

環境の変化に頑健なカメラ位置・姿勢推定のための オンラインでのランドマークデータベース構築

Online Feature Landmark Database Construction for Robust Extrinsic Camera Parameter Estimation

岡田 圭太[†] 武富 貴史[†] 佐藤 智和[†] 横矢 直和[†]

Keita Okada Takafumi Taketomi Tomokazu Sato and Naokazu Yokoya

[†]奈良先端科学技術大学院大学

[†]Nara Institute of Science and Technology(NAIST)

Abstract: We propose a robust camera parameter estimation method based on online feature landmark database (LDB) construction. In our method, LDB is automatically updated using panoramic images captured by a pair of omnidirectional cameras in the target environment. By using periodically updated LDB, we can cope with the visual changes in the environment for augmented reality.

1. はじめに

本稿では、逐次構築されるランドマークデータベース (LDB) を用いた環境の変化に頑健な拡張現実感のためのカメラ位置・姿勢推定手法を提案する。本研究では、サーバ・クライアント型のシステムを想定し、サーバでは、環境中に設置された全方位カメラより取得された画像を用いて LDB を逐次構築し、カメラ付きクライアントへ伝送する。クライアントでは、逐次構築される LDB を用いてカメラ位置・姿勢の推定を行う。これにより、静的環境を想定した従来手法 [1] では考慮されなかった、環境の変化に対応した頑健なカメラ位置・姿勢の推定を実現する。

2. 逐次構築した LDB を用いたカメラの位置・姿勢推定

2.1 LDB の逐次構築 (サーバ処理)

環境中に設置された校正済みの 2 台の全方位カメラから逐次取得される全天球パノラマ画像を用いて LDB を構築する。LDB の構築ではまず、SURF 特徴量 [2] を用いてパノラマ画像間で特徴点の対応付けを行う。次に、得られた対応関係より、三角測量の原理に基づき特徴点の三次元位置を計測する。ここで、誤対応を排除するためにエピポーラ拘束に基づく評価値 P を以下の式で算出し、 P が一定値以上のものを誤対応として排除する。

$$P = \mathbf{x}_{2i}^T \mathbf{E} \mathbf{x}_{1i} \quad (1)$$

ただし、 $\mathbf{E}$ は基本行列、 $\mathbf{x}_{1i}$ 、 $\mathbf{x}_{2i}$ は i 番目の特徴点の各カメラ画像における検出位置の球面座標を表す。次に、ランドマーク情報として、特徴点の三次元位置およびこれに対応する SURF 特徴量を LDB に登録し、クライアント側へ伝送する。

2.2 カメラ位置・姿勢の推定 (クライアント処理)

サーバで構築された LDB を用いてクライアント側カメラの位置・姿勢を推定する。カメラ位置・姿勢の推定処理では、まず、LDB に登録されているランドマークと単眼カメラ画像中の特徴点を SURF 特徴量を用いて対応付ける。次に、得られた対応関係より PnP 問題を解くことでカメラの位置・姿勢を推定する。

3. 予備実験

環境中に設置した全方位カメラによって取得された全天球パノラマ画像を用いて LDB を構築し、構築された LDB を用いてカメラ位置・姿勢の推定を行った。実験では、まず、2 台の全方位カメラを 2m 離して設置し、取得された 2 枚の全天球パノラマ画像を用いて LDB の構築を行った。カメラの校正は Sato らの手法 [3] により行った。また、本予備実験では LDB の更新は行わない。図 1 に LDB に登録されたランドマークの全天球パノラマ画像間での対応付けの結果を示す。LDB には 488 個のランドマーク情報が登録された。次に、構築された LDB を用いて、単眼カメラ画像から抽出した SURF 特徴点とランドマークを手動で

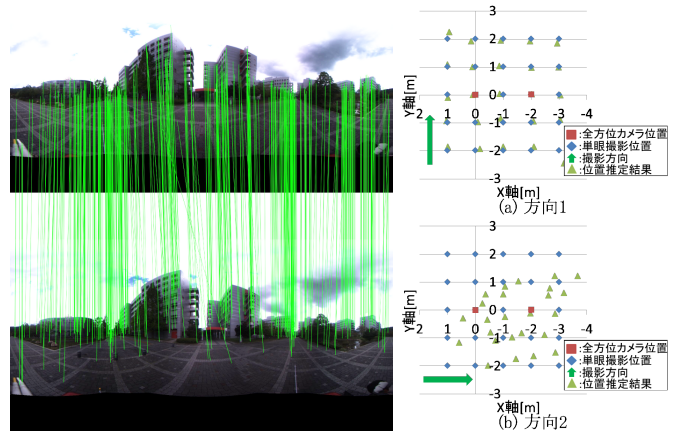


図 1: ランドマークの検出位置と 図 2: カメラ位置推
対応付けの結果 定結果

対応付けることでカメラ位置・姿勢の推定を行った。単眼カメラ画像は、地面と水平な方向 5m × 5m の範囲を 1m の格子に分割し、各格子点上で方向が 90 度異なる 2 方向で撮影した。図 2 に各方向の画像に対して推定されたカメラ位置と、最小二乗フィッティングによりそれらに当てはめられた格子点の位置を示す。方向 1 では、推定されたカメラ位置は、撮影位置と同様に格子点上に並んでおり、おおむね正しく推定されていることが確認できる。方向 2 では、推定結果が対応する格子点から離れており、推定精度が低いと考えられる。これは、方向 2 は全天球パノラマ画像間の視差が小さくなるベースライン方向を向いており、カメラ位置・姿勢推定に用いたランドマークの三次元位置の精度が十分でないためであると考えられる。方向 1 ではそのような問題は見られず、全天球パノラマ画像間の視差が十分に得られる方向では、概ね正しくカメラ位置を推定可能であることを確認した。今後は、単眼カメラ画像から抽出した特徴点とランドマークとの自動対応付けと、サーバ・クライアント型システムを実際に構築し評価を行う。
謝辞 本研究の一部は科学研究費補助金 (基盤研究 A, No.23240024) による。

文献

- [1] T. Taketomi, T. Sato, and N. Yokoya: Real-time and Accurate Extrinsic Camera Parameter Estimation Using Feature Landmark Database for Augmented Reality, J. of Computers and Graphics, Vol. 35, No. 4, pp. 768-777, 2011
- [2] H. Bay, A. Ess, T. Tuytelaars, and L.V. Gool: Speeded-Up Robust Features (SURF), CVIU, Vol. 110, No. 3, pp. 346-359, 2008
- [3] T. Sato, T. Pajdla, and N. Yokoya: Epipolar Geometry Estimation for Wide-baseline Omnidirectional Street View Images, Int. Workshop on Mobile Vision, 2011