

深層学習を用いた多様体構築による 3次元物体の姿勢推定に関する検討

A Study on Deep Manifold Embedding for 3D Object Pose Estimation

二宮宏史¹
Hiroshi Ninomiya

川西康友¹
Yasutomo Kawanishi
小堀訓成²
Norimasa Kobori

出口大輔¹
Daisuke Deguchi
橋本国松²
Kunimatsu Hashimoto

井手一郎¹
Ichiro Ide

村瀬洋¹
Hiroshi Murase

名古屋大学¹
Nagoya University

トヨタ自動車²
Toyota Motor Corporation

1 まえがき

ロボットの導入が産業分野だけでなく、介護・福祉、家事等の生活分野にも進みつつあり、ロボットが3次元物体を掴むための技術が求められている。その際、どの方向からであれば対象物体を掴めるかを知るために、3次元物体の姿勢推定を行う必要がある。

3次元物体の姿勢推定手法として、あらかじめ撮影した対象物体の大量の画像とテンプレートマッチングを行い、最も類似した画像の姿勢を出力する手法がある。しかし、多様な姿勢変化に対応するために、膨大な数のテンプレートを記憶しておく必要が生じる。そこで村瀬らは、3次元姿勢変化による2次元画像上での見えの変化を、低次元空間中における多様体で表現するパラメトリック固有空間法を提案した [1]。この手法では、主成分分析を用いて低次元空間を求めているが、主成分分析は見え方の分散のみを考慮しており、方向の分離性は考慮されていない。

そこで我々は、深層学習を用いて抽出した特徴量による多様体構築手法を提案する。深層学習では、任意のタスクに対して有効な特徴量を自動で学習することができる [2]。そのため、多様体の構築において、見え方の分散ではなく、方向の分離性を考慮した特徴抽出を行うことができると考えられる。本発表では、深層学習を用いて抽出した特徴量によって構築した多様体による3次元物体の姿勢推定に関する検討結果について報告する。

2 深層学習を用いた多様体構築

深層学習を用いて抽出した特徴量により多様体を構築し、入力画像と最も近い多様体上の1点を求めることによって、3次元物体の姿勢を推定する。

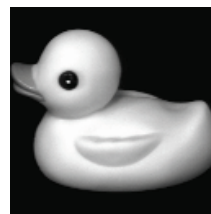
まず特徴量抽出のために、深層学習モデルの1つであるDeep Convolutional Neural Network (DCNN) を学習する。学習サンプルには、推定対象物体を任意の回転軸に従って、一定の角度ごとに回転させた画像を用いる。学習したDCNNに再び学習サンプルを入力し、中間層の出力を特徴量として抽出する。このようにして抽出した特徴量に対し、パラメトリック固有空間法と同じ処理を行うことで多様体を構築する。最後に構築した多様体により、3次元物体の姿勢推定を行う。

3 実験および結果

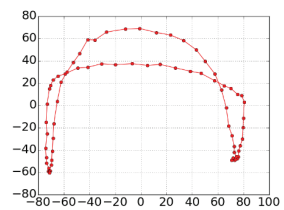
データセットとしてColumbia Object Image Library (COIL-20) [3]を用いた。なお、ここでは予備実験とし

表1 姿勢推定の平均絶対誤差

比較手法 (DCNN 回帰)	25.98 度
提案手法 (DCNN 多様体)	3.52 度



(a) 推定対象物体



(b) 構築された多様体

図1 ある推定対象物体に対して構築される多様体の例

で鉛直軸周りの姿勢推定を行った。DCNNの学習にはCOIL-20に含まれるすべての画像を使用し、二分割交差検定によって姿勢推定の評価を行った。また、比較手法としてDCNNを用いた回帰による姿勢推定を行った。

実験結果を表1に、構築された多様体の例を図1に示す。表より、提案手法が比較手法よりも高精度であることがわかる。これにより、深層学習を用いた多様体構築の有効性を確認した。

4 むすび

深層学習を用いた多様体構築による3次元物体の姿勢推定手法を提案した。今後は最適なモデルパラメータの検討や、照明変動や複雑背景に対する頑健性の調査を進める。

謝辞 本研究の一部は、科学技術研究費補助金による。

参考文献

- [1] H. Murase et al., "Visual learning and recognition of 3-D objects from appearance," Int. J. Computer Vision, vol.14, no.1, pp.5-24, Jan. 1995.
- [2] A.S. Razavian et al., "CNN features off-the-shelf: An astounding baseline for recognition," Proc. 2014 IEEE Computer Society Conf. of Computer Vision and Pattern Recognition, June 2014.
- [3] S.A. Nene et al., "Columbia Object Image Library (COIL-20)," Columbia Univ. Dept. of Computer Science Technical Report, CUCS-005-96, Feb. 1996.