

料理画像の自動分類に関する研究 A Study on Automatic Classification of Food Images

楊麗娟† 川田貴俊† 長尾智晴†
Yang Lijuan Takatoshi Kawada Tomoharu Nagao

1. まえがき

本稿では食事の栄養バランスに関するアドバイスを提供するシステムに必要な、料理画像の自動分類手法について報告する。近年、健康志向が高まっているため、摂取する食事に気を使う人々が増えている。食事の栄養バランスを、専門知識のない一般人が管理することは困難なので、専門家によるアドバイスサービスへの需要が存在する。しかし、現在提供されている診断サービスでは栄養士の人手による作業量が多く負担が大きい。このような背景から、画像分類技術を用いて、料理画像の自動分類を行うことは有意義であると言える。

料理画像の分類問題にはいくつかの課題が存在する。一つは、全く同じ名前の料理でも作る人が異なれば、材料も盛り付け方も異なり、その見え方は様々に変化するという点である。二つ目に、画像の撮影を行うのはアドバイスを求める一般のユーザなので、撮影環境の統一が難しい点が挙げられる。三点目として、一つのカテゴリ内でも見た目の変化が大きいことが挙げられる。例として、ラーメンというカテゴリには、醤油、味噌、塩ラーメンなど見た目の異なる料理が存在する。これらの問題を含む、料理画像の分類を精度良く行うことが本研究の目的である。

そのために本報告では再帰的特徴量選択型 SVM を提案し、料理画像の分類実験を行った。これは分類時に使用する特徴量を GA で適応的に選択する手法である特徴量選択型 SVM[1]を、分類対象のカテゴリに応じて再帰的に組み合わせて用いる手法である。

2. 特徴量選択型 SVM [1]

特徴量選択型 SVM とは、計算機を用いて分類を行う際に、分類対象から得られる特徴量を GA で適応的に選択して、分類の精度を向上させる手法である。

分類を行う際に閾値に多くの特徴量を使用すると、1. 計算コストが大きくなる、2. 分類精度が低下する（次元の呪い）などの問題が発生する。1 の原因としては、無意味な計算要素が増加すること、2 の原因としては、ノイズが含まれてしまうことなどが考えられる。この問題を解決するためには、分類に有効な特徴量だけを用いることが考えられる。特徴量選択型 SVM は、進化計算法である GA を用いるので、次のようなメリットが挙げられる。

- 特徴量間の相関を考慮することができる
- 有効な組み合わせを高速で自動的に発見することができる

†横浜国立大学大学院 環境情報学府, Graduate School of Environment Information Sciences, Yokohama National University

3. 再帰的特徴量選択型 SVM

特徴量選択型 SVM では、分類対象のカテゴリが多い場合（数十カテゴリ以上）に分類精度が低下するという問題が多く発生する。これは、カテゴリ全体を一度に分類するために、特徴量が以下のように選択されてしまうことに原因がある。

- 一部のカテゴリを分類することに特化してしまう
- 分類精度を上げやすいカテゴリから優先的に特徴量選択が行われる

そこで、特徴量選択を活かしつつこれらの問題に対処するため、次の方法が有効であると考えられる。

- 一度に分類するカテゴリ数を減らす
- 正答率が低いカテゴリに対して特徴量選択を行う

上記の2つを実現する方法として、我々は再帰的特徴量選択型 SVM を提案する。図1に再帰的特徴量選択型 SVM の概念図を示す。

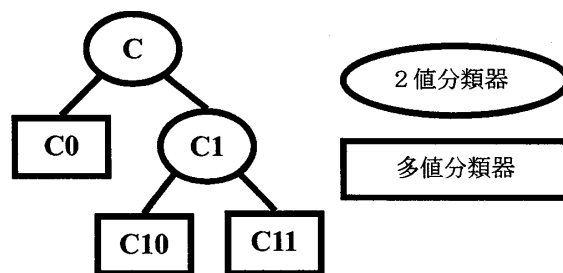


図1 再帰的特徴量選択型 SVM の概念図

図1に示すように、提案手法は偏った木構造状の構成となる。枝では複数のカテゴリを2つのサブカテゴリに分ける二値分類を行い、葉では複数のカテゴリを一個一個のカテゴリに分類する多値分類を行う。図中の左に位置する分類器ほど、分類容易なカテゴリを処理する分類器が配置される。

提案手法を構築する手順を以下に示す。

1. 多値分類器の特徴量選択を行う。
2. 多値分類器に適用したときの各カテゴリの分類率を計算する。
3. 全カテゴリの分類率が二値分類器作成判定値より高い場合、多値分類 SVM を木構造に配置する。低い場合は、高い分類率のカテゴリ群と低いカテゴリ群の2つのカテゴリ群に分割する。
4. 3で分割した二つのカテゴリ群に分類する二値分類器を作成し、木構造に配置する。
5. 低い分類率のカテゴリ群と低いカテゴリ群について、それぞれ1から4までの操作を再帰的に行う。

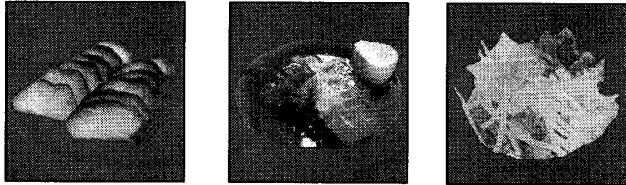
以上の方法から、再帰的特徴量選択型 SVM は次のような特徴をもつ。

- 一度に分類するカテゴリ数が少ない
- 分類が容易なカテゴリから分類する
- 分類が困難なカテゴリに対して、それに特化した特徴量を選択する

従来の特徴量選択型 SVM は特徴量の選択を行い、分類に有効な特徴量を用いて分類する手法である。この手法の特徴を活かして提案手法では分類し易いカテゴリを先に分類し、分類しにくいカテゴリは別の処理で分類を行う。多段的に分類を行うことで、段階を経る毎にカテゴリ数が減っていくため、分類困難なカテゴリに対してより有効な特徴量の選択を行い、分類精度が上昇することが期待できる。

4. 性能評価実験

料理画像分類の実験を行うために、20 カテゴリの料理画像を収集した。カテゴリについてはNHK放送文化研究所が出版した、日本人の好きな料理ランキング[2]の上位 20 カテゴリを対象とした。画像はインターネット上にある様々な撮影条件の画像の中から、特に条件を設けずに収集した。各カテゴリ 100 枚で合計 2000 枚の画像を集めた。図 2 に収集した料理画像の一例を示す。



(a): 漬物

(b): ラーメン

(c): サラダ

図 2 料理画像例

実験は、特徴量選択型 SVM と、パラメータを変えた 2 種類の再帰的特徴量選択型 SVM の計 3 種類で行った。使用した特徴量は RGB, HSV, L*a*b*の色成分それぞれに対して、平均値や最大/最小値などの一般的な特徴量である。

実験の結果を表 1 に示す。教師画像分類率は分類器を構築する際に使用した教師画像セットに対する分類率、未知画像分類率は構築した分類器に別の画像セットを適用した時の分類率である。

表 1 料理画像分類結果

手法		教師画像 分類率[%]	未知画像 分類率[%]
特徴量選択型 SVM		62.6	55.1
再帰的特徴量 選択型 SVM	70%	63.0	53.7
	80%	63.9	48.7

5. 考察

実験の結果、次のことを確認することができた。

- 分類が容易なカテゴリから分類が行われた
- 各枝、葉で使われる特徴量に違いが見られた
- 一度に分類を行う場合と比較して、各枝、葉の分類精度が向上した
- 全体の正答率の向上には至らなかった

比較手法 (特徴量選択型 SVM) で分類精度の高かったカテゴリが、提案手法の分類器では木構造状分類器の浅い段階で分類されていることが確認できた。このことから、分類容易なカテゴリから分類を行うという狙い通りに分類器を作成することができたと言える。

木構造を解析すると、それぞれの枝、葉で選択された特徴量にばらつきがあることが確認された。このことから、分類するカテゴリの特徴量を反映して、適応的に特徴量選択が行われたことが分かる。また、各枝、葉の分類器単体を取り出して比較手法の分類率と比べると提案手法の方が勝っていた。このことから、多段構造の分類器を構築し、各段での分類カテゴリ数を減らすことの有効性を示すことができた。

しかし、全体として見ると分類率の向上には至らなかった。この原因は、分類器が多段であるために、各段の分類器の分類率が積となって効いてしまったためと考えられる。

6. 今後の予定

分類精度向上のために次のような課題に取り組む必要があると考える。

- 用意する画像特徴量の追加
- 二値分類器作成法の改善

本報告で用いた特徴量は、各色成分に対して、簡易で統計的な値を算出したものである。そのような特徴量では、形状やテクスチャの特徴を表現することができない。テクスチャの細かさを表現することができる特徴量を追加することで分類の精度向上が可能であると考えている。

全体の分類率向上にならなかった大きな原因として、二値分類器の精度が不十分であったことが挙げられる。本手法の目的は、分類容易なカテゴリと困難なカテゴリを分けることで、後者のカテゴリに対して分類を再帰的に繰り返し行い、全体の精度を向上させることである。今回は、その基準となる二値分類器作成判定値の定義を、多値分類での分類率の高低としたが、これが有効に働いていなかったと考えられる。二値分類での二つのカテゴリがそれぞれ、カテゴリ内で相関が高くなるように分類することができれば、二値分類器の精度が向上し、料理画像全体の分類精度も上昇すると考えられる。

参考文献

- [1] 余部治昭, 長尾智晴: “特徴量選択型 SVM を用いた欠陥画像分類”, FIT2006 第 5 回情報科学技術フォーラム, I-033, 2006
- [2] NHK 放送文化研究所: “日本人の好きな料理ランキング”, 2007, <http://www2.ttcn.nc.jp/honkawa/0332.html>