

# 変形 AR マーカの位置・姿勢推定の高速化

Accelerating the 6D Pose Estimation for Deformed AR Markers

浅野右京  
Ukyo Asano

合志武瑠  
Koshi Takeru

山内悠嗣  
Yuji Yamauchi

中部大学  
Chubu University

## 1 はじめに

2次元コードが普及し、キャッシュレス決済やロボットの自己位置推定など様々な用途で利用されている。しかし、2次元コードが変形すると位置・姿勢推定が難化する。機械学習による変形 AR マーカの3次元位置・姿勢推定法 [1] が提案されたが、最近傍法により姿勢を推定するため精度と処理時間に課題があった。

そこで、本稿では最近傍法から回帰推定に変更することで、変形 AR マーカの高速な位置・姿勢推定法を実現する。

## 2 提案手法

### 2.1 提案手法の概要

図1に提案手法の流れを示す。まず、高速な物体検出手法である NanoDet-Plus[2] により画像中の変形 AR マーカを検出する。次に、Augmented Autoencoder(AAE)[3] のエンコーダにより背景・変形を除去した AR マーカの潜在変数を取得する。そして、得られた潜在変数を Multi-Layer Perceptron(MLP) に入力することで姿勢を出力する。最後に、画像中の変形 AR マーカの座標と推定姿勢から逆射影変換により位置を推定する。

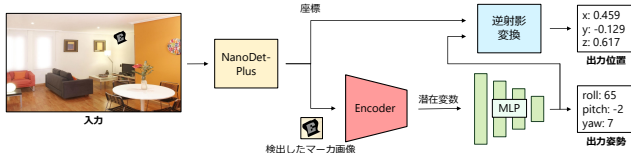


図1 提案手法の流れ。

### 2.2 物体検出モデル

提案手法では変形 AR マーカの検出に NanoDet-Plus を採用する。NanoDet-Plus は、高速かつ高精度な物体検出モデルであり、高精度な位置推定が期待できる。

### 2.3 AAE と MLP の学習

提案手法では、AAE のエンコーダと MLP を同時に学習する。AAE は画像の加工などを除去することが可能なオートエンコーダの一種であり、入力画像を加工後の画像、教師画像を加工前の画像とすることで、入力画像を加工前の画像へ復元するように学習する。提案手法では、ノイズとなる AR マーカの変形や背景の情報を除去する目的で AAE を使用する。また、AAE に対して Variational Autoencoder[4] を導入する。これにより姿勢の連続性を加味した潜在変数の出力が期待できる。

学習の流れを図2に示す。エンコーダとデコーダ、エンコーダと MLP を交互に繰り返すことで学習する。これにより、エンコーダでは変形や背景を除去しながら、同時に姿勢推定に適した潜在変数の出力が可能となり、

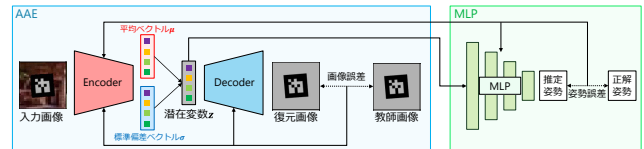


図2 AAE と MLP の学習の流れ。

MLP で正確な姿勢の推定が期待できる。

## 3 評価実験

提案手法の有効性を確認するために、従来手法 [1] と提案手法の位置・姿勢推定精度を比較する。評価にはベジェ曲面により変形した AR マーカをシミュレータ上で撮影した 11,000 枚の画像を用いる。

まずは位置推定精度を比較する。表1より、提案手法の平均誤差は 4.90[mm] であり、従来手法の 6.69[mm] から 26.9[%] 減少した。

表1 シミュレータ上での位置推定誤差 [mm]。

手法	x	y	z	平均
従来手法 [1]	3.84	2.40	13.84	6.69
提案手法	2.51	1.51	10.68	4.90

次に姿勢推定精度を比較する。表2より、提案手法の平均誤差は 1.97[deg] であり、従来手法の 5.28[deg] から 62.7[%] 減少した。これは AAE のエンコーダを背景・変形除去と姿勢推定で交互に学習し最適化することで、ノイズとなる背景・変形を除去しながら、姿勢推定に適した潜在変数を出力可能であるためだと考えられる。

表2 シミュレータ上での姿勢推定誤差 [deg]。

手法	Roll	Pitch	Yaw	平均
従来手法 [1]	0.69	7.84	7.32	5.28
提案手法	0.83	2.61	2.48	1.97

最後に1枚あたりの推定時間を比較する。提案手法の推定時間は 0.035[s] であり、従来手法の 3.3[s] から 98.9[%] 高速化した。

## 4 おわりに

本稿では、物体検出モデルの変更や最近傍法から回帰推定への変更による変形 AR マーカの高速な位置・姿勢推定法を提案した。今後は実環境の変形 AR マーカに対し、高速かつ高精度な位置・姿勢推定を行う予定である。

## 参考文献

- [1] 榎元等: “機械学習による変形 AR マーカの3次元位置・姿勢推定”, 動的画像処理実用化ワークショップ, 2022.
- [2] RangLiYu: “NanoDet-Plus: Super fast and high accuracy lightweight anchor-free object detection model”, 2021.
- [3] M.Sundermeyer *et al.*: “Implicit 3D Orientation Learning for 6D Object Detection from RGB Images”, ECCV, 2018.
- [4] D.P.Kingma *et al.*: “Auto-Encoding Variational Bayes”, ICLR, 2014.