

全天球カメラ映像からの3次元再構成と点群合成手法の一検討

A Study on 3D Reconstruction from Omnidirectional movie and Registration Method

加藤裕也[†] 原潤一^{‡§} 渡辺裕^{†‡}
 Yuya KATO[†] Junichi HARA^{‡§} Hiroshi WATANABE^{†‡}

[†] 早稲田大学大学院基幹理工学研究科 [‡] 早稲田大学国際情報通信センター § 株式会社リコー

[†] Graduate School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University

[‡] Global Information and Telecommunication Institute, Waseda University

§ RICOH Company, LTD

1. まえがき

近年、自動車やロボットの自動運転が注目されている。ロボットの自動運転に必要な技術として自己位置推定と環境地図の作成があり、カメラ1台で取得した映像からこれらを同時に行う手法としてLSD-SLAM[1]がある。LSD-SLAMは輝度勾配を利用したSLAMであるため、密な点群を取得できるが、カメラの回転運動に脆弱であり3次元再構成が破綻してしまうという欠点を持つ。

本稿では画角が360°の全天球カメラを用いてカメラを回転させることなく撮影した映像を分割することで異なる方向を向いた複数の映像を取得する。また、それらの映像をLSD-SLAMに入力して取得した点群を合成することで1台のカメラ映像から屋内環境全体の点群を取得する。また、RANSAC[2]を用いた点群の補正による精度の高い合成手法を提案する。

2. 提案手法

2.1 画像分割

LSD-SLAMに全天球カメラ映像を入力するために画像分割を行う必要がある。

はじめに全天球カメラで撮影した映像をその動画のフレームレートに従って画像に分割する。次に取得した各画像に対しキューブマッピングを施し1枚の入力画像から6枚の画像を取得する。この6枚の画像は画角が90°であり、それぞれ隣の画像に対し撮影方向が90°ずれている。本手法では入手した6枚の画像のうちカメラ正面、右面および左面の計3枚の画像を用い、3枚の画像をLSD-SLAMに入力し点群を取得する。

2.2 点群合成

取得した3つの点群を合成する。LSD-SLAMではスケールが点群により異なるため点群の方向とスケールを一致させICPアルゴリズム[3]により点群の合成を行う。

分割した全天球画像の左面、正面、右面はそれぞれ撮影方向が90°ずれているため左右方向の点群をy軸まわりに90°回転させ向きを補正する。ここでRANSACにより天井に相当する平面を推定しy=0の平面上に移動させる。それぞれの点群から共通の範

囲を切り出し、スケールを一致させるための拡大倍率と回転行列を求める。

最後に方向とスケールを合わせた点群同士をICPアルゴリズムにより合成し環境全体の「点群を取得する。

4. 実験結果

正面方向の点群に左右方向の点群のスケールを合わせるための拡大倍率を求めた。RANSACで推定した平面により補正した点群と補正していない点群の拡大倍率を表1に示す。

表1. 点群の拡大倍率

点群	半径
右方向 (補正あり)	0.7741
右方向 (補正なし)	0.7762
右方向 (正解値)	0.7316
左方向 (補正あり)	1.555
左方向 (補正なし)	1.571
左方向 (正解値)	1.460

いずれの場合もRANSACによる補正で拡大倍率の精度が向上したことがわかる。

5. むすび

本稿では全天球カメラを用いることでカメラの回転運動をせずに環境全体の点群を取得できることを示した。また、RANSACによる平面で位置合わせを行うことで合成精度が向上することを示した。ノイズの除去と各種パラメータの自動推定が課題である。

6. 参考文献

- [1] J. Engel, T. Schöps, and D. Cremers, "LSD-SLAM: Large-Scale Direct Monocular SLAM," in European Conference on Computer Vision (ECCV), Zurich, Switzerland, September 2014, pp. 834–849.
- [2] M. A. Fischler and R. C. Bolles, "Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography," Communications of the ACM, vol. 24, no. 6, pp. 381–395, 1981.
- [3] S. Rusinkiewicz and M. Levoy, Efficient variants of the ICP algorithm. Proc. 3DIM, 2001