan *layout collision*, yang menandakan pengendalian lintasan yang sangat presisi. Pelanggaran terbanyak berasal dari tabrakan antar kendaraan 0,0979 dan agen yang terblokir 0,0739, menandakan bahwa interaksi dengan agen dinamis lain masih menjadi tantangan. Secara keseluruhan, pendekatan *Geometric Fusion* terbukti meningkatkan performa matriks evaluasi dibandingkan pendekatan *Late Fusion*.

Kata Kunci: Kendaraan Otonom, Fusi Sensor, *Bird's Eye View*, *Geometric Fusion*, *CARLA Simulator*.

ABSTRACT

Geometric Fusion for 3D Object Detection in Autonomous Vehicles Using CARLA Simulator

by

Nabil Muhyiddin
20/462091/PA/20063

The advancement of autonomous vehicle technology presents significant opportunities to improve road safety. One of the main challenges in such systems is accurately detecting 3D objects using various sensors, particularly cameras and LiDAR, which each have their own characteristics and limitations. The commonly used Late Fusion approach is limited in capturing spatial interactions between these sensors, resulting in suboptimal detection performance. This is due to each sensor being processed independently before their features are combined only at the final stage, without deeper integration throughout the network.

This study focuses on the Geometric Fusion approach. The training process was conducted on CARLA Towns 1, 2, 3, 4, 6, and 10, while Town 5 was used for evaluating the method under 12 different environmental scenarios. System performance was measured using the evaluation metrics: Route Completion (RC), Infraction Score (IS), and Driving Score (DS).

The evaluation results show that the Geometric Fusion method significantly outperformed the Late Fusion method, with improvements in RC from 64.67% to 87.61%, IS from 0.47 to 0.717, and DS from 26.07% to 62.81%. Additionally, the system demonstrated high accuracy in lane-following, with zero infractions on route deviation and layout collision, indicating precise trajectory control. The most frequent infractions occurred due to vehicle collisions 0.0979 and agent blockage 0.0739, indicating that interactions with other dynamic agents remain a challenge. Overall, the Geometric Fusion approach proved to significantly improve evaluation metrics compared to the Late Fusion approach.

Keywords: *Autonomous Vehicle, Sensor Fusion, Bird's Eye View, Geometric Fusion, CARLA Simulator.*