

令和元年6月6日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2015～2018

課題番号：15K00156

研究課題名（和文）画像が内包する類似性・相似性に基づく構造記述子とその応用

研究課題名（英文）In-image similarity-based image structure descriptor and its applications

研究代表者

藤吉 正明 (Fujiyoshi, Masaaki)

首都大学東京・学術情報基盤センター・准教授

研究者番号：20336522

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：画像内で同じあるいは似た部分同士を抽出し、それらの位置関係などを画像の特徴量として用いることで、画像内の構造を特徴づける構造記述子を生成することを目的に研究を遂行した。類似性あるいは相似性を計算する方法が従来から複数存在し、本研究に適した方法を検討したが、画像の大きさや内容によって一意には定まらなかった。また、計算量が膨大になるため、従来複数ある特徴点抽出法を用いて特徴点をあらかじめ抽出し、それらの間で類似性を計算する方法を模索した。特徴点抽出法と類似性計算法との組み合わせも、条件によって適した方法が変化した。特徴点を用いた関連研究として、写真の構図を自動推定する方法を検討し、成果を公表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

目標とした構造記述子は、画像の不正編集検出などに有用であると考えられる。一方、研究遂行中に着想を得、関連研究として成果を公表した。風景写真構図の自動推定は、大量のデジタル写真を日々撮影し、データを蓄積する現在、保存あるいは共有などするに値する好ましい写真を自動的に選別する一助となり、利用者の負担を軽減する。従来、顔写真を対象とした技術しかなかったが、その範囲を風景にも広げている。

研究成果の概要（英文）：This study aimed at developing the image structure descriptor based on relations among similar areas in single image. First, several techniques for computing the similarity between two image pieces were investigated by applying techniques to various images. Unfortunately, the best technique for this study has not been decided because the techniques varied in the performance due to the size and content of images. Computing the similarities between any areas requires a huge computational cost, even if areas are in single image. Then, the similarities were calculated between feature points taken out by several techniques. Again, the best technique combination could not be figured out because the same reason. Besides these results, a method for automatic classification of photography composition has developed based on the results, and the method has been published.

研究分野：画像処理

キーワード：類似性

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

画像は一般に、その内部に類似性もしくは相似性を有することが知られている。この性質は、例えば非局所平均に基づく雑音除去や画像圧縮などに応用されている。これは、画像ブロック群と個々のブロックに対応する写像関数群とで画像全体を表現できることを示している。一方、人間は対象物の知覚において、対象物の構造に着目することが知られている。この性質は、例えば画像分類や画像検索などに応用されている。このことから、画像の局所特徴でも大局特徴でもない、画像構造を表す新たな特徴量とそれを記述する記述子とが望まれており、現在、局所特徴と大局特徴との統合が検討されている。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、画像が内包する類似性・相似性に基づく新たな画像特徴量および画像構造記述子の検討と、その実用的応用での有効性の検討とにある。画像から算出した特徴量は、分類・検索などのデータベース系応用、幾何補正、動物体検出、三次元空間再構築( structure from motion )などのビジョン系応用だけでなく、認証・不正複製検出・改ざん検出・視覚的暗号化などのセキュリティ系応用にも重要である。現在、第三世代の画像特徴量として、局所特徴量を用いた大局特徴表現、すなわち異なる特徴量の統合が検討されている。本研究では、大局特徴・局所特徴という従来の分類によらない新たな統合的画像特徴量とそれに基づく画像構造記述子とを検討し、実用的応用例を開発する。

本研究の第一の目標は、類似もしくは相似する画像ブロック対を複数用いた、画像特徴量を構築することにある。次の目標は、その結果を踏まえ、特徴量を考察し、複数の画像ブロック対の相対的關係に基づく、画像の構造記述子を提案することにある。第三の目標は、画像特徴量を用いる画像処理応用において、提案する特徴量および記述子の有効性を評価すると共に、用途に応じた特徴量および記述子の多様化を実現することである。すなわち、本研究を通して、種々の画像処理における非局所特徴の意味や解釈を深めたい。

### 3. 研究の方法

まず、非局所特徴に基づく特徴量の抽出を実施し、いくつかの応用でその特徴量の有効性を検証する。画像ブロック間の絶対誤差和や自乗誤差和などの比較的単純な尺度に基づく非局所特徴を起点とし、画像ブロック間の定数画素値加減算やアフィン変換などの複雑な尺度に基づく非局所特徴まで検討する。これら幾種類かの非局所特徴に対してそれぞれ画像特徴量を抽出するが、特徴に応じて抽出する特徴量の次元や値の範囲などを調整する必要も念頭においている。

以上の過程によって抽出される特徴量に対する理論的考察の後、いくつかの応用に対する計算機によるシミュレーション実験によって、その正当性を評価する。特に画像内のブロック間の關係を表す特徴量に基づき、画像間の關係をどの程度の精度で表現できるかという点が、本研究において本質的に重要である。この評価に基づき特徴量をさらに精査する必要があると考えている。これらの成果が、この後の研究遂行のための基礎データとなる。

その後は最初の検討の結果を踏まえ、特徴量の洗練と共に特徴量に基づく画像構造記述子を構築する。非局所特徴に基づく画像特徴量に関して、さらに詳細な検討を進める。これは、次に述べる画像構造記述子の構築のためにも必要不可欠であり、また、画像構造記述子の検討の結果を踏まえ再度検討するよう、循環的に遂行する。

画像から抽出される特徴量は一般に、画像に応じて特徴点数が異なる。このため、画像間で特徴点のすべての組み合わせを評価するなどの処理が必要となる。本研究で検討する画像特徴量についても、類似・相似な画像ブロック対の個数が画像に応じて異なる可能性があり、従来の特徴量同様、対応点の全探索が必要になることが予想される。そこで、画像ブロック対の相対關係に基づき、例えばグラフや Locality Sensitive Hashing (LSH) などによって画像構造を表現する記述子を検討する。この記述子によって、画像特徴量がいわゆる正規化され、記述子同士の比較によって画像間の關係を見いだすことが可能になると考えている。このことは、画像検索などの応用における処理効率を向上させる。特に、世界中で昼夜を問わず画像が生成される、いわゆるビッグデータを取り扱う現代において、このような処理効率の向上は必須であり、実用上極めて有意義な検討であると考えている。実用的な応用でそれらの有効性を検証すると共に、応用に即した多様化も検討する。

上述の検討を経た画像特徴量および画像構造記述子の有効性を計算機シミュレーションによって評価する。画像検索、画像分類などのデータベース系応用、対応点探索、幾何補正などのビジョン系応用、改ざん検出、不正複製検出などのセキュリティ系応用において評価する。用途に応じて、画像特徴量や画像構造記述子に対する要求が異なるため、応用に即した多様化も検討する。

### 4. 研究成果

まず、画像内の相似性や類似性を検出する必要があり、画像を小領域(ブロック)に分割し、そのブロックと類似する領域を画像全体から探索する全探索法をはじめ、複数の既存手法について検討した。検討の結果、従来研究で明らかになっている一定の傾向が概ね得られた一方、画像、ブロックの大きさ、画像内の明るさや色の变化度合いの頻繁さなどに基づく複雑度など

によっては、従来述べられていた結果とは異なる結果も生じた。これらの検討によって一定の知見を得られたと考えられる。画像内のすべての領域を対象に、相似・類似する領域を画像中から探索することは無駄も多い。そこで、次に、画像において特徴的な点（画像特徴点）を含む領域を対象に、類似・相似する領域を画像中から探索することを検討した。画像特徴点を抽出し画像特徴量を得る既存の手法である SIFT や AKAZE などを対象に、画像特徴点の抽出とその後の類似・相似領域探索との関係を検討した。画像特徴点は必ずしも類似・相似領域の探索のために抽出されるわけではないため、画像と画像特徴量との組み合わせによって、一定の結果を得られるわけではなかった。なお、この画像特徴量を用いて、写真画像の構図を自動的に判定する関連研究を実施し、研究成果を国内会議論文 1 編として公表している。この点において、新たな研究の方向性について感触を得ている。また、関連研究調査において、グラフ分割を用いて画像内の繰り返しパターンを抽出する手法の存在を知り、応用を試みたものの、エフォートを十分に確保することができず、実験の途中で研究期間が満了した。この点に関しては、研究遂行の知見は得られたものの、十分な成果を期間内にあげることができていない。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

・楊 雨晨、藤吉正明、高間康史：“好ましい写真の選択に向けた風景写真を対象とする構図自動推定法”、映像情報メディア学会技術報告、42 巻 6 号、pp.77-80、査読なし、2018 年。

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号 (8 桁)：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。