

フィーチャに基づく GAN の段階的学習方法の提案と評価

森野 佑哉[†] 天野 将志[†] 鈴木 裕介[†] 綿貫 礼菜[†] 青山 幹雄[†]

南山大学 理工学部 ソフトウェア工学科[†]

1. 研究背景と課題

GAN(Generative Adversarial Networks: 敵対的生成ネットワーク)[1]は複雑な構造上, 学習の不安定性や学習時間の増大が課題である. また, 深層学習, 特に画像認識問題においてフィーチャ(特徴量)に基づく段階的な学習の効果があることがわかっている[4]. 以上の背景を踏まえ本研究では, 次の2点を研究課題とする.

- (1) フィーチャに基づくGANの段階的学習方法の提案
- (2) 提案方法の実データへの適用と評価

2. 関連研究

- (1) 深層学習に基づく学習モデルの設計方法[4]

データのフィーチャに着目し, 段階的な深層学習モデルの設計方法が提案されている. CNNモデルの学習精度の安定性の向上に有効であることが示されている.

- (2) フィーチャ抽出方法

画像におけるフィーチャは, 画像に含まれる物体を識別や検出するための特徴の表現である. アルゴリズムやCNNを用いたフィーチャ抽出方法が提案されている.

- (3) k-means クラスタリング[3]

あらかじめ設定したK個のクラスに分類する技術を利用したクラスタリング手法.

- (4) Inception Score[5]

Inception Scoreは主にGANの性能評価に使われ, Inceptionモデルで識別しやすい点と識別されるラベル数が豊富である点の2つの観点で評価する.

3. アプローチ

GANで扱うデータは主に画像データであり, 近接するピクセル間に強い関連がある. また, PGGAN[2]は段階的に学習画像の解像度を上げることで生成画像の質の向上を可能にしている. そこで, 画像から抽出されるフィーチャに基づいたGANの段階的学習方法を提案する(図1).

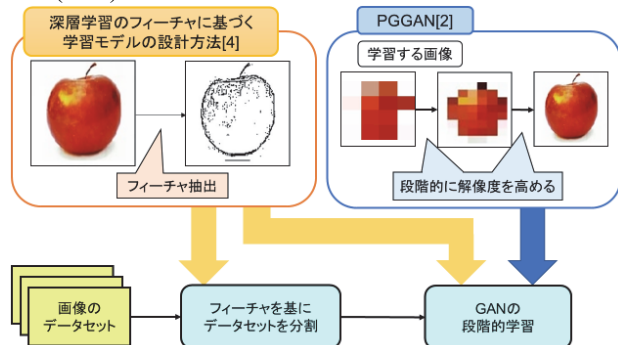


図1 アプローチ

A Feature-Based Incremental Learning Method for GAN and its Evaluation

[†]Yuya Morino, Shoji Amano, Yusuke Suzuki, Rena Watanuki, Mikio Aoyama,

[†]Department of Software Engineering, Nanzan University

4. 提案方法

提案する各プロセスを図2に示す.

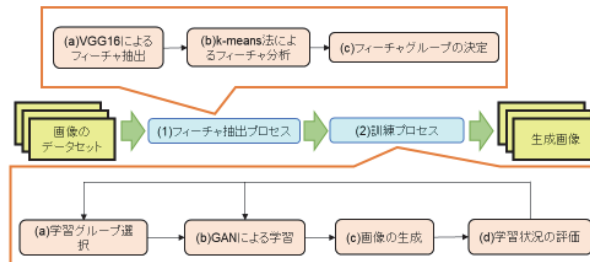


図2 提案プロセス

- (1) フィーチャ抽出プロセス

画像のデータセットからVGG16を用いてフィーチャを表す配列を抽出し, 配列の要素内の正の値の総数をフィーチャ総数と定義する. そのフィーチャ総数を基にデータセットをk-means法を用いて複数のフィーチャグループに分類する.

- (2) 訓練プロセス

各フィーチャグループをその重心に基づき昇順もしくは降順に学習データに追加し, GANを段階的に学習させる. 以降2つの学習データの追加方法を昇順及び降順と呼ぶ.

GANの段階的学習は一定のepochごとに生成画像を出力しながら進める. 学習データにフィーチャグループを追加するタイミングは, 現在の学習データを用いた学習が基準を達成した時として, その基準としてInception Scoreを用いることを提案する. 学習中に生成画像に対してInception Scoreを算出し, 最大値となったepoch数の時をフィーチャグループの追加タイミングとする.

5. プロトタイプの実装

提案方法を実行するプロトタイプの構成を図3に示す. Pythonで実装し, モデルの学習はKerasを利用した.

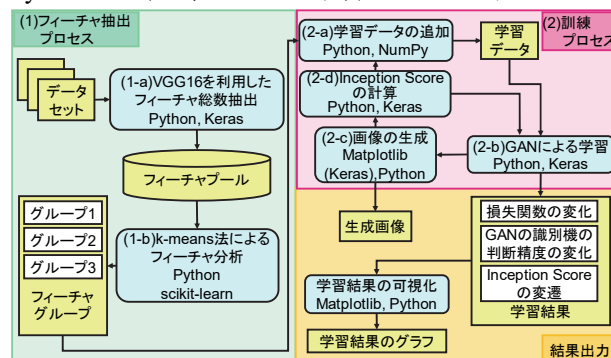


図3 プロトタイプの構成

6. 実データへの適用

次の3つの観点で提案方法を実データに適用した。

- (1) データセットは Image Net 及び Google 画像検索から取得した画像 6,241 枚の“Apple”と“CelebA”から取得した画像群の内笑っている男性の画像 9,655 枚の2種類を適用する。
- (2) 提案方法において、データセットを3つに分割したフィーチャグループの追加順序をフィーチャ総数に基づき昇順および降順の2パターンとする。
- (3) 提案方法の評価のために、学習データを分割しない従来の学習方法を適用する。

表1 実行シナリオ

	データ	学習モデル	追加順序
1	Apple	提案方法	降順
2			昇順
3		従来方法	—
4	CelebA	提案方法	降順
5			昇順
6			従来方法

表1に示される計6パターンを各3回ずつ適用し、その中で Inception Score の最大値が最高となった適用結果を各パターンの代表として比較、評価を行った。

7. 適用結果の評価

各データセットのフィーチャ抽出結果を図4に示す。

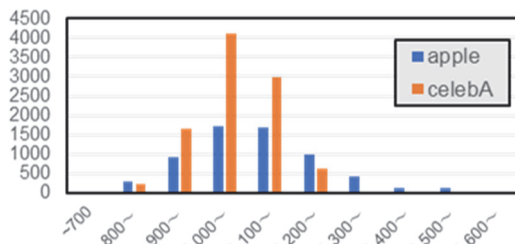


図4 各データセットのフィーチャ総数分布

(1) Apple の適用結果

訓練プロセスの Apple の各実行パターンの代表の Inception Score の最大値とその時点の経過 epoch 数を表2に、その時点の生成画像の比較を図5に示す。

表2 Apple の各パターンの結果

	降順	昇順	従来方法
Inception Score の最大値	3.74	3.34	3.96
その時点の経過 epoch 数	3,310	2,390	3,640

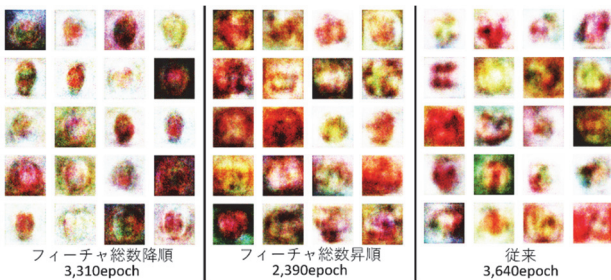


図5 Apple の各パターンの生成画像の比較

Inception Score は、従来の方法が最も高い結果となった。また、生成画像は(1)降順(2)従来方法(3)昇順の順に輪郭が明瞭な生成画像が生成された。

(2) CelebA の適用結果

訓練プロセスの CelebA の各実行パターンの代表の Inception Score の最大値とその時点の経過 epoch 数を表3に、その時点の生成画像の比較を図6に示す。

表3 CelebA の各パターンの結果

	降順	昇順	従来
Inception Score の最大値	2.08	2.15	2.26
その時点の経過 epoch 数	4,900	3,430	7,260

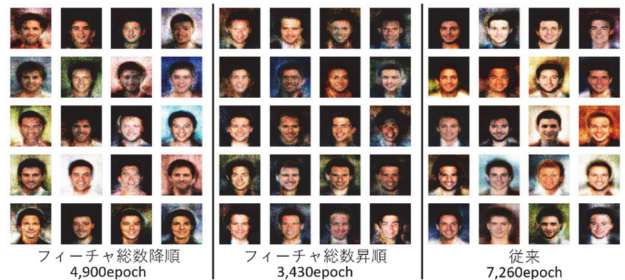


図6 CelebA の各パターンの生成画像の比較

Inception Score は、従来の方法が最も高い結果となった。また、生成画像は降順と従来方法には明確な差が認められず、昇順の場合のみ人物と背景が分離できていない画像や類似の画像が多数生成された。

8. 考察

フィーチャ総数が降順になるように学習データを追加した場合は、特にランダム性のあるデータセットを適用した場合において従来方法より明瞭な輪郭を持つ画像を生成できた。よって、フィーチャを基に学習データを操作することによって、輪郭などの特定のフィーチャが強調された画像が生成できると解釈ができる。

一方、Inception Score の評価は従来方法が提案方法よりも高い値になった。この結果は、従来方法はデータセットの分割をしていないために一度の学習で多様な画像を学習できたためと解釈できる。

9. 今後の課題

他のデータセットを提案方法に適用し更なる有効性と妥当性を評価する。提案方法においてデータセットの分割方法と Inception Score による評価方法を検討する。

10. まとめ

本稿では、フィーチャに基づき学習データを選択する GAN の段階的学習方法を提案した。提案方法のプロトタイプを実装し、複数の実際の画像データに適用し、その有効性と妥当性を検証した。多様な学習データを用いた GAN の学習において、フィーチャを操作することによって生成画像を操作できる可能性があることを示した。

11. 参考文献

- [1] I. J. Goodfellow, et al., Generative Adversarial Networks, Proc. of NIPS 2014, Jun. 2014, pp.1-9.
- [2] T. Karras, et al., Progressive Growing of GANs for Improved Quality, Stability, and Variation, Feb. 2018, arXiv:1710.10196, pp.1-26.
- [3] J. MacQueen, Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations, Proc. of 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Vol. 1, U. of California Press, 1967, pp. 281-297.
- [4] 太田 龍之介 ほか, 深層学習のフィーチャに基づく学習モデル設計方法の提案と評価, SES2019 論文集, 情報処理学会, Aug. 2019, pp. 162-170.
- [5] S. Tim, et al., Improved Techniques for Training GANs, Proc. of NIPS 2016, 2016, pp.1-9.