

画像特徴とインデックスデータによる検索機能を備えた 花画像データベースの構築

岡村知明[†] 精廬幹人[†] 岩崎 雅二郎[‡] Pitoyo Hartono[†] 橋本周司[†]

早稲田大学理工学部[†] 株式会社リコーソフトウェア研究所[‡]

1. はじめに

自然環境下で撮影された花画像を入力として類似画像検索を検索する際、画像から花の領域だけを抽出する必要がある。しかしこれらの画像には通常、葉や土などの背景部分が含まれている。著者らは既に $L^*a^*b^*$ 空間におけるラベリング処理を用いた花領域抽出手法を提案している[1, 2, 3]。本稿は新たに画素の花らしさを学習し、出力結果をパラメータとして加えた花領域抽出手法を提案する。この改良によって、精度の高い花領域抽出処理を目指した。この手法を画像特徴とテキスト情報を検索機能に用いた花画像データベースに実装し、検索実験を行った結果を報告する。

2. 花画像データベースシステムの概要

本システムは花の標本画像とその画像特徴量を収めた画像データベースと、花の名前や花卉の枚数等、花の属性を収めたインデックスデータベースの2つを中心とするものである。まずユーザが検索対象となる花の画像をキーとして入力する。するとシステムはキー画像の特徴量を抽出した後、特徴空間の近い画像をデータベースから選びユーザに結果を表示する。さらに花の咲く季節等のインデックスデータを入力することにより花の種類を絞り込み、ユーザが求める花の情報を提示する。(図1)

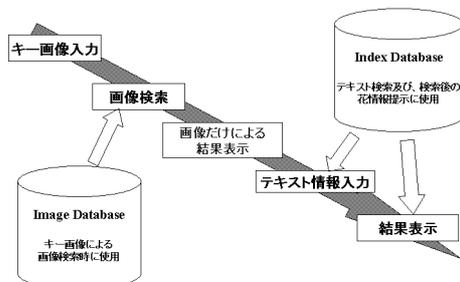


図1 花画像検索システムの流れ

Construction of a flower image database with feature and index-based searching mechanism

[†]Tomoaki Okamura, Mikito Toguro, and Shuji Hashimoto, Department of Applied Physics, Waseda University

[‡]Masajiro Iwasaki, RICOH COMPANY, LTD.

3. 花領域抽出手法

本システムで扱うのは自然環境下で撮影された葉や土などの背景部分を含んだ複雑な画像である。このような画像から花の部分のみを抽出する方法を以下に示す。

3. 1 色ヒストグラムと花らしさの学習

本研究では画像の色情報として人の色感覚に近いとされる $L^*a^*b^*$ 空間を用いた。まず、図2に示すようにあらかじめ花領域を手動で抽出した正解画像を100枚用意する。花領域に含まれる画素と背景に含まれる画素のヒストグラムを作成し、各色について花領域に存在することが多ければその色を“花らしい色”と判断する。このようにして得た約3万データを学習データとして多層型パーセプトロン(MLP)を用いて学習を行った。学習方法はバックプロパゲーション法[4]を用いた。MLPへの入力はある画素の $L^*a^*b^*$ 値であり出力はその画素の“花らしさ”(0:花らしい、1:花らしくない)である。図3は $L^*a^*b^*$ 空間において、 $L=50$ で固定したときの a^*b^* 面上での花らしさの境界図である。白は花らしい画素の領域で、グレーは背景画素の領域である。



図2 元画像と正解画像

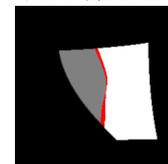


図3 $L^*a^*b^*$ 空間上での識別線

3. 2 ラベリング

上記の MLP により画素の花らしさを判定することは可能であるが、安定に花領域を抽出するために、画像の領域分割を行う。全画素に対してラベリング処理を行うことにより分割する。あるピクセルが画素数Mの隣接ラベル領域に属するか否かを次式で検定する。

$$S = \sqrt{(L_{av} - l)^2 + (A_{av} - a)^2 + (B_{av} - b)^2 + 100 \times (N_{av} - n)^2} \quad (1)$$

$$L_{av} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M L_i \quad A_{av} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M A_i \quad B_{av} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M B_i$$

$$N_{av} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M F(L_i, A_i, B_i) \quad n = F(l, a, b) \quad (0 \leq F \leq 1)$$

Sはピクセルと隣接ラベル領域の間の距離である。(l,a,b)はピクセルの色、(L_i, A_i, B_i)は隣接ラベル領域に含まれる各ピクセルの色である。Fは3.1で学習した花らしさの関数の出力である。Sが閾値以下ならピクセルは隣接ラベル領域に結合される。

3.3 花領域抽出

3.2で分割した各領域の平均色を花らしさの関数に入力することにより花領域を抽出する。図4は領域分割した画像とそこから花領域を抽出した画像である。



図4 領域分割画像と領域抽出画像

4. 領域抽出実験

3.1で用いた100枚の画像について花領域抽出を行った。正解画像と抽出した領域を比較することにより抽出精度を測定した。評価には以下の式を用いた。

$$\text{再現率} = \frac{\text{正解したピクセル数}}{\text{正解画像の花領域のピクセル数}}$$

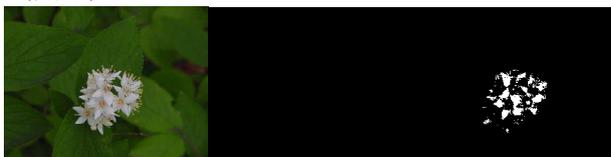
$$\text{適合率} = \frac{\text{正解したピクセル数}}{\text{抽出画像の花領域のピクセル数}}$$

閾値を35にしたときの結果を示す。(表1)

表1 花領域抽出精度の平均の比較

	従来手法[1]	提案手法
再現率(%)	86.61	84.05
適合率(%)	86.72	86.92
再現率の分散	0.0707	0.0366
適合率の分散	0.0434	0.0335

再現率や適合率は従来手法とあまり変わらないが分散については提案手法の方が小さい。これは従来手法では花領域が全く抽出されなかった画像が3枚あったのに対し提案手法ではそのような画像は無く安定して抽出出来たためである。(図5)



元画像 従来手法 提案手法

図5 抽出結果が改善した例

5. 花画像検索実験

本手法を花画像検索サーバ“はなまる”[5]に実装して実際に花画像検索を行った。図6に示す花画像(アカツメクサ)をキーとして類似画像検索を行った結果が図7である。さらにインデックスデータ(開花時期の情報)を入力した結果が図8である。花の候補が絞り込まれてキー画像の花の種類を知ることが出来る。



図6 キー画像

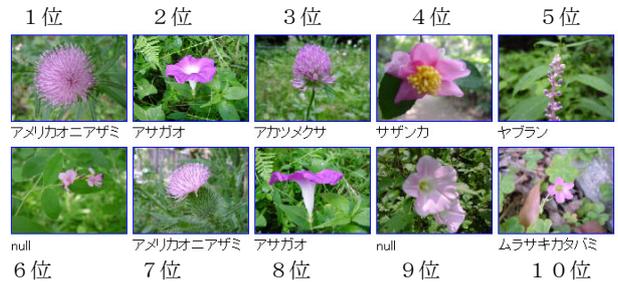


図7 類似画像検索のみの上位10画像



図8 絞り込み後の上位10画像

6. まとめ

自然環境下で撮影された花画像に対して花領域を抽出する手法を提案し、実験により高い抽出精度が得られることを示した。さらにこれを花画像検索サーバに導入して検索実験を行い効果を確認した。今後はデータベースの情報を増やしたときの検索精度を評価したい。

7. 参考文献

- [1] 岡村 知明、精廬幹人、岩崎雅二郎、中村 真吾、青木 義満、橋本周司、“花画像データベースのための花領域抽出手法、” 情報処理学会第65回全国大会、講演論文集(2)、pp. 263-264, Mar. 2003.
- [2] S.Nakamura, M. Sawada, Y. Aoki, P.Hartono, S.Hashimoto, "Flower image database construction and its retrieval," Proceedings of the 7th Korea-Japan joint Workshop On Computer Vision, pp. 37-42, 2001.
- [3] 岡村知明、精廬幹人、中村真吾、青木義満、橋本周司、“画像特徴とインデックスデータによる検索機能を備えた花画像データベースの構築、” 画像電子学会第196回研究会、講演予稿、pp. 29-32, Sep. 2002.
- [4] D. Rumelhart and J. McClelland 1986, "Learning internal representation by error propagation," Parallel Distributed Processing 1, 318-362, MIT Press.
- [5] The Flower Image Database Server "HANAMARU" URL: <http://ultra.shalab.net/r/hanamaru/>