

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4188342号
(P4188342)

(45) 発行日 平成20年11月26日(2008.11.26)

(24) 登録日 平成20年9月19日(2008.9.19)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 6 T 7/00 (2006.01) G 0 6 T 7/00 5 3 0

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2005-150403 (P2005-150403)	(73) 特許権者	503360115
(22) 出願日	平成17年5月24日 (2005.5.24)		独立行政法人科学技術振興機構
(65) 公開番号	特開2006-330874 (P2006-330874A)		埼玉県川口市本町4丁目1番8号
(43) 公開日	平成18年12月7日 (2006.12.7)	(74) 代理人	100103171
審査請求日	平成17年5月24日 (2005.5.24)		弁理士 雨貝 正彦
		(72) 発明者	寅市 和男
			茨城県つくば市吾妻3-1-1ダイアパレスつくば学園都市1214
		(72) 発明者	クァン・ポール・ウィン・ヒン
			埼玉県川口市本町4-1-8 独立行政法人科学技術振興機構内
		(72) 発明者	中村 浩二
			茨城県つくば市吾妻1-401-221
		(72) 発明者	諸岡 泰男
			茨城県日立市塙山町2-2-9
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 指紋照合装置、方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

照合対象となる指紋画像を取り込む指紋画像取込手段と、
 前記指紋画像取込手段によって取り込まれた前記指紋画像の中から照合対象となる照合指紋画像を抽出する照合範囲抽出手段と、
 前記照合指紋画像の自己相関波形を抽出する自己相関波形抽出手段と、
 前記自己相関波形抽出手段によって抽出された前記自己相関波形の傾向が変化する接合点を抽出する接合点抽出手段と、
 前記接合点によって分割される前記自己相関波形の各区分領域のそれぞれを直線、円弧、自由曲線のいずれかの関数で近似する関数近似手段と、
 前記関数近似手段による近似処理に関連する特徴情報に基づいて、前記照合指紋画像に類似する登録指紋画像あるいはこの登録指紋画像に対応する付随情報を検索する検索手段と、

を備え、前記特徴情報には、前記自己相関波形を構成する複数の前記区分領域のそれぞれに対応する関数の種類の順番が含まれており、

前記検索手段は、前記関数の種類の順番に基づいて前記複数の登録指紋画像の中から前記照合指紋画像に類似するものを検索することを特徴とする指紋照合装置。

【請求項2】

請求項1において、

前記登録指紋画像に対応する自己相関波形の各区分領域を関数近似する処理に関連して

作成された特徴情報が、複数の前記登録指紋画像毎に格納された特徴情報格納手段をさらに備え、

前記検索手段は、前記照合指紋画像に対応する特徴情報と、前記特徴情報格納手段に格納されている複数の前記登録指紋画像に対応する特徴情報とを比較することにより検索処理を行うことを特徴とする指紋照合装置。

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記指紋画像取込手段、前記自己相関波形抽出手段、前記接合点抽出手段、前記関数近似手段を用いて前記登録指紋画像に対応する特徴情報が取得されたときに、この特徴情報を前記特徴情報格納手段に格納する特徴情報格納処理手段をさらに備えることを特徴とする指紋照合装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかにおいて、

前記検索手段は、前記照合指紋画像と前記登録指紋画像のそれぞれの自己相関波形を構成する複数の前記区分領域に対応する関数の相関度を計算し、相関度が大きい順に、前記照合指紋画像に類似する前記登録指紋画像を検索することを特徴とする指紋照合装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかにおいて、

前記検索手段は、前記照合指紋画像に対応する自己相関波形に含まれる前記区分領域の総数に着目して、検索対象候補として所定数の前記登録指紋画像を選択した後、前記特徴情報に基づいて前記照合指紋画像に類似する前記登録指紋画像を検索することを特徴とする指紋照合装置。

20

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれかにおいて、

前記自己相関波形抽出手段は、前記照合指紋画像の中心位置を回転中心とした所定の回転方向に自己相関波形を抽出することを特徴とする指紋照合装置。

【請求項 7】

請求項 6 において、

前記照合範囲抽出手段は、前記中心位置から所定半径の円形範囲に含まれる前記照合指紋画像の抽出を行うことを特徴とする指紋照合装置。

30

【請求項 8】

請求項 1 ~ 5 のいずれかにおいて、

前記自己相関波形抽出手段は、水平方向および垂直方向に沿って前記照合指紋画像の自己相関波形を抽出することを特徴とする指紋照合装置。

【請求項 9】

照合対象となる指紋画像を取り込む指紋画像取込ステップと、

前記指紋画像取込ステップにおいて取り込まれた前記指紋画像の中から照合対象となる照合指紋画像を抽出する照合範囲抽出ステップと、

前記照合指紋画像の自己相関波形を抽出する自己相関波形抽出ステップと、

前記自己相関波形抽出ステップにおいて抽出された前記自己相関波形の傾向が変化する接合点を抽出する接合点抽出ステップと、

40

前記接合点によって分割される前記自己相関波形の各区分領域のそれぞれを直線、円弧、自由曲線のいずれかの関数で近似する関数近似ステップと、

前記関数近似ステップにおける近似処理に関連する特徴情報に基づいて、前記照合指紋画像に類似する登録指紋画像あるいはこの登録指紋画像に対応する付随情報を検索する検索ステップと、

を備え、前記特徴情報には、前記自己相関波形を構成する複数の前記区分領域のそれぞれに対応する関数の種類の順番が含まれており、

前記検索ステップでは、前記関数の種類の順番に基づいて前記複数の登録指紋画像の中から前記照合指紋画像に類似するものを検索することを特徴とする指紋照合方法。

50

【請求項 10】

コンピュータを、
 指紋画像取込手段によって取り込まれた指紋画像の中から照合対象となる照合指紋画像を抽出する照合範囲抽出手段と、
 前記照合指紋画像の自己相関波形を抽出する自己相関波形抽出手段と、
 前記自己相関波形抽出手段によって抽出された前記自己相関波形の傾向が変化する接合点を抽出する接合点抽出手段と、
 前記接合点によって分割される前記自己相関波形の各区分領域のそれぞれを直線、円弧、自由曲線のいずれかの関数で近似する関数近似手段と、
 前記関数近似手段による近似処理に関連する特徴情報に基づいて、前記照合指紋画像に類似する登録指紋画像あるいはこの登録指紋画像に対応する付随情報を検索する検索手段と、
 して機能させる指紋照合プログラムであって、
 前記特徴情報には、前記自己相関波形を構成する複数の前記区分領域のそれぞれに対応する関数の種類の順番が含まれており、
 前記検索手段は、前記関数の種類の順番に基づいて前記複数の登録指紋画像の中から前記照合指紋画像に類似するものを検索する指紋照合プログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、入力された指紋画像に一致する登録済みの指紋を抽出する指紋照合装置、方法およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、金融機関のキャッシュカードの不正使用や家屋に対するピッキング被害等を防止するための一つの手法として指紋認証が用いられている。指紋認証は、あらかじめ登録しておいた指紋認証データと、入力された指紋画像から抽出した特徴データとを比較することにより、指紋画像と一致する登録済みの指紋に対応する本人を特定する技術であり、従来から様々な手法が用いられている（例えば、特許文献1、2参照。）。

30

【特許文献1】特開2004-145447号公報（第2-11頁、図1-12）

【特許文献2】特開2004-5532号公報（第2-11頁、図1-7）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、家屋への進入許可に指紋認証技術を用いる場合には登録済みの指紋の数はそれほど多くないが、金融機関における本人確認に指紋認証を用いる場合には登録済みの指紋の数が飛躍的に増大し、これに伴って処理時間が長くなるとともに、照合精度の低下が懸念される。また、従来から用いられている各種の指紋認証技術（例えば、周波数解析法、パターンマッチング法、マニューシャ法等）は、現状では処理時間や照合精度の上で完全

40

なものではなく改良の余地がある。そこで、これらの従来手法に代わる、あるいは併用することができる指紋認証技術が望まれている。

【0004】

本発明は、このような点に鑑みて創作されたものであり、その目的は、照合精度の向上が可能な指紋認証装置、方法およびプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上述した課題を解決するために、本発明の指紋照合装置は、照合対象となる指紋画像を取り込む指紋画像取込手段と、指紋画像取込手段によって取り込まれた指紋画像の中から照合対象となる照合指紋画像を抽出する照合範囲抽出手段と、照合指紋画像の自己相関波

50

形を抽出する自己相関波形抽出手段と、自己相関波形抽出手段によって抽出された自己相関波形の傾向が変化する接合点を抽出する接合点抽出手段と、接合点によって分割される自己相関波形の各区分領域のそれぞれを関数で近似する関数近似手段と、関数近似手段による近似処理に関連する特徴情報に基づいて、照合指紋画像に類似する登録指紋画像あるいはこの登録指紋画像に対応する付随情報を検索する検索手段とを備えている。

【0006】

また、本発明の指紋照合方法は、照合対象となる指紋画像を取り込む指紋画像取込ステップと、指紋画像取込ステップにおいて取り込まれた指紋画像の中から照合対象となる照合指紋画像を抽出する照合範囲抽出ステップと、照合指紋画像の自己相関波形を抽出する自己相関波形抽出ステップと、自己相関波形抽出ステップにおいて抽出された自己相関波形の傾向が変化する接合点を抽出する接合点抽出ステップと、接合点によって分割される自己相関波形の各区分領域のそれぞれを関数で近似する関数近似ステップと、関数近似ステップにおける近似処理に関連する特徴情報に基づいて、照合指紋画像に類似する登録指紋画像あるいはこの登録指紋画像に対応する付随情報を検索する検索ステップとを備えている。

10

【0007】

また、本発明の指紋照合プログラムは、コンピュータを、指紋画像取込手段によって取り込まれた指紋画像の中から照合対象となる照合指紋画像を抽出する照合範囲抽出手段と、照合指紋画像の自己相関波形を抽出する自己相関波形抽出手段と、自己相関波形抽出手段によって抽出された自己相関波形の傾向が変化する接合点を抽出する接合点抽出手段と、接合点によって分割される自己相関波形の各区分領域のそれぞれを関数で近似する関数近似手段と、関数近似手段による近似処理に関連する特徴情報に基づいて、照合指紋画像に類似する登録指紋画像あるいはこの登録指紋画像に対応する付随情報を検索する検索手段として機能させる。

20

【0008】

自己相関波形に含まれる各接合点で分割される各区分領域のそれぞれを関数化処理することにより、自己相関波形が抽出された元の指紋照合画像の微細な特徴を含む全体を正確に関数化近似することができ、この近似処理において抽出された特徴情報を用いることにより、指紋照合の精度を向上させることが可能になる。

【0009】

また、上述した登録指紋画像に対応する自己相関波形の各区分領域を関数近似する処理に関連して作成された特徴情報が、複数の登録指紋画像毎に格納された特徴情報格納手段をさらに備え、検索手段は、照合指紋画像に対応する特徴情報と、特徴情報格納手段に格納されている複数の登録指紋画像に対応する特徴情報とを比較することにより検索処理を行うことが望ましい。これにより、あらかじめ格納された登録指紋画像の特徴情報を順番に読み出して、照合指紋画像の特徴情報と比較することにより、容易に類似する登録指紋画像の検索を行うことができ、比較対象となる登録指紋画像が多い場合であっても処理が煩雑にならず、処理の簡略化が可能になる。

30

【0010】

また、上述した指紋画像取込手段、自己相関波形抽出手段、接合点抽出手段、関数近似手段を用いて登録指紋画像に対応する特徴情報が取得されたときに、この特徴情報を特徴情報格納手段に格納する特徴情報格納処理手段をさらに備えることが望ましい。これにより、照合対象となる登録指紋画像を適宜追加することが可能になる。

40

【0011】

また、上述した特徴情報には、自己相関波形を構成する複数の区分領域に対応する複数の関数の順番が含まれており、検索手段は、複数の関数の順番に基づいて複数の登録指紋画像の中から照合指紋画像に類似するものを検索することが望ましい。自己相関波形を構成する複数の関数の順番は、自己相関波形の形状を表す重要な特徴であると考えられる。したがって、関数の順番を用いて画像の類似判定を行うことにより、精度の高い指紋照合を行うことができる。

50

【 0 0 1 2 】

また、上述した特徴情報には、自己相関波形を構成する複数の区分領域に対応する複数の関数の各区間長の並びが含まれており、検索手段は、区間長の並びに基づいて複数の登録指紋画像の中から照合指紋画像に類似するものを検索することが望ましい。自己相関波形を構成する複数の関数（複数の区分領域）のそれぞれに対応する区間長の並びは、自己相関波形の形状を表す重要な特徴であると考えられる。したがって、区間長の並びを用いて画像の類似判定を行うことにより、精度の高い指紋照合を行うことができる。

【 0 0 1 3 】

また、上述した検索手段は、照合指紋画像と登録指紋画像のそれぞれの自己相関波形を構成する複数の区分領域に対応する関数の相関度を計算し、相関度が大きい順に、照合指紋画像に類似する登録指紋画像を検索することが望ましい。自己相関波形を構成する各関数の相関度は、自己相関波形の形状を表す重要な特徴であると考えられる。したがって、関数の相関度を用いて画像の類似判定を行うことにより、精度の高い指紋照合を行うことができる。

10

【 0 0 1 4 】

また、上述した検索手段は、照合指紋画像に対応する自己相関波形に含まれる区分領域の総数に着目して、検索対象候補として所定数の登録指紋画像を選択した後、特徴情報に基づいて照合指紋画像に類似する登録指紋画像を検索することが望ましい。これにより、検索の対象となる画像の数を減らすことができるため、さらに処理負担を軽減して、処理時間を短縮することが可能となる。

20

【 0 0 1 5 】

また、上述した自己相関波形抽出手段は、照合指紋画像の中心位置を回転中心とした所定の回転方向に自己相関波形を抽出することが望ましい。これにより、自己相関波形を抽出する際の抽出方向による波形形状の依存性をなくすことができるため、照合指紋画像と登録指紋画像のそれぞれに対応する自己相関波形を同じ条件で抽出することが可能になる。

【 0 0 1 6 】

また、上述した照合範囲抽出手段は、中心位置から所定半径の円形範囲に含まれる照合指紋画像の抽出を行うことが望ましい。これにより、照合指紋画像を抽出する際の向きに関係なく、照合指紋画像と登録指紋画像のそれぞれに対応する自己相関波形を同じ条件で抽出することが可能になる。

30

【 0 0 1 7 】

また、上述した自己相関波形抽出手段は、水平方向および垂直方向に沿って照合指紋画像の自己相関波形を抽出することが望ましい。水平方向と垂直方向の両方の相関値が高い画像を類似画像とすることにより、精度の高い指紋照合を行うことができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 8 】

以下、本発明を適用した一実施形態の指紋照合装置について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【 0 0 1 9 】

図 1 は、一実施形態の指紋照合装置の構成を示す図である。図 1 に示す指紋照合装置は、指紋画像が入力されたときにこの画像に類似する登録済みの指紋画像（登録指紋画像）あるいはこの登録指紋画像に対応する付随情報を検索して検索結果を出力するためのものであり、指紋画像入力部 110、指紋 DB（データベース）120、指紋照合処理部 130、操作部 150、表示部 160 を備えている。

40

【 0 0 2 0 】

指紋画像入力部 110 は、指紋照合処理部 130 に指紋画像を取り込むためのものであり、指紋の隆線の模様に対応する指紋画像データの入力を行う。例えば、光学的に隆線形状を読み取る光学スキャナとしての指紋画像入力部 110 が用いられる。なお、結果的に指紋に含まれる隆線形状（あるいは谷線形状）を読み取ることができればよいため、指先

50

を検出面に押圧したときに指紋の隆線の接触による静電容量の変化を読み取って指紋画像を取得するようにしてもよい。また、これら以外の各種センサを用いて指紋画像を取得して入力したり、既にビットマップ形式等になっている指紋画像を指紋画像入力部 110 によって読み込むようにしてもよい。

【0021】

指紋DB120は、照合処理に際して、取り込まれた指紋画像と類似度が比較される複数の指紋画像（これらの画像を「登録指紋画像」と称する）に対して関数化近似処理を行って得られる特徴情報を格納する。特徴情報の具体例については後述する。また、この指紋DB120には、それぞれの登録指紋画像に対応する各種の付随情報が格納されている。例えば、付随情報には登録指紋画像に対応する個人情報（氏名、性別、住所等）が含まれる。指紋照合処理部130による処理に先だて、指紋DB120に複数の登録指紋画像の特徴情報を登録する必要がある。この登録処理の詳細については後述する。

10

【0022】

指紋照合処理部130は、取り込んだ指紋画像の特徴情報を抽出し、この特徴情報に基づいてこの取り込んだ指紋画像に類似する登録指紋画像を検索する処理を行う。このために、指紋照合処理部130は、前処理部132、照合範囲設定部134、自己相関波形抽出処理部136、接合点抽出処理部138、関数近似処理部140、類似度判定処理部142、照合結果出力処理部144を備えている。

【0023】

前処理部132は、指紋画像入力部110を用いて取り込まれた指紋画像に対して所定の前処理を行う。前処理として取り込まれた指紋画像の中心位置を抽出する処理が行われる。例えば、指紋が同心円状の渦状紋の場合にはその円心が中心位置として抽出される。また、その他の指紋（弓状紋、突起弓状紋、右蹄状紋、左蹄状紋等）についてはそれぞれの形状に応じてあらかじめ決められた位置が中心位置として抽出される。なお、中心位置は、一つである必要はなく、複数存在してもよい。中心位置が複数存在する場合には、照合対象となる指紋画像がそれぞれの中心位置毎に抽出されることになる。また、指紋画像の中心位置を抽出する方法としてはその他の方法を用いてもよい。例えば、後で説明する水平方向、垂直方向の画像の自己相関値が最大となる水平方向位置、垂直方向位置を中心としてもよい。照合範囲設定部134は、前処理によって抽出された中心位置の周囲の所定範囲に含まれる指紋画像を照合指紋画像として設定する。

20

30

【0024】

図2は、取り込まれた指紋画像、中心位置、照合指紋画像の関係を示す図である。図2において、G0が取り込まれた指紋画像を、Sが前処理部132によって抽出された中心位置を、Gが照合範囲設定部134によって設定された照合指紋画像をそれぞれ示している。

【0025】

自己相関波形抽出処理部136は、照合範囲設定部134によって設定された照合指紋画像の自己相関波形を抽出する。図3および図4は、自己相関波形を抽出する処理の概要を示す図である。自己相関波形を抽出する場合、同一の照合指紋画像G1、G2を2つ重ねた状態（図3）から、一方の照合指紋画像G2を一方方向に次第に移動していく（図4）。この過程において、同一座標に対応する2つの照合指紋画像G1、G2の各構成画素同士の内積を計算してそれらを合計して自己相関値が得られる。当然ながら、図3に示すように同一の2つの照合指紋画像G1、G2が重ねられた状態において計算した内積の合計値が最も大きくなる。この合計値を用いて自己相関値の正規化が行われる。このようにして、2つの照合指紋画像G1、G2の間の相対的な移動量と、正規化された自己相関値との関係を示すものが自己相関波形である。

40

【0026】

図5および図6は、自己相関波形の概略を示す図である。図5に示すように、同一の2つの照合指紋画像G1、G2を例えば水平方向に移動させることにより、図6に示すような自己相関波形が得られる。

50

【 0 0 2 7 】

接合点抽出処理部 1 3 8 は、自己相関波形抽出処理部 1 3 6 によって抽出した自己相関波形に基づいて、この自己相関波形の傾向が変化する接合点を抽出する。例えば、自己相関波形の角度が急に変化する角点が接合点として抽出される。関数近似処理部 1 4 0 は、自己相関波形に沿って隣接する 2 つの接合点で区分される（分割される）部分的な領域（区分領域）を、直線、円弧、自由曲線のいずれかの関数を用いて近似し、この近似処理に関連する特徴情報を作成する。例えば、区分領域が直線で近似可能な場合には近似関数として直線が用いられ、直線で近似不可能であって円弧で近似可能な場合には近似関数として円弧が用いられる。円弧でも近似不可能な場合には近似関数として自由曲線が用いられる。近似関数として直線を用いた場合には、用いた関数が直線であることを示す符号と、直線で近似される区分領域の形状を示すパラメータとが、この区分領域に対応する近似関数に関する特徴情報として作成される。同様に、近似関数として円弧を用いた場合には、用いた関数が円弧であることを示す符号と、円弧で近似される区分領域の形状を示すパラメータとが、この区分領域に対応する近似関数に関する特徴情報として作成される。近似関数として自由曲線を用いた場合には、用いた関数が自由曲線であることを示す符号と、自由曲線で近似される区分領域の形状を示すパラメータとが、この区分領域に対応する近似関数に関する特徴情報として作成される。

10

【 0 0 2 8 】

なお、着目している区分領域がどの関数で近似可能であるか否かの判定は、区分領域と近似関数との間の誤差（最小二乗法で求めた誤差）が所定値以下であるか否かを調べることにより行われる。また、区分領域の形状を示すパラメータは、この区分領域の形状を特定することが可能であればよいが、例えば、特許第 2 6 4 6 4 7 5 号公報に開示されているように、以下に示すものを用いるようにしてもよい。

20

（ 1 ）直線の場合：直線を示すフラグ、区分領域の始点の座標

（ 2 ）円弧の場合：円弧を示すフラグ、円弧の始点の座標、接合点間の中心角の係数、接合点間に存在する輪郭点数、近似関数の係数（円弧を例えば三角関数の線形結合の式で表現した場合の各係数）

（ 3 ）自由曲線の場合：接合点間の自由曲線を示す近似関数の次元数（ 3 ）、接合点間に存在する輪郭点数、接合点間における輪郭点列の変動の中心、近似関数の係数。

【 0 0 2 9 】

30

類似度判定処理部 1 4 2 は、照合指紋画像に対応して抽出される特徴情報に基づいて、照合指紋画像と各登録指紋画像との類似度を判定し、照合指紋画像に類似する登録指紋画像（あるいはこの登録指紋画像に対応する付随情報）を決定する。この類似度判定に用いられる特徴情報には、上述した区分領域の形状を示すパラメータの他に、自己相関波形を構成する複数の区分領域に対応する複数の関数の順番、これら複数の関数のそれぞれに対応する区間長（区分領域の長さ）の並び、被検索対象画像と比較対象画像のそれぞれに対応する自己相関波形を構成する関数の相関度などが含まれている。

【 0 0 3 0 】

図 7 は、自己相関波形抽出処理部 1 3 6、接合点抽出処理部 1 3 8、関数近似処理部 1 4 0 の各処理によって抽出される特徴情報が含まれる関数テーブルを示す図である。なお、以下の説明に含まれる輪郭線とは、自己相関波形の輪郭線、すなわち自己相関波形そのものを指している。図 7 に示す関数表には、関数総数、輪郭長、総標本点数、直線個数、直線総長、円弧個数、円弧総長、曲線個数、曲線総長の他に、各輪郭線毎の区間長、標本点数、各関数に対応する区間長やパラメータが含まれている。関数総数は、着目している輪郭線に含まれる関数の総数であって区分領域の数に等しい。輪郭長は、着目している輪郭線の長さである。直線個数は、着目している輪郭線を構成する各区分領域の中で直線によって近似される区分領域の数である。直線総長は、着目している輪郭線を構成する各区分領域の中で直線によって近似される区分領域の長さの合計値である。円弧個数は、着目している輪郭線を構成する各区分領域の中で円弧によって近似される区分領域の数である。円弧総長は、着目している輪郭線を構成する各区分領域の中で円弧によって近似される

40

50

区分領域の長さの合計値である。曲線個数は、着目している輪郭線を構成する各区分領域の中で自由曲線によって近似される区分領域の数である。曲線総長は、着目している輪郭線を構成する各区分領域の中で自由曲線によって近似される区分領域の長さの合計値である。また、図7において、「関数」の項で示される複数の関数は、着目している自己相関波形を構成する各区分領域を近似する関数を示しており、これらの配置順が各区分領域の並びに対応している。

【0031】

類似度判定処理部142は、図7に示す関数テーブルを参照することにより、自己相関波形を構成する複数の関数の順番や、これら複数の関数のそれぞれに対応する区間長(区分領域の長さ)の並びを知ることができる。

10

【0032】

照合結果出力処理部144は、検索結果を表示部160の画面上に表示したり、操作部150を用いた印刷操作がなされた場合には印刷装置(図示せず)に対して検索結果の印刷を指示する。

【0033】

ところで、図7に示した特徴情報は、指紋画像入力部110から入力される指紋画像の画像データに基づいて作成されるが、この特徴情報と比較して類似する登録指紋画像を抽出するためには、多くの登録指紋画像について同じ内容の特徴情報をあらかじめ抽出して指紋DB120に登録しておく必要がある。

【0034】

20

図8は、登録指紋画像についてあらかじめ特徴情報の抽出を行って指紋DB120に対する登録を行うデータベース作成装置の構成を示す図である。なお、図8に示す構成は、図1に示した指紋照合装置の一部として備わっている場合が考えられるが、図1に示した指紋照合装置とは別に構築するようにしてもよい。図8に示すデータベース作成装置は、指紋DB120に多くの登録指紋画像の特徴情報を登録するために、指紋画像入力部210、データベース作成部220、操作部230、表示部240を備えている。

【0035】

指紋画像入力部210は、登録指紋画像を構成する各画素毎の濃淡情報を示す画像データの入力を行う。図1に示した指紋画像入力部110と同様に、この指紋画像入力部210として光学的スキャナやその他の各種センサ類を用いることができる。

30

【0036】

データベース作成部220は、登録指紋画像の特徴情報を抽出して指紋DB120に登録する処理を行う。このために、データベース作成部220は、前処理部221、照合範囲設定部222、自己相関波形抽出処理部223、接合点抽出処理部224、関数近似処理部225、ファイル作成処理部226を備えている。この中で、ファイル作成処理部226を除く前処理部221、照合範囲設定部222、自己相関波形抽出処理部223、接合点抽出処理部224、関数近似処理部225の基本的な動作は、図1に示した指紋照合処理部130内の同一名称の各構成部と同じであり、詳細な動作説明は省略する。

【0037】

ファイル作成処理部226は、抽出された登録指紋画像毎の特徴情報(図7に示した関数テーブルに含まれる特徴情報)をひとまとまりのファイルとして指紋DB120に登録する。操作部230は、登録指紋画像に対応する特徴情報の抽出、登録に必要な動作指示等を行うために用いられる。また、操作部230は、各登録指紋画像に対応する付随情報としての個人情報を入力するために用いられる。表示部240は、特徴情報や付随情報の登録内容を確認したり、登録に必要な各種の操作画面を表示するために用いられる。

40

【0038】

このような構成を有するデータベース作成装置を用いることにより、図7に示した照合指紋画像の特徴情報と基本的に同じ内容を有する複数の登録指紋画像の特徴情報や各特徴情報に対応する付随情報が指紋DB120に登録される。

【0039】

50

上述した指紋画像入力部 1 1 0、2 1 0 が指紋画像取込手段に、前処理部 1 3 2、2 2 1、照合範囲設定部 1 3 4、2 2 2 が照合範囲抽出手段に、自己相関波形抽出処理部 1 3 6、2 2 3 が自己相関波形抽出手段に、接合点抽出処理部 1 3 8、2 2 4 が接合点抽出手段に、関数近似処理部 1 4 0、2 2 5 が関数近似手段に、類似度判定処理部 1 4 2 が検索手段に、指紋 DB 1 2 0 が特徴情報格納手段に、ファイル作成処理部 2 2 6 が特徴情報格納処理手段にそれぞれ対応する。また、指紋画像入力部 1 1 0、2 1 0 によって行われる動作が指紋画像取込ステップの動作に、前処理部 1 3 2、2 2 1、照合範囲設定部 1 3 4、2 2 2 によって行われる動作が照合範囲抽出ステップの動作に、自己相関波形抽出処理部 1 3 6、2 2 3 によって行われる動作が自己相関波形抽出ステップの動作に、接合点抽出処理部 1 3 8、2 2 4 によって行われる動作が接合点抽出ステップの動作に、関数近似処理部 1 4 0、2 2 5 によって行われる動作が関数近似ステップの動作に、類似度判定処理部 1 4 2 によって行われる動作が検索ステップの動作にそれぞれ対応する。

10

【0040】

本実施形態の指紋照合装置はこのような構成を有しており、次にその動作を説明する。図 9 は、指紋照合処理部 1 3 0 において登録指紋画像の検索を行う動作手順を示す流れ図である。まず、前処理部 1 3 2 は、指紋画像入力部 1 1 0 から入力される指紋画像を取得すると（ステップ 1 0 0）、この指紋画像の中心位置を抽出する（ステップ 1 0 1）。照合範囲設定部 1 3 4 は、この中心位置の周囲の所定範囲を照合範囲として、ステップ 1 0 0 において取得した指紋画像の中からこの照合範囲に含まれる照合指紋画像を設定する（ステップ 1 0 2）。

20

【0041】

次に、自己相関波形抽出処理部 1 3 6 は、設定された照合指紋画像を用いた自己相関処理を行って、自己相関波形を取得する（ステップ 1 0 3）。接合点抽出処理部 1 3 8 は、抽出された自己相関波形に対して接合点を抽出し（ステップ 1 0 4）、関数近似処理部 1 4 0 は、各接合点によって分割される各区分領域のそれぞれを直線、円弧、自由曲線のいずれかの関数で近似する関数化処理を行い（ステップ 1 0 5）、図 7 に示した関数テーブルに含まれる特徴情報を抽出する（ステップ 1 0 6）。

【0042】

類似度判定処理部 1 4 2 は、このようにして照合指紋画像の特徴情報が抽出されると、指紋 DB 1 2 0 から一の登録指紋画像の特徴情報を読み出し（ステップ 1 0 7）、これら 2 つの画像（照合指紋画像と登録指紋画像）の類似度を判定する（ステップ 1 0 8）。

30

【0043】

ところで、図 7 に示した関数テーブルの中のどの特徴情報を用いて類似度を判定するかは、各特徴情報の重要度等に応じて適宜決定することができる。例えば、自己相関波形を構成する各区分領域に対応する複数の関数の順番や、関数総数、直線個数、円弧個数、自由曲線個数などの特徴情報（特徴量）が単独あるいは組み合わせて類似度判定に用いられる。

【0044】

類似度判定処理部 1 4 2 は、照合指紋画像の自己相関波形に対応する第 1 の特徴量と登録指紋画像の自己相関波形に対応する第 2 の特徴量を用いてマッチング処理を行い、マッチング距離 M と相関度 S を以下の式を用いて計算する。

40

【0045】

$$M = \| f - g \|$$

$$S = \langle f, g \rangle / (\| f \| \times \| g \|)$$

ここで、 $\| \cdot \|$ はノルムを示しており、 $\langle \cdot, \cdot \rangle$ は内積を示している。また、 f は第 1 の特徴量を成分とするベクトルである。 g は第 2 の特徴量を成分とするベクトルである。

【0046】

マッチング距離 M は 2 つのベクトル f と g の差ベクトルの長さを示す。また、相関 S は 2 つのベクトル f と g のなす角 θ の余弦値 ($\cos \theta$) を示す。被検索対象画像に対応する第 1 の特徴量と比較対象画像に対応する第 2 の特徴量とが非常に近い場合には、2 つのベ

50

クトル f 、 g の長さおよび方向が類似したものになるため、マッチング距離 M が小さく、かつ相関度 S が 1 に近い値になる。類似度判定に用いる特徴量が 2 つ以上ある場合には、それぞれの特徴量を用いてマッチング距離 M や相関度 S を計算し、この計算結果を全ての特徴量について合計すればよい。

【 0 0 4 7 】

ところで、自己相関波形を構成する各区分領域に対応する各関数は、自己相関波形の形状を最も正確に表しているため、各関数の具体的内容を特定するパラメータを特徴量として用いることが望ましい。具体的には、照合指紋画像と登録指紋画像のそれぞれに対応する関数テーブルの中から 1 番目の区分領域に対応する関数のパラメータを特徴量として抽出し、上述したマッチング距離 M や相関度 S が計算される。比較される 2 つの関数の種類が異なる場合にはパラメータの数が異なる場合もあるが、その場合には値が 0 のパラメータを適宜補充して計算が行われる。このようにして 2 番目、3 番目、... の関数同士についてマッチング距離 M と相関度 S が計算される。関数の数 (区分領域の数) が異なる場合には、少ない関数の数に合わせて相関度 S 等の計算が行われる。このようにして計算された全てのマッチング距離 M と相関度 S とが合計されて 2 つの画像の類似度が判定される。

【 0 0 4 8 】

次に、類似度判定処理部 1 4 2 は、類似度判定が終了していない他の登録指紋画像が存在するか否かを判定する (ステップ 1 0 9)。他の登録指紋画像が存在する場合には肯定判断が行われ、次の登録指紋画像についてステップ 1 0 7 以降の処理が繰り返される。他の登録指紋画像が存在しない場合にはステップ 1 0 9 の判定において否定判断が行われ、次に、照合結果出力処理部 1 4 4 は、類似度判定の結果を出力する (ステップ 1 1 0)。判定結果の出力は、例えば、類似度が大きいと判定された順に登録指紋画像に対応する付随情報を順番に表示部 1 6 0 に表示することによって行われる。

【 0 0 4 9 】

このように、本実施形態の指紋照合装置では、自己相関波形に含まれる各接合点で分割される各区分領域のそれぞれを関数化処理することにより、自己相関波形の微細な特徴を含む全体を正確に関数化近似することができ、この近似処理において抽出された特徴情報を用いることにより、照合指紋画像と類似する登録指紋画像を検索して指紋照合を行う際の精度を向上させることが可能になる。また、あらかじめ格納された登録指紋画像の特徴情報を順番に読み出して、取り込まれた照合指紋画像の特徴情報と比較することにより、容易に類似する登録指紋画像の検索を行うことができ、比較対象となる登録指紋画像が多い場合であっても処理や操作が煩雑にならず、処理や操作の簡略化が可能になる。また、図 8 に示したデータベース作成装置を用いることにより、比較対象となる登録指紋画像を適宜追加することが可能になる。

【 0 0 5 0 】

また、上述した特徴情報には、自己相関波形を構成する複数の区分領域に対応する複数の関数の順番が含まれている。自己相関波形を構成する複数の関数の順番は、自己相関波形の形状を表す重要な特徴であると考えられる。したがって、関数の順番を用いて画像の類似判定を行うことにより、精度の高い指紋照合を行うことができる。

【 0 0 5 1 】

また、上述した特徴情報には、自己相関波形を構成する複数の区分領域に対応する複数の関数の各区分長の並びが含まれている。自己相関波形を構成する複数の関数 (複数の区分領域) のそれぞれに対応する区分長の並びは、自己相関波形の形状を表す重要な特徴であると考えられる。したがって、区分長の並びを用いて画像の類似判定を行うことにより、精度の高い指紋照合を行うことができる。

【 0 0 5 2 】

また、類似度判定処理部 1 4 2 は、照合指紋画像と登録指紋画像のそれぞれの自己相関波形を構成する複数の区分領域に対応する関数の相関度を計算し、相関度が大きい順に、照合指紋画像に類似する登録指紋画像を検索する。自己相関波形を構成する各関数の相関度は、自己相関波形の形状を表す重要な特徴であると考えられる。したがって、関数の相

10

20

30

40

50

関度を用いて画像の類似判定を行うことにより、精度の高い指紋照合を行うことができる。

【0053】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。例えば、上述した実施形態の指紋照合処理部130やデータベース作成部220の各動作を、CPU、ROM、RAM等を備えたコンピュータによって実施するようにしてもよい。この場合には、ROMやRAMあるいはその他の記憶装置（ハードディスク装置等）に格納された指紋照合プログラム（図9に示す各ステップを実行したり、指紋照合処理部130やデータベース作成部220の各部の機能を実現するためのプログラム）をCPUで実行すればよい。

10

【0054】

また、上述した実施形態では、全ての登録指紋画像について特徴情報を読み出して類似度判定を行うようにしたが、照合指紋画像の自己相関波形に含まれる区分領域の総数Mに着目して、検索対象候補としての登録指紋画像を減らすようにしてもよい。具体的には、登録指紋画像の自己相関波形に含まれる区間領域の総数Nが、総数Mと一致あるいは±数%（例えば10%）の範囲に含まれるもののみ選択的に抽出し、類似度判定を行うようにしてもよい。これにより、明らかに形状が異なる比較対象画像に対する類似度判定が不要になり、処理負担の軽減や処理時間の短縮が可能になる。

【0055】

また、上述した実施形態では、図4や図6を用いて説明したように、2つの画像を一方（例えば水平方向）に直線的に移動させることにより得られた自己相関波形を用いたが、図10に示すように、指紋画像の中心位置を回転中心として所定の回転方向に沿って得られた自己相関波形を用いるようにしてもよい。具体的には、自己相関波形抽出処理部136は、照合範囲設定部134によって設定された照合指紋画像の中心位置を回転中心とした所定の回転方向に自己相関波形を抽出する。これにより、自己相関波形を抽出する際の抽出方向による波形形状の依存性をなくすることができるため、照合指紋画像と登録指紋画像のそれぞれに対応する自己相関波形を同じ条件で抽出することが可能になる。この場合には、特に、照合範囲設定部134によって、中心位置から所定半径の円形範囲に含まれる照合指紋画像の設定を行うことが望ましい。これにより、照合指紋画像を設定する際の向きに関係なく、照合指紋画像と登録指紋画像のそれぞれに対応する自己相関波形を同じ条件で抽出することが可能になる。

20

30

【0056】

また、2つの画像を一方向（水平方向）ではなく、水平方向と垂直方向のそれぞれに沿って別々に移動させて自己相関演算を行い、両者の相関値が大きい画像を照合指紋画像に類似する登録指紋画像として決定してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図1】一実施形態の指紋照合装置の構成を示す図である。

【図2】取り込まれた指紋画像、中心位置、照合指紋画像の関係を示す図である。

【図3】自己相関波形を抽出する処理の概要を示す図である。

40

【図4】自己相関波形を抽出する処理の概要を示す図である。

【図5】自己相関波形の概略を示す図である。

【図6】自己相関波形の概略を示す図である。

【図7】特徴情報が含まれる関数テーブルを示す図である。

【図8】登録指紋画像についてあらかじめ特徴情報の抽出を行って指紋DBに対する登録を行うデータベース作成装置の構成を示す図である。

【図9】指紋照合処理部において登録指紋画像の検索を行う動作手順を示す流れ図である。

【図10】自己相関波形を抽出する他の処理の概要を示す図である。

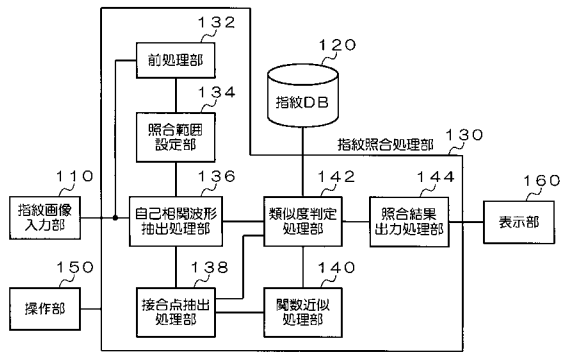
【符号の説明】

50

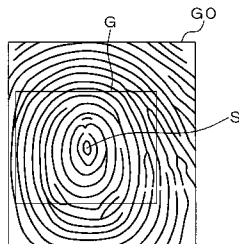
【 0 0 5 8 】

- 1 1 0、2 1 0 指紋画像入力部
- 1 2 0 指紋DB (データベース)
- 1 3 0 指紋照合処理部
- 1 3 2、2 2 1 前処理部
- 1 3 4、2 2 2 照合範囲設定部
- 1 3 6、2 2 3 自己相関波形抽出処理部
- 1 3 8、2 2 4 接合点抽出処理部
- 1 4 0、2 2 5 関数近似処理部
- 1 4 2 類似度判定処理部
- 1 4 4 照合結果出力処理部
- 1 5 0、2 3 0 操作部
- 1 6 0、2 4 0 表示部
- 2 2 0 データベース作成部
- 2 2 6 ファイル作成処理部

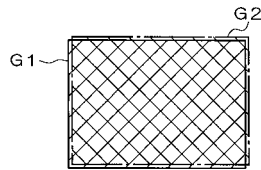
【 図 1 】



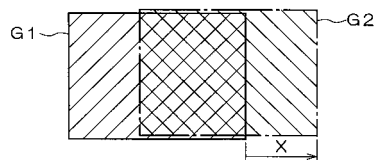
【 図 2 】



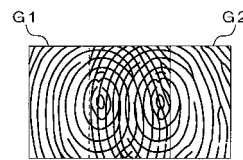
【 図 3 】



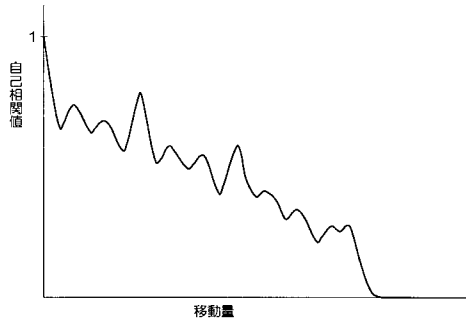
【 図 4 】



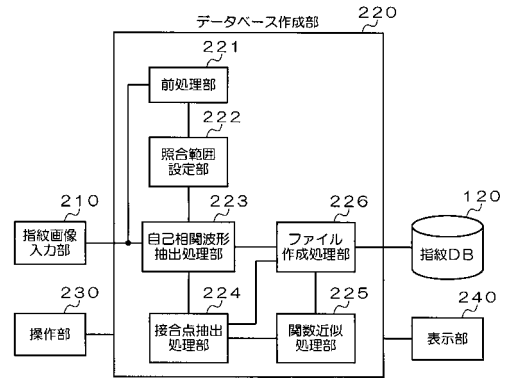
【 図 5 】



【図6】



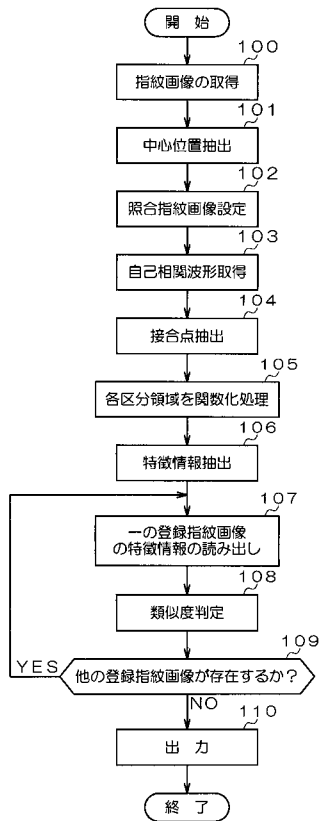
【図8】



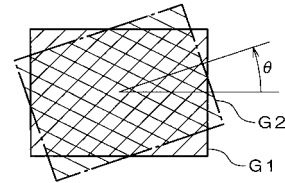
【図7】

閾値総数	輪郭長	総標本点数	閾値	区間長	標本点数	パラメータ
直線閾値	直線総長	—	閾値1	区間長L1	点数:m1	(a1,b1,c1)
内弧閾値	内弧総長	—	閾値2	区間長L2	点数:m2	(a2,b2,c2)
曲線閾値	曲線総長	—	閾値3	区間長L3	点数:m3	(a3,b3,c3)
			閾値1	区間長L4	点数:m4	(a4,b4,c4)
			閾値2	区間長L5	点数:m5	(a5,b5,c5)
			閾値3	区間長L6	点数:m6	(a6,b6,c6)
			閾値1	区間長L7	点数:m7	(a7,b7,c7)
			⋮	⋮	⋮	⋮

【図9】



【図10】



フロントページの続き

審査官 松永 稔

(56)参考文献 特開2003-067749(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 7/00