

1. はじめに

Deep Learning は、従来のパーセプトロンの中間層を複数用いた構造を持つニューラルネットワークであり、最適な特徴量を学習により獲得することができる。本研究では Convolutional Neural Network(以下 CNN) を対象とし、CNN における特徴量の自動獲得と、その有効性を調査することを目的とする。

2. 多層パーセプトロンと CNN

2.1. 多層パーセプトロン

多層パーセプトロン (MLP) は、入力層、中間層、出力層で構成される非線形な多クラス識別器である。各階層間の重みは、誤差逆伝播法による確率的勾配降下法で求める。識別時は、特徴量を順伝播し、出力層の各ユニットの出力を各クラスの事後確率として識別する。

2.2. Convolutional Neural Network

CNN は Deep Learning の一種であり、中間層で畳み込みとプーリングの処理を繰り返し行うニューラルネットワークである。CNN の構造は、図 1 に示すように特徴抽出部と識別部の 2 つから構成される。

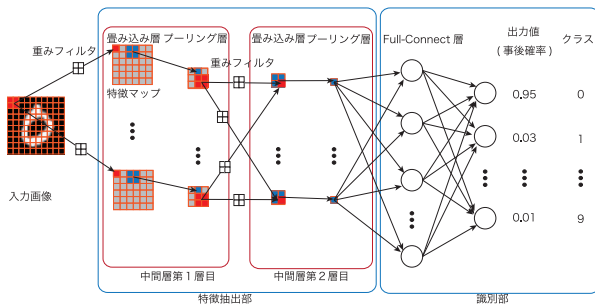


図 1: CNN の構造

特徴抽出部 特徴抽出部では、重みフィルタの畳み込みとプーリングを繰り返すことで特徴を抽出する。入力画像に対して、重みフィルタをラスタスキャンさせ、繰り返し畳み込みを行うことで特徴マップを得る。その後、特徴マップに対してプーリングを行う。プーリングとは、特徴マップの小領域から値を出力して新たな特徴マップに変換する処理であり、識別部に入力する特徴次元削減の働きがある。

識別部 識別部は、従来の多層パーセプトロンと同じ構造であり、特徴抽出部にて取得した特徴を入力して識別を行う。CNN の学習は、誤差逆伝播法によるミニバッチ学習により各層の重みを更新する。

3. 評価実験

CNN が学習により獲得した特徴と、その効果を調査するために 2 つの実験を行う。まず、獲得した特徴量を調査するために、各層の重みフィルタを可視化する。次に、幾何変化に対する不変性について CNN+ランダム学習を多層パーセプトロンと比較する。ランダム学習は学習サンプルにランダム性を持たせ、汎化性能を向上させる手法である。

3.1. 実験概要

本実験では、0 から 9 の文字認識を対象とする。データセットには MNIST Dataset を使用する。学習サンプルは 50,000 枚、評価サンプルに 10,000 枚を使用する。CNN の重みフィルタは 5×5 のサイズ、1 層目に 6 枚、2 層目に 14 枚使用する。

3.2. 重みフィルタの可視化

学習前後の各重みフィルタの可視化例を図 2 に示す。

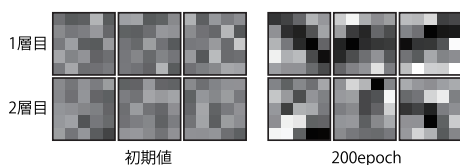


図 2: 重みフィルタの可視化

学習によって重みフィルタの濃淡が、入力画像の特定のエッジに反応するフィルタを学習過程で自動的に獲得していることがわかる。

3.3. CNN の幾何変化に対する不変性の実験結果

識別サンプルに平行移動と回転を与えて幾何変化に対する不変性を調査する。このとき、MLP, CNN, CNN+ランダム学習の識別率を比較する。ランダム学習では、0 から 20° の回転と、0 から 5pixel の平行移動により毎回学習サンプルを生成する。図 3 に、平行移動と回転に対する各手法の識別率の推移を示す。図 3 から、CNN の識別率は MLP より高いことがわかる。また、ランダム学習を導入することで、精度をさらに向上させることができた。

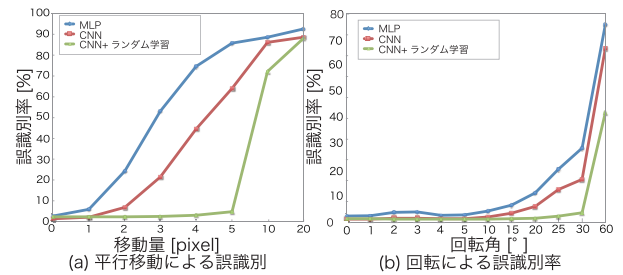


図 3: 幾何変化による識別率の推移

図 4 にランダム学習を導入した CNN と通常の CNN の学習誤差の推移を示す。ランダム学習では毎回異なるパターンを教示するため、学習誤差は振動していることがわかる。しかし、epoch 数の増加に伴い学習誤差は収束していくため、汎化性能が高くなる。

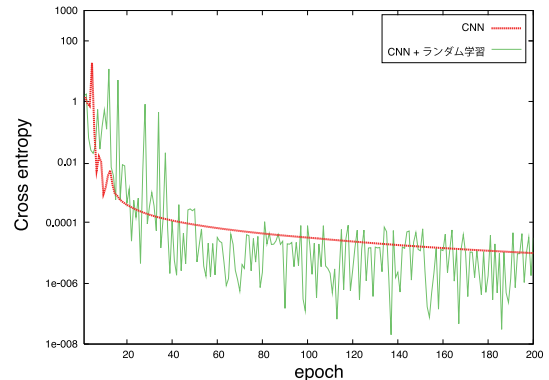


図 4: 学習誤差の推移

図 5 に、入力サンプルを 10° 回転した場合としない場合のプーリング層の可視化例を示す。ランダム学習した CNN の特徴マップは、回転の影響を受けず変化が少ないことがわかる。これは、プーリングが微小な変化を吸収しているためである。

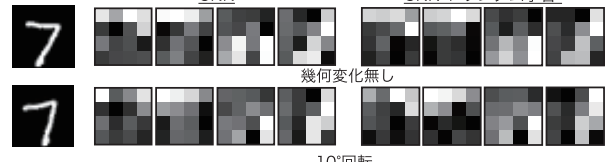


図 5: ランダム学習による特徴マップの変化

4. おわりに

本研究では、CNN の特徴量の学習が識別に有効であることを示した。また、ランダム学習の導入により不変性の向上が確認できた。CNN は複数の重みフィルタの畳み込みをするため識別に時間を要する。そこで、今後は識別の高速化の研究を行う予定である。

参考文献

- [1] Y.Lecun, L.Bottou, Y. Bengio, and P. Haffner, "Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition", Proceedings of the IEEE, pp. 2278-2324, 1998.