

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-277146
(P2006-277146A)

(43) 公開日 平成18年10月12日(2006.10.12)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
G06T 7/00 (2006.01) G06T 7/00 530 5B043
 G06T 7/00 300F 5L096

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2005-93208 (P2005-93208) (22) 出願日 平成17年3月28日 (2005.3.28)</p>	<p>(71) 出願人 000001889 三洋電機株式会社 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 (74) 代理人 100105924 弁理士 森下 賢樹 (72) 発明者 齊藤 博文 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内 Fターム(参考) 5B043 AA09 BA02 EA06 EA08 GA03 5L096 BA15 FA09 FA67 FA76 HA09 JA11</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

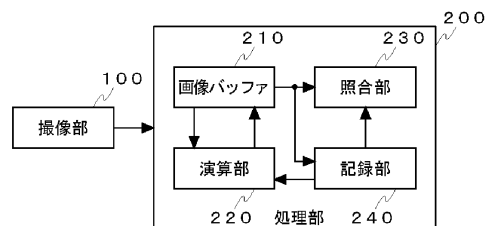
(54) 【発明の名称】 照合方法および照合装置

(57) 【要約】

【課題】 高精度な照合を行う生体認証技術を提供する。

【解決手段】 照合装置1において、撮像部100は、照合のための参照画像および対象画像を撮影する。演算部220は特徴点を抽出し、1つ以上の特徴点の対を生成する。さらに対をなす特徴点の間の隆線の方向ベクトルを隆線ごとに算出し、方向ベクトルの分布を方向成分ごとに取得する。記録部240は、参照画像の特徴点の特徴量を記録したテーブルと、特徴点の対とその間の隆線の方向ベクトルの分布とを関連づけて記録したテーブルと、を保存する。照合部230は対応する方向ベクトルの分布と特徴点の特徴量とに基づき、認証対象画像と参照画像の照合を行う。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

照合のための参照画像から所定の規則に基づき複数の特徴点を抽出するステップと、
 前記複数の特徴点から特徴点の対を生成するステップと、
 前記特徴点の対の間に存在する画素の所定の画素値の勾配ベクトルを算出するステップと、
 前記勾配ベクトルを用いて所定の属性の勾配情報を取得するステップと、
 対をなす前記特徴点の特徴情報とその間の前記勾配情報とを関連づけて記録するステップと、
 を含むことを特徴とする照合方法。

10

【請求項 2】

照合対象画像から所定の規則に基づき複数の特徴点を抽出するステップと、
 前記複数の特徴点から前記参照画像における特徴点の対と対応する特徴点の対を検出するステップと、
 前記対応する特徴点の対の間に存在する画素の所定の画素値の勾配ベクトルを算出するステップと、
 前記勾配ベクトルを用いて所定の属性の勾配情報を取得するステップと、
 前記勾配情報を用いて前記参照画像と前記照合対象画像とを照合するステップと、
 をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の照合方法。

20

【請求項 3】

前記画像は指紋画像であり、
 前記勾配情報を取得するステップは、指紋の特徴点の対の間に存在する隆線の方向を表す勾配情報を取得し、
 前記照合するステップは、前記隆線の方向を表す勾配情報を用いて照合を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の照合方法。

【請求項 4】

前記照合するステップは、前記勾配情報に加え、前記複数の特徴点の特徴情報を用いて照合を行うことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の照合方法。

【請求項 5】

照合のための参照指紋画像から所定の規則に基づき複数の特徴点を抽出するステップと、
 前記参照指紋画像における複数の特徴点から、前記特徴点の対を生成するステップと、
 前記参照指紋画像における特徴点の対の間に存在する隆線の方向を表す勾配情報を取得するステップと、
 前記参照指紋画像において対をなす前記特徴点の特徴情報とその間の前記勾配情報とを関連づけて記録するステップと、
 照合対象指紋画像から所定の規則に基づき複数の特徴点を抽出するステップと、
 前記照合対象指紋画像における複数の特徴点から前記参照指紋画像における特徴点の対と対応する特徴点の対を検出するステップと、
 前記照合対象指紋画像において前記対応する特徴点の対の間に存在する隆線の方向を表す勾配情報を取得するステップと、
 前記勾配情報を用いて前記参照指紋画像と前記照合対象指紋画像とを照合するステップと、
 を含むことを特徴とする照合方法。

30

40

【請求項 6】

生体画像を撮影する撮像部と、
 撮影した生体画像から所定の規則に基づき複数の特徴点を抽出する特徴点抽出部と、
 前記特徴点の対の間に所定の属性の勾配情報を取得する演算部と、
 前記勾配情報を用いて照合対象画像と参照画像との照合を行う照合部と、
 を備えることを特徴とする照合装置。

50

【請求項 7】

前記参照画像において対をなす前記特徴点の特徴情報とその間の前記勾配情報とを関連づけて記憶する記憶部をさらに備えることを特徴とする請求項 6 に記載の照合装置。

【請求項 8】

前記演算部は、前記記憶部に記憶した前記参照画像の特徴点の特徴情報を参照し、前記参照画像における特徴点の対と対応する特徴点の対を前記照合対象画像の複数の特徴点から検出し、その間における前記勾配情報を取得することを特徴とする請求項 7 に記載の照合装置。

【請求項 9】

前記照合部は、前記勾配情報に加え、前記複数の特徴点の特徴情報を用いて照合を行うことを特徴とする請求項 7 に記載の照合装置。 10

【請求項 10】

前記演算部は、前記特徴点の対の間に存在する画素の所定の画素値の勾配ベクトルを算出し、それに基づき前記勾配情報を取得することを特徴とする請求項 6 から 9 のいずれかに記載の照合装置。

【請求項 11】

前記生体画像は指紋画像であり、

前記演算部は、指紋の特徴点の対の間に存在する隆線の方向を表す方向ベクトルの分布を取得し、

前記照合部は前記方向ベクトルの分布を用いて照合を行うことを特徴とする請求項 6 から 10 のいずれかに記載の照合装置。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、指紋や静脈などの生体情報を用いて、本人認証を行う際などに利用可能な照合方法および照合装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、指紋認証システムは入室管理やコンピュータへのログイン、携帯電話機などの携帯機器の使用許可など、幅広い用途に用いられるようになってきている。このように多様な用途や設置環境に応じて、照合精度、計算負荷、プライバシー保護などの観点から、種々の認証技術が提案されている。 30

【0003】

従来、指紋認証方法には、大別して、(a) マニューシャ法、(b) パターンマッチング法、(c) チップマッチング法、(d) 周波数解析法があった。(a) マニューシャ法は、指紋画像から、隆線の終端や分岐といった特徴的な点、すなわちマニューシャを抽出し、これらの点の情報を、2つの指紋画像間で比較することにより、指紋の照合を行い、本人か否かの判定を行う。

【0004】

(b) パターンマッチング法は、2つの指紋画像間で、画像のパターンを直接比較することにより、指紋の照合を行い、本人か否かの判定を行う。(c) チップマッチング法は、特徴点の周辺の小領域の画像、すなわちチップ画像を登録データとして持ち、このチップ画像を用いて指紋照合を行う。(d) 周波数解析法は、指紋画像をスライスしたラインに対して、周波数解析を行い、スライスしたライン方向に垂直な方向に対する周波数成分の分布を、2つの指紋画像間で比較することにより、指紋の照合を行う。 40

【0005】

特許文献 1 は、皮膚模様などの画像から特徴ベクトルを抽出し、その特徴ベクトルに対する信頼度情報を照合に必要な特徴量として少なくとも用い、照合対象となる画像間の類似度を算出することによって、画像の同一性判定を行う技術を開示する。

【特許文献 1】特開平 10 - 177650 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

マニューシャ法において抽出した特徴点に基づき照合を行う際、2つの指紋画像間で一致している特徴点が、わずかな距離の違いで不一致と判定されたり、実際には不一致である特徴点が撮影画像の状態などによって一致と判定されたりする誤認識が発生し、照合精度が低下する場合があった。そこで特徴点間に存在する隆線の本数を取得し、それを比較対照情報に含めることにより照合精度の向上を図るマニューシャ・リレーション法も提案されている。しかしながら、撮影画像における隆線のかすれ等により不正確な本数が取得されたり、本来は不一致の特徴点にもかかわらず隆線の本数が偶然一致する可能性が大きかったりし、十分な精度向上が期待できない場合がある。

10

【0007】

本発明は上記事情を踏まえてなされたものであり、その目的は、特徴点に基づく照合技術において、より精度の高い照合方法および照合装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のある態様は照合方法に関する。この方法は、照合のための参照画像から所定の規則に基づき複数の特徴点を抽出するステップと、複数の特徴点から特徴点の対を生成するステップと、特徴点の対の間に存在する画素の所定の画素値の勾配ベクトルを算出するステップと、勾配ベクトルを用いて所定の属性の勾配情報を取得するステップと、対をなす特徴点の特徴情報とその間の前記勾配情報とを関連づけて記録するステップと、を含むことを特徴とする。

20

【0009】

対象となる画像は、指紋画像の他、手のひら、指などの静脈画像、顔面画像などの生体画像でよい。したがって特徴点とは、指紋画像や静脈画像の場合は、隆線や静脈の分岐点、終端点など形状の特徴的な点のいずれでもよく、顔面画像の場合は目頭、口角、眉の終端など構成部分の特徴的な点のいずれでもよい。照合の際に比較対照情報に含める情報は、特徴点間に存在する隆線や静脈の方向、肌の色度、濃度など、勾配ベクトルに基づき表現することのできる属性のいずれでもよい。

【0010】

この方法はさらに、照合対象画像から所定の規則に基づき複数の特徴点を抽出するステップと、複数の特徴点から参照画像における特徴点の対と対応する特徴点の対を検出するステップと、対応する特徴点の対の間に存在する画素の所定の画素値の勾配ベクトルを算出するステップと、勾配ベクトルを用いて所定の属性の勾配情報を取得するステップと、勾配情報を用いて参照画像と照合対象画像とを照合するステップと、を含んでもよい。

30

【0011】

本発明の別の態様も、照合方法に関する。この方法は、照合のための参照指紋画像から所定の規則に基づき複数の特徴点を抽出するステップと、参照指紋画像における複数の特徴点から、特徴点の対を生成するステップと、参照指紋画像における特徴点の対の間に存在する隆線の方向を表す勾配情報を取得するステップと、参照指紋画像において対をなす特徴点の特徴情報とその間の勾配情報とを関連づけて記録するステップと、照合対象指紋画像から所定の規則に基づき複数の特徴点を抽出するステップと、照合対象指紋画像における複数の特徴点から参照指紋画像における特徴点の対と対応する特徴点の対を検出するステップと、照合対象指紋画像において前記対応する特徴点の対の間に存在する隆線の方向を表す勾配情報を取得するステップと、勾配情報を用いて参照指紋画像と照合対象指紋画像とを照合するステップと、を含むことを特徴とする。

40

【0012】

本発明のさらに別の態様は、照合装置に関する。この装置は、生体画像を撮影する撮像部と、撮影した生体画像から所定の規則に基づき複数の特徴点を抽出する特徴点抽出部と、特徴点の対の間に存在する所定の属性の勾配情報を取得する演算部と、勾配情報を用いて

50

照合対象画像と参照画像との照合を行う照合部と、を備えることを特徴とする。

【0013】

ここで参照画像の撮影と照合対象画像の撮影は、時間間隔があってもよいし、連続的であってもよい。あらかじめ参照画像の撮影を行っておく場合は、あらかじめ勾配情報を取得しておいてもよい。

【0014】

この装置はさらに、参照画像において対をなす特徴点の特徴情報とその間の勾配情報とを関連づけて記憶する記憶部を備えてもよい。ここで「特徴点の特徴情報」とは、特徴点の位置、方向、種類、近傍に存在する隆線の密度など特徴点自体が有する特徴の情報であってよい。

【0015】

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置、システム、コンピュータプログラム、記録媒体などの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、生体認証における照合精度を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

実施の形態1

はじめに本実施の形態の概要を説明する。図1は指紋画像における特徴点を模式的に示した図である。指紋10はマニューシャ法などによって抽出された特徴点のうち、代表的な特徴点A、および特徴点Bを有する。本実施の形態では、これらの特徴点を抽出した後、特徴点を結ぶ線分を横切る隆線方向ベクトルを、当該線分を座標軸とする分布として認証用データを生成する。あらかじめ登録された参照画像のデータと、認証を希望するユーザによって撮像処理が行われた認証対象画像のデータとを照合することにより、認証を行う。特徴点AおよびBを結ぶ線分がなす座標軸は、図1中の矢印12で表されている。ここで「方向ベクトル」は、隆線方向を直接的または間接的に表すことのできる広義のベクトルである。

【0018】

次に本実施の形態の構成を説明する。図2は、照合装置1の機能ブロックを示す図である。ここに示す各ブロックは、ハードウェア的には、プロセッサ、RAMなどの各種素子や、センサなどの各種デバイスで実現でき、ソフトウェア的にはコンピュータプログラムなどによって実現されるが、ここでは、それらの連携によって実現される機能ブロックを描いている。したがって、これらの機能ブロックはハードウェア、ソフトウェアの組合せによっていろいろなかたちで実現できることは、当業者には理解されるところである。

【0019】

照合装置1は、撮像部100、処理部200を備える。撮像部100は、CCD(Charge Coupled Device)などが用いられ、ユーザの指を撮像し、画像データとして処理部200に出力する。例えば、携帯機器にCCDなどのラインセンサを搭載して撮像する場合、ユーザがその上に指をかざし、そのラインセンサに対して垂直方向に指をスライドすることにより、指紋画像が採取される。

【0020】

処理部200は、画像バッファ210、演算部220、照合部230、および記録部240を含む。画像バッファ210は、撮像部100から入力される画像データの一時記憶領域、および演算部220の作業領域として利用されるメモリ領域である。演算部220は、画像バッファ210内の画像データを分析し、後述する各種の演算を行う。照合部230は、認証対象とすべく画像バッファ210内に記憶された画像データの特徴量と、記録部240に登録された画像データの特徴量とを比較して、同一人物の指紋であるか否かを判定する。記録部240は、予め撮像された指紋画像の特徴量を参照データとして登録

10

20

30

40

50

している。携帯電話機などに使用される場合、1人のデータが登録される場合が多いが、部屋のゲートなどに使用される場合、複数人のデータが登録される場合が多い。

【0021】

図3は、照合装置1の参照データを生成する処理を説明するためのフローチャートである。この参照データは、認証すべき人物の指紋画像における隆線の終点や分岐点などの特徴点の特徴量、および特徴点の対の間に存在する隆線の特徴量の特徴量の分布を、予め登録しておくものである。

【0022】

まず撮像部100は、ユーザがかざした指を撮像し、撮像した画像を電気信号に変換し、処理部200に出力する。処理部200は、その信号を画像データとして取得し、画像バッファ210に一時記憶する(S10)。演算部220は、その画像データを2値データに変換する(S12)。例えば、所定のしきい値より明るい値を白、それより暗い値を黒と判定する。そして、白を1または0、黒を0または1と表現することにより2値化する。

10

【0023】

次に演算部220は、2値化した画像データから隆線の端点、分岐点などの特徴点を抽出する(S14)。特徴点の抽出には、マニューシャ法を行う場合に一般的に用いられる手法を導入する。例えば、2値化した画像のうち隆線を表す0または1の画素を追跡しながら、周囲の画素との連結数を求め、その連結数に応じて端点や分岐点などの判定を画素ごとに行う。特徴点が抽出されるごとに、その特徴の種類、座標など特徴点自体の特徴量を画像バッファ210に保存しておく。

20

【0024】

次に、抽出した複数の特徴点から、特徴点の対を1つ以上生成する(S16)。特徴点の対はS14で抽出した全ての特徴点とその要素となってもよいし、一部の特徴点を所定の規則により抽出して対を生成してもよい。本実施の形態では、2つの特徴点間の隆線の特徴量を認証に用いるため、例えばその位置が近接している2つの特徴点間では情報量が乏しく、効果に対する貢献度が低い。したがって、あらかじめ特徴点間の距離のしきい値を設定しておき、それ以上の距離を有する特徴点で対を生成してもよい。しきい値は、認証実験を繰り返し行うなどして、精度と計算の負荷との観点から定めることができる。

【0025】

次に、S16で生成した特徴点の対を結ぶ線分上にある画素を中心とする画素領域における画素値の勾配ベクトルを、当該線分に沿って順次算出していく(S18)。勾配ベクトルの算出には、多値画像のエッジ検出などで一般的に用いられている濃度勾配の算出手法を用いることができる。この手法は、例えば、文献「コンピュータ画像処理、田村秀行編著、(株)オーム社、(p182~191)」などに記載されている。

30

【0026】

以下、簡単に説明する。デジタル画像を対象に勾配を計算するためには、x方向およびy方向の1次の偏微分を計算する必要がある。

【0027】

【数1】

$$\Delta_x f(i, j) \equiv \{f(i+1, j) - f(i-1, j)\} / 2 \quad \dots (式1)$$

40

【0028】

【数2】

$$\Delta_y f(i, j) \equiv \{f(i, j+1) - f(i, j-1)\} / 2 \quad \dots (式2)$$

【0029】

デジタル画像に対する差分オペレータでは、(i, j)の画素における微分値が(i, j)を中心とした3x3の近傍の画素の画素値、すなわちf(i±1, j±1)の線形結合として定義される。このことは、画像の微分を求める計算は、3x3の加重マトリクス

50

を用いた空間フィルタリングによって実現できることを意味し、種々の差分オペレータは 3×3 の加重マトリクスによって表現することができる。以下では、 (i, j) を中心とした 3×3 近傍を式 3 のとおりとし、これに対する加重マトリクスによって差分オペレータを記述することができる。

【0030】

【数3】

$$\begin{array}{ccccc} f(i-1, j-1) & f(i, j-1) & f(i+1, j-1) & & \\ f(i-1, j) & f(i, j) & f(i+1, j) & \dots & \text{(式3)} \\ f(i-1, j+1) & f(i, j+1) & f(i+1, j+1) & & \end{array}$$

10

【0031】

例えば、式 1、式 2 で定義される x 、 y 方向の 1 次偏微分オペレータは、以下のとおり表現される。

【0032】

【数4】

$$\begin{array}{ccccccc} 0 & 0 & 0 & & 0 & -1/2 & 0 \\ -1/2 & 0 & 1/2 & \text{および} & 0 & 0 & 0 \dots \text{(式4)} \\ 0 & 0 & 0 & & 0 & 1/2 & 0 \end{array}$$

20

【0033】

すなわち、式 3 と式 4 の 3×3 の矩形領域において、対応する位置の画素の値と行列の要素の値の積をそれぞれ求め、それらの和を計算すると、式 1、式 2 の右辺と一致する。

【0034】

勾配の大きさと方向は、式 4 の加重マトリクスで空間フィルタリングを行い、式 1、式 2 で定義される x 、 y 方向の偏微分を計算した後、以下のとおり求めることができる。

【0035】

【数5】

$$|\nabla f(i, j)| = \sqrt{\{\Delta_x f(i, j)^2 + \Delta_y f(i, j)^2\}} \dots \text{(式5)}$$

30

【0036】

【数6】

$$\theta = \tan^{-1} \{\Delta_y f(i, j) / \Delta_x f(i, j)\} \dots \text{(式6)}$$

【0037】

なお、上記差分オペレータには、ロバーツ・オペレータ、プリューウィット・オペレータ、ソーベル・オペレータなどを用いて、簡易に計算したり、ノイズ対策を施したりすることができる。

【0038】

次に演算部 220 は、式 6 で求めた勾配の座標軸に対する方向、すなわち勾配ベクトルの角度を 2 倍にしたベクトル（以後、副ベクトルと呼ぶ）の x 成分、 y 成分を求める（S20）。本実施の形態では、勾配ベクトルを用いて隆線の方向を表す数値を算出するが、1 本の隆線を表す黒い領域の 2 つの境界線では勾配ベクトルの方向が逆になってしまい、そのままでは、例えば平均値を求めるために和を計算したときに方向成分が相殺されてしまうなどの不具合が生じる。この場合、 180° と 0° とが等価であることを補償するための複雑な計算が必要になる。そこで、隆線のどちらの境界線においても同じ方向を向く副ベクトルを上述のとおり算出することにより、その後の計算を簡単化する。例えば、方向ベクトルの角度が 45° 、および 225° となる境界線を有する隆線の場合、副ベクトルの角度はそれぞれ 90° 、および 450° となり、一意の方向を示すようになる。

40

50

【 0 0 3 9 】

次に演算部 2 2 0 は、S 2 0 にて取得された、特徴点を結ぶ線分に対する副ベクトルの分布に基づき、当該線分を横切る隆線の位置および方向ベクトルの x 成分、y 成分を算出する (S 2 2)。ここで隆線の位置は、対を形成する特徴点のうち、基準となる特徴点からの距離で表す。基準となる特徴点としては、2 つの特徴点のうち x 座標の小さい方を選択するなどの規則をあらかじめ決めておく。また、方向ベクトルは、厳密に副ベクトルから隆線の方向を算出してもよいし、副ベクトルの値をそのまま採用してもよい (以後、それらを総称して方向ベクトルと呼ぶ)。

【 0 0 4 0 】

最後に演算部 2 2 0 は、特徴点の対と隆線の方向ベクトルの各成分の分布とを関連付けて、隆線特徴量テーブルとして記録部 2 4 0 に参照データとして保存する (S 2 4)。このとき、S 1 4 において一般的なマニューシャ法で抽出された全特徴点の特徴の種類、座標、向きなど、特徴点自体の特徴量を、特徴点特徴テーブルとして記録部 2 4 0 に保存しておく。なお演算部 2 2 0 は、方向ベクトルの各成分の分布に対し後述するようなスムージング処理を施してから、そのデータを保存するようにしてもよい。

10

【 0 0 4 1 】

図 4 および図 5 は記録部 2 4 0 に保存される 2 種類のテーブルのデータ構造の例を示している。まず図 4 に示される特徴点特徴テーブル 3 0 0 は、ID 欄 3 0 2、座標欄 3 0 4、種類欄 3 0 6 を含む。S 1 4 において抽出された特徴点は全て、識別番号を割り振られ、ID 欄 3 0 2 に記録される。そしてその特徴点の基準点に対する座標および特徴の種類がそれぞれ座標欄 3 0 4 および種類欄 3 0 6 に記録される。特徴点の特徴量は座標や種類に限らず、欄を別に設けて他の特徴量を記録してもよい。図 5 に示される隆線特徴量テーブル 4 0 0 は、第一特徴点欄 4 0 2、第二特徴点欄 4 0 4、x 成分分布欄 4 0 6、および y 成分分布欄 4 0 8 を含む。図 3 の S 1 6 において生成された特徴点の対、第一および第二の特徴点の識別番号が第一特徴点欄 4 0 2 および第二特徴点欄 4 0 4 に、S 2 2 において算出した、第一および第二の特徴点を結ぶ線分を横切る隆線の方向ベクトルの x 成分および y 成分を、第一の特徴点からの距離 d をパラメータとして表した関数 $f_{n x}(d)$ および $f_{n y}(d)$ が x 成分分布欄 4 0 6、および y 成分分布欄 4 0 8 にそれぞれ記録される。ここで n は特徴点の対を識別する自然数である。関数 $f_{n x}(d)$ および $f_{n y}(d)$ は、実際には方向ベクトルの x 成分値と距離 d との組、および y 成分値と距離 d との組の羅列によってそれぞれ表現してよい。

20

30

【 0 0 4 2 】

図 6 は、照合装置 1 の認証処理を説明するためのフローチャートである。まず参照画像の場合と同様に、撮像部 1 0 0 は、認証を要求しているユーザがかざした指を撮影し、撮影した認証対象画像を電気信号に変換し、処理部 2 0 0 に出力する。処理部 2 0 0 は、その信号を画像データとして取得し、画像バッファ 2 1 0 に一時記憶する (S 3 0)。演算部 2 2 0 はその画像データを 2 値データに変換し (S 3 2)、端点、分岐点などの特徴点を抽出する (S 3 4)。この際、参照画像の場合と同様に、特徴点が抽出されるごとに、その特徴の種類、座標などの特徴点自体の特徴量を保存しておく。

【 0 0 4 3 】

次に照合部 2 3 0 は、S 3 4 にて演算部 2 2 0 が抽出した認証対象画像の特徴点の座標およびその他の特徴量に基づき、記録部 2 4 0 に保存された参照画像の特徴点特徴テーブル 3 0 0 より、参照画像における対応特徴点を特定する (S 3 6)。対応特徴点がない場合は (S 3 8 の N)、認証が失敗であるとして処理を終了する。対応特徴点が見つかったら (S 3 8 の Y)、演算部 2 2 0 は、特徴点特徴テーブル 3 0 0 および隆線特徴量テーブル 4 0 0 を参照し、識別番号をもとに対を形成している対応特徴点を割り出し、対応する特徴点の対を認証対象画像において生成する。そしてその間に存在する隆線の方向ベクトルの各成分の分布を、参照画像で行ったのと同様の処理、すなわち図 2 の S 1 8、2 0 および 2 2 の処理により算出する (S 4 0)。このとき、方向ベクトルの分布にはスムージング処理を施してもよい。

40

50

【0044】

そして、特徴点の特徴量および隆線の方向ベクトルの分布より、参照画像と認証対象画像との照合を行う(542)。特徴点の特徴量の照合は一般的なマニューシャ法における処理と同様に行う。隆線の方向ベクトルの分布の照合には以下に述べるようなパターンマッチングを、分布を算出した、特徴点の対の全てに対して行う。まず対応する2つの分布の注目点を検出し、一致する注目点とその近傍の分布に対してマッチングを行う。注目点としては、一方の成分の値が最大となる点、一方の成分の値が0となる点、微分値が0の点、または傾きが最も急な点などを用いることができる。

【0045】

マッチングは、第一特徴点からの距離 d の各点について、参照画像と認証対象画像の方向ベクトル分布の差分を成分ごとに検出することにより行うことができる。例えば、下記式7によりマッチングのエネルギー E を算出する。

10

【0046】

【数7】

$$E = \sum \sqrt{\{\Delta f_{nx}(d)^2 + \Delta f_{ny}(d)^2\}} \quad \dots \text{(式7)}$$

【0047】

ここで $f_{nx}(d)$ および $f_{ny}(d)$ は、 x 成分値の誤差および y 成分値の誤差であり、マッチングエネルギー E は第一特徴点からの距離 d に対して誤差ベクトルの大きさを積算した値である。マッチングエネルギー E が大きいほど誤差が大きい分布となり、小さいほど近似する分布となる。そして、最もマッチングエネルギー E が小さくなるように分布の相対位置をシフトさせ、重ね合わせ位置を調整する。なお、パターンマッチングの方法はこれに限らず、 x 成分の誤差 $f_{nx}(d)$ および y 成分の誤差 $f_{ny}(d)$ のそれぞれの絶対値を足し合わせていくなどでもよい。なお、精度の高い照合方法を実験的に求め、その方法を用いてもよい。

20

【0048】

図7は上述のパターンマッチングを参照画像および認証対象画像の方向ベクトル分布に適用した例を示す。ここでは方向ベクトルの x 成分および y 成分の分布を、参照画像については実線で、認証対象画像については破線で示している。同図の例では、最初に両分布の x 成分の最大値を検出する。そして、最大値 $p1$ 同士が一致する相対位置と、参照画像もしくは認証対象画像のどちらか一方の分布を所定の微小量だけ前後させた位置でパターンマッチングを行い、マッチングエネルギー E が最小となる相対位置を重ね合わせ位置とする。

30

【0049】

図5に戻り、次いで照合部230は、算出したマッチングエネルギー E の最小値と、536にて抽出された対応特徴点の数など、特徴点自体の特徴量に関し通常のマニューシャ法においてなされる判定基準とに基づき、認証判定を行う(544)。例えば、対応特徴点の個数が所定の値以上で、マッチングエネルギー E の最小値の平均が所定の値以下で合った場合に、認証が成功であると判定する。

【0050】

以上述べた本実施の形態によれば、従来手法で抽出される特徴点を組み合わせ、生成した特徴点の対ごとに、間に存在する隆線の方向の分布に係る情報を取得し、認証に用いる。これにより、比較的少ない計算負荷の増加で情報量が格段に増し、特徴点を個別に評価するのに比べ、照合精度が向上する。また特徴点が少ない指紋などに対しても、精度の良い照合が可能となる。また、単に特徴点間の隆線の数と比較するのと比べ、隆線の方向に着目しているため偶然一致する確率が低く、さらに分布を考慮するため、一部の隆線の画像にかすれなどが生じても、精度に対する影響が少ない。また、精度と計算負荷との双方を鑑み、特徴点自体の特徴量をどの程度認証に用いるかを臨機応変に選択できるため、ユーザのニーズに合致した運用体系が可能となる。

40

【0051】

50

実施の形態 2

実施の形態 1 では、対をなす特徴点を結ぶ線分に対する分布として、隆線の方向ベクトルを関数 $f(d)$ で表し、参照画像と認証対象画像との間でパターンマッチングにより比較を行った。本実施の形態では隆線の方向ベクトルの平均値を比較する。

【0052】

本実施の形態も、実施の形態 1 における図 2 に示した照合装置 1 によって実現できる。また、参照データの生成処理、および認証処理も、実施の形態 1 における図 3 および図 6 にそれぞれ示した手順と同様に行うことができる。ここでは実施の形態 1 と異なる点に主眼を置き、説明を行う。

【0053】

本実施の形態は、参照データの生成処理において、図 3 の S 2 2、すなわち隆線の特徴量を算出するステップが実施の形態 1 と異なる。まず対をなす特徴点を結ぶ線分に対する副ベクトルの分布に基づき、隆線の方向ベクトルの x 成分、 y 成分を、隆線ごとに算出する。このとき方向ベクトルは、実施の形態 1 同様、真の隆線の方向を表すベクトルでもよいし、副ベクトルでもよい。そして下記式 8、式 9 より全ての隆線の方向ベクトルの方向成分の平均値を算出する。

【0054】

【数 8】

$$f_{x_ave} = \sum f_x(s) / t \quad \dots \text{(式 8)}$$

【0055】

【数 9】

$$f_{y_ave} = \sum f_y(s) / t \quad \dots \text{(式 9)}$$

【0056】

ここで s は隆線を識別する自然数であり、 t は隆線の数である。 $s = 1, 2, \dots$ とすると、 $1 \leq s \leq t$ であり、 \sum は全ての s に対する和をとる。

【0057】

図 8 は本実施の形態において記録部 2 4 0 に保存される参照データのうち、隆線特徴量テーブルのデータ構造を示している。隆線特徴量テーブル 5 0 0 は、第一特徴点欄 5 0 2、第二特徴点欄 5 0 4、 x 成分平均値欄 5 0 6、および y 成分平均値欄 5 0 8 を含む。実施の形態 1 と同様、対をなす第一および第二の特徴点の識別番号が、第一特徴点欄 5 0 2 および第二特徴点欄 5 0 4 に記録される。さらに本実施の形態では、式 8 および式 9 で算出した平均値が x 成分平均値欄 5 0 6、および y 成分平均値欄 5 0 8 にそれぞれ記録される。すなわち、本実施の形態で比較するのは分布に代わり、 x 成分、 y 成分からなる 1 組の値である。

【0058】

認証処理についても、図 6 の S 4 0、すなわち隆線の特徴量を算出するステップで、上述と同様に隆線の方向ベクトルの平均値を方向成分ごとに算出する。そして、同図 S 4 2 の照合処理では、認証対象画像の方向ベクトルの平均値を、参照画像の対応する方向ベクトルの平均値と、全特徴点对について方向成分ごとに比較する。例えば、両平均値の差分を特徴点对に渡って平均化した値を算出する。その後、同図 S 4 4、すなわち認証判定を行うステップにおいて、平均化した値と、特徴点自体の特徴量に関し通常のマニューシャ法においてなされる判定基準とに基づき、認証判定を行う。本実施の形態では隆線の方向ベクトルの分布を平均値としたため、隆線の位置や本数など、分布を求めた際に一旦得られた情報で認証に用いられていないものが存在するが、認証精度と計算負荷に鑑み、それらの情報を適宜含めて多角的に認証判定を行ってよい。

【0059】

以上述べた本実施の形態によれば、実施の形態 1 と同様、従来の手法で抽出される特徴点を組み合わせ、生成した特徴点の対ごとに、間に存在する隆線の方向に係る情報を取得

10

20

30

40

50

し、認証に用いる。これにより特徴点を個別に評価するのに比べ、認証精度が向上する。また分布に対してパターンマッチングを行う演算が必要ないため、実施の形態1と比較すると計算負荷が少ない。また参照データとして分布を保存しておく必要がないため、計算負荷やメモリ資源をなるべく節約したい携帯機器などにおける認証に有効である。

【0060】

以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。上記実施の形態は例示であり、それらの各構成要素などの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【0061】

例えば隆線方向ベクトルは、画像のx軸、y軸から構成される直行座標系に対するものでなくてもよく、例えば対を形成する特徴点を結ぶ線分と、それに直交する軸とから構成される座標系に対するものでもよい。この場合も、実施の形態1および2と同様の作用効果を得ることができる。

10

【0062】

また、上述の実施の形態では指紋の隆線について方向ベクトルの分布、またはその平均値を認証に用いたが、指紋の谷線でも同様に実現できる。さらに、静脈認証においても、指紋と同様に特徴点を抽出し、特徴点の対を形成し、その間に存在する静脈の方向ベクトルの分布、またはその平均値を算出する。また、顔面認証においては、例えば両目の目頭を特徴点とし、その間の領域における特徴量として、肌の濃度勾配の勾配ベクトルの分布を算出する。いずれの場合でも、実施の形態1および実施の形態2と同様、認証精度の向上が実現できるとともに、精度と計算負荷とを考慮しながら臨機応変に運用形態を選択することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図1】実施の形態1において指紋画像に対して施される処理を説明する図である。

【図2】実施の形態1における照合装置の機能ブロックを示す図である。

【図3】実施の形態1における照合装置の参照データを生成する処理を説明するためのフローチャートである。

【図4】実施の形態1において保存される特徴点特徴テーブルのデータ構造を示す図である。

30

【図5】実施の形態1において保存される隆線特徴量テーブルのデータ構造を示す図である。

【図6】実施の形態1における照合装置の認証処理を説明するためのフローチャートである。

【図7】実施の形態1におけるパターンマッチングを参照画像および認証対象画像の方向ベクトル分布に適用した例を示す図である。

【図8】実施の形態2において保存される隆線特徴量テーブルのデータ構造を示す図である。

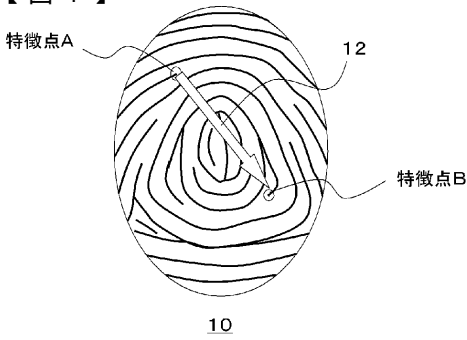
【符号の説明】

【0064】

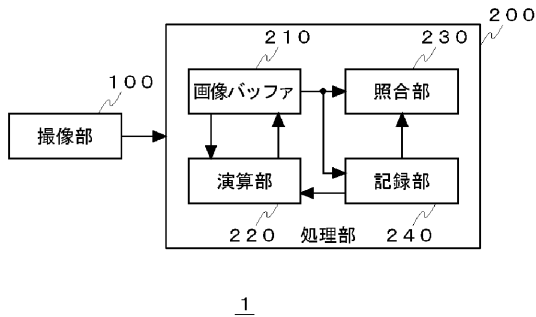
1 照合装置、 100 撮像部、 200 処理部、 210 画像バッファ、 220 演算部、 230 照合部、 240 記録部。

40

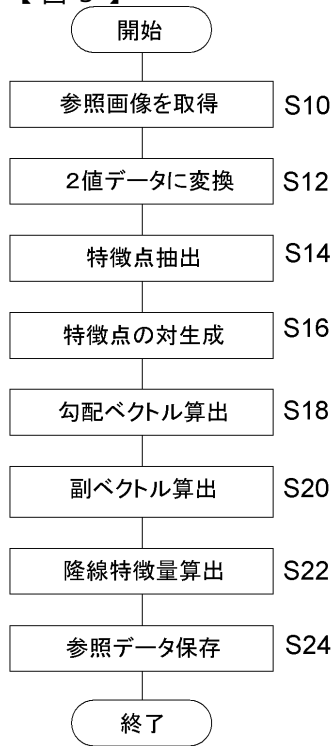
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

302 ID	304 座標	306 種類
1	(3, 10)	分岐
2	(18, 11)	端点
3	(32, 34)	分離
...

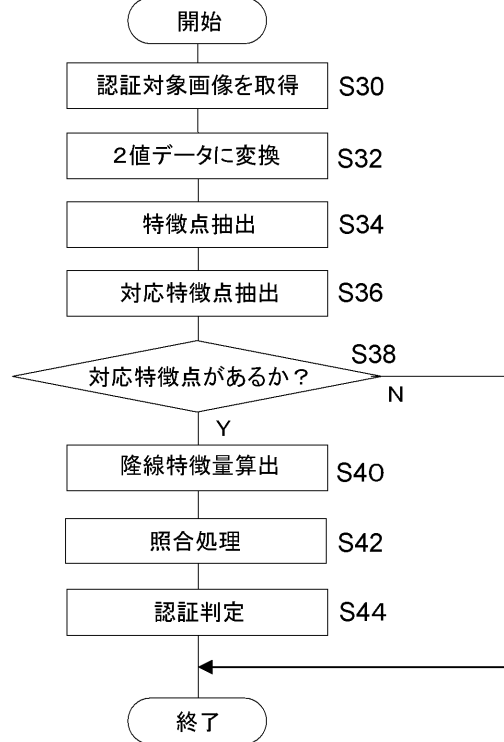
300

【図5】

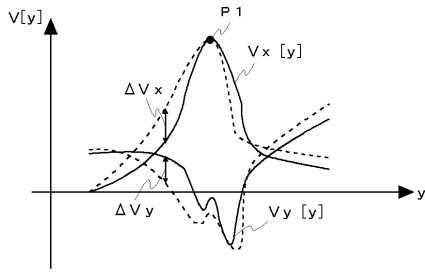
402 第一特徴点	404 第二特徴点	406 x成分分布	408 y成分分布
2	7	$f_{1x}(d)$	$f_{1y}(d)$
3	5	$f_{2x}(d)$	$f_{2y}(d)$
3	10	$f_{3x}(d)$	$f_{3y}(d)$
...

400

【図6】



【 図 7 】



【 図 8 】

502 第一特徴点	504 第二特徴点	506 x成分平均値	508 y成分平均値
2	7	2.3	4.3
3	5	1.3	4.4
3	10	7.3	1.0
...