

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 7 日現在

機関番号：12605
 研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2010～2011
 課題番号：22700093
 研究課題名（和文） 類似画像検索のための検索意図を反映したクエリの自動生成
 研究課題名（英文） Grid-Based Query Creation for Interactive Image Search
 研究代表者 堀田 政二 (HOTTA SEIJI)
 東京農工大学・大学院工学研究院・准教授
 研究者番号：90346932

研究成果の概要（和文）：

本研究では、インタラクティブな画像検索を実現するために、ブロック分割と置換えを利用する方法を提案する。この方法により、検索意図を反映した類似検索をユーザが特徴量について熟知することなく直感的に実現できると期待できる。二種類のデータセットを用いた実験により、関連フィードバックと比べて提案手法の方が高い検索精度を達成できることを示す。

研究成果の概要（英文）：

In this study, we propose an image block partition and replacement scheme for interactive image searching. By using this method, we can retrieve desired images without specific knowledge about image features such as edge. Experimental results on two image datasets show that the proposed method outperforms conventional methods.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：メディア情報学・データベース

キーワード：画像検索，ブロック分割，クエリ生成

1. 研究開始当初の背景

個人によるメディア情報の利用が日常化しているに伴い、これらにアクセスするための類似検索の研究が活発に行われている。メディア情報の類似検索を実現する方法は、キーワードによる索引付けに基づく方法と、画像の内容に基づく手法に大別できる。類似検索は多くの Web サービスで実用化されており、これらの検索システムは徐々に検索精度を改善しているものの、必ずしも全ての人に満足のいく結果を出力できるとは限

らない。これは画像中の物体やシーンの変動が大きいことと、ユーザの検索意図を汲み取ることが難しいためである。前者に対しては一般画像認識の研究により大幅な改善が見られるが、後者については Query-by-example (QBE) や関連フィードバック (relevance feedback) が代表的なものとして挙げられる程度である。QBE はユーザによるクエリ画像の提示を行いその特徴量に基づいて検索を行うことで、キーワードよりも直感的な検索を行うものである。

関連フィードバックでは、さらに提示したクエリに対する検索結果に対してユーザにより正解、および不正解のタグ付けを行った後、その結果に基づいてクエリを修正することで検索精度の改善を図る手法である。また、適合性の判断を行わずにフィードバックを行う擬似関連フィードバックも検索精度を向上させるために利用されている。しかし、内容に基づく類似検索の場合、色や形状などの数値で表された特徴量に基づいて検索が行われるため、それらの特徴量の特性や検索システムに利用されている特徴量をユーザが理解していなければ効果的な検索は難しく、ユーザの満足できる結果を得ることは困難である。しかし、特徴量の特性をユーザが把握することは容易でなく、結果として試行錯誤的に検索を行うことになる。

2. 研究の目的

本研究では、ユーザの検索意図を反映した画像検索を実現するために、ブロック分割と置換えを利用する方法を提案する。はじめに検索システムで用いる特徴量に基づいて、ユーザにより与えられたクエリに類似した検索候補を DB 画像から出力する。次に、ユーザが所望するものに似ていると感じた画像を検索候補から選択した後、選択された検索候補とクエリ画像をブロックに分割し、クエリの各ブロックと検索候補のブロックを置換えることで人工的なクエリ画像を作成する。最後に、人工的なクエリ画像から求めた特徴量に基づいて再び類似検索を繰り返す。この方法により、検索意図を反映した類似検索をユーザが特徴量について熟知することなく直感的に実現できると期待できる。これは我々が以前提案したブロック分割に基づく画像認識の技術を画像検索に応用したものであり、二乗誤差以外の非類似度を用いることも可能である。WANG dataset と Caltech101 dataset を用いた実験により、関連フィードバックと比べて提案手法の方が高い検索精度を達成できることを示す。

3. 研究の方法

ユーザが提示した初期クエリ画像を Q とし、 Q から抽出された d 次元特徴ベクトル(カラーヒストグラムなど、検索システムが類似検索に用いる特徴量)を f_q とする。一方、ある DB 画像を X で表し、その特徴ベクトルを f_x とする。ここで、 f_q と f_x の非類似度を $D(f_q, f_x)$ で表す。本研究では、 $D(f_q, f_x)$ が小さい上位 K 枚の DB 画像を検索結果として出力するものとする。この検索結果のうち、ユーザがクエリと類似していると判断した k 枚の DB 画像を X_1, X, \dots, X_k とする。ユーザによる画像選択の後、クエリ画像と選ばれた k 枚の DB 画像を

ブロックに分割する。このブロック分割により Q から n_q 個のブロックが得られたとする。このうち第 i ブロックの d 次元特徴量を q_i とする。一方、 k 枚の DB 画像から総数 n_x のブロックが得られたとして、そのうち第 j ブロックの d 次元特徴量を x_j とする。このブロック分割の後に、 q_i と全ての x_j との非類似度 $D(q_i, x_j)$ を計算し、最近傍となった x_j と q_i を入れ替える。これを全ての q_i に対して行い、ブロックを入れ替えた人工的なクエリ画像 Q_n を作成する。 Q_n はユーザの選択した DB 画像のブロックから作成されたものであるため、ユーザの意図を反映したものになっていると期待できる。最後に、 Q_n から求めた特徴ベクトル f_{q_n} を用いて再び類似検索を行う。これをユーザの所望する画像が見つかるまで繰り返す。なお、選択すべき画像が 0 枚のときはブロック分割を行わず、ユーザが選択するまで他の DB 画像をランダムに提示することとする。

以上を簡単にまとめると、ユーザに提示された初期クエリ画像でデータベース画像(DB画像)に対して検索を行い、検索されたDB画像から初期クエリ画像に似ているものを選択する。次に、選択されたDB画像と初期クエリ画像をブロックに分割し、クエリの各ブロックとDB画像のブロックのうち最も類似したものを置換えることで人工的なクエリ画像を作成し、その画像から求めた特徴量に基づいて再び類似検索を行う。このような選択とクエリの生成、および検索を繰り返すことによって、ユーザが特徴量について気にすることなく直感的に実現できると期待できる。図1に提案手法の概要図を示す。



図1 提案手法の概念図

4. 研究成果

ここではあらかじめクラスラベルが付与されている WANG dataset と Caltech101 dataset の二つのデータセットに対し、関連フィードバックと提案手法の検索精度について比較を行う。さらに、ブロックサイズや非類似度の検索精度への影響も調査する。実験では、ユーザはクエリと同じクラスに属する DB 画像をすべて選択すると仮定し、関連フィードバックと提案手法の両手法におい

て正解、不正解のタグをラベルに基づき自動的につけることにする。なお、検索精度は以下の適合率 (precision) と再現率 (recall) で求めることにする。

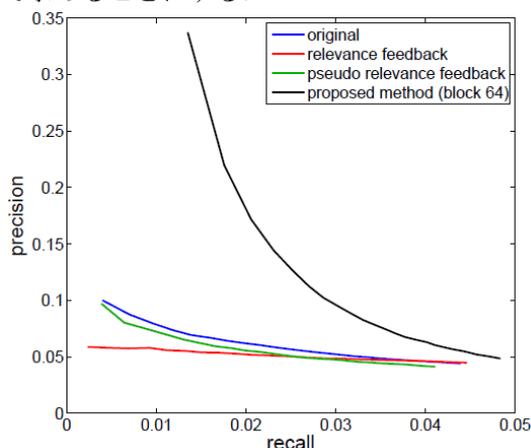


図2 検索精度

図2に、Caltech101というデータセットを用いて、ブロックサイズを64x64ピクセルとした場合の提案手法、関連フィードバック、擬似関連フィードバックの検索精度を示す。関連フィードバックの学習係数は0.1とし、更新は10回行った。図から、提案手法がoriginalよりも高い検索精度を示している一方で、関連フィードバックの検索精度は元よりも悪化しているのがわかる。これは、Caltech101 datasetのように、クラス内の色変動が激しい場合には、関連フィードバックでは検索精度が改善できないことを意味している。擬似関連フィードバックを適用した場合でも、関連フィードバックと同様の原因によりoriginalよりも検索精度は悪化した。一方で、提案手法はブロック置き換えを行っているため、パターンの変動をうまく吸収することができるため、結果として検索精度が向上するものと考えられる。

図3にはユークリッド距離を用いた場合の、各ブロックサイズでの検索精度を示す。図からブロックサイズが大きくなるほど曲線は右上に配置されており、このデータセットに

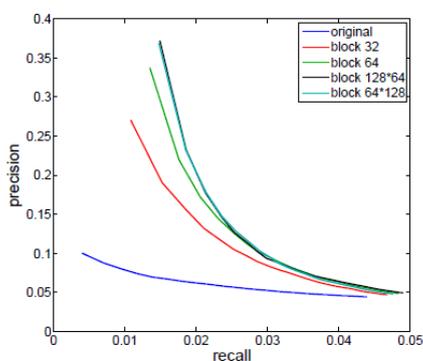


図3 ブロックサイズ毎の検索精度

においてもブロックサイズが大きいくほど検索精度が上昇することが示された。ただし、Kが大きくなるとoriginalとの差は小さくなる。特にブロックサイズが128x64 (64x128)

ピクセルのときには、precisionの下落率がブロックサイズ64よりも大きくなっている。これは、選択されたDB画像はブロック置き換え後に検索しやすくなるが、他の同一クラスに属するDB画像は(色の変動が激しいため)提案手法であっても検索し難いことを意味している。ブロック置き換えの回数を増やせば改善される可能性があるが、これは今後の課題とする。

以上のように、本研究では、ユーザの検索意図を反映した画像検索を実現するために、ブロック分割と置換えを利用する方法を提案した。2種類のデータセットを用いた実験により、関連フィードバックと比べて提案手法の方が高い検索精度を達成できることを示した。さらに、ブロックサイズや利用する非類似度によって検索精度が変化することを確認した。また、ユーザの選択を省略した擬似関連フィードバックの結果との比較から、ブロック分割と置換えは関連フィードバックよりもユーザの意図が反映されやすい手法であることを確認した。今後は複数の特徴量を利用した場合の特徴選択や検索意図をより反映できる非類似度の選択を自動的に行うことが課題である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計3件)

- ① 浅野美香, 堀田政二, ``画像分割を利用したクエリの作成に基づくインタラクティブな画像検索,`` 第17回画像センシングシンポジウム (SSII2011) 論文集, IS2-13, パシフィコ横浜, 6月6日, 2011.
- ② 浅野美香, 堀田政二, ``インタラクティブな画像検索のための画像分割に基づくクエリの作成,`` 信学技報, PRMU, vol.110, no.467, pp.131-134, 産業総合技術研究所, 3月10日, 2011.
- ③ 浅野美香, 堀田政二, ``検索意図を反映したクエリの作成と類似検索,`` 精密工学会・画像応用技術専門委員会サマーセミナー2010, vol.19, pp.21-22, 新潟, 8月27日, 2010.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

堀田 政二 (HOTTA SEIJI)

東京農工大学・大学院工学研究院・准教授

研究者番号：90346932

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし