

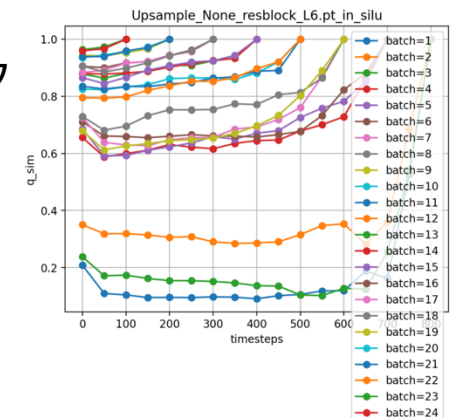
拡散モデルによるパターン生成過程の解析

大阪大学 理学研究科 物理学専攻 氏名 栗井 響生

目的：画像生成AIなどに用いられる拡散モデルのデータ生成過程における相転移に関して、先行研究では2パターンのみを生成する単純な拡散モデルに限って議論していました。そこで本研究では、拡散モデルと相転移の関係を実際の画像生成AIのようなより現実的な状況へ結びつけることを目的として、複数のパターンを生成できる拡散モデルを対象に研究を行います。具体的には、理論モデルによる解析と、実際の画像生成AIを用いた実験の両面から、その相転移現象を明らかにします。

内容：画像生成AI（guided diffusion）を用いて、任意の画像をまず1枚生成します。その画像を生成する際の生成経路を基準経路としたとき、基準経路から生成途中の画像データを取り出し、その生成途中のデータから再び画像生成を行います。そのようにして、何度か画像の再生成を行い、各画像の生成途中における画像生成AIのニューロンの発火状態と基準経路での画像生成AIのニューロンの発火状況に関して生成過程の各stepでcosine similarityを測定し、画像生成過程のどの時点で相転移が発生しているのかを解析しました。

結果：解析の結果、画像生成過程の全1000stepsの内、200~300steps、400~500stepsにおいて2段階に相転移現象が発生することを確認することができました。またこの相転移現象は、画像生成AIがどのようなデータセットによって学習されているのか、またニューラルネットワークのどの層を観測するのかに大きく依存していることも明らかになりました。



図（シミュレーション結果）

利用した計算機 SQUID GPUノード群
ノード時間 558.74 時間
SQUID 汎用CPUノード群
ノード時間 168.58 時間
使用メモリ Home 9.3GB HDD 9084 GB