

SIFT 特徴量と知覚ハッシュを用いた画像の引用判定に関する検討

湯征宇 石沢千佳子 景山陽一
秋田大学

1. はじめに

著作物を使用する際に引用元を明記することが著作権法により定められている[1]。しかしながら、引用元の記載はユーザの判断に委ねられており、過失による記載漏れが問題視されている[2]。

そこで本研究では、PC を用いた文書ファイル作成時に発生する引用元の記載漏れを未然に防止するため、コピーによって作成された文章と画像に関する情報を整理してユーザへ提示する手法の開発を目的とする。これまでに、引用によって作成された文章を、コピー操作、ペースト操作、ならびに文字列間の類似度に着目して検出する処理を提案した[3]。その結果、作成された文章中の引用文と引用元の情報を検出し、ユーザへ提示可能であることを明らかにした。しかしながら、引用された画像については未検討であった。

そこで本稿では、文書ファイル作成時に Web サイトや他のファイルから引用された画像(以降、引用画像)の検出を目的とし、引用元の画像と文書ファイル内で使用されている画像の類似度を、SIFT 特徴量[4]と知覚ハッシュ[5]を用いて算出する方法について検討を加えた。なお、本研究では、Microsoft® Windows®10 の 64bit オペレーティングシステムが搭載された PC を対象とする。

2. 画像の引用元情報提示

本研究で提案する手法は、著作物を使用するユーザが自身の過失を防止するために用いることを想定している。このため、ユーザが実行した PC 操作のログを取得することが可能である。すなわち、ユーザが Web 上または資料内の画像に対してコピー操作を実行して引用したときに、PC 操作のログを用いて引用元画像のデータと引用元情報(URL など)を取得することが可能である。本研究で取得するログを表 1 に示す。

図 1 に画像の引用元情報を提示するまでの流れを示す。本研究では、Web 上または資料内の画

像に対してコピー操作が実行されたときに、当該画像の知覚ハッシュ値と特徴量および引用元情報を取得しハッシュテーブルに蓄積する。また、ユーザの作成ファイルからすべての画像を抽出しそれぞれ引用判定を行う。最後に、使用画像が引用である場合に、その引用元情報をユーザに提示する。本稿では、図 1 内の知覚ハッシュおよび SIFT 特徴量について検討を行う。

3. 画像の引用判定

3.1. SIFT 特徴量を用いたトリミング判定

画像の引用では、コピーされた画像がそのまま、または加工された状態で使用される。そこで、コピーされた画像の一部を切り取って使用した場合(以降、トリミング画像)であっても、引用を検出可能にするため、SIFT 特徴量を用いてトリミング画像であるか否かの判定を行う。具体的には、使用画像に対してスケール不変特徴変換(SIFT)を施し、画像の局所特徴点(SIFT 特徴点)を検出する。次に、使用画像と引用元画像から取得されたそれぞれの SIFT 特徴量に対して、

表 1 各ログにおいて取得される情報

ログの種類	取得される情報
アクティブウィンドウログ	<ul style="list-style-type: none"> 操作した時刻(ログ取得からの時間) アクティブウィンドウのハンドル アクティブウィンドウのタイトル アクティブウィンドウのクラス
クリップボードログ	<ul style="list-style-type: none"> コピーした画像のハンドル コピーした時刻

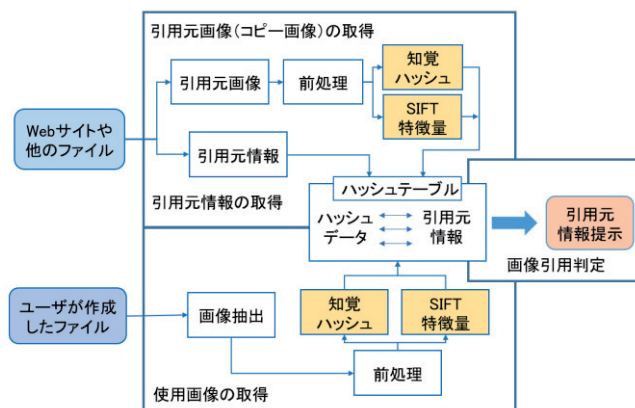


図 1 画像の引用元情報を提示するまでの流れ

K近傍法によるマッチングを行い、使用画像がトリミング画像であるか否かの判定を行う。

3.2. 知覚ハッシュを用いた画像の類似度検出

コピーされた画像には、トリミング処理以外の様々な加工が施される。そこで、本研究では人間の感性に近い類似画像判定が可能な知覚ハッシュアルゴリズムを用いて、画像の引用判定を行う。知覚ハッシュアルゴリズムは、画像が知覚的に似ている場合に近似的な値を生成する。本研究では、画像を極座標変換後、各隣接列の平均輝度値を比較することで画像の構造的な特徴から知覚ハッシュ値を算出する(以降、提案手法)。提案手法の流れを図2に示す。

4. 画像の類似度算出実験

4.1. 実験の概要

本稿では、提案手法の有用性を検証するため、次の3種類の代表的な知覚ハッシュアルゴリズム[5]を用いて行われた画像類似度の算出結果と比較する。

- (1) aHash: 画像の各エリアの輝度値と画像全体の輝度値の平均からハッシュ値を算出する。
- (2) dHash: 画像の各エリアの輝度値と隣接エリアの輝度値からハッシュ値を算出する。
- (3) pHash: 画像を周波数成分に分解し、低周波成分の行列からハッシュ値を算出する。

4.2. 使用データ

オープンデータベースから取得した動物や車などが写っている画像を10,000枚用意して、それぞれの加工画像を作成し、実験に用いた。用いた加工処理は、文字追加、ガンマ補正、ノイズ付加、サイズ変更、および回転の5種類であり、加工処理を施していない画像と合わせて60,000枚の画像を用いた。

4.3. 画像類似度の算出方法

画像類似度の算出式を式(1)に示す。式(1)内のsは画像類似度、dは知覚ハッシュ値間のハミング距離、nは知覚ハッシュ値のビット長である。算出される画像類似度は、1に近いほど画像間の類似度が高いことを表す。

$$s = 1 - d/n \quad (1)$$

5. 実験結果および考察

提案手法と3種類の知覚ハッシュアルゴリズムによる画像類似度の平均値を表2に示す。回転された画像を除き、元画像と加工画像の画像類似度が全手法において高く、1.00に近い結果が得られていることがわかる。

一方、画像が回転された場合においては、3種類の知覚ハッシュアルゴリズムの類似度が0.60程度である。これに対し、提案手法の類似度が0.98であり、高い結果が得られた。この理由は、

極座標変換処理を加えることによって、画像の回転は極座標系のY軸方向への移動として表され、各列の構造的な特徴が変わらないためであると考える。

以上の結果は、知覚ハッシュに基づく画像類似度が画像の引用を判定可能であること、および提案手法は画像を回転加工した場合へも対応可能であることを示唆している。

6. まとめ

提案手法を用いた画像類似度は、文書ファイル作成時に画像をそのまま、または加工して使用する場合の画像の引用判定に有用であることを明らかにした。

今後は、SIFT特徴量を用いたトリミング画像判定の有用性について検討を加える予定である。

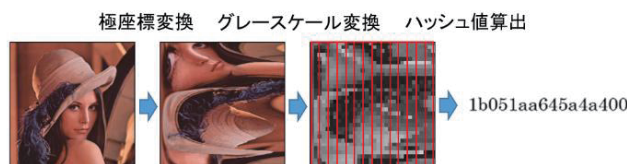


図2 提案手法における知覚ハッシュ値算出の流れ

表2 画像類似度の算出結果(平均値)

加工画像の種類	aHash	dHash	pHash	提案手法
文字追加	0.98	0.98	0.97	0.99
ガンマ補正	0.98	0.98	0.97	1.00
ノイズ付加	0.95	0.85	0.86	0.99
サイズ変更	1.00	0.98	1.00	0.99
回転	0.68	0.64	0.58	0.98

※赤字: 各手法における算出結果(平均値)の最大値

参考文献

- [1] 文化庁: http://www.bunka.go.jp/seisaku/chosakuken/seidokaisetsu/gaiyo/chosakubutsu_jiyu.html (アクセス日:2023年1月8日)
- [2] 文部科学省: 文部科学省の予算の配分又は措置により行われる研究活動において特定不正行為が認定された事案(一覧) https://www.mext.go.jp/a_menu/jinzai/fusei/1360847.html (アクセス日:2023年1月8日)
- [3] C. Ishizawa, M. Toshima, Y. Kageyama and M. Nishida: Detection Method to Prevent Reference Omissions Using Logs of Text Inserted by Copy-and-Paste Operations, International Journal of the Society of Materials Engineering for Resources, Vol.23, No.1, pp.98-104 (2018)
- [4] Lowe, D. G.: Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints, International Journal of Computer Vision, Vol. 60, No. 2, pp.91-110 (2004)
- [5] M. Schneider and S.F. Chang: "A robust content based digital signature for image authentication", IEEE International Conference on Image Processing (ICIP'96), pp.227-230 (1996)