

変形画像に対する SelfAttention-Routing のロバスト特性の実証

倉田 晃太郎・小高 知宏・黒岩 丈介 (福井大学 大学院 工学研究科)
白井 治彦 (福井大学)・諏訪 いずみ (仁愛女子短期大学)

1 はじめに

CapsuleNet はカプセルというベクトルユニットを Routing により学習するネットワークモデルである。カプセルは特徴の存在率のほかに特徴のプロパティ (位置情報やポーズなど) を所持するベクトルユニットである。CapsuleNet では、類似するカプセル間に大きな結合重みを配分することで、プロパティに準拠した特徴の統合を行う。この学習法を Routing と呼び、Pooling などの特徴抽出器に比べて高いロバスト性を確保できることが知られている。SelfAttention-Routing [1] は、カプセルの内包する特徴プロパティの注視点を自己発見し、それを強調するように結合重みを決定づける学習手法である。本研究では、この SA-Routing が原典手法の Dynamic-Routing [2] より、高いロバスト性の獲得に貢献していることを外乱画像の画像認識実験によって実証する。

2 CapsuleNetwork

カプセルとはニューロンを複数個内包したベクトル型のユニットである。ニューロンがスカラーの加重和の入力に対して、スカラーの発火を出力するが、カプセルはベクトルの加重和に、入力特徴を抽象化する特徴ベクトルを出力する。カプセルの内包する特徴ベクトルは、ノルムが特徴の存在確率を示し、向きが特徴のプロパティを示している。CapsuleNet では、特徴のプロパティを加味した学習を行うために、カプセル間の結合重みは、カプセル間の類似度をベースに決定される。これは似ているカプセル同士の連結は強く、逆に似ていないカプセル間の結合は弱くするもので、直感的にはクラスタリングに近い。これにより、カプセルは所持する特徴ベクトルの類似性に準拠した結合関係を所持する。

3 Dynamic-Routing と SA-Routing

Routing 手法には多くの提案があるが、基本的に特徴ベクトル同士の類似性の定義が異なる。Dynamic-Routing と SA-Routing の違いもそこにあり、原典モデルの採用する Dynamic-Routing は親カプセルと子カプセルの内積を重みとするのに対し (図 1-(a)), 最新モデルでは SelfAttention を用いて結合重みを決定する (図 1-(b))。SA-Routing の強みは、自己注意マップにより、必要なベクトル成分のみに注視して学習が行えることにある。これは、特徴ベクトル中の注視すべき要素に強く反応する特徴空間の構成が可能であるという点で、Dynamic-Routing とは異なる性質である。この特性は他の手法に比べて、高いロバスト性を確保できると考えられ、本研究ではその実証を目的とする。

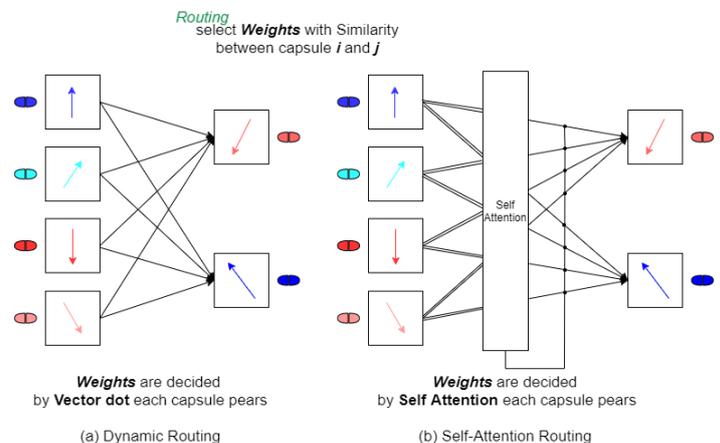


図 1: Dynamic-Routing と SA-Routing

4 実験

様々な外乱に対する耐性を 2 つの Routing 手法で比較することで、SA-Routing のロバスト性を実証する。モデルには EfficientCapsuleNet を用いて、Routing 手法のみを変えた 2 つのモデルを構成する。両モデルについて、初めに無変換の画像群でモデルを学習し、その後、移動や変形等の変換を与えたテスト画像でベンチマークテストを行う。データセットは手書き数字画像 MNIST を利用する。実験の詳細及び結果は当日発表を行う。

5 考察とまとめ

この研究によって、SelfAttention-Routing が Dynamic-Routing に比べて高いロバスト性の獲得を実現し、画像の変形に対して高い頑健性をモデルに付与することが示された。これは、SA-Routing が Dynamic-Routing に比べて、特徴のプロパティに強く依存した学習を行うことで、高いロバスト性を担保していることを意味している。また同時に、SelfAttention による結合強度の分配が、注視プロパティに基づいて結合関係がカプセルをロバストにつなぐことで、外乱耐性の高いモデルを構成するといえる。

参考文献

- [1] Vittorio Mazzia, EFFICIENT-CAPSNET: CAPSULE NETWORK WITH SELF-ATTENTION ROUTING, arXiv, 29 Jan 2021
- [2] Sara Sabour, Nicholas Frosst, and Geoffrey E Hinton. Dynamic routing between capsules. Advances in neural information processing systems, 30:3856–3866, 2017.