

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7269711号

(P7269711)

(45)発行日 令和5年5月9日(2023.5.9)

(24)登録日 令和5年4月26日(2023.4.26)

(51)国際特許分類

F I

G 0 6 V 40/12 (2022.01)

G 0 6 V 40/12

G 0 6 V 40/14 (2022.01)

G 0 6 V 40/14

G 0 6 V 40/60 (2022.01)

G 0 6 V 40/60

G 0 6 T 7/00 (2017.01)

G 0 6 T 7/00 5 1 0 E

G 0 6 F 21/32 (2013.01)

G 0 6 T 7/00 5 3 0

請求項の数 7 (全21頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2018-188420(P2018-188420)

(22)出願日 平成30年10月3日(2018.10.3)

(65)公開番号 特開2020-57275(P2020-57275A)

(43)公開日 令和2年4月9日(2020.4.9)

審査請求日 令和3年3月17日(2021.3.17)

(73)特許権者 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

(74)代理人 110001678

藤央弁理士法人

(72)発明者 中崎 溪一郎

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

株式会社日立製作所内

(72)発明者 三浦 直人

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

株式会社日立製作所内

(72)発明者 長坂 晃朗

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

株式会社日立製作所内

(72)発明者 松田 友輔

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 生体認証システム、生体認証方法およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

生体を撮影した画像を取得する画像入力部と、

各人物の画像の生体領域から得られる複数の生体特徴に関する登録情報を記憶する記憶部と、

前記画像入力部によって取得された画像の前記生体領域を処理して前記登録情報に基づく生体認証を行う認証処理部と、を有する生体認証システムであって、

前記各人物の前記生体領域から得られる複数の生体特徴は、重畳する複数の生体組織から抽出され、互いにパターンの相関の低い複数の生体特徴であり、前記互いにパターンの相関の低い複数の生体特徴は、第1の生体特徴及び第2の生体特徴を含み、

前記認証処理部は、

複数の人物の画像の各々から特徴量抽出モデルを用いて前記複数の生体特徴を抽出し、
複数の人物の画像から抽出された前記複数の生体特徴間の類似度に基づいて、前記特徴量抽出モデルの損失値を計算し、

異なる人物の生体特徴の類似度が高いほど損失値が高くなり、かつ、同一人物の生体特徴の類似度が高いほど損失値が低くなるように、前記特徴量抽出モデルのパラメータを学習し、

前記特徴量抽出モデルを用いて、前記画像入力部が取得した画像の生体領域から得られる第1の生体特徴と前記登録情報の第1の生体特徴との類似度が最大となるように、前記

10

20

画像入力部が取得した画像と前記登録情報の画像との位置合わせを行い、その位置で、前記画像入力部が取得した画像の生体領域から得られる第2の生体特徴と前記登録情報の第2の生体特徴との類似度を計算することによって、前記生体認証を行うことを特徴とする生体認証システム。

【請求項2】

請求項1に記載の生体認証システムであって、

前記画像入力部が撮影する生体は、指を含むことを特徴とする生体認証システム。

【請求項3】

請求項1に記載の生体認証システムであって、

前記画像入力部は、同一の生体を複数回撮影し、

前記認証処理部は、

複数回の撮影が行われるときに前記生体に照射される光のうち少なくとも一つの色の強度を変更するように、前記生体に照射される光を制御し、

複数回の撮影によって取得された複数の画像における前記少なくとも一つの色の強度の変化の大きさに基づいて、前記画像から前記生体領域を抽出することを特徴とする生体認証システム。

【請求項4】

請求項3に記載の生体認証システムであって、

前記画像入力部が撮影した画像と、前記生体の望ましい位置を示すガイドとを表示する表示部をさらに有し、

前記認証処理部は、前記表示部が出力する少なくとも一つの色の強度を変更することによって、前記生体に照射される光を制御することを特徴とする生体認証システム。

【請求項5】

請求項1に記載の生体認証システムであって、

前記認証処理部は、

前記各人物の画像の生体領域から、異なる解像度を持つ複数の画像を生成し、

前記異なる解像度を持つ複数の画像に対する畳み込みを行うことによって複数の画像を生成し、

前記畳み込みによって生成された複数の画像に前記特徴量抽出モデルを適用することによって前記複数の生体特徴を抽出することを特徴とする生体認証システム。

【請求項6】

画像入力部と、記憶部と、認証処理部と、を有する生体認証システムによる生体認証方法であって、

前記画像入力部が撮影した生体の画像を取得する第1手順と、

前記認証処理部が各人物の画像の生体領域から得られる複数の生体特徴に関する登録情報を前記記憶部に記憶する第2手順と、

前記認証処理部が前記画像入力部によって取得された画像の前記生体領域を処理して前記登録情報に基づく生体認証を行う第3手順と、を含み、

前記各人物の画像の前記生体領域から得られる複数の生体特徴は、重畳する複数の生体組織から抽出され、互いにパターンの相関の低い複数の生体特徴であり、

前記互いにパターンの相関の低い複数の生体特徴は、第1の生体特徴及び第2の生体特徴を含み、

前記第3手順において、前記認証処理部は、

複数の人物の画像の各々から特徴量抽出モデルを用いて前記複数の生体特徴を抽出し、

複数の人物の画像から抽出された前記複数の生体特徴間の類似度に基づいて、前記特徴量抽出モデルの損失値を計算し、

異なる人物の生体特徴の類似度が高いほど損失値が高くなり、かつ、同一人物の生体特徴の類似度が高いほど損失値が低くなるように、前記特徴量抽出モデルのパラメータを学習し、

前記特徴量抽出モデルを用いて、前記画像入力部が取得した画像の生体領域から得られ

10

20

30

40

50

る第1の生体特徴と前記登録情報の第1の生体特徴との類似度が最大となるように、前記画像入力部が取得した画像と前記登録情報の画像との位置合わせを行い、その位置で、前記画像入力部が取得した画像の生体領域から得られる第2の生体特徴と前記登録情報の第2の生体特徴との類似度を計算することによって、前記生体認証を行うことを特徴とする生体認証方法。

【請求項7】

画像入力部と、記憶部と、プロセッサと、を有する生体認証システムを制御するためのプログラムであって、

前記画像入力部が撮影した生体の画像を取得する第1手順と、

各人物の画像の生体領域から得られる複数の生体特徴に関する登録情報を前記記憶部に記憶する第2手順と、

前記画像入力部によって取得された画像の前記生体領域を処理して前記登録情報に基づく生体認証を行う第3手順と、を前記プロセッサに実行させ、

前記各人物の画像の前記生体領域から得られる複数の生体特徴は、重畳する複数の生体組織から抽出され、互いにパターンの相関の低い複数の生体特徴であり、

前記互いにパターンの相関の低い複数の生体特徴は、第1の生体特徴及び第2の生体特徴を含み、

前記第3手順は、

複数の人物の画像の各々から特徴量抽出モデルを用いて前記複数の生体特徴を抽出する手順と、

複数の人物の画像から抽出された前記複数の生体特徴間の類似度に基づいて、前記特徴量抽出モデルの損失値を計算する手順と、

異なる人物の生体特徴の類似度が高いほど損失値が高くなり、かつ、同一人物の生体特徴の類似度が高いほど損失値が低くなるように、前記特徴量抽出モデルのパラメータを学習する手順と、

前記特徴量抽出モデルを用いて、前記画像入力部が取得した画像の生体領域から得られる第1の生体特徴と前記登録情報の第1の生体特徴との類似度が最大となるように、前記画像入力部が取得した画像と前記登録情報の画像との位置合わせを行い、その位置で、前記画像入力部が取得した画像の生体領域から得られる第2の生体特徴と前記登録情報の第2の生体特徴との類似度を計算することによって、前記生体認証を行う手順と、を含むことを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体を用いて個人を認証する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、入退室コントロール、勤怠打刻及びコンピュータへのログインなどのアクセス管理のための個人認証手段として、ID (Identification) 及びPW (Password) などの記憶認証、並びに、物理錠又はICカードなどの物体認証などが広く利用されてきた。しかし、これらの認証方式は忘失や紛失のリスクがある。これに対し、近年ではこれらのリスクのない生体認証が利用されている。生体認証では、生体情報を読み取るためのセンサを搭載した装置を利用し、PC (Personal Computer)、銀行ATM (Automated Teller Machine)、部屋の入口、又はロッカーなどのあらゆるアクセス管理に利用されている。特に最近では、スマートフォンやタブレットなどの携帯端末の普及に伴い、携帯端末上で生体認証を実施する例が増加している。携帯端末といったあらゆる人々が利用する生体認証では、メガネやマスクの着用や肌荒れ、血行不良などの生体変動によって認証が困難となる場合がある。そこで、マスクの着用時は顔認証ではなく指紋認証を利用する、肌荒れが発生している時は顔認証を利用するなど、重畳していない複数の生体を利用して認証できることが求められてい

10

20

30

40

50

る。このとき、利用する生体に応じて必要となるセンサを増やすことなく、例えば可視光のカメラなどの単一の汎用的なセンサで複数の組織の生体特徴を同時に抽出できることが望ましい。また、認証装置を利用する度に生じる生体の位置や姿勢の変動による認証精度低下を抑制すること、または位置や姿勢の変動自体を抑制することが重要である。

【0003】

特許文献1では、指を撮影して得られた画像から重畳する複数の特徴量を抽出し、生体の位置や姿勢の変動にロバストに認証する技術が開示されている。

【0004】

特許文献2では、指を最適な提示位置・姿勢を誘導することでその変動を抑制しつつ、撮影画像から特徴量を抽出し認証する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2016-96987号公報
特開2017-91186号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

使い勝手が良く高精度な生体認証装置を実現するためには、センサの取得データから重畳していない複数の生体特徴を抽出し認証に利用できることが重要となる。

【0007】

特許文献1では、光源を指に照明し、その反射光を撮影して得られた画像から、指の内部に重畳する複数の生体特徴に関する色素濃度の分布の情報から特徴量を抽出することで高精度に認証する技術が提案されている。しかしながら、光源及びセンサの制約によって撮影画像から複数の生体特徴を抽出することが困難になるという課題に関する記述がない。

【0008】

特許文献2では、指を最適な提示位置に誘導しつつ、波長の異なる複数の光源を指に照明し、その反射光を撮影して得られた画像から、特徴量を抽出し認証する技術が提案されている。しかしながら、指だけでなく顔などの重畳していない複数の生体を、互いに遮蔽することなく最適な提示位置に誘導して撮影する方法に関する記述がない。

【0009】

そこで、本発明は重畳していない複数の生体を互いに遮蔽することなく最適な提示位置に誘導して撮影し、撮影画像から複数の生体特徴量を獲得し照合することで、安定かつ高精度に認証できる生体認証装置を実現する技術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】

【0010】

上記の課題の少なくとも一つを解決するため、本発明の一態様は、生体を撮影した画像を取得する画像入力部と、各人物の画像の生体領域から得られる複数の生体特徴に関する登録情報を記憶する記憶部と、前記画像入力部によって取得された画像の前記生体領域を処理して前記登録情報に基づく生体認証を行う認証処理部と、を有する生体認証システムであって、前記各人物の前記生体領域から得られる複数の生体特徴は、重畳する複数の生体組織から抽出され、互いにパターンの相関の低い複数の生体特徴であり、前記互いにパターンの相関の低い複数の生体特徴は、第1の生体特徴及び第2の生体特徴を含み、前記認証処理部は、複数の人物の画像の各々から特徴量抽出モデルを用いて前記複数の生体特徴を抽出し、複数の人物の画像から抽出された前記複数の生体特徴間の類似度に基づいて、前記特徴量抽出モデルの損失値を計算し、異なる人物の生体特徴の類似度が高いほど損失値が高くなり、かつ、同一人物の生体特徴の類似度が高いほど損失値が低くなるように、前記特徴量抽出モデルのパラメータを学習し、前記特徴量抽出モデルを用いて、前記画像入力部が取得した画像の生体領域から得られる第1の生体特徴と前記登録情報の第1の生体特徴との類似度が最大となるように、前記画像入力部が取得した画像と前記登録情報

10

20

30

40

50

の画像との位置合わせを行い、その位置で、前記画像入力部が取得した画像の生体領域から得られる第2の生体特徴と前記登録情報の第2の生体特徴との類似度を計算することによって、前記生体認証を行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明の一態様によれば、生体認証システムにおいて、一度の撮影で得られた画像から互いに相関の低い複数の生体特徴量を抽出し照合することで、安定かつ高精度に認証することができる。

【0012】

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施例の説明によって明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1A】第1の実施の形態の指と顔を用いた生体認証システムの全体の構成を示すブロック図である。

【図1B】第1の実施の形態の認証処理部の機能ブロック図である。

【図2】第1の実施の形態の生体認証システムを用いた認証の様子の一例を説明する図である。

【図3】第1の実施の形態の生体認証システムによる登録時の処理を示すフローチャートである。

【図4】第1の実施の形態の生体認証システムによる認証時の処理を示すフローチャートである。

【図5A】第1の実施の形態の生体認証システムによって表示されるガイド画像の例を説明する図である。

【図5B】第1の実施の形態の生体認証システムによって表示されるガイド画像の例を説明する図である。

【図6】本実施の形態の生体認証システムのディスプレイを光源として利用した生体領域の検出の処理の様子を示す図である。

【図7】本実施の形態の生体認証システムのディスプレイを光源として利用した生体領域の検出の処理を示すフローチャートである。

【図8】本実施の形態の生体認証システムによる登録データとの類似度の算出の詳細な処理の例を示すフローチャートである。

【図9】本実施の形態の生体認証システムによる類似度の算出の詳細な処理の例を示すフローチャートである。

【図10】本実施の形態の生体認証システムによる相関の低い複数の特徴量を抽出する処理を示すフローチャートである。

【図11】本実施の形態の生体認証システムによる相関の低い複数の特徴量を抽出する処理を示すフローチャートである。

【図12】本実施の形態の生体認証システムによる特徴量の抽出の処理の例を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、添付図面を参照して本発明の実施例について説明する。なお、添付図面は本発明の原理に則った具体的な実施例を示しているが、これらは本発明の理解のためのものであり、決して本発明を限定的に解釈するために用いられるものではない。また、各図において共通の構成については同一の参照番号が付されている。

【実施例1】

【0015】

図1Aは、第1の実施の形態の指と顔を用いた生体認証システムの全体の構成を示すブロック図である。

【0016】

10

20

30

40

50

尚、本発明はシステムとして構成されるだけでなく、図1Aに示した構成要素のすべてまたは一部を筐体に搭載した装置として構成されてもよいことは言うまでも無い。その場合、本発明の装置は、認証処理を含めた個人認証装置であっても良い。あるいは、認証処理は装置外部で行い、本発明の装置は生体画像の取得に特化した生体画像取得装置であってもよい。

【0017】

第1の実施の形態の生体認証システムは、画像入力部1、認証処理部2、記憶部3、表示部4及び入力部5を含む。

【0018】

画像入力部1は、例えばカラーカメラであり、被認証者の生体から生体特徴を含む画像を取得し、取得した画像を認証処理部2へ入力する。以下の説明において、画像入力部1を、カメラ1と記載する場合がある。

【0019】

認証処理部2は画像入力部1から入力された画像に対して画像処理し、認証処理を実行する。なお、認証処理部2の画像処理機能に画像入力部1を含めて画像処理部を構成する場合がある。いずれにしても認証処理部2は画像処理機能を備える。

【0020】

図1Aは、さらに、認証処理部2の構成図を示す。認証処理部2は、中央処理部(CPU: Central Processing Unit)6、メモリ7及び種々のインターフェイス8(IF: Interface)を含む。

【0021】

CPU6は、メモリ7に記憶されているプログラムを実行することによって各種処理を行う。後述するように、本実施形態の生体認証システムが認証部9又は登録部10(図1B)の機能によって実行する処理は、実際にはCPU6がメモリ7に記憶されているプログラムに従って実行する。メモリ7は、CPU6によって実行されるプログラムを記憶する。また、メモリ7は画像入力部1から入力された画像を一時的に記憶する。

【0022】

インターフェイス8は、認証処理部2と外部の装置とを接続する。具体的には、インターフェイス8は、画像入力部1、記憶部3、表示部4及び入力部5などと接続される。

【0023】

図1Bは、第1の実施の形態の認証処理部2の機能ブロック図である。

【0024】

認証処理部2は、認証部9と、登録部10とを備える。認証部9は、画像入力部1から入力された入力データと、記憶部3に登録されている登録データとを照合し、利用者の認証を行う。登録部10は、画像入力部1によって取得された画像から登録データを作成し、記憶部3内に格納する。例えば後述する図3の処理を登録部10が、図4の処理を認証部9が、必要に応じて画像入力部1、記憶部3、表示部4及び入力部5を制御して実行してもよい。

【0025】

記憶部3は、利用者の登録データを予め記憶している。登録データは、利用者を照合するための情報であり、例えば、指静脈パターンの画像等である。通常、指静脈パターンの画像は、主に指の掌側の皮下に分布する血管(指静脈)を暗い影のパターンとして撮像した画像である。

【0026】

表示部4は、例えば、ディスプレイ装置であり、認証処理部2から受信した情報を表示する出力装置である。以下の説明において、表示部4をディスプレイ4と記載する場合がある。入力部5は、例えば、キーボードであり、利用者から入力された情報を認証処理部2に送信する。

【0027】

図2は、第1の実施の形態の生体認証システムを用いた認証の様子の一例を説明する図

10

20

30

40

50

である。

【0028】

具体的には、図2には、生体認証システムを搭載したタブレットPCを用いた認証の様子を示す。本実施例では、タブレットPCのディスプレイなどの表示部4に表示されるガイド画像及びメッセージに基づき、被認証者（すなわち利用者）は顔11及び手12などの生体を提示する。その様子をタブレットPCのインカメラなどの画像入力部1で撮影し、認証処理を実施する。

【0029】

図3は、第1の実施の形態の生体認証システムによる登録時の処理を示すフローチャートである。

【0030】

まず、システムは、適切な品質の画像を取得するため、フォーカス、ホワイトバランス、露出及びゲインなどの、画像入力部1を制御するためのパラメータ（カメラ制御パラメータ）を設定する（S100）。本パラメータにはあらかじめ決められた固定値を利用してもよいし、以前の撮影時に最適であった値を利用してもよいし、動画の撮影を行っている場合であれば以前のフレームでの取得画像およびカメラ制御パラメータから何らかのルールによって決められた値を利用してもよい。

【0031】

次に、システムは、カメラで指及び顔などの生体を撮影し、画像を取得する（S101）。次に、システムは、被認証者が適切な位置及び姿勢で生体を提示するため、提示の見本となる生体の形状をしたガイド画像、及び、生体の提示方法を教示するガイドメッセージを生成する（S102）。ガイド画像は、生体の外形の一部又は全部を示すものでもよい。あるいは、提示された生体を検出し、その生体の外形又はそれを包含する矩形などの図形などをガイド画像として表示してもよい。

【0032】

次に、システムは、ガイド画像及びメッセージをディスプレイに表示する（S103）。例えば図2は、生体として顔及び手指を提示するために、頭部及び手指の輪郭を示す点線のガイド画像と、「枠に合わせてください」というメッセージとを表示する例を示している。このとき、ガイド画像をカメラで取得した生体の画像に重畳して表示することで、被認証者は自身の生体の提示方法と適切な提示方法との違いを認識でき、より適切に生体を提示することができるようになる。

【0033】

次に、認証処理部2は、撮影によって得られた画像及びカメラ制御パラメータなどから撮影の品質値を算出する（S104）。この品質値とは、例えば、フォーカス、露出の制御値及び取得画像の輝度値等の少なくともいずれかから何らかのルールによって算出される値である。例えば、取得画像におけるガイド画像と同一位置の領域及び取得画像から生体を検出した領域などの輝度のコントラストをフォーカスの品質値としてもよい。また、例えば、以前のフレームでの露出制御値と今回のフレームでの露出制御値との変動量を露出の品質値としてもよい。また、例えば、取得画像におけるガイド画像と同一位置の領域又は取得画像から生体を検出した領域などの輝度の平均値を取得画像の輝度に関する品質値としてもよい。

【0034】

次に、認証処理部2は、上記の品質値とそれらに対応する適正值との差などから品質値の適正度を評価する（S105）。品質値が適正でない場合、カメラ制御パラメータの設定（S100）に移行する。品質値が適正である場合、認証処理部2は、取得画像から生体領域の検出を実施する（S106）。

【0035】

生体領域の検出は、例えば、取得画像の各画素を生体領域かその他の領域に分類するSemantic Segmentation手法を適用し、検出した生体領域から顔及び手の指などの特徴量抽出を適用する領域を抽出することによって実行されてもよい。ある

10

20

30

40

50

いは、取得画像から生体領域を包含する矩形領域を抽出するObject Localization手法を適用してもよい。また、その他の手法によって生体領域を抽出してもよい。

【0036】

次に、認証処理部2は、抽出した生体領域から例えば検出した指の長さ、幅、角度などの姿勢情報を計算し、それらの適正值との差を品質値として算出する(S107)。次に、認証処理部2は、算出された姿勢の品質値が適正かどうかを判定する(S108)。姿勢の品質値が適正でない場合、カメラ制御パラメータの設定(S100)に移行する。姿勢の品質値が適正である場合、認証処理部2は、生体姿勢の正規化を実施する(S109)。

10

【0037】

姿勢の正規化とは、例えば指の長さが一定となるように検出した指領域の一部を切り取りによって短縮又は補間によって延長したり、指の幅が一定となるように検出した指領域を拡大又は縮小したり、指の角度が一定となるように検出した指領域を回転させたりすることである。

【0038】

次に、認証処理部2は、姿勢を正規化した生体領域から照合のための特徴量を抽出する(S110)。特徴量抽出は、例えば、指紋又は顔の特徴点、又は静脈の線パターンなどを生体領域から抽出することによって実行されてもよい。あるいは、深層畳み込みニューラルネットワーク(CNN: Convolutional Neural Network)などの機械学習手法によって生体領域からの特徴量抽出を自動的に設計してもよい。

20

【0039】

次に、認証処理部2は、抽出した特徴量が適正かどうかを判定する(S111)。例えば、認証処理部2は、Random Forest又はSVM(Support Vector Machine)などの機械学習手法を用い、抽出した特徴量が本物の生体から抽出されたものか写真又は印刷物などの偽物の生体から抽出されたものかどうかを判定してもよい。

【0040】

次に、認証処理部2は、抽出した特徴量を登録候補として一時的に保持する(S112)。次に、認証処理部2は、保存済みの登録候補の数を事前に設定した数と比較する(S113)。保存済みの登録候補の数が事前に設定した数を下回っている場合、保存済みの登録候補の数が十分ではないため、カメラ制御のパラメータの設定(S100)に移行する。保存済みの登録候補の数が事前に設定した数を満たしている場合、保存済みの登録候補の数が十分であるため、認証処理部2は、登録候補となる特徴量同士で類似度を算出する(S114)。

30

【0041】

次に、認証処理部2は、算出した類似度を事前に設定した閾値と比較する(S115)。算出した類似度が事前に設定した閾値を下回っている場合、認証処理部2は、登録を拒否すると判定してメモリ7に保存された登録候補データを削除し、カメラ制御パラメータの設定(S100)に移行する。算出した類似度が閾値を上回っている場合、認証処理部2は、登録を許可すると判定して(S116)、登録候補データをメモリ7に保存する。以上の処理によって生体情報の登録を完了する。

40

【0042】

図4は、第1の実施の形態の生体認証システムによる認証時の処理を示すフローチャートである。

【0043】

図4に示した認証時の処理フローのうち、カメラ制御パラメータの設定(S100)、撮影ガイドの生成(S101)、カメラ画像の取得(S102)、撮影ガイド・カメラ画像の表示(S103)、撮影品質の算出(S104)、撮影品質の適正度判定(S105)、生体領域の検出(S106)、姿勢品質の算出(S107)、姿勢品質の適正度判定

50

(S108)、生体姿勢の正規化(S109)、特徴量の抽出(S110)、及び特徴量の適正度判定(S111)は登録時の処理フローと同一である。

【0044】

特徴量の適正度判定(S111)ののち、認証処理部2は、S110で抽出した特徴量と事前に登録してある生体特徴量データとの類似度を算出する(S117)。次に、認証処理部2は、算出した類似度を事前に設定した閾値と比較する(S118)。算出した類似度が事前に設定した閾値を上回っている場合、認証を許可すると判定して(S119)、認証処理を終了する。算出した類似度が閾値を上回っていない場合、認証を拒否すると判定してカメラ制御パラメータの設定(S100)に移行する。

【0045】

登録および認証処理のうち、ガイド画像・メッセージ等の表示(S103)では、図2に示すように顔と手の形を模した画像及び顔と手の提示を促すメッセージなどの撮影ガイドと、撮影されたカメラ画像とを同時にディスプレイに表示する。ディスプレイが横長である場合、顔と手のガイド画像をそれぞれ横に並べて表示することで、被認証者に無理なく顔と手を互いに並べて提示するように誘導することができる。これによって、カメラ画像に対し顔と手が互いに遮蔽することなく映すことができ、単一のカメラから顔と手の画像を取得することが可能となる。

【0046】

図5A及び図5Bは、第1の実施の形態の生体認証システムによって表示されるガイド画像の例を説明する図である。

【0047】

例えば、提示された手から1本以上の指の領域を検出し認証に利用する場合、図5Aのように手を開いた状態の輪郭形状のガイド画像13を表示し、それに従って提示された手を撮影することで、隣接する指同士の接触による指の指紋、静脈及び表面しわなどの生体組織の歪みを回避し、生体姿勢の正規化(S109)及び特徴量の抽出(S110)などにおける誤差を低減することができる。

【0048】

また、図5Bに示すように、手の輪郭のうち指の股部分の輪郭を除いたガイド画像13を表示することで、ガイド画像13の手よりも指が長い又は短い被認証者でもガイド画像13に自らの手を合わせやすくなり、利便性の向上につながる。

【0049】

登録および認証処理のうち、生体領域の検出(S106)においてディスプレイ4を光源とみなすと、カメラ1は光源から照射された光が顔11及び手12などの生体表面を反射した反射光を撮影しているといえる。ここで、一般にディスプレイ4から前景である顔11及び手12までの距離よりも、ディスプレイ4から背景である部屋の壁までの距離のほうが遠い。光の強度が距離の2乗に比例して減衰することを考慮すると、ディスプレイ4を光源として照射される光が背景で反射してカメラ1で取得できる光量は、前景で反射して取得できる光量よりも十分小さい。

【0050】

よって、ディスプレイ4で表示する映像の輝度又は色を種々に変更しながらカメラ1で撮影して得られる画像では、前景である生体領域でのみ輝度又は色が変化し、背景であるその他の領域では輝度又は色が大きく変化しない。この違いを利用し、生体領域を抽出することができる。

【0051】

図6は、本実施の形態の生体認証システムのディスプレイ4を光源として利用した生体領域の検出(S106)の処理の様子を示す図である。また、図7は、その処理を示すフローチャートである。

【0052】

本処理では、システムは、カメラ画像から生体領域ではない領域である背景を分離するためN回の撮影を実施し(S10601)、手ぶれ及び被写体の移動を吸収するため取得

10

20

30

40

50

画像間の位置補正（S10605）を行い、位置補正後の取得画像間の各画素の色差を算出する（S10606）。

【0053】

N回の撮影（S10601）では、システムは、照明となるディスプレイ4に表示する画像を生成（S10602）および表示し（S10603）、カメラ画像を取得する（S10604）。ここで、N=2の例を示すと、システムは、例えばディスプレイ4を用いて照明となる画像を表示しつつ、ディスプレイ4と同じ面に配置されているカラーカメラ1を用いて被写体を撮影し、得られる2枚の画像を参照して被写体を前景及び背景に分離してもよい。

【0054】

カラーカメラ1は、例えばそれぞれ青（B）、緑（G）、赤（R）に感度を持つ三種類の受光素子を有し、これらが画素ごとに格子状に配置されている。各受光素子の分光感度は、例えば青で480nm付近、緑で550nm付近、赤で620nm付近に感度のピークを持つ。カラーカメラを用いた撮影によって、異なる三つの波長にそれぞれ感度のピークを持つ光の空間的な輝度分布を得ることができる。

【0055】

また、ディスプレイ4は、例えば光源となるバックライト、輝度を制御する偏向フィルタ、及び、色を制御するカラーフィルタから構成される。カラーフィルタはそれぞれ青（B）、緑（G）、赤（R）を透過する三種類のフィルタを有し、これらが画素ごとに格子状に配置されており、輝度は0から255までの256階調で制御可能とする。

【0056】

精度良く前景・背景を分離する（S10607）ためには、色差の算出（S10606）にて前景と背景とで色差が最大化するように照明用画像を生成する（S10602）必要がある。簡単のため上記カラーカメラの青（B）と赤（R）の受光素子の感度の積がほぼ0となり（すなわち一方の素子が感度を持つ波長においても一方の素子が感度を持たない）、カラーカメラのRGBの各受光素子の分光感度がゼロとなる波長と、ディスプレイのRGBのカラーフィルタの透過率がゼロとなる波長とがほぼ一致すると仮定する。1回目の撮影で得られた画像14のBGR各チャネルを（B，G，R）＝（gB1，gG1，gR1）とし、2回目の撮影で得られた画像15のBGR各チャネルを（B，G，R）＝（gB2，gG2，gR2）とする。色差画像16は $e = (gB1 - gB2) + (gR2 - gR1)$ という数式で表される。

【0057】

色差画像16の各画素はディスプレイに近接していない背景の画素ではほぼ0に等しくなるが、ディスプレイに近接している生体領域などの前景の画素では照明として表示するディスプレイの画像の輝度又は色によって変化する。このとき、1回目の撮影ではディスプレイに（B，G，R）＝（255，0，0）の画像を表示し、2回目の撮影ではディスプレイに（B，G，R）＝（0，0，255）の画像を表示することで、上記色差画像16の前景における輝度が最大化する（1回目と2回目の撮影は順不同）。

【0058】

この例では認証処理部2が青（B）及び赤（R）の輝度を変更するようにディスプレイ（すなわち表示部4）を制御し、これによって生体に照射される光の青（B）及び赤（R）の強度が変更されるが、これは一例であり、少なくとも一つの色の強度が変更されるように光源を制御すればよい。また、ディスプレイ以外の光源を用いてもよい。

【0059】

上記は、ディスプレイ表示を照明とした前景・背景分離において、色差画像16における前景と背景の輝度差が最大化する計算方法の一例である。上記のカラーカメラ1の受光素子及びディスプレイ4のカラーフィルタに関する制約を満たさない場合、並びに、異なる色差画像16の算出方法を適用した場合には、それらに応じて前景と背景の輝度差が最大となるディスプレイ表示や色差画像の算出方法を適用すればよい。

【0060】

10

20

30

40

50

特徴量の抽出（S 1 1 0）では、認証処理部 2 は、例えば指の静脈、表皮若しくは真皮などのパターン、又は、指紋の隆線の端点若しくは分岐点などを特徴量として抽出してもよい。例えば顔の眉と目の端点及び鼻と口の周囲の輪郭などを特徴量として抽出してもよい。あるいは、CNNなどの機械学習手法を活用し特徴量を撮影画像から自動的に設計・抽出してもよい。

【0061】

例として、生体領域のうち、指からCNNを用いて特徴量を抽出することを考える。指表面の指紋及び指内部の静脈などは万人不同の特徴として一般的に知られており、血縁関係のある者同士でも異なるパターンを有する。一般に指の画像から特徴量を抽出するCNNの訓練のために現実的に用意できる指の画像データのバリエーションに対し、実世界に存在する指のバリエーションは圧倒的に大きい。よって、畳み込み処理およびプーリング処理を交互に繰り返し、画像中の全ての画素を結合する全結合処理を出力層にかけて実施する通常のCNNでは、過学習を引き起こしやすい。

【0062】

過学習を回避する方法の一つに、全結合処理を用いないCNNの一種である全層畳み込みニューラルネットワーク（FCN：Fully Convolutional Network）を利用する方法がある。FCNでは、入力画像の画像構造を出力画像まで保持し、少量のデータによる学習でも過学習を引き起こしにくい。FCNで抽出した特徴量を用い、位置・姿勢変動にロバストに認証する方法としては、FCNにおける各層の解像度を、層を経るごとに徐々に下げていき、低周波な特徴量を抽出する方法が知られている。

【0063】

しかしながら、上記の方法では本来個人識別に利用可能な高周波な特徴量を抽出することができない。低周波な特徴量と高周波な特徴量とを同時に抽出する方法として、FCNにおける各層の解像度を、層を経るごとに徐々に下げていった上で、それぞれの層を後段で結合する方法が知られている。この場合、高周波な特徴量を用いつつ位置ずれの影響を受けづらい登録データとの類似度算出方法が必要となる。

【0064】

図8は、本実施の形態の生体認証システムによる登録データとの類似度の算出（S 1 1 7）の詳細な処理の例を示すフローチャートである。

【0065】

具体的には、図8は、登録データとの類似度の算出（S 1 1 7）において、高周波な特徴量を用いつつ位置ずれの影響を低減する処理フローを示す。まず、認証処理部 2 は、登録画像をM個の小領域に分割する（S 1 1 7 1）。指の画像から抽出した特徴量の場合、例えば第一関節及び第二関節をそれぞれ境とした3領域に分割してもよい。

【0066】

次に、認証処理部 2 は、認証画像と登録画像の小領域の類似度を算出する（S 1 1 7 2）。類似度の尺度としては、例えばマンハッタン距離又はユークリッド距離などを用いてもよい。類似度の算出では、認証処理部 2 は、認証画像上の一定の領域を走査しながら登録画像の各小領域との類似度を算出し、走査した領域の中で最も高い類似度を採用する。

【0067】

次に、認証処理部 2 は、算出したM個の類似度を融合し、最終的な類似度を求める（S 1 1 7 3）。融合の方法としては、例えばM個の類似度の平均値を用いる方法を採用してもよい。上記のように、登録画像の小領域ごとに類似度が最も高くなる位置の類似度を採用することで、高周波な成分を含む特徴量同士であっても位置ずれの影響を低減させることが可能になる。

【0068】

さらに、登録データとの類似度の算出（S 1 1 7）において、登録データと認証データが異なる人物由来である（他人照合）場合を考える。このとき、算出される類似度は低くなることが望ましい。登録データが複数の画像でありそれぞれのパターンの相関が低い、例えば重畳する生体組織である場合、一方の特徴量で類似度が最大となる位置におけるも

10

20

30

40

50

う一方の特徴量での類似度を認証に利用することで、他人照合での登録データとの類似度が最大となる類似度を認証に利用することを回避できる。

【0069】

登録データと認証データが同一人物由来であれば、上記二つの特徴量における類似度が最大となる位置はほぼ一致するが、同データが異なる人物由来であれば上記二つの特徴量における類似度が最大となる位置は一致しないことが多いためである。上記の処理をフローにまとめると、図9で示されるものとなる。

【0070】

図9は、本実施の形態の生体認証システムによる類似度の算出の詳細な処理の例を示すフローチャートである。

【0071】

認証画像と登録画像の小領域の類似度の算出（S1172）では、認証処理部2は、まず、特徴量毎の類似度を算出する（S11721）。例えば、まず特徴量s1で登録画像との類似度を算出し（S11722）、次に特徴量s1で類似度最大となる位置にて特徴量s2で類似度を算出する（S11723）ことで、各特徴量の類似度が算出される。このとき特徴量s1及び特徴量s2は、後述する処理（図10等参照）によって抽出されたS個の特徴量に含まれる、互いに異なる特徴量である。この方法は、例えば指における表皮、真皮又は静脈パターンなどに適用可能である。

【0072】

しかしながら、撮影時の照明変動又は機器の制約などによって上記のパターンが特徴量として安定に抽出することが困難な場合がある。例えば、指に近赤外光を照射しその透過光を撮影する場合、得られる透過光の画像において静脈のパターンは鮮明であるものの、皮膚表面のテクスチャ、つまり表皮及び真皮のパターンは非常に不鮮明である。また、例えば、指に可視光を照射しその反射光を撮影する場合、得られる反射光の画像において表皮及び真皮のパターンは鮮明であるものの、静脈のパターンは非常に不鮮明である。よって、重畳する複数の生体組織のパターンを同時に抽出することが困難な場合にも、複数の相関の低いパターンを抽出することが必要である。

【0073】

図10及び図11は、本実施の形態の生体認証システムによる相関の低い複数の特徴量を抽出する処理を示すフローチャートである。

【0074】

具体的には、図10及び図11は、登録データとの類似度の算出（S117）において、位置ずれの影響を低減し、かつ他人照合時の類似度を低下させるための、相関の低い複数の特徴量を抽出する処理を示す。本処理は、CNNなどの機械学習によって生成された特徴量抽出モデル（以下、機械学習モデルと記載）が入力画像から複数の相関の低い特徴量を生成するように、機械学習モデルを最適化する処理（図10）と、登録および認証時に機械学習モデルを用いて特徴量を抽出する処理（図11）とに分けられる。

【0075】

図10に示す機械学習モデルを最適化する処理では、認証処理部2は、まず最適化処理に用いる複数の画像を読み込み（S120）、続いて生体領域の検出（S106）、生体姿勢の正規化（S109）、S個の特徴量の抽出（S110）、読み込んだS個の画像間の特徴量の類似度の算出（S121）、算出した類似度に基づく機械学習モデルの損失値の算出（S122）、及び、損失値に基づく機械学習モデルのパラメータ更新（S123）を行う。最後に、認証処理部2は、パラメータ更新回数が規定回数を満たしているかを判定し（S124）、満たしている場合は処理を終了し、満たしていない場合は画像の読み込み（S120）に移行する。

【0076】

上記処理のうち、生体領域の検出（S106）及び生体姿勢の正規化（S109）は図3に示す登録時の処理フロー及び図4に示す認証時の処理フローと同一である。画像読み込み（S120）で読み込む画像は、基本的に生体を撮影して得られた画像であるが、撮

10

20

30

40

50

影画像から生体領域の検出（S106）および生体姿勢の正規化（S109）を施して得られた生体領域の画像でもよい。このとき、画像読み込み（S120）の後には直接機械学習モデルによる特徴量の抽出（S110）を実施すればよい。

【0077】

特徴量の抽出（S110）は、後述する図11に示す処理フローのように実施される。画像間の特徴量の類似度の算出（S121）は、図8及び図9に示す処理フローと同一である。損失値の算出（S122）では、上記の類似度を基に、例えば機械学習モデルとしてCNNを用いる場合はContrastive Loss又はTriplet Lossなどの損失値を算出すればよい。モデルパラメータ更新（S123）では、上記の損失値を基に、例えば機械学習モデルとしてCNNを用いる場合は誤差逆伝搬法を適用しCNNの各層のカーネルの値を更新すればよい。

10

【0078】

S122では、例えば、異なる人物の生体特徴の類似度が高いほど損失値が高くなり、かつ、同一人物の生体特徴の類似度が高いほど損失値が低くなるように、損失値を計算してもよい。そして、S123では、損失値が小さくなるようにモデルパラメータが更新される。これによって、一つの生体の画像からパターンの相関が低い複数の生体特徴を抽出するための特徴量抽出モデルが学習される。

【0079】

図11に示すS個の特徴量の抽出（S110）では、機械学習モデルとしてCNNを用いることを想定する。認証処理部2は、まず入力画像から異なる解像度をもつR個の画像を生成し（S1101）、続いて生成した各画像に対して畳み込み処理を行い（S1102）、処理後のR個の画像を結合する（S1103）。最後に、認証処理部2は、結合した画像に対して畳み込み処理を行い（S1104）、S個の特徴量の画像を生成する。

20

【0080】

異なる解像度の画像生成（S1101）では、認証処理部2は、例えば入力画像を縮小又は拡大してもよいし、畳み込み処理によって入力画像から低解像度な画像を生成してもよい。R個の画像の対する畳み込み（S1102）では、認証処理部2は、畳み込み処理は一度ではなく複数回行ってよいし、各畳み込み処理の後に画像の輝度を正規化する処理を実施してもよい。R個の画像の結合（S1103）では、認証処理部2は、それぞれの画像データをチャンネル方向に結合し画像データを生成する。

30

【0081】

最後の畳み込み（S1104）では、認証処理部2は、結合した画像データのチャンネル数をS個に削減するように畳み込み処理を行う。上記処理によって、濃度画像で表されるS個の特徴量を獲得できる。

【0082】

なお、図10及び図11の処理は、認証処理部2の登録部10又は認証部9によって実行されてもよいが、図示しない他の機能（例えばモデル最適化部）によって実行されてもよい。その場合、モデル最適化部の処理は、登録部10及び認証部9の処理と同様に、CPU6がメモリ7に格納されたプログラムに従って実行する。モデル最適化部の処理は、図3及び図4に示した登録及び認証の処理の前に実行される。

40

【0083】

図12は、本実施の形態の生体認証システムによる特徴量の抽出の処理の例を説明する図である。

【0084】

具体的には、図12は、上記の機械学習モデルの最適化処理（S120）およびそのモデルを用いた特徴量の抽出（S110）のS=2の場合の処理例を示す。入力の指画像17に対し、特徴抽出画像18及び特徴抽出画像19が得られ、これらS個（図12の例では2個）の特徴量はパターンの相関が低くなる。

【0085】

これは、登録データと認証データの特徴量が異なる人物由来であるとき、つまり他人照

50

合時の類似度を小さくするように最適化した結果、特徴量間のパターンの相関が低下し、一つの特徴量における類似度が最大となる画像の位置が別の特徴量における類似度の最大となる画像の位置と異なるためである。

【0086】

一方、登録データと認証データが同一人物由来であるとき、つまり本人照合時は、特徴量間のパターンの相関が低くとも、それらの特徴量は同一の入力画像から生成されているため、それぞれの特徴量で登録データと類似度が最大となる照合位置とはほぼ一致する。

【0087】

以上のように、本発明の一態様の生体認証システム（例えば図1参照）は、生体を撮影した画像を取得する画像入力部（例えば画像入力部1）と、各人物の画像の生体領域から得られる複数の生体特徴に関する登録情報を記憶する記憶部（例えば記憶部3）と、画像入力部によって取得された画像の生体領域を処理して登録情報に基づく生体認証を行う認証処理部（例えば認証処理部2）と、を有する。ここで、各人物の生体領域から得られる複数の生体特徴は、互いにパターンの相関の低い複数の生体特徴である。認証処理部は、前記画像を処理して得られた互いにパターンの相関の低い複数の生体特徴を組合せて前記生体認証を行う。

【0088】

上記の互いにパターンの相関の低い複数の生体特徴は、例えば図2に示す方法で取得された顔と手の指の生体特徴であってもよいし、図10及び図11に示す方法で取得されたS個の特徴量であってもよい。

【0089】

これによって、一度に撮影した画像から、互いに相関の低い複数の生体特徴を抽出することができる。このような複数の生体特徴を照合することによって、安定的かつ高度な認証が可能になる。

【0090】

ここで、画像入力部が撮影する生体は、指を含んでもよい。

【0091】

これによって、生体認証の利便性が向上する。

【0092】

また、複数の生体特徴は、第1の生体特徴及び第2の生体特徴を含み、認証処理部は、画像入力部が取得した画像の生体領域から得られる第1の生体特徴と登録情報の第1の生体特徴との類似度に基づいて、画像入力部が取得した画像の生体領域から得られる第2の生体特徴と登録情報の第2の生体特徴との類似度を計算してもよい。

【0093】

例えば、図10及び図11に示す方法で取得されたS個の特徴量の一つである特徴量s1の類似度が最大となるように、登録情報の画像とカメラが撮影した画像との位置合わせを行い、その位置で、特徴量s1とは別の特徴量s2を照合してもよい。図10及び図11によって特徴量s1と特徴量s2の相関が低いことから、他人認証の場合には特徴量s2の類似度が十分に低くなることが期待され、これによって認証の精度が向上する。

【0094】

また、画像入力部は、同一の生体を複数回撮影し、認証処理部は、複数回の撮影が行われるときに生体に照射される光のうち少なくとも一つの色の強度を変更するように、生体に照射される光を制御し、複数回の撮影によって取得された複数の画像における少なくとも一つの色の強度の変化の大きさに基づいて、画像から前記生体領域を抽出してもよい。これは、例えば図7に示した方法で行うことができる。

【0095】

これによって、画像入力部が撮影した画像に生体領域とそれ以外の領域が含まれる場合に、容易に生体領域を抽出することができる。

【0096】

また、生体認証システムは、画像入力部が撮影した画像と、生体の望ましい位置を示す

ガイドとを表示する表示部（例えば表示部４）をさらに有してもよい。この場合、認証処理部は、表示部が出力する少なくとも一つの色の強度を変更することによって、前記生体に照射される光を制御してもよい。これは、例えば図５に示した方法で行うことができる。

【００９７】

これによって、撮影される生体の姿勢等を揃えることができるため、利用者の利便性が向上するとともに、生体特徴の抽出が確実になる。また、画面自体を光源として利用することによって、システムの導入コストを抑制することができる。

【００９８】

また、上記の複数の生体特徴は、各画像の生体領域の同一の部分から抽出されてもよい。これは、例えば図１０及び図１１に示した方法で行うことができる。

【００９９】

これによって、一度に撮影した画像から複数の生体特徴を抽出することができる。

【０１００】

このとき、認証処理部は、複数の人物の画像の各々から特徴量抽出モデルを用いて複数の生体特徴を抽出し（例えば図１０のＳ１１０及び図１１）、複数の人物の画像から抽出された複数の生体特徴間の類似度に基づいて、特徴量抽出モデルの損失値を計算し（例えば図１０のＳ１２２）、損失値が小さくなるように、特徴量抽出モデルのパラメータを学習してもよい（例えば図１０のＳ１２３）。

【０１０１】

これによって、一度に撮影した画像から、互いに相関の低い複数の生体特徴を抽出することができる。

【０１０２】

さらに、このとき、認証処理部は、各人物の画像の生体領域から、異なる解像度を持つ複数の画像（例えば図１１に示すＲ個の画像）を生成し、異なる解像度を持つ複数の画像に対する畳み込みを行うことによって複数の画像を生成し、畳み込みによって生成された複数の画像（例えば図１０、図１１に示すＳ個の画像）に特徴量抽出モデルを適用することによって複数の生体特徴を抽出してもよい。

【０１０３】

これによって、一度に撮影した画像から、互いに相関の低い複数の生体特徴を抽出ことができ、安定的かつ高度な認証が可能になる。

【０１０４】

また、複数の生体特徴は、各画像の生体領域の異なる部分から抽出されてもよい。

【０１０５】

具体的には、各画像の生体領域の異なる部分は、各画像に含まれる人物の顔の部分及び指の部分であってもよい（例えば図２又は図６参照）。

【０１０６】

これによって、一度に撮影した画像から、互いに相関の低い複数の生体特徴を抽出ことができ、安定的かつ高度な認証が可能になる。

【０１０７】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明のより良い理解のために詳細に説明したのであり、必ずしも説明の全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

【０１０８】

また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によってハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによってソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、不揮発性半導体メモリ、ハードディスクドライブ、ＳＳＤ（Solid State Drive）等の記憶デバイス、または、ＩＣカード、ＳＤカード、ＤＶＤ等の計算機読み取り可能な非一時的データ記憶媒体に格納することができる。

10

20

30

40

50

【0109】

また、制御線及び情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線及び情報線を示しているとは限らない。実際にはほとんど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

【符号の説明】

【0110】

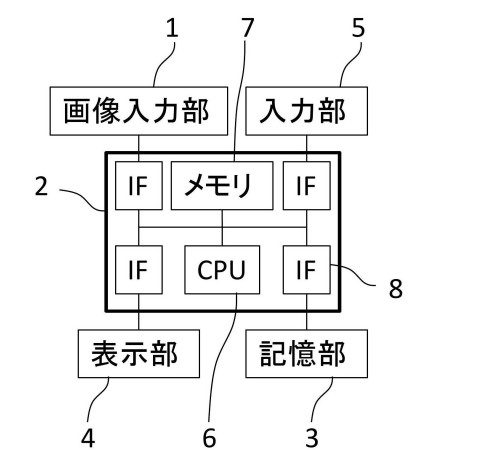
- 1 画像入力部
- 2 認証処理部
- 3 記憶部
- 4 表示部 10
- 5 入力部
- 6 CPU
- 7 メモリ
- 8 IF
- 9 認証部
- 10 登録部
- 11 顔
- 12 手指
- 13 装置筐体
- 14、15 撮影画像 20
- 16 色差画像
- 17 指画像
- 18、19 特徴量抽出画像

30

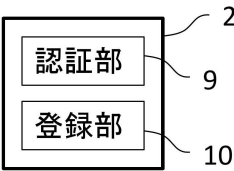
40

50

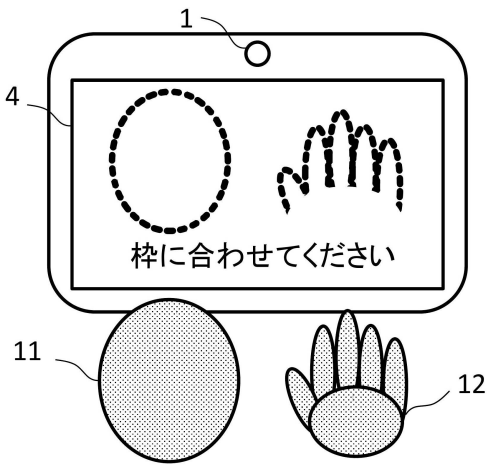
【図面】
【図 1 A】



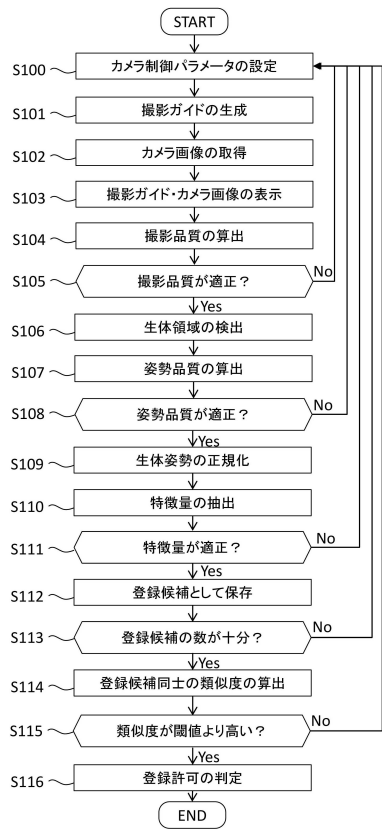
【図 1 B】



【図 2】



【図 3】



10

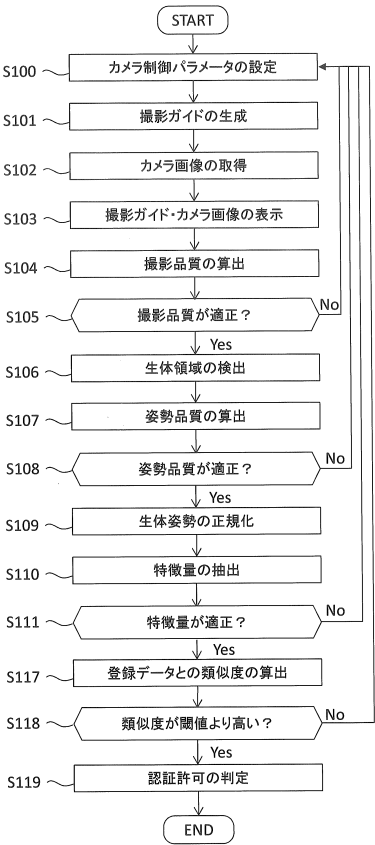
20

30

40

50

【図 4】



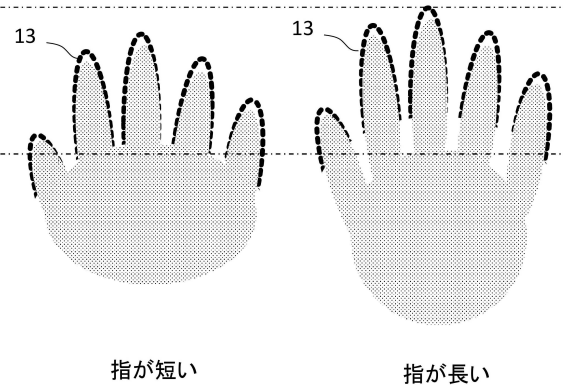
【図 5 A】



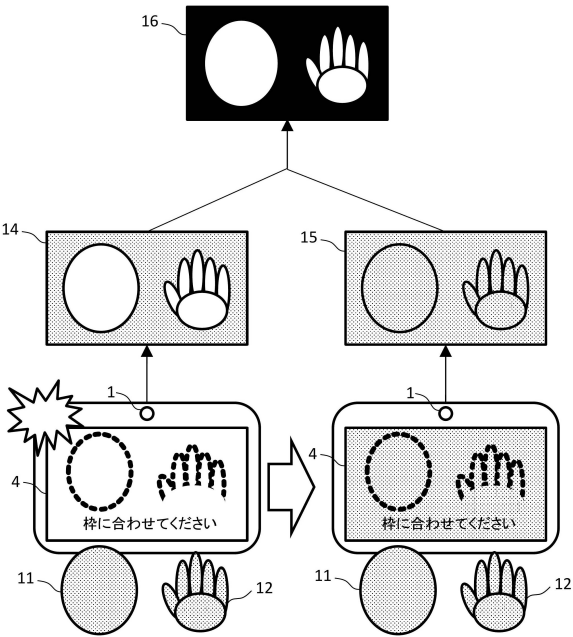
10

20

【図 5 B】



【図 6】

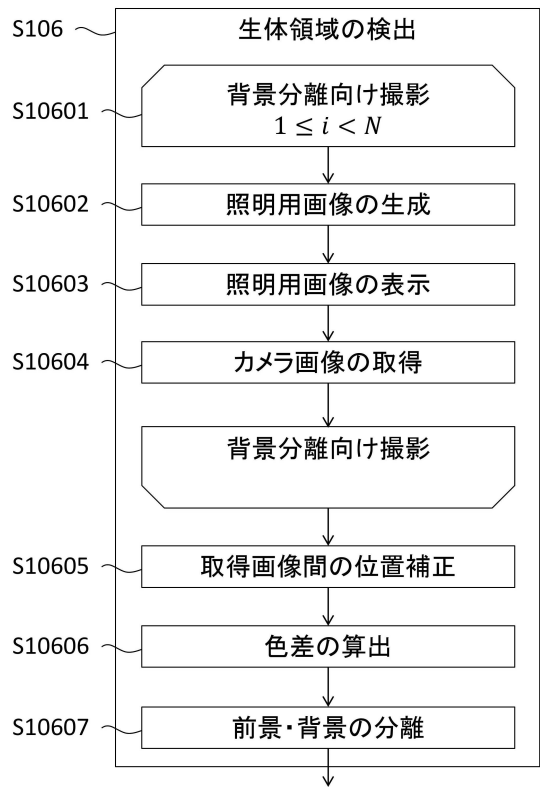


30

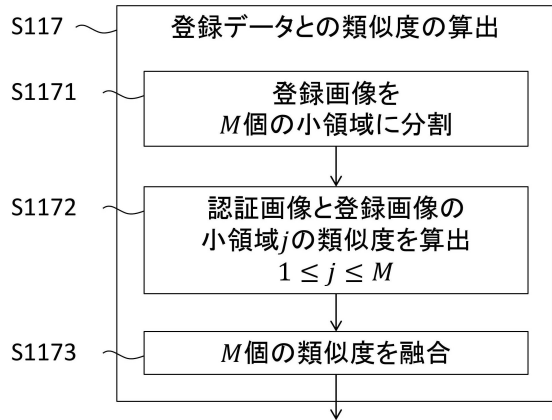
40

50

【図 7】



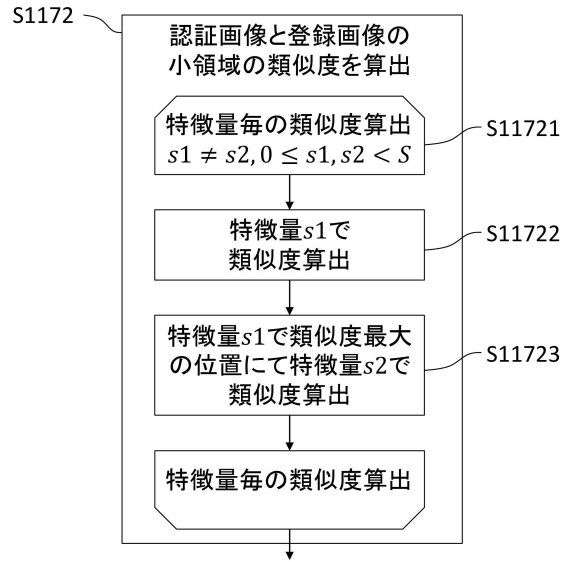
【図 8】



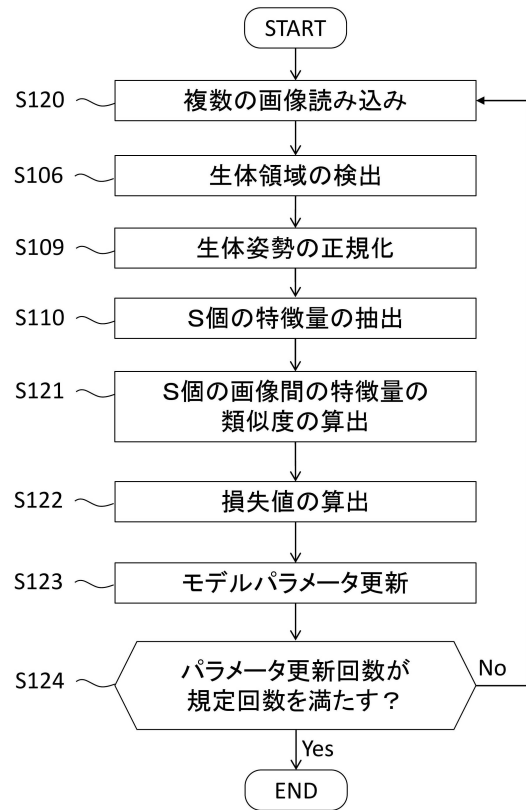
10

20

【図 9】



【図 10】

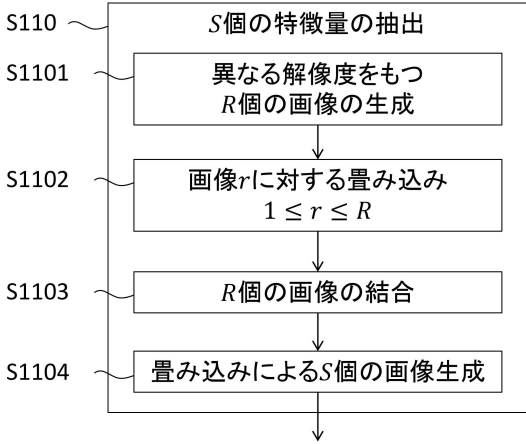


30

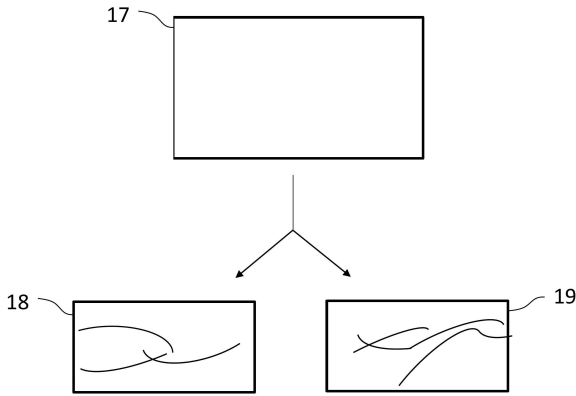
40

50

【図 1 1】



【図 1 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I
G 0 6 F 21/32

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

(72)発明者 野々村 洋

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

(72)発明者 宮武 孝文

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

審査官 笠田 和宏

(56)参考文献

特開2013-200673 (JP, A)

特開2015-185042 (JP, A)

特開2009-211357 (JP, A)

特開2018-087973 (JP, A)

特開2018-106618 (JP, A)

特開平07-141506 (JP, A)

特表2016-538656 (JP, A)

米国特許出願公開第2015/0116086 (US, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G 0 6 V 40/12

G 0 6 V 40/14

G 0 6 V 40/60

G 0 6 T 7/00

G 0 6 F 21/32