

ランドマークデータベースを用いた投票に基づく 静止画像からのカメラ位置・姿勢推定

中川 知香 佐藤 智和 横矢 直和

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

{tomok-na,tomoka-s,yokoya}@is.naist.jp

1. はじめに

本稿では三次元復元手法によって自動構築されるランドマークデータベース(以下 LDB)を用いる広域環境における静止画像からのカメラ位置・姿勢推定手法を提案する。従来手法[1]では、ランドマークと入力画像中の特徴点を正しく対応付けることで高精度にカメラ位置・姿勢を決定できるが、対応点検索の範囲を限定するために精度の高い初期値(位置精度数十 cm, 姿勢精度数度)を与える必要があった。本手法では、まずランドマークの特徴情報を用いたLDBの探索に基づく投票を行うことでカメラ位置の候補を限定し、次にそれらを用いた詳細な位置決めを行う。これによって、数十 m 単位での位置の初期値が与えられれば、カメラの位置・姿勢を推定することが可能となる。

2. LDBによるカメラ位置・姿勢推定

提案手法は、オフライン処理である LDB の構築と、LDB を用いたカメラ位置・姿勢推定の2段階で構成される。以下では、LDB の構築、およびそれらを用いたカメラの位置・姿勢推定について述べる。

2.1 LDBの構築

LDB は、事前に移動を伴って撮影された全方位動画画像から検出された自然特徴点の三次元位置と全方位カメラの外部パラメータを用いて構築する[1][2]。LDB の各ランドマークは、(A)ランドマークの三次元位置、(B)撮影地点ごとの情報で構成される。また(B)は、(i)撮影時の全方位カメラ位置、(ii)ランドマークを中心とした多重スケールの画像テンプレートの輝度勾配ヒストグラムから抽出される特徴ベクトル[3]、(iii)画像テンプレートの法線ベクトル、から成る。

2.2 LDBを用いたカメラ位置・姿勢推定

入力画像中の各特徴点に対して、輝度勾配ヒストグラムにおける類似度が高いランドマークを LDB から複数選択し、選択されたランドマークを撮影することが可能なカメラ位置を空間中に投票することで、入力画像が撮影された可能性の高い空間領域を決定する。以下に手法の流れを示す。

- (1) 入力画像の特徴点の特徴ベクトル抽出: 入力画像から Harris オペレータを用いて検出した特徴点周辺の画像から輝度勾配による特徴ベクトル[3]を抽出する。
- (2) 入力画像とランドマークの対応付け: 入力画像中の各特徴点に対して特徴ベクトルの二乗距離が小さいランドマークを LDB 内から複数個選択する。
- (3) 投票によるカメラ位置候補の限定: (2)で選択された各ランドマークについて、そのランドマークを撮影することが可能な空間領域を算出し、その領域に投票することで、入力画像を撮影した可能性の高い空間領域を特定する。本稿では各ランドマークに対して、以下の 2 つの

条件を同時に満たすカメラ位置を算出し、投票する:
(a)LDB 作成時にランドマークを撮影したカメラ位置からの距離が閾値以下、(b)ランドマークの三次元位置とカメラ位置を結ぶベクトルと、ランドマークの法線ベクトルの成す角度が閾値内。これにより投票数が空間的に極大になる点をカメラ位置候補とする。

(4) カメラの位置・姿勢推定: (3)で決定されるカメラ位置候補に投票した複数のランドマークについて、入力画像の特徴点の二次元座標とランドマークの三次元座標の対応関係を用いることで、カメラ位置・姿勢を推定する。推定される複数のカメラ位置・姿勢に対して、再投影誤差が最小となるものを最終的な出力とする。

3. 予備実験

50m × 50m 範囲の屋外環境において LDB を実際に構築し、LDB 構築時の撮影経路付近で撮影した画像を入力として投票によるカメラ位置候補の決定を行った。本実験では、2.2 節で述べたステップ(3)の条件(a)、(b)の閾値をそれぞれ2m、15度と設定した。世界座標系で地表面と平行となるXY平面を50cm単位の格子に分割し、投票を行った結果を図1に示す。図中の濃度値は投票数を表しており、明るいほど投票数が多い。また、十字は入力画像の撮影位置を示す。実験結果より、入力画像の撮影位置付近に投票数の極大値が出現していることを確認できる。これにより、今後、極大値をとるカメラ位置を初期値とし、2.2 節に述べたステップ(4)を実行することで、正しいカメラ位置・姿勢の推定が可能となると考えられる。

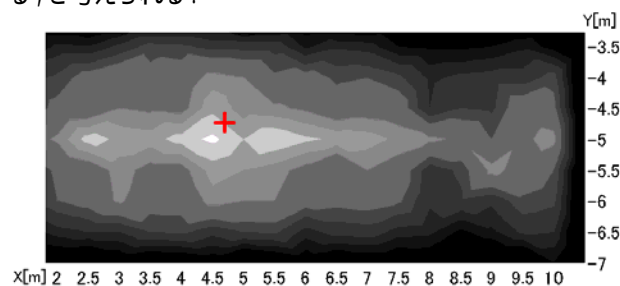


図1 投票結果と入力画像の撮影位置

参考文献

- [1] 大江統子, 佐藤智和, 横矢直和: “画像特徴点によるランドマークデータベースに基づくカメラ位置・姿勢推定”, MIRU2005 講演論文集, pp.800-807, 2005.
- [2] T.Sato, S.Ikeda and N. Yokoya: “Extrinsic camera parameter recovery from multiple image sequences captured by an omni-directional multicamera system”, Proc.ECCV, Vol.2, pp. 326-340, 2004.
- [3] D.G.Lowe: “Distinctive image features from scale-Invariant keypoints”, IJCV, vol.60, No.2, pp.91-100, 2004.