

# 画像線分情報を用いた線分ベース SLAM の開発

中野 久幹<sup>†</sup> 臼田 稔宏<sup>†\*</sup> 安部 拓也<sup>†</sup> 中根 滉稀<sup>†</sup>

依田 大輝<sup>†</sup> 滝口 千波<sup>†</sup> 渡邊 孝信<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 早稲田大学大学院 基幹理工学研究科

\* 現在の所属 富士フィルム株式会社

## 1. はじめに

近年、搭載カメラで取得した画像情報からロボットの現在位置及び姿勢推定と周辺環境地図の作成を同時に行う技術「SLAM」(Simultaneous Localization And Mapping)が盛んに研究されている。本稿では、人工物が多くテクスチャが少ない環境で多く抽出できる画像線分情報に着目し、線分ベースの SLAM の提案を行う。

## 2. 提案手法の概要

提案する線分ベース SLAM は、最新の特徴点ベース SLAM「ORB-SLAM」[1]をベースとし、独自の線分抽出法 OPLSD[2]を組み込んだ単眼 SLAM(一台のカメラの画像情報のみを用いる SLAM)である。

### 2.1 ORB-SLAM

2015 年に公開された最新の特徴点ベース SLAM であり、ORB 特徴量を処理に用いることで、CPU でのリアルタイム処理を実現している。主に 3 つの工程、特徴量抽出などを行う「Tracking」、その結果をもとに 3 次元位置計算を行う「Local Mapping」、最適化などを行う「Loop Closing」で構成されている。これにより高い精度のカメラ位置推定・マップ作成と、高い安定性の処理を実現している。

### 2.2 OPLSD

One-Pass Line Segment Detector の略称で、当研究グループで開発された独自の線分抽出手法である。一番の特徴は画像の読み込みから線分の抽出までを一回の画像走査で行う「1-pass 処理」である。数回の画像走査を必要とする既存のアルゴリズムに比べ高速処理が可能になっている。

### 2.3 線分ベース SLAM

ORB-SLAM の ORB 特徴量抽出を OPLSD 線分抽出に置き換える。これにより、線分の 2 端点を 2 つの特徴点として扱い、その端点に関しては ORB-SLAM と同様の処理を行う。処理の間、MAP 上のどの 2 点が同一の線分から抽出されてかのペア情報を保持しているため、最終的に出力される 3 次元 MAP は線分で描画できる。

## 3. 実験方法及び結果

本稿では、線分ベース SLAM の性能評価ために、EuRoC MAV Dataset[3]を用いた。これは、ステレオカメラや IMU を搭載した MAV が飛行中に撮影した動画のデータセットである。

### 3.1 3 次元マッピング能力の定性的評価

先述のデータセットで ORB-SLAM と線分ベース SLAM を動作させ、正しい空間認識が行われているかを評価した。図 1 から読み取れるように線分ベース SLAM による出力マップの方が、より周辺情報の把握が容易なマップである。

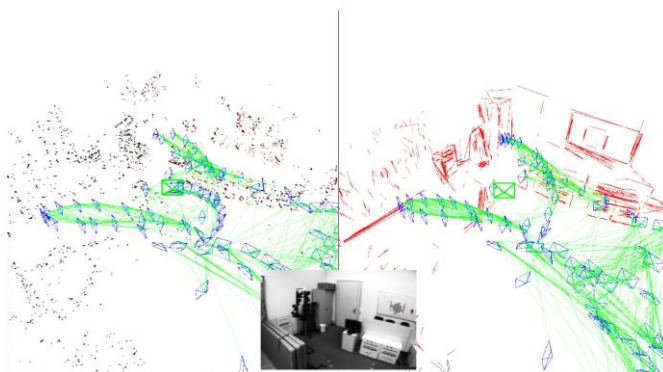


図 1 ORB-SLAM(左)と線分ベース SLAM(右)のマッピング能力の比較

### 3.2 処理速度の比較

3.1 と同様それぞれの SLAM を動作させ、処理速度の比較をした。ただし処理速度の計測は 3 つの工程のうち唯一毎フレームごとに行われる処理で、それぞれの SLAM の処理速度の比較が用意である理由から「Tracking」処理のみで行った。線分のペア情報を持つ点のみ扱うことで、処理するデータ数が減ったため高速になったと考えられる。

表 1 ORB-SLAM と線分ベース SLAM の処理速度の比較

	平均処理時間[Ms]
ORB-SLAM	40.3
線分ベース SLAM	33.5

## 4. 今後の課題

今後はメモリ削減や物体認識を取り入れるなどさらなる機能向上を施す予定である。

### 参考文献

- [1] Raul Mur-Artal, *et al.*, “ORB-SLAM: a Versatile and Accurate Monocular SLAM System”, IEEE Transactions on Robotics, 2015.
- [2] 清水 嘉泰, “フレームバッファの不要な 1-pass 線分抽出法”, 電子情報通信学会総合大会, 2014.
- [3] M. Burri, *et al.*, “The EuRoC micro aerial vehicle datasets,” The International Journal of Robotics Research, 2016.