(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5914995号
(P5914995)

(45)発行日　平成28年5月11日(2016.5.11)　(24)登録日　平成28年4月15日(2016.4.15)

(51)Int.Cl.			F I		
G06T	7/00	(2006.01)	G06T	7/00	510B
A61B	5/117	(2016.01)	A61B	5/10	320C
			A61B	5/10	320Z

請求項の数 6　(全 22 頁)

(21)出願番号　特願2011-126502 (P2011-126502)
(22)出願日　平成23年6月6日 (2011.6.6)
(65)公開番号　特開2012-252644 (P2012-252644A)
(43)公開日　平成24年12月20日 (2012.12.20)
審査請求日　平成26年6月5日 (2014.6.5)

(73)特許権者　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区新宿四丁目１番６号
(74)代理人　110000176
一色国際特許業務法人
(72)発明者　溝部　公威
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内
(72)発明者　笠原　広和
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

審査官　新井　則和

最終頁に続く

(54)【発明の名称】生体識別装置、及び、生体識別方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
指の生体パターンを撮像する撮像部と、
演算部と、を備え、
前記演算部は、
前記撮像部を用いて識別対象者の指の生体パターンを撮像して得られる画像から、前記識別対象者の前記生体パターンを特徴付ける特徴量であって、撮像範囲及び撮像方向が変化した場合でも前記生体パターンに対して位置不変かつ回転不変な特性を有する特徴量を複数抽出し、
所定の登録部に指の種類を表す指ＩＤに対応付けて登録されている登録対象者の生体パターンを特徴付ける特徴量と、前記識別対象者の特徴量とが類似するか否かを判断し、
前記識別対象者の特徴量と類似すると判断された前記登録対象者の特徴量に対応付けられた指ＩＤに応じて、前記識別対象者の指毎のスコアを算出するとともに、前記識別対象者の隣り合う複数の指のスコアの合計値を算出し、
前記スコアの合計値のうち最大の値が所定の閾値よりも大きい場合に、前記識別対象者が前記登録対象者であると識別する、
ことを特徴とする生体識別装置。
【請求項２】
請求項１に記載の生体識別装置であって、

前記撮像部は、前記識別対象者の１本の指の生体パターンの少なくとも一部と、前記１本の指に隣り合う指の生体パターンの少なくとも一部とを撮像することを特徴とする、生体識別装置。

【請求項３】

請求項１または２に記載の生体識別装置であって、

前記演算部は、

前記撮像部を用いて登録対象者の指の生体パターンを撮像して得られる画像から、前記登録対象者の特徴量を抽出し、

前記登録対象者の特徴量と前記登録対象者の指ＩＤとを対応付けて登録特徴量として前記登録部に登録することを特徴とする、生体識別装置。

【請求項４】

請求項３に記載の生体識別装置であって、

前記識別対象者の指の生体パターンよりも、

前記登録対象者の指の生体パターンの方が、前記撮像部によって撮像される領域が大きいことを特徴とする、生体識別装置。

【請求項５】

請求項１～４のいずれかに記載の生体識別装置であって、

前記特徴量が、ＳＩＦＴ（Scale Invariant Feature Transform）を用いて抽出されることを特徴とする、生体識別装置。

【請求項６】

識別対象者の指の生体パターンを撮像して得られる画像から、前記識別対象者の指の生体パターンを特徴付ける特徴量であって、撮像範囲及び撮像方向が変化した場合でも前記生体パターンに対して位置不変かつ回転不変な特性を有する特徴量を複数抽出することと、

指の種類を表す指ＩＤに対応付けて登録されている登録対象者の特徴量と、前記識別対象者の特徴量とが類似するか否かを判断することと、

前記識別対象者の特徴量と類似すると判断された前記登録対象者の特徴量に対応付けられた指ＩＤに応じて、前記識別対象者の指毎のスコアを算出するとともに、前記識別対象者の隣り合う複数の指のスコアの合計値を算出することと、

前記スコアの合計値のうち最大の値が所定の閾値よりも大きい場合に、前記識別対象者が前記登録対象者であると識別することと、

を有する生体識別方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、生体識別装置、及び、生体識別方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

指紋や静脈パターン等の生体的特徴をとらえて個人の認証を行なう生体認証システムが知られている。例えば、指を撮像することで得られる指静脈画像に基づいて認証を行うシステムとして静脈認証装置が開発されている。

【０００３】

静脈認証装置を用いて個人の認証を行なう際には、可能なかぎり認証の精度を高くすることが要求される。そのため、撮像時の外部環境が異なる場合でも、それに影響されることなく、最適な品質の指静脈画像を得ることが重要である。例えば、認証装置上に設置されたガイド溝に指を置き、位置を固定した状態で指の撮像を行うことで指静脈画像を取得し、該指静脈画像を用いて個人の認証を行なう方法が提案されている（例えば、特許文献１）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】
【特許文献１】特開２００６－１５５５７５号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
特許文献１の方法によれば、ガイドを設けることによって、同一の位置・方向で指の撮像を行なうことができるため、安定した品質の指静脈画像を取得して、精度良く認証を行なうことが可能になる。
【０００６】
しかし、特許文献１の方法では、撮像を行なう際に、ユーザーは当該ガイドに合わせて指を沿わせなくてはならない。また、ある特定の指（例えば、人差し指）のみが撮像対象として限定される。一方、実際に認証装置が使用される場面を考慮すると、認証時に決まった指を決まった位置・方向に置かなければならないのでは、ユーザーの利便性が大きく損なわれる。したがって、認証時においては、位置・方向を固定しない状態で不特定の指について高精度な認証を行なえることが望ましい。一方、指の種類（人差し指など）を指定せず、位置や方向も規定せずに認証を行う場合には、指の撮像において複数の指が撮像される場合がある。このような場合に、指の位置関係を考慮せずに認証を行なうと、本来マッチングするべきではない別の指との間でミスマッチを生じて、認証精度が低下するおそれがあった。
ここで、認証とは、登録された画像等と認証時に得られた画像等を照合することによって、認証（識別）対象者が登録者であるか否かを識別し、識別結果に基づいて、例えば電子錠等の制御対象を制御することである。したがって、認証の精度は識別の精度に依存するので、認証における上記の課題は、識別における課題と言える。
【０００７】
本発明では、撮像した指の画像を用いて個人の識別を行なう生体識別装置において、複数の指が撮像された場合にも、識別時の指の位置や方向によらず、精度の高い識別を行なうことを目的としている。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
上記目的を達成するための主たる発明は、指の生体パターンを撮像する撮像部と、演算部と、を備え、前記演算部は、前記撮像部を用いて識別対象者の指の生体パターンを撮像して得られる画像から、前記識別対象者の前記生体パターンを特徴付ける特徴量であって、撮像範囲及び撮像方向が変化した場合でも前記生体パターンに対して位置不変かつ回転不変な特性を有する特徴量を複数抽出し、所定の登録部に指の種類を表す指ＩＤに対応付けて登録されている登録対象者の生体パターンを特徴付ける特徴量と、前記識別対象者の特徴量とが類似するか否かを判断し、前記識別対象者の特徴量と類似すると判断された前記登録対象者の特徴量に対応付けられた指ＩＤに応じて、前記識別対象者の指毎のスコアを算出するとともに、前記識別対象者の隣り合う複数の指のスコアの合計値を算出し、前記スコアの合計値のうち最大の値が所定の閾値よりも大きい場合に、前記識別対象者が前記登録対象者であると識別する、ことを特徴とする生体識別装置である。
【０００９】
本発明の他の特徴については、本明細書及び添付図面の記載により明らかにする。
【図面の簡単な説明】
【００１０】
【図１】本実施形態における静脈識別装置１のブロック図である。
【図２】図２Ａ及び図２Ｂは、静脈識別装置１をドアの開錠制御に用いた場合の例を示す図である。
【図３】登録動作のフローを表す図である。
【図４】特徴量抽出処理のフローを表す図である。
【図５】特徴点の一例を表す図である。

【図６】得られた輝度勾配の一例を表す図である。
【図７】輝度勾配のヒストグラムの一例を表す図である。
【図８】基準方向に座標軸を合わせたときの輝度勾配の一例を表す図である。
【図９】静脈パターンから特徴量を抽出する動作について説明する図である。
【図１０】識別動作のフローを表す図である。
【図１１】照合処理のフローを表す図である。
【図１２】１２Ａ～１２Ｃは、識別対象者Ｘの指静脈パターンを用いて識別動作を行う例について説明する図である。
【図１３】１３Ａ～１３Ｃは、識別対象者Ｙの指静脈パターンを用いて識別動作を行う例について説明する図である。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
本明細書及び添付図面の記載により、少なくとも、以下の事項が明らかとなる。
【００１２】
指の生体パターンを撮像する撮像部と、登録対象者の生体パターンを特徴付ける登録対象者の特徴量と、指の種類を表す指ＩＤとを対応付けて登録する登録部と、演算部と、を備え、前記演算部は、前記撮像部を用いて識別対象者の指の生体パターンを撮像して得られる画像から、前記識別対象者の特徴量を複数抽出し、前記登録部に登録されている登録対象者の特徴量と、前記識別対象者の特徴量とが類似するか否かを判断し、前記識別対象者の特徴量と類似すると判断された前記登録対象者の特徴量に対応付けられた指ＩＤに応じて、前記識別対象者の指毎のスコアを算出し、前記識別対象者の隣り合う複数の指のスコアの組み合わせに基づいて、前記識別対象者が前記登録対象者であるか否かを識別する、生体識別装置。
【００１３】
このような生体識別装置によれば、演算部は、登録対象者の生体パターンから登録対象者の特徴量を抽出し、抽出された特徴量を該特徴量が抽出された指の種類を表す指ＩＤと対応付けて登録特徴量として登録部に登録する。また、演算部は、撮像部を用いて識別対象者の指の生体パターンを撮像して得られる画像から複数の特徴量を抽出し、登録対象者の特徴量と比較することで、識別対象者が登録されているユーザーか否かの識別を行う。その際、識別対象者の特徴量と類似する登録特徴量に対応付けられた指ＩＤに基づいて識別対象者のスコアが指毎に算出され、隣り合う複数の指のスコアの組み合わせを考慮することによって、識別が行なわれる。
隣り合う複数の指のスコアを考慮することにより、当該複数の指の全てにおいて本来合致するはずのない特徴量が誤って類似と判定されるミスマッチが発生する可能性が低くなり、偶然のミスマッチによる影響等を相対的に小さくすることができる。すなわち、ミスマッチによる誤ったデータが最終的な識別対象者のスコアに反映されにくくなる。したがって、撮像した指の画像を用いて個人の識別を行なう生体識別装置において、認複数の指が撮像された場合にも、識別時の指の位置や方向によらず、精度の高い識別を行なうことができる。
【００１４】
かかる生体識別装置であって、前記撮像部は、前記識別対象者の１本の指の生体パターンの少なくとも一部と、前記１本の指に隣り合う指の生体パターンの少なくとも一部とを撮像することが望ましい。
【００１５】
このような生体識別装置によれば、識別対象となるデータとして隣り合う２本分の指の特徴量を登録することが可能となり、識別の精度を高くすることができる。１本の指の生体パターンのみを用いて識別を行なった場合、ノイズ等の影響によって偶然にその指のスコアが高く算出されてしまう場合があり、誤識別の原因となるおそれがある。しかし、隣り合う指についても偶然にスコアが高く算出される等の確立は非常に小さい。そこで、隣り合う２本分の指の生体パターンを登録して、当該データを識別に用いることで、偶然の

ミスマッチ等による影響を相対的に小さくすることができる。これにより、精度良く識別を行なうことが可能となる。

【００１６】

かかる生体識別装置であって、前記演算部は、前記識別対象者の隣り合う複数の指のスコアの合計値を算出し、前記スコアの合計値のうち最大の値が所定の閾値よりも大きい場合に、前記識別対象者が前記登録対象者であると識別することが望ましい。

【００１７】

このような生体識別装置によれば、識別精度をより高くすることができる。偶然のミスマッチ等によって或る指についてスコアが高く算出されてしまったような場合でも、他の指について同時にミスマッチが発生する確立は小さい。したがって、隣り合う複数の指のスコアの合計値を算出することで、正確なデータ（指スコア）が多く含まれたデータを得やすくなる。そして、当該合計値の最大値を識別対象者のスコアとして採用することで、ミスマッチの影響が小さく信頼性が高いスコアを算出することができる。このスコアを適当に設定された閾値と比較することで、認証の精度をより高くすることが可能となる。

【００１８】

かかる生体識別装置であって、前記演算部は、前記撮像部を用いて登録対象者の指の生体パターンを撮像して得られる画像から、前記登録対象者の特徴量を抽出し、前記登録対象者の特徴量と前記登録対象者の指ＩＤとを対応付けて前記登録特徴量として前記登録部に登録させることが望ましい。

【００１９】

このような生体識別装置によれば、特徴量を登録する動作と識別対象者を識別する動作とを１つの生体識別装置で行なうことができるため、ユーザーの利便性を高くすることができる。そして、特徴量の登録を行なう際は、登録対象者の指から抽出される特徴量を、その抽出された指を示す指ＩＤと対応付けて登録することで、識別動作時において指毎に識別を行なうことができ、識別精度を高くすることができる。

【００２０】

かかる生体識別装置であって、前記識別対象者の指の生体パターンよりも、前記登録対象者の指の生体パターンの方が、前記撮像部によって撮像される領域が大きいことが望ましい。

【００２１】

このような生体識別装置によれば、登録対象者の生体パターンを登録する動作において、より大きな範囲で撮像された生体パターンの画像から抽出されるユーザーの特徴量の数が、識別対象者の生態パターンを識別する動作において抽出される識別対象者の特徴量の数よりも多くなる可能性が高い。つまり、識別を行なう際に用いられる可能性のあるユーザーの特徴量をより多く登録しておくことができるため、照合データの母体が大きくなる。したがって、識別対象者の生体パターンから抽出される特徴量と登録されている特徴量との照合が行ないやすくなり、より精度の高い識別を行なうことができる。

【００２２】

かかる生体識別装置であって、前記特徴量が、ＳＩＦＴ（Scale Invariant Feature Transform）を用いて抽出されることが望ましい。

【００２３】

このような生体識別装置によれば、ＳＩＦＴを用いて特徴量を抽出することにより、撮像時の位置変化、回転等に依存しにくい生体パターンの特徴量を抽出することができるようになる。したがって、生体パターンの撮像を行なう際に、撮像を行なうセンサーと被撮像対象（登録対象者または識別対象者の生体パターン）との位置関係が固定されていない場合であっても、生体パターンを特徴付ける特徴量を正確に抽出することが可能となり、撮像時の条件によらずに高精度な識別を行うことができる。

【００２４】

また、識別対象者の指の生体パターンを撮像して得られる画像から、前記識別対象者の指の生体パターンを特徴付ける識別対象者の特徴量を複数抽出することと、指の種類を表

す指ＩＤに対応付けて登録されている登録者の特徴量と、前記識別対象者の特徴量とが類似するか否かを判断することと、前記識別対象者の特徴量と類似すると判断された前記登録者の特徴量に対応付けられた指ＩＤに応じて、前記識別対象者の指毎のスコアを算出することと、前記識別対象者の隣り合う複数の指のスコアの組み合わせに基づいて前記識別対象者が前記登録対象者であるか否かを識別することと、を有する生体識別方法が明らかとなる。

【００２５】

＝＝＝実施形態＝＝＝

発明を実施するための生体識別装置の形態として、静脈識別装置１を例に挙げて説明する。

図１は、本実施形態における静脈識別装置１のブロック図である。静脈識別装置１は、演算部１０とセンサー部２０と光源部３０とトリガセンサー４０と制御対象５０とを備える。センサー部２０はインターフェース２８を介して演算部１０に接続されており、また、光源部３０はインターフェース３８を介して演算部１０に接続されている。また、静脈識別装置１は、インターフェース４８とインターフェース５８を介してトリガセンサー４０と制御対象５０に接続されている。

【００２６】

演算部１０は、演算を行うＣＰＵ(Central Processing Unit)１２と記憶装置（登録部）としてのＲＡＭ(Random Access Memory)１４及びＥＥＰＲＯＭ(Electronically Erasable and Programmable Read Only Memory)１６を含む。ＣＰＵ１２は、ＥＥＰＲＯＭ１６に記憶されたプログラムを実行することにより静脈の識別を行う。ＲＡＭ１４には、静脈の識別を行う際に必要な特徴量が演算結果として登録される。演算部１０は、静脈識別装置１に、後述する登録動作及び識別動作の２つの動作を行わせることができる。

【００２７】

センサー部２０は、指の静脈を撮像することに用いるセンサーである。センサー部２０は、接近した指を撮像するが、その際に露光時間を調整することができるようになっている。詳細については後述するが、センサー部２０は、識別動作時においては、識別対象者の指の一部の静脈パターンについて撮像をすることができればよい。一方、登録動作時においてはなるべく指の広い範囲の静脈パターンを撮像できることが望ましい。したがって、静脈識別装置１は登録動作用と識別動作用との２種類のセンサーを備えていてもよい。

【００２８】

光源部３０は、撮像する指に所定波長の光を照らすための装置である。ここでは、近赤外線のＬＥＤ(Light Emitting Diode)光源を含み、７００ｎｍ～９００ｎｍの波長帯を多く含む光を照射する。この波長帯は「生体の窓」とも呼ばれ、血液のヘモグロビンと水との両方の吸収が低くなり、生体の透過率が高くなる波長帯である。本実施形態では、指に対して７００ｎｍ～９００ｎｍの波長帯の近赤外線を照射しながら撮像を行なうことで、血液が多く存在する部分、すなわち血管の部分が影となって撮影される。したがって、当該指の内部にある静脈の形状を精度良く表わした画像を得ることが可能になる。

【００２９】

トリガセンサー４０は、撮像する指の接近を感知し、撮像処理を開始するためのトリガーを演算部１０に送る装置である。トリガセンサー４０には、例えば、静電容量センサーが用いられる。このトリガセンサー４０により、後述するドアなどに静脈識別装置を設けた場合において、指をドアに近づけただけでセンサー部２０が自動的に指の撮像処理を開始することができるようになる。

【００３０】

制御対象５０は、静脈識別装置１による識別結果に応じて制御したい対象物である。例えば、制御対象５０がコンピューターであるときには、静脈識別装置１による識別結果に応じて識別対象者に対してコンピューターのアクセス権を付与する。また、制御対象５０が後述のようなドアの電子錠である場合には、静脈識別装置１による識別結果に応じてドアの電子錠の開錠制御を行う。以下、制御対象５０がドアの電子錠である場合について説

明を行う。

【００３１】

図２Ａ及び図２Ｂに、静脈識別装置１をドアの開錠制御に用いた場合の例を示す。図に示されるように、静脈識別装置１はドアのドアノブ部に設けられる。静脈識別装置１の前面にはパネル状のセンサー部２０が設けられ（図２Ｂの斜線部）、センサー部２０の両側面には光源部３０が設けられる（図２Ｂの横線部）。センサー部２０は、識別対象者がドアノブ部を握った際に、ちょうど撮像対象となる指が置かれるような位置に配置される。

【００３２】

識別対象者がドアを開閉するために当該ドアノブ部を握ると、トリガセンサー４０が指の接近を感知して当該指の静脈パターンの撮像が開始される。図２Ｂに示されるように、撮像時には、センサー部２０の上に位置する識別対象者の指に対して光源部３０から近赤外線を照射することにより、当該指の撮像対象部分について静脈パターン画像が取得される。そして、取得された静脈パターンの画像に基づいて識別対象者が登録対象者（ユーザー）であるか否かが判断される。識別が許可される場合には、制御対象５０である電子錠が開錠され、識別が拒否される場合には、電子錠が開錠されない。この識別動作の詳細については後で説明する。

【００３３】

なお、識別対象者がドアの開閉を行なう場合、その都度ドアノブの握り方が変わるであろうことから、センサー部２０の同じ位置・同じ角度に、毎回同じ指が置かれるとは限らない。すなわち、識別の対象として撮像される静脈パターンの位置や撮像方向はその都度変化するものと考えられる。しかし、後述するように、本実施形態では撮像時の位置や方向、または撮像される指によらず、高い精度で識別を行なえるようになっている。

【００３４】

＜静脈識別装置１の基本動作＞

静脈識別装置１では、登録対象となるユーザー（登録対象者）毎にそれぞれの指についてあらかじめ静脈パターンを登録しておく「登録動作」と、その登録された指毎の静脈パターンデータに基づいて個人の識別を行なう「識別動作」とが行われる。

【００３５】

生体パターンに基づく識別対象者の識別（本実施形態では静脈パターンによる識別）を行なうためには、判断基準が必要となる。そのため、まず「登録動作」において、ユーザー（登録対象者）毎に指の静脈パターンが静脈識別装置１の登録部（ＲＡＭ１４）に登録される（登録モードとも呼ぶ）。登録された指毎の静脈パターンは、「識別動作」において、識別対象者の静脈パターンと照合され、両パターンが一致すると判断された場合に登録対象者が識別対象者であるか否かが識別される（識別モードとも呼ぶ）。

【００３６】

ただし、基準となるべき登録対象者の指毎の静脈パターンに関するデータが記憶装置等に保存されていて、識別モードにおいて当該データを利用するようにすることもできる。この場合、必ずしも静脈識別装置１において登録動作が行われなくてもよい。すなわち、登録動作と識別動作とは、別の装置で行われてもよい。また、静脈識別装置１は、外部記憶装置等と接続することによって識別に必要なデータを参照してもよい。

【００３７】

本実施形態の静脈識別装置１では、通常は識別モードを行なう設定になっており、識別モードと登録モードとの切り替えはユーザーまたは識別対象者がモードを選択することによって行なわれる。以下、各動作についてそれぞれ説明する。

【００３８】

＝＝＝登録動作について＝＝＝

登録動作では、登録対象者であるユーザーの指の静脈パターンについて、その特徴を表す「特徴量」を抽出する。そして、抽出された該特徴量について各ユーザーの指の種類を表す指ＩＤに対応付けて登録する。本実施形態における特徴量は、位置不変、及び、回転不変なものが採用される。これは、同じ人物の静脈パターンに対しては、撮像範囲が変化

（位置変化）した場合でも、撮像方向が回転（回転変化）した場合でも、パターンに対して同じ位置が特定され（位置不変）、その位置周辺の局所領域の特徴を数値化した特徴量と同じ値で得られる（回転不変）という特性を有するものである。

【００３９】

＜登録動作の流れ＞

図３に、登録動作のフローを示す。登録動作は、Ｓ１０１～Ｓ１０５の各処理を実行することによって行なわれる。

【００４０】

登録モードにおいてトリガセンサー４０が指の接近を感知すると登録動作が開始され、初めに、撮像パラメータの調整が行なわれる（Ｓ１０１）。センサー部２０から入力されてくる指（静脈）の画像をもとに、演算部１０によって撮像パラメータが調整され、最も良好な画質で撮像可能なパラメータが設定される。

【００４１】

パラメータの調整後、登録対象となるユーザーの静脈画像の撮像が行われる（Ｓ１０２）。指の静脈パターン画像を撮像するにあたり、光源部３０から７００ｎｍ～９００ｎｍの波長帯を多く含む光が照射され、指の静脈が撮像される。静脈パターンの撮像は、静脈識別装置１のセンサー部２０を用いて行うこともできるし、他の撮像可能な装置を用いて行うこともできる。

【００４２】

登録モードにおける撮像の際には、上述の特徴量がなるべく多く含まれるように、指が撮像される領域を大きくする。識別の精度を高くするためには、識別に用いる可能性のある領域に含まれる特徴量は全て登録しておくことが好ましい。そのため、本実施形態では識別動作において撮像される識別対象者の静脈パターンよりも、登録動作において撮像される登録対象者の静脈パターンの方が、撮像される領域が大きくなるようにする。例えば、登録対象者の複数の指について、それぞれの指全体を撮像する等、広い領域を撮像する。識別動作で撮像される領域よりも広い領域を撮像するために、登録動作において撮像を行なうセンサーと識別動作において撮像を行なうセンサーとを別個に設けてもよい。また、そのような広い領域を撮像するにあたり、一括して撮像を行う必要はなく、いくつかの領域に分割して撮像することとしてもよい。

【００４３】

なお、本実施形態においては、複数の指について撮像を行なう際には、１回の撮像で全ての指について静脈パターン画像を取得するのではなく、指の１本１本について別個に撮像を行い、指毎に静脈パターン画像を取得する。例えば、登録対象者の人差し指～小指の４本の指について撮像を行なう際には、まず人差し指の撮像を行なって、次に中指、薬指、小指と順番に撮像を行ない、４種類の静脈パターン画像を取得する。指の種類毎に別々に撮像を行なうことで、次工程（Ｓ１０３）において指静脈パターン画像から特徴量を抽出する際に、指の種類に対応付けて特徴量を抽出することが容易になる。なお、撮像した指の種類を区別し、ＩＤを付与するには、撮像を行う際に登録対象者等がユーザーインターフェースを介して入力したり、静脈識別装置１が登録対象者に対して指の種類を指示したりした情報を記憶するようにすればよい。

【００４４】

次に、撮像された指静脈画像から指毎に特徴量の抽出を行う（Ｓ１０３）。上述のように、指の種類毎に静脈パターン画像を撮像しておくことにより、それぞれの指について特徴量を抽出することができる。特徴量抽出処理（Ｓ１０３）の詳細は後で説明する。

【００４５】

指静脈画像について特徴量の抽出が行なわれた後、その抽出された特徴量が適正なものであるか否かが判断される（Ｓ１０４）。本実施形態では、抽出された該特徴量を基準として静脈パターンについての識別が行なわれるので、識別動作において正確な識別を行なうためには十分な量（数）の特徴量が抽出されている必要がある。言い換えると、十分な数の特徴量が抽出されていなければ、識別の基準として採用することはできない。そこで

、演算部１０は、抽出された特徴量の数が所定数以上あるか否かを判断し、所定数未満である場合（Ｓ１０４がＮｏ）は特徴量が不適正なものとしてＳ１０１に戻ってパラメータの調整からやり直して撮像を行なう。

【００４６】

抽出された特徴量の数が所定数以上であると判断された場合（Ｓ１０４がＹＥＳ）には、特徴量が適正なものとして、抽出された特徴量が、指の種類を表す指ＩＤと対応付けられてＲＡＭ１４に登録される（Ｓ１０５）。

【００４７】

以上の処理により、登録動作が完了する。

【００４８】

＜特徴量の抽出（Ｓ１０３）の詳細＞

特徴量抽出処理（Ｓ１０３）の処理内容の詳細について説明する。図４に、特徴量抽出処理（Ｓ１０３）のフローを示す。特徴量の抽出はＳ１３１～Ｓ１３３の各処理を順次実行することにより行なわれる。

【００４９】

まず、撮像した静脈画像の画像補正が行われる（Ｓ１３１）。ここで画像補正が行われるのは、主に次の３つの理由からである。（１）指の透過率には個人差があり、取得した画像の全体の輝度がばらつくことがある。（２）指の透過率の個人差により明暗分布が生じてしまうことがある。例えば、指の関節部は明るく画像が取得され、関節と関節との間は暗く画像が取得される。（３）静脈と表皮との間の生体組織により、光が拡散し、撮像した静脈パターンがぼやける場合がある。

【００５０】

これらの課題を解決するために、フィルタ処理を行う。上記（１）の課題を解決するためには、正規化が必要であり、そのために平均値（直流成分）を除去する必要がある。また、上記（２）の課題を解決するためには、均一化が必要であり、そのために、緩やかな変動を除去する必要がある。よって、これら（１）と（２）の課題を解決するために、静脈画像に対してハイパスフィルタを適用する。

【００５１】

また、上記（３）の課題を解決するためには、シャープネス処理が必要であるから、静脈画像に対してアンシャープマスクを適用し高周波成分を強調する。すなわち、これらハイパスフィルタとアンシャープマスクを統合したフィルタを作成し適用する。具体的には、２つのフィルタの周波数応答(MTF: Modulation Transfer Function)を周波数空間で積算し、これを逆フーリエ変換したフィルタを適用することになる。

【００５２】

なお、撮像された画像に輝度のばらつき等がほとんど無い場合には、当該補正処理は必ずしも行われなくてもよい。

【００５３】

次に、特徴点の抽出（Ｓ１３２）が行われる。ここで、「特徴点」とは、撮像された複数の画像の間で、静脈画像が回転したり位置が移動したりする場合でも、静脈パターンの決まった位置に出現する点のことを言う。すなわち、位置・角度がシフトしても静脈パターンに対する相対位置が変化しない点である。

【００５４】

本実施形態では、前述のようにセンサーと指との位置関係は固定ではないことから、静脈パターンの特徴量を算出するためには、その中心位置（基準となる位置）を求めたいという要求がある。この中心位置となる点が特徴点である。これらの要求を満たす手法の一例として、本実施形態における特徴点抽出及び特徴量抽出では、ＳＩＦＴ(Scale Invariant Feature Transform)が採用される。以下に、ＳＩＦＴを用いて特徴点抽出及び特徴量抽出を行なう際の方法について説明する。

【００５５】

特徴点の抽出（Ｓ１３２）の処理においては、まず、ノイズを取り除き、安定した特徴

点を得るために、静脈画像にガウスフィルタを適用して平均化処理を行う。そして、ある周波数以上の成分をカットする処理を行う。また、ガウスフィルタを適用した画像の二次微分を算出し、その極値を特徴点候補とする。さらに、ノイズに由来する特徴点を取り除くために、極値の絶対値が所定の閾値以上の点のみを特徴点として採用する。上記において、特徴点候補を得るために二次微分を算出しているのは、均一な領域ではなく、変化があるエッジ部を画像から抽出するためである。また、撮影において斜めから光源照射がなされたときにおいて、一定の傾きで変化する領域が画像に生ずることがあるが、このような領域を特徴点候補としないためである。二次微分の算出は、具体的には、静脈画像とガウス導関数の畳み込み積分により行われる。

【００５６】

図５は、特徴点の一例を示す図である。図５には、撮像された静脈画像を部分的に拡大した図（図の斜線部）と、その静脈の分岐点において特定された特徴点が示されている。特徴点は、輝度勾配の二次微分の極値の場所が選択されるので、輝度の変化量が大きな箇所が選択されることになる。また、二次微分の極値の場所は、一次微分の変化量が極大となる場所であるから、周囲に比べて曲率（すなわり曲がり方）が大きい点が選択される。よって、静脈の分岐点や血管内部も特徴点として選択されることになる。すなわち、静脈とそうでない場所とを分ける場所が特徴点として自動的に選択されることになる。

【００５７】

次に、特徴量の抽出が行われる（Ｓ１３３）。特徴量の抽出は、上記の処理において得られたそれぞれの特徴点に対して以下の処理を行うことにより行われる。まず、特徴点周辺の輝度勾配を算出する。

【００５８】

図６は、得られた輝度勾配の一例を示す図である。図６には、特徴点を中心とした複数のマス目（本実施形態では、８×８のマス目）が示されている。そして、各マス目における輝度勾配がベクトル量として示されている。

【００５９】

次に、図６のように得られた輝度勾配についてヒストグラムを作成する。そして、最も頻度の高い方向を特徴量の基準方向とする。

【００６０】

図７は、輝度勾配のヒストグラムの一例を示す図である。図７の横軸は、全方向（３６０度）を所定数の方向に分割した場合の各方向を表し（図７の場合は３６方向に分割した場合を表す）、縦軸は各方向における輝度の大きさｈを表す。すなわち、図７では、３６方向のヒストグラムが示されている。そして、「ｐｅａｋ」と記載した方向の値が最も高くなっている。よって、この方向が特徴量の基準方向となる。

【００６１】

次に、特徴点を中心として、前述の処理で選択された基準方向に合わせて、再度８×８のマス目を作成する。そして、この８×８のマス目を４×４のマス目に対応させ、この４×４のマス目毎の輝度勾配について、マス目ごとに８方向のベクトルに分解する。

【００６２】

図８は、基準方向に座標軸を合わせたときの輝度勾配の一例を示す図である。図８の左図においては、太矢印の方向が前述の基準方向であり、基準方向に方向を合わせた８×８のマス目を再作成し輝度勾配を求め直したものである。また、図８の右図は、この８×８のマス目を４×４のマス目に対応させ、マス目毎に輝度勾配を８方向のベクトルに分解したものである。

【００６３】

ここでは、８方向のベクトルに分解しているので、０°、４５°、９０°、１３５°、１８０°、２２５°、２７０°、及び、３１５°のそれぞれの方向についてベクトルのスカラー量が得られる。また、４×４のマス目のそれぞれについて、これらのスカラー量が得られていることになるため、４×４×８＝１２８次元のスカラー量を得ることができることになる。本実施形態において、特徴点における特徴量は、これら複数次元のスカラー

量である。
【００６４】
図９に、本実施形態で静脈パターンから特徴量を抽出する動作について説明する図を示す。図９の上側の図は人差し指～小指の各指について別個に撮像された指静脈パターン画像を表し、下側の図はそれぞれの指について抽出された特徴量のデータを表す。なお、登録時において必ずしも４本の指が撮像されなくてもよく、例えば、３本の指について撮像されるのであってもよく、両手の指であってもよい。
【００６５】
指静脈画像の撮像により、図９の上側の図に示されるような各指についての静脈パターン画像が得られる。そして、それぞれの指静脈パターン画像から特徴点が抽出される。図の静脈画像中に複数表示されている白丸が、抽出された特徴点である。これらの特徴点についてそれぞれ特徴量が抽出される。例えば、人差し指の画像から、Ｕ１～Ｕｎのｎ個の特徴量が抽出され、中指の画像から、Ｖ１～Ｖｍのｍ個の特徴量が抽出される。それぞれの特徴量は上述のような１２８次元のスカラー量で表される。各指の画像から抽出される全ての特徴量は、その指毎の特徴量群として定義され、図９下側のようにデータ化される。
【００６６】
データ化された特徴量群は、登録対象者のＩＤ及び指ＩＤとセットにしてＲＡＭ１４に保存される。例えば、或る登録対象者Ａの人差し指について、図９に示されるように（Ｕ１～Ｕｎ）のｎ個の特徴量が抽出された場合、特徴量群［ＩＤ－Ａ人差し指（Ｕ１～Ｕｎ）］等として、登録対象者毎に指ＩＤに対応付けて登録される。本明細書では、登録対象者毎に指ＩＤに対応付けて登録された全ての特徴量データを「登録特徴量」と称する。
【００６７】
＝＝＝識別動作について＝＝＝
識別動作は、登録対象者（ユーザー）毎に指ＩＤに対応付けて登録されている特徴量（登録特徴量）と、識別対象者の静脈パターン画像から抽出される特徴量とを照合して、登録されているいずれかの登録対象者と識別対象者とが同一人物であるか否かを判定する処理である。
【００６８】
静脈識別装置１は、通常時の使用場面（例えば、図２でドアに施錠しているとき）においては、識別モードの状態で待機している。この状態において、トリガセンサー４０が静脈識別装置１へ識別対象者の指が接近するのを検知すると、以下のような識別動作が開始される。
【００６９】
＜識別動作の流れ＞
図１０に、識別動作のフローを示す。識別動作はＳ５０１～Ｓ５０９の各処理を演算部１０が実行することによって行なわれる。
【００７０】
初めに、登録動作におけるＳ１０１と同様に、撮像パラメータの調整が行なわれる（Ｓ５０１）。すなわち、センサー部から入力されてくる指（静脈）の画像をもとに、演算部１０によって撮像パラメータが調整され、最も良好な画質で撮像可能なパラメータが設定される。
【００７１】
撮像パラメータの調整後、識別対象者の指静脈画像の撮像が行われる（Ｓ５０２）。静脈画像の撮像は、識別対象者がドア（図２参照）を開こうとしてドアノブを握ったタイミングで行なわれる。このとき、光源部３０から７００ｎｍ～９００ｎｍの波長帯を多く含む近赤外線を照射しながらセンサー部２０を用いて１回の撮像が行なわれる。本実施形態では、位置不変・回転不変な特性を有する特徴量を用いて識別を行なう。したがって、識別時における指の位置・方向は、登録時における指の位置・方向とずれていてもよい。つまり、ユーザーは撮像の際に指の位置合わせ等の細かい調整をする必要がなく、ユーザー

にとって利便性の高いものとなっている。

【００７２】

また、撮像される指の範囲は、登録動作時よりも狭くすることができる。通常の場合、指の静脈パターンの一部分を撮像しただけでも、個人の識別を行なう際に必要な数の特徴量を抽出することが可能だからである。登録動作において、登録対象者毎に複数の指についての静脈パターンを撮像し、それぞれの指（例えば、人差し指～小指までの４本分の指）について特徴量群が抽出されている（前述の登録特徴量）。そのため、識別動作においては、そのうちの一部に対応する範囲（例えば、人差し指及び中指の一部）から抽出される識別対象者の特徴量を登録特徴量と照合を行うことができる。このとき、識別対象者の或る指の静脈パターンの一部とその指に隣り合う指の静脈パターンの一部とが同時に撮像されることが望ましい。隣り合う複数の指（例えば、人差し指及び中指）から抽出される特徴量を用いて識別動作を行う方が、一本の指のみから抽出される特徴量を用いて識別動作を行う場合よりも、ノイズ等の影響が小さくなるため、識別の精度を高くすることができる。詳細は後述する。

【００７３】

次に、撮像された識別対象者の静脈画像から特徴量の抽出が行われる（Ｓ５０３）。特徴量の抽出は登録動作時（Ｓ１０３）と同様にして行なうことができ、１つの静脈画像から複数の特徴量（特徴量群）が抽出される。例えば、識別対象者の静脈パターンを表す特徴量としてＷ１～Ｗｐが抽出され、ＲＡＭ１４に一時的に保存される。なお、識別動作における指静脈パターンの撮像（Ｓ５０２）では不特定の指が撮像されるため、抽出された特徴量がそれぞれどの指の静脈パターンから抽出されたものであるかを判断することはできない。つまり、Ｓ５０３の段階では、上述の特徴量Ｗ１～Ｗｐは指の情報を含まないデータである。

【００７４】

抽出された特徴量群が適正なものである場合、すなわち、静脈識別を行なうのに十分な数の特徴量を抽出することができていれば（Ｓ５０４）、抽出された当該特徴量についての照合処理（Ｓ５０５）が行なわれる。なお、Ｓ５０４は登録動作におけるＳ１０４と同様にして行うことができる。

【００７５】

照合処理（Ｓ５０５）では、抽出された識別対象者の指静脈パターンの特徴量に基づいて、該識別対象者のスコアが算出される。

【００７６】

まず、識別動作において抽出された識別対象者の特徴量と、登録動作において指ＩＤに対応付けて登録されている登録対象者の特徴量（登録特徴量）との間で、類似する特徴量の有無が判断される。そして、識別対象者の特徴量と類似する登録特徴量が存在した場合は、当該登録特徴量に対応付けられた指ＩＤに応じて、識別対象者の指ごとのスコアが加算される。この指毎のスコアから識別対象者のスコアが算出される。照合処理（Ｓ５０５）の詳細は後で説明する。

【００７７】

この方法では、識別対象者の特徴量と登録特徴量との間で、類似する特徴量の数に応じてスコアが増加される。したがって、識別対象者の静脈パターンと、登録されたユーザー（登録対象者）のうちのいずれかの静脈パターンとが類似しているほど、スコアが高い値となる。

【００７８】

そして、照合処理の結果として得られた識別対象者のスコアと所定の閾値とが比較される（Ｓ５０６）。上述のように、スコアが高いほど、識別対象者の静脈パターンと、登録対象者の静脈パターンとの類似度が高いので、閾値の値を適当に設定することにより、個人の識別を精度良く行なうことができる。

【００７９】

演算部１０は、識別対象者のスコアが所定の閾値よりも大きい場合（Ｓ５０６がＹｅｓ

）には、識別対象者と登録対象者とが一致すると判定する（Ｓ５０７）。一方、識別対象者のスコアが所定の閾値よりも小さい場合（Ｓ５０６がＮｏ）には、識別対象者と登録対象者とが一致しないと判定する（Ｓ５０８）。

【００８０】

判定結果は制御対象５０に送信され（Ｓ５０９）、その結果に従った制御がなされる。例えば、図２Ａのように制御対象５０がドアの電子錠である場合には、識別対象者と登録対象者とが一致すると判定されれば開錠され、識別対象者と登録対象者とが一致しないと判定されれば開錠されない。

【００８１】

＜照合処理（Ｓ５０５）の詳細＞

照合処理（Ｓ５０５）の詳細について説明する。図１１に、照合処理のフローを示す。照合処理は、演算部１０によってＳ５５１～Ｓ５５６の各処理を実行することにより行なわれる。なお、以下では、特徴量抽出処理（Ｓ５０３）において、識別対象者の指静脈パターンから（Ｗ１～Ｗｐ）のｐ個の特徴量が抽出されているものとして説明を行なう。

【００８２】

はじめに、識別対象者の特徴量群に含まれるｐ個の特徴量（Ｗ１～Ｗｐ）について、第ｊ番目（ｊ＝１，２，３…）の特徴量Ｗｊが選択される（Ｓ５５１）。例えば、照合処理の開始時点では、まず第１番目の特徴量Ｗ１が選択される。

【００８３】

次に、前述の登録特徴量の中に、Ｗｊと類似する特徴量があるか否かについて判断される（Ｓ５５２）。特徴量の「類似」は、比較する２つの特徴量ベクトル間におけるユークリッド距離を算出し、算出されたユークリッド距離とあらかじめ設定してある所定の閾値とを比較することによって判断することができる。これらの距離の値が所定の閾値よりも小さい場合には、両者のベクトルが近いことを示すので２つの特徴量は類似度が高いと判定することができる。

【００８４】

例えば、Ｓ５５１で選択された特徴量Ｗ１と、登録特徴量として登録されている登録対象者Ａの人差し指に対応付けられた或る特徴量Ｕｌ（ＩＤ－Ａ人差し指（Ｕｌ））との間で、それぞれユークリッド距離が算出される。Ｗ１とＵｌとの間のユークリッド距離が所定の閾値よりも小さい場合、Ｗ１とＵｌとは類似する特徴量であると判断される。また、Ｗ１とＵｌとが非類似であった場合は、登録対象者Ａの人差し指に対応付けられた次の特徴量Ｕ２（ＩＤ－Ａ人差し指（Ｕ２））との間で、類否（類似するか否か）が判断される。そして、登録対象者Ａの人差し指に対応付けられた特徴量（ＩＤ－Ａ人差し指（Ｕ１～Ｕｎ）の中に類似する特徴量がない場合は、次に登録対象者Ａの中指に対応付けられた特徴量（ＩＤ－Ａ中指（Ｖ１～Ｖｍ）との類否が判断される。

【００８５】

このようにして、選択された識別対象者の各特徴量と登録特徴量との間で順次類否判断が行なわれる。

【００８６】

なお、ここでは、ユークリッド距離に基づいて類似判断を行なうこととしたが、市街地距離やマハラノビスの距離に基づいて類似判断を行なうこととしてもよい。

【００８７】

選択されたＷｊについて、類似する特徴量が登録特徴量の中に見つかった場合は（Ｓ５５２がＹｅｓ）、その登録特徴量に対応付けられた指ＩＤに応じて、識別対象者の指毎にスコアを増加する（Ｓ５５３）。例えば、上述の例において選択された特徴量Ｗ１が、登録特徴量中の或る登録対象者Ａの人差し指に対応付けられた特徴量Ｕｌと類似すると判断された場合は、識別対象者の人差し指のスコアが１ポイント加算される。なお、加算されるポイントは調整可能であり、例えば特徴量が類似する場合に、その指について２ポイントずつ加算されるようにしてもよい。

【００８８】

選択された識別対象者の特徴量Ｗｊが、登録特徴量中のいずれの登録対象者のいずれの指の特徴量にも類似しなかった場合は（Ｓ５５２がＮｏ）、識別対象者のいずれの指のスコアも加算されない。

【００８９】

そして、次の特徴量（ｊ＋１番目の特徴量Ｗｊ＋１）が存在する場合は（Ｓ５５４がＮｏ）、該特徴量Ｗｊ＋１について上述の（Ｓ５５１～Ｓ５５３）の処理が繰り返される（Ｓ５５４）。

【００９０】

次の特徴量がない場合（Ｓ５５４がＹｅｓ）、識別対象者の指毎のスコアから識別対象者のスコアが算出される（Ｓ５５５）。スコアを算出する際は、Ｓ５５４までの工程で識別対象者の各指について算出されたスコアのうち隣り合う複数の指のスコアの合計値を算出し、該合計値が最大となる指の組み合わせが、識別対象者のスコアとして算出される。例えば、隣り合う２本の指のスコアの合計値から識別対象者のスコアを算出する場合は、人差し指と中指のスコアの合計、中指と薬指のスコアの合計、薬指と小指のスコアの合計が算出され、この中で最大となる値が識別対象者のスコアとされる。

【００９１】

そして、算出された識別対象者のスコアが出力され（Ｓ５５６）、この値と前述の閾値を比較することにより（Ｓ５０６）、識別対象者がユーザー（登録者）であるか否かの判断がなされる。

【００９２】

＜識別動作の具体例＞

識別動作の流れについて、具体例を用いて説明する。図１２Ａ～図１２Ｃは識別対象者Ｘの指静脈パターンを用いて識別動作を行う例について説明する図である。なお、本例では、登録特徴量として、登録対象者Ａ～Ｃの３人分の指静脈データ（ＩＤ－Ａ～ＩＤ－Ｃ）が登録されているものとする。該指静脈データは、それぞれ人差し指～薬指の４種類の指ＩＤに対応付けて登録された特徴量である。例えば、登録対象者Ａについての該指静脈データとして［ＩＤ－Ａ人差し指（Ｕ１～Ｕｎ）］、［ＩＤ－Ａ中指（Ｖ１～Ｖｍ）］等、登録対象者毎に人差し指～薬指の各指に対応付けられた特徴量データが登録されている。

【００９３】

本例では、識別対象者Ｘの指静脈パターン画像が撮像される際に（Ｓ５０２）、図１２Ａのセンサー部２０の斜線部で表される範囲で撮像が行なわれたものとする。図では、識別対象者Ｘの中指が他の指よりも大きく撮像され、人差し指及び薬指の一部が撮像されている。この撮像範囲に含まれる識別対象者Ｘの指静脈パターンについて、前述の方法によって特徴量（Ｗ１～Ｗｐ）が抽出される（Ｓ５０３）。

【００９４】

次に、照合処理（Ｓ５０５）において、登録特徴量中の各特徴量と、抽出された識別対象者Ｘの各特徴量（Ｗ１～Ｗｐ）との類否が判断される。登録特徴量中に類似する特徴量がある場合には、当該特徴量に対応付けられた指ＩＤに応じて、識別対象者の指のスコアが増加される。そして、増加されたスコアを指毎に合計することで、図１２Ｂのように指毎のスコアが算出される。

【００９５】

まず、識別対象者Ｘの各特徴量（Ｗ１～Ｗｐ）について、登録対象者Ａの人差し指に対応付けられた特徴量Ｕ１～Ｕｎ（［ＩＤ－Ａ人差し指（Ｕ１）］～［ＩＤ－Ａ人差し指（Ｕｎ）］）までが順に照合される。登録対象者Ａの人差し指に対応付けられた登録特徴量との照合の結果、識別対象者Ｘの特徴量（Ｗ１～Ｗｐ）のうち１４点が類似したとする。この場合、識別対象者Ｘの指スコアとして、人差し指のスコアが１４ポイント加算される（図１２Ｂの斜線で表される棒グラフ）。

【００９６】

次に登録対象者Ａの中指に対応付けられた特徴量［ＩＤ－Ａ中指（Ｖ１～Ｖｍ）］との

照合が行なわれ、中指のスコアが５と算出される。同様にして、薬指のスコアが１０、小指のスコアが１３と算出される。この指スコアが、識別対象者Ｘと登録対象者Ａとの照合結果となる。

【００９７】

同様にして、識別対象者Ｘの各特徴量と、登録対象者Ｂの登録特徴量（ＩＤ－Ｂ人差し指）～（ＩＤ－Ｂ小指）とが順次照合さる。登録対象者Ｂの登録特徴量（ＩＤ－Ｂ）との照合の結果、人差し指のスコアが１６、中指のスコアが３４、薬指のスコアが１７、小指のスコアが７と算出される（図１２Ｂの黒塗りで表される棒グラフ）。

【００９８】

また、登録対象者Ｃの登録特徴量（ＩＤ－Ｃ）との照合の結果、人差し指のスコアが１１、中指のスコアが４、薬指のスコアが１０、小指のスコアが１１と算出される（図１２Ｂの白塗りで表される棒グラフ）。

【００９９】

次に、識別対象者Ｘの指毎に算出されたスコアのうち、隣り合う２本の指のスコアの合計値を算出する。例えば、図１２ＢのＩＤ－Ｂの場合、人差し指と中指との合計スコアは５０（＝１６＋３４）である。また、中指と薬指との合計スコアは５１（＝３４＋１７）、薬指と小指との合計スコアは２４（＝１７＋７）である。

【０１００】

このうち、合計スコアが最大となる組み合わせが識別対象者Ｘのスコア候補として選択される。上述の例においては、図１２Ｃに示されるように、中指と薬指との合計スコアである５１が、登録対象者Ｂの登録特徴量（ＩＤ－Ｂ）との照合から算出される識別対象者Ｘのスコア候補となる（図１２Ｃの黒塗りで表される棒グラフ）。同様に、登録対象者Ａの登録特徴量（ＩＤ－Ａ）と照合した結果による識別対象者Ｘのスコア候補は２３（＝１０＋１３）であり（図１２Ｃの斜線で表される棒グラフ）、登録対象者Ｃの登録特徴量（ＩＤ－Ｃ）と照合した結果による識別対象者Ｘのスコア候補は２１（＝１０＋１１）である（図１２Ｃの白塗りで表される棒グラフ）。

【０１０１】

これらの候補のうち、ＩＤ－Ｂとの照合で得られたスコア（５１）が最大であるので、このスコアが識別対象者Ｘの合計スコアとなる。

【０１０２】

そして、識別対象者Ｘのスコア（５１）と所定の閾値との大小関係が比較され（Ｓ５０６）、識別の許否が判断される。例えば、本例において閾値が４０に設定されているとすると、識別対象者Ｘのスコア（５１）＞閾値（４０）であるため、識別が許可される（Ｓ５０７）。なお、この場合、識別対象者Ｘは登録対象者Ｂと同一人物であると判断されることになる。閾値の設定は、あらかじめ実験を行なうことにより、最適な値が決定される。

【０１０３】

また、識別対象者Ｘのスコアとして、隣り合う３本の指の合計値を算出してもよい。３本指の合計とした場合、ＩＤ－Ａとの照合結果によるスコアの最大値は２９（＝１４＋５＋１０）となる。同様に、ＩＤ－Ｂとの照合の結果は６７（＝１６＋３４＋１７）、ＩＤ－Ｃとの照合の結果は２５（＝１１＋４＋１０）となる。このうち、ＩＤ－Ｂとの照合で得られたスコア（６７）が最大であるので、結局、このスコアが識別対象者Ｘの合計スコアとなる。閾値を適当に調整することで、上述の場合と同様に、識別対象者Ｘは登録対象者Ｂと同一人物であると判断することができる。

【０１０４】

図１３Ａ～図１３Ｃは、識別対象者Ｙの指静脈パターンを用いて識別動作を行う例について説明する図である。基本的な流れは、上述の例と同様である。

【０１０５】

本例では、識別対象者Ｙの指静脈パターン画像が撮像される際に（Ｓ５０２）、図１３Ａに示されるように、識別対象者Ｙの人差し指及び中指が撮像範囲に含まれている。すな

わち、人差し指及び中指の静脈パターンの一部から識別対象者Ｙの特徴量が抽出される。

【０１０６】

次に、上述の例と同様に、識別対象者Ｙの各特徴量が登録対象者Ａ～Ｃの登録特徴量と照合される。登録対象者Ａの人差し指に対応付けられた登録特徴量との照合の結果、図１３Ｂに示されるように、識別対象者Ｙの指スコアとして、人差し指のスコアが２４、中指のスコアが２３、薬指のスコアが１０、小指のスコアが９と算出される（図１３Ｂの斜線で表される棒グラフ）。この指スコアが、識別対象者Ｙと登録対象者Ａとの照合結果となる。また、識別対象者Ｙの各特徴量が登録対象者Ｂ及びＣの登録特徴量と照合され、その結果図１３Ｂの黒塗りで表される棒グラフ（ＩＤ－Ｂ）、及び、白塗りで表される棒グラフ（ＩＤ－Ｃ）の指スコアが算出される。

【０１０７】

そして、識別対象者Ｘの指毎に算出されたスコアのうち、隣り合う２本の指のスコアの合計値が算出され、ＩＤ－Ａとの照合で得られたスコア４５（＝２３＋２２）が最大であるので（図１３Ｂ）、このスコアが識別対象者Ｘの合計スコアとなる。

【０１０８】

算出されたスコアと閾値を比較して、閾値識別対象者Ｙのスコア（４５）＞閾値（４０）となるため、識別が許可される（Ｓ５０７）。なお、この場合、識別対象者Ｘは登録対象者Ａと同一人物であると判断されることになる。

【０１０９】

このように、隣り合う複数の指スコアを考慮することによって、精度良く指静脈識別を行うことが可能となる。

【０１１０】

隣り合う複数の指のスコアを考慮するのは、偶然に発生するミスマッチ（本来合致するはずのない特徴量が誤って類似と判定されること）の影響を小さくするためである。例えば、図１３Ｂで登録対象者Ｂ（ＩＤ－Ｂ）の登録特徴量との照合によって得られる識別対象者Ｙの人差し指についての指スコアは２０である。一方で、識別対象者Ｙと登録対象者Ｂは非同一人物であることがわかっているので、このスコアは偶然発生したノイズ等の影響によって算出されたものと考えられる。

【０１１１】

仮に、指１本分のスコアのみを用いて識別を行なう場合、図１３Ｂに示されるように、登録対象者Ａとの照合による識別対象者Ｙのスコアは２３（ＩＤ－Ａ人差し指）となる。また、登録対象者Ｂとの照合によるスコアは２０（ＩＤ－Ｂ人差し指）、登録対象者Ｃとの照合によるスコアは１３（ＩＤ－Ｃ薬指）となる（図１３Ｂ参照）。この場合、閾値の設定によっては（例えば閾値＝１９と設定されていた場合）、登録対象者Ａだけでなく、登録対象者Ｂとの関係でも、識別対象者Ｙの識別が許可されてしまい、誤識別が発生する。

【０１１２】

これに対して、本実施形態のように、隣り合う複数の指のスコアを考慮すると、当該複数の指の全てにおいてミスマッチが生じる可能性は極めて低くなる。これにより、偶然のミスマッチによる影響を相対的に小さくすることができるので、精度良く識別を行なうことが可能となる。

【０１１３】

また、隣り合う指のデータを用いることが重要である。例えば、４本の指スコアのうち、最大となる２本の指についての指スコアの合計を識別対象者のスコアとして扱うとすると、識別の精度が悪くなる。上述のようなミスマッチによって発生したデータを積極的に採用することになるためである。

【０１１４】

また、考慮するべき（隣り合う）指の数は撮像範囲に応じて決定される。例えば、図１２や図１３のような撮像を行なう場合、人差し指～小指の４本についての指スコアの合計を識別対象者のスコアとして扱うとすると、識別の精度が悪くなる。撮像範囲外となる小

指について算出される指スコアは信頼できるものとはいえないため、小指のスコアを考慮することにより、かえって識別精度が低下してしまう。従って、図１２や図１３に示されるような撮像範囲の場合、隣り合う２本または３本の指についてのみ考慮するものとする。なお、考慮する指の数は、撮像部の面積（撮像可能な面積）等を考慮して決定することができる。

【０１１５】

＜まとめ＞

本実施形態では、識別動作において、識別対象者の静脈パターンを、位置・方向によらずに撮像して得られる画像から、当該静脈パターンを特徴付ける複数の特徴量を抽出する。そして、指の種類を表す指ＩＤに対応付けて登録されている登録特徴量と、抽出された該識別対象者の各特徴量とを照合する。照合の結果、該識別対象者の特徴量と登録特徴量が類似する場合は、その登録特徴量に対応付けられた指ＩＤに応じて、該識別対象者の指毎にスコアを算出する。算出された指毎のスコアから、隣り合う複数の指のスコアを組み合わせた場合に最大となる値を識別対象者のスコアとし、所定の閾値とを比較することにより、静脈識別を行なう。

【０１１６】

この方法によれば、撮像範囲外となる指や互いに隣り合わない指について生じるミスマッチ分が、最終的な識別対象者のスコアに反映されにくい。さらに、ノイズ等に起因すると考えられる特徴量の影響が相対的に小さくなるため、高精度な識別を実現することができる。また、撮像時における位置合わせやガイドの設置等も不要であるため、ユーザーにとっても利便性が高い。

【０１１７】

したがって、撮像した指の画像を用いて個人の識別を行なう生体識別装置において、識別時の指の位置や方向によらず、精度の高い識別を行なうことが可能となる。

【０１１８】

＝＝＝その他の実施形態＝＝＝

一実施形態としての静脈識別装置を説明したが、上記の実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得ると共に、本発明にはその等価物が含まれることは言うまでもない。特に、以下に述べる実施形態であっても、本発明に含まれるものである。

【０１１９】

＜生体識別装置について＞

上述の実施形態において、生体識別装置の例として静脈パターンを用いて識別を行なう静脈識別装置１を挙げて説明しているが、この限りではなく、静脈パターン以外の人間の生体パターンを捉えて識別を行なう装置であってもよい。例えば、指の指紋等の画像を用いて個人の識別を行なうことも可能である。

【０１２０】

＜ＳＩＦＴ特徴量について＞

上述の実施形態において、特徴点の抽出及び特徴量の抽出を行なう際の手法としてＳＩＦＴ特徴量を用いた例について説明しているが、この限りではない。例えば、ＳＵＲＦ(Speeded Up Robust Features)、ＧＬＯＨ(Gradient Location and Orientation Histogram)等の手法を用いることとしてもよい。

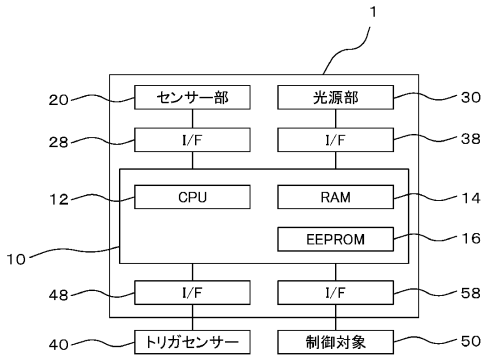
【符号の説明】

【０１２１】

１　静脈識別装置、
１０　演算部、１２　ＣＰＵ、１４　ＲＡＭ、１６　ＥＥＰＲＯＭ、
２０　センサー部、
３０　光源部、
４０　トリガセンサー、

５０　制御対象

【図１】



【図２】

図2A

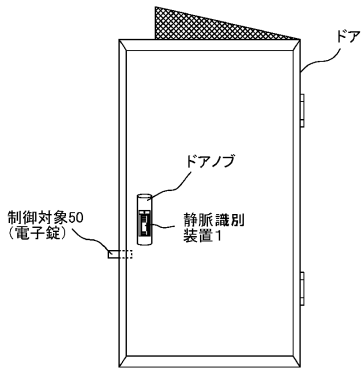
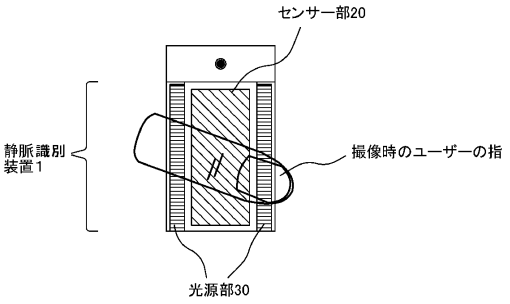
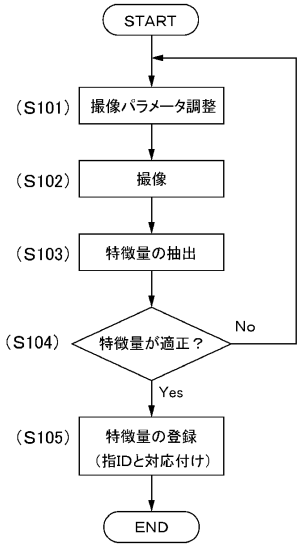


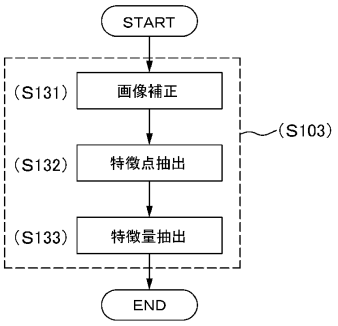
図2B



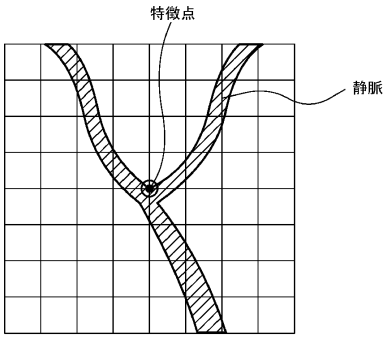
【図３】



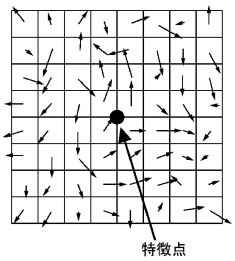
【図４】



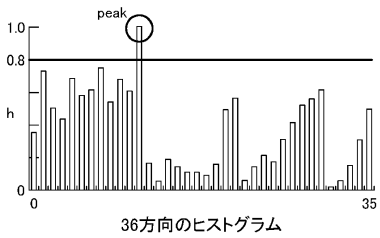
【図５】



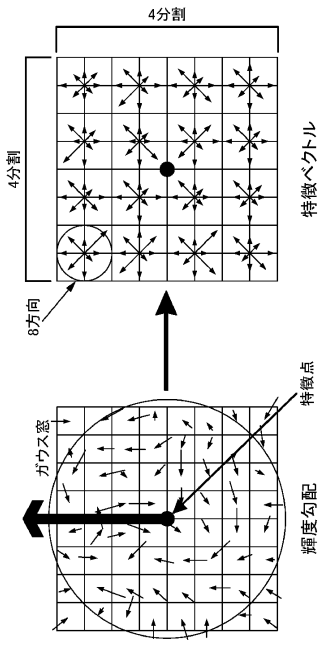
【図６】



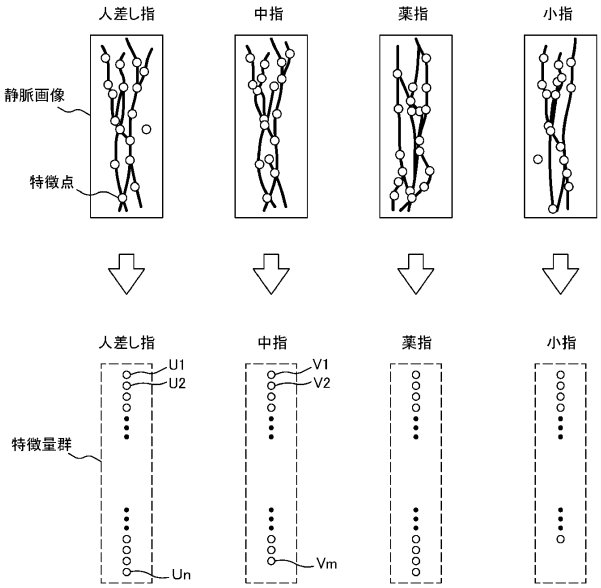
【図７】



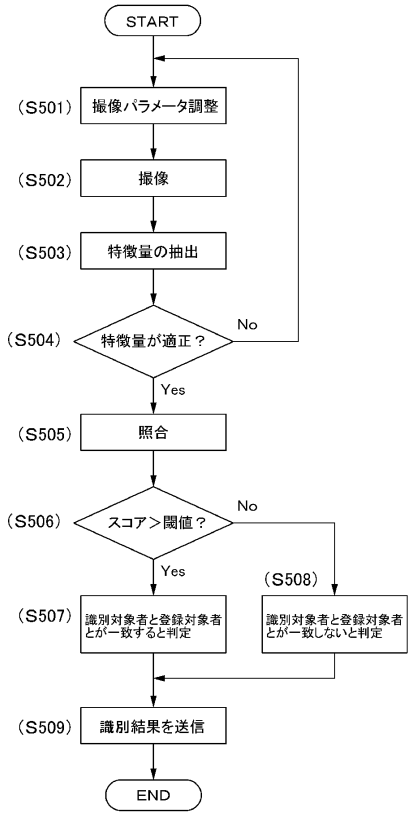
【図８】



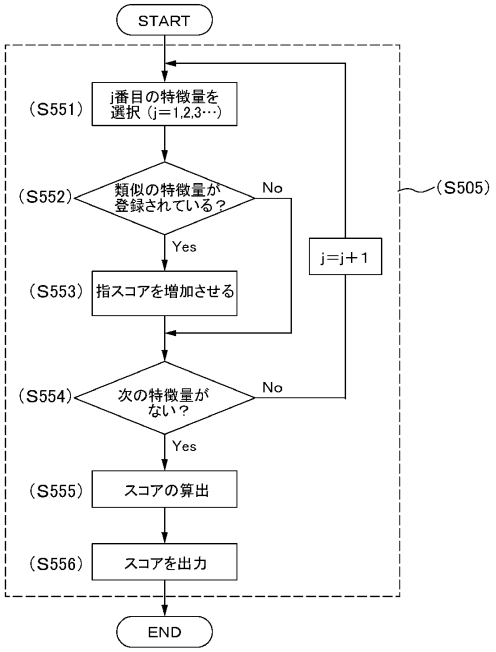
【図９】



【図１０】



【図１１】



【図１２】

図12A

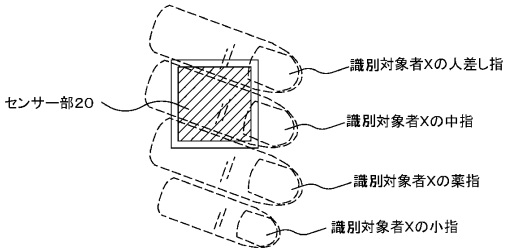


図12B

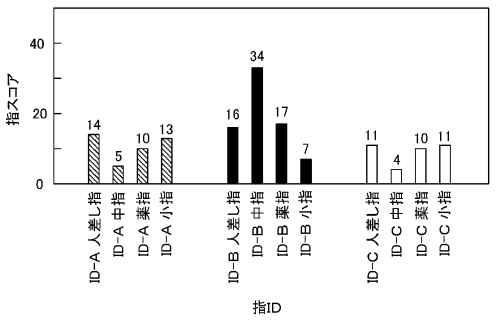
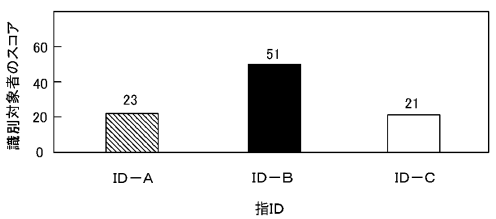


図12C



【図１３】

図13A

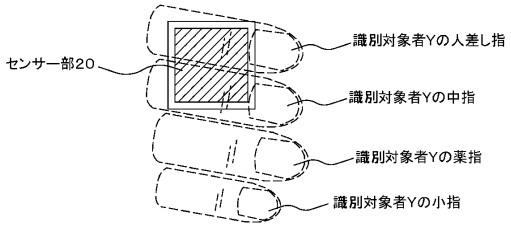


図13B

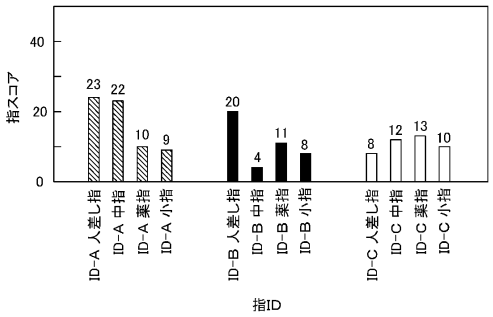
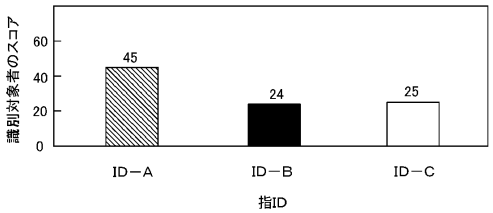


図13C



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０７－２２００７５（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－３３８６１２（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－０９８３７０（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－０９７０９７（ＪＰ，Ａ）
特表２０１０－５３２０２２（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－２２２４２４（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００５／０６９２１２（WO，Ａ１）
米国特許出願公開第２０１１／００５７３４６（ＵＳ，Ａ１）
小牧優士 外３名，濃度こう配特徴を用いた顔画像の照合と認識，電子情報通信学会技術研究報告 Ｖｏｌ．１０９ Ｎｏ．４７１ ＨＩＰ２００９－１１８－ＨＩＰ２００９－２１０ ヒューマン情報処理，日本，社団法人電子情報通信学会，２０１０年 3月 8日，第109巻 第471号，p.67-72
Shihua HE et al., Comparative study of features for fingerprint indexing, Image Processing (ICIP), 2009 16th IEEE International Conference on, ２００９年１１月 7日, pp.2749-2752

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０６Ｔ １／００－７／６０
Ａ６１Ｂ ５／１１７