

1. はじめに

現在 QR コードや AR マーカなどの 2 次元コードは、製造での工程管理、製品ピッキング棚卸やロボット認識機能等の広い分野で利用されている。2 次元コードの特徴として、シンボルと呼ばれる特殊なパターンにより、どの視点からでも背景模様の影響を受けない、高精度な検出が可能である。さらに 2 次元コードの大きさを事前に定義することにより、張り付けられている物体の位置、姿勢を推定することが可能である。しかし、2 次元コードを使用する前提条件として、平面に張り付ける事としており、曲面や角に張られた 2 次元コードは歪みにより見え方の変化を引き起こし、認識精度が低下する問題を抱えている。

そこで、本研究では機械学習により変形した AR マーカを認識及び姿勢推定を行う手法を提案する。変形した AR マーカの画像を Augmented Autencoder(AAE)[2] による学習で、歪みを取り除いた平面状の AR マーカの表示、歪んだ AR マーカの姿勢推定を行う。

2. AAE を用いた姿勢推定

図 1 は、提案手法による変形 AR マーカの姿勢推定の流れを示す。本研究では AR マーカの姿勢を Augmented Autencoder (AAE) を学習することによって歪みを持つ AR マーカを、歪みを解消した平面状の AR マーカが出力される。その後、姿勢情報を持つ AR マーカの画像を学習済みの AAE に通す、encoder から潜在変数を取得し蓄積しておく。推定したい AR マーカを AAE に通し、得られた潜在変数と蓄積された潜在変数を k 近傍法を用いることで、最も近い姿勢情報をもつ AR マーカの画像を姿勢として推定する。

作図中

図 1：提案手法の流れ

3. Augmented Autoencoder

AAE の学習の流れを図 2 に示す。学習したい元画像となる平面状の AR マーカの貼られた円柱の画像 (a) を正解画像として用意し、元画像と同じ姿勢の AR マーカを円柱に沿うように貼り付けた画像 (b) を入力として Autencoder にかけて出力 (c) は (a) と誤差を取り (a) を再現するように学習を行う。これにより AAE に変形 AR マーカを入力したときに、同じ姿勢の平面状の AR マーカを出力できるようになる。

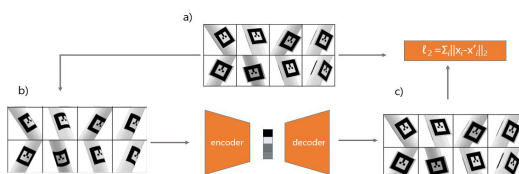


図 2：AAE の学習

4. AAE による姿勢推定

AAE は物体の三軸方向を推定するための Autencoder である。推定までの全体的な流れを図 3 に示す。学習済みの AAE に姿勢情報を持つターゲット画像を入力する。encoder から得られる姿勢情報を含む潜在変数を蓄積する。検出時に獲得されたバウンディングボックスを切り取り、encoder に入力し得られた潜在変数と蓄積された潜在変数との、コサイン類似度 1 を求めることによって最も近い値の潜在変数の姿勢情報を物体姿勢として推定する。

$$\cos(x, x') = \frac{\vec{x} \cdot \vec{x'}}{|\vec{x}| |\vec{x'}|} = \frac{x_1 x'_1 + \dots + x_n x'_n}{\sqrt{x_1^2 + \dots + x_n^2} \sqrt{x'^2_1 + \dots + x'^2_n}} \quad (1)$$

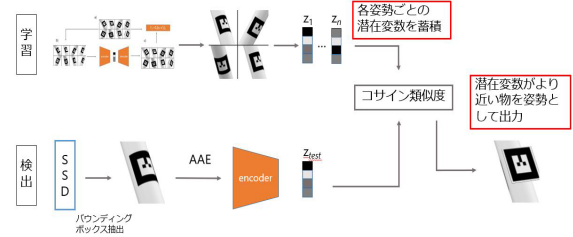


図 3：AAE による姿勢推定

5. 評価実験

提案手法の有効性を確認するために評価実験を行う。評価方法としてシミュレーション空間を gazebo 上に AR マーカを円柱に張り付けたモデルを表示撮影を行う。AR マーカのモデルは、半径 20,30,40,50[mm] の円柱を各モデル姿勢 20 枚ずつ用意する。撮影されたモデル画像を SSD によって検出し、その際に得られたバウンディングボックスの画像を使用する。バウンディングボックスの画像を入力として提案手法により姿勢推定を行う。評価用画像のモデル姿勢と提案手法により推定された姿勢の [roll, pitch, yaw] を比較し誤差を評価する。

評価結果を表 1 に示す。結果は 10 枚の姿勢画像の [roll, pitch, yaw] のそれぞれの誤差の平均を取った値を表に示す。誤差は、各半径どれも 2°前後となっており姿勢の推定を行うことができるといえる。

表 1：AAE を用いた姿勢推定の誤差

円柱半径 [mm]	roll	pitch	yaw
20[mm]	1°	2°	0°
30[mm]	0°	0°	2°
40[mm]	1°	1°	1°
50[mm]	0°	2°	1°

6. おわりに

本研究では、変形 AR マーカの認識及び姿勢推定を提案し、機械学習によって AR マーカの座標位置、姿勢を推定できる事を確認した。今後は、提案手法のよるリアルタイムでの三次元位置・姿勢の推定を研究を行う予定である。

参考文献

- [1] Wei Liu, Dragomir Anguelov, Dumitru Erhan, Christian Szegedy, Scott Reed, Cheng-Yang Fu, Alexander C. Berg : “SSD: Single Shot MultiBox Detector”, Proc. of ECCV, 2016.
- [2] Martin Sundermeyer *et al.* : “Implicit 3D Orientation Learning for 6D Object Detection from RGB Images”, Proc. of ECCV, 2016.