

機械学習アルゴリズムにおける必要演算精度評価

1170153 南尚宏(密山研究室)

1. はじめに

コンピュータの性能向上と新しい学習アルゴリズムの開発によって、機械学習が飛躍的に進歩している。機械学習システムの省電力、小型化を実現するためにはハードウェア化が不可欠であり、演算ビット幅の最適化が極めて重要である。そこで、本研究では高い識別性能を発揮するために必要なビット幅を評価するために、機械学習の一つである SVM (Support Vector Machine) において演算ビット幅が識別性能に与える影響を評価する。次に、他の機械学習手法として MLP (Multi-Layer Perceptron), AdaBoost (Adaptive Boosting) を対象として演算ビット幅と識別性能について評価する。

2. 機械学習

本研究では評価対象として SVM, AdaBoost, MLP を用いる。SVM は 2 クラスのパターン識別器の一種であり、2 つのクラスの訓練サンプル集合 x を入力し、分類する超平面を決定する手法である。この超平面は 2 つのクラスのサンプル間の距離が最大となるように重み w が決定される。

AdaBoost は弱識別器を多数配置し、組み合わせて強識別器を構成する boosting 手法の一つである。まず、重みを持つサンプル x を弱識別器で学習させる。重みは正解した場合は小さく、間違えた場合は大きくする。次の弱識別器では重みを元にサンプルを識別できるよう学習していく。この流れを繰り返し、強識別器は重みが最小となるよう、弱識別器を選択するように学習する。

MLP は生物の脳神経を模したニューラルネットワークの一種である。入力層、中間層、出力層と多層に並べたユニットが隣接層間でのみ結合しており、情報が入力層から出力側に一方的にのみ伝搬し学習を行う。

MLP, SVM, AdaBoost の構造を図 1,2,3 に示す。

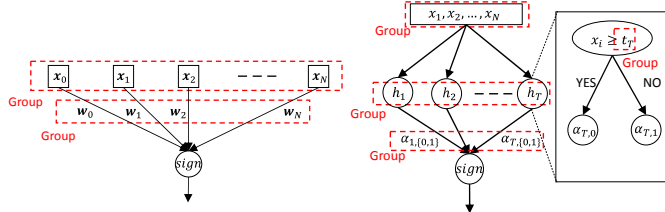


図 1 SVM の構造[1]

図 2 AdaBoost の構造[1]

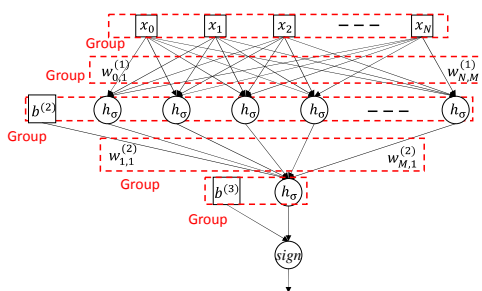


図 3 MLP の構造[1]

3. 評価環境

画像セットである UIUC Image Database for Car Detection から HOG (Histograms of Oriented Gradients) 特徴量を抽出し、作成したデータを実験に用いる。例を図 4 に示す。



(a) ポジティブ

(b) ネガティブ

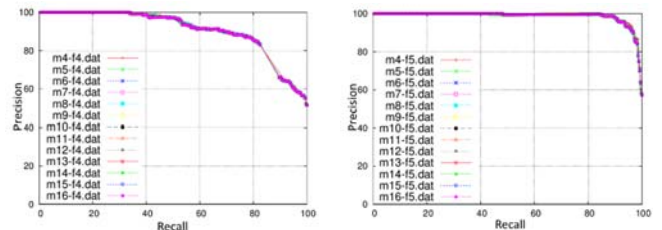
図 4 画像データセットの一例

SVM の学習結果である法線ベクトルのビット幅と、テストデータの特徴ベクトルのビット幅を変化させ、識別精度を評価する。評価プログラムとして SVM Fixed Point Bitwidth Simulator を用いる。ビット幅は 4 ビットから 16 ビットとした。評価指標は Precision, Recall とし、ビット幅だけでなく分類しきい値も変化させた。

次に SVM, MLP, AdaBoost のアルゴリズムの識別性能を比較、評価するため、評価プログラム BitPrecision を用いる。各アルゴリズムのビット幅は、図 1,2,3 の赤枠で囲んだ部分をグループ化し、固定小数点として変化させる。ビット幅は 1 ビットから 16 ビットまで変化させた。評価指標は Accuracy とし、分類しきい値は固定値とした。

4. 性能評価

まず SVM Fixed Point Bitwidth Simulator での評価結果を図 5 に示す。テストデータのビット幅が 5 ビット以上から識別性能は向上しなかった。また、法線ベクトルのビット幅による変化は見られなかった。m の後の数字は法線ベクトルのビット幅、f の後の数字はテストデータのビット幅である。



(a) テストデータ 4 ビット

(b) テストデータ 5 ビット

図 5 SVM Fixed point Bitwidth Simulator 実験結果

次に BitPrecision による SVM, AdaBoost, MLP の評価結果を図 6 に示す。SVM では 8 ビットから識別性能が上昇し、11 ビットから識別性能に大きな変化が見られなかった。MLP では 4 ビットから識別性能が上昇し、10 ビットから識別性能に大きな変化が見られなくなった。AdaBoost では 5 ビットから識別性能が上昇し、9 ビットから識別性能に大きな変化が見られなかった。

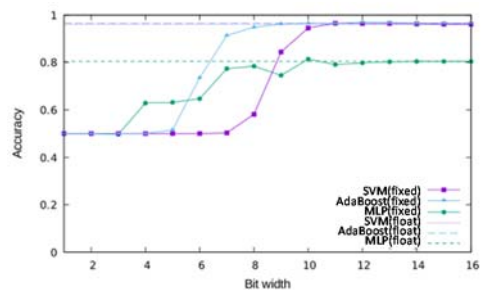


図 6 BitPrecision 実験結果

5. 結論

SVM, MLP, AdaBoost の機械学習アルゴリズムにおいて、十分な識別性能を発揮するための必要な演算ビット幅を評価した。

6. 謝辞

劉載勲助教 (大阪大学) の開発による評価プログラムを用いて行いました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

[1] K. Mitsunari and J. Yu "Influence of Numerical Precision on Machine Learning and Embedded Systems," in Proc. International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia 2016, Sept. 2016.
 [2] S. Agarwal, A. Awan and D. Roth, "UIUC Image Database for Car Detection," <http://cogcomp.cs.illinois.edu/Data/Car/>