

最小分類誤り学習法における損失関数平滑度のクラス共通型自動設定法の実験的評価

小林 和馬[†] 渡辺 秀行^{††} 大崎 美穂[†] 片桐 滋[†]
[†] 同志社大学 ^{††} 国際電気通信基礎技術研究所

1. はじめに

最小分類誤り(MCE: Minimum Classification Error)学習法で用いられる平滑化分類誤り数損失の平滑性は、学習の未知標本耐性を向上させる効果を持つ。最近、その平滑度を自動的に設定する手法が提案されたが[1]、分類すべきクラス毎に平滑度を設定するため限られた学習標本に過適応を起し得る弱点を有しており、この問題を解決すべく、全クラス共通の損失平滑度を自動設定する手法が提案された[2]。本稿は、この最新の平滑度設定法の実験的評価を行うものである。

2. 最小分類誤り学習法

入力標本 $x \in \mathcal{X}$ を J 個のクラスの一つに分類するため、以下の分類規則を用いることとする。

$$C(x) = C_k \text{ iff } k = \arg \max_j g_j(x; \Lambda) \quad (1)$$

ここで Λ は学習対象である分類器パラメータである。

MCE 学習法は、この分類判断手続きを数値計算に適した次式の誤分類尺度として表現する。

$$d_y(x; \Lambda) = -g_y(x; \Lambda) + \max_{j, j \neq y} g_j(x; \Lambda) \quad (2)$$

この誤分類尺度は、正值が誤分類を、負値が正分類を表す。この性質を利用し、学習法は分類判断をベイズリスク状態に直結する分類誤り数損失の平滑な近似関数

$$l_y(d_y(x; \Lambda)) = \frac{1}{1 + \exp(-\alpha d_y(x; \Lambda))} \quad (3)$$

に組み込む。学習は、この損失を学習標本上で集積した経験的平均損失

$$L(\Lambda) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N l_y(d_y(x_n; \Lambda)) \quad (4)$$

の最小状態に対応する Λ の状態の達成を目指す。ここで α は正の実数であり、損失関数の平滑度を制御する。

N は学習標本数である。

3. 損失平滑度の自動設定法

損失平滑度の制御変数 α は、誤分類尺度空間における確率関数のパルツェン推定に基づくベイズリスク推定に基づいて、クラス毎に以下の式(クラス C_y に関して)で求められることが示されている[1]。

$$\alpha_y = \frac{4}{\sqrt{2\pi}h_y} \quad (5)$$

ここで、 h_y は対応するパルツェン窓の窓幅である。

これに対し、学習標本数が厳しく制限されるクラスの存在等に対処するため、カルバックライブラー情報量

$$\theta(h) = \sum_{n=1}^y P(C_y) \text{KL}(p(t|C_y) || \hat{p}(t|C_y; h)) \quad (6)$$

を用いてクラス共通のパルツェン窓を推定する手法が提案された[2]。ここで $\theta(h)$ は、真の確率分布 $p(t|C_y)$ と推定分布 $\hat{p}(t|C_y; h)$ との類似度であり、この値が最小となるようなパルツェン窓幅 h が求められる。

4. 評価実験

比較のため、クラス別自動設定法とクラス共通自動設定法を用いた比較実験を行った。

分類器にはプロトタイプ型の分類器を採用した。分類用データセットとしてLetter-Recognition (LR) データセット(20000標本:26クラス)を使用した。また、LRデータにはHold-Out法(データセットを学習用と検証用、試験用と3分割)を採用した。LRデータの分割に際し、学習用に1000個の標本を、検証用に1000個の標本を、試験用に18000個の標本を割り当てた。以下、表1に結果をまとめる。表から、若干ではあるもののクラス共通に平滑度を設定することの効果を読み取ることができる。

表1 クラス別設定法とクラス共通設定法との比較

LR データ	
クラス別設定法	クラス共通設定法
79.84%	80.93%

5. おわりに

評価実験より、提案されたクラス共通自動設定法が先行手法に比べ、未知標本に対する認識率が良いことが確認でき、先述した問題点を解決するものとして効果的な手法であったことが示された。

謝辞:本研究の一部は、科研費(番号:26280063)及び私学研究基盤形成支援事業「ドライバ・イン・ザ・ループ」の支援を受けて行われた。

参考文献

- [1] H. Watanabe, J. Tokuno T. Ohashi, S. Katagiri, and M. Ohsaki, "Minimum Classification Error Training with Automatic Setting of Loss Smoothness," IEEE, Proc. MLSP2011, sep., 2011.
- [2] 太田健介: "クラス共通損失関数平滑度を自動的に設定する最小分類誤り学習法に関する研究", 2013 年度同志社大学大学院理工学研究科情報工学専攻修士論文, 2014 年 1 月