

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6840652号
(P6840652)

(45) 発行日 令和3年3月10日(2021.3.10)

(24) 登録日 令和3年2月19日(2021.2.19)

| | | | | | |
|---------------|--------------|------------------|------|-------|------|
| (51) Int. Cl. | | F I | | | |
| G06T | 7/70 | (2017.01) | G06T | 7/70 | Z |
| A61B | 5/117 | (2016.01) | A61B | 5/117 | |
| G06T | 1/00 | (2006.01) | G06T | 1/00 | 340Z |

請求項の数 7 (全 25 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|--------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2017-220380 (P2017-220380) | (73) 特許権者 | 000237639 |
| (22) 出願日 | 平成29年11月15日(2017.11.15) | | 富士通フロンテック株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2019-91311 (P2019-91311A) | | 東京都稲城市矢野口1776番地 |
| (43) 公開日 | 令和1年6月13日(2019.6.13) | (74) 代理人 | 110002147 |
| 審査請求日 | 令和1年12月13日(2019.12.13) | | 特許業務法人酒井国際特許事務所 |
| | | (72) 発明者 | 矢吹 真紀 |
| | | | 東京都稲城市矢野口1776番地 富士通フロンテック株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 戸谷 淳一郎 |
| | | | 東京都稲城市矢野口1776番地 富士通フロンテック株式会社内 |
| | | 審査官 | 武田 広太郎 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法および画像処理プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

生体部分の全体または一部が含まれて撮像された撮像画像から、前記生体部分の全体または一部のいずれであるかを判定する判定部と、

前記判定部により前記撮像画像に前記生体部分の一部が含まれると判定された場合に、前記生体部分の一部が、前記生体部分の全体のうちのいずれの部分であるかを推定する推定部と、

前記推定部により前記生体部分の一部が前記生体部分の全体のうちのいずれの部分であるかが推定された前記撮像画像から、前記生体部分の角度を特徴付ける情報を強調した角度算出画像を作成する角度算出画像作成部と、

前記角度算出画像作成部により作成された角度算出画像における前記角度を特徴付ける情報からベクトルを生成し、生成したベクトルをもとに、所定の基準方向に対する前記生体部分の角度を算出する角度算出部と、

を備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記生体部分の角度を特徴付ける情報は、強度が所定値以上の強い情報と、強度が前記所定値未満の弱い情報とを含み、

前記角度算出部は、前記角度算出画像における前記強い情報毎および前記弱い情報毎にベクトルを生成し、前記強い情報から生成したベクトルをもとに前記所定の基準方向に対する前記生体部分の角度を算出するとともに、前記弱い情報から生成したベクトルをもと

に前記算出した前記生体部分の角度を補正する、
 ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記角度算出部は、前記角度算出画像を複数のエリアへ分割し、分割したエリア毎に、
 前記角度を特徴付ける情報からベクトルを生成する、
 ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記推定部は、前記生体部分の一部が、前記生体部分の全体のうちのいずれの部分である
 かを示す部分候補を複数推定し、

前記角度算出画像作成部は、前記部分候補毎に、前記撮像画像から前記角度算出画像を
 作成し、

前記角度算出部は、前記部分候補毎に、前記角度算出画像における前記角度を特徴付け
 る情報からベクトルを生成する、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記部分候補毎に、前記部分候補が示す手のひら部分の確からしさを算出する確信度算
 出部と、

前記確信度算出部により算出された確からしさに基づいて前記所定の基準方向に対する
 前記生体部分の角度を確定させる確定部と、

をさらに備えたことを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

画像処理装置が行う画像処理方法であって、

生体部分の全体または一部が含まれて撮像された撮像画像から、前記生体部分の全体ま
 たは一部のいずれであるかを判定し、

前記撮像画像に前記生体部分の一部が含まれると判定された場合に、前記生体部分の一
 部が、前記生体部分の全体のうちのいずれの部分であるかを推定し、

前記生体部分の一部が前記生体部分の全体のうちのいずれの部分であるかが推定された
 前記撮像画像から、前記生体部分の角度を特徴付ける情報を強調した角度算出画像を作成
 し、

前記角度算出画像における前記角度を特徴付ける情報からベクトルを生成し、生成した
 ベクトルをもとに、所定の基準方向に対する前記生体部分の角度を算出する、

各処理を含んだことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 7】

コンピュータを、

生体部分の全体または一部が含まれて撮像された撮像画像から、前記生体部分の全体ま
 たは一部のいずれであるかを判定する判定部と、

前記判定部により前記撮像画像に前記生体部分の一部が含まれると判定された場合に、
 前記生体部分の一部が、前記生体部分の全体のうちのいずれの部分であるかを推定する推
 定部と、

前記推定部により前記生体部分の一部が前記生体部分の全体のうちのいずれの部分であ
 るかが推定された前記撮像画像から、前記生体部分の角度を特徴付ける情報を強調した角
 度算出画像を作成する角度算出画像作成部と、

前記角度算出画像作成部により作成された角度算出画像における前記角度を特徴付ける
 情報からベクトルを生成し、生成したベクトルをもとに、所定の基準方向に対する前記生
 体部分の角度を算出する角度算出部、

として機能させるための画像処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、画像処理方法および画像処理プログラムに関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

例えば、生体認証装置において、生体の手のひらの撮像画像を取得する際、生体認証装置に対する手のひらの高さを計測する技術がある（例えば特許文献1参照）。また、生体認証装置において、生体認証装置に対する手のひらの高さを判定し、高さが所定以内である場合に、手のひらの撮像画像を取得する技術がある（例えば特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2015-170322号公報

【特許文献2】特開2015-026201号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述の従来技術では、生体認証装置によって、手のひら全体が撮像されることを前提としている。そして、生体認証装置は、撮像画像に含まれる手の両端、指、手首などを手がかりに手のひらの外郭を特定することで、撮像画像において、背景から手のひら全体の画像を切り出す処理を行う。生体認証装置は、このようにして撮像画像から切り出された手のひら全体の画像をもとに、後段の各種処理を行う。

【0005】

ここで、近年、生体認証装置に用いられる撮像素子の小型化が進み、生体認証装置のサイズが小さくなってきている。撮像対象が手のひらである場合、手のひらは、生体認証装置に対して一定以上の距離から撮影されることで、手のひら全体が撮像されることになる。生体認証装置に用いられる撮像素子のサイズがある程度の大きさであれば、生体認証装置に対する手のひらの距離が近距離であったとしても、手のひら全体が撮像される。

【0006】

しかし、生体認証装置に用いられる撮像素子のサイズが小さいと、生体認証装置に対する手のひらの距離が近距離である場合、手のひらが部分的に撮像されることになる。すなわち、従来技術では、近距離で撮像された手のひらの撮像画像、例えば手のひらの左右両端、指、手首のいずれか、または、これらの全てが含まれない撮像画像からは、手のひら全体ではなく手のひらの部分しか取り出せないため、手のひらの方向を算出する際の精度が低下するという問題がある。手のひらの方向を算出する際の精度が低下すると、後段の各種処理で不都合が生じる。

【0007】

本願の開示技術は、上記に鑑みてなされたものであって、例えば、生体部分の撮像画像から生体部分の方向を算出する際の精度低下を抑制する画像処理装置、画像処理方法および画像処理プログラ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】

【0008】

開示技術の一例では、画像処理装置は、判定部、推定部、角度算出画像作成部、角度算出部を備える。判定部は、生体部分の全体または一部が含まれて撮像された撮像画像から、生体部分の全体または一部のいずれであるかを判定する。推定部は、判定部により撮像画像に生体部分の一部が含まれると判定された場合に、生体部分の一部が、生体部分の全体のうちのいずれの部分であるかを推定する。角度算出画像作成部は、推定部により生体部分の一部が生体部分の全体のうちのいずれの部分であるかが推定された撮像画像から、生体部分の角度を特徴付ける情報を強調した角度算出画像を作成する。角度算出部は、角度算出画像作成部により作成された角度算出画像における角度を特徴付ける情報からベクトルを生成し、生成したベクトルをもとに、所定の基準方向に対する生体部分の角度を算出する。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

開示技術の一例によれば、生体部分の撮像画像から生体部分の方向を算出する際の精度低下を抑制する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 図 1 は、実施例 1 にかかる生体認証装置の外観の一例を示す斜視図である。

【 図 2 】 図 2 は、実施例 1 にかかる生体認証装置の一例を示す I - I 断面図である。

【 図 3 】 図 3 は、実施例 1 にかかる生体認証装置が有する基板の一例を示す平面図である。

【 図 4 】 図 4 は、実施例 1 にかかる生体認証装置の一例を示す機能ブロック図である。 10

【 図 5 】 図 5 は、実施例 1 にかかる生体認証装置の正規化部の詳細の一例を示す機能ブロック図である。

【 図 6 】 図 6 は、実施例 1 にかかる正規化処理の一例を示すフローチャートである。

【 図 7 】 図 7 は、従来技術における角度算出処理の成功例を示す図である。

【 図 8 】 図 8 は、従来技術において誤った角度が算出される例を示す図である。

【 図 9 】 図 9 は、従来技術において角度算出が失敗する例を示す図である。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、左右手判定結果の一例を示す図である。

【 図 1 1 】 図 1 1 は、実施例 1 における手のひら部分の推定結果の一例を示す図である。

【 図 1 2 】 図 1 2 は、実施例 1 における手のひら部分の推定結果の一例を示す図である。

【 図 1 3 A 】 図 1 3 A は、実施例 1 において手のひらが左右いずれの手であるか指定された場合の手のひら部分の複数の推定結果の一例を示す図である。 20

【 図 1 3 B 】 図 1 3 B は、実施例 1 において手のひらが左右いずれの手であるか指定された場合の手のひら部分の複数の推定結果の一例を示す図である。

【 図 1 3 C 】 図 1 3 C は、実施例 1 において手のひらが左右いずれの手であるか指定された場合の手のひら部分の複数の推定結果の一例を示す図である。

【 図 1 4 】 図 1 4 は、実施例 1 における手のひら部分の撮像画像に対し、ノイズ除去後、必要情報を強調した角度算出画像の一例を示す図である。

【 図 1 5 】 図 1 5 は、実施例 1 における手のひら部分の角度算出画像のエリア分割の一例を示す図である。

【 図 1 6 】 図 1 6 は、実施例 1 における手のひら部分をエリア分割した角度算出画像に対し、必要情報に基づいて、分割エリア毎の方向性を算出した方向性算出結果の一例を示す図である。 30

【 図 1 7 】 図 1 7 は、実施例 1 における手のひらモデルの一例を示す図である。

【 図 1 8 】 図 1 8 は、実施例 1 における複数の手のひら部分候補の推定結果の一例を示す図である。

【 図 1 9 】 図 1 9 は、実施例 1 における角度算出処理の成功例を示す図である。

【 図 2 0 】 図 2 0 は、実施例 2 にかかる生体認証装置の正規化部の詳細の一例を示す機能ブロック図である。

【 図 2 1 】 図 2 1 は、実施例 2 にかかる正規化処理の一例を示すフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】 40

【 0 0 1 1 】

以下に、本願の開示技術にかかる画像処理装置、画像処理方法および画像処理プログラムの実施例を図面に基づいて詳細に説明する。以下の実施例によって、本願の開示技術が限定されるものではない。以下の実施例では、生体認証において、生体の部分を手のひらとし、手のひらを生体センサにかざして取得した手のひらの画像を画像処理する画像処理装置を含む、手のひら静脈を用いる生体認証装置を例として説明する。しかし、開示技術は、これに限られず、指、瞳、顔などの生体のその他の部分を、生体センサに非接触でかざして取得した生体画像を画像処理する場合にも適用可能である。

【 0 0 1 2 】

生体認証装置は、生体部分（例えば手のひら）を予め撮像した撮像画像から抽出した手 50

のひら静脈の特徴データを「登録データ」としてデータベースに登録しておく。そして、生体認証装置は、コンピュータシステムへのログインやドアの入退出等使用の際に、生体部分を撮像し、撮像画像から抽出した手のひら静脈の特徴データを「認証データ」として、「登録データ」とを照合することで、生体を認証するものである。

【0013】

以下の実施例および変形例の説明において、既出の構成要素および処理については、同一名称または同一符号を付与し、説明を省略する。また、以下の各実施例および各変形例は、矛盾しない範囲でその一部または全部を組合せて実施できる。

【実施例1】

【0014】

(実施例1にかかる生体認証装置)

図1は、実施例1にかかる生体認証装置の外観の一例を示す斜視図である。図1に示すように、生体認証装置1は、筐体1a-1に撮像ユニット1bが収容され、赤外光に対して透光性を有するカバー1a-2により覆われている。生体認証装置1は、カバー1a-2の上方からかざされた手のひらを撮像する。

【0015】

図2は、実施例1にかかる生体認証装置の一例を示すI-I断面図である。図2に示すように、生体認証装置1の撮像ユニット1bは、基板2上に、撮像素子200、発光素子300、レンズユニット3、導光体4を有し、制御基板5上にマイクロコンピュータおよびメモリなどを含む処理装置100を有する。発光素子300が出射する光は、リング状の導光体4を透して照明光としてカバー1a-2から上方へ出射される。この光は、カバー1a-2の上方からかざされた手のひらを照明し、手のひらにおいて反射または吸収される。撮像素子200は、レンズユニット3のレンズを透して、カバー1a-2の上方からかざされた手のひらを撮像する。

【0016】

図3は、実施例1にかかる生体認証装置が有する基板の一例を示す平面図である。図3に示すように、基板2の中央に、撮像素子200が搭載される。基板2上で、撮像素子200の周囲の略円に沿って、レンズユニット3が配置される。また、基板2上で、レンズユニット3の周囲の略円に沿って、複数の発光素子300が配置される。なお、複数の発光素子300は、波長が異なる2種類の発光素子群に分けられるが、実施例1では区別していない。また、基板2上には、複数の発光素子300が発した光を受光する受光素子が配置されるが、図示を省略している。

【0017】

さらに、基板2の四隅には、生体認証装置1と手のひらとの距離を計測するための4つの測距用発光素子400が設けられる。図3に示すように、この4つの測距用発光素子400は、基板2の対角線上に配置され、かつ各測距用発光素子400の間隔は、最も距離の遠い対角線上に配置される。この4つの測距用発光素子400による測定距離から、生体認証装置1と対象物との距離や、対象物の傾きを検出する。なお、測距用発光素子400の数は、4つに限られない。

【0018】

なお、図1～図3は、実施例1にかかる生体認証装置1の一例を示すに過ぎず、同様の機能を実現できる他のハードウェア形態であってもよい。

【0019】

(実施例1にかかる生体認証装置の機能構成)

図4は、実施例1にかかる生体認証装置の一例を示す機能ブロック図である。図4に示すように、生体認証装置1は、撮像部110、正規化部120、特徴抽出部140、撮像素子200、発光素子300、測距用発光素子400、撮像DB(Data Base)500、候補DB600を有する。なお、図4では、生体認証装置1の主たる構成のみを示す。

【0020】

撮像素子200は、発光素子300により照射された近赤外光が利用者の手のひらで反

10

20

30

40

50

射した近赤外光をもとに、利用者の手のひら画像を取得するための、例えばC M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサなどである。発光素子300は、利用者の手のひらに対して近赤外光を照射するための、例えばL E D (Light Emitting Diode) などである。測距用発光素子400は、生体認証装置1と生体認証装置1にかざされた手のひらとの距離を測定するために、スポット光(ビーム光)を手のひらに照射するための、例えばL E D などである。

【0021】

撮像D B 500は、撮像素子200を介して撮像部110により撮像された手のひらの撮像画像を格納する半導体記憶装置などである。候補D B 600は、正規化部120により推定された、手のひらの撮像画像が手のひらの部分のいずれの部分であるかを示す1または複数の推定結果を格納する半導体記憶装置などである。

10

【0022】

撮像部110、正規化部120、特徴抽出部140は、M P U (Micro Processing Unit) などの処理装置である。撮像部110は、撮像素子200および発光素子300を制御して、生体認証装置1の上方にかざされた生体の手のひらの撮像画像を取得する。撮像部110は、取得した手のひらの撮像画像を撮像D B 500に格納する。また、撮像部110は、測距用発光素子400から手のひらに照射されたスポット光の反射光をもとに、生体認証装置1と生体認証装置1にかざされた手のひらとの距離を算出する。

【0023】

正規化部120は、撮像部110により取得された手のひらの撮像画像に対して、背景やノイズを除去した上で、回転を補正する正規化処理を行う。正規化部120の詳細は、図5を参照して後述する。なお、回転とは、撮像部110により手のひらが撮像される際、手のひらが生体認証装置1に本来かざされるべき3次元の基準方向に対する、手のひらが生体認証装置1に実際にかざされた3次元の方向のずれであり、角度で表される。

20

【0024】

特徴抽出部140は、正規化部120により正規化処理された手のひらの撮像画像から、手のひら静脈情報を抽出する。登録部150は、特徴抽出部140により抽出された手のひら静脈情報、および、手のひら静脈情報の登録環境などの付帯情報を、データベース(不図示)に格納する。照合部160は、特徴抽出部140により抽出された手のひら静脈情報と、登録部150によりデータベースに格納された手のひら静脈情報とを照合する。

30

【0025】

(実施例1にかかる生体認証装置の正規化部の詳細)

図5は、実施例1にかかる生体認証装置の正規化部の詳細の一例を示す機能ブロック図である。図5に示すように、生体認証装置1の正規化部120は、全体判定部121、左右判定部122、左右指定部123、手全体推定部124、手のひら部分推定部125、確信度算出部126、角度算出画像作成部127、補助情報抽出部128、補助情報確信度算出部129、角度算出部1_130、確信度再算出部131、1位確定部132、手のひら取出部133、角度算出部2_134、回転部135を有する。

【0026】

なお、正規化部120は、画像処理装置の一例である。また、手のひら取出部133、角度算出部2_134、回転部135は、従来技術にかかる正規化部と同様の構成である。

40

【0027】

全体判定部121は、撮像部110により撮像された生体の手の撮像画像から背景およびノイズを除去した画像を生成し、この画像が手のひら全体画像であるか否かを判定する。手のひら全体画像は、手のひら全体が含まれている画像である。なお、手のひら部分画像は、手のひらが部分的に含まれている画像である。

【0028】

左右判定部122は、全体判定部121により判定された手のひら部分画像に含まれて

50

いる手のひらの外郭から、この手のひらが左右のいずれの手であるか判定する。例えば、左右判定部 1 2 2 は、全体判定部 1 2 1 により判定された手のひら部分画像に含まれている手のひらの親指と人差し指との間の形状から、この手のひらが、右手の手のひらまたは左手の手のひらのいずれであるかを判定する。左右判定部 1 2 2 は、例えば、手のひらの親指と人差し指との間の形状が、L 字状であれば左手の手のひらであると判定し、L 字の鏡文字状であれば右手の手のひらであると判定する。

【 0 0 2 9 】

左右指定部 1 2 3 は、左右判定部 1 2 2 により手のひら部分画像に含まれている手のひらが左右のいずれの手であるか判定不可能な場合に、ユーザ入力や生体認証装置 1 のログ情報等をもとに左右のいずれの手であるかを指定する。左右判定部 1 2 2 により手のひら部分画像に含まれている手のひらが左右のいずれの手であるか判定可能な場合とは、手のひら部分画像に含まれている手のひらの撮像面積が、少なくとも手のひら全体の例えば 60 ~ 70 [%] の場合である。また、左右判定部 1 2 2 により手のひら部分画像に含まれている手のひらが左右のいずれの手であるか判定不可能な場合とは、手のひら部分画像に含まれている手のひらの撮像面積が、手のひら全体の例えば 30 [%] 未満の場合である。

10

【 0 0 3 0 】

手全体推定部 1 2 4 は、左右指定部 1 2 3 により左右いずれかの手であると指定された手のひら部分画像から手のひら表皮画像を生成し、生成した手のひら表皮画像と手のひらモデル (図 1 7 参照) とから、手のひら部分画像が手のひら全体のいずれの部分であるかを推定する (図 1 1 参照) 。

20

【 0 0 3 1 】

なお、手のひらモデルは、手のひらのモデル画像の解析結果に基づく、手のひら部分画像が手のひら全体のいずれの部分であるかを推定するための、手のひら全体のモデルを示すアルゴリズムである。手のひらモデルは、後述の主情報 (強い情報) 毎、補助情報 (弱い情報) 毎のモデルであってもよいし、主情報 (強い情報) および補助情報 (弱い情報) を両方含むモデルであってもよい。

【 0 0 3 2 】

手のひら部分推定部 1 2 5 は、手のひら部分画像から、撮像範囲外の手のひらを考慮した手のひら表皮画像を生成し、生成した手のひら表皮画像と手のひらモデルとから、1 または複数の手のひら部分候補を推定する (図 1 1 、 図 1 2 、 図 1 3 A ~ 図 1 3 C 参照) 。

手のひら部分推定部 1 2 5 は、手のひら部分画像に含まれる手のひらの撮像面積が、手のひら全体の面積に対して例えば 60 ~ 90 [%] であると判定される場合、1 つの手のひら部分を推定する (図 1 1 、 図 1 2 参照) 。

一方、手のひら部分推定部 1 2 5 は、手のひら部分画像に含まれる手のひらの撮像面積が、手のひら全体の面積に対して例えば 50 [%] 以下であると判定される場合、複数の手のひら部分候補を推定する (図 1 3 A ~ 図 1 3 C 、 図 1 7 参照) 。

手のひら部分候補は、手のひら部分画像が手のひら全体のいずれの部分であるかを示す情報を含む画像である。

30

【 0 0 3 3 】

そして、手のひら部分推定部 1 2 5 は、推定した手のひら部分候補に対して、所定のソートを行って手のひら部分候補を順序付け、順序に応じたインデックス n を付与した上で候補 DB 6 0 0 に格納する。ただし、 $n = 1, \dots, N$ (N は、推定した手のひら部分候補の総数) である。なお、手のひら部分推定部 1 2 5 は、推定した手のひら部分候補が 1 つである場合は、この 1 つの手のひら部分候補にインデックス 1 を付与した上で候補 DB 6 0 0 に格納する。

40

【 0 0 3 4 】

以下、確信度算出部 1 2 6 、角度算出画像作成部 1 2 7 、補助情報抽出部 1 2 8 、補助情報確信度算出部 1 2 9 、角度算出部 1 _ 1 3 0 、確信度再算出部 1 3 1 は、手のひら部分推定部 1 2 5 により推定された手のひら部分候補が複数 (n 個) である場合、この複数の手のひら部分候補毎に行う一連のステップ S 1 0 8 ~ ステップ S 1 1 3 (図 6 参照) の

50

処理を、全ての手のひら部分候補について完了するまで繰り返して行う。ただし、 $n = 1$ 、 \dots 、 N (N は、推定した手のひら部分候補の総数)である。

【0035】

確信度算出部126は、手のひら部分推定部125により推定された1または複数の手のひら部分候補それぞれの確信度 k_n を下記(1)式に基づき算出する。確信度 k_n は、手のひら部分候補が示す手のひら部分の確からしさを表す。下記(1)式において、 n は、後述のステップS108(図6参照)で未選択の手のひら部分候補のなかから1つの手のひら部分候補を選択する n 回目の処理に対応する。また、 n が限界値、例えば6以上の場合は下記(2)式に基づき算出する。ただし、 n が上限値、例えば10を超える場合は判定不能とし処理を中断する。

10

【0036】

(数1)

$$k_n = 50 - n \times 10 [\%] \dots (1)$$

(数2)

$$k_n = 50 - 50 / n [\%] \dots (2)$$

【0037】

なお、確信度算出部126は、左右判定部122または左右指定部123により手のひら部分画像が左右いずれの手であるかが特定されている場合には、例えば、確信度 $k_1 = 80 [\%]$ とする。また、確信度算出部126は、手のひら部分推定部125により推定された手のひら部分候補が1つである場合には、例えば、確信度 $k_1 = 50 [\%]$ とする。

20

【0038】

角度算出画像作成部127は、手のひら部分画像もしくは手のひら部分候補と手のひらモデルとから画像範囲外の手のひら部分を含んだ合成画像を生成し、合成画像において平滑化などによりノイズを除去して必要情報を強調した角度算出画像を作成する(図14参照)。必要情報とは、手のひらの表皮や可動部のシワなどの、手のひらの方向(角度)を特徴付ける表皮情報であり、強い情報(以下、「主情報」と呼ぶ)および弱い情報(以下、「補助情報」と呼ぶ)の強度情報を含む。例えば、主情報は、表皮のシワのエッジ強度が所定以上である表皮情報であり、補助情報は、表皮のシワのエッジ強度が所定未満である表皮情報である。補助情報は、生体認証装置1に対して通常の所定の高さ以上で撮像された手のひらの通常画像に含まれる表皮情報よりも、より詳細な表皮情報である。

30

【0039】

補助情報抽出部128は、角度算出画像作成部127により作成された角度算出画像から、補助情報を抽出する。補助情報確信度算出部129は、補助情報抽出部128により抽出された補助情報の確信度(補助情報確信度)を、所定アルゴリズムにより算出する。補助情報確信度は、補助情報に基づく、手のひら部分候補が示す手のひら部分の確からしさを表す。

【0040】

角度算出部1_130は、角度算出画像作成部127により作成された角度算出画像を複数のエリア(分割領域)へ分割し、各エリアから主情報および補助情報のエッジを抽出する。エリアは、例えば $m \times n$ (m 、 n は、2以上の正整数)のグリッドである。ただし、グリッドに限られず、メッシュ、ヘックスなどであってもよい。そして、角度算出部1_130は、抽出したエリア毎の主情報および補助情報のエッジをベクトル化する(図15、図16参照)。エッジのベクトル化では、例えば、エッジの方向をベクトルの方向とするベクトルを生成する。そして、角度算出部1_130は、主情報のエッジのベクトルと、所定モデルに含まれるベクトルとの内積をエリア毎に演算するとともに、補助情報のエッジのベクトルと、所定モデルに含まれるベクトルとの内積をエリア毎に演算する。

40

【0041】

なお、所定モデルとは、モデルとなる手のひら全体の表皮情報のエッジをベクトル化した、予め用意されたモデルである。以下、各エリアの主情報のエッジのベクトルと、所定

50

モデルに含まれるベクトルとの内積を、「主内積」と呼ぶ。また、各エリアの補助情報のエッジのベクトルと、所定モデルに含まれるベクトルとの内積を「補助内積」と呼ぶ。

【 0 0 4 2 】

すなわち、角度算出部 1_1 3 0 は、角度算出画像をあてはめる所定モデルの部分領域を選択し、部分領域毎に、主内積をエリア単位で演算するとともに、補助内積をエリア単位で演算する。そして、角度算出部 1_1 3 0 は、全てのエリアの主内積および補助内積がともに所定誤差内の略同一値となる所定モデルの部分領域を角度算出画像が示す手のひら部分とし、その際の各エリアの主情報のベクトルを各エリアにおける主ベクトルとし、補助情報のベクトルを各エリアにおける補助ベクトルとする。なお、“全てのエリアの内積が所定誤差内の略同一値となる”とは、ベクトルの方向が所定範囲内で概ね揃うことをいう。

10

【 0 0 4 3 】

一方、角度算出部 1_1 3 0 は、主内積または補助内積が所定誤差内の略同一値とならないエリアがある場合、角度算出画像からノイズ除去処理により、ノイズとなる補助情報のエッジを除去した上で補助情報のエッジを再度ベクトル化する。そして、角度算出部 1_1 3 0 は、角度算出画像をあてはめる所定モデルの部分領域を再選択し、主内積および補助内積それぞれをエリア単位で再演算し、各エリアにおける主ベクトルおよび補助ベクトルを再算出する。

【 0 0 4 4 】

角度算出部 1_1 3 0 は、上述の処理を、全てのエリアについて主内積および補助内積がともに所定誤差内の略同一値となる所定モデルの部分領域が選択されるまで繰り返す。そして、角度算出部 1_1 3 0 は、全てのエリアについて主内積および補助内積がともに所定誤差内の略同一値となった際の主内積から手のひら部分候補の角度を推定するとともに、補助内積をもとに手のひら部分候補の推定角度を補正する。例えば、全てのエリアについて主内積および補助内積がともに所定誤差内の略同一値となった際の各エリアにおける主ベクトルを足し合わせたベクトルの方向が、手のひら部分候補の推定角度である。また、例えば、各エリアにおける補助ベクトルを足し合わせたベクトルの方向が、手のひら部分候補に基づく推定角度を補正するための補正情報である。

20

【 0 0 4 5 】

確信度再算出部 1 3 1 は、確信度算出部 1 2 6 により算出された確信度 k_n と、補助情報確信度算出部 1 2 9 により算出された補助情報確信度 とから、手のひら部分推定部 1 2 5 により推定された複数の手のひら部分候補それぞれの修正確信度 k_n' を下記 (3) 式に基づき算出する。修正確信度 k_n' は、確信度 k_n と補助情報確信度 とに基づき、手のひら部分候補が示す手のひら部分の確からしさを表す。下記 (3) 式において、 n は、後述のステップ S 1 0 8 (図 6 参照) で未選択の手のひら部分候補のなかから 1 つの手のひら部分候補を選択する n 回目の処理に対応する。

30

【 0 0 4 6 】

(数 3)

$$k_n' = k_n \times \dots (3)$$

【 0 0 4 7 】

以上、確信度算出部 1 2 6、角度算出画像作成部 1 2 7、補助情報抽出部 1 2 8、補助情報確信度算出部 1 2 9、角度算出部 1_1 3 0、確信度再算出部 1 3 1 により、手のひら部分推定部 1 2 5 により推定された N 個の手のひら部分候補について手のひら部分候補毎に行なわれる一連のステップ S 1 0 8 ~ ステップ S 1 1 3 (図 6 参照) の処理が、全ての手のひら部分候補について完了すると、1 位確定部 1 3 2 は、確信度再算出部 1 3 1 により算出された修正確信度 k_n' が最大である 1 位の手のひら部分候補を確定させる。

40

【 0 0 4 8 】

なお、1 位確定部 1 3 2 は、確信度再算出部 1 3 1 により算出された修正確信度 k_n' が最大である 1 位の手のひら部分候補を確定させることに限られず、修正確信度 k_n' が上位の所定数の手のひら部分候補を確定させるとしてもよい。

50

【0049】

手のひら取出部133は、全体判定部121により判定された手のひら全体画像から背景やノイズを除去して手のひらを切り出す。角度算出部2_134は、手のひら取出部133により切り出された手のひらにおける手のひらの向きや傾きを算出する。手のひら取出部133および角度算出部2_134は、既存技術に基づいて処理を行う。

【0050】

回転部135は、1位確定部132により1位の手のひら部分候補が確定された手のひら部分画像を、1位の手のひら部分候補に基づく推定角度および補正情報に応じて回転させることにより、手のひら静脈画像を作成するための元画像を生成する。また、回転部135は、角度算出部2_134により手のひらの向きや傾きが算出された手のひら画像を、その手のひらの向きや傾きに応じて回転させることにより、手のひら静脈画像を作成するための元画像を生成する。

10

【0051】

なお、回転部135は、手のひら全体画像および手のひら部分画像の推定角度、補正情報、修正確信度の少なくともいずれかを、手のひら静脈画像を作成するための元画像とともに出力してもよい。

【0052】

(実施例1にかかる正規化処理)

図6は、実施例1にかかる正規化処理の一例を示すフローチャートである。実施例1にかかる正規化処理は、撮像部110により生体の手のひらが撮像され、正規化部120へ入力される都度、正規化部120により実行される。図6に示すように、まず、ステップS101では、全体判定部121は、撮像部110により撮像された生体の手のひら画像の入力を受け付ける。

20

【0053】

次に、ステップS102では、全体判定部121は、ステップS101で入力を受け付けた手のひら画像について、全体判定処理を行う。具体的には、全体判定部121は、ステップS101で入力を受け付けた手のひら画像に手のひら全体が含まれているか否かを判定する。

【0054】

全体判定部121は、ステップS101で入力を受け付けた手のひら画像に手のひら全体が含まれている場合(ステップS103 Yes)、ステップS123へ処理を移す。以下、手のひら全体が含まれている手のひら画像を、手のひら全体画像と呼ぶ。一方、全体判定部121は、ステップS101で入力を受け付けた手のひら画像に手のひらが部分的に含まれている場合(ステップS103 No)、ステップS104へ処理を移す。以下、手のひらが部分的に含まれている手のひら画像を、手のひら部分画像と呼ぶ。

30

【0055】

ステップS104では、左右判定部122は、ステップS103で全体判定部121により判定された手のひら部分画像に含まれている手のひらが左手であるかを判定する。左右判定部122は、手のひら部分画像に含まれている手のひらが左手であると判定した場合(ステップS104 Yes)、ステップS116へ処理を移す。一方、左右判定部122は、手のひら部分画像に含まれている手のひらが左手であると判定できなかった場合(ステップS104 No)、ステップS105へ処理を移す。

40

【0056】

ステップS105では、左右判定部122は、ステップS103で全体判定部121により判定された手のひら部分画像に含まれている手のひらが右手であるかを判定する。左右判定部122は、手のひら部分画像に含まれている手のひらが右手であると判定した場合(ステップS105 Yes)、ステップS117へ処理を移す。一方、左右判定部122は、手のひら部分画像に含まれている手のひらが右手であると判定できなかった場合(ステップS105 No)、ステップS106へ処理を移す。

【0057】

50

ステップS106では、手のひら部分推定部125は、左右判定部122により左右のいずれの手であるかが判定できなかった手のひら部分画像に含まれている手のひらが、手のひら全体のいずれの部分であるかを示す、1または複数の手のひら部分候補を推定する。ステップS107では、手のひら部分推定部125は、ステップS106で推定した手のひら部分候補が複数か否かを判定する。手のひら部分推定部125は、ステップS106で推定した手のひら部分候補が複数である場合(ステップS107 Yes)、ステップS108へ処理を移す。一方、手のひら部分推定部125は、ステップS106で推定した手のひら部分候補が1つである場合(ステップS107 No)、ステップS119へ処理を移す。

【0058】

10

次に、確信度算出部126、角度算出画像作成部127、補助情報抽出部128、補助情報確信度算出部129、角度算出部1_130、確信度再算出部131は、ステップS106で手のひら部分推定部125により推定された複数の手のひら部分候補全てについて、手のひら部分候補毎に、ステップS108~ステップS113の処理を行う。

【0059】

ステップS108では、確信度算出部126は、手のひら部分推定部125により推定された複数の手のひら部分候補のなかから未選択の手のひら部分候補を1つ選択し、上記(1)式において $n = 1$ とおき、選択した手のひら部分候補の確信度 k_1 を算出する。次に、ステップS109では、角度算出画像作成部127は、ステップS108で選択された手のひら部分候補をもとに角度算出画像を作成する。

20

【0060】

次に、ステップS110では、補助情報抽出部128は、ステップS109で角度算出画像作成部127により作成された角度算出画像から補助情報を抽出する。次に、ステップS111では、補助情報確信度算出部129は、ステップS110で補助情報抽出部128により抽出された補助情報の確信度(補助情報確信度)を算出する。

【0061】

次に、ステップS112では、角度算出部1_130は、ステップS109で角度算出画像作成部127により作成された角度算出画像から抽出してベクトル化した主情報および補助情報のエッジをもとに、この角度算出画像の角度を算出する。次に、ステップS113では、確信度再算出部131は、ステップS108で確信度算出部126により算出された確信度 k_1 と、ステップS111で補助情報確信度算出部129により算出された補助情報確信度とから、ステップS108で選択した手のひら部分候補の修正確信度 k_1' を上記(3)式に基づき算出する。

30

【0062】

次に、ステップS108へ戻り、確信度算出部126は、手のひら部分推定部125により推定された複数の手のひら部分候補のなかから未選択の手のひら部分候補を1つ選択し、上記(1)式において $n = 2$ とおき、選択した手のひら部分候補の確信度 k_2 を算出する。以下、角度算出画像作成部127、補助情報抽出部128、補助情報確信度算出部129、角度算出部1_130、確信度再算出部131は、ステップS109~ステップS113の処理を、ステップS108で選択した手のひら部分候補について行う。

40

【0063】

そして、確信度算出部126、角度算出画像作成部127、補助情報抽出部128、補助情報確信度算出部129、角度算出部1_130、確信度再算出部131は、手のひら部分推定部125により推定された複数の手のひら部分候補のうちのステップS108で未選択の手のひら部分候補全てについて、 $n = 3$ 、 \dots 、 N とし、ステップS108~ステップS113の処理を行う。正規化部120は、ステップS108で最後に選択された手のひら部分候補についてステップS113の処理が終了すると、ステップS114へ処理を移す。

【0064】

ステップS114では、1位確定部132は、ステップS106で推定された N 個の手

50

のひら部分候補のうち、確信度再算出部 1 3 1 により算出された修正確信度 k_n' ($n = 1, \dots, N$) が最大である 1 位の手のひら部分候補を確定させる。次に、ステップ S 1 1 5 では、回転部 1 3 5 は、ステップ S 1 1 4 で 1 位確定部 1 3 2 により確定された手のひら部分候補、または、ステップ S 1 2 2 もしくはステップ S 1 2 4 で角度算出処理された手のひら画像を、その推定角度に応じて回転させ、角度を補正することにより、手のひら静脈画像を作成するための元画像を生成する。ステップ S 1 1 5 が終了すると、正規化部 1 2 0 は、実施例 1 にかかる正規化処理を終了する。

【 0 0 6 5 】

他方、ステップ S 1 1 6 では、手全体推定部 1 2 4 は、ステップ S 1 0 4 で左右指定部 1 2 3 により左手であると判定された手のひら部分画像から手のひら表皮画像を生成し、生成した手のひら表皮画像と手のひらモデルとを比較して、手のひら部分画像が左手のひら全体のいずれの部分であるかを推定する。ステップ S 1 1 6 が終了すると、正規化部 1 2 0 は、ステップ S 1 1 8 へ処理を移す。

10

【 0 0 6 6 】

また、ステップ S 1 1 7 では、手全体推定部 1 2 4 は、ステップ S 1 0 5 で左右指定部 1 2 3 により右手であると判定された手のひら部分画像から手のひら表皮画像を生成し、生成した手のひら表皮画像と手のひらモデルとから、手のひら部分画像が右手のひら全体のいずれの部分であるかを推定する。ステップ S 1 1 7 が終了すると、正規化部 1 2 0 は、ステップ S 1 1 8 へ処理を移す。

【 0 0 6 7 】

20

ステップ S 1 1 8 では、確信度算出部 1 2 6 は、ステップ S 1 1 6 またはステップ S 1 1 7 で左右の手のひら全体のいずれの部分であるかが推定された手のひら部分画像の確信度を、例えば 8 0 [%] とする。ステップ S 1 1 8 が終了すると、正規化部 1 2 0 は、ステップ S 1 2 0 へ処理を移す。

【 0 0 6 8 】

また、ステップ S 1 1 9 では、確信度算出部 1 2 6 は、ステップ S 1 0 7 で推定された唯一の手のひら部分候補の確信度を、例えば 5 0 [%] とする。ステップ S 1 1 9 が終了すると、正規化部 1 2 0 は、ステップ S 1 2 0 へ処理を移す。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 1 2 0 では、角度算出画像作成部 1 2 7 は、ステップ S 1 1 8 またはステップ S 1 1 9 で確信度が設定された手のひら部分画像または手のひら部分候補をもとに角度算出画像を作成する。次に、ステップ S 1 2 1 では、補助情報抽出部 1 2 8 は、ステップ S 1 2 0 で角度算出画像作成部 1 2 7 により作成された角度算出画像から補助情報を抽出する。次に、ステップ S 1 2 2 では、角度算出部 1_1 3 0 は、ステップ S 1 2 0 で角度算出画像作成部 1 2 7 により作成された角度算出画像から抽出してベクトル化した主情報および補助情報のエッジをもとに、この角度算出画像の角度を算出する。ステップ S 1 2 2 が終了すると、正規化部 1 2 0 は、ステップ S 1 1 5 へ処理を移す。

30

【 0 0 7 0 】

また、他方で、ステップ S 1 2 3 では、手のひら取出部 1 3 3 は、ステップ S 1 0 3 で判定された手のひら全体画像から、背景やノイズを除去する手のひら取出処理を行う。次に、ステップ S 1 2 4 では、角度算出部 2_1 3 4 は、ステップ S 1 2 4 で手のひら取出部 1 3 3 により手のひら取出処理された手のひら全体画像をもとに、手のひらの角度や傾きを算出する。ステップ S 1 2 4 が終了すると、正規化部 1 2 0 は、ステップ S 1 1 5 へ処理を移す。

40

【 0 0 7 1 】

なお、ステップ S 1 1 9 における確信度 = 5 0 [%] が、ステップ S 1 1 8 における確信度 = 8 0 [%] よりも低い確信度であるのは、ステップ S 1 1 9 の手のひら部分候補が、ステップ S 1 1 8 の手のひら部分画像と比較して、左右いずれの手であるかが確定されていないためである。また、ステップ S 1 0 8 での確信度 k_n が、ステップ S 1 1 9 での確信度 = 5 0 [%] よりも低い確信度であるのは、手のひら部分候補が、1 つではなく複

50

数存在するためである。

【 0 0 7 2 】

(従来技術における角度算出処理の成功例)

図7は、従来技術における角度算出処理の成功例を示す図である。全体判定部121は、図7の(a-1)が左手の手のひら全体画像であると判定できる。手のひら取出部133は、図7の(a-1)の左手の手のひら全体画像から、図7の(a-2)の囲み破線で示すように、手のひらを切り出す。そして、角度算出部2_134は、図7の(a-3)の矢印で示すように、手のひら取出部133により切り出された左手の手のひらの向き(角度)を算出する。同様に、全体判定部121は、図7の(b-1)が右手の手のひら全体画像であると判定できる。手のひら取出部133は、図7の(b-1)の右手の手のひら全体画像から、図7の(b-2)の囲み破線で示すように、右手の手のひらを切り出す。そして、角度算出部2_134は、図7の(b-3)の実線矢印で示すように、手のひら取出部133により切り出された右手の手のひらの向き(角度)を算出する。このように、従来技術は、手のひら全体画像から手のひらを切り出す場合には、手のひらの角度を正しく算出することができる。

10

【 0 0 7 3 】

(従来技術において誤った角度が算出される例)

図8は、従来技術において誤った角度が算出される例を示す図である。手のひら取出部133は、図8の(a-1)に示す右手の手のひら部分画像からは、図8の(a-2)の囲み破線で示すように、部分的な右手の手のひらを切り出すことしかできない。しかし、角度算出部2_134は、切り出された右手の手のひらが部分的であることを認識しないまま、図8の(b-3)の実線矢印で示すように、左手の手のひらの向き(角度)を算出する。このため、図8の(a-3)の実線矢印は、破線矢印で示す左手の手のひらの正しい向き(角度)と乖離している。

20

【 0 0 7 4 】

同様に、手のひら取出部133は、図8の(b-1)に示す右手の手のひら部分画像からは、図8の(b-2)の囲み破線で示すように、部分的な右手の手のひらを切り出すことしかできない。しかし、角度算出部2_134は、切り出された右手の手のひらが部分的であることを認識しないまま、図8の(b-3)の実線矢印で示すように、右手の手のひらの向き(角度)を算出する。このため、図8の(b-3)の実線矢印は、破線矢印で示す右手の手のひらの正しい向き(角度)と乖離している。このように、従来技術は、手のひら部分画像から手のひらを切り出す場合には、手のひらの角度を正しく算出することができない。

30

【 0 0 7 5 】

(従来技術において角度算出が失敗する例)

図9は、従来技術において角度算出が失敗する例を示す図である。図9の(a)~(d)に示す例は、手のひら部分画像に含まれる手のひらの撮像面積が、手のひら全体の面積に対して例えば50[%]未満である。また、図9の(a)~(c)に示す手のひら部分画像には、いずれかの指と指との間であると推定できる部分が存在するが、図9の(c)では、その部分が手のひら部分画像の左右いずれかではなく、中央に位置していることから、手のひら部分画像が左右いずれの手であるかを判定することができない。

40

【 0 0 7 6 】

また、図9の(d)に示す手のひら部分画像には、いずれかの指と指との間であると推定できる部分が存在しないことから、手のひら部分画像が左右いずれの手であるかを判定することができない。このため、手のひら取出部133は、図9の(a)~(d)に示す手のひら部分画像に含まれる手のひらが、左右のいずれの手のひら全体におけるいずれの部分に該当するかが不明であり、手のひら部分画像から手のひらを抽出できない。よって、図9の(a)~(d)に示す例では、手のひらの角度の算出自体を行うことができない。

【 0 0 7 7 】

50

(左右手判定)

図10は、左右手判定結果の一例を示す図である。図10の(a)に示す例は、手のひら部分画像のなかの右手の親指と人差し指とがなすL字状の部分(図10の(a)中の実線矢印部分)が手のひら部分画像の右方に位置するため、左右手判定により、手のひら部分画像が右手の撮像画像であると判定できる。また、図10の(b)に示す例は、手のひら部分画像のなかの左手の親指と人差し指とがなすL字の鏡文字状の部分(図10の(b)中の実線矢印部分)が手のひら部分画像の左方に位置するため、左右手判定により、手のひら部分画像が左手の撮像画像であると判定できる。

【0078】

また、図10の(c)に示す例は、手のひら部分画像のなかの左手の親指と人差し指とがなすL字状の部分(図10の(c)中の実線矢印部分)手のひら部分画像の左方に位置するため、左右手判定により、手のひら部分画像が左手の撮像画像であると判定できる。また、図10の(d)に示す例は、手のひら部分画像のなかの右手の親指と人差し指とがなすL字状の部分(図10の(d)中の実線矢印部分)が手のひら部分画像の右方に位置するため、左右手判定により、手のひら部分画像が右手の撮像画像であると判定できる。

【0079】

しかし、図10の(e)に示す例は、手のひら部分画像のなかに、手の親指と人差し指とがなすL字状またはL字の鏡文字状の部分が含まれるものの、その部分が、想定される箇所に位置しないため、左右手判定による手のひら部分画像が左右いずれの手の撮像画像であるかが判定できない。また、図10の(f)に示す例は、手のひら部分画像のなかに、手の親指と人差し指とがなすL字状またはL字の鏡文字状の部分が含まれないため、左右手判定が行えず、手のひら部分画像が左右いずれの手の撮像画像であるかが判定できない。

【0080】

(実施例1における手のひら部分の推定結果)

図11および図12は、実施例1における手のひら部分の推定結果の一例を示す図である。図11は、手のひら部分推定部125が、手のひら部分画像に含まれる手のひらの撮像面積が、手のひら全体の面積に対して例えば60~90[%]である場合に、1つだけ推定する手のひら部分の推定結果を示す。例えば、図11の(a)は、手のひら部分推定部125が、図8の(a-1)に示す手のひら部分画像を入力として、手のひら部分画像が手のひら全体のいずれの部分であるかを示す手のひら全体の外郭(図11の(a)中の破線部分)を推定した結果である。また、例えば、図11の(b)は、手のひら部分推定部125が、図8の(b-1)に示す手のひら部分画像を入力として、手のひら部分画像が手のひら全体のいずれの部分であるかを示す手のひら全体の外郭(図11の(b)中の破線部分)を推定した結果である。

【0081】

図12は、手のひら部分推定部125が、手のひら部分画像に含まれる手のひらの撮像面積が、手のひら全体の面積に対して例えば50[%]以下である場合に推定する、複数の手のひら部分を示す。例えば、図12の(a-1)および(a-2)は、手のひら部分推定部125が、図9の(a)に示す手のひら部分画像を入力として、手のひら部分画像が手のひら全体のいずれの部分であるかを示す手のひら全体の外郭(図12の(a-1)および(a-2)中の破線部分)を2通り推定した結果である。また、例えば、図12の(b-1)および(b-2)は、手のひら部分推定部125が、図9の(b)に示す手のひら部分画像を入力として、手のひら部分画像が手のひら全体のいずれの部分であるかを示す手のひら全体の外郭(図12の(b-1)および(b-2)中の破線部分)を2通り推定した結果である。

【0082】

図13A~図13Cは、実施例1において手のひらが左右いずれの手であるか指定された場合の手のひら部分の複数の推定結果の一例を示す図である。例えば、図13Aの(a-1)は、図9の(c)に示す手のひら部分画像に対し、左右指定部123により“右手

10

20

30

40

50

”の指定がされた場合に、手全体推定部124が、手のひら全体における手のひら部分画像の部分を推定した結果である。また、例えば、図13Aの(a-1)は、図9の(c)に示す手のひら部分画像に対し、左右指定部123により“右手”の指定がされた場合に、手のひら部分推定部125が、手のひら部分画像を入力として、手のひら部分画像が手のひら全体のいずれの部分であることを示す手のひら全体の外郭(図13Aの(a-2)中の破線部分)を推定した結果である。

【0083】

また、例えば、図13Bの(b-1-1)および図13Cの(b-2-1)は、図9の(d)に示す手のひら部分画像に対し、左右指定部123により“右手”の指定がされた場合に、手全体推定部124が、手のひら全体における手のひら部分画像の部分を2通り推定した結果である。また、例えば、図13Bの(b-1-2)および図13Cの(b-2-2)は、図9の(d)に示す手のひら部分画像に対し、左右指定部123により“右手”の指定がされた場合に、手のひら部分推定部125が、手のひら部分画像を入力として、手のひら部分画像が手のひら全体のいずれの部分であることを示す手のひら全体の外郭(図13Bの(b-1-2)中の破線部分)を2通り推定した結果のうちの1つである。

【0084】

(実施例における手のひら部分の撮像画像に基づく角度算出画像)

図14は、実施例1における手のひら部分の撮像画像に対し、ノイズ除去後、必要情報を強調した角度算出画像の一例を示す図である。例えば、図14は、角度算出画像作成部127が、図9の(d)に示す手のひら部分画像(もしくは手のひら部分候補)と手のひらモデルとから画像範囲外の手のひら部分を含んだ合成画像を生成し、合成画像において平滑化などによりノイズを除去して必要情報を強調した角度算出画像である。

【0085】

(実施例1における手のひら部分の強調画像のエリア分割)

図15は、実施例1における手のひら部分の角度算出画像のエリア分割の一例を示す図である。例えば、図15は、角度算出部1_130が、角度算出画像作成部127により作成された角度算出画像を4×4のグリッドに分割した例を示す。

【0086】

(実施例1における手のひら部分のエリア分割画像の分割エリア毎の方向性)

図16は、実施例1における手のひら部分をエリア分割した角度算出画像に対し、必要情報に基づいて、分割エリア毎の方向性を算出した方向性算出結果の一例を示す図である。図16の(a)は、図15に示す4×4のエリアに分割した角度算出画像から、主情報のみを抽出し、エリア毎の主情報のエッジのベクトルを、分割エリア毎の主情報の方向性として算出した例を示す。図16の(b)は、図15に示す4×4のエリアに分割した角度算出画像から、補助情報のみを抽出し、エリア毎の補助情報のエッジのベクトルを、分割エリア毎の補助情報の方向性として算出した例を示す。

【0087】

(実施例1における手のひらモデル)

図17は、実施例1における手のひらモデルの一例を示す図である。図17(a)は、必要情報のうち、主情報(強い情報)に関する手のひらモデルの一例を示す。主情報(強い情報)に関する手のひらモデルは、手のひら全体の外郭と、その外郭内に含まれる主情報のエッジとを含む。図17(b)は、必要情報のうち、補助情報(弱い情報)に関する手のひらモデルの一例を示す。補助情報(弱い情報)に関する手のひらモデルは、手のひら全体の外郭と、その外郭内に含まれる補助情報のエッジとを含む。

【0088】

(実施例1における複数の手のひら部分候補の推定結果)

図18は、実施例1における複数の手のひら部分候補の推定結果の一例を示す図である。図18の(a)に例示する2つの実線矩形囲み部分が、手のひら部分画像と、主情報(強い情報)に関する手のひらモデル(図17の(a)参照)ならびに補助情報(弱い情報)に関する手のひらモデル(図17の(b)参照)とから推定された、複数の手のひら部

10

20

30

40

50

分候補である。また、図18の(b)は、推定された例えば2つの手のひら部分候補(図18の(a)参照)のうち的一方を示し、図18の(c)は、推定された例えば2つの手のひら部分候補のうち他方を示す。このように、実施例では、1つの手のひら部分画像から、この手のひら部分画像の複数の手のひら部分候補が推定される。

【0089】

(実施例1における角度算出処理の成功例)

図19は、実施例1における角度算出処理の成功例を示す図である。図19の(a)は、図8の(a-3)に示す、実線矢印(算出結果)で示す手のひらの向き(角度)と、破線矢印(正解)で示す手のひらの正しい向き(角度)との乖離が生じず、算出結果と正解とが一致した場合を例示する。同様に、図19の(b)は、図8の(b-3)に示す、実線矢印(算出結果)で示す手のひらの向き(角度)と、破線矢印(正解)で示す手のひらの正しい向き(角度)との乖離が生じず、算出結果と正解とが一致した場合を例示する。

10

【0090】

このように、実施例1は、手のひら部分画像の手のひら部分候補を複数推定し、推定した複数の手のひら部分候補毎に、手のひら部分候補と手のひらモデルとを比較して、主情報から手のひら部分候補に基づく角度を算出し、算出した角度を補助情報に基づき補正する。そして、手のひらとして確からしい手のひら部分候補の角度を、手のひら部分画像の角度とする。よって、手のひら部分画像の角度算出処理結果を正しいものとし、算出角度の精度低下を抑制することができる。

【0091】

20

また、実施例1によれば、生体認証装置1に対して所定距離未満の近距離で撮影され、手のひら全体の面積に対して、例えば少なくとも60~70[%]程度が撮影されている場合には、外郭が一部しかない、または、外郭がほぼない手のひら部分画像であっても、手のひらの角度を正しく算出できる。また、実施例1によれば、生体認証装置1に対して所定距離未満の近距離で撮影され、手のひら全体の面積に対して、例えば30[%]未満が撮影されている場合には、回転が大きく左右のいずれの手のひらであるかを判定できないことがあるため、左右いずれの手であるかを予め指定することで、角度を正確に算出することができる。

【0092】

実施例1では、手のひらが部分的にしか撮像されていない場合は、手のひら全体が撮像された場合と比較して、より詳細な情報(手のひら全体が撮像された場合には脆弱な情報)を補助情報として活用し、撮像された手のひらの部分が手のひらのいずれの位置であるかを推定する。また、実施例1では、撮像された手のひらの部分の手のひらにおける位置に応じて、補助情報の抽出方法を動的に変更する。よって、実施例1によれば、補助情報の情報量および精度を向上させ、手のひらの角度をより正確に算出できることから、延いては、認証精度の向上に貢献することになる。

30

【実施例2】**【0093】**

実施例2は、1つの手のひら部分画像から複数の手のひら部分候補を推定し、推定した複数の手のひら部分候補のなかから確信度が1位である手のひら部分候補を確定し、確定した手のひら部分候補に基づく角度で手のひら部分画像を回転させて、手のひら静脈画像を作成するための元画像を生成するとした。しかし、これに限られず、実施例2では、1位の手のひら部分候補を確定せず、推定した複数の手のひら部分候補それぞれの角度で手のひら部分画像を回転させて、手のひら静脈画像を作成するための元画像を複数生成する。

40

【0094】

(実施例2にかかる生体認証装置の機能構成)

実施例2にかかる生体認証装置1Aは、実施例1にかかる生体認証装置1と比較して、正規化部120に代えて正規化部120Aを有する(図4参照)。

【0095】

50

(実施例 2 にかかる生体認証装置の正規化部の詳細)

図 20 は、実施例 2 にかかる生体認証装置の正規化部の詳細の一例を示す機能ブロック図である。実施例 2 にかかる生体認証装置 1 A の正規化部 1 2 0 A は、実施例 1 にかかる正規化部 1 2 0 と比較して、1 位確定部 1 3 2 が省略され、回転部 1 3 5 に代えて回転部 1 3 5 - 1 を有する。なお、正規化部 1 2 0 A は、画像処理装置の一例である。

【0096】

また、実施例 2 において、確信度算出部 1 2 6、角度算出画像作成部 1 2 7、補助情報抽出部 1 2 8、補助情報確信度算出部 1 2 9、角度算出部 1_1 3 0、確信度再算出部 1 3 1、回転部 1 3 5 - 1 は、手のひら部分推定部 1 2 5 により推定された手のひら部分候補が複数 (N 個) である場合、この複数の手のひら部分候補毎に行う一連の処理を、全ての手のひら部分候補について完了するまで繰り返して行う。

10

【0097】

回転部 1 3 5 - 1 は、確信度再算出部 1 3 1 により修正確信度が算出された手のひら部分候補に基づく推定角度および補正情報に応じて手のひら部分画像を回転させることにより、手のひら静脈画像を作成するための元画像を生成する。この場合、手のひら静脈画像を作成するための元画像は、手のひら部分推定部 1 2 5 により推定された複数の手のひら部分候補毎に生成されることになる。また、回転部 1 3 5 - 1 は、角度算出部 2_1 3 4 により手のひらの向きや傾きが算出された手のひら画像を、その手のひらの向きや傾きに応じて回転させることにより、手のひら静脈画像を作成するための元画像を生成する。

【0098】

20

以上、確信度算出部 1 2 6、角度算出画像作成部 1 2 7、補助情報抽出部 1 2 8、補助情報確信度算出部 1 2 9、角度算出部 1_1 3 0、確信度再算出部 1 3 1、回転部 1 3 5 - 1 により、手のひら部分推定部 1 2 5 により推定された N 個の手のひら部分候補毎に行なわれる一連の処理が、全ての手のひら部分候補について完了すると、正規化部 1 2 0 A は、回転部 1 3 5 - 1 により生成された手のひら静脈画像を作成するための元画像を出力する。

【0099】

なお、回転部 1 3 5 - 1 は、手のひら全体画像および手のひら部分画像の推定角度、補正情報、修正確信度の少なくともいずれかを、手のひら静脈画像を作成するための元画像とともに出力してもよい。

30

【0100】

(実施例 2 にかかる正規化処理)

図 21 は、実施例 2 にかかる正規化処理の一例を示すフローチャートである。実施例 2 にかかる正規化処理は、実施例 1 にかかる正規化処理と比較して、確信度再算出部 1 3 1 により修正確信度が算出される都度、手のひら部分推定部 1 2 5 により推定された複数の手のひら部分候補のうち該当の手のひら部分候補に基づく推定角度および補正情報に応じて、手のひら部分画像が回転される。

【0101】

図 21 に示すように、確信度算出部 1 2 6、角度算出画像作成部 1 2 7、補助情報抽出部 1 2 8、補助情報確信度算出部 1 2 9、角度算出部 1_1 3 0、確信度再算出部 1 3 1、回転部 1 3 5 - 1 は、手のひら部分推定部 1 2 5 により推定された N 個の手のひら部分候補について手のひら部分候補毎に行なわれる一連のステップ S 1 0 8 ~ ステップ S 1 1 5 a の処理を、全ての手のひら部分候補について行う。

40

【0102】

すなわち、回転部 1 3 5 - 1 は、ステップ S 1 1 3 で確信度再算出部 1 3 1 により修正確信度 k_n' が算出されると、ステップ S 1 0 8 で選択された手のひら部分候補に基づく推定角度および補正情報に応じて手のひら部分画像を回転させることにより、手のひら静脈画像を作成するための元画像を生成する。

【0103】

そして、確信度算出部 1 2 6、角度算出画像作成部 1 2 7、補助情報抽出部 1 2 8、補

50

助情報確信度算出部 1 2 9、角度算出部 1_1 3 0、確信度再算出部 1 3 1、確信度再算出部 1 3 1 は、手のひら部分推定部 1 2 5 により推定された複数の手のひら部分候補のうちステップ S 1 0 8 で未選択の手のひら部分候補全てについて、ステップ S 1 0 8 ~ ステップ S 1 1 3 の処理を行う。正規化部 1 2 0 A は、ステップ S 1 0 8 で最後に選択された手のひら部分候補についてステップ S 1 1 5 a の処理が終了すると、実施例 2 にかかる正規化処理を終了する。

【 0 1 0 4 】

他方、ステップ S 1 1 5 b では、回転部 1 3 5 - 1 は、ステップ S 1 2 2 もしくはステップ S 1 2 4 で角度算出処理された手のひら画像を、その推定角度に応じて回転させ、角度を補正することにより、手のひら静脈画像を作成するための元画像を生成する。ステップ S 1 1 5 b が終了すると、正規化部 1 2 0 A は、実施例 2 にかかる正規化処理を終了する。

10

【 0 1 0 5 】

上述の実施例で示した各装置または機器の構成要素は機能概念的なものであり、必ずしも物理的に図示のように構成されていることを要しない。すなわち、各装置の分散または統合の具体的状態は図示のものに限られず、その全部または一部を、処理負荷や処理効率性などに応じて、任意の単位で機能的または物理的に、分散または統合して構成することができる。

【 0 1 0 6 】

例えば、確信度算出部 1 2 6、補助情報確信度算出部 1 2 9、確信度再算出部 1 3 1 の少なくとも 2 つは、統合されてもよい。また、角度算出部 1_1 3 0 および角度算出部 2_1 3 4 は、統合されてもよい。

20

【 0 1 0 7 】

また、生体認証装置 1、1 A の各処理部にて行なわれる各処理機能は、その全部または任意の一部が、マイクロコンピュータなどの半導体処理装置および半導体処理装置にて解析実行されるプログラムにて実現されうる。

【 0 1 0 8 】

以上の実施例で例示した各部の構成は、開示技術にかかる画像処理装置、画像処理方法および画像処理プログラムの技術範囲を逸脱しない程度に変更、追加または省略可能である。また、実施例はあくまで例示に過ぎず、発明の開示の欄に記載の態様を始めとして、当業者の知識に基づいて種々の変形、改良を施した他の態様も、開示の技術に含まれる。

30

【符号の説明】

【 0 1 0 9 】

- 1、1 A 生体認証装置
- 1 0 0 処理装置
- 1 1 0 撮像部
- 1 2 0、1 2 0 A 正規化部
- 1 2 1 全体判定部
- 1 2 2 左右判定部
- 1 2 3 左右指定部
- 1 2 4 手全体推定部
- 1 2 5 手のひら部分推定部
- 1 2 6 確信度算出部
- 1 2 7 角度算出画像作成部
- 1 2 8 補助情報抽出部
- 1 2 9 補助情報確信度算出部
- 1 3 0 角度算出部 1
- 1 3 1 確信度再算出部
- 1 3 2 1 位確定部
- 1 3 3 手のひら取出部

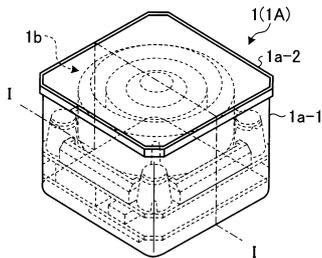
40

50

- 1 3 4 角度算出部 2
- 1 3 5、1 3 5 - 1 回転部
- 1 4 0 特徴抽出部
- 1 5 0 登録部
- 1 6 0 照合部
- 2 0 0 撮像素子
- 3 0 0 発光素子
- 4 0 0 測距用発光素子
- 5 0 0 撮像 D B
- 6 0 0 候補 D B

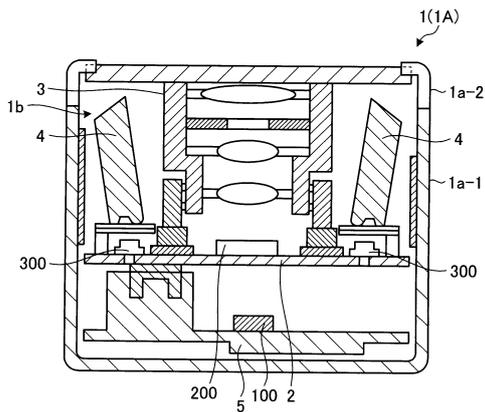
【 図 1 】

実施例1にかかる生体認証装置の外観の一例を示す斜視図



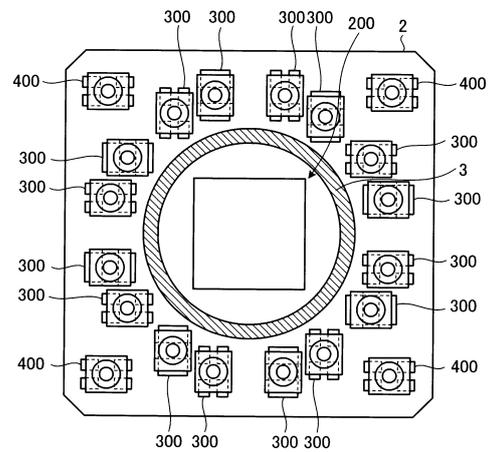
【 図 2 】

実施例1にかかる生体認証装置の一例を示すI-I断面図



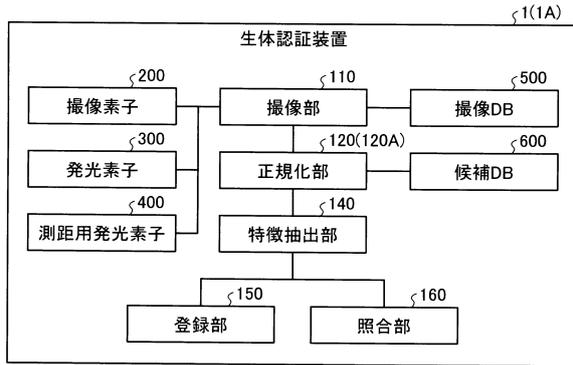
【 図 3 】

実施例1にかかる生体認証装置が有する基板の一例を示す平面図



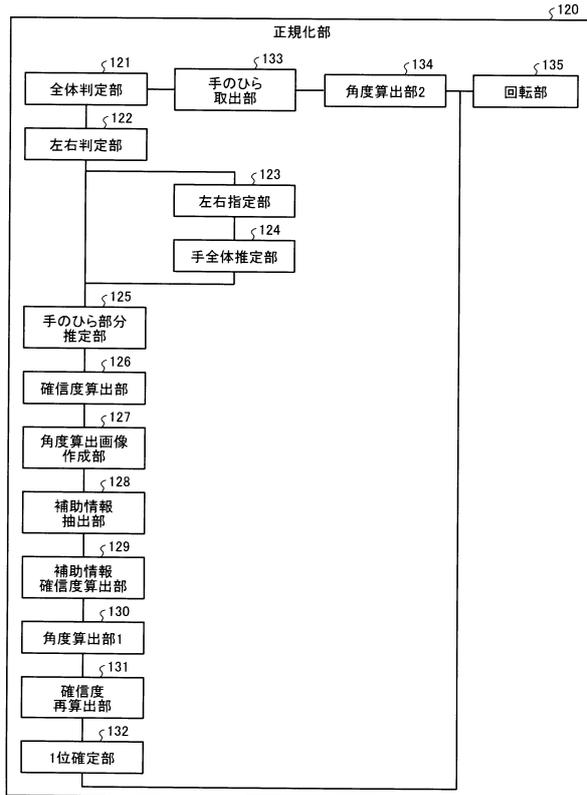
【図4】

実施例1にかかる生体認証装置の一例を示す機能ブロック図



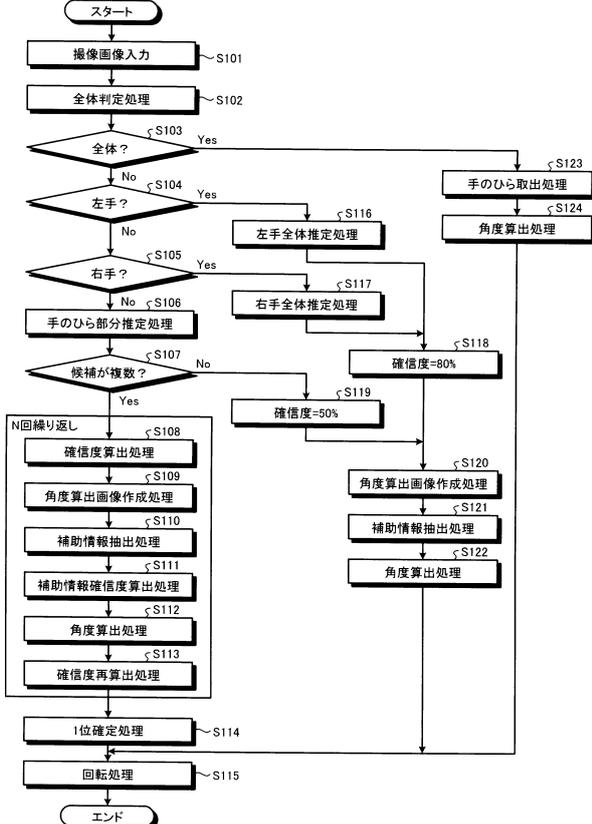
【図5】

実施例1にかかる生体認証装置の正規化部の詳細の一例を示す機能ブロック図



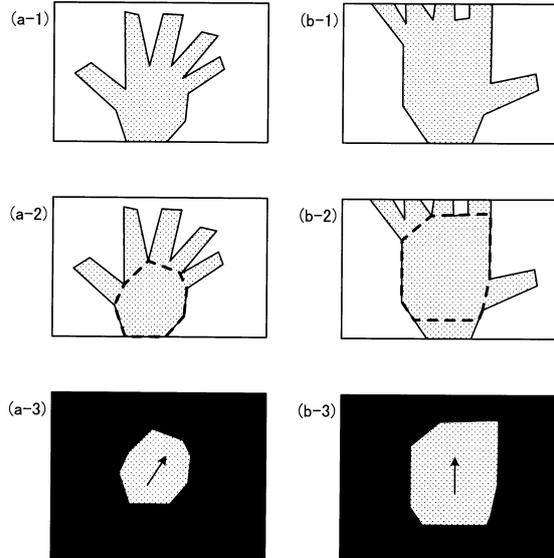
【図6】

実施例1にかかる正規化処理の一例を示すフローチャート



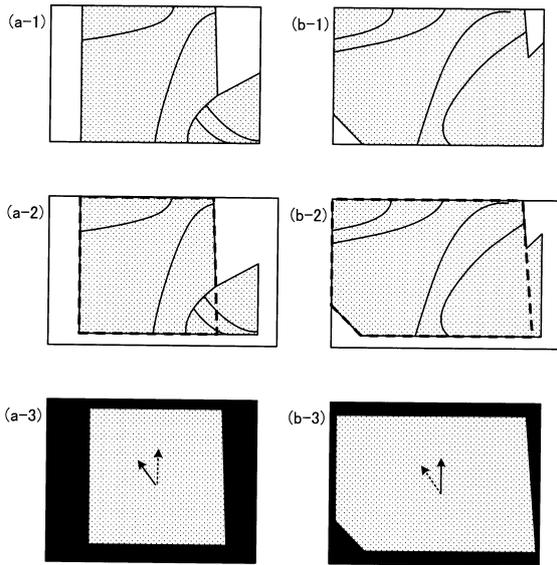
【図7】

従来技術における角度算出処理の成功例を示す図



【図8】

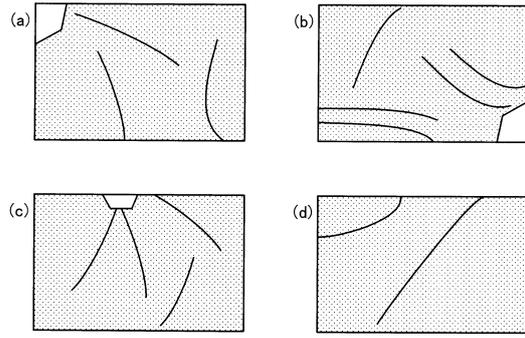
従来技術において誤った角度が算出される例を示す図



↑: 算出結果 ↑: 正解

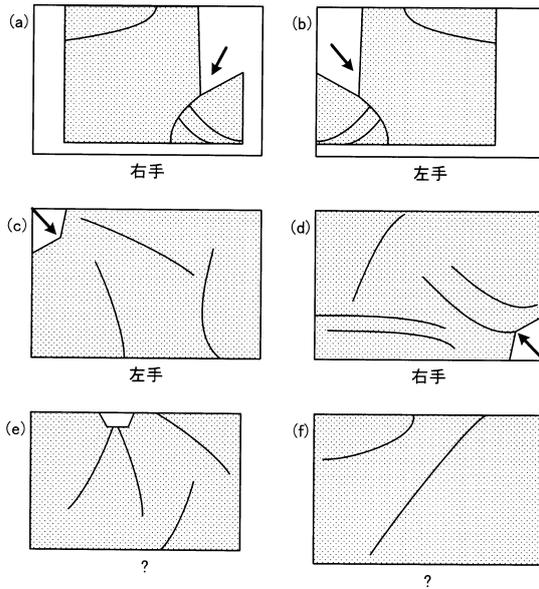
【図9】

従来技術において角度算出が失敗する例を示す図



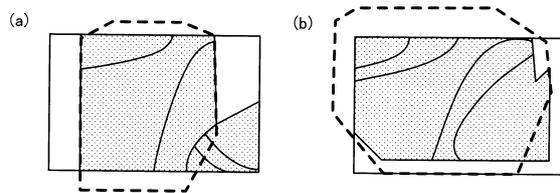
【図10】

左右手判定結果の一例を示す図



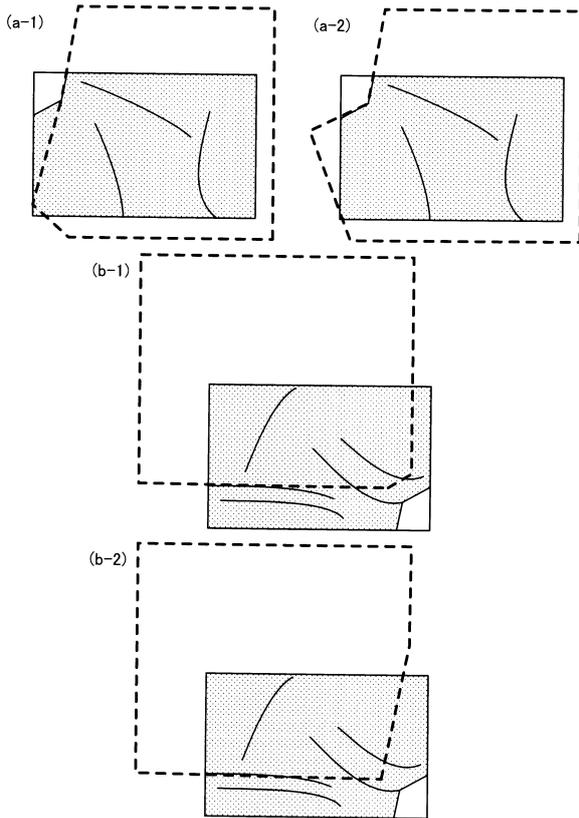
【図11】

実施例1における手のひら部分の推定結果の一例を示す図



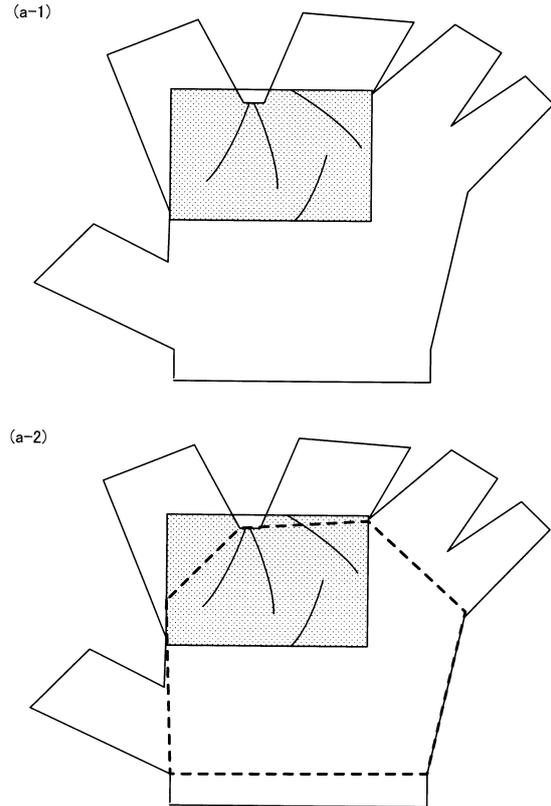
【図12】

実施例1における手のひら部分の推定結果の一例を示す図



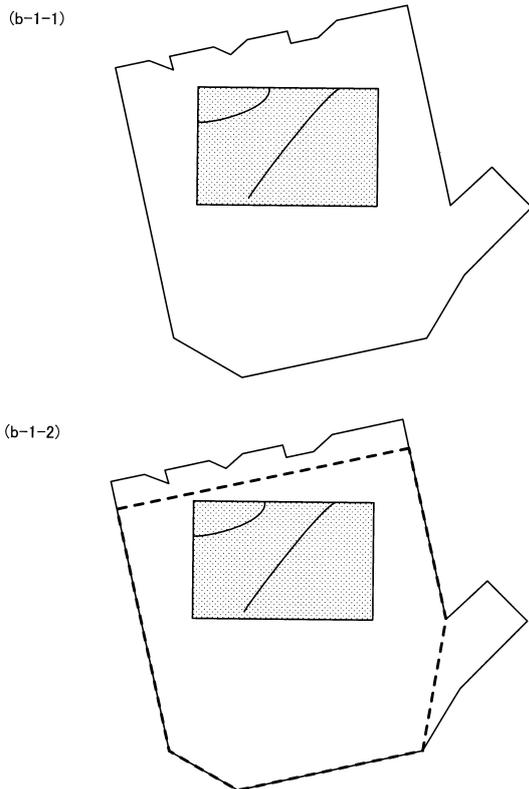
【図13A】

実施例1において手のひらが左右いずれの手であるか指定された場合の手のひら部分の複数の推定結果の一例を示す図



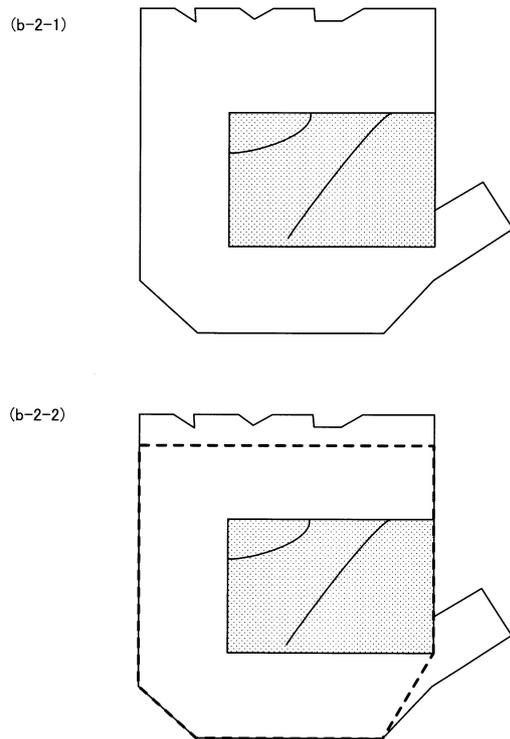
【図13B】

実施例1において手のひらが左右いずれの手であるか指定された場合の手のひら部分の複数の推定結果の一例を示す図



【図13C】

実施例1において手のひらが左右いずれの手であるか指定された場合の手のひら部分の複数の推定結果の一例を示す図



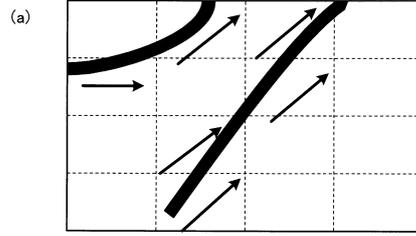
【図14】

実施例1における手のひら部分の撮像画像に対し、ノイズ除去後、必要情報を強調した角度算出画像の一例を示す図



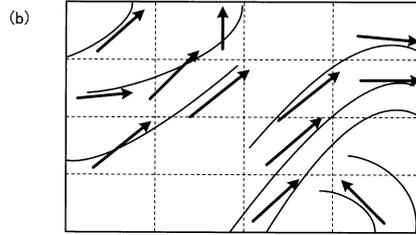
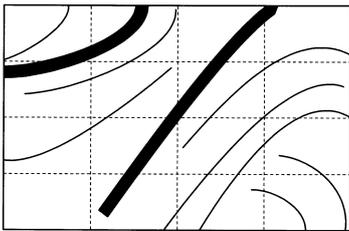
【図16】

実施例1における手のひら部分をエリア分割した角度算出画像に対し、必要情報に基づいて、分割エリア毎の方向性を算出した方向性算出結果の一例を示す図



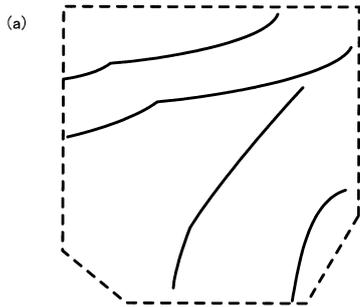
【図15】

実施例1における手のひら部分の角度算出画像の、エリア分割の一例を示す図



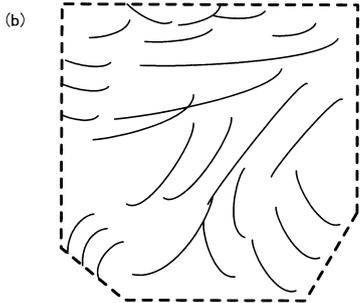
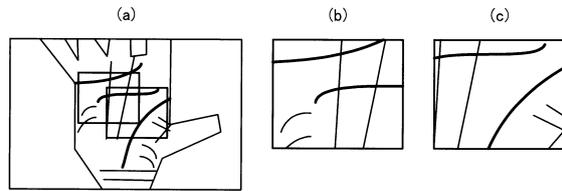
【図17】

実施例1における手のひらモデルの一例を示す図



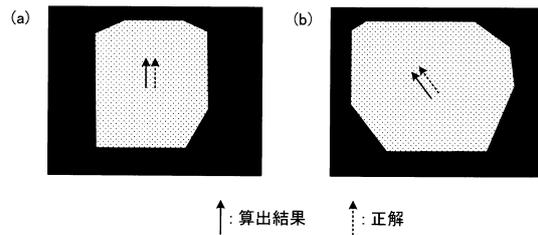
【図18】

実施例1における複数の手のひら部分候補推定結果の一例を示す図



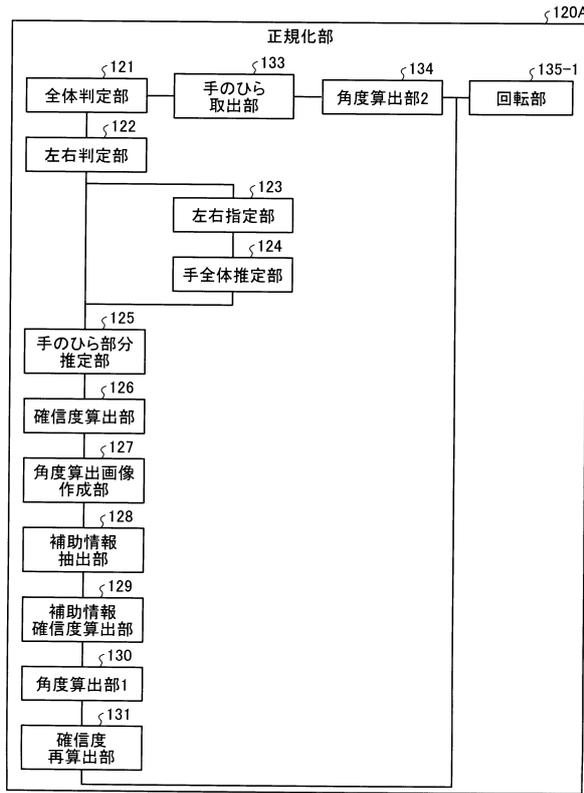
【図19】

実施例1における角度算出処理の成功例を示す図



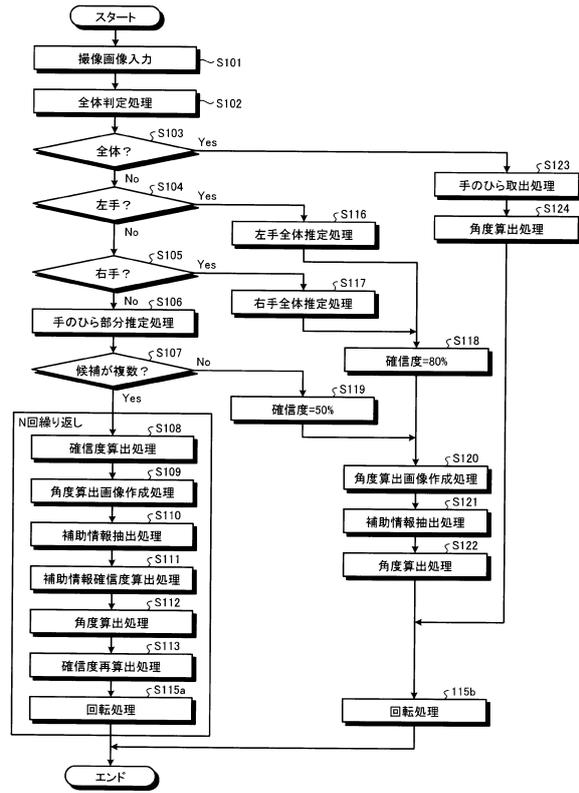
【図20】

実施例2にかかる生体認証装置の正規化部の詳細の一例を示す機能ブロック図



【図21】

実施例2にかかる正規化処理の一例を示すフローチャート



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2015-170300(JP,A)
特開2015-225354(JP,A)
特開2017-107573(JP,A)
特開2015-057724(JP,A)
特開2017-016646(JP,A)
特開2007-075305(JP,A)
佐藤 公則, 掌紋認証を装備したインテリジェントドアノブシステムの開発, 画像ラボ, 日本, 日本工業出版株式会社, 2012年12月10日, 第23巻 第12号, 26~33
Anil K. Jain et al, Latent Palprint Matching, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 米国, IEEE, 2008年10月10日, Volume: 31, Issue: 6, 1032-1047, URL, <https://ieeexplore.ieee.org/document/4641933>

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

| | |
|---------|-----------|
| G 0 6 T | 7 / 7 0 |
| A 6 1 B | 5 / 1 1 7 |
| G 0 6 T | 1 / 0 0 |