

適応的なパラメタによる概念学習のためのデータ処理*

6P-5

村上 知子† 折原 良平† 末田 直道†

新情報処理開発機構 情報ベース機能 東芝研究室‡

1 はじめに

人間は、感覚器を通じて得られた情報だけでなく、記憶や経験、嗜好などの様々な判断基準に基づいて対象を知覚し、それらに対する印象を持つと言われている。この現象は、同一の構造の感覚情報受容器をもっていても、それらの情報処理プロセスにて、個人ごとに様々なバイアスが付与されていて、観点が様々であることに起因する。

本論文では、目的や状況に合わせた適切な状況認知のため、適応的なモデル化を実現する自己組織化アルゴリズムを提案する。画像データのモデル化について、認知的な属性を導入し、選択する対象のカテゴリ集合や順位などの指標などが与えられた際、対象の張る特徴空間を変化させ、適応的なモデル化を実現する自己組織化アルゴリズムを提案する。また、手法の有効性を調査するため、テレビコマーシャル (CM) の静止画像を利用して実験評価を行い、今後の課題と結論について報告する。

2 画像情報の認知

人間は対象物から様々な視覚情報を受け取る。本論文では、色彩情報に焦点をあてる。人間は、画像のイメージを強く表しているイメージカラーを選定する場合、画像の使用色の中から色を選び出す段階において、画像中の領域が小さく似たような色をひとつと考へ、また、目立たない色を対象外にすることによって、イメージカラーを決定すると言われている [Ikeda 80]。そこで、人がイメージカラーを選択する方法に基づき、タスクに即した柔軟なパラメタを備えた、画像の色彩についての感性特徴量を抽出する。

3 パラメタの最適化

データにクラス帰属情報が与えられている際、生成された空間内での位置と、クラス情報とができるだけ一致するようにパラメタを調節する、Category-guided Adaptive Modelling (CAM) 法を提案する。CAM 法は、与えられた生データとそれらが属するカテゴリ C に対し、生データに対して定義される複数の CAM 変換関数 F_j のつくる空

間において、各カテゴリ間では離散し、カテゴリ内では凝集するように F_j を定義する。今、生データ $\vec{r}_i (i = 1 \dots n)$ が与えられ、各データは何らかの定義に基づきカテゴリ $C_l (l = 1 \dots k)$ に属しているとする。CAM 変換関数 F_j を仮定し、それらはパラメタ化されていて、パラメタの操作によりその挙動を制御できるとする。CAM 変換関数 F_j のつくる空間において、(1) 各カテゴリ内に属する要素 F_j の分散が小さくなること、(2) 各カテゴリの代表間距離が大きくなること、をモデルの適切さの評価基準として導入する。これにより、 C_1, \dots, C_k に対して、CAM 法は、カテゴリ内に潜在する何らかの共通の特徴を強化し、カテゴリ間においてはそれらを弁別するように F_j を決定する。

一方、順序の定義された評価値が与えられている時、関数群で定義される空間内における評価値の超平面ができるだけ滑らかになるようにパラメタを調節する、Smoothness-driven Adaptive Modelling (SAM) 法を提案する。SAM 法は、与えられた生データとその狭義評価関数 E に対する像に対し、生データに対して定義される複数の関数値 F_j (SAM 変換関数) のつくる空間における E の超曲面が滑らかになるように F_j を定義する。ここで、狭義評価関数 E とは、生データに対して定義され、SAM 法における滑らかさの算出の基準になる関数を指す。SAM 変換関数はパラメタ化されていて、パラメタの操作によりその挙動を制御できるとする。 F_j のつくる超平面と狭義評価関数を合わせた空間を SAM 空間と呼ぶ。

今、上記の生データに対して、それぞれに狭義評価関数値 E_i が与えられているとする。データは、各 $F_j(\vec{r}_i)$ に対して $E_1 \geq E_2 \geq \dots \geq E_n$ のようにソートされているとする。すると、SAM 空間における E 超曲面がもつとも滑らかになるのは、すべての j について F_j が E に関して単調になるときである。単調性を表す関数 $\hat{d}_{j,i}$ を導入し、評価関数として次式を定義する。 \hat{d} が 0 の近傍ならば、

$$G(x) = (x + 1 - p)^2 + \frac{-A(x + 1 - p)}{1 + e^{x+B+1-p}}$$

そうでなければ、

$$G(x) = (x - p)^2 + \frac{-A(x - p)}{1 + e^{x+B-p}}$$

*Model Construction Suitable for Learning through Adapting Parameters

†Tomoko Murakami, Ryohei Orihara, Naomichi Sueda

‡Information-Base Functions Toshiba Laboratory, Real World Computing Partnership

$x = 1$ にて $G(x)$ が最小になるように、 $A = 20$ 、 $B = 2$ 、 $p = 0.55$ に設定した。滑らかさ評価の計算は繰り返し行われ、最小値 $G(x)$ が最適解に決められる。

4 実験と評価

CAM法、SAM法のアロリズムの性能を検証するため、タスクに応じて調節可能な画像の色情報に対する特徴量抽出の方式を利用して、目的や状況に即した柔軟な学習のためのモデルの妥当性を評価した。学習システムとして、C4.5[Quinlan 93]とBPを採用したニューラルネットワーク(NN+BP)を採用した。また、対象データとしてCMの静止画像(128x88pixel)を利用した。

実験では、(1)デフォルトのパラメタにより生成されたモデル、(2)CAM法により最適化されたパラメタにより生成されたモデル、(3)属性選択アルゴリズムrelief[Kira and Rendell 91]により生成されたモデル、の3種類のモデルに基づく学習結果を検証する。(1)のデフォルトのパラメタセットとして、デザイナーによって決められた、画像から代表色を抽出する際の妥当な数値を採用した。

カテゴリ情報に基づくCM画像のクラスタリングコンピュータゲームのCMに潜在する特徴を明らかにするモデルを構築し、それに基づく学習結果を、他手法により生成されたモデルに基づく結果と比較する。代表色の数 n を2色から5色に変化させながら実験を進めた。各色に対して、色相、彩度、明度の3個の属性が存在するので、 n 色の代表色に対して $3n$ 個の次元をもつ特徴空間が対象になる。(1)、(2)、(3)のモデルに基づく学習結果を図1に示す。また、5色の特徴空間を対象として実験を進め、NN+BPに適用し、5分割のCVの結果を表1に示す。

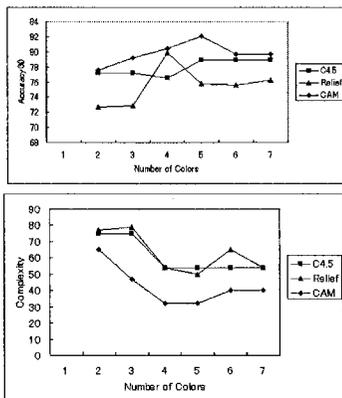


図 1: C4.5 に対する CAM 法適用結果
感性スケールに従うモデル化と概念獲得実験
SAM法の精度を検証するため、CM画像のもつイメー

表 1: NN+BP に対する CAM 法適用結果

	正確さ (%)
NN+BP	58.81
Relief	59.16
Cam	60.00

ジが感性スケールに従うようにモデルを構築し、それに基づく感性イメージの学習結果を、他手法により生成されたモデルに基づく結果と比較する。ここでは、狭義評価関数 E として感性スケールを導入する。感性スケールとは、人間が感じる直感的な印象を、感性イメージ語を対として定量的に定義したもので、本実験では、値域が 3, -3 である「明るい ↔ 暗い」というスケールを用い、「明るい」「暗い」という概念の学習結果について検証する。代表色数を2色に設定し、6次元の特徴空間を対象にした。(1)、(2)、(3)のモデルに基づく学習結果を表2に示す。また、NN+BPに適用し、4分割のCVの結果を表3に示す。特徴空間において、ある狭義評価関数に

表 2: C4.5 に対する SAM 法適用結果

	Accuracy (%)	complexity
C4.5	57.35	5.25
Relief	69.85	9.25
SAM	74.91	8.25

表 3: NN+BP に対する SAM 法適用結果

	正確さ (%)
NN+BP	64.14
Relief	67.43
Sam	71.71

従ってモデルを再構成するCAM/SAM法の効果が証明されたと同時に、特徴空間中に滑らかな平面をもつ(ピークまたは特異点が少ない)モデルの構築が学習の困難さを改善するためのひとつの有効な手法であることも明らかになった。CAM法、SAM法の性能評価実験から、タスクに応じて適切な認知の仕組みが学習にとって不可欠である事が証明された。

参考文献

- [Quinlan 93] Quinlan, J.R. *C4.5: Programs for Machine Learning*, Morgan Kaufmann, San Mateo, CA, 1993.
- [Kira and Rendell 91] K.Kira and L.A.Rendell. The Feature Selection Problem: Traditional Methods and New Algorithm. In *Proc. of the National Conference on AI*, pp.129-134, 1992. AAAI.
- [Ikeda 80] M. Ikeda. *Foundation of Color Engineering*. Asakura Shoten, 1980. in Japanese.