

動径基底関数ネットワーク

浅川伸一 <asakawa@twcu.ac.jp>

1 Radial Basis Functions

カテゴリー分類課題において典型的なパターン (プロトタイプ) が存在する場合、動径基底関数 radial basis fuction と呼ばれるネットワークを使った学習が、有効な場合がある。入力層に与えられる物理的な特徴量を、多次元空間上に表現されたプロトタイプであるとみなした場合、中間層にシグモイド関数を用いるよりも単峰性のガウシアン関数を使った方がよい場合がある。例えば i 番目の中間層の出力を

$$f_i(x) = \exp\left(-\frac{(x - u_i)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

とする。ここで u_i はユニット i が代表する値であり σ は標準偏差である。各入力データに対して、最も近い代表値を持つユニットが最も大きな出力を与える。

問題の性質がよくわかっているときには、各ユニットのパラメータ u と σ を配置しておけば中間層に対しては学習の必要がない。

出力層ユニットのそれぞれが一つ概念などを表現している場合など、すべての出力層の値の総和が 1 になるように揃えて、出力層ユニットの出力値を各概念に対する判断確率だとみなすために正規化することがある。すなわち

$$z_k = \frac{e^k}{\sum_{m=1}^c e^m} \quad (2)$$

これをソフトマックス法という。ソフトマックス関数は、出力の最大値を 1.0 に近づけ、その他の出力を 0.0 に近づける。この意味で、ソフトマックス法は勝者独占法則 winner-take-all の一種と言える。

また、RBF のパラメータを学習させるには二乗誤差を RBF のガウシアン関数の平均と分散に相当するパラメータで微分して

$$\frac{\partial E}{\partial \sigma_j} = \sum_n \sum_k \{y_k (x^n - t_k^n)\} \exp\left(-\frac{|x^n - \mu_j|^2}{2\sigma_j^2}\right) \frac{|x^n - \mu_j|^2}{\sigma_j^3} \quad (3)$$

$$\frac{\partial E}{\partial \mu_{ij}} = \sum_n \sum_k \{y_k (x^n - t_k^n)\} \exp\left(-\frac{|x^n - \mu_j|^2}{2\sigma_j^2}\right) \frac{(x^n - \mu_{ij})}{\sigma_j^2} \quad (4)$$

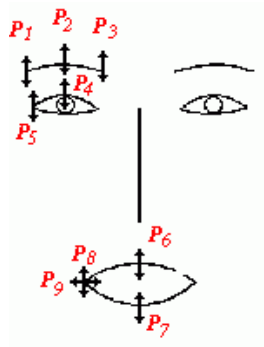


図 1: 用いた刺激と物理次元のパラメータ

をパラメータの更新式として用いればよい。各パラメータで微分した値を使って誤差の最小値を用いるのはバックプロパゲーションの更新と同じである。

2 表情認識への応用

人の表情のカテゴリー判断は、典型的表情 (プロトタイプ) を中心に正規分布しているのかも知れない。もしこの仮設が正しければ、情動カテゴリーごとの確率密度を RBF で表現可能なはずである。

ここでは 9 つの物理次元に対応したパラメータを入力とし、6 つの基本カテゴリー (喜び、驚き、恐れ、悲しみ、怒り、嫌悪) の感情を学習させた。

訓練に用いたデータは (Yamada, 1993) の第 1 実験で 36 人の被検者各々が生成した 6 つの基本的な情動カテゴリーを表出する表情図形からの物理パラメータを各変量ごとに平均 0 分散 1 に基準化したデータを用いた。すなわち、入力として 216 の顔面表情の特徴点の移動量である 9 次元ベクトルを訓練データとして与え、対応する感情を教師信号とした。

シミュレーション結果を表 1 に示した。

文献

Yamada, H. (1993). Visual information for categorizing facial expression of emotions. *Applied Cognitive Psychology*, 7, 257–273.

表 1: RBF によりシミュレーション結果

stimulus	judgments(%)					
	Hap.	Sur.	Fea.	Sad.	Ang.	Dis.
Happiness	80.56	2.78	5.56	5.56	2.78	2.78
Surprise	2.78	86.11	11.11	0.00	0.00	0.00
Fear	2.78	13.89	52.78	11.11	13.89	5.56
Sadness	2.78	2.78	11.11	75.00	0.00	8.33
Anger	0.00	0.00	0.00	0.00	91.67	8.33
Disgust	0.00	2.78	5.56	2.78	19.44	69.44