

# 敵対的生成ネットワークによる MRI 脳画像の性差の分析

1200336 筒井 康行

【 知能情報学研究室 】

## 1 はじめに

近年、脳構造画像から性別、年齢などの個人属性を推定する研究が進められている。文献 [1] では畳み込みニューラルネットワーク (CNN) によって脳構造画像から男女を 97%の精度で識別できたとされている。CNN では学習後の重みから識別に寄与する領域を特定する手法 (Grad-CAM 等) による識別過程の解明が試みられているが、領域の特定だけでは性差の説明には十分でない。そこで本研究では敵対的生成ネットワーク (GAN:Generative Adversarial Networks) を応用した Attention-Guided CycleGAN(AG-CycleGAN)[2] を用いて脳構造画像を男女間で相互変換することで、注意領域や変換結果から性差の領域だけでなく形状やパターンまで分析することを目指す。

## 2 AG-CycleGAN による男女脳画像変換

学習に用いる脳構造画像のうち、男女それぞれの画像の集合を  $M, F$  とし、 $M, F$  中のデータを  $m, f$  と表す。AG-CycleGAN ではその男女のデータセット  $M, F$  それぞれに対応する識別モデル  $D_m, D_f$ 、生成モデル  $G_m, G_f$ 、注意モデル  $A_m, A_f$  から構成され、 $G_f: M \rightarrow F, G_m: F \rightarrow M$  という  $M, F$  間の相互変換を学習する。ここで  $f$  を変換した画像  $G_m(f)$  を  $\hat{m}$  とし、 $f$  を再構成した画像  $G_f(\hat{m})$  を  $\hat{f}$  とする。AG-CycleGAN の損失は式 (1) で表される [2]、式 (1) 中の  $L_{adv}^m, L_{adv}^f$  は GAN としての損失である Adversarial Loss を表し、 $L_{adv}^m$  によって識別モデルが  $m$  と  $\hat{m}$  の識別を学習し、生成モデルは識別モデルに元画像だと判断される変換画像を生成するように学習する。 $L_{cyc}, L_{cyc}^f$  は CycleGAN における変換の一貫性を持たせるための Cycle Consistency Loss を表し、 $L_{cyc}^m$  によって  $\hat{f}$  と  $f$  との差が小さくなるように学習する。また  $A_m$  は  $D_m$  の識別に寄与する領域を注意領域とし、その領域に従って  $G_m$  による変換を行うことで変換領域の制限に寄与している。 $\hat{f}, \hat{m}, L_{adv}^f, L_{cyc}, A_f$  についても同様である。本研究では、AG-CycleGAN によって生成される注意領域や変換画像に着目し、脳における性差の分析を行う。

$$L(G_m, G_f, D_m, D_f, A_m, A_f) = L_{adv}^m + L_{adv}^f + \lambda_{cyc}(L_{cyc}^m + L_{cyc}^f) \quad (1)$$

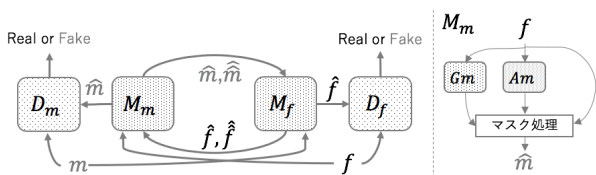


図 1: AG-CycleGAN のデータの遷移



図 2: 変換結果 (男性 → 女性)



図 3: 変換結果 (女性 → 男性)

## 3 実験

### 3.1 実験手順

データセットにチャンネル数 1 の 3 次元データである男性 207 名、女性 157 名の健康な脳ドック検診者の T1 画像を用いた。本研究では、これらの T1 画像から全脳、灰白質、白質を抽出したものを男女で分け、AG-CycleGAN による男女の T1 画像の相互変換を行い、注意領域と変換画像から性差の分析を行った。

### 3.2 実験結果

男女間での灰白質画像の相互変換を行った結果、図 2, 3 が得られた。結果より、男性では後頭葉を消すように、女性では後頭葉と小脳辺りに新たな領域を生成するように変換された。そのことから脳の形状が性差に関係していると考えられる。しかし変換結果が鮮明に現れておらず、形状やパターンの解明には至っていない。

## 4 まとめ

敵対的生成ネットワークによる学習ベースの相互変換を通じて脳画像の性差の分析を試みた。その結果、CNN による男女の脳構造画像の識別には脳の後頭部の形状が関係する可能性が見い出せた。しかし変換結果や手法の信頼性に難があるため、今後は各モデルの改良による精度の向上、より多くのデータを用いた検証、別データによる結果の信頼性の検証に取り組む必要がある。

## 参考文献

- [1] Shinichi Yoshida, et al. Prediction of human characteristics from brain structural MRI using CNN. In *ISFT 2019*.
- [2] Y.A Mejjati, et al. Unsupervised attention-guided image-to-image translation. In *Neural Information Processing Systems 31(NeurIPS 2018)*.