

敵対的生成ネットワークのハードウェア指向アルゴリズムとそのアーキテクチャの検討

A Study on Hardware-oriented Algorithm and its Architecture Design
for Generative Adversarial Networks

金子竜也
Tatsuya Kaneko

折茂健太郎
Kentaro Orimo
本村真人
Masato Motomura

池辺将之
Masayuki Ikebe
浅井哲也
Tetsuya Asai

高前田伸也
Shinya Takamaeda

北海道大学 大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

1 研究背景・目的

本研究は、生成モデルとして知られている敵対的生成ネットワーク (GAN: Generative Adversarial Networks) [1] のハードウェア実装に関するものである。GAN の応用事例として欠損画像の補完 [2] などが報告されており、将来的に応用先が多岐に渡ることが期待される。しかし、より良い性能を求めるほどに莫大な実行時間が必要となり、アルゴリズムの改良やハードウェアによる加速化が求められている。GAN のハードウェア実装は推論のみではなく、学習も行うアーキテクチャでなければならない。本研究では GAN のハードウェア指向アルゴリズムとアーキテクチャを提案する。

2 敵対的生成ネットワーク

GAN は識別器と生成器の 2 つのニューラルネットワークから成り立っており、両者を対立させて交互に学習を行うことで優れた生成器を獲得する。識別器の目的は与えられたデータが訓練データであるのか、生成器由来のデータであるのかを正しく判別することである。一方で生成器の目的は与えられた訓練データに似たデータを作成することである。この目的を数式化したものが式 (1) である。 $D(\cdot)$ は識別器の出力であり、与えられた入力データが訓練データである確率を表している。 $G(z)$ は生成器の出力であり、あるノイズ分布 $p_z(z)$ より得られる z を入力とした時に生成されるデータを表している。GAN の学習は式 (1) を識別器では最大、生成器では最小とするように個々のパラメータを更新する。

$$\min_G \max_D V(D, G) = \mathbb{E}_{x \sim p_{data}(x)} [\log D(x)] + \mathbb{E}_{z \sim p_z(z)} [\log(1 - D(G(z)))] \quad (1)$$

3 ハードウェア指向アルゴリズム

本研究では、GAN のハードウェア化に向けて 2 点の検討を行った。1 点目は学習に関わる最適化手法についてであり、残る 1 点は必要な固定小数点ビット幅についてである。図 1 に同条件で学習を浮動小数点方式と固定小数点方式で行った結果を示す。数字の生成を行えることから確率的勾配降下法を用いた場合にも GAN の学習が行えることが確認できた。また、必要なビット幅は推論に整数部 3bit、小数部 4bit、学習に整数部 2bit、

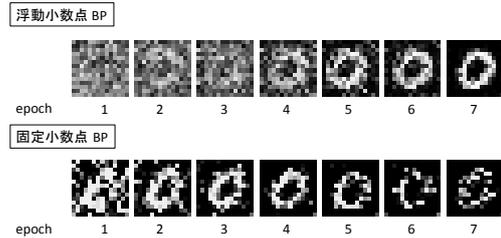


図 1 小数点方式の違いによる生成画像の変化

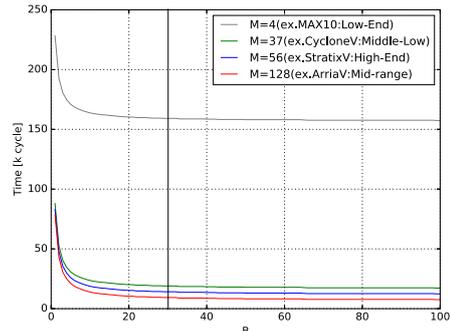


図 2 M と B によるレイテンシ見積もり
小数部 24bit であると見積もることができた。

4 GAN アーキテクチャ

今回考案したアーキテクチャは 2 種のモジュールによって GAN の処理を実現する。データの生成や識別を行うフォワード及び、学習を行うバックワードモジュールによって構成されており、各モジュールには乗算器数 M と、レジスタ数 B というパラメータが存在する。これら M 、 B によって性能または、リソース重視の選択を行うことができる。 M 、 B を変化させた時、1 回の学習完了までに必要となるクロック数を図 2 に示す。図 2 から最適なレジスタ数は $B = 30$ であることが確認できた。

参考文献

- [1] Ian Goodfellow, et al. “Generative Adversarial Nets” NIPS, pp. 2672–2680, 2014.
- [2] Satoshi Iizuka, et al. “Globally and Locally Consistent Image Completion” ACM Transactions on Graphics, Volume 36 Issue 4, pp. 107:1–107:14, 2017