

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5664659号
(P5664659)

(45) 発行日 平成27年2月4日(2015.2.4)

(24) 登録日 平成26年12月19日(2014.12.19)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 6 T 7 / 0 0 (2006.01) G 0 6 T 7 / 0 0 5 3 0

請求項の数 11 (全 26 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-542888 (P2012-542888)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成23年11月2日(2011.11.2)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/JP2011/075322</p> <p>(87) 国際公開番号 W02012/063708</p> <p>(87) 国際公開日 平成24年5月18日(2012.5.18)</p> <p>審査請求日 平成25年4月24日(2013.4.24)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2010-250205 (P2010-250205)</p> <p>(32) 優先日 平成22年11月8日(2010.11.8)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(73) 特許権者 000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号</p> <p>(74) 代理人 100102864 弁理士 工藤 実</p> <p>(72) 発明者 原 雅範 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内</p> <p>(72) 発明者 佐藤 仁奈 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内</p> <p>審査官 松永 稔</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像照合装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1生体パターンの第1画像に含まれる第1隆線模様の第1特徴点群を示す第1特徴点データと、第2生体パターンの第2画像に含まれる第2隆線模様の第2特徴点群を示す第2特徴点データとを格納するデータ記憶手段と、

前記第1特徴点データ及び前記第2特徴点データに基づいて前記第1生体パターンと前記第2生体パターンの間の第1照合スコアを計算し、且つ、前記第1特徴点群及び前記第2特徴点群から対応する特徴点の群としての対応特徴点群を抽出して前記対応特徴点群を示す対応特徴点リストを生成する特徴点照合手段と、

前記第1画像を前記第2画像に近づける第1画像非線形変換を前記対応特徴点リストに基づいて実行する画像非線形変換手段とを具備し、

前記特徴点照合手段は、前記第1画像非線形変換後の前記第1画像と前記第2画像とに基づいて前記第1生体パターンと前記第2生体パターンの間の第2照合スコアを計算し、

前記第2照合スコアが前記第1照合スコアより大きい場合、照合スコアが直前に計算された照合スコア以下となるまで画像非線形変換および照合スコアの計算を繰り返し、

前記特徴点照合手段によって計算された照合スコアのうち、最も大きいものを最大照合スコアとして出力する照合結果出力手段

を具備する

画像照合装置。

10

20

【請求項 2】

前記第 2 隆線模様の方向分布を示す第 2 隆線方向データを用いた第 1 ノイズ除去・隆線強調を前記第 1 画像非線形変換後の前記第 1 画像に対して実行するノイズ除去・隆線強調手段と、

前記第 1 ノイズ除去・隆線強調後の前記第 1 画像からノイズ除去・隆線強調後第 1 特徴点群を抽出して前記ノイズ除去・隆線強調後第 1 特徴点群を示すノイズ除去・隆線強調後第 1 特徴点データを生成する特徴抽出手段と

を更に具備し、

前記特徴点照合手段は、前記ノイズ除去・隆線強調後第 1 特徴点データ及び前記第 2 特徴点データに基づいて前記第 2 照合スコアを計算する

請求項 1 の画像照合装置。

10

【請求項 3】

前記画像非線形変換手段は、前記第 2 画像を前記第 1 画像に近づける第 2 画像非線形変換を前記対応特徴点リストに基づいて実行し、

前記ノイズ除去・隆線強調手段は、前記第 1 隆線模様の方向分布を示す第 1 隆線方向データを用いた第 2 ノイズ除去・隆線強調を前記第 2 画像非線形変換後の前記第 2 画像に対して実行し、

前記特徴抽出手段は、前記第 2 ノイズ除去・隆線強調後の前記第 2 画像からノイズ除去・隆線強調後第 2 特徴点群を抽出して前記ノイズ除去・隆線強調後第 2 特徴点群を示すノイズ除去・隆線強調後第 2 特徴点データを生成し、

20

前記特徴点照合手段は、

前記ノイズ除去・隆線強調後第 2 特徴点データ及び前記第 1 特徴点データに基づいて前記第 1 生体パターンと前記第 2 生体パターンの間の第 3 照合スコアを計算し、

前記第 2 照合スコア及び前記第 3 照合スコアに基づいて前記第 1 生体パターンと前記第 2 生体パターンの間の第 4 照合スコアを計算する

請求項 2 の画像照合装置。

【請求項 4】

前記第 1 画像非線形変換後の前記第 1 隆線模様の方向分布を示す第 1 隆線方向データを用いた第 1 ノイズ除去・隆線強調を前記第 2 画像に対して実行するノイズ除去・隆線強調手段と、

30

前記第 1 ノイズ除去・隆線強調後の前記第 2 画像からノイズ除去・隆線強調後第 2 特徴点群を抽出して前記ノイズ除去・隆線強調後第 2 特徴点群を示すノイズ除去・隆線強調後第 2 特徴点データを生成し、前記第 1 画像非線形変換後の前記第 1 画像から画像非線形変換後第 1 特徴点群を抽出して前記画像非線形変換後第 1 特徴点群を示す画像非線形変換後第 1 特徴点データを生成する特徴抽出手段と

を更に具備し、

前記特徴点照合手段は、前記ノイズ除去・隆線強調後第 2 特徴点データ及び前記画像非線形変換後第 1 特徴点データに基づいて前記第 2 照合スコアを計算する

請求項 1 の画像照合装置。

【請求項 5】

40

前記画像非線形変換手段は、前記第 2 画像を前記第 1 画像に近づける第 2 画像非線形変換を前記対応特徴点リストに基づいて実行し、

前記ノイズ除去・隆線強調手段は、前記第 2 画像非線形変換後の前記第 2 隆線模様の方向分布を示す第 2 隆線方向データを用いた第 2 ノイズ除去・隆線強調を前記第 1 画像に対して実行し、

前記特徴抽出手段は、前記第 2 ノイズ除去・隆線強調後の前記第 1 画像からノイズ除去・隆線強調後第 1 特徴点群を抽出して前記隆線強調後第 1 特徴点群を示す隆線強調後第 1 特徴点データを生成し、前記第 2 画像非線形変換後の前記第 2 画像から画像非線形変換後第 2 特徴点群を抽出して前記画像非線形変換後第 2 特徴点群を示す画像非線形変換後第 2 特徴点データを生成し、

50

前記特徴点照合手段は、

前記ノイズ除去・隆線強調後第1特徴点データ及び前記画像非線形変換後第2特徴点データに基づいて前記第1生体パターンと前記第2生体パターンの間の第3照合スコアを計算し、

前記第2照合スコア及び前記第3照合スコアに基づいて前記第1生体パターンと前記第2生体パターンの間の第4照合スコアを計算する

請求項4の画像照合装置。

【請求項6】

前記対応特徴点リストは、前記第1特徴点群に含まれる第1特徴点の座標と前記第2特徴点群に含まれる第2特徴点の座標とを関連付け、

10

前記画像非線形変換手段は、

前記第1特徴点の前記座標を前記第2特徴点の前記座標に一致させるための第1特徴点移動量を計算し、

前記第1画像に含まれる第1画素と前記第1特徴点との距離と前記第1特徴点移動量とに基づいて前記第1画素の第1画素移動量を計算し、

前記第1画素移動量に基づいて前記第1画像非線形変換を実行する

請求項1乃至5のいずれかに記載の画像照合装置。

【請求項7】

前記第1画像及び前記第2画像は濃淡画像であり、

前記第1ノイズ除去・隆線強調において前記ノイズ除去・隆線強調手段は、

20

前記第2隆線方向データに基づく第1方向利用画像強調処理を前記第1画像非線形変換後の前記第1画像に対して実行し、

前記第1方向利用画像強調処理後の前記第1画像に含まれるノイズパターンの方向分布を示すノイズ方向データに基づく第2方向利用画像強調処理を前記第1画像非線形変換後の前記第1画像に対して実行する

請求項2又は3の画像照合装置。

【請求項8】

前記第1画像及び前記第2画像は濃淡画像であり、

前記第1ノイズ除去・隆線強調において前記ノイズ除去・隆線強調手段は、

前記第1隆線方向データに基づく第1方向利用画像強調処理を前記第2画像に対して実行し、

30

前記第1方向利用画像強調処理後の前記第2画像に含まれるノイズパターンの方向分布を示すノイズ方向データに基づく第2方向利用画像強調処理を前記第2画像に対して実行する

請求項4又は5の画像照合装置。

【請求項9】

画像非線形変換および照合スコアの計算を繰り返す最大回数が予め定められている

請求項1の画像照合装置。

【請求項10】

第1生体パターンの第1画像に含まれる第1隆線模様の第1特徴点群を示す第1特徴点データと第2生体パターンの第2画像に含まれる第2隆線模様の第2特徴点群を示す第2特徴点データとに基づいて前記第1生体パターンと前記第2生体パターンの間の第1照合スコアを計算するステップと、

40

前記第1照合スコアを格納するステップと、

前記第1特徴点群及び前記第2特徴点群から対応する特徴点の群としての対応特徴点群を抽出して前記対応特徴点群を示す対応特徴点リストを生成するステップと、

前記第1画像を前記第2画像に近づける第1画像非線形変換を前記対応特徴点リストに基づいて実行するステップと、

前記第1画像非線形変換後の前記第1画像と前記第2画像とに基づいて前記第1生体パターンと前記第2生体パターンの間の第2照合スコアを計算するステップと、

50

前記第2照合スコアを格納するステップと
 を備える画像照合方法であって、
前記第2照合スコアが前記第1照合スコアより大きい場合、照合スコアが直前に計算され
 れた照合スコア以下となるまで画像非線形変換および照合スコアの計算を繰り返すステッ
 プと、

計算された照合スコアのうち、最も大きいものを最大照合スコアとして出力するステッ
 プと

を更に具備する
 画像照合方法。

【請求項11】

請求項10に記載の画像照合方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラム
 を記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像照合装置、画像照合方法、プログラム及び記録媒体に関し、特に、指紋
 画像や掌紋画像のような生体パターンの画像の照合を行う画像照合装置、画像照合方法、
 プログラム及び記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

縞模様状の複数の隆線によって構成される指紋は、終生不変及び万人不同という特徴を
 持っているため、古くから犯罪捜査に利用されている。特に、犯罪現場に残された遺留指
 紋を用いた照合は、効果的な捜査手段である。近年、多くの警察機関では、コンピュータ
 を利用した指紋照合システムが導入されている。例えば、特許文献1（特開2010-2
 25102号公報）は、指紋画像の異同判断を補助する縞模様画像鑑定装置を開示してい
 る。

【0003】

従来、指紋照合においては、非特許文献1（Handbook of Fingerp
 rint Recognition, Springer, 2003）の4.3 Mi
 nutiae - Based methodに紹介されているように、指紋隆線の端点や分
 岐点を用いた特徴点照合が広く用いられている。指紋隆線の端点及び分岐点は、指紋の特
 徴点またはMinutiaと呼ばれる。

【0004】

押捺指紋画像のように高品質の指紋画像どうしの照合では、従来技術を用いても両方の
 指紋画像から十分な数の特徴点を抽出することが可能であるので、高い照合精度を保証で
 きる。

【0005】

しかし、照合される指紋画像の一方が画像品質の悪い遺留指紋画像である場合には、遺
 留指紋画像中の特徴点を抽出可能な領域が狭く、遺留指紋画像から十分な数の特徴点を抽
 出することができない。その結果、従来技術では高い照合精度を実現することが困難であ
 った。

【0006】

この問題を解決するために、様々な技術が提案されてきた。

【0007】

例えば、低品質の遺留指紋画像から自動的に特徴点を抽出するかわりに遺留指紋鑑定官
 が特徴点をマニュアル入力する方法が知られている。しかし、特徴点をマニュアル入力す
 る工数が大きいため、遺留指紋鑑定官の負担が大きい。

【0008】

近年、遺留指紋画像のノイズを自動的又は半自動的に除去する方法が提案されている。

【0009】

10

20

30

40

50

ノイズを自動的に除去する方法は、例えば、特許文献2（特開2008-040693号公報）及び特許文献3（特開2008-065390号公報）に提案されている。しかし、自動処理で除去可能なノイズを持つ遺留指紋画像は限られているので、その効果は限定的である。

【0010】

ノイズを半自動的に除去する方法は、例えば、特許文献4（特開2009-223562号公報）及び特許文献5（特開2008-225764号公報）に提案されている。しかし、半自動的に除去方法では、マニュアル工数削減の効果はある程度あるものの、遺留指紋鑑定官の人手を必要とする欠点は解消できていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2010-225102号公報

【特許文献2】特開2008-040693号公報

【特許文献3】特開2008-065390号公報

【特許文献4】特開2009-223562号公報

【特許文献5】特開2008-225764号公報

【非特許文献】

【0012】

【非特許文献1】Handbook of Fingerprint Recognition, Springer, 2003

【発明の概要】

【0013】

上述したように、低品質の遺留指紋画像からは十分な数の特徴点を抽出することが難しいため、遺留指紋画像を用いた照合では高い照合精度が期待できなかった。そこで、本発明の目的は、低品質画像を用いた指紋照合又は掌紋照合において高い照合精度を実現することが可能な画像照合装置、画像照合方法、プログラム及び記録媒体を提供することである。

【0014】

本発明の第1の観点による画像照合装置は、データ記憶部と、特徴点照合部と、画像非線形変換部とを具備する。前記データ記憶部は、第1生体パターンの第1画像に含まれる第1隆線模様の第1特徴点群を示す第1特徴点データと、第2生体パターンの第2画像に含まれる第2隆線模様の第2特徴点群を示す第2特徴点データとを格納する。前記特徴点照合部は、前記第1特徴点データ及び前記第2特徴点データに基づいて前記第1生体パターンと前記第2生体パターンの間の第1照合スコアを計算し、且つ、前記第1特徴点群及び前記第2特徴点群から対応する特徴点の群としての対応特徴点群を抽出して前記対応特徴点群を示す対応特徴点リストを生成する。前記画像非線形変換部は、前記第1画像を前記第2画像に近づける第1画像非線形変換を前記対応特徴点リストに基づいて実行する。前記特徴点照合部は、前記第1画像非線形変換後の前記第1画像と前記第2画像とに基づいて前記第1生体パターンと前記第2生体パターンの間の第2照合スコアを計算する。

【0015】

本発明の第2の観点による画像照合方法は、第1生体パターンの第1画像に含まれる第1隆線模様の第1特徴点群を示す第1特徴点データと第2生体パターンの第2画像に含まれる第2隆線模様の第2特徴点群を示す第2特徴点データとに基づいて前記第1生体パターンと前記第2生体パターンの間の第1照合スコアを計算するステップと、前記第1照合スコアを格納するステップと、前記第1特徴点群及び前記第2特徴点群から対応する特徴点の群としての対応特徴点群を抽出して前記対応特徴点群を示す対応特徴点リストを生成するステップと、前記第1画像を前記第2画像に近づける第1画像非線形変換を前記対応特徴点リストに基づいて実行するステップと、前記第1画像非線形変換後の前記第1画像と前記第2画像とに基づいて前記第1生体パターンと前記第2生体パターンの間の第2照

10

20

30

40

50

合スコアを計算するステップと、前記第 2 照合スコアを格納するステップとを具備する。

【0016】

本発明の第 3 の観点による記録媒体は、上記画像照合方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムを記録する。

【0017】

本発明によれば、低品質画像を用いた指紋照合又は掌紋照合において高い照合精度を実現することが可能な画像照合装置、画像照合方法、プログラム及び記録媒体が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0018】

本発明の上記目的、他の目的、効果、及び特徴は、添付される図面として連携して実施の形態の記述から、より明らかになる。

【図 1】図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る画像照合装置の全体構成を示す概略図である。

【図 2】図 2 は、画像照合装置が実現する機能を示す機能ブロック図である。

【図 3】図 3 は、第 1 の実施形態に係る画像照合方法のフローチャートである。

【図 4 A】図 4 A は、画像照合装置に入力される遺留指紋画像を示す。

【図 4 B】図 4 B は、画像照合装置に入力される押捺指紋画像を示す。

【図 5 A】図 5 A は、遺留指紋画像から抽出された特徴点を遺留指紋画像に重畳して示す。

【図 5 B】図 5 B は、遺留指紋画像から抽出された方向分布を遺留指紋画像に重畳して示す。

【図 5 C】図 5 C は、方向のコード化例を示す。

【図 5 D】図 5 D は、遺留指紋画像から抽出された芯線及び隆線確定領域を遺留指紋画像に重畳して示す。

【図 6 A】図 6 A は、押捺指紋画像から抽出された特徴点を押捺指紋画像に重畳して示す。

【図 6 B】図 6 B は、押捺指紋画像から抽出された方向分布を押捺指紋画像に重畳して示す。

【図 7】図 7 は、遺留指紋画像及び押捺指紋画像の間の照合結果を示す。

【図 8】図 8 は、非線形変換後の遺留指紋画像を示す。

【図 9】図 9 は、非線形変換後の遺留指紋画像及び押捺指紋画像を並べて示す。

【図 10】図 10 は、第 1 の実施形態に係る画像照合方法に含まれるノイズ除去・隆線強調処理のフローチャートである。

【図 11】図 11 は、押捺指紋画像から抽出された方向分布及び非線形変換後の遺留指紋画像を重畳して示す。

【図 12】図 12 は、ノイズ除去・隆線強調後の遺留指紋画像を示す。

【図 13 A】図 13 A は、ノイズ除去・隆線強調後の遺留指紋画像から抽出された特徴点をノイズ除去・隆線強調後の遺留指紋画像と重畳して示す。

【図 13 B】図 13 B は、ノイズ除去・隆線強調後の遺留指紋画像から抽出された芯線及び隆線確定領域をノイズ除去・隆線強調後の遺留指紋画像と重畳して示す。

【図 14】図 14 は、ノイズ除去・隆線強調後の遺留指紋画像及び押捺指紋画像の間の照合結果を示す。

【図 15】図 15 は、本発明の第 2 の実施形態に係る画像照合方法のフローチャートである。

【図 16】図 16 は、本発明の第 3 の実施形態に係る画像照合方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0019】

添付図面を参照して、本発明の実施形態に係る画像照合装置、画像照合方法、プログラ

10

20

30

40

50

ム及び記録媒体を以下に説明する。

【 0 0 2 0 】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る画像照合装置10の概略構成を示す。画像照合装置10は、例えばコンピュータである。画像照合装置10は、指紋データ入力部11と、データ処理部12と、照合結果出力部13とを備える。指紋データ入力部11は、照合の対象となっている指紋画像101及び102を読み取ってデジタル化する指紋センサ又はスキャナーを備え、デジタル化された指紋画像101及び102を入力する。指紋データ入力部11は、既にデジタル化された指紋画像101及び102をファイルとして入力する記録媒体読取装置であってもよい。データ処理部12は、指紋画像101及び102の照合を実行し、照合結果を示す照合スコアを計算する。照合結果出力部13は、照合スコアを出力する。照合結果出力部13は、照合スコアを表示する表示装置、照合スコアを印刷するプリンタ、照合スコアを外部システムへ送信する送信装置、又は照合スコアをリムーバブルディスクのような可換型記録媒体に書き込む記録媒体書込装置である。

10

【 0 0 2 1 】

画像照合装置10は、光ディスクや磁気ディスクのような有体の記録媒体15に記録されているコンピュータプログラムを読み込み、コンピュータプログラムに従って本実施形態に係る画像照合方法を実行する。

【 0 0 2 2 】

図2を参照して、データ処理部12は、データ処理制御部21、データ記憶部22、特徴抽出部23、特徴点照合部24、画像非線形変換部25、及びノイズ除去・隆線強調部26を備える。データ処理制御部21は、データ処理部12の上記要素間のデータとメッセージの授受を制御する。データ記憶部22は、RAM (Random Access Memory) を含む記憶装置である。データ記憶部22は、データ処理部12の各要素に作業領域を提供し、データ処理部12の各要素が生成したデータを一時的に格納する。特徴抽出部23、特徴点照合部24、画像非線形変換部25、及びノイズ除去・隆線強調部26は、データ記憶部22を作業領域として使用する。尚、データ記憶部22は、データ処理部12の各要素が生成したデータを恒久的に記憶可能なハードディスク装置を備えてもよい。特徴抽出部23は、指紋画像から指紋(隆線模様)の特徴点を抽出する。特徴点照合部24は、特徴点に基づいて指紋の照合を実行して照合結果を示す照合スコアを計算する。画像非線形変換部25は、照合対象となっている二つの指紋画像の一方を他方に近づける画像非線形変換を実行する。ノイズ除去・隆線強調部26は、ノイズを除去すると同時に隆線を強調するノイズ除去・隆線強調を実行する。特徴点抽出手順、照合スコア計算手順、画像非線形変換手順、ノイズ除去・隆線強調手順は後で説明される。

20

30

【 0 0 2 3 】

画像照合装置10の各要素(各機能)は、画像照合装置10のCPU (Central Processing Unit) がコンピュータプログラムを実行して画像照合装置10のハードウェアを制御することにより実現される。

【 0 0 2 4 】

図3は、本実施形態に係る画像照合方法のフローチャートである。画像照合方法は、ステップS1乃至S11を備える。

40

【 0 0 2 5 】

ステップS1において、指紋画像入力部11は、指紋画像101の画像データ及び指紋画像102の画像データをデータ処理部12に入力する。ここで、指紋画像101の画像データ及び指紋画像102の画像データは濃淡画像の画像データである。以下、指紋画像101の画像データ及び指紋画像102の画像データをそれぞれ画像データ101及び画像データ102という場合がある。データ記憶部22は、画像データ101及び102を格納する。

【 0 0 2 6 】

図4Aは、指紋画像データ101が示す遺留指紋画像を示す。遺留指紋画像とは、犯罪

50

現場に遺留された指紋（以下、「遺留指紋」という。）の濃淡画像であり、品質が低く、自動照合が困難な場合が多い。

【0027】

図4Bは、指紋画像データ102が示す押捺指紋画像を示す。押捺指紋画像とは、登録目的で採取された指紋（以下、「押捺指紋」という。）の濃淡画像であり、品質が良い。犯罪捜査用の押捺指紋は、広い面積を採取できるように指を回転させながら押捺して採取される。そのため、犯罪捜査用の押捺指紋は回転押捺指紋と呼ばれる場合がある。

【0028】

犯罪捜査においては遺留指紋と押捺指紋が照合されることが多いため、本実施形態においては照合対象となっている二つの指紋画像の一方が遺留指紋画像、他方が押捺指紋画像の場合を説明する。ただし、遺留指紋どうしを照合してもよく、押捺指紋どうしを照合してもよい。

【0029】

このような指紋画像は、米国National Institute of Standards and Technologyで標準化されたANSI/NIST-ITL-1-2000 Data Format for the Interchange of Fingerprint, Facial, & Tattoo (SMT) Informationに従って、500 dpiの解像度でデジタル化されたものである。なお、この標準化ドキュメントは、2010年9月現在、以下のURL (Uniform Resource Locator) からダウンロード可能である。

`ftp://sequoyah.nist.gov/pub/nist_internal_reports/sp500_245_a16.pdf`

【0030】

上記標準にしたがって、指紋画像を構成する画素は、0から255までの256階調の濃度値のいずれかを持つ。上記標準による輝度基準では、濃度値が大きいほど輝度が大きい（明るい）ことを示す。

【0031】

しかし、以下の説明においては、濃度値が大きいほど濃度が大きい（濃い）ことを示す。従って、濃度が大きい（濃い）隆線部を構成する画素の濃度値は最大値である255に近く、濃度が小さい（薄い）紙地や隆線溝部を構成する画素の濃度値は最小値である0に近い。ここで、隆線溝は、隣り合う二つの隆線に挟まれた帯状の部分である。

【0032】

ステップS2において、特徴抽出部23は、図4Aの遺留指紋画像及び図4Bの押捺指紋画像の各々から指紋（指紋隆線）の特徴点を抽出する。指紋の特徴点は、指紋隆線の端点や分岐点である。特徴抽出部23は、例えば、非特許文献1 (Handbook of Fingerprint Recognition, Springer, 2003) の3 Fingerprint Analysis and Representationに開示された方法を用いて特徴点を抽出する。

【0033】

遺留指紋画像から特徴点を抽出する場合を用いて、特徴点を抽出する手順を説明する。はじめに、特徴抽出部23は、遺留指紋画像から隆線模様の方向分布を抽出し、隆線模様の方向分布に基づいて隆線を強調する画像処理を遺留指紋画像に対して実行する。特徴抽出部23は、隆線強調後の遺留指紋画像を二値化して二値画像を生成する。次に、特徴抽出部23は、二値画像から芯線を抽出し、特徴点を抽出可能な隆線確定領域を二値画像に基づいて決定する。最後に、特徴抽出部23は、隆線確定領域内の芯線から特徴点を抽出する。したがって、特徴抽出部23は、特徴点を示す遺留指紋特徴点データのほかに、隆線模様の方向分布を示す遺留指紋隆線方向データ、隆線確定領域を示す隆線確定領域データ、及び芯線を示す芯線データを生成して出力することが可能である。データ記憶部22は、これらのデータを格納する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

図 5 A は、遺留指紋特徴点データが示す複数の特徴点 5 1 を遺留指紋画像と重畳して示す。

【 0 0 3 5 】

図 5 B は、遺留指紋隆線方向データが示す方向分布を遺留指紋画像と重畳して示す。遺留指紋隆線方向データは、画素ごとに方向を定義してもよく、4 × 4 画素や 8 × 8 画素により構成されるブロックごとに方向を定義してもよい。ブロックサイズが小さい方が、処理時間はかかるが精度が向上する。本実施形態においては、方向データが画素ごとに定義される場合を説明する。

【 0 0 3 6 】

図 5 C は、方向のコード化例を示す。ここでは、0 ~ 15 の 16 方向にコード化されている。尚、図 5 C に示すように / 16 ラジアンごとに 16 方向にコード化するかわりに / 8 ラジアンごとに 8 方向にコード化してもよい。8 方向にコード化する場合よりも 16 方向にコード化する場合の方が、処理時間がかかるが精度が向上する。本実施形態においては、方向データが 16 方向にコード化される場合を説明する。

【 0 0 3 7 】

図 5 D は、隆線確定領域データが示す隆線確定領域 6 1 及び芯線データが示す芯線 6 3 を遺留指紋画像と重畳して示す。隆線確定領域 6 1 は、隆線が高品質な高品質領域であり、網掛けされない領域として示されている。隆線確定領域 6 1 の周囲の低品質領域 6 2 は、隆線が低品質な領域であり、網掛けされた領域として示されている。

【 0 0 3 8 】

特徴抽出部 2 3 は、上述した手順で押捺指紋画像から隆線模様の方角分布及び特徴点を抽出し、抽出した方角分布を示す押捺指紋隆線方向データ及び抽出した特徴点を示す押捺指紋特徴点データを生成して出力する。データ記憶部 2 2 は、これらのデータを格納する。

【 0 0 3 9 】

図 6 A は、押捺指紋特徴点データが示す複数の特徴点 5 2 を押捺指紋画像と重畳して示す。

【 0 0 4 0 】

図 6 B は、押捺指紋隆線方向データが示す方角分布を押捺指紋画像と重畳して示す。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 3 において、特徴点照合部 2 4 は、遺留指紋特徴点データ及び押捺指紋特徴点データに基づいて、遺留指紋及び押捺指紋を照合する。特徴点照合部 2 4 は、照合結果を示す照合スコアを計算する。特徴点照合部 2 4 は、遺留指紋特徴点データと押捺指紋特徴点データを照合することで照合スコアを計算する。特徴点照合部 2 4 は、例えば、非特許文献 1 (Handbook of Fingerprint Recognition , Springer , 2003) の 4.3 Minutiae - Based method に開示された方法を用いて照合スコアを計算する。

【 0 0 4 2 】

図 7 を参照して、照合スコアを計算する手順を説明する。特徴点照合部 2 4 は、遺留指紋特徴点データが示す複数の特徴点 5 1 と押捺指紋特徴点データが示す複数の特徴点 5 2 との間で対応関係を検出する。図に示すように、複数の特徴点 5 1 に含まれる 6 個の特徴点と複数の特徴点 5 2 に含まれる 6 個の特徴点との間で 6 個の対応関係が検出される。例えば、複数の特徴点 5 1 に含まれる特徴点 5 1 a と複数の特徴点 5 2 に含まれる特徴点 5 2 a との間で対応関係が検出される。特徴点照合部 2 4 は、対応関係が検出された特徴点の数 (この場合 6) 、それぞれの対応確信度、及び対応関係が検出されなかった特徴点の数に基づいて照合スコアを計算する。この場合、照合スコアとして 160 点が計算される。したがって、特徴点照合部 2 4 は、照合スコアのほかに、対応関係が検出された特徴点のリストとしての対応特徴点リストを生成及び出力することが可能である。対応特徴点リストには、対応関係が検出された遺留指紋画像の特徴点の座標と、その特徴点と対にな

10

20

30

40

50

る押捺指紋画像の特徴点の座標とが関連付けられて記録される。例えば、特徴点51aの座標と特徴点52aの座標とが関連付けられて記録されている。データ記憶部22は、対応特徴点リストを格納し、照合スコアを最大照合スコアの初期値として格納する。

【0043】

ステップS4において、特徴点照合部24は、ステップS3の照合が成功だったか否かを判定する。特徴点照合部24は、対応関係が検出された特徴点の数が所定の数（例えば4）以上であれば照合が成功であったと判定し、そうでなければ照合が不成功であったと判定する。照合が成功であったと判定された場合、ステップS5に進む。照合が不成功であったと判定された場合、ステップS11に進む。

【0044】

ステップS11において、照合結果出力部13は照合スコアとして0を出力し、画像照合装置10は本実施形態に係る画像照合方法を終了する。

【0045】

ステップS5において、画像非線形変換部25は、遺留指紋画像を押捺指紋画像に近づける画像非線形変換をステップS3で得られた対応特徴点リストに基づいて実行し、画像非線形変換後の遺留指紋画像としての画像非線形変換後遺留指紋画像を示す画像非線形変換後遺留指紋画像データを生成する。データ記憶部22は、画像非線形変換後遺留指紋画像データを格納する。画像非線形変換において、押捺指紋画像との重畳が可能なように、遺留指紋画像の画像歪みが修正される。

【0046】

例えば、画像非線形変換部25は、特許文献1（特開2010-225102号公報）に開示された方法により画像非線形変換を実行する。以下、画像非線形変換を説明する。画像非線形変換部25は、特徴点51aの座標を特徴点52aの座標に一致させるための移動量（座標変換量）としての特徴点移動量を計算し、遺留指紋画像に含まれる特徴点51aの近傍の画素と特徴点51aとの距離と特徴点移動量とに基づいて近傍画素の移動量としての画素移動量を内挿法的に計算し、特徴点移動量及び画素移動量に基づいて画像非線形変換を実行する。画像非線形変換により、特徴点51aの座標が特徴点52aの座標に一致するように特徴点51aが移動し、近傍画素も適当な位置に移動する。このように、対応関係が検出された遺留指紋画像の特徴点はその特徴点と対になる押捺指紋画像の特徴点の座標に移動され、対応関係が検出された特徴点以外の遺留指紋画像の画素はその画素の近傍にある対応関係が検出された特徴点の移動量に基づいて移動される。ここで、遺留指紋画像と画像非線形変換後遺留指紋画像との間の座標変換は線形ではない（座標変換を一次式で表現できない）。

【0047】

図8は、画像非線形変換後遺留指紋画像を示す。

【0048】

図9は、画像非線形変換後遺留指紋画像及び押捺指紋画像を並べて示す。複数の特徴点51が画像非線形変換後遺留指紋画像に重畳され、複数の特徴点52が押捺指紋画像に重畳されている。画像非線形変換により、特徴点51aの画像非線形変換後遺留指紋画像中の相対位置が特徴点52aの押捺指紋画像中の相対位置に一致し、特徴点51aの近傍領域が特徴点52aの近傍領域に近づいたことがわかる。

【0049】

ステップS6において、ノイズ除去・隆線強調部26は、押捺指紋隆線方向データを用いたノイズ除去・隆線強調を画像非線形変換後遺留指紋画像に対して実行し、ノイズ除去・隆線強調後の画像非線形変換後遺留指紋画像としてのフィードバック処理遺留指紋画像を示すフィードバック処理遺留指紋画像データを生成する。データ記憶部22は、フィードバック処理遺留指紋画像データを格納する。ノイズ除去・隆線強調において、押捺指紋隆線方向データと方向が合致しない画像非線形変換後遺留指紋画像中のノイズパターンが除去され、押捺指紋隆線方向データと方向が合致する画像非線形変換後遺留指紋画像中の遺留指紋の隆線が強調される。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

図 1 0 を参照して、ステップ S 6 を詳しく説明する。ステップ S 6 は、ステップ S 6 1 乃至 S 6 4 を含む。

【 0 0 5 1 】

ステップ S 6 1 において、ノイズ除去・隆線強調部 2 6 は、画像非線形変換後遺留指紋画像から遺留指紋の隆線を除去する目的で、押捺指紋隆線方向データの方向に沿う濃度変化を強調する方向利用画像強調処理を画像非線形変換後遺留指紋画像に対して実行する。ここで、押捺指紋隆線方向データは、押捺指紋画像に含まれる各画素の座標とその座標における押捺指紋画像の隆線模様の方向とを関連付けている。方向利用画像強調処理においてノイズ除去・隆線強調部 2 6 は、押捺指紋隆線方向データに基づいて、画像非線形変換後遺留指紋画像の各画素について、その画素（以下、「注目画素」という。）を含む局所領域としての参照領域を決定する。ノイズ除去・隆線強調部 2 6 は、注目画素の座標に関連付けられた方向を押捺指紋隆線方向データから検出し、検出した方向に基づいて参照領域を決定する。参照領域は、検出した方向に沿う帯状領域となるように決定される。ノイズ除去・隆線強調部 2 6 は、参照領域の濃度ヒストグラムに基づいて、注目画素における方向利用画像強調処理後の濃度値を計算する。方向利用画像強調処理は、例えば、局所的ヒストグラム均等化法及び局所的コントラストストレッチ法の一方向に基づく。

10

【 0 0 5 2 】

図 1 1 は、画像非線形変換後遺留指紋画像に押捺指紋隆線方向データの示す方向分布を重畳して示す。ステップ S 5 の画像非線形変換により、画像非線形変換後遺留指紋画像及び押捺指紋画像は位置関係が合致している。そのため、押捺指紋隆線方向データの示す方向分布は、遺留指紋の隆線を代表する。したがって、押捺指紋隆線方向データを用いることで、参照領域が遺留指紋の隆線に沿うように決定される。そして、ステップ S 6 1 の方向利用画像強調処理において画像非線形変換後遺留指紋画像から遺留指紋の隆線が適切に除去され、遺留指紋の隆線に交差するノイズパターン（例えば、図 8 の中央部分において遺留指紋の隆線に交差するように左上から右下へ延びる黒い帯状のパターン）が強調される。以下、その理由を説明する。

20

【 0 0 5 3 】

図 8 を参照して、遺留指紋と黒い帯状のパターンとが重畳している重畳領域において遺留指紋の隆線に沿う濃度変化を調べると、黒い帯状のパターンと重畳した部分の濃度は、黒い帯状のパターンと重なっていない部分の濃度より大きい。遺留指紋の隆線に沿って濃度変化を強調すれば、遺留指紋の隆線のうち黒い帯状のパターンと重なった部分が強調される。

30

【 0 0 5 4 】

図 8 を参照して、重畳領域において遺留指紋の隆線溝に沿う濃度変化を調べると、黒い帯状のパターンと重畳した部分の濃度は、黒い帯状のパターンと重なっていない部分の濃度より大きい。遺留指紋の隆線溝に沿って濃度変化を強調すれば、遺留指紋の隆線溝のうち黒い帯状のパターンと重なった部分が強調される。

【 0 0 5 5 】

したがって、遺留指紋の隆線に沿うように決定された参照領域を用いる方向利用画像強調処理により、遺留指紋の隆線が消失し、ノイズパターンが強調される。

40

【 0 0 5 6 】

参照領域の決定は、例えば、以下のように行われる。ノイズ除去・隆線強調部 2 6 は、注目画素から注目画素の座標における方向（押捺指紋隆線方向データから検出された方向）に沿う第 1 の側とその逆の第 2 の側に所定の画素数ずつ進んだときに通る画素群を抽出する。参照領域はこの画素群により構成される。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 6 2 において、ノイズ除去・隆線強調部 2 6 は、ステップ S 6 1 の方向利用画像強調処理後の画像非線形変換後遺留指紋画像としての方向利用画像強調処理後遺留指紋画像の方向分布を自動抽出し、抽出した方向分布を示すノイズ方向データを生成する。

50

データ記憶部 22 は、ノイズ方向データを格納する。ノイズ方向データは、方向利用画像強調処理後遺留指紋画像に含まれるノイズパターンの方向分布を示す。ノイズ方向データは、方向利用画像強調処理後遺留指紋画像に含まれる各画素について、その画素の座標とその座標におけるノイズパターンの方向とを関連付けている。

【0058】

ステップ S63 において、ノイズ除去・隆線強調部 26 は、押捺指紋隆線方向データに基づいてノイズ方向データを補正して補正後ノイズ方向データを生成する。データ記憶部 22 は、補正後ノイズ方向データを格納する。

【0059】

ここで、押捺指紋隆線方向データは、押捺指紋画像の座標と方向とを関連付けている。ノイズ方向データは、方向利用画像強調処理後遺留指紋画像の座標と方向とを関連付けている。ノイズ除去・隆線強調部 26 は、同一の座標について押捺指紋隆線方向データの方向とノイズ方向データの方向との差が所定の範囲以内（例えば、 $\pi/16$ ラジアン以内）の場合、押捺指紋隆線方向データにおける方向に直交する方向でノイズ方向データにおける方向を置き換えて補正後ノイズ方向データを生成する。

【0060】

ここで、この補正の意味を説明する。ノイズ方向データに基づいた方向利用画像強調処理を画像非線形変換後遺留指紋画像に対して実行すれば、ノイズパターンを除去し、同時に、遺留指紋の隆線を強調できることは、特開 2009-223562 号公報に開示されているとおりである。しかし、ノイズ方向データにおける方向と押捺指紋隆線方向データにおける方向とが近い場合には、方向利用画像強調処理により画像非線形変換後遺留指紋画像から遺留指紋の隆線が少なくとも部分的に除去されてしまう。ステップ S63 においてノイズ方向データを補正することで、遺留指紋の隆線が除去されてしまう危険性を低減することができる。尚、ステップ S63 を実行しないことも可能である。

【0061】

次に、ステップ S64 において、ノイズ除去・隆線強調部 26 は、画像非線形変換後遺留指紋画像からノイズパターンを除去する目的で、補正後ノイズ方向データの方向に沿う濃度変化を強調する方向利用画像強調処理を画像非線形変換後遺留指紋画像に対して実行する。その結果として、ノイズ除去・隆線強調部 26 は、フィードバック処理遺留指紋画像を示すフィードバック処理遺留指紋画像データを生成する。データ記憶部 22 は、フィードバック処理遺留指紋画像データを格納する。

【0062】

ステップ S64 の処理の内容は、利用するデータは異なるものの、先に述べたステップ S61 と同様である。ステップ S64 の方向利用画像強調処理においてノイズ除去・隆線強調部 26 は、補正後ノイズ方向データに基づいて、画像非線形変換後遺留指紋画像の各画素について、その画素（以下、「注目画素」という。）を含む局所領域としての参照領域を決定する。ノイズ除去・隆線強調部 26 は、注目画素の座標に関連付けられた方向を補正後ノイズ方向データから検出し、検出した方向に基づいて参照領域を決定する。参照領域は、検出した方向に沿う帯状領域となるように決定される。ノイズ除去・隆線強調部 26 は、参照領域の濃度ヒストグラムに基づいて、注目画素におけるステップ S64 の方向利用画像強調処理後の濃度値を計算する。

【0063】

ステップ S64 の方向利用画像強調処理により、押捺指紋隆線方向データと方向が合致しない画像非線形変換後遺留指紋画像中のノイズパターンが除去され、押捺指紋隆線方向データと方向が合致する画像非線形変換後遺留指紋画像中の遺留指紋の隆線が強調される。この理由は、特開 2009-223562 号公報に開示されているとおりである。

【0064】

図 12 は、ステップ S6 で得られたフィードバック処理遺留指紋画像を示す。フィードバック処理遺留指紋画像においては、図 8 に示す画像非線形変換後遺留指紋画像の中央に存在した左上から右下へ延びる黒い帯状のパターンが消失し、且つ、遺留指紋の隆線が強

10

20

30

40

50

調されていることがわかる。フィードバック処理遺留指紋画像においては、ステップ S 3 の照合結果（例えば、対応特徴点リスト）がフィードバックされている。

【 0 0 6 5 】

ステップ S 7 において、特徴抽出部 2 3 は、図 1 2 のフィードバック処理遺留指紋画像から指紋（隆線模様）の特徴点、隆線模様の方向分布、隆線確定領域、芯線を抽出し、特徴点を示すフィードバック処理遺留指紋特徴点データ、方向分布を示すフィードバック処理遺留指紋隆線方向データ、隆線確定領域を示す隆線確定領域データ、及び芯線を示す芯線データを生成して出力する。データ記憶部 2 2 は、これらのデータを格納する。ステップ S 7 における処理はステップ S 2 における処理と同様であるため、詳細な説明は省略する。

10

【 0 0 6 6 】

図 1 3 A は、フィードバック処理遺留指紋特徴点データが示す複数の特徴点 5 3 をフィードバック処理遺留指紋画像と重畳して示す。ここで、図 1 3 A に示すフィードバック処理遺留指紋画像から抽出された特徴点 5 3 の数は図 5 A に示す遺留指紋画像から抽出された特徴点 5 1 の数より多い。

【 0 0 6 7 】

図 1 3 B は、ステップ S 7 で生成された隆線確定領域データ及び芯線データがそれぞれ示す隆線確定領域 7 1 及び芯線 7 3 をフィードバック処理遺留指紋画像と重畳して示す。隆線確定領域 7 1 は、隆線が高品質な高品質領域であり、網掛けされない領域として示されている。隆線確定領域 7 1 の周囲の低品質領域 7 2 は、隆線が低品質な領域であり、網掛けされた領域として示されている。ここで、図 1 3 B に示すフィードバック処理遺留指紋画像から抽出された隆線確定領域 7 1 は図 5 D に示す遺留指紋画像から抽出された隆線確定領域 6 1 より大きい。

20

【 0 0 6 8 】

ステップ S 5 及び S 6 のフィードバック処理によりノイズ除去と隆線強調が効果的に行われた結果、抽出される特徴点の数が増加し、隆線確定領域が拡大することがわかる。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 8 において、特徴点照合部 2 4 は、データ記憶部 2 2 に格納されている直前のフィードバック処理遺留指紋特徴点データ及び押捺指紋特徴点データに基づいて、遺留指紋及び押捺指紋を照合する。特徴点照合部 2 4 は、照合結果を示す照合スコアを計算し、対応特徴点リストを生成及び出力する。照合スコアの計算手順及び対応特徴点リストの生成手順は、ステップ S 3 と同様である。データ記憶部 2 2 は、照合スコア及び対応特徴点リストを格納する。

30

【 0 0 7 0 】

図 1 4 は、フィードバック処理遺留指紋特徴点データが示す複数の特徴点 5 3 が重畳されたフィードバック処理遺留指紋画像と押捺指紋画像特徴点データが示す複数の特徴点 5 2 が重畳された押捺指紋画像を示す。図に示すように、複数の特徴点 5 3 に含まれる 1 0 個の特徴点と複数の特徴点に含まれる 1 0 個の特徴点との間で 1 0 個の対応関係が検出される。例えば、複数の特徴点 5 3 に含まれる特徴点 5 3 b と複数の特徴点 5 2 に含まれる特徴点 5 2 b との間で対応関係が検出される。ステップ S 3 の結果である図 7 の 6 個に比べると、対応関係が検出された特徴点の数が 4 個増加したことがわかる。また、ステップ S 8 において、照合スコアとして 8 1 6 点が計算される。ステップ S 8 の照合スコア（8 1 6 点）がステップ S 3 の照合スコア（1 6 0 点）に比べて大きく増加しているため、照合精度が向上したことがわかる。

40

【 0 0 7 1 】

ステップ S 9 において、特徴点照合部 2 4 は、直前のステップ S 8 で得られた照合スコアとデータ記憶部 2 2 に格納されている最大照合スコアを比較する。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 9 において、直前のステップ S 8 で得られた照合スコアの方が大きくなければ、ステップ S 1 0 に進む。

50

【0073】

ステップS10において、照合結果出力部13は最大照合スコアを出力し、画像照合装置10は本実施形態に係る画像照合方法を終了する。

【0074】

ステップS9において、直前のステップS8で得られた照合スコアの方が大きければ、データ記憶部22は、最大照合スコアの値を直前のステップS8で得られた照合スコアで置き換える。その後、次のステップS5～S9を実行する。次のステップS5においては、直前のステップS6で得られたフィードバック処理遺留指紋画像を押し指紋に近づける画像非線形変換を直前のステップS8で得られた対応特徴点リストに基づいて実行する。次のステップS5の結果に基づいて次のステップS6～S9を実行する。

10

【0075】

ステップS5～S9は、最大照合スコアの値が更新される限りは繰り返してもよいが、最大繰り返し数を所定の回数（例えば2回）に制限してもよい。

【0076】

本実施形態においては、押し指紋画像を示す画像データ102を入力するかわりに、押し指紋特徴点データ及び押し指紋隆線方向データをデータ処理部12に入力してもよい。犯罪捜査用途の指紋照合システムにおいては大量の押し指紋画像についての特徴点データ及び隆線方向データがデータベースに登録されているため、これらのデータを利用することで本実施形態に係る画像照合処理を高速化することができる。

【0077】

上述の説明では、遺留指紋画像をフィードバック処理遺留指紋画像に変換してフィードバック処理遺留指紋画像及び押し指紋画像に基づいて照合スコアを計算する場合を説明したが、遺留指紋画像と押し指紋画像の関係を逆にして、押し指紋画像をフィードバック処理押し指紋画像に変換してフィードバック処理押し指紋画像及び遺留指紋画像に基づいて照合スコアを計算してもよい。

20

【0078】

更に、特徴点照合部24は、フィードバック処理遺留指紋画像及び押し指紋画像に基づいて求めた照合スコアとフィードバック処理押し指紋画像及び遺留指紋画像に基づいて求めた照合スコアとに基づいて、融合照合スコアを計算してもよい。融合照合スコアは、例えば、二つの照合スコアの平均値である。この場合、ステップS9において、照合スコア

30

【0079】

（第2の実施形態）

図15を用いて、本発明の第2の実施形態に係る画像照合方法を説明する。画像照合方法は、ステップS1乃至S11を備える。本実施形態に係るステップS1乃至S4及びS9乃至S11は、それぞれ、第1の実施形態に係るステップS1乃至S4及びS9乃至S11と同様である。以下、本実施形態に係るステップS5乃至S8を説明する。

【0080】

ステップS5において、画像非線形変換部25は、押し指紋画像を遺留指紋画像に近づける画像非線形変換をステップS3で得られた対応特徴点リストに基づいて実行し、画像非線形変換後の押し指紋画像としての画像非線形変換後押し指紋画像を示す画像非線形変換後押し指紋画像データを生成する。特徴抽出部23は、画像非線形変換後押し指紋画像から指紋（隆線模様）の特徴点と隆線模様の方向分布とを抽出し、特徴点を示す画像非線形変換後押し指紋特徴点データと隆線模様の方向分布を示す画像非線形変換後押し指紋隆線方向データを生成する。データ記憶部22は、これらのデータを格納する。

40

【0081】

ステップS6において、ノイズ除去・隆線強調部26は、画像非線形変換後押し指紋隆線方向データを用いたノイズ除去・隆線強調を遺留指紋画像に対して実行し、ノイズ除去・隆線強調後の遺留指紋画像としてのフィードバック処理遺留指紋画像を示すフィードバック処理遺留指紋画像データを生成する。データ記憶部22は、フィードバック処理遺留

50

指紋画像データを格納する。

【0082】

ステップS7において、特徴抽出部23は、フィードバック処理遺留指紋画像から指紋（隆線模様）の特徴点、隆線模様の方向分布、隆線確定領域、芯線を抽出し、特徴点を示すフィードバック処理遺留指紋特徴点データ、方向分布を示すフィードバック処理遺留指紋隆線方向データ、隆線確定領域を示す隆線確定領域データ、及び芯線を示す芯線データを生成して出力する。データ記憶部22は、これらのデータを格納する。

【0083】

ステップS8において、特徴点照合部24は、データ記憶部22に格納されている直前のフィードバック処理遺留指紋特徴点データ及び画像非線形変換後押捺指紋特徴点データに基づいて、遺留指紋及び押捺指紋を照合する。特徴点照合部24は、照合結果を示す照合スコアを計算し、対応特徴点リストを生成及び出力する。データ記憶部22は、照合スコア及び対応特徴点リストを格納する。

10

【0084】

本実施形態に係るステップS5乃至S8における詳細な手順は、第1の実施形態に係るステップS5乃至S8についての説明から明らかである。

【0085】

本実施形態においても、高い照合精度が実現される。

【0086】

上述の説明では、遺留指紋画像及び押捺指紋画像をそれぞれフィードバック処理遺留指紋画像及び画像非線形変換後押捺指紋画像に変換してフィードバック処理遺留指紋画像及び画像非線形変換後押捺指紋画像に基づいて照合スコアを計算する場合を説明したが、遺留指紋画像と押捺指紋画像の関係を逆にして、遺留指紋及び押捺指紋画像をそれぞれ画像非線形変換後遺留指紋画像及びフィードバック処理押捺指紋画像に変換して画像非線形変換後遺留指紋画像及びフィードバック処理押捺指紋画像に基づいて照合スコアを計算してもよい。

20

【0087】

更に、特徴点照合部24は、フィードバック処理遺留指紋画像及び画像非線形変換後押捺指紋画像に基づいて求めた照合スコアと画像非線形変換後遺留指紋画像及びフィードバック処理押捺指紋画像に基づいて求めた照合スコアとに基づいて、融合照合スコアを計算してもよい。融合照合スコアは、例えば、二つの照合スコアの平均値である。この場合、ステップS9において、照合スコアのかわりに融合照合スコアが用いられる。これにより、照合精度が更に向上する。

30

【0088】

以上、遺留指紋画像と押捺指紋画像とを照合する場合を説明したが、第1の実施形態の場合と同様に本実施形態においても、遺留指紋どうしを照合してもよく、押捺指紋どうしを照合してもよい。

【0089】

（第3の実施形態）

図16を用いて、本発明の第3の実施形態に係る画像照合方法を説明する。画像照合方法は、ステップS1乃至S5及びS7乃至S11を備える。ステップS6は欠番である。本実施形態に係るステップS1乃至S5及びS9乃至S11は、それぞれ、第1の実施形態に係るステップS1乃至S5及びS9乃至S11と同様である。以下、本実施形態に係るステップS7及びS8を説明する。

40

【0090】

ステップS7において、特徴抽出部23は、画像非線形変換後遺留指紋画像から指紋（隆線模様）の特徴点、隆線模様の方向分布、隆線確定領域、芯線を抽出し、特徴点を示す画像非線形変換後遺留指紋特徴点データ、方向分布を示す画像非線形変換後遺留指紋隆線方向データ、隆線確定領域を示す隆線確定領域データ、及び芯線を示す芯線データを生成して出力する。データ記憶部22は、これらのデータを格納する。

50

【 0 0 9 1 】

ステップ S 8 において、特徴点照合部 2 4 は、データ記憶部 2 2 に格納されている直前の画像非線形変換後遺留指紋特徴点データ及び押捺指紋特徴点データに基づいて、遺留指紋及び押捺指紋を照合する。特徴点照合部 2 4 は、照合結果を示す照合スコアを計算し、対応特徴点リストを生成及び出力する。データ記憶部 2 2 は、照合スコア及び対応特徴点リストを格納する。

【 0 0 9 2 】

本実施形態に係るステップ S 7 及び S 8 における詳細な手順は、第 1 の実施形態に係るステップ S 7 及び S 8 についての説明から明らかである。

【 0 0 9 3 】

ところで、歪みのある遺留指紋画像上の隆線間隔は実際の隆線間隔と大きく異なる場合がある。そのため、歪みのある遺留指紋画像から特徴点を抽出する場合は抽出精度が劣化する。本実施形態においては、遺留指紋画像を押捺指紋画像に近づける画像非線形変換により隆線間隔が正常化されるため、特徴点の抽出精度の劣化が避けられる。したがって、特徴点を用いる指紋照合において、高い照合精度が実現される。

10

【 0 0 9 4 】

第 1 の実施形態の場合と同様に本実施形態においても、押捺指紋画像を示す画像データ 1 0 2 を入力するかわりに、押捺指紋特徴点データ及び押捺指紋隆線方向データをデータ処理部 1 2 に入力してもよい。

【 0 0 9 5 】

以上、照合の対象が指紋画像である場合について説明したが、照合の対象は、掌紋画像のような他の生体パターンの画像であってもよい。

20

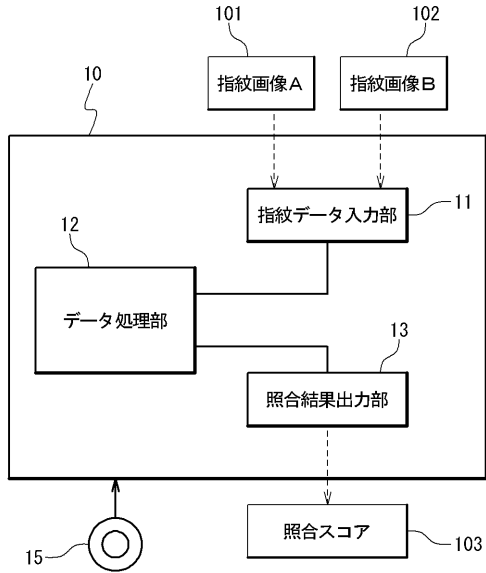
【 0 0 9 6 】

以上、実施形態を参照して本発明を説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。本発明の構成や詳細には、本発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

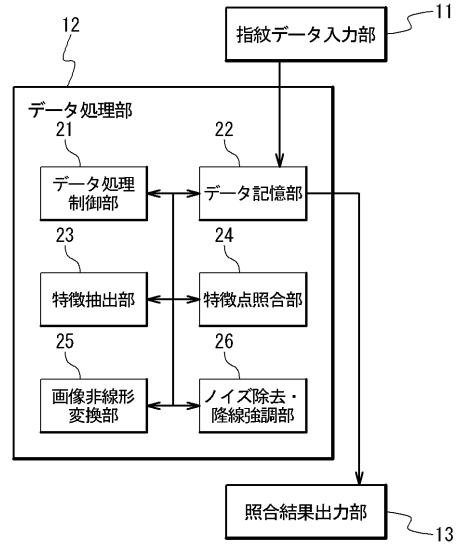
【 0 0 9 7 】

この出願は、2010年11月8日に出願された日本出願特願2010-250205号を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

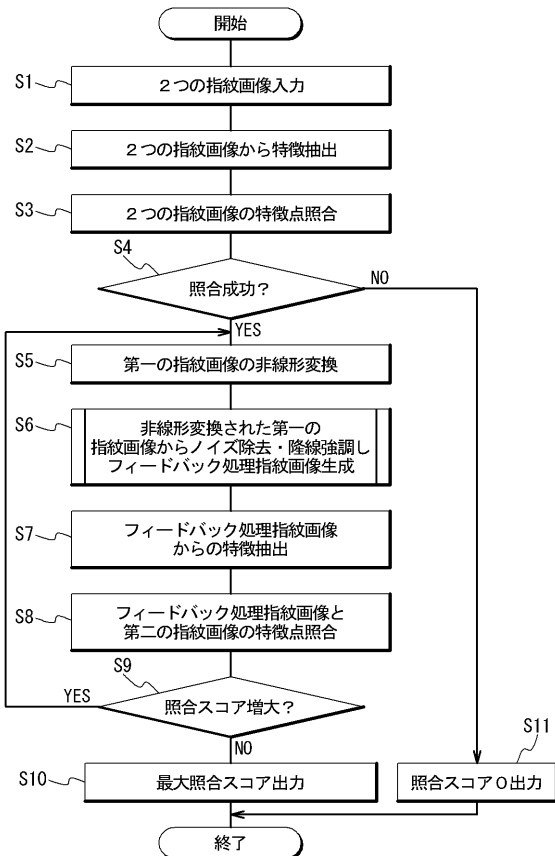
【図1】



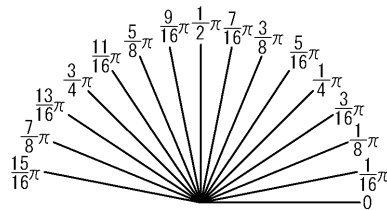
【図2】



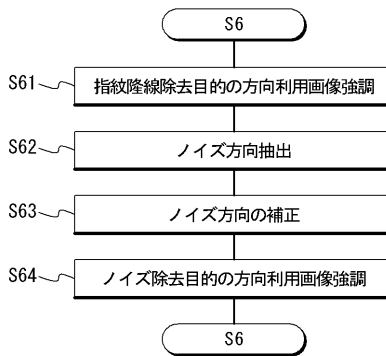
【図3】



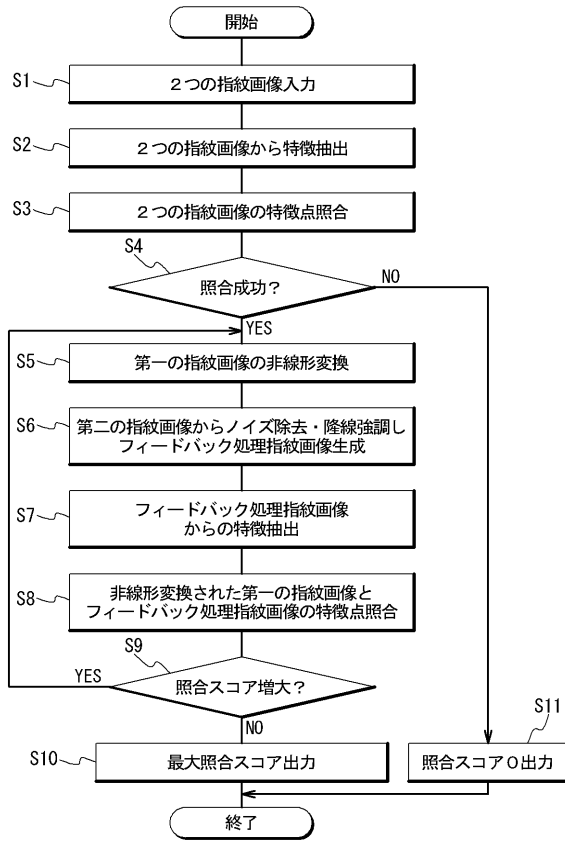
【図5C】



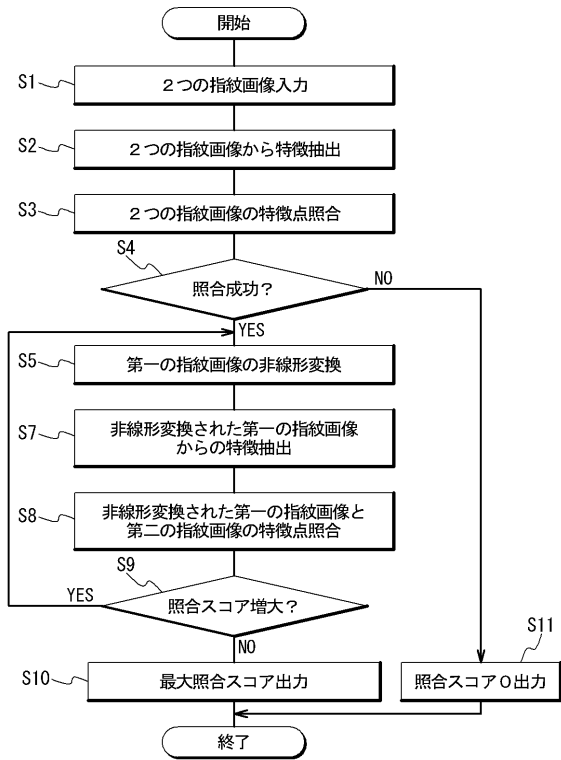
【図10】



【図15】



【図16】



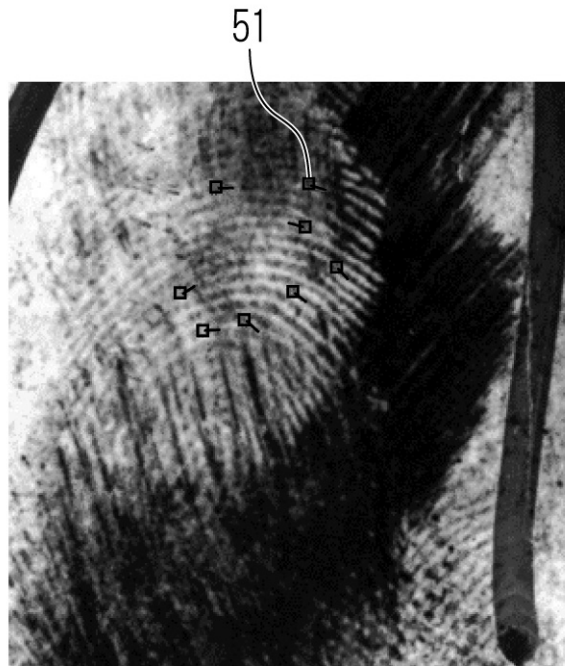
【図4A】




【図 4 B】




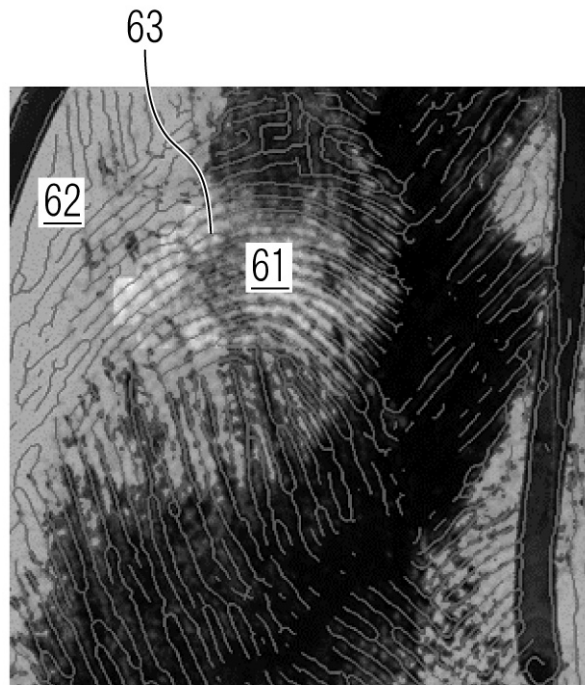
【図 5 A】



【 5 B】



【 5 D】



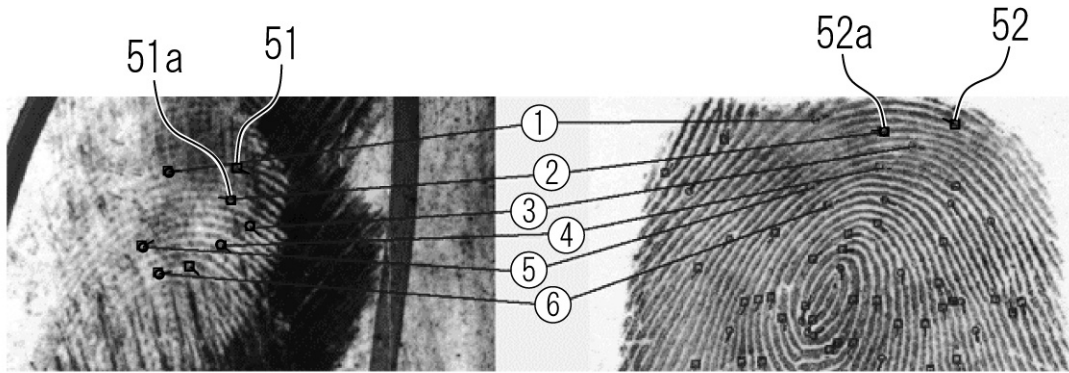
【図 6 A】



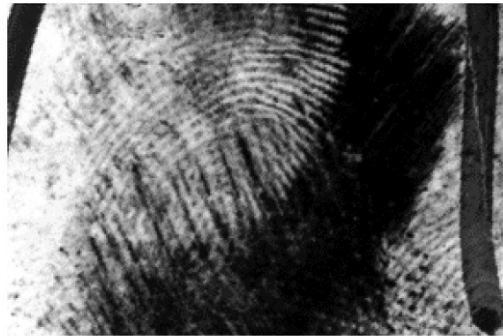
【図 6 B】



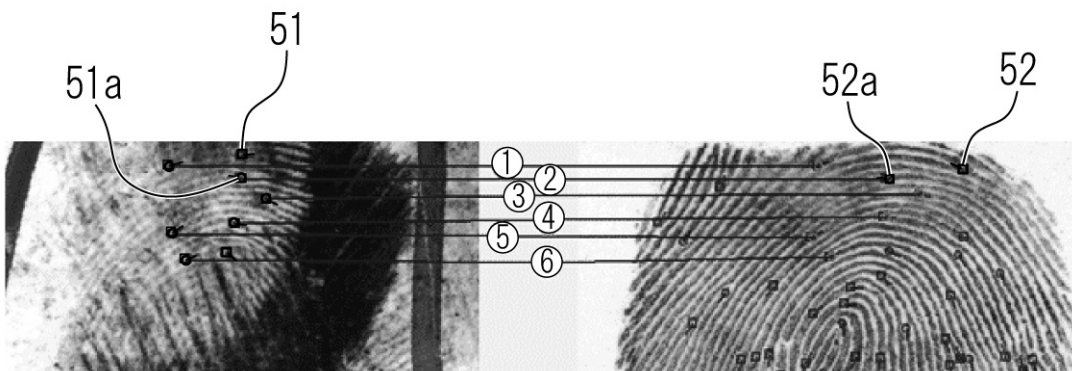
【図7】



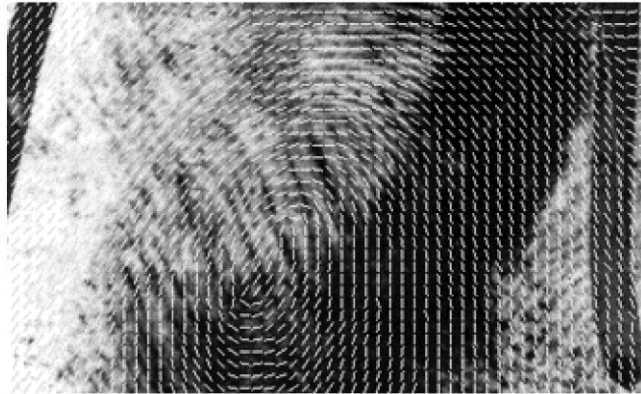
【図8】



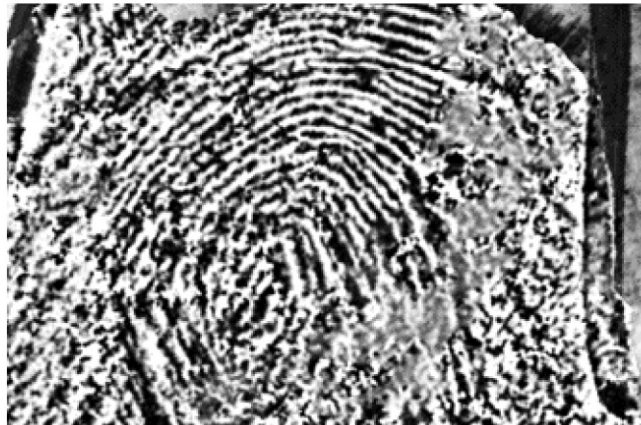
【図9】




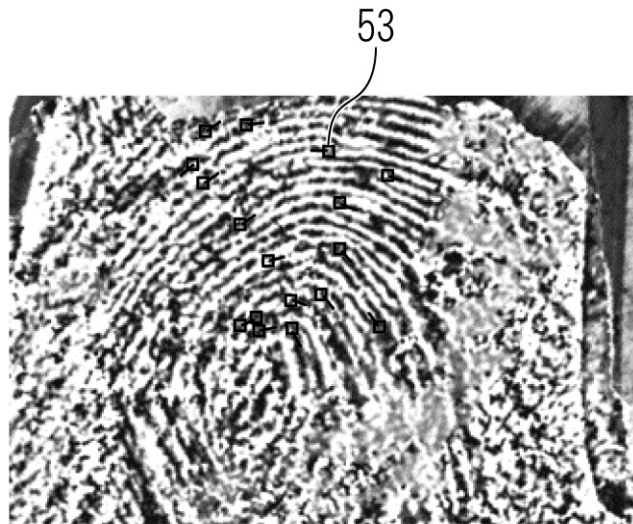
【図 1 1】




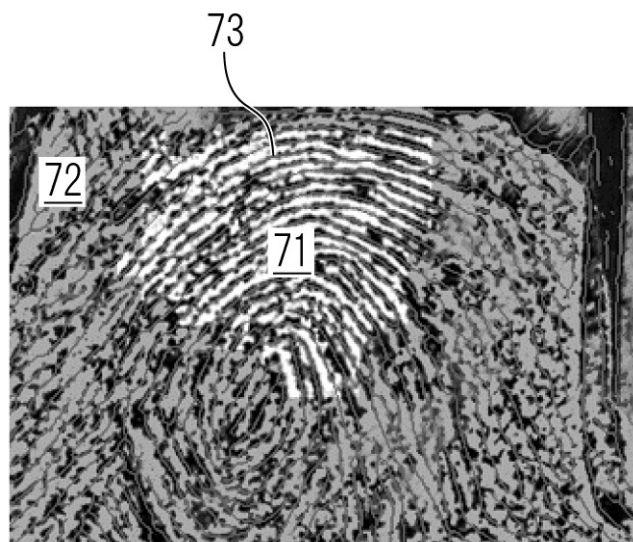
【図 1 2】



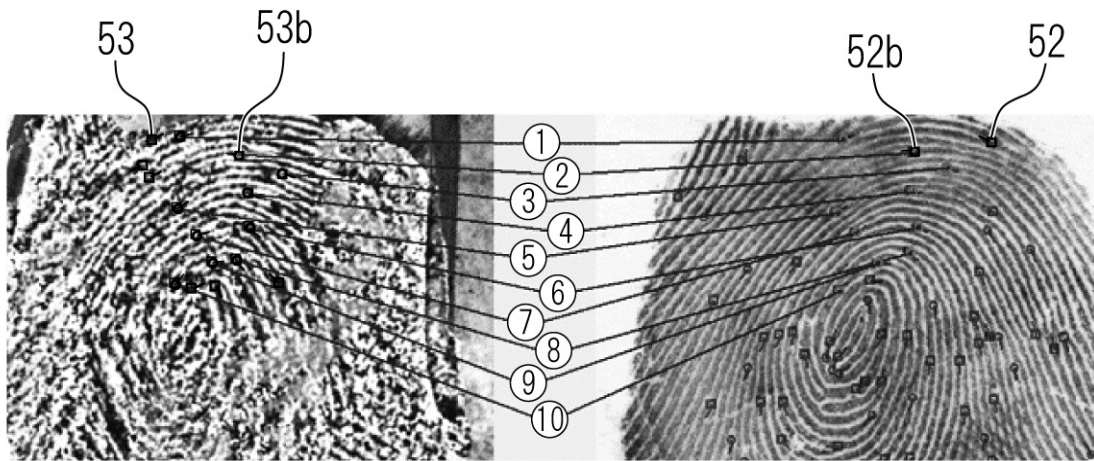
【 1 3 A】



【 1 3 B】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10 - 261089 (JP, A)
特開2008 - 310814 (JP, A)
特開2010 - 225102 (JP, A)
特開平07 - 114649 (JP, A)
特開2008 - 276758 (JP, A)
特開2002 - 298141 (JP, A)
特開2005 - 339230 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 7/00