

画像処理による 小袖屏風の模様検出 方向別共起ヒストグラムの活用

Pattern Detection on Kosode Byobu by Image Processing:
Utilization of Directional Co-Occurrence Histogram

中島慶人

NAKAJIMA Chikahito

①はじめに

②小袖屏風の特徴と模様検出での技術課題

③画像処理による小袖屏風からの模様検出

④小袖と背景からの模様検出

⑤おわりに

【論文要旨】

桃山から江戸時代の女性が実際に着ていた小袖を、屏風に張り付けて保存した小袖屏風コレクションが国立民俗歴史博物館に数多く所蔵されている。本コレクションは美術品としての価値だけでなく、近世の染織や服飾の技術あるいは技能を知る上で重要な情報源となる貴重な資料である。さらに、他に類をみない小袖屏風の特異な形態は、近世の素材を活用した近代の造形としての側面を有していることから、屏風作成の動機や経緯だけでなく、造形の詳細を明らかにすることも望まれている。そこで、本報告では小袖屏風研究の一環として、小袖屏風を高精細カメラで撮影した画像から模様を検出する画像処理を提案し、得られた解析結果を報告する。

本報告では、はじめに小袖屏風を概説し、小袖屏風から模様を検出することが画像処理として難しい技術課題であることを示す。その課題に対し、「小袖屏風を撮影した画像の中で出現頻度が低い部分」が模様であるとの処理方針を立て、模様を検出する画像処理を提案した。本方針に従い提案した画像処理を使い、小袖の模様やシミ、あるいは屏風の金箔の重なりや着物掛けの模様などが検出できたことを示す。

特に、小袖の背景が金箔地であるか金砂子地であるかを、本画像処理で容易に区別ができたことを示す。小袖屏風102隻を撮影した画像に、提案した画像処理を使い区別したところ、全枚数の約85%が金箔であることが確認できた。さらに、少数派の金砂子地の小袖屏風では、本画像処理により金砂子地の劣化状態も確認できること、小袖屏風の金砂子地を数値化することで、時間的な経年劣化にともなう変化を客観的なデータとして記録できることも示している。

【キーワード】 小袖屏風, 着物, 模様検出, 共起ヒストグラム, 画像処理

①……………はじめに

桃山から江戸時代の女性が実際に着ていた小袖を、屏風に張り付けて保存した小袖屏風コレクションが国立民俗歴史博物館に数多く所蔵されている。この小袖屏風は、状態が芳しくない小袖の保存と鑑賞を両立させるため、昭和初期に野村正治郎によって考案されたものである [1]。本コレクションは美術品としての価値だけでなく、近世の染織史ならびに服飾史の観点からも、当時の技術や技能を知る上で重要な情報源となる貴重な資料である [1] [2]。さらに、他に類をみない小袖屏風の特異な形態は、近世の素材を活用した近代の造形としての側面を有していることから、屏風作成の動機や経緯だけでなく、その造形に関する詳細を明らかにすることが望まれている [1]。

小袖屏風コレクションは博物館内に大切に保存されているため、小袖屏風の詳細な調査を頻繁に実施することができない。そのため、本コレクションを高精細なカメラで撮影し、それらの画像の解析を通して、小袖屏風がもつ様々な情報を取り出す技術の開発が必要となっている。そこで、我々は「歴史資料デジタルアーカイブを用いた知的構造の創生に関する研究」を立ち上げ、小袖屏風を高精細カメラで撮影し、画像を解析する様々な技術を開発した [5] [6] [7] [8]。本コレクションの撮影画像を用いた調査では、繊維レベルでのミクロな観点と、個々の模様の類似性、小袖の全体的な配色、屏風内での小袖の配置さらには屏風自体の造形を調査する等のマクロな観点からの解析が必要である。そこで、本稿では小袖屏風を撮影した画像から、マクロな観点での解析を支援するため、小袖屏風から模様を検出する画像処理の検討結果を報告する。

本稿で取りあげる小袖屏風は、デザインとしての「見た目の印象」を第一に作成されている [2]。そのため、小袖屏風の模様検出は「印象」を議論する必要がある、人の視覚特性とも深く関連する定量化が困難な課題である。例えば、錯視現象として知られているルビンの壺は、図が壺とも2つの顔とも見なせる曖昧性が存在する。小袖屏風からの模様の検出は、同様の視覚の曖昧性を含む問題に直面する困難な研究題材である。そのような題材に対し、信号処理で使用している情報量の視点を取り入れた画像解析方式で、様々な模様の検出を試みた結果を本稿に示す。

以降、2章では研究題材とした小袖屏風の特性と模様検出における技術的な課題を示す。3章では小袖屏風の模様を、方向別共起ヒストグラムによる画像処理で検出する方式を示す。4章では画像処理を使い模様の検出結果例を示した後、小袖の背景となっている金の下地から模様を検出し、その検出結果から小袖屏風の下地を2種類に分類できることを示す。5章で本報告の内容をまとめる。

②……………小袖屏風の特徴と模様検出での技術課題

2.1 小袖屏風の特徴

小袖屏風は実際に使用していた着物を、模様の意図や構図を考慮しつつ、美しさが際立つような配置で金屏風に張り付けたものである。図1に小袖屏風の一例として「南天菊薔草紙模様小袖」屏風を示す。本小袖には、菊と南天を背景に2冊の書物（草紙）が刺繍され、表紙部分に詩が多彩な



図1 小袖屏風の一例：「南天菊薔草紙模様小袖」屏風

色で刺繍されている。江戸中期以降に愛好された文字の内容と視覚効果を組み合わせたデザインである [2]。着用時あるいは収納時に付いたと思われるシミなども見て取れる。金箔あるいは金砂子を背景とした屏風に仕立て上げられた小袖は、いずれも複雑な刺繍や染色による模様で構成されている。

これらは美術品としてだけでなく、小袖を作成した時代の技術を示すとともに、繊維や染料の進歩、服飾技術として伝承されてきた知恵を知る上でも貴重なコレクションである。また、小袖屏風の制作に関する資料として、昭和7年に出願された特許は残っているが、その他の資料はほとんど残っておらず、いつ制作に向けた検討がはじまり、いつ小袖屏風として完成にいたったのかは不明な状況である [1]。小袖屏風の解析では、小袖の生地、模様、デザインや屏風構成さらには小袖が作成された時代などの観点や、江戸時代の素材を用いた屏風制作方法や屏風制作時期などの観点からの検討が必要である。しかし、いずれも内容が非常に多岐にわたるため、以降、本稿では小袖と屏風を区別することなく、画像処理を用いて小袖屏風から模様を検出する議論に話題を限定する。

2.2 模様検出の技術的な課題

着物の模様は、唐織のように織物段階でつけられる模様や、刺繍あるいは染色で形作られる模様など、様々な模様の種類がある。例えば、染色による模様では、絞り染、鹿の子絞り、友禅染などの技法が使われている。刺繍では、豪華に見せるときに使う駒詰め、花・鳥・葉などの模様作成に使う平縫など、こちらも多くの技法が使われている。いずれも、人に多様な視覚的印象を与えるために、時間をかけて考案されてきた技術とみなすことができる。一方、小袖の背景となっている金色の部分には、金箔や金砂子を自在に扱える熟練した職人の技により仕上げられている。

表1 模様検出を困難にしている理由の一端

分類	主な内容
定義	・模様を一意的に定義することが難しい。 何を模様とみなすかは、何を調査したいかに依存する。例えば、小袖の刺繍による模様を調べたいのか、小袖背景の金箔の張り方等を調べたいのかにより、模様の定義が変化する。
模様の境界	・染色などでは模様の境界が不明瞭である。 ・生地と類似色の糸で、意図的に見えにくい模様を刺繍している。 ・小袖生地と刺繍の組み合わせで模様を形成しており、模様として生地と刺繍を分離できない。 ・複数の刺繍の重なりで模様を形成する部分は、どこまでを一つの模様とすべきか基準を決めにくい。
解釈の多義性	・近くで見ると模様だが、小袖として見ると大きな模様の背景に見える。 ・見方により模様にも背景の一部にもなる。
劣化	・シミや変色、退色、脱色が模様のように見える。一方で着物の経年劣化を研究している人にとっては、退色、脱色が検出すべき模様となる。

屏風に仕立て上げられた小袖は、いずれも職人の多大な労力と技が注ぎ込まれた作品である。そのため、小袖の生地に織り込まれた模様や染色ならびに刺繍による模様が複雑に絡み合い、個々の模様を明確に定義し、分離することが難しい状態である。さらに、屏風に仕立てられた小袖は、いずれも桃山から江戸時代に使われていたものであり、着ていた時についたシミ、あるいは経年劣化による変色やムラなどを、人為的な模様と区別する必要がある。このような小袖屏風から模様を検出することを困難にしている理由の一端を表1に示す。表1に示すように、小袖屏風から模様を検出する画像処理を実現するには、それらの課題に対応する解決策を考案する必要がある。ただし、個々の課題ごとに対応した模様検出用の画像処理を開発していたのでは多大な時間と労力がかかるため、一つの画像処理が様々な模様の検出に活用できることが望ましい。

③……………画像処理による小袖屏風からの模様検出

本章では、小袖屏風から模様を検出するための画像処理方式を説明する。ただし、前章で述べたように、模様を明確に定義することが困難なため、模様とは「小袖屏風を撮影した画像の中で出現頻度が低い部分」とする処理方針を立て、模様の汎用的な検出方式を提案するものである。出現頻度の計算には、テキスト解析等で利用されている画素値の濃度共起を参考にした方向別共起ヒストグラムを活用する。

3.1 画素値の濃度共起

画像内での2点の画素値 i と j を対にした (i, j) の出現度数を画像全体で記録したものを、本稿では共起ヒストグラムと呼ぶことにする。2画素値対の共起ヒストグラム作成には、画素値が i である着目点 (x, y) から、横に定数 C_K 画素、縦に定数 C_L 画素だけ離れた点 $(x+C_K, y+C_L)$ の画素値 j の対 (i, j) の出現度数を集計する。以降、画像上の2画素値 i と j の対で作成した共起ヒストグラムを $H(i, j)$ で表現する。元画像上の画素値を、対応する共起ヒストグラム H の値で置換した画像を共起度数画像 [3] [4] と呼ぶ。この共起ヒストグラムならびに共起度数画像を、画像処理の特徴抽出フィルタとして活用する提案がなされている。

ただし、2画素値対の共起ヒストグラムは1階微分までの特性を反映できるが、2階微分あるいは高階微分が必要な特徴検出には不向きである。そこで、2画素値対の共起ヒストグラムを方向別に集計し、それらの集計結果を使い、模様を細部まで検出するフィルタ [8] の活用を筆者は提案している。次節で、そのフィルタとして方向別共起ヒストグラムを説明する。

3.2 方向別共起ヒストグラムによる模様検出

方向別共起ヒストグラムを用いた模様検出は、下記の3ステップで成り立っている。

(1) 方向別共起ヒストグラムの作成

初めに、2画素値を対とした共起ヒストグラムを、8方向に対して個別に求める。2画素値の対を決める (C_K, C_L) は、簡略化して $\{(d,0), (d,d), (0,d), (-d,d), (-d,0), (-d,-d), (0,-d), (d,-d)\}$ の8方向とする。ここで、 d は利用者が与える定数である。以降、標記を簡略化するため8方向に対し個別に集計した共起ヒストグラムを H_θ , $\theta = 0, \dots, 7$ で示す。 H_θ の要素を出現確率 P_θ で表現したものを

$$P_\theta(i, j | d) = \frac{H_\theta(i, j | d)}{\sum_i \sum_j H_\theta(i, j | d)}$$

とする。

(2) 情報量の計測

次に、方向別に算出した共起ヒストグラムから出現確率を計算し、方向別の情報量として

$$HP_\theta(i, j | d) = -\log P_\theta(i, j | d)$$

を求める。ここで θ は方向を示し $\theta = 0, \dots, 7$ であり、 i と j は、点 (x, y) の画素値 i と点 (x, y) から指定方向に (C_K, C_L) だけ離れた点の画素値 j である。共起ヒストグラムから共起度数画像を作成する方法と同様に、情報量 HP_θ から得られる方向別の画像 K_θ を

$$K_\theta(x, y | d) \Leftarrow HP_\theta(i, j | d)$$

として作成する。ここで記号「 \Leftarrow 」は、元画像上の画素値を、対応する2画素値対の情報量 HP_θ の

値に置換する処理を示すものとする。画像 K_θ の可視化では、 K_θ の値を 0 ～ 255 の範囲に正規化し表示するものとする。

その後、画像 $K_0 \sim K_7$ の積算、加算、最大値、最小値、最大値と最小値の差により、出現頻度の低い部分を強調する。各強調計算を式 (1) から式 (5) に示す。

$$T_p(x, y) = \prod_{k=0}^7 K_k(x, y|d) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$T_s(x, y) = \sum_{k=0}^7 K_k(x, y|d) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$T_{max}(x, y) = \max_{k=0,7} K_k(x, y|d) \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$T_{min}(x, y) = \min_{k=0,7} K_k(x, y|d) \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$T_{dif}(x, y) = T_{max}(x, y) - T_{min}(x, y) \quad \dots\dots\dots (5)$$

以降、式 (1) から式 (5) の結果を可視化した画像を計測画像と呼び、それぞれ積算値画像 T_p 、加算値画像 T_s 、最大値画像 T_{max} 、最小値画像 T_{min} 、差異画像 T_{dif} と呼ぶことにする。処理結果を可視化した各計測画像は、出現頻度の高い部分が暗く、出現頻度の低い部分が明るく表示されている。一般に、積算値画像 T_p と加算値画像 T_s とともにエッジを最も強調する結果となる。また、積算値画像 T_p よりも加算値画像 T_s の強調度合いが相対的に強くなるため、可視化すると加算値画像 T_s の方で図形や模様内部が明るく表示される。本稿では、上記処理で得られる 5 種類の計測画像を、方向別共起ヒストグラムによる処理結果とみなす。

一例として、上記処理を図 1 に示す小袖屏風の撮影画像に適用した結果を図 2 に示す。図 2b の積算値画像では、比較的大きな模様の輪郭が強調できている。図 2c の加算値画像では、模様輪郭だけでなく輪郭内部も強調できているとともに、小袖の背景になっている金箔のつなぎ目や小袖のシミ部分などを強調できている。図 2d の最大値画像では、金箔のつなぎ目や小袖の生地 of の小さな模様がより強調されている。逆に、図 2e の最小値画像では、金箔のつなぎ目が最も目立たなくなっている。図 2f の差分画像では、画像内特徴の輪郭が強調されており、金箔のつなぎ目や小袖の生地 of の小さな模様が抽出されている。

上記の提案方式は、撮影画像をグレーに変換し、計測に用いる画素間の距離 d を 1 とした結果である。本方式では注目している点 (x, y) の画像値 i と、その上下左右斜めに 1 画素あるいは $\sqrt{2}d$ 画素だけ離れた 8 方向の画素値 j を使用している。抽出したい模様が微細なものであれば d の値を小さくする必要があるが、無地の中に存在する大柄な模様を抽出する場合は d の値を大きくすることができる。なお、本稿では高解像 (縦横約 1 万 5 千 × 2 万画素) の画像を縮小して利用していることから、模様の抽出はいずれも d を 1 とした実験結果である。

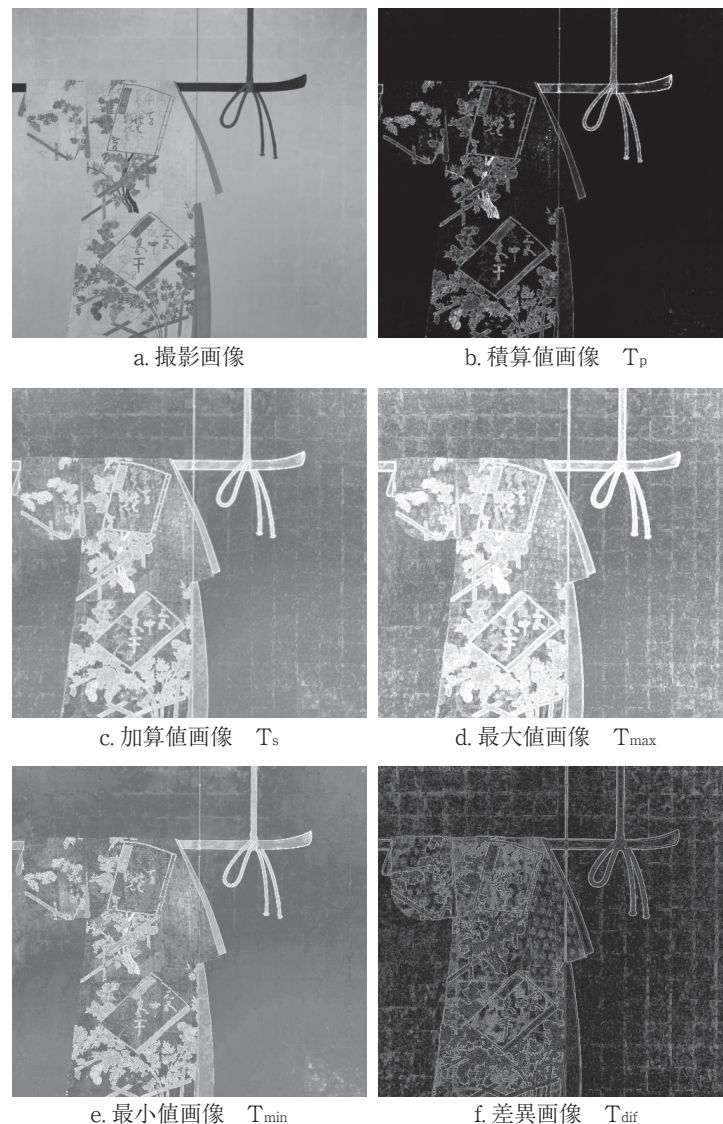


図2 提案方式を「南天菊薔草紙模様小袖」屏風(図1)へ適用した結果

(3) 閾値による模様検出

最後に、上記処理で得られた画像内の明るい部分（元画像内で出現頻度が低い部分に相当）を、画像の輝度値を用いた閾値処理で模様を検出する。ただし、本閾値は利用者が検出したい模様に適した閾値を設定するものとする。なお、以降で示す模様の検出結果は、上述の方向別共起ヒストグラムで処理した画像に対し、利用者が輝度の閾値を0～1の範囲で指定し、その値を画素値（0から255）に換算して検出したものである。

図2に示した画像処理結果を使い、閾値処理を説明する。図2に示した式(1)から式(5)の計測画像 T_p , T_s , T_{max} , T_{min} , T_{dif} に対し、閾値を0から1まで変化させて検出できる画素数の合計数の変化を図3に示す。図3のグラフは、各計測画像の画素数を示している。図3のグラフでは、いずれもある時点で検出画素数の急激な低下がみられる。これらの急激な低下は小袖屏風の金地部分が

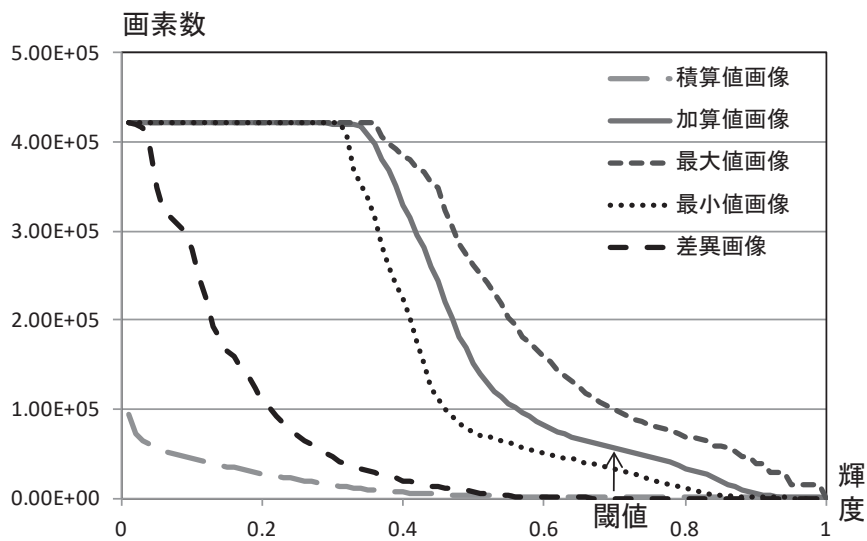


図3 各計測画像での閾値による検出画素数の推移



図4 各計測画像での閾値による検出画素

模様検出から排除される領域を示している。提案方式の利用にあたっては、図3に示すような計測画像と閾値の関係を考慮しながら、目的とする模様を検出できる閾値を探す必要がある。

模様の輪郭だけでなく輪郭内部も強調できている加算値画像（図2c）に対し、輝度の閾値を0.7として画像内の明るい部分を検出し、検出部分に元画像を重ねた結果を図4に示す。図4では、小袖内の大きな模様などを検出できていることが分かる。なお、図3内のグラフの矢印の位置が、今回の実験で選定した加算値画像に対し設定した閾値0.7を示している。

④……………小袖と背景からの模様検出

今回の研究で撮影した小袖屏風 102 隻に対し、上記の画像処理を適用した結果の概要を本章に示す。ただし、小袖屏風を撮影した元画像のサイズが、縦横約 1 万 5 千×2 万画素と大きいため、実験では縦横を 25 分の 1 のサイズまで Bilinear で縮小した画像を利用した。実験条件は、3 章で示した計測事例の紹介時と同様、方向別共起ヒストグラムの算出に用いる画像はグレーに変換した小袖屏風画像とし、計測に用いる画素間の距離 d は 1 とした。最終的な模様検出は、検出したい模様が顕著に表れている計測画像に対し閾値を決定し、閾値は 0～1 の範囲で指定するものとした。

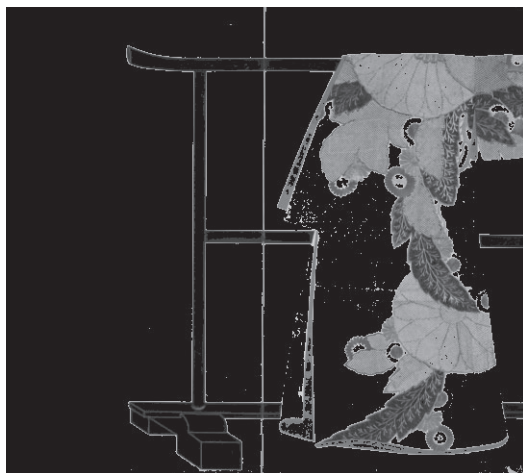
4.1 小袖の模様検出

「菊模様小袖」、「山吹枝折戸模様小袖」と「松藤模様小袖」の 3 種類の屏風から、提案した画像処理で模様を検出した結果を図 5 に示す。いずれも図 1 の「南天菊薔草紙模様小袖」屏風と見た目の構図が似ていることから、図 1 の模様検出と同様に、加算値画像に対し閾値 0.7 を適用した。模様として検出した部分に元画像を重ねた結果が図 5 の右側の「模様検出結果」である。本閾値による検出結果は、生地と同色の糸で刺繍されている模様の一部が欠けているが、大きな模様をおおむね検出する結果となっている。

次に、小袖全体に模様が見られる江戸前期に作成された図 6 a の「斜格子菊吉祥文模様腰巻」を張り付けている屏風に、提案した画像処理を適用した結果を示す。図 6 a の小袖は、刺繍と絞り染めによる大小の模様で着物が全て埋め尽くされている。着物だけでなく、金屏風に着物掛けとして張り込まれている部分にまで細かな模様が描かれている。模様が入っていないように見える部分は、金箔部分と一部見えている着物の内側部分だけである。着物全てが模様で埋め尽くされているとも、小さな模様が大きな模様の背景であるとも解釈できる作品である。

図 6 a の屏風に画像処理を適用して得た加算値画像に対し、閾値 0.62 として模様検出を行った結果が図 6 b である。模様の入っている部分として、小袖全体をほぼ全て検出する結果となった。さらに、着物掛けに描かれている模様を検出する実験として、着物掛けの模様を最も強調した積算値画像に対し、閾値 0.08 として模様検出を行った結果が図 6 c と図 6 d である。図 6 c は模様として検出した部分を白色で示しており、図 6 d は検出した部分に元の画像を埋め込んだ画像を示している。処理結果の加算値画像ならびに積算値画像を用いて、着物掛けに描かれている模様を検出できている様子が分かる。

比較のため広く活用されている判別分析に基づく画像の 2 値化 [9] 例を図 7 左に示す。図 7 右は、2 値化の閾値を局所領域ごとに決定する汎用的な模様検出 [10] の結果だが、多くの模様が欠落していることが分かる。小袖の研究では、何を背景とし、どのような模様を抽出すべきかが研究内容により異なるため、機械的な観点からの 2 値化のみでは対応が難しい。図 7 の結果に比べ、提案方式の図 6 b、図 6 c、図 6 d の結果は、裕度のある模様検出を可能にしているといえる。



a. 「菊模様小袖」屏風と加算値画像からの模様検出結果



b. 「山吹枝折戸模様小袖」屏風と加算値画像からの模様検出結果



c. 「松藤模様小袖」屏風と加算値画像からの模様検出結果

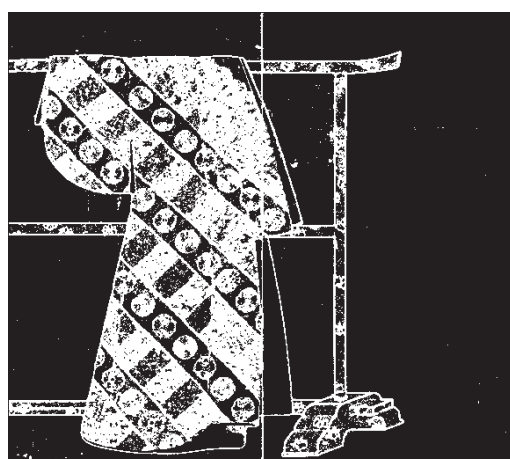
図5 提案方式を「菊模様小袖」屏風,「山吹枝折戸模様小袖」屏風,「松藤模様小袖」屏風へ適用した結果



a. 「斜格子菊吉祥文模様腰巻」屏風



b. 加算値画像からの模様検出結果



c. 積算値画像からの模様検出結果



d. 積算値画像部分の模様検出結果

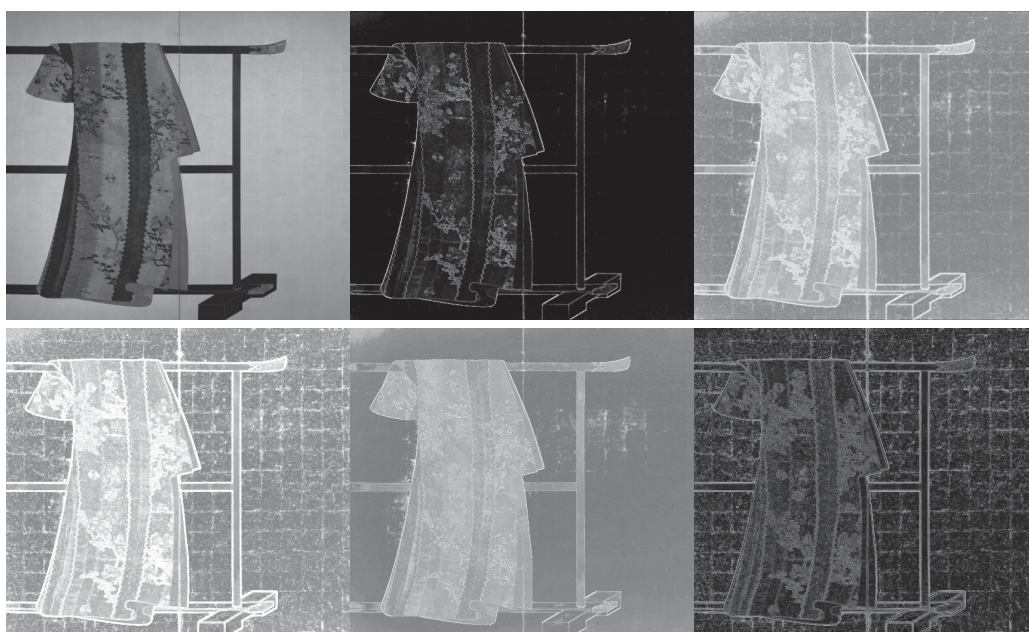
図6 提案方式を「斜格子菊吉祥文模様腰巻」屏風へ適用した結果



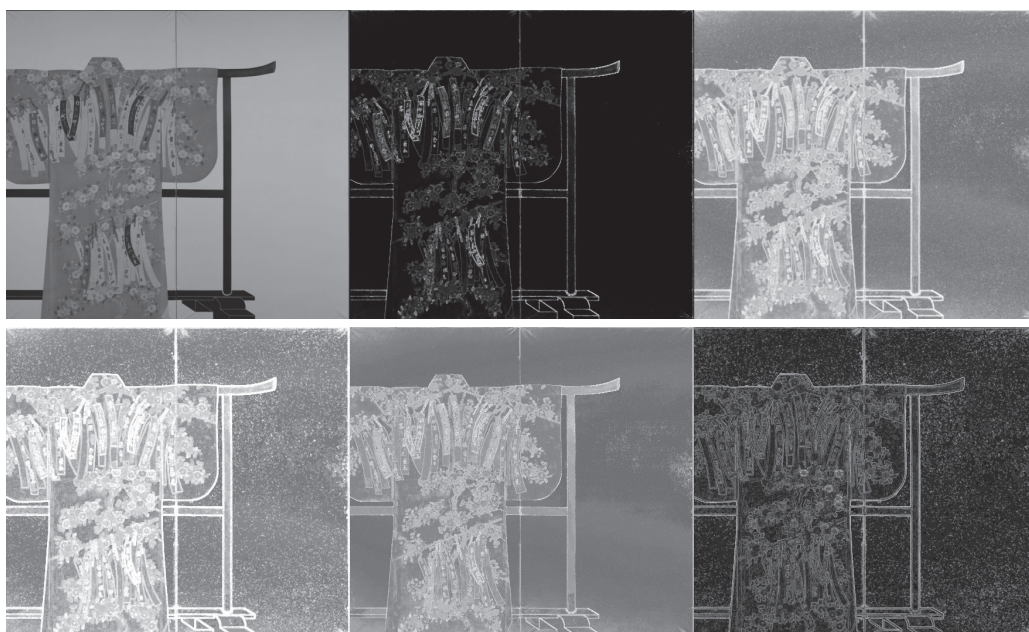
図7 既存方式[9][10]を「斜格子菊吉祥文模様腰巻」屏風へ適用した結果

4.2 背景部分からの模様検出

本実験で撮影した屏風画像102枚に含まれる小袖ならびにその模様は多岐にわたるが、小袖の背景となっている金の下地部分は金箔地と金砂子地の2種類のみである。金箔地と金砂子地を比較するため、図8aに金箔地の「縞松桜向鶴模様小袖」屏風と、図8bに金砂子地の「桜樹短冊模様小袖」屏風とを比較する。



a. 「縞松桜向鶴模様小袖」屏風の画像処理結果



b. 「桜樹短冊模様小袖」屏風の画像処理結果

図8 提案方式を「草花模様小袖」屏風と「縞松桜向鶴模様小袖」屏風へ適用した結果

袖」屏風の撮影写真を示す。いずれも、撮影画像は拡大して見ないと金箔と金砂子のいずれかを使用しているかの視認判定が困難である。

両屏風に対し上記で提案した画像処理を適用した結果を図8に示す。金箔を使用している図8aの「縞松桜向鶴模様小袖」屏風の処理結果は、金箔の正方形枠が容易に視認できる結果となっている。一方、金砂子を使用している図8bの「桜樹短冊模様小袖」屏風では金箔のような枠がいずれの計測画像にも現れていない。このことから、画像処理で得られる計測画像を使い、両者の下地を区別することは容易であると考えられる。

比較のために金箔の重なり部の線分を検出する目的で、従来のエッジ検出処理を適用した結果を図9に示す。従来のエッジ検出処理として、広く使われている Sobel フィルタと Canny フィルタ [11] を「縞松桜向鶴模様小袖」と「桜樹短冊模様小袖」の両屏風に適用した。「縞松桜向鶴模様小袖」では、Sobel フィルタと Canny フィルタともに金箔の重なりを検出できているが、図8aに示した提案方式による処理結果の方が、金箔の状態が明確に視認できる。一方、金箔を使用していない「桜

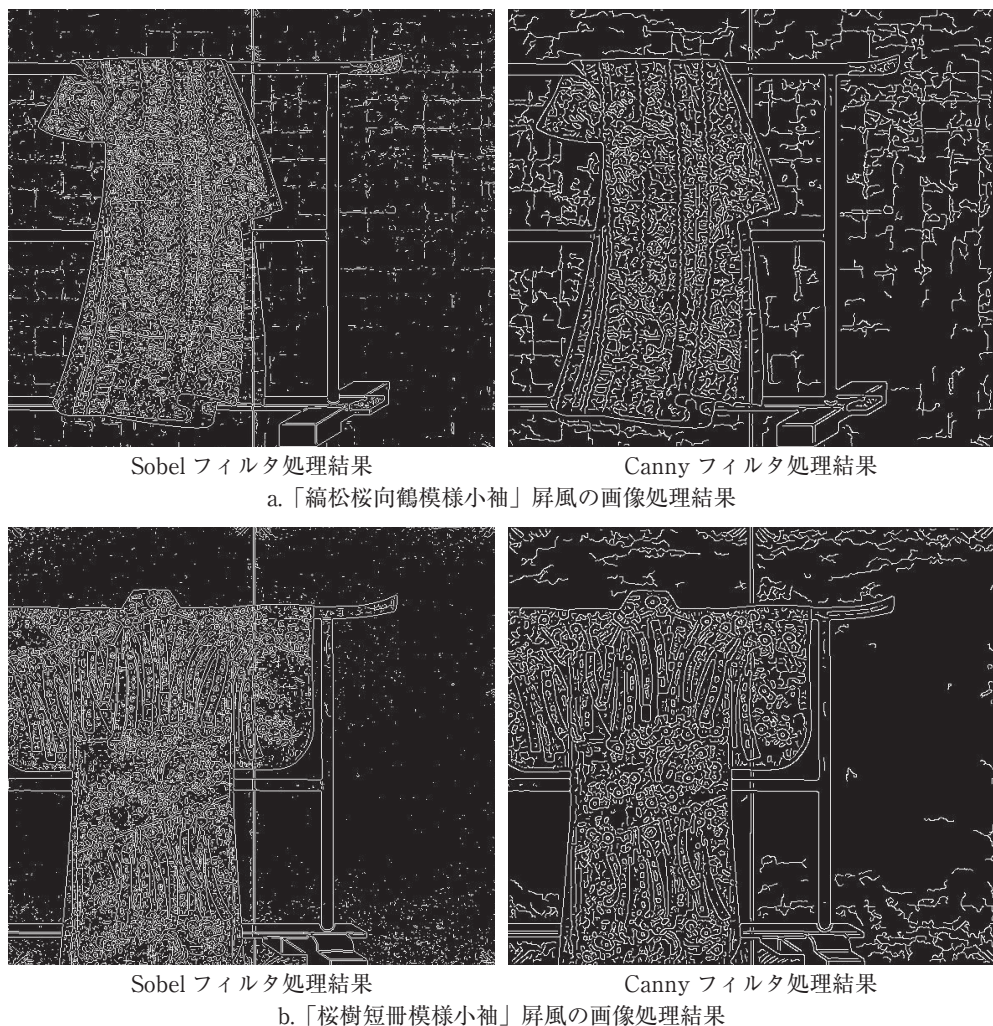
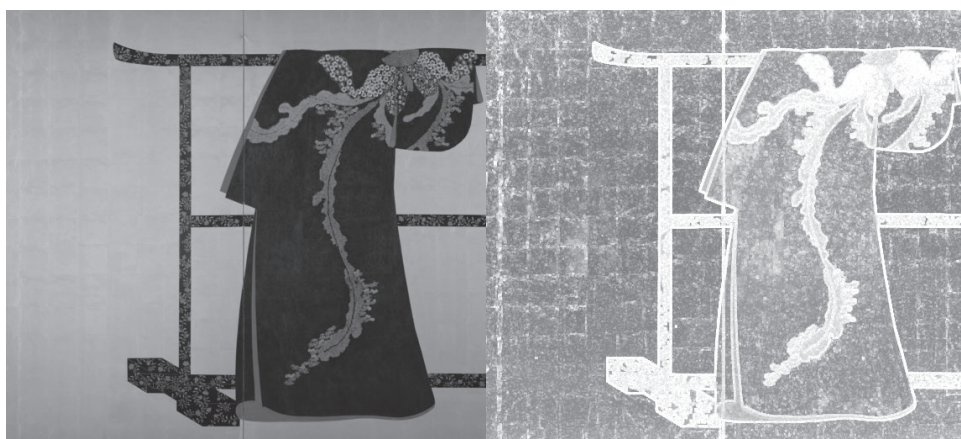


図9 既存方式を「草花模様小袖」屏風と「縞松桜向鶴模様小袖」屏風へ適用した結果

「樹短冊模様小袖」では、提案方式による図8bに示す画像処理結果ほど、屏風の中での金砂子地のばらつきをとらえできていない。

次に、金箔地と金砂子地の各3種類の屏風に対し、提案方式で得られた最大値画像を図10と図11



a. 「花入蘭模様小袖」屏風とその最大値画像



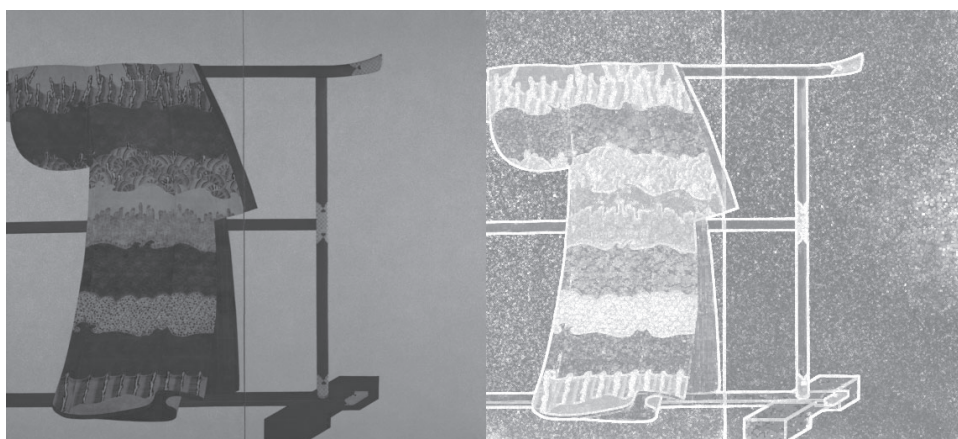
b. 「波菊重模様小袖」屏風とその最大値画像



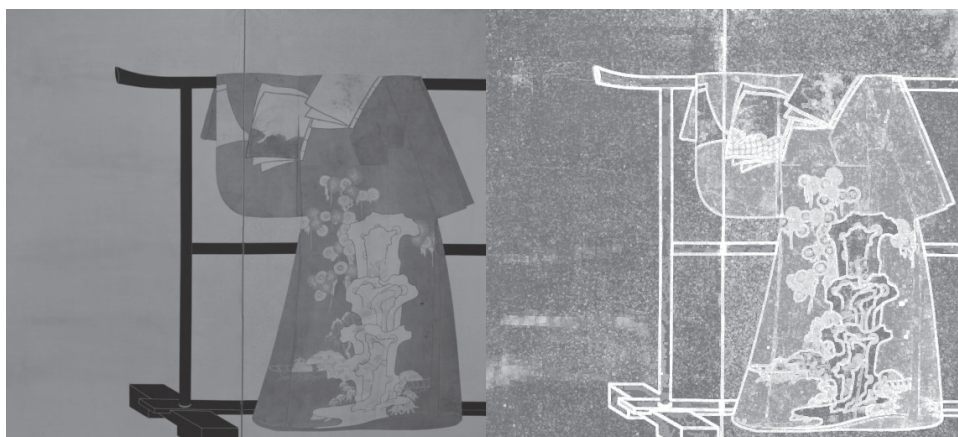
c. 「草花滝模様小袖」屏風とその最大値画像

図10 金箔地の小袖屏風とその最大値画像

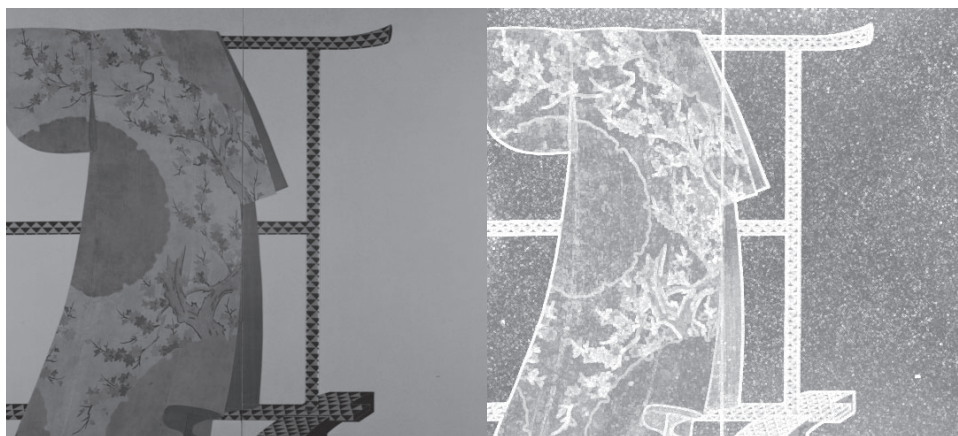
に示す。図 10 と図 11 に示した処理結果の最大値画像を比較すると、いずれも金箔と金砂子の違いが容易に視認できる。上記の違いを使い、屏風の撮影画像 102 枚を区別したところ、全体の約 85% が金箔地であることが分かった。両者の所蔵数の違いは、小袖屏風を作成した時期や担当した職人



a. 「蛇籠杭模様小袖」屏風とその最大値画像



b. 「岩唐松草紙模様小袖」屏風とその最大値画像



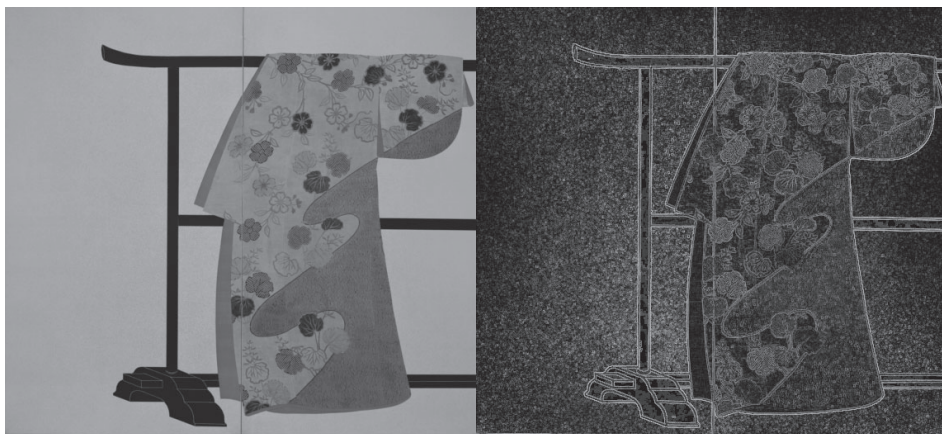
c. 「楓雪輪模様小袖」屏風とその最大値画像

図 11 金砂子地の小袖屏風とその最大値画像

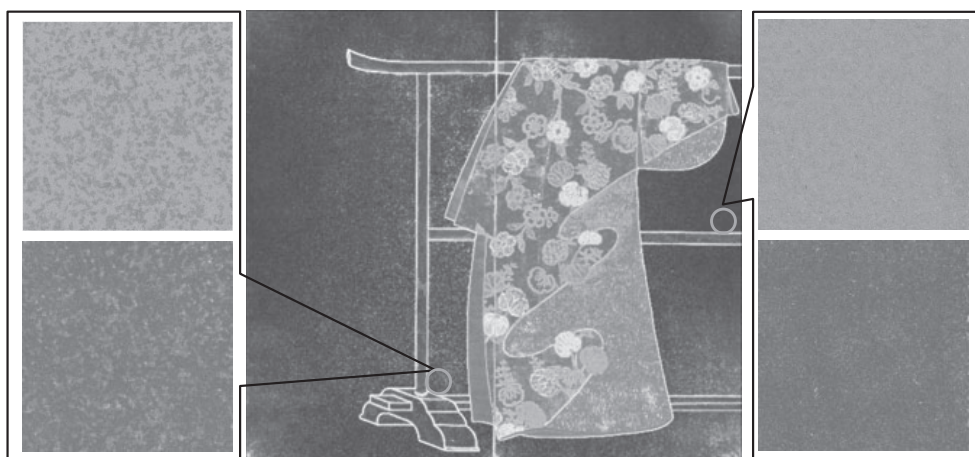
あるいは本コレクションの収集時期などに依存している可能性なども考えられる。

少数派の金砂子地の小袖屏風では、劣化のためと考えられる金砂のはがれを計測画像で確認できる。一例として、「桜雪下模様小袖」屏風に画像処理を適用して得られた差分画像を図12aに示す。図12aに示す差分画像では、屏風中央部分が周囲よりも白いまだら模様が発生していることが確認できる。そこで、図12bにまだら模様の存在する部分と存在しない部分を拡大した画像ならびにその拡大画像に対する画像処理結果（最大値画像）をあわせて示す。図12bの2箇所の拡大画像を比較すると、背景の金色部分でまだら模様が発生している部分は、模様が発生していない部分に比べて金砂が剥げ落ちている様子が確認できる。

上記で示したように、提案した画像処理で得られた計測画像を使うことで、従来の目視検査では定量化が困難であった小袖屏風の金砂子地の劣化状態をデータとして残すことができる。そのため、時間にもなう小袖屏風の劣化状況をデータ化し、その変化を数値的に管理できるものと考えられる。



a. 「桜雪下模様小袖」屏風とその差分画像



b. 「桜雪下模様小袖」屏風とその最大値画像ならびに金砂子部の拡大画像

図12 金砂子地のムラ部分とその拡大画像

⑤……………おわりに

本報告では、はじめに他に類のない独特な小袖屏風を概説し、小袖屏風から模様を検出することが画像処理として難しい技術課題であることを示した。その課題に対し、「小袖屏風を撮影した画像の中で出現頻度が低い部分」が模様であるとの処理方針を立て、模様を検出する画像処理を提案した。本方針に従い提案した画像処理は、小袖屏風内の出現頻度の低い画素値対を強調表示した後、閾値により模様を検出する手順となっている。小袖屏風から模様を検出する実験を通して、利用者が介在しつつ小袖屏風の模様を簡便に検出できることを示した。また、小袖の模様やシミ、あるいは屏風の金箔の重なりや着物掛けの模様なども検出できることを示した。特に、小袖の背景が金箔地であるか金砂子地であるかを、画像処理で容易に区別ができることを示した。

さらに、小袖屏風を撮影した画像 102 枚を提案した画像処理を使い区別したところ、全枚数の約 85% が金箔であると分かった。さらに、少数派の金砂子地の小袖屏風では、本画像処理により金砂子地の劣化状態を容易に確認できることを示した。そのため、小袖屏風の金砂子地部分を数値化することで、時間的な経年劣化にともなう変化を客観的なデータとして管理できる可能性があることも示唆した。

文献

- [1] 「野村コレクション 服飾 I」, 国立歴史民俗博物館, 国立歴史民俗博物館資料図録 9, 2013.
- [2] 「野村コレクション 小袖屏風」, 国立歴史民俗博物館, 国立歴史民俗博物館資料図録 2, 2002.
- [3] 山足和彦, 藤原孝幸, 興水大和, 「共起度数画像の提案」, 電学論 C, Vol.127, No.4, pp.528-536, 2007.
- [4] 興水大和, 「画像特徴量 [I]: 共起性に着目した画像特徴量と新型フィルタ導入」, 電子情報通信学会誌, Vol.93, No.10, pp.880-885, 2010.
- [5] 白川真一, 井田有香, 杉山美乃, 大原剛三, 「小袖屏風画像を用いたテクスチャ合成に関する検討」, 電気学会電子・情報・システム部門大会, pp.1157-1160, 2014.
- [6] 田村誠悟, 濱上知樹, 「小袖屏風画像における画像特徴抽出と類似性の評価」, 電気学会電子・情報・システム部門大会, pp.1167-1171, 2014.
- [7] 富井尚志, 萩生田明徳, 藤村雄基, 木島彩梨沙, 「多様なコンテンツの横断検索が可能な小袖屏風データベースの設計と構築」, 電気学会電子・情報・システム部門大会, pp.1172-1177, 2014.
- [8] 中島慶人, 「方向別共起ヒストグラムを用いた小袖屏風の模様検出」, 電気学会電子・情報・システム部門大会, pp.1151-1156, 2014.
- [9] Nobuyuki Otsu, "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol.9, No.1, 1979, pp.62-66.
- [10] "Binarize Image Using Locally Adaptive Thresholding," MathWorks Inc., <https://jp.mathworks.com/help/images/ref/imbinarize.html>
- [11] 高木幹雄, 下田陽久 (編集), 「新編 画像解析ハンドブック」, 東京大学出版, 2004.

中島慶人 (電力中央研究所システム技術研究所, 国立歴史民俗博物館共同研究員)

(2019 年 3 月 14 日受付, 2019 年 8 月 5 日審査終了)

Pattern Detection on Kosode Byobu by Image Processing: Utilization of Directional Co-Occurrence Histogram

NAKAJIMA Chikahito

Kosode Byobu is not only artistic work, but also important historical source of dyeing and clothing technology. However, pattern detection from the Kosode Byobu by image processing has technically difficult problems. One of them is impossible to make universal definition for a pattern. For the problem, we introduce one assumption that patterns would be less number of co-occurrence pixels than background area. A pattern detection method for Kosode Byobu images is proposed based on the above assumption in this report. The experimental results show that a lots of patterns, spots on small stain and background gold leaf patterns of Kimono are detected by the method.

There is two type of gold background that is gold leaf or gold sand for Kimono in Kosode Byobu. The background type can be easily distinguished by the proposed method. The method was applied to 102 images of Kosode Byobu, and it became clear that 85 percent of them were gold leaf background. The method was able to check the deterioration of the gold sand, too. Changes due to aging of Kosode Byobu can be recorded as objective data by digitizing the background of gold sand by the method.

Key words: Kosode Byobu, Kimono, Pattern Detection, Co-Occurrence Histogram, Image Processing