

# 変分オートエンコーダを用いた距離画像における欠損の補間

三輪 顕太郎\*, 山内 悠嗣(中部大学)

Interpolation of Missing Depth Image by Variational Autoencoder

Kentaro Miwa, Yuji Yamauchi (Chubu University)

## 1. はじめに

センシング技術の発達により、三次元構造を測定可能な深度カメラが環境地図の作成や物体認識等の技術に利用されている。しかし、深度カメラが光を透過・吸収、反射する物体の距離を正確に測定できず、距離値に欠損や誤差が生じる問題がある。このような問題は環境地図の作成や物体認識の精度が低下する原因となる。

そこで、本稿では変分オートエンコーダ(VAE)を用いて距離画像の欠損を補間する方法を提案する。欠損を含まない距離画像を用いて VAE を学習することで、VAE は学習データに近い距離画像を出力することができる。この特性を利用して、欠損を含む距離画像を VAE に入力することで、欠損を補間した画像を出力することが可能となる。

## 2. 提案手法

オートエンコーダ(AE)では、エンコーダ( $E$ )により入力画像を低次元なベクトルに圧縮し、そのベクトルをデコーダ( $D$ )により画像を復元する。学習データに含まれない異常な画像が入力された場合、 $E$  と  $D$  の処理過程で異常な特徴が欠落し、学習データに近い画像として復元される。提案手法では、AE の復元能力を利用して距離画像の欠損を補完する。

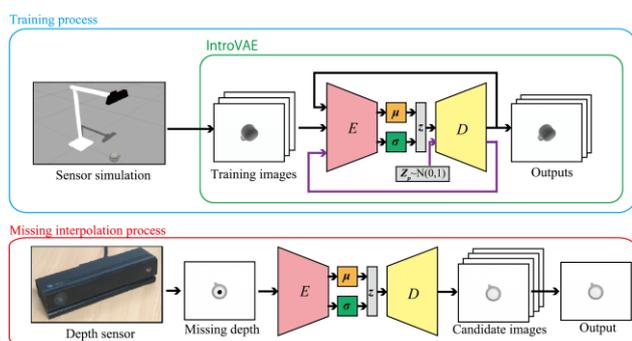


Fig.1. Training and missing interpolation process.

提案手法の流れを Fig.1. に示す。学習プロセスでは、欠損のない距離画像を用いて学習する。なお、本研究では敵対的学習を導入することで鮮明な画像を生成可能とした IntroVAE(Introspective Variational Autoencoders)(1)を採用する。AE では入力データを  $E$  により低次元なベクトルに圧縮していたが、VAE では  $E$  の潜在変数を生成する正規分布(平均  $\mu$ , 分散  $\sigma$ )のパラメータに圧縮する。さらに、IntroVAE では、敵対的学習における識別器の真偽を判定する機能を導入することでより鮮明な画像を生成できる。

深度カメラから収集した距離画像を学習データとして利用

すると、画像中に欠損が含まれる問題が発生する。そこで、提案手法では、実空間を模したシミュレーション空間を構築し、センサシミュレーションにより欠損を含まない距離画像を生成する。

欠損補間プロセスでは、深度カメラより得られた欠損を含む距離画像を  $E$  と  $D$  に入力し、複数の候補画像を生成する。そして、欠損領域外で最も整合性が高い画像を出力する。

## 3. 評価実験

欠損を手動で加えた距離画像 100 枚を VAE、及び提案手法により補間し、各手法の精度を比較する。VAE 及び提案手法は、センサシミュレーションにより取得した 30,000 枚の距離画像を用いて学習した。今回の実験では日用品の中で欠損が発生することが多いカップを実験対象として使用する。評価には平均平方二乗誤差(RMSE)を使用する。

実験結果を Table 1 に示す。VAE は誤差が大幅に増加し、正確に補完できなかった。提案手法では誤差が欠損画像と比べ 11.5% 低下し、距離画像の欠損を補完できることを確認した。

提案手法の補間結果を Fig.2. に示す。Fig.2.(a)(b)(c)に着目すると欠損が補間されていることが確認できる。Fig.2. (d)では、補間はできているが物体の姿勢が変化していることが確認できる。

Table 1 Comparison of RMSEs in each method.

	Input	VAE	Ours
RMSE	0.026	0.115	0.023

Input				
Output				
RMSE	0.023	0.019	0.028	0.061
	(a)	(b)	(c)	(d)

Fig.2. Examples of interpolated images in the proposed method.

## 4. おわりに

本稿では変分オートエンコーダによる距離画像の欠損補間を提案した。評価実験により提案手法は距離画像の欠損が補間可能なことを確認した。今後は本手法を物体認識に適用した際の有効性について検証する予定である。

文献

(1) Huaibo Huang, et al. : IntroVAE: Introspective Variational Autoencoders for Photographic Image Synthesis, NIPS, pp.52-63, 2018.