

主成分分析による花検索システムの提案

鳥居 成年 中屋敷 かほる 坂東 忠秋

関東学院大学 工学部 情報ネット・メディア工学科

1.はじめに

これまでも、画像により花の種類を分類するシステムが開発されている。従来の分類手法[1],[2]は花弁数や大きさなどの形状的な特徴量を基に識別し、分類しているものが多い。これに対して、本研究では、花の重要な特徴である色に着目した。花は種類によって様々な色分布がある。そこで、顔画像認識などに効果的に用いられている主成分分析を使い、花の色分布により分類する方式を提案する。この手法を用いて、約 40 種、5 枚/種類の 200 枚の花画像の分類を試みた。

2.花の特徴と画像処理

花の特徴には画像処理に適した、様々な特徴がある。例えば、サイズや形状(正面・側面)、色分布である。

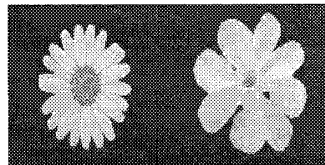


図 1 花のサンプル画像

花の正面画像からはサイズや花弁数、側面画像からは壺型や筒型といった形状特徴、また色分布からは、図 1 (a)のよ

3.システム概要

本研究では、正面画像に着目し、サイズ・形状(花弁数)から大分類を行い、色分布により種類を検索する。サイズはカメラと被写体(花)との距離、倍率から求められ、表 1 に示す通り 3 つに分類される。花弁数は花の輪郭と重心の距離より求められ、4,5,6,7,多数の 5 種に分類する。また色分布は①花のサイズ・向きを合わせた正規化画像の生成、②YCrCb による主成分分析を行い、③ユークリッド距離により認識処理を行う。

表 1 花のサイズの分類

サイズクラス 1	$L < 5\text{cm}$
サイズクラス 2	$3.5\text{cm} < L < 10\text{cm}$
サイズクラス 3	$8\text{cm} < L$

4.色分布による主成分分析

4-1 正規化画像生成

まず図 2 のように花領域を抽出し、次に花領域の重心 G、重心から輪郭までの長さ d を求め、さらに平均の長さ d' を求める。X 軸方向に最大長の d の花弁が来るように画像を回転させる。平均の長さ d' から図 4 に示す正方形の領域を切り出す。花の中心を含み、できるだけ大きな正方形の範囲を切出す。この正方形を 20×20 に分割し、各マス内の色相の平均

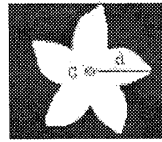


図 2 抽出画像

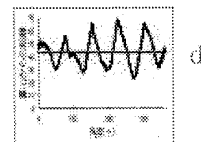


図 3 波形

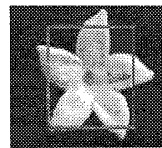


図 4 切り取り

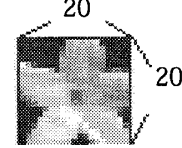


図 5 正規化画像

を求め 20×20 の正規化画像を生成する。

4-2 YCrCb 成分による主成分分析

花の色分布に対する主成分分析法として、YCrCb 各成分に対する主成分分析を行い、結果を総合評価することにし実験を行った。

実験では、5 サンプル/種 \times 40 種、計 200 個の花画像に対して行った。RGB を YCrCb 成分に変換し、 20×20 pixel (400 次元) の正規化画像を求め、YCrCb 各成分に対して主成分分析を行った。なお、Y 成分に関しては、明度変化による影響を少なくするため、ヒストグラム平坦化を行った後、主成分分析を行っている。

YCrCb の変換式を下記に示す。

$$Y = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.144 \times B \quad (1)$$

$$Cr = (R - Y) \times 0.713 + 128 \quad (2)$$

$$Cb = (B - Y) \times 0.564 + 128 \quad (3)$$

登録されたすべての花画像サンプルの Y 成分行列 (4) から分散、共分散行列を求め、固有値 λ_i 、固有ベクトル a_i を求める。Y 成分に関する式を (4) に示す。CrCb に対しても同様の計算を行う。

$$Y = \begin{pmatrix} y_{1,1} & y_{2,1} & \cdots & y_{200,1} \\ y_{1,2} & y_{2,2} & \cdots & y_{200,2} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ y_{1,40} & y_{2,40} & \cdots & y_{200,40} \end{pmatrix} \quad (4)$$

各サンプル画像 y_k と固有ベクトル a_i の内積から展開係数(花特徴)を求める。計算式を (5) に示す。

$$E_{ki} = a_i^T (y_k - \bar{y}) \quad (5)$$

4-3 新規入力画像の認識

新規入力画像に対しても同様、展開係数の計算を行い、データベースに登録してあるサンプルの展開係数とのユークリッド距離を下記に示す式(6)で計算し、ユークリッド距離の近いものを選ぶ。

$$d_e = \sqrt{\sum_{i=1}^L (E_{ki} - E_i)^2} \quad (6)$$

4-4 主成分分析結果

(1)固有値分布

Y成分、Cr成分の固有値の計算結果を図6,7に示す。Cb成分も同様に計算を行ったが、Crと同様なグラフとなったために省略する。第1主成分に対して第20主成分は2.1%と十分小さいので、第20成分までを使用することとした。第1主成分から第20主成分までを使用し、それ以降の主成分は使用しない。

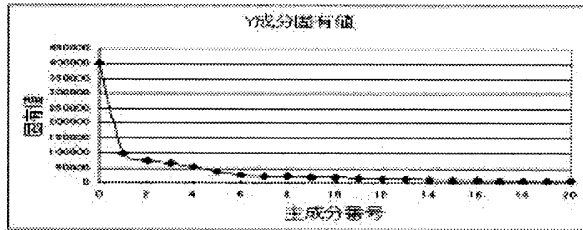


図6 Y成分固有値

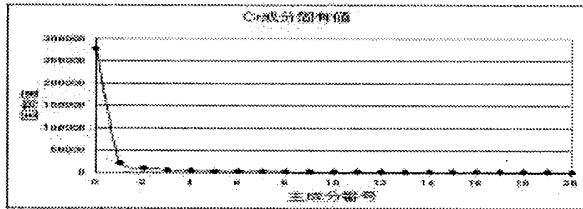


図7 Cr成分固有値

(2)サンプル画像間の比較

赤・青・白・黄、の花画像を各3枚選び、計12枚の画像を用いて同色の花間のユークリッド距離、及び異色の花間のユークリッド距離を、展開係数を用いて計算した。各花のユークリッド距離の平均を取ったものを表2,3,4に示す。なお、この比較には、同一の花同士の比較値は除いている。

表2,3,4より、Y成分の平均ユークリッド距離は同色及び異色において大きな差は現れなかった。それに対し、CrCb成分は同色の場合の平均ユークリッド距離が短く、異色の場合には距離が大きいという結果が得られた。従って、当然ではあるが、Y成分より、CrCb成分を使った方が、色分布を使った分類に効果的である。

表2 主成分得点間の平均ユークリッド距離(Y)

	赤	青	白	黄
赤		942	982	1593
青			1154	1750
白				1354
黄				

表3 主成分得点間の平均ユークリッド距離(Cr)

	赤	青	白	黄
赤		478	2026	1645
青			251	407
白				88
黄				

表4 主成分得点間の平均ユークリッド距離(Cb)

	赤	青	白	黄
赤		613	1412	409
青			593	1435
白				239
黄				

またこのデータから、赤成分が主体の花はCrの方が、青成分が主体の花はCbの方が、同類の花に対する距離が小さく、花分類に効果的であるということを示している。

(3)認識結果

認識実験として、新規入力画像10枚を用いて、YCrCb各成分に対して主成分分析を行い、ユークリッド距離で検索画像との距離を求めた。さらに認識結果上位3位までの花の種類を出し正しいものが含まれるか実験を行った。

この結果、Y成分を用いて認識を行ったとき6/10枚、Cr成分を用いたとき10/10枚、Cb成分を用いたとき9/10枚となり、CrCb成分の方が認識率が高い結果を得た。

5.複数の色分布を持つ花の分類

バラやチューリップには赤色や黄色、青など多数の色がある。このように色が多数ある花に対しては各々の花に対してデータベースに登録する必要がある。

6.おわりに

YCrCb色空間を使用した主成分分析による、花の検索システムを提案した。花の正面画像に対する正規化画像を作り、YCrCb各成分に対する主成分分析を行い、結果を総合評価することによって、花の分類を行うことが可能であることを示した。

一方、花の正面画像で特徴の出にくい壺型の花などに対しては、側面画像の正規化画像を主成分分析したもので認識が可能であると考えられる。

7.参考文献

- [1]齋藤、金子、“自然画像に基づく花画像の自動認識”、電子情報通信学会論文誌 D-II Vol.J88-D-II No.12 pp.2341-2349 2005
- [2]齋藤、金子、“花と葉による野草の自動認識”、電子情報通信学会論文誌 D-II Vol.J84-D-II No.07 pp.1419-1429 2001
- [3] 福田、滝口、有木、“マルチ識別器を用いた画像検索による花図鑑システム”
- [4]酒井幸市、“画像処理とパターン認識入門、基礎からVC#/VC++.NETによるプロジェクト作成まで”、森北出版株式会社
- [5]石村貞夫、石村光次郎、“入門はじめての多変量解析”、東京図書