

1. はじめに

道路インフラは、人間の運転を前提としており、自動運転システムには適していない環境もある。例えば、経年劣化により視認性が低下した車線や、街路樹等により遮蔽された標識などが挙げられる。こうした環境に対するインフラ改善案を提示する手法として OD-RASE [1] が提案されている。OD-RASE は、過去の交通事故要因をもとに交通事故を引き起こす要因となる道路構造を検出し、インフラ改善案とその改善画像を生成する。これにより、専門知識を持たない場合でも改善すべき道路構造とその改善案を直感的に把握可能となる。OD-RASE の生成画像は直感的に改善内容を理解できるが、物理的整合性を欠く場合がある。これは、生成モデルがインフラ改善に関するドメイン知識を学習していないからである。また、そのための学習データセットが存在しないことに起因する。そこで本研究では、インフラ改善が可能な画像生成モデルの学習のためにインフラ改善前後のペア画像データセットを自動的に構築するパイプラインを提案する。

2. OD-RASE

OD-RASE は、自動運転システムの安全性向上を目的として、過去の交通事故要因をもとに道路インフラ改善案を生成する手法である。しかし、図 1 のように改善内容の画像化において、物理的整合性の確保に課題が残されている。これは、使用する生成モデルが、インフラ改善に関するドメイン知識を学習していないこと、ならびにその学習に必要なデータセットが整備されていないことに起因する。そのため、インフラ改善前後のペア画像データセットを新たに構築する必要がある。



図 1: OD-RASE によるインフラ改善後画像

3. データセット自動生成パイプライン

本研究では、インフラ改善前後のペア画像データセットを自動構築するためのパイプラインを提案する。パイプラインの構成を図 2 に示す。入力となる改善テキストは OD-RASE を用いて自動生成する。パイプラインは、サブタスク分割、プロンプト付与、画像生成の 3 つのステップから構成される。以下では、3 つのステップについて詳細に述べる。

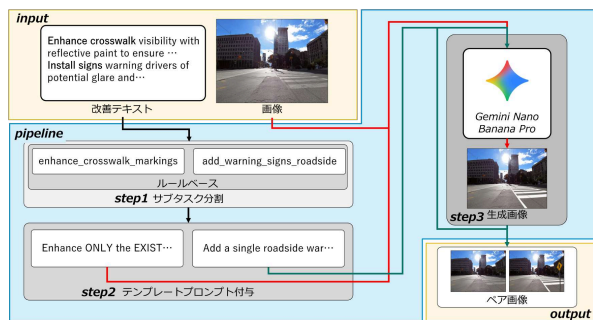


図 2: データセット構築パイプライン

Step1 サブタスク分割 OD-RASE が生成した改善テキストを、ルールベースでサブタスクへ変換する。この変換は、改善テキストが自由記述形式であり、そのままでは改善内容の分布把握や体系的なデータセット構築が困難であるためである。そこで、Mapillary Vistas の Validation に含まれる OD-RASE の出力結果 (計 1253 枚) を分析し、本

研究で対象とする改善パターンを網羅できるよう、ルールを設計した。改善テキストに含まれる動詞や改善対象を手がかりに、その改善内容を表すサブタスクを付与する。

Step2 プロンプト付与 各サブタスクに対して、改善内容と維持すべき背景要素を明記したテンプレートプロンプトを付与する。事前に設計した固定のテンプレートを一律に適用することで、プロンプトの表現の揺らぎによる生成品質のばらつきを排除し、一貫した画像生成指示を与える。

Step3 画像生成 生成モデルには、予備実験で高い性能を示した Gemini Nano Banana Pro を使用する。複数サブタスクに対しては、前段の生成画像を次段の入力として逐次的に処理を行い、全改善案を反映したインフラ改善後の画像を得る。

4. データセットの品質評価

提案手法により構築したデータセットが、インフラ改善タスクにおいて妥当な品質を有するか検証する。

4.1. 評価条件

データセットは Mapillary を使用する。OD-RASE が生成するインフラ改善案をプロンプトとして画像生成を行うものをベースラインとする。評価は目視により、改善内容の描画と物理的整合性の維持の 2 点を成功したか否かで成功率を算出する。

4.2. 評価結果

評価の結果を表 1 に示す。表 1 より、ベースラインは全 250 枚のうち 168 枚が成功、全体の成功率は 67.2% である。一方、提案手法は全 250 枚のうち 208 枚が成功、全体の成功率は 83.2% である。これより、提案手法の有効性が定量的に示された。

表 1: 成功率による比較結果

手法	ベースライン	提案手法
成功率 (%)	67.2	83.2

生成結果例を図 3 に示す。図 3 より、横断歩道標示の強調や樹木の除去といった異なる改善内容に対し、物理的整合性を維持した画像が生成されていることが分かる。これより、提案手法による指示の明確化とテンプレートプロンプトが生成品質の向上に寄与したといえる。

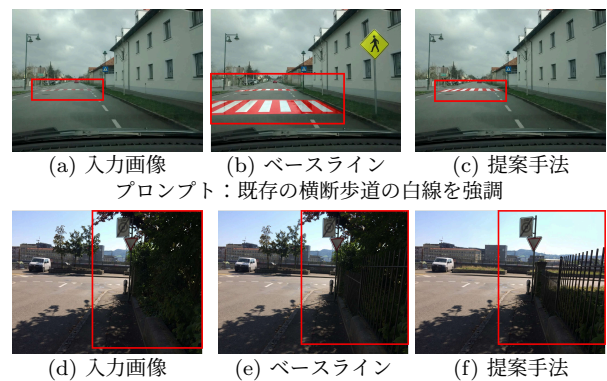


図 3: 構築したデータセットのサンプル

5. おわりに

本研究では、インフラ改善前後のペア画像データセットを自動構築するパイプラインを提案した。提案手法は、OD-RASE が出力したインフラ改善文に基づくサブタスク分割と、テンプレートプロンプトを用いた画像生成により、改善内容を画像へ反映できた。今後は、作成したデータセットを用いた生成モデルの学習を検討する。

参考文献

- [1] K. Shimomura, et al., “OD-RASE: Ontology-Driven Risk Assessment and Safety Enhancement for Autonomous Driving”, ICCV, 2025.