人類と人工知能　10月10日個人課題

学籍番号：2322003

氏名：阿部佑哉

私が調査した最新のAI技術は、『Model-Contrastive Federated Learning』という、生のデータを共有せずに高精度な画像分類を実現する技術だ。この技術を説明するにあたって「連合学習と対照学習の導入」「対照学習における、データ拡張を活用したSimCLRの発想を元にした概念の導入」「モデルの出力同士の比較の導入」の3つの要点がある。

連合学習とは、『データセットが複数のクライアントもしくはデバイスに分散しているような状況下において、それらのクライアントまたはモデルごとに機械学習のモデルを用意し、学習を行なった上で、結果として得られる各モデルの更新結果(重みの差分)を共有することによって機械学習モデルの開発を行う手法』のことだ。この連合学習は表形式データの解析やテキストデータ分類などの分野で活用されている手法だが、現在は画像分類の領域への応用が進んでいる。しかし、画像データは表形式データやテキストデータと比較して複雑かつ多様であり、画像分類に連合学習を適用させると高い精度を出すことができない可能性がある。その問題を解消するために、連合学習に対照学習を事前学習として導入するという手法が存在している。

対照学習とは、『最終的な分類結果が似ている画像同士は互いに類似しているということを活用した教師なし学習の手法の一つ。対照学習の損失関数は、同じクラスに属する画像のペア同士の類似性が高くなるように、異なるクラスに属する画像のペア同士の類似性が低くなるような関数となっており、この損失関数が最小となるように機械学習を行う』というもの。その代表例が、SimCLRというモデルだ。

SimCLRは、『ある特定の一つの画像を意図的に反転、または回転させた画像を用意して、同じ画像から由来するもの同士の距離が小さくなるように、そして異なる画像同士の距離が大きくなるように学習を行う対照学習のモデル』だ。つまり、同じ画像であった画像を斑点や回転させた画像でも、同じ画像に由来するということを識別できるように学習を行うことを示す。このような、一つのデータから多様なデータを生成することをデータ拡張という。

対照学習の事前学習を行うことによって機械学習のモデルはデータが持つ多くの側面を考慮できるようになるために、分類のモデルの質は向上すると考えられる。SimCLRのモデルはシンプルでありながら高い性能を示すことから、対照学習の主流のモデルとなっており、自然言語処理や画像処理などの領域で広く使用されている。

この手法の精度をさらに一段階上げることに成功した、2021年に提案されたモデルが『Model-Contrastive Federated Learning』、通称MOONと呼ばれているモデルだ。あるクライアントが所有している画像データに対して、三種類の機械学習モデル(一ラウンド前のクライアントにおけるモデル、グローバルモデル、現在のローカルモデル)を通し、出力の比較を行う。また、特徴抽出を行う層であるCNNのエンコーダー、特徴ベクトルをある次元(元の論文では256次元)に変換する表現学習専用の多層パーセプトロン層、最終出力としての分類結果の確率分布を表す層がある。多層パーセプトロン層とは全結合層のみから構成されるニューラルネットワークモデルのことで、シンプルでありながら複雑なモデルを学習できる。従来の画像分類の連合学習においてはあるクライアントが所持するアある画像に対照学習を導入することによって画像分類を行なっていたが、MOONの損失関数においては、ある一つのモデルを元に対照学習を行なった損失関数と、一つの画像を元に対照学習を行なった損失関数の加算を行なっている。

画像分類におけるMOONの精度を確かめるために、既存の手法であるFed Average、Fed Proxをはじめとした連合学習の手法と三種のデータセットを用いて画像分類の精度比較を行なった結果、いずれの画像データセットにおいても、MOONは既存の手法よりも画像分類において高い精度を出すことがわかった。

MOONは、医療画像分類、物体検出などの様々なコンピュータビジョンに対して応用されることが期待されている。さらに、MOONは入力データを画像に限定していないことから、視覚画像以外の様々な領域にこの手法が応用されうる可能性についても示唆されている。また、MOONに限らず自己教師あり学習を活用した手法は今後においても重要な役割となると考えられており、今後の研究に注目が集まっている。

参考文献：AI-SCHOLAR. “生のデータを共有せずに高精度な画像分類を実現！Model-Contrastive Federative Learningを紹介”. AI-SCHOLAR. 2023-10-06(参照2023-10-16)

私が良かったと感じたグループはG16だ。理由としては前回の授業を踏まえた内容だと感じたし、スライドも重要な情報を強調されていて見やすいからだ。特に、既存の科学を色分けして図にしているページや、人工知能の歴史を表にまとめているところは凝っていてすごいと感じた。