

個人情報保護のための写真内の指紋情報自動除去

中村 和也[†] 夏目 亮太[†] 土屋 志高[†] 森島 繁生[‡]

早稲田大学[†] 早稲田大学理工学術院総合研究所[‡]

1. はじめに

近年、技術の発達に伴い高解像度の写真が撮影可能なデジタルカメラが普及している。それに伴い、従来のデジタルカメラでは取得困難な指紋情報が、写真に含まれてしまう危険性も高まっている。大金ら [1]は、3mの距離から一般的な一眼レフカメラで撮影した指の画像から、指紋情報を取得可能であると指摘している。自分の指紋情報が意図せず含まれた写真をインターネット上に投稿した場合、その指紋が不正ログインなどに悪用されるリスクがある。

本稿では、個人で撮影した自分の写真に含まれる指紋情報の自動除去手法を提案する。撮影した写真内の指紋を、指定した別の指紋に置き換えることで、写真内の指紋情報を除去できる。また、指紋を交換する際に、元の写真の局所的な色の分布を考慮した画像処理を行うことにより、色の見た目を保持した写真の生成が可能となる。

2. 提案手法

本研究では、指先を含んだ画像を入力として、写真内の指紋を指定した指紋（参照指紋）に置換した自然な画像を出力とする。提案手法における処理の概要図を図1に示す。入力画像に対して手の特徴点を取得して、各指に対して指紋が写真内にあるかを判定する。指紋除去対象となった各指に対して、指が垂直になるように画像を回転させて指先付近の矩形領域を取得し、参照指紋と指紋情報の交換をした生成画像を貼り付けて逆回転をする。

2.1 手の特徴点推定と指紋除去対象判定

入力画像の手に対する特徴点の推定は、手を囲う矩形領域を推定した後に、この矩形領域周辺に対して、手の特徴点を推定することにより行う。このような入力画像からの手の特徴点推定は、Ortega [2]が公開しているコードを参考にした。

次に推定した特徴点を用いて、指紋が写真内にあるかどうかの判定を行う。まず手の表裏を判定するために、手の平から人差し指の付け根までと

小指の付け根までのベクトルの外積を計算する。この外積の正負により手の表裏を判別できる。次に手が表の場合、指紋が写真内にあるかどうかの判定を行う。各指に対して、手の平から指の付け根までのベクトルと、第一関節から指先までのベクトルの内積を計算する。この内積が正のときに指紋除去対象とする。ただし、親指の場合は内積が正であっても、親指が手の平側に折り込まれて指紋が写真内にない場合があるため、手の平から親指の第一関節までと人差し指の付け根までのベクトルの外積を計算して、外積の正負をもとに例外処理をする。

2.2 参照指紋に用いる白黒の指紋画像生成

指紋交換に用いる参照指紋は入力画像中の指紋とは異なる必要がある。このような指紋画像を用意するため、多様な白黒の指紋画像が生成可能である Finger-GAN [3]という既存手法を用いる。本研究では、生成した指紋画像の二値化画像における指紋部分を、参照指紋として用いる。

2.3 指紋交換処理

指紋除去対象の各指に対して、指紋交換処理を行う。このとき、入力画像の局所的な色の分布を保持したまま、指紋の情報だけを白黒の指紋画像である参照指紋と交換することを考える。入力画像における指先付近の矩形領域と、その二値化画像、矩形領域と同じサイズにリサイズされた参照指紋を用いて、図2のような処理を行う。

まず、参照指紋からある画素 (x, y) を選択して (①)、二値化画像における同じ画素 (x, y) の近傍領域を考える (②)。次に画素 (x, y) と同じ色の画素 (x', y') を近傍領域からランダムに選択する (③)。そして生成画像の画素 (x, y) に矩形領域の画素 (x', y') を採用する (④)。この操作を参照指紋のすべての画素に対して行う。つまり、参照指紋から選択した画素が黒であれば矩形領域から指紋の溝に対応する色を取得し、選択した画素が白であれば矩形領域から指紋の山に対応する色を取得するという操作を行っている。さらに、色を取得する範囲を近傍領域に限定することで、生成した指先の画像における色の分布は、入力画像とあまり変化せず、入力画像の色の見た目を保持した画像生成が可能となる。

“Automatic Elimination of Fingerprint in Picture for Protecting Personal Information”

[†]Kazuya NAKAMURA [†]Ryota NATSUME

[†]Yukitaka TSUCHIYA [‡]Shigeo MORISHIMA

[†]Waseda University

[‡]Waseda Research Institute for Science and Engineering



図1 提案手法概要図

3. 実験設定

入力に用いる画像の撮影には、Canon EOS Kiss X5 (約1800万画素)を用いた。また、Finger-GAN [3]の学習には、FVC2006 [4]に含まれるDB2-Aの画像の中心をクロップして256×256にリサイズした画像1680枚を用いた。

4. 結果と評価

図1の入力画像に対して提案手法を適用したときの、中指の指先画像と生成画像、参照指紋を図3に示す。二値化により指紋を可視化した画像を比較すると、元の画像での指紋の端点や分岐点のような特徴点の分布は、生成画像では全く異なったものとなっている。また、指先画像に見られる局所的な色の違いも生成画像に反映されている。

さらに、提案手法が写真の自然さに与える影響を調査した。3枚の写真に対し、入力画像と提案手法を適用した画像、指先にガウシアンフィルタをかけた画像の3種類、計9枚の写真を用意して、写真全体と指先の拡大写真を20人の被験者に見せ、写真の自然さを1-7(1が不自然、7が自然)で評価する主観評価実験を行なった。その結果を表1に示す。入力画像に対する出力画像とフィルタ適用画像のそれぞれの差に対して、有意水準5%で母平均の検定(片側t検定)を行なった結果、写真全体では、出力画像とフィルタ適用画像は有意差がなかった。また、拡大写真では、出力画像は有意差がなかったが、フィルタ適用画像は有意差があった。

5. まとめと今後の課題

本研究では、個人情報保護を目的とした写真内の指紋情報自動除去手法を提案した。指紋除去が可能だけでなく、自然な写真を生成できることを主観評価実験により評価した。

提案手法は、手がカメラと水平の場合を前提にしているため、今後の課題として、手がカメラと水平でない場合への適用が挙げられる。

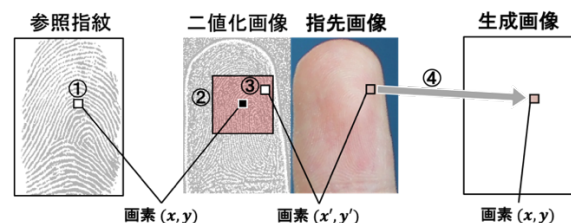


図2 指紋交換手法概要図

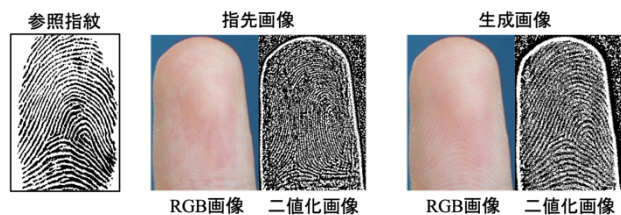


図3 指先画像の指紋情報交換結果(中指)

表1 主観評価実験の結果

	写真全体			指先の拡大写真		
	入力	出力	フィルタ	入力	出力	フィルタ
平均	5.63	5.53	5.57	5.33	4.97	4.48

謝辞

本研究は、JST ACCEL (JPMJAC1602), JST 未来社会創造事業 (JPMJMI19B2)の補助を受けた。

参考文献

[1] 大金 建夫, 越前 功: BiometricJammer: ユーザの利便性を考慮した指紋の盗撮防止手法, 情報処理学会コンピュータセキュリティシンポジウム2016 論文集, pp.355-362 (2016).
 [2] M. Ortega: hand_standalone, github (online), available from <https://github.com/ortegatron/hand_standalone> (accessed 2019-12-10).
 [3] S. Minaee et al. "Finger-GAN: Generating Realistic Fingerprint Images Using Connectivity Imposed GAN" arXiv preprint arXiv:1812.10482, 2018.
 [4] R. Cappelli et al. "Fingerprint verification competition 2006", Biometric Technology Today, vol.15, no.7-8, pp.7-9, 2007.