

カオス時系列を用いた敵対的生成ネットワーク (CHAOS GAN) Generative Adversarial Network based on Chaotic Time Series: CHAOS GAN

○成瀬 誠¹, 巳鼻 孝朋², 菅野 円隆², 内田 淳史²

1. 情通機構, 2 埼玉大

○M. Naruse¹, T. Mihana², K. Kanno², A. Uchida²

1. NICT, 2. Saitama Univ.

E-mail: naruse@nict.go.jp

我々は光及び光技術の特長を生かした知的機能創成を目指した研究を行い、これまでに単一光子やレーザーカオスなどを用いた意思決定の実証研究を示してきた¹⁻³⁾。本研究では、敵対的生成ネットワーク (Generative Adversarial Network: GAN) において、レーザーカオスが提供し得る機能や特徴を探索する。GAN は、生成ネットワーク (generator: 生成器) と識別ネットワーク (discriminator: 識別器) の 2 個のネットワークが競争しながら自己成長する仕組みであり⁴⁾、深層畳み込みニューラルネットワーク (Deep Convolutional Neural Network: DCNN) の発展のなかで、現実感に溢れた人工的な画像の生成などの革新的応用が示されている⁵⁾。他方で、我々は強化学習の最も基礎的な課題である多本腕バンディット問題 (Multi-armed bandit problem) という意思決定問題に対して、半導体レーザーによって生成した高速カオス時系列を用いることで、計算機で生成した擬似乱数よりも高速な意思決定性能を示した^{2,3)}。そこでは、カオス時系列に含まれる時間構造が性能の改善に寄与している³⁾。GAN では、生成器と識別器が対決する学習過程で大量の教師データが用いられるが、同時に、概念空間と呼ばれる入力データに大量の擬似乱数が必要となることも特筆される。本研究では、入力データとして擬似乱数に替わり半導体レーザーカオスによって実験的に生成した時系列を用いる。カオスの乱雑性により擬似乱数と同様のネットワークの成長可能性を手当するとともに、カオスに含まれる一定の時間構造によって、最終的に産み出される人工データはその特徴を受け継いだ、質的に新たな構成となることが期待される。

実験では、約 20 万枚の顔画像データを教師データとして用い⁶⁾、概念空間への入力データには擬似乱数及び時間遅延帰還によって生成したレーザーカオス時系列³⁾を用いた。図 1 に生成された画像の例を示す。縦方向には概念空間上で離れたサンプルを示し、横方向は概念空間上で近接した族を示す。擬似乱数では横方向に対して画像の変化が比較的大きいのに対し (図 1a)、レーザーカオスでは変化が小さいように観察できる (図 1b)。実際、100 点の離散的な入力の各点に対し相関係数は、擬似乱数の 0.79 に対しレーザーカオスは 0.84 と大きい。また生成された画像の現実感の指標として知られている Inception Score⁷⁾は、教師画像データ (すなわち現実の画像) で規格化すると、擬似乱

数 0.11 に対しレーザーカオスでは 0.073 と若干劣化した。

謝辞：本研究の一部は JST CREST(JPMJCR17N2)、JSPS 科研費 (JP17H01277)、Core-to-Core の支援を受けた。

参考文献 1) 人工知能学会誌 特集「自然界に見出す数物構造

を利用した知的情報処理」(2018 年 9 月) 2) M. Naruse, *et al.* Sci. Rep. (2017). 3) M. Naruse, *et al.* Sci. Rep. (2018). 4) I. Goodfellow, *et al.* arXiv:1406.2661 5) A. Radford, *et al.* arXiv:1511.06434 6) Large-scale CelebFaces Attributes (CelebA) 7) T. Salimans, *et al.* NIPS (2016).

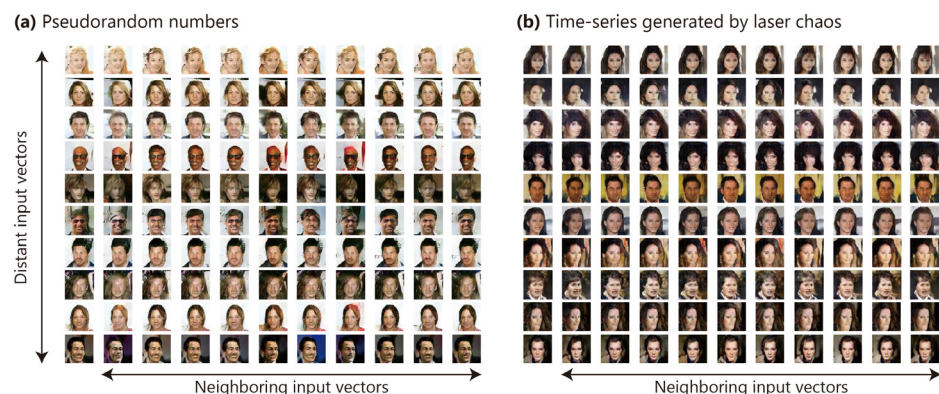


図 1 擬似乱数及びレーザーカオスにより生成した人工顔画像