明　細　書

発明の名称 ： 生体情報識別方法および生体情報識別システム

技術分野

[0001]　本開示は、生体情報識別方法および生体情報識別システムに関する。

背景技術

[0002]　特許文献１には、個人の手の少なくとも一部の部分の画像において、少なくとも１つの指紋を含む可能性があるゾーンを検出する方法が開示されている。この方法は、非接触で光学センサによって手の少なくとも一部が照明された部分の画像を取得し、取得した画像において、光強度閾値以上の光強度レベルを示す点が連続する複数のゾーンを決定する。この方法は、決定されたゾーンのうち少なくとも１つの指の指紋を示す可能性があるゾーンを選択するために、指の形状識別基準および／または指紋標準テクスチャ識別基準および／または指標準色識別基準の中から閾値のセットを選択し、選択された閾値のセットに含まれる各閾値を用いて画像の複数のゾーンを記憶する。

先行技術文献

特許文献

[0003]特許文献1：米国特許第１０２４８８３２号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　しかし、特許文献１の構成では、指画像に写る指がいずれの指であるかを識別しない。このようにして取得された指紋を用いた指紋認証では、指紋登録時の指紋と指紋認証時に取得された指紋とが異なることにより、本人の指紋であるにも関わらず認証されず、指紋認証の認証精度が低下する可能性があった。

[0005]　本開示は、上述した従来の事情に鑑みて案出され、生体認証に用いられる生体情報に対応する生体部位を識別し、生体認証の認証精度を向上させる生体情報識別方法および生体情報識別システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示は、少なくとも１つのコンピュータが行う生体情報識別方法であって、被写体の複数の指が撮像された撮像画像を取得し、前記撮像画像に基づいて、前記複数の指をそれぞれ検出し、検出された前記複数の指の検出領域の大きさに基づいて、前記複数の指のうち前記複数の指の識別基準となる基準指を決定して、前記基準指を識別し、前記基準指の位置に基づいて、他の前記指がいずれの指であるかを識別して、前記複数の指の識別結果を出力する、生体情報識別方法を提供する。

[0007] また、本開示は、カメラと、前記カメラとの間で通信可能である少なくとも１つのコンピュータと、を備える生体情報識別システムであって、前記カメラは、被写体の複数の指を撮像して、前記コンピュータに送信し、前記コンピュータは、撮像された撮像画像に基づいて、前記複数の指をそれぞれ検出し、検出された前記複数の指の検出領域の大きさに基づいて、前記複数の指のうち前記複数の指の識別基準となる基準指を決定して、前記基準指を識別し、前記基準指の位置に基づいて、他の前記指がいずれの指であるかを識別して、前記複数の指の識別結果をモニタに出力する、生体情報識別システムを提供する。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、生体認証に用いられる生体情報に対応する生体部位を識別し、生体認証の認証精度を向上できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態に係る生体情報識別システムの全体構成例を示すブロック図

[図2]実施の形態における生体情報識別装置の動作手順例を示すフローチャート

[図3]深層学習による指先識別例を示す図

[図4]実施の形態における生体情報識別装置の動作手順例を示すフローチャート

[図5]バウンディングボックスの選定例を説明する図

[図6]バウンディングボックスの選定による指の識別例を示す図

[図7]実施の形態の変形例における指先識別例を示す図

発明を実施するための形態

[0010] 以下、適宜図面を参照しながら、本開示に係る生体情報識別方法および生体情報識別システムの構成および作用を具体的に開示した各実施の形態を詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になることを避け、当業者の理解を容易にするためである。なお、添付図面及び以下の説明は、当業者が本開示を十分に理解するために提供されるものであって、これらにより特許請求の範囲に記載の主題を限定することは意図されていない。

[0011] （実施の形態）

図１を参照して、実施の形態に係る生体情報識別システム１００の全体構成例について説明する。図１は、実施の形態に係る生体情報識別システム１００の全体構成例を示すブロック図である。

[0012] 生体情報識別システム１００は、生体認証に用いられる部位（以降、「生体部位」と称する）である手指が撮像された撮像画像（以降、「手指画像」と称する）を取得して、手指画像に写るユーザの複数の指を検出する。生体情報識別システム１００は、検出された複数の指がそれぞれいずれの指であるかを識別する。

[0013] なお、以降の説明では、指紋認証を実行するために、撮像された手指画像に写る複数の指がそれぞれいずれの指であるかを識別する例について説明するが、実施の形態で説明する生体部位の識別方法は、他の生体認証に転用されてもよい。例えば、実施の形態で説明する生体部位の識別方法は、静脈認証に用いられる指の識別に用いられてもよい。

[0014] 生体情報識別システム１００は、生体情報識別装置Ｐ１と、カメラ１３と、モニタ１４とを含む。

[0015] 生体情報識別装置Ｐ１は、通信部１０と、プロセッサ１１と、メモリ１２

と、生体情報データベースＤＢと、を含む。また、生体情報識別装置Ｐ１は、カメラ１３あるいはモニタ１４を備えてよい。このような場合、生体情報識別システム１００は、１つの装置（生体情報識別装置Ｐ１）により実現されてよい。

[0016] 通信部１０は、データの送受信を行うための通信インターフェース回路を用いて構成される。通信部１０は、外部装置であるカメラ１３、モニタ１４との間で無線通信または有線通信可能に接続され、データの送受信を実行する。

[0017] プロセッサ１１は、例えばＣｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ（以降、「ＣＰＵ」と称する）、Ｇｒａｐｈｉｃｓ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ（以降、「ＧＰＵ」と称する）またはＦｉｅｌｄ Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｇａｔｅ Ａｒｒａｙ（以降、「ＦＰＧＡ」と称する）を用いて構成されて、メモリ１２と協働して、各種の処理および制御を行う。具体的には、プロセッサ１１は、メモリ１２に保持されたプログラムおよびデータを参照し、そのプログラムを実行することにより、手指画像に写る複数の指をそれぞれ識別（特定）する機能を実現する。

[0018] なお、プロセッサ１１は、指の識別を実行した後、指紋が写る領域を切り出した指画像を生成してもよいし、この指画像からユーザの個人性を示す特徴量の抽出を実行してもよい。プロセッサ１１は、識別された指の識別情報と、指画像あるいは特徴量とを対応付けて、生体情報データベースＤＢに格納（登録）することで生体情報の登録処理を実行してもよい。また、プロセッサ１１は、識別された指の識別情報および指画像あるいは特徴量と、生体情報データベースＤＢに事前に登録された生体情報とを照合して、指紋認証を実行してもよい。また、生体情報の登録処理あるいは指紋認証は、生体情報識別装置Ｐ１との間でデータ送受信可能に接続された外部装置により実行されてよい。

[0019] なお、ここでいう生体情報は、ユーザの個人性を示す特徴量を抽出可能なデータ、あるいはユーザの個人性を示す特徴量そのものであって、例えば生

体部位である指紋が写る指画像、指紋のパターン、あるいは、ユーザの個人性を示す指紋の特徴量等である。

[0020] メモリ１２は、例えばプロセッサ１１の各処理を実行する際に用いられるワークメモリとしてのＲａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ（以降、「ＲＡＭ」と称する）と、プロセッサ１１の動作を規定したプログラムおよびデータを格納するＲｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ（以降、「ＲＯＭ」と称する）とを有する。ＲＡＭには、プロセッサ１１により生成あるいは取得されたデータもしくは情報が一時的に保存される。ＲＯＭには、プロセッサ１１の動作を規定するプログラムが書き込まれている。

[0021] カメラ１３は、少なくともレンズ（不図示）とイメージセンサ（不図示）とを有して構成される。イメージセンサは、例えばＣｈａｒｇｅｄ－Ｃｏｕｐｌｅｄ　Ｄｅｖｉｃｅ（以降、「ＣＣＤ」と称する）またはＣｏｍｐｌｅｍｅｎｔａｒｙ　Ｍｅｔａｌ　Ｏｘｉｄｅ　Ｓｅｍｉｃｏｎｄｕｃｔｏｒ（以降、「ＣＭＯＳ」と称する）の固体撮像素子であり、撮像面に結像した光学像を電気信号に変換し、通信部１０を介してプロセッサ１１に出力する。

[0022] なお、手指画像は、指先がガラス面等の任意の面に接触した状態で撮像されてもよいし、指先が任意の面に接触しない状態で撮像されてもよい。

[0023] モニタ１４は、例えばＬｉｑｕｉｄ　Ｃｒｙｓｔａｌ　Ｄｉｓｐｌａｙ（以降、「ＬＣＤ」と称する）もしくは有機Ｅｌｅｃｔｒｏｌｕｍｉｎｅｓｃｅｎｃｅ（以降、「ＥＬ」と称する）を用いて構成される。モニタ１４は、カメラ１３によって撮像された手指画像、あるいはプロセッサ１１によって生成された指先検出結果画面、あるいは通知を出力して、表示する。

[0024] なお、ここでいう指先検出結果画面は、検出された指先がいずれの指の指先であるかを識別した識別結果の情報を含んで生成される画面であり、後述する。

[0025] 生体情報データベースＤＢは、所謂ストレージであって、例えばフラッシュメモリ、Ｈａｒｄ　Ｄｉｓｋ　Ｄｒｉｖｅ（以降、「ＨＤＤ」と称する）あるいはＳｏｌｉｄ　Ｓｔａｔｅ　Ｄｒｉｖｅ（以降、「ＳＳＤ」と称する

）等の記憶媒体を用いて構成される。生体情報データベースＤＢは、プロセッサ１１により識別された識別情報と、生体情報とを対応付けてユーザごとに格納（登録）する。

[0026] 次に、図２および図３のそれぞれを参照して、生体情報識別装置Ｐ１の動作手順例について説明する。図２は、実施の形態における生体情報識別装置Ｐ１の動作手順例を示すフローチャートである。図３は、深層学習による指先識別例を示す図である。

[0027] なお、以降の説明では、手指画像から４本の指である人差し指、中指、薬指および小指をそれぞれ識別する例について説明するが、撮像される指は、これに限定されない。撮像される指は、少なくとも小指を含み、小指から始まり生体認証に用いられる指までがすべて含まれるように撮像されればよい。例えば、生体認証に用いられる指先が中指である場合、小指から中指までの３本の指が撮像されていればよい。

[0028] また、以降の説明では、ユーザの手が図３に示すＹ軸方向に沿ってカメラ１３の画角内に挿入されて、複数の指がＸ軸方向に沿って並ぶように配置された状態で撮像される例について説明するが、撮像時の指の並び方はこれに限定されないことは言うまでもない。

[0029] プロセッサ１１は、カメラ１３によって撮像され、ユーザの手全体あるいは小指を含む複数の指先が撮像された手指画像ＩＭＧ１（図３参照）を取得する（Ｓｔ１１）。なお、ここでプロセッサ１１は、生体部位である複数の指先（指の腹）のそれぞれと、カメラ１３のイメージセンサ（不図示）の受光面とが略平面になるように撮像された平面画像であるか否かの判定を実行してもよい。プロセッサ１１は、カメラ１３により撮像された手指画像ＩＭＧ１が平面画像であると判定した場合にのみ、手指画像ＩＭＧ１を取得してもよい。

[0030] プロセッサ１１は、事前に深層学習（Ｄｅｅｐ　Ｌｅａｒｎｉｎｇ）により学習された学習モデルを用いた画像解析処理を実行し、手指画像ＩＭＧ１から指先らしい物体をそれぞれ検出し（Ｓｔ１２）、指先らしい物体が検出

された領域をそれぞれ囲むバウンディングボックス（例えば、バウンディングボックスＦＭ０１，ＦＭ０２，ＦＭ０３，ＦＭ０４，ＦＭ０５，ＦＭ１１，ＦＭ１２，ＦＭ１３，ＦＭ１４，ＦＭ１５，ＦＭ１６，ＦＭ２１，ＦＭ２２，ＦＭ２３，ＦＭ２４，ＦＭ２５、図５参照）を生成する。なお、深層学習による学習データを用いた指先の検出および識別には、公知の技術が用いられてよい。

[0031] プロセッサ１１は、生成されたバウンディングボックスをクラスごとにグルーピングする。なお、ここでいうクラスは、指の種類である。プロセッサ１１は、バウンディングボックスのそれぞれが囲む領域に指先が写っている確からしさを示す信頼度スコアをそれぞれ算出する。プロセッサ１１は、算出された信頼度スコアに基づいて、最も大きい信頼度スコアを有するバウンディングボックスを、クラスごとにピックアップする（Ｓｔ１３）。

[0032] 図３に示す例において、バウンディングボックスＦＭ１０は、クラス「人差し指（ｉｎｄｅｘ）」にグルーピングされたバウンディングボックスのうち最大信頼度スコアを有するバウンディングボックスである。バウンディングボックスＦＭ２０は、クラス「中指（ｍｉｄｄｌｅ）」にグルーピングされたバウンディングボックスのうち最大信頼度スコアを有するバウンディングボックスである。バウンディングボックスＦＭ３０は、クラス「薬指（ｒｉｎｇ）」を検出したバウンディングボックスのうち最大信頼度スコアを有するバウンディングボックスである。バウンディングボックスＦＭ４０は、クラス「小指（ｐｉｎｋｙ）」を検出したバウンディングボックスのうち最大信頼度スコアを有するバウンディングボックスである。

[0033] プロセッサ１１は、ピックアップされたバウンディングボックスのそれぞれがグルーピングされているクラスに基づいて、４本の指（人差し指、中指、薬指および小指）をそれぞれ検出したか否かを判定する（Ｓｔ１４）。

[0034] プロセッサ１１は、ステップＳｔ１４の処理において、４本の指をそれぞれ検出したと判定した場合（Ｓｔ１４，ＹＥＳ）、これら４本の指のそれぞれのクラスに基づいて、検出された４本の指の並び順が正しいか否かを判定

する（Ｓｔ１５）。具体的に、プロセッサ１１は、検出された４本の指のバウンディングボックスの四隅のうち所定の角（例えば、左上の角等）のＸ座標、あるいはバウンディングボックスの中心座標のＸ座標等に基づいて、検出された４本の指の並び順が「人差し指（ｉｎｄｅｘ）、中指（ｍｉｄｄｌｅ）、薬指（ｒｉｎｇ）、小指（ｐｉｎｋｙ）」、または「小指（ｐｉｎｋｙ）、薬指（ｒｉｎｇ）、中指（ｍｉｄｄｌｅ）、人差し指（ｉｎｄｅｘ）」の順であるかを判定する。

[0035] 図３に示す例において、生体部位である複数の指先は、Ｘ方向に沿って並ぶように撮像される。このような場合、プロセッサ１１は、人差し指の中心座標Ｐｔ１０のＸ座標および中指の中心座標Ｐｔ２０のＸ座標と、中指の中心座標Ｐｔ２０のＸ座標および薬指の中心座標Ｐｔ３０のＸ座標と、薬指の中心座標Ｐｔ３０のＸ座標および小指の中心座標Ｐｔ４０のＸ座標に基づいて、検出された４本の指の並び順が正しいか否かを判定する。

[0036] 一方、プロセッサ１１は、ステップＳｔ１４の処理において、４本の指をそれぞれ検出していないと判定した場合（Ｓｔ１４，ＮＯ）、ステップＳｔ１８の処理に移行する。ステップＳｔ１８の処理については、後述する。

[0037] プロセッサ１１は、ステップＳｔ１５の処理において、４本の指の並び順が正しくないと判定した場合（Ｓｔ１５，ＮＯ）、ステップＳｔ１８の処理に移行する。ステップＳｔ１８の処理については、後述する。

[0038] 一方、プロセッサ１１は、ステップＳｔ１５の処理において、４本の指の並び順が正しいと判定した場合（Ｓｔ１５，ＹＥＳ）、検出された各指に対応するバウンディングボックスの中心座標に基づいて、隣り合う２つのクラス（指）に対応するバウンディングボックスの中心座標の間の距離が所定距離Ｄ１（例えば、所定距離Ｄ１＝２０ｍｍ等）以下であるか否かをさらに判定する（Ｓｔ１６）。

[0039] なお、所定距離Ｄ１の値は、変数であってもよい。例えば、プロセッサ１１は、カメラ１３の画角の大きさ、カメラ１３の画角の大きさに対する手の大きさ、バウンディングボックスの大きさ、あるいは、両端の指（例えば、

小指と人差し指等）に対応するバウンディングボックスの中心座標の間の距離等に基づいて、ユーザの手の大きさを推定し、推定された手の大きさに基づいて、所定距離Ｄ１の値を決定してもよい。これにより、ユーザが子供、あるいは成人と比較して手指が小さい人物であっても、プロセッサ１１は、検出された指が同一の指であるか否か、検出された指が重なり合っているか否かをより高精度に判定できる。

[0040] 図３に示す例において、プロセッサ１１は、検出された４本の指の並び順が正しいと判定した後、バウンディングボックスＦＭ１０～ＦＭ４０のそれぞれの中心座標Ｐｔ１０，Ｐｔ２０，Ｐｔ３０，Ｐｔ４０をそれぞれ算出する。プロセッサ１１は、算出された各バウンディングボックスＦＭ１０～ＦＭ４０のそれぞれの中心座標Ｐｔ１０～Ｐｔ４０に基づいて、隣り合う２本の指の間の距離が所定距離Ｄ１以下であるか否かを判定する。これにより、プロセッサ１１は、検出された４本の指において、隣り合う指の重なりがあるか否か、隣り合う指の位置が近付きすぎているか否かを判定する。なお、ステップＳｔ１５の処理において、４本の指の並び順をバウンディングボックスの座標情報で判定する場合、中心座標の算出処理は、ステップＳｔ１５で実行されてよい。

[0041] 図３に示す例において、プロセッサ１１は、人差し指の中心座標Ｐｔ１０と中指の中心座標Ｐｔ２０との間の距離Ｌ１１、中指の中心座標Ｐｔ２０と薬指の中心座標Ｐｔ３０のとの間の距離Ｌ１２、および、薬指の中心座標Ｐｔ３０と小指の中心座標Ｐｔ４０との間の距離Ｌ１３が、それぞれ所定距離Ｄ１以下であるか否かを判定する。これにより、プロセッサ１１は、重なって撮像されている複数の指、あるいは距離が近い複数の指が１本の指として誤検出（誤識別）されることをより効果的に抑制できる。

[0042] なお、ユーザの手指の撮像姿勢が任意であって、複数の指が所定の方向（例えば、図３では、Ｘ方向）に並んでいない可能性がある。このような場合、プロセッサ１１は、各バウンディングボックスの辺の長さ、掌の位置、指が伸びる方向等をさらに画像解析して、撮像された手指画像ＩＭＧ１上にお

いて複数の指が並ぶ方向を推定してもよい。

[0043] プロセッサ１１は、ステップＳｔ１６の処理において、隣り合う２つのクラス（指）に対応するバウンディングボックスの中心座標の間の距離が所定距離Ｄ１以下でないと判定した場合（Ｓｔ１６，ＮＯ）、深層学習により推定された指の検出結果が正しいと判定し、手指画像ＩＭＧ１に指先の検出結果を重畳した指先検出結果画面（図３参照）を生成して、モニタ１４に出力する（Ｓｔ１７）。なお、図３に示す指先の検出結果は、各指を検出した領域を示すバウンディングボックス（枠線）と、検出された各指がいずれの指であるかを示す指の名称とを含む例を示すが、バウンディングボックス（枠線）のみであってもよい。

[0044] 一方、プロセッサ１１は、ステップＳｔ１６の処理において、隣り合う２つのクラス（指）に対応するバウンディングボックスの中心座標の間の距離が所定距離Ｄ１以下であると判定した場合（Ｓｔ１６，ＹＥＳ）、深層学習により推定された指の検出結果が正しくない可能性があると判定し、ステップＳｔ１８の処理に移行する。ステップＳｔ１８の処理については、後述する。

[0045] 次に、図４～図６のそれぞれを参照して、生体情報識別装置Ｐ１の動作手順例について説明する。図４は、実施の形態における生体情報識別装置Ｐ１の動作手順例を示すフローチャートである。図５は、バウンディングボックスの選定例を説明する図である。図６は、バウンディングボックスの選定による指の識別例を示す図である。なお、図５は、バウンディングボックスの選定例の説明を分かりやすくするために、図３に示す手指画像ＩＭＧ１のうち人差し指および中指のみを図示し、他の指の図示を省略している。

[0046] プロセッサ１１は、生成されているすべてのバウンディングボックスの信頼度スコアを参照し、信頼度スコアが閾値以上であるバウンディングボックスを、検出対象である物体（指先）を検出しているバウンディングボックスの候補（以降、「バウンディングボックス候補」と称する）にピックアップする（Ｓｔ１８）。なお、ここでいう閾値は、バウンディングボックスその

ものの信頼度スコアに対して設定される閾値である。

[0047] 図５に示す例において、プロセッサ１１は、バウンディングボックスＦＭ０１～ＦＭ０５，ＦＭ１１～ＦＭ１６，ＦＭ２１～ＦＭ２５のそれぞれの信頼度スコアが閾値以上であるか否かを判定する。プロセッサ１１は、信頼度スコアが閾値以上であると判定されたバウンディングボックスＦＭ１１～ＦＭ１６，ＦＭ２１～ＦＭ２５のそれぞれをバウンディングボックス候補にピックアップする。これにより、生体情報識別装置Ｐ１は、信頼度スコアが低く、指先を検知している確からしさが低いバウンディングボックスをバウンディングボックス候補から除外して、指先の検出精度の低下を抑制できる。

[0048] プロセッサ１１は、ｋ－ｍｅａｎｓ法を用いて、バウンディングボックス候補の中心座標の類似度を算出し、算出された類似度に基づいて、ピックアップされたバウンディングボックス候補のそれぞれを４つのグループにグルーピングする（Ｓｔ１９）。なお、グルーピングの数は、検出対象である指の本数によって任意の数が設定されてよい。

[0049] 図５に示す例において、プロセッサ１１は、各バウンディングボックスの中心座標の類似度に基づいて、バウンディングボックスＦＭ１１～ＦＭ１６を人差し指のグループとしてグルーピングし、バウンディングボックスＦＭ２１～ＦＭ２５を中指のグループとしてグルーピングする。図５では、説明をわかりやすくするために、グルーピング結果の一例として、バウンディングボックスＦＭ１１～ＦＭ１６をグループＧＲ１（人差し指のグループ）で、バウンディングボックスＦＭ２１～ＦＭ２５をグループＧＲ２（中指のグループ）でそれぞれ囲んで各グループに属するバウンディングボックスを可視化している。

[0050] プロセッサ１１は、グルーピングされたバウンディングボックス候補のうち最大の信頼度スコアを有するバウンディングボックスの選定を、クラス（指）ごとに実行する（Ｓｔ２０）。

[0051] 図５に示す例において、プロセッサ１１は、グループＧＲ１に属しているバウンディングボックス候補のうち信頼度スコアが最も大きいバウンディン

グボックスＦＭ１２を選定する。また、プロセッサ１１は、グループＧＲ２に属しているバウンディングボックス候補のうち信頼度スコアが最も大きいバウンディングボックスＦＭ２３を選定する。

[0052] プロセッサ１１は、選定された４つのバウンディングボックスのうち最も小さい面積（大きさ）を有するバウンディングボックス（例えば、図６に示すバウンディングボックスＦＭ４４）を、小指のバウンディングボックスに決定する（Ｓｔ２１）。

[0053] 図６に示す例において、プロセッサ１１は、各クラスで選定されたバウンディングボックスＦＭ１２，ＦＭ２３，ＦＭ３５，ＦＭ４４のうちバウンディングボックスの面積（大きさ）が最も小さいバウンディングボックスＦＭ４４を小指のバウンディングボックスに決定する。

[0054] プロセッサ１１は、小指のバウンディングボックスを基準として、選定された他の３つのバウンディングボックスに対応するクラス（指）を決定する（Ｓｔ２２）。

[0055] 図６に示す例において、プロセッサ１１は、小指（ｐｉｎｋｙ）のバウンディングボックスＦＭ４４を基準として、バウンディングボックスＦＭ４４から近い順に他の３つのバウンディングボックスＦＭ１２のクラスを薬指（ｒｉｎｇ）、バウンディングボックスＦＭ２３のクラスを中指（ｍｉｄｄｌｅ）、バウンディングボックスＦＭ３５のクラスを人差し指（ｉｎｄｅｘ）にそれぞれ決定する。

[0056] プロセッサ１１は、隣り合う２つのクラス（指）に対応するバウンディングボックスの中心座標の間の距離が所定距離Ｄ２以下であるか否かを判定する（Ｓｔ２３）。なお、ここで所定距離Ｄ２は、所定距離Ｄ１と同じであってよい。また、所定距離Ｄ２の値は、所定距離Ｄ１と同様に、変数であってもよい。

[0057] 図６に示す例において、プロセッサ１１は、バウンディングボックスＦＭ１２，ＦＭ２３，ＦＭ３５，ＦＭ４４のそれぞれの中心座標Ｐｔ１２，Ｐｔ２３，Ｐｔ３５，Ｐｔ４４をそれぞれ算出する。プロセッサ１１は、算出さ

れた各バウンディングボックスＦＭ１２，ＦＭ２３，ＦＭ３５，ＦＭ４４のそれぞれの中心座標Ｐｔ１２，Ｐｔ２３，Ｐｔ３４，Ｐｔ４４に基づいて、隣接する２本の指の間の距離が所定距離Ｄ２以上であるか否か、つまり、隣り合う指の重なりがあるか否か、隣り合う指の位置が近付きすぎているか否かを判定する。

[0058] 図６に示す例において、プロセッサ１１は、人差し指の中心座標Ｐｔ１２と中指の中心座標Ｐｔ２３との間の距離Ｌ２１、中指の中心座標Ｐｔ２３と薬指の中心座標Ｐｔ３５との間の距離Ｌ２２、および、薬指の中心座標Ｐｔ３５と小指の中心座標Ｐｔ４４との間の距離Ｌ２３が、それぞれ所定距離Ｄ２以下であるか否かを判定する。これにより、プロセッサ１１は、重なって撮像されている複数の指があるか否か、あるいは、同一の指が異なる複数のバウンディングボックスで検出されているか否かを判定できる。

[0059] なお、ユーザの手指の撮像姿勢が任意であって、複数の指が所定の方向（例えば、図６では、Ｘ方向）に並んでいない可能性がある。このような場合、プロセッサ１１は、各バウンディングボックスの辺の長さ、掌の位置、指が伸びる方向等をさらに画像解析して、撮像された手指画像ＩＭＧ１上において複数の指が並ぶ方向を推定してもよい。

[0060] プロセッサ１１は、ステップＳｔ２３の処理において、隣接する２つのクラス（指）に対応するバウンディングボックスの中心座標の間の距離が所定距離Ｄ２以下であると判定した場合（Ｓｔ２３，ＹＥＳ）、指と指との間の距離が小さく、隣り合う指が重なり合っていると判定する。よって、プロセッサ１１は、指先の検出が不可であると判定して、指先の検出が不可である旨の通知を生成して、モニタ１４に出力する（Ｓｔ２５）。

[0061] 一方、プロセッサ１１は、ステップＳｔ２３の処理において、隣接する２つのクラス（指）に対応するバウンディングボックスの中心座標の間の距離が所定距離Ｄ２以下でないと判定した場合（Ｓｔ２３，ＮＯ）、隣り合う２本の指の間の距離が十分に離れており、隣り合う指が重なっていないと判定する。

[0062] プロセッサ１１は、小指のバウンディングボックスの中心座標のＸ座標の値が最小または最大であるか否かをさらに判定する（Ｓｔ２４）。つまり、プロセッサ１１は、小指の位置が４本の指の並びにおいて、端部に位置しているか否かを判定する。

[0063] なお、本実施の形態では、バウンディングボックスの中心座標のＸ座標の値が最小または最大であるか否かを判定している例を示すが、ステップＳｔ２４の判定処理に用いられる値は、これに限定されないことは言うまでもない。ステップＳｔ２４の判定処理に用いられる値は、手指画像ＩＭＧ１上で複数の指先が並ぶ方向に基づいて、任意の値が設定されてよく、Ｘ軸方向にユーザの手が差し込まれる場合には中心座標のＹ座標の値であってもよい。また、ステップＳｔ２４の判定処理は、手指画像ＩＭＧ１上で複数の指先が並ぶ方向に基づいて、手指画像ＩＭＧ１の四隅のうち指先が並ぶ方向に沿ういずれかの頂点、あるいは、矩形形状を有する手指画像ＩＭＧ１の４辺のうち指先が並ぶ方向にと交点を形成するいずれかの辺と、小指のバウンディングボックスの中心座標との間の距離が最小または最大であるか否かを判定してもよい。

[0064] プロセッサ１１は、ステップＳｔ２４の処理において、小指のバウンディングボックスの中心座標のＸ座標の値が最小または最大であると判定した場合（Ｓｔ２４，ＹＥＳ）、指先の検出および識別が完了したと判定し、手指画像ＩＭＧ１に指先の検出結果を重畳した指先検出結果画面ＩＭＧ２（図６参照）を生成して、モニタ１４に出力する（Ｓｔ２６）。なお、図６に示す指先の検出結果は、各指を検出した領域を示すバウンディングボックス（枠線）と、検出された各指がいずれの指であるかを示す指の名称とを含む例を示すが、バウンディングボックス（枠線）のみであってもよい。

[0065] 一方、プロセッサ１１は、ステップＳｔ２４の処理において、小指のバウンディングボックスの中心座標のＸ座標の値が最小または最大でないと判定した場合（Ｓｔ２４，ＮＯ）、指先の検出および識別が不可であると判定して、指先の検出が不可である旨の通知を生成して、モニタ１４に出力する（

Ｓｔ２５）。

[0066] 以上により、実施の形態における生体情報識別装置Ｐ１は、従来の指先の検出および識別方法であって、深層学習により生成された学習モデルを用いた画像解析処理で、手指画像ＩＭＧ１に写る指先らしい物体の領域を囲むバウンディングボックスを生成するこれにより、生体情報識別装置Ｐ１は、生成されたバウンディングボックスを利用して検出された各指がいずれの指であるかを識別（特定）できる。

[0067] また、生体情報識別装置Ｐ１は、従来の画像解析処理で所定本数の指が検出されない、検出された指の並びが正しくない場合（図２に示すステップＳｔ１４およびステップＳｔ１５において「ＮＯ」の場合、あるいはステップＳｔ１６において「ＹＥＳ」の場合）であっても、ステップＳｔ１８～ステップＳｔ２４の処理を実行することで、生成された複数のバウンディングボックスのうち各指を検出したバウンディングボックスを特定することで、検出された各指がいずれの指であるかを識別（特定）できる。

[0068] 以上により、実施の形態における生体情報識別装置Ｐ１は、手指画像に写る複数の指先のそれぞれがいずれの指であるかをより高精度に識別できる。これにより、生体情報識別装置Ｐ１は、生体認証に用いられる生体情報を識別可能（特定可能）となり、生体認証の認証精度を向上させることができる。

[0069]（実施の形態の変形例）

実施の形態は、小指を基準指として他の指（薬指、中指、および人差し指）のそれぞれを識別する例について示した。以降の実施の形態の変形例は、親指を基準指として他の指（薬指、中指、および人差し指）のそれぞれを識別する例について説明する。

[0070] なお、実施の形態の変形例に係る生体情報特定装置は、実施の形態に係る生体情報識別装置Ｐ１と同様の構成を有するため、その説明を省略する。

[0071] 図７を参照して、実施の形態の変形例に係る生体情報識別装置Ｐ１により実行される指先識別処理について説明する。図７は、実施の形態の変形例に

おける指先識別例を示す図である。

[0072] なお、以降の説明では、手指画像から５本の指をそれぞれ識別する例について説明するが、撮像される指は、これに限定されない。撮像される指は、少なくとも親指（基準指）を含み、親指から始まり生体認証に用いられる指までがすべて含まれるように撮像されればよい。例えば、生体認証に用いられる指先が中指である場合、親指から中指までの３本の指が撮像されていればよい。

[0073] 生体情報識別装置Ｐ１におけるプロセッサ１１は、図２に示すステップＳｔ１１～ステップＳｔ１３の処理を実行して、手指画像ＩＭＧ３に写る５本の指を検出し（Ｓｔ１４）、検出された５本の指の並び順が正しいか否かを判定する（Ｓｔ１５）。

[0074] 生体情報識別装置Ｐ１は、図２に示すステップＳｔ１６の処理を実行して、深層学習を用いた指先の検出結果が正しいと判定した場合（Ｓｔ１６，ＮＯ）、指先の検出結果を出力し（Ｓｔ１７）、深層学習を用いた指先の検出結果が正しくない可能性があると判定した場合（Ｓｔ１６，ＹＥＳ）、図４に示すステップＳｔ１８～ステップＳｔ２０の処理を実行する。

[0075] プロセッサ１１は、最も大きい面積を有するバウンディングボックスを親指（基準指）のバウンディングボックスに決定する（Ｓｔ２１Ａ）。プロセッサ１１は、基準指である親指のバウンディングボックスを決定した後、ステップＳｔ２２～ステップＳｔ２３の処理を実行し、親指（基準指）のバウンディングボックスの中心座標が最小または最大であるか否かを判定する（Ｓｔ２４）。

[0076] プロセッサ１１は、親指（基準指）のバウンディングボックスの中心座標が最小または最大であると判定した場合（Ｓｔ２４，ＹＥＳ）、ステップＳｔ２２で決定された指先の検出結果を出力し（Ｓｔ２６）、親指（基準指）のバウンディングボックスの中心座標が最小または最大でないと判定した場合（Ｓｔ２４，ＮＯ）、指先の検出および識別が不可であると判定して、指先の検出が不可である旨の通知を生成して、モニタ１４に出力する（Ｓｔ２

５）。

[0077] 以上により、実施の形態における生体情報識別装置Ｐ１は、基準指を親指に設定した場合であっても手指画像に写る複数の指先のそれぞれがいずれの指であるかをより高精度に識別できる。これにより、生体情報識別装置Ｐ１は、生体認証に用いられる生体情報を識別可能（特定可能）となり、生体認証の認証精度を向上させることができる。

[0078]（付記）

以上の各実施の形態の記載により、以下の技術が開示される。

[0079]（技術１）

少なくとも１つのコンピュータ（生体情報識別装置Ｐ１）が行う生体情報識別方法であって、

被写体の複数の指が撮像された撮像画像（手指画像）を取得し、

前記撮像画像（手指画像）に基づいて、前記複数の指をそれぞれ検出し、

検出された前記複数の指の検出領域（例えば、バウンディングボックスＦＭ１２，ＦＭ２３，ＦＭ３５，ＦＭ４４）の大きさに基づいて、前記複数の指のうち前記複数の指の識別基準となる基準指（小指または親指）を決定して、前記基準指を識別し、

前記基準指の位置に基づいて、他の前記指がいずれの指であるかを識別して、前記複数の指の識別結果を出力する、

生体情報識別方法。

この構成により、生体情報識別装置Ｐ１は、小指または親指を基準にすることで、手指画像に写る複数の指先のそれぞれがいずれの指であるかをより高精度に識別できる。これにより、生体情報識別装置Ｐ１は、生体認証に用いられる生体情報を識別可能（特定可能）となり、生体認証の認証精度を向上させることができる。

[0080]（技術２）

前記基準指と前記他の指との間の距離に基づいて、他の前記指を識別する、

（技術１）に記載の生体情報識別方法。

この構成により、生体情報識別装置Ｐ１は、小指または親指との間の距離に基づいて、手指画像に写る複数の指先のそれぞれがいずれの指であるかをより高精度に識別できる。これにより、生体情報識別装置Ｐ１は、生体認証に用いられる生体情報を識別可能（特定可能）となり、生体認証の認証精度を向上させることができる。

[0081]（技術３）

前記複数の指の検出領域のうち前記検出領域の大きさが最も小さい指を小指であると識別する、

（技術１）または（技術２）に記載の生体情報識別方法。

この構成により、生体情報識別装置Ｐ１は、手指画像に写る複数の指のうち小指をより高精度に識別できる。これにより、生体情報識別装置Ｐ１は、小指を基準にした複数の指先のそれぞれの識別精度を向上させることができる。

[0082]（技術４）

前記複数の指の検出領域のうち前記検出領域の大きさが最も大きい指を親指であると識別する、

（技術１）または（技術２）に記載の生体情報識別方法。

この構成により、生体情報識別装置Ｐ１は、手指画像に写る複数の指のうち親指をより高精度に識別できる。これにより、生体情報識別装置Ｐ１は、親指を基準にした複数の指先のそれぞれの識別精度を向上させることができる。

[0083]（技術５）

前記複数の指の識別結果に基づいて、互いに隣り合う２本の前記指に対応する２つの前記検出領域の間の距離（例えば、距離Ｌ２１～Ｌ２３）をそれぞれ算出し、

算出された前記距離（例えば、距離Ｌ２１～Ｌ２３）がすべて所定距離Ｄ２以上であると判定した場合、前記複数の指の識別結果を出力する、

（技術１）～（技術４）のいずれか１つに記載の生体情報識別方法。

この構成により、生体情報識別装置Ｐ１は、検出された複数の指の位置に基づいて、１つのバウンディングボックスに対して１本の指が検出されていると判定する。これにより、生体情報識別装置Ｐ１は、生体認証に用いられる生体情報を識別可能（特定可能）となり、生体認証の認証精度を向上させることができる。

[0084]（技術６）

前記距離（例えば、距離Ｌ２１～Ｌ２３）のうち少なくとも１つの距離が前記所定距離Ｄ２以上でないと判定した場合、前記複数の指が識別不可である旨の通知を生成して出力する、

（技術５）に記載の生体情報識別方法。

この構成により、生体情報識別装置Ｐ１は、隣り合う２本の指の重なりの有無による指の誤検出あるいは誤識別を抑制したり、隣り合う指の位置が近すぎることによる指の誤検出あるいは誤識別を抑制したり、同一の指が異なる複数のバウンディングボックスで検出されている可能性があると判定したりする。これにより、生体情報識別装置Ｐ１は、指の識別が不可であると判定することで、指の識別精度および指紋認証の認証精度の低下をより効果的に抑制できる。

[0085]（技術７）

前記複数の指の前記検出領域の位置（つまり、バウンディングボックスの中心座標）に基づく前記複数の指の並びにおいて、前記基準指が前記並びの端部に位置していると判定した場合、前記複数の指の識別結果を出力する、

（技術１）～（技術６）のいずれか１つに記載の生体情報識別方法。

この構成により、生体情報識別装置Ｐ１は、手指画像に写る複数の指のうち小指をより高精度に識別できる。これにより、生体情報識別装置Ｐ１は、小指を基準にした複数の指先のそれぞれの識別精度を向上させることができる。

[0086]（技術８）

前記基準指が前記並びの端部に位置していないと判定した場合、前記複数の指が識別不可である旨の通知を生成して出力する、

（技術７）に記載の生体情報識別方法。

この構成により、生体情報識別装置Ｐ１は、基準指が小指でないと判定した場合には、指の識別が不可であると判定することで、指の識別精度および指紋認証の認証精度の低下をより効果的に抑制できる。

[0087]（技術９）

カメラ１３と、

前記カメラ１３との間で通信可能である少なくとも１つのコンピュータ（生体情報識別装置Ｐ１）と、を備える生体情報識別システム１００であって、

前記カメラ１３は、

被写体の複数の指を撮像して、前記コンピュータ（生体情報識別装置Ｐ１）に送信し、

前記コンピュータ（生体情報識別装置Ｐ１）は、

撮像された撮像画像（手指画像）に基づいて、前記複数の指をそれぞれ検出し、

検出された前記複数の指の検出領域（例えば、バウンディングボックスＦＭ１２，ＦＭ２３，ＦＭ３５，ＦＭ４４）の大きさに基づいて、前記複数の指のうち前記複数の指の識別基準となる基準指（小指）を決定して、前記基準指を識別し、

前記基準指の位置に基づいて、他の前記指がいずれの指であるかを識別して、前記複数の指の識別結果をモニタに出力する、

生体情報識別システム１００。

この構成により、生体情報識別システム１００は、小指を基準にすることで、手指画像に写る複数の指先のそれぞれがいずれの指であるかをより高精度に識別できる。これにより、生体情報識別装置Ｐ１は、生体認証に用いられる生体情報を識別可能（特定可能）となり、生体認証の認証精度を向上さ

せることができる。

[0088] 以上、添付図面を参照しながら各種の実施の形態について説明したが、本開示はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例、修正例、置換例、付加例、削除例、均等例に想到し得ることは明らかであり、それらについても本開示の技術的範囲に属すると了解される。また、発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上述した各種の実施の形態における各構成要素を任意に組み合わせてもよい。

[0089] なお、本出願は、２０２４年３月１５日出願の日本特許出願（特願２０２４－０４１３６６）に基づくものであり、その内容は本出願の中に参照として援用される。

産業上の利用可能性

[0090] 本開示は、生体認証に用いられる生体情報に対応する生体部位を識別し、生体認証の認証精度を向上させる生体情報識別方法および生体情報識別システムの提示として有用である。

符号の説明

[0091] １０ 通信部

１１ プロセッサ

１２ メモリ

１３ カメラ

１４ モニタ

１００ 生体情報識別システム

Ｄ１，Ｄ２ 所定距離

ＤＢ 生体情報データベース

ＦＭ０１，ＦＭ０２，ＦＭ０３，ＦＭ０４，ＦＭ０５，ＦＭ１，ＦＭ２，ＦＭ３，ＦＭ４，ＦＭ５，ＦＭ１０，ＦＭ１１，ＦＭ１２，ＦＭ１３，ＦＭ１４，ＦＭ１５，ＦＭ１６，ＦＭ２０，ＦＭ２１，ＦＭ２２，ＦＭ２３，ＦＭ２４，ＦＭ２５，ＦＭ３０，ＦＭ３５，ＦＭ４０，ＦＭ４４ バウンディングボックス

ＩＭＧ１　手指画像

ＩＭＧ２　指先検出結果画面

Ｌ１１，Ｌ１２，Ｌ１３，Ｌ２１，Ｌ２２，Ｌ２３　距離

Ｐ１　生体情報識別装置

Ｐｔ１０，Ｐｔ１２，Ｐｔ２０，Ｐｔ２３，Ｐｔ３０，Ｐｔ３４，Ｐｔ３５，Ｐｔ４０，Ｐｔ４４　中心座標

請求の範囲

[請求項1] 少なくとも１つのコンピュータが行う生体情報識別方法であって、

被写体の複数の指が撮像された撮像画像を取得し、

前記撮像画像に基づいて、前記複数の指をそれぞれ検出し、

検出された前記複数の指の検出領域の大きさに基づいて、前記複数の指のうち前記複数の指の識別基準となる基準指を決定して、前記基準指を識別し、

前記基準指の位置に基づいて、他の前記指がいずれの指であるかを識別して、前記複数の指の識別結果を出力する、

生体情報識別方法。

[請求項2] 前記基準指と前記他の指との間の距離に基づいて、他の前記指を識別する、

請求項１に記載の生体情報識別方法。

[請求項3] 前記複数の指の検出領域のうち前記検出領域の大きさが最も小さい指を小指であると識別する、

請求項１に記載の生体情報識別方法。

[請求項4] 前記複数の指の検出領域のうち前記検出領域の大きさが最も大きい指を親指であると識別する、

請求項１に記載の生体情報識別方法。

[請求項5] 前記複数の指の識別結果に基づいて、互いに隣り合う２本の前記指に対応する２つの前記検出領域の間の距離をそれぞれ算出し、

算出された前記距離がすべて所定距離以上であると判定した場合、前記複数の指の識別結果を出力する、

請求項１に記載の生体情報識別方法。

[請求項6] 前記距離のうち少なくとも１つの距離が前記所定距離以上でないと判定した場合、前記複数の指が識別不可である旨の通知を生成して出力する、

請求項５に記載の生体情報識別方法。

[請求項7] 前記複数の指の前記検出領域の位置に基づく前記複数の指の並びにおいて、前記基準指が前記並びの端部に位置していると判定した場合、前記複数の指の識別結果を出力する、

請求項１に記載の生体情報識別方法。

[請求項8] 前記基準指が前記並びの端部に位置していないと判定した場合、前記複数の指が識別不可である旨の通知を生成して出力する、

請求項７に記載の生体情報識別方法。

[請求項9] カメラと、

前記カメラとの間で通信可能である少なくとも１つのコンピュータと、を備える生体情報識別システムであって、

前記カメラは、

被写体の複数の指を撮像して、前記コンピュータに送信し、

前記コンピュータは、

撮像された撮像画像に基づいて、前記複数の指をそれぞれ検出し、

検出された前記複数の指の検出領域の大きさに基づいて、前記複数の指のうち前記複数の指の識別基準となる基準指を決定して、前記基準指を識別し、

前記基準指の位置に基づいて、他の前記指がいずれの指であるかを識別して、前記複数の指の識別結果をモニタに出力する、

生体情報識別システム。