

INTISARI

ANOTASI OTOMATIS PADA CITRA PERSEPSI *AUTONOMOUS CAR* MENGGUNAKAN TRANSFER LABEL *3D-TO-2D*

Oleh

Areta Vahtsa Nur Kirana

21/478548/PA/20751

Proses anotasi citra 2D dengan label semantik dan panoptik dalam sistem persepsi kendaraan otonom masih menjadi tantangan besar karena tingginya biaya anotasi manual, keterbatasan sudut pandang kamera, serta kompleksitas geometri lingkungan. Tantangan ini semakin berat ketika berhadapan dengan data citra panorama 360° seperti yang terdapat dalam dataset KITTI-360, yang mencakup citra forward-facing dan fisheye. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan anotasi otomatis yang mampu menghasilkan label berkualitas tinggi tanpa bergantung pada proses manual.

Penelitian ini mengusulkan metode anotasi otomatis berbasis transfer label dari 3D ke 2D menggunakan model PanopticNeRF-360. Model ini memanfaatkan representasi neural radiance field yang dioptimasi secara bersama-sama terhadap tampilan visual (RGB), struktur spasial (depth), dan segmentasi semantik dari adegan. Proses pelatihan dilakukan dengan memanfaatkan citra RGB, prediksi label semantik dari model 2D, serta primitif 3D kasar. Optimalisasi dilakukan melalui kombinasi RGB loss, depth loss, dan semantic loss, serta dilengkapi dengan instance finetuning untuk mendukung segmentasi panoptik.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model mencapai nilai mIoU sebesar 0.79 dan Panoptic Quality (PQ) sebesar 0.66 pada citra perspektif, serta mIoU sebesar 0.73 dan PQ sebesar 0.6 pada citra fisheye. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan ini efektif dalam menghasilkan segmentasi yang konsisten secara spasial dan semantik, khususnya pada objek besar dan dominan. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi antara label 2D dan informasi geometri 3D dapat menjadi solusi efisien untuk anotasi dalam domain persepsi kendaraan otonom.

Kata kunci: segmentasi panoptik, anotasi otomatis, transfer label 3D-ke-2D, NeRF, kendaraan otonom.

ABSTRACT

AUTOMATIC ANNOTATION FOR AUTONOMOUS CAR PERCEPTION IMAGE USING 3D-TO-2D LABEL TRANSFER

By

Areta Vahtsa Nur Kirana

21/478548/PA/20751

The annotation of 2D images with semantic and panoptic labels in autonomous vehicle perception systems remains a significant challenge due to the high cost of manual labeling, limited camera viewpoints, and complex scene geometries. This challenge becomes even more pronounced when dealing with 360° panoramic images, such as those in the KITTI-360 dataset, which include both forward-facing and fisheye views. Consequently, there is a growing need for an automatic annotation approach capable of producing high-quality labels without relying on manual processes.

This study proposes an automatic annotation method based on 3D-to-2D label transfer using the PanopticNeRF-360 model. The model leverages a neural radiance field representation that is jointly optimized for visual appearance (RGB), spatial structure (depth), and semantic segmentation of the scene. Training is conducted using RGB images, semantic label predictions from 2D segmentation models, and coarse 3D primitives. The optimization process combines RGB loss, depth loss, and semantic loss, further refined with instance-level finetuning to support panoptic segmentation.

Evaluation results show that the model achieves an mIoU of 0.79 and a Panoptic Quality (PQ) score of 0.66 on perspective images, and an mIoU of 0.73 with a PQ of 0.60 on fisheye images. These results indicate that the proposed approach is effective in generating spatially and semantically consistent segmentation, particularly for large and dominant objects. The findings suggest that integrating 2D labels with 3D geometric information offers a scalable and efficient solution for annotation tasks in autonomous driving perception systems.

Keywords: *panoptic segmentation, automatic annotation, 3D-to-2D label transfer, NeRF, autonomous vehicle*