

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6838005号
(P6838005)

(45) 発行日 令和3年3月3日 (2021. 3. 3)

(24) 登録日 令和3年2月15日 (2021. 2. 15)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 T 7/00 (2017.01)
A 6 1 B 5/1172 (2016.01)

G 0 6 T 7/00 5 3 0
G 0 6 T 7/00 3 0 0 F
G 0 6 T 7/00 3 5 0 B
A 6 1 B 5/1172

請求項の数 12 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2017-566074 (P2017-566074)
(86) (22) 出願日 平成28年6月28日 (2016. 6. 28)
(65) 公表番号 特表2018-526719 (P2018-526719A)
(43) 公表日 平成30年9月13日 (2018. 9. 13)
(86) 国際出願番号 PCT/SE2016/050644
(87) 国際公開番号 W02017/007401
(87) 国際公開日 平成29年1月12日 (2017. 1. 12)
審査請求日 平成31年4月3日 (2019. 4. 3)
(31) 優先権主張番号 1550972-2
(32) 優先日 平成27年7月3日 (2015. 7. 3)
(33) 優先権主張国・地域又は機関
スウェーデン (SE)

(73) 特許権者 317002755
フィンガープリント カーズ アクティエ
ボラーグ
スウェーデン国, 4 1 1 1 9 ヨーテボ
リ, クングスガタン 2 0
(74) 代理人 100099759
弁理士 青木 篤
(74) 代理人 100123582
弁理士 三橋 真二
(74) 代理人 100114018
弁理士 南山 知広
(74) 代理人 100180806
弁理士 三浦 剛
(74) 代理人 100205969
弁理士 水室 詩乃

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 指紋に基づく認証のための装置及びコンピュータ実装方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

指紋画像を処理するコンピュータ実装方法であって、
- 指紋センサから現在の指紋画像 (1 0 1) を取得し、前記現在の指紋画像 (1 0 1) の複数の第 1 特徴ベクトル (1 0 2) を計算すること、
- ストレージから登録指紋画像 (1 0 4) の複数の第 2 特徴ベクトル (1 0 6) を取り出すこと、
- 第 1 特徴ベクトル (1 0 2) 及び第 2 特徴ベクトル (1 0 4) のセット間の類似の度合いを表す複数の類似度値 (1 0 8) を計算する類似測度 (1 0 7) を適用すること、
- 前記現在の指紋画像が登録画像から規定されたクラスに該当するかどうかを示す第 1 の信号 (1 1 4) を生成するために、複数の類似度値 (1 0 8) のうちの少なくとも一部について第 1 分類 (1 1 0) を実行すること、を有するコンピュータ実装方法において、
- 前記現在の指紋画像が生きた指の指紋クラス又は模倣指の指紋クラスに該当するかどうかを示す第 2 の信号 (1 1 5 、 1 1 6) を生成するために、複数の類似度値 (1 0 8) のうちの少なくとも一部について第 2 分類 (1 0 9) を実行すること、
- 前記第 1 の信号 (1 1 4) 及び前記第 2 の信号 (1 1 5) から認証信号 (1 1 2) を生成すること、
- 第 1 のマッチングペアのセットを形成するために、第 1 特徴ベクトル (1 0 2) 及び第 2 特徴ベクトル (1 0 6) を照合すること、

10

20

- 前記第 1 のマッチングペアのセットを、均一な幾何学的変換に合致するこれらのマッチングペアを有する第 2 のマッチングペアのセットにまで減少させること、を有し、

前記類似測度の前記複数の値の計算は、前記第 2 のマッチングペアのセットに該当する第 1 特徴ベクトル及び第 2 特徴ベクトルのペアから計算されることが制限され、

登録画像の群との現在の指紋画像の一致度を表すこれらの類似度値を、ヒストグラム表現で用意された類似度値及び前記群から選択される追加的な一又は複数の特徴を有する一つの合成特徴ベクトルから分類するために、前記第 1 分類及び前記第 2 分類の一方又は両方が実行され、前記群は、

- 前記第 2 のマッチングペアのセットにおけるマッチングペアのカウント、
 - 前記第 2 のマッチングペアのセットにおけるマッチングペアの合計、
 - 類似度値の合計、
 - 前記第 2 のマッチングペアのセットにおける類似度値の合計、
 - 類似度値の平均、
 - 前記第 2 のマッチングペアのセットにおける類似度値の平均、
 - 類似度値の標準偏差、
 - 前記第 2 のマッチングペアのセットにおける類似度値の標準偏差、
 - 前記第 1 のマッチングペアのセットにおけるペアの数に対する前記第 2 のマッチングペアのセットにおけるペアの数の比、を含む、ことを特徴とする、コンピュータ実装方法。

10

【請求項 2】

20

前記類似測度の複数の前記類似度値（108）は、第一に、第 1 特徴ベクトル及び第 2 特徴ベクトル間の類似度のベクトル表現を生成すること、及び、第二に、前記類似度の前記ベクトル表現にわたって集約された類似度値を計算すること、によって計算される、

請求項 1 に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 3】

- ヒストグラム表現の前記複数の類似度値を体系化すること、を有し、
 前記ヒストグラム表現からの前記複数の類似度値を分類するために、前記第 1 分類及び前記第 2 分類の一方又は両方が実行される、

請求項 1 又は 2 に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 4】

30

前記第 1 特徴ベクトル（102）は、前記現在の指紋画像の各位置について領域内の画像データから計算され、及び、前記第 2 特徴ベクトル（106）は、以前に登録した指紋画像の各位置について領域内の画像データから計算される、

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 5】

前記第 1 のマッチングペアのセット及び前記第 2 のマッチングペアのセットの一方又は両方から外れる前記第 1 特徴ベクトル及び第 2 特徴ベクトルは、第 1 の外れ値特徴のセットに収集され、及び、

前記第 1 分類及び前記第 2 分類の一方又は両方は、前記第 1 の信号（114）及び前記第 2 の信号（115）をそれぞれ生成する際に全部又は少なくとも一部の前記外れ値特徴を含む、

40

請求項 4 に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 6】

生きた指の指紋クラス及び模倣指の指紋クラスの一方又は両方は、生きた指からの指紋収集及び模倣指の指紋からの指紋収集から規定される、

請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 7】

前記第 2 分類は、教師ありトレーニングから前記類似測度の値を分類し、

c) 複数の生体から複数の指紋画像のセットを取得すること、及び、これらの生体の画像がマッチするペアを生成することであって、指紋画像の各ペアに対して、第 1 特徴ベク

50

トルが第 1 の指紋画像から計算され、第 2 特徴ベクトルが第 2 の指紋画像から計算される、ステップ、

d) 指紋画像の各ペアに対して、指紋画像の前記ペアにおける前記画像間の類似度を測定する前記類似測度 (106) の複数の値を計算する、ステップ、を有し、

ステップ a) は、生きた指から取得された指紋画像上で実行され、ステップ b) において、前記類似測度の前記複数の値をまとめて第 1 ラベルによってラベル化され、かつ、

ステップ a) は、模倣指から取得された指紋画像上で実行され、ステップ b) において、前記類似測度の前記複数の値をまとめて第 2 ラベルによってラベル化され、かつ、

分類器は、監視信号として前記第 1 ラベルを有する生きた指から得られた前記類似測度の前記複数の値を含む第 1 のトレーニングセット、及び、監視信号として前記第 2 ラベルを有する模倣指から得られた前記類似測度の前記複数の値を含む第 2 のトレーニングセットの一方又は両方からトレーニングされる、

請求項 1 に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 8】

複数の前記トレーニングセットにおける類似測度の前記複数の値は、ヒストグラム表現で体系化されていて、及び、前記ヒストグラム表現からの前記複数の類似度値を分類するために、前記第 1 分類と前記第 2 分類の一方又は両方が実行される、

請求項 7 に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 9】

コンピュータ上で実行すると請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載のコンピュータ実装方法を
実行するように構成されたプログラムを担持するコンピュータ可読媒体。

【請求項 10】

指紋センサ (510) に結合された処理ユニット (501) を有する装置であって

- 指紋センサから現在の指紋画像 (101) を取得するように構成された指紋取得部 (503)、

- 登録指紋画像 (104) の複数の第 2 特徴ベクトル (106) を格納するように構成されたストレージ (505)、及び、

- 処理ユニット (501) であって、

- 前記現在の指紋画像 (101) の複数の第 1 特徴ベクトル (102) を計算し、
- 第 1 特徴ベクトル (102) 及び第 2 特徴ベクトル (104) のセット間の類似
の度合いを表す複数の類似度値 (108) を計算する類似測度 (107) を適用し、

- 現在の指紋画像が登録画像から規定されたクラスに該当するかどうかを示す第 1
の信号 (114) を生成するために、複数の類似度値 (108) のうちの少なくとも一部
について第 1 分類 (110) を実行し、

- 現在の指紋画像が生きた指の指紋クラス又は模倣指の指紋クラスに該当するかどうかを示す第 2 の信号 (115、116) を生成するために、複数の類似度値 (108) のうちの少なくとも一部について第 2 分類 (109) を実行し、

- 前記第 1 の信号 (114) 及び前記第 2 の信号 (115) から認証信号 (112) を生成し、

- 第 1 のマッチングペアのセットを形成するために、第 1 特徴ベクトル (102) 及び第 2 特徴ベクトル (106) を照合し、

- 前記第 1 のマッチングペアのセットを、均一な幾何学的変換に合致するこれらのマッチングペアを有する第 2 のマッチングペアのセットにまで減少させるように構成された処理ユニット (501)、

を有し、

前記類似測度の前記複数の値の計算は、前記第 2 のマッチングペアのセットに該当する第 1 特徴ベクトル及び第 2 特徴ベクトルのペアから計算されることが制限され、

登録画像の群との現在の指紋画像の一致度を表すこれらの類似度値を、ヒストグラム表現で用意された類似度値及び前記群から選択される追加的な一又は複数の特徴を有する一つの合成特徴ベクトルから分類するために、前記第 1 分類及び前記第 2 分類の一方又は両

10

20

30

40

50

方が実行され、前記群は、

- 前記第 2 のマッチングペアのセットにおけるマッチングペアのカウント、
- 前記第 2 のマッチングペアのセットにおけるマッチングペアの合計、
- 類似度値の合計、
- 前記第 2 のマッチングペアのセットにおける類似度値の合計、
- 類似度値の平均、
- 前記第 2 のマッチングペアのセットにおける類似度値の平均、
- 類似度値の標準偏差、
- 前記第 2 のマッチングペアのセットにおける類似度値の標準偏差、
- 前記第 1 のマッチングペアのセットにおけるペアの数に対する前記第 2 のマッ

10

グペアのセットにおけるペアの数の比、を含む、装置。

【請求項 1 1】

前記第 1 分類 (1 1 0) をサポートする第 1 モデル (5 0 7) を格納する第 1 メモリ領域及び前記第 2 分類 (1 0 9) をサポートする第 2 モデル (5 0 8) を格納する第 2 メモリ領域を有し、

前記第 1 モデル (5 0 7) は、登録画像から得られた情報を有する前記第 1 モデルを構成する計算部 (5 0 1) にアクセス可能であり、

前記第 2 モデル (5 0 8) は、前記装置によって受信されたダウンロード信号を介してインストールされた後、読み取り専用の操作用にインストールされる、

請求項 1 0 に記載する装置。

20

【請求項 1 2】

前記装置は、携帯電話、スマートフォン、タブレットコンピュータ、ラップトップコンピュータ及び汎用コンピュータのうちの一つである、

請求項 1 0 又は 1 1 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0 0 0 1】

すべての個人は一意に識別できる固有の指紋をもつという一般的な前提がある。個人の指の皮膚は、触れたときに表面にプリントを残す隆線及び谷線のパターンを形成する。このプリントは、指紋センサに触れることによってコンピュータ可読形式で電子的に指紋を表すことに応じて、隆線及び谷線のパターンの画像を生成することができる指紋センサ、例えば、静電容量センサなどによって、感知されることができる。

30

【0 0 0 2】

指紋による個人の認証は、指紋センサによって取得された少なくとも二つの指紋（皮膚の模様）のインスタンスを比較するプロセスであって、これらの模様が同じ個人に由来するものであるかどうかを決定する。従来、指紋及び指紋画像のコレクション（収集）は、いわゆる登録プロセスの間に、同じ個人の同じ指から取得される。指紋画像のこのコレクションは、登録指紋画像ともいわれる。この指紋画像は、画像として又は一般的なテンプレートとして格納することができる。テンプレートは、記憶媒体、例えば、ハードディスク又はソリッドステートドライブなどに格納された画像（複数可）から抽出された特徴を有するコンテナである。

40

【0 0 0 3】

次に、後に個人が認証されることを望む場合に、指紋画像が取得され、その指紋画像は、以下において現在の画像又は検証画像といわれ、高度な画像処理によって一つ又は複数の登録画像と比較される。

【0 0 0 4】

皮膚のしなやかさに起因して、二つの指紋が細部まで正確に同じものはこれまでになく、同じ指から二つの模様が直後に記録されたものですら、わずかに異なっていることがある。

【0 0 0 5】

50

認証は、複数のステップを含んでもよい。複数のステップのうち、指紋が同じ個人に由来するものかどうかを決定するプロセスは、検証といわれる。認証の他のステップは、指紋センサによって取得された指紋画像が、生きた個人の生体指に由来するものか、あるいは、その不正アクセスをしようと試みている模倣指又はなりすまし指又はこれらの部分に由来するものかどうかを決定する。このステップは、しばしばライブネス又はライブネス検出と呼ばれる。また、指紋が生きているもの又はなりすましのものであるかどうかを決定する良い方法を見つけるという問題は、ライブネス問題とも呼ばれる。

【0006】

用語「模倣、なりすまし及び偽造」は、以下において交換可能に用いられる。いずれの場合においても、模倣又はなりすまし指は、指紋センサ上に指紋として表われるインプリントを残すことのいくつかの手段を意味するが、しかし、このインプリントはセンサに触れる生きた指に由来するインプリントではない。

10

【0007】

以下において、用語「指紋」は、人間の手又はその部分、例えば、手の平、又は人間の足の指又は足の裏から得られる、隆線及び谷線を形成する皮膚からのプリントを含むものとして解釈されるべきである。

【0008】

従来、ライブネス決定は、検証処理の前に行われる。したがって、「生きている」とみなされる指紋のみが検証される。いくつかの場合では、指紋が誤って「なりすまし」とみなされるために、さらに処理されない。その結果、堅牢ではないライブネス決定プロセスが、指紋に基づく認証プロセスの全体的な品質を大幅に低下させる。

20

【0009】

構造的に、ライブネスを決定するためのコンポーネントは、検証コンポーネントとは明らかに分離されている。つまり、両方のコンポーネントは、それらの結果が指紋センサによって取得された指紋画像を処理する別々の処理経路に基づいている。

【0010】

Marascoらによる文献「Combining Match Scores with Liveness Values in a Fingerprint Verification System」では、ライブネス値をマッチスコアと組み合わせることが、なりすまし攻撃に対する堅牢性を向上させることに加えて、検証のパフォーマンスを向上させることができるかどうかを調査している。

30

【0011】

米国2007/0014443 (Atrua Technologies社)は、本物の指が誤ってなりすましとしてラベル付けされる可能性を低減させる方法を開示している。これは、なりすましの確率を調整するように検証の間にキャプチャされたデータを比較することによって達成される。ある実施形態では、なりすまし検出が指紋検証の後に実行される。このような実施形態では、時間を消費するデータベース検索を避けるために、識別の間が最も有用であると言われている。

【0012】

EP2101282B1 (富士通株式会社)は、偽造類似度及び偽造難易度に基づいて偽造決定閾値とともにマッチング決定閾値を設定する方法を開示している。プロセスを通じて、これは、偽物の認証におけるリスクを増大させることなく、生体オブジェクトを誤ってなりすましと判定する可能性を低減させることができる。マッチング決定閾値は、入力マッチングデータ及び登録マッチングデータのマッチングスコアが同一性を示すかどうかを決定するために使用される閾値である。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

検証処理を実行する際、通常は破棄されるデータが生成される。しかし、本発明によれば、このデータを「最大限に活用する」こと、及び、ライブネス決定でもデータを使用す

50

ることが提案される。その結果、検証プロセス及びライブネス決定間の直接接続を導入することが提案される。いくつかの実施形態では、検証プロセスがライブネス決定の前に実行される。

【課題を解決するための手段】

【0014】

ライブネス決定の実行前に指紋検証を実行することが提案される。さらに、検証プロセスから得られるデータは、ライブネス決定への入力としても使用される。

【0015】

指紋画像を処理するコンピュータ実装方法が提供される。この方法は、

- 指紋センサから現在の指紋画像を取得し、現在の指紋画像の複数の第1特徴ベクトルを計算すること、
- ストレージから登録指紋画像の複数の第2特徴ベクトルを取り出すこと、
- 第1特徴ベクトル及び第2特徴ベクトルのセット間の類似の度合いを表す複数の類似度値を計算する類似測度を適用すること、
- 現在の指紋画像が登録画像から規定されたクラスに該当するかどうかを示す第1の信号を生成するために、複数の類似度値のうちの少なくとも一部について第1分類を実行すること、
- 現在の指紋画像が生きた指の指紋クラス又は模倣指の指紋クラスに該当するかどうかを示す第2の信号を生成するために、複数の類似度値のうちの少なくとも一部について第2分類を実行すること、
- 第1の信号及び第2の信号から認証信号を生成すること、を有する。

【0016】

この方法は、ライブネス問題に対する別の解決策を提示する。ここでは、現在の画像及び登録画像のマッチング特徴（現在の画像のみからの特徴ではない）が、生きた指間の比較又は生きた指及び偽の指間の比較を表しているかどうかを決定する。つまり、登録された指が生きた指であると仮定している。しかし、従来の方法を適用してそれをチェックすることができる。

【0017】

実験は、指紋バイオメトリクスに基づいて個人を正しく認証し又は拒否することにおいて改善された信頼性がそれによって達成されることを示している。

【0018】

これは、認証プロセスをだまそうとする試みで指のダミー又はコーティングが適用されることによって指紋センサ上に指紋を残す場合、例えば、指紋センサによって感知されたなりすましの指紋の拒否によって、ライブネス検出の堅牢性を改善するように、検証のみのために従来計算される類似性値がさらに適用されるという利点がある。

【0019】

第2分類は、分類モデル上に構築され、これもまた分類器ともいわれ、教師あり学習によってトレーニングされる。ここで、指紋画像のペアからの類似度値は、モデルをトレーニングするための入力であって、また、モデルをトレーニングするためのグラウンドトゥース（ground truth）は、各指紋画像に対してそれがなりすまし指紋又は生きた指紋かどうかを表す「ラベル」の形式で与えられる。

【0020】

さらに、コンピュータ実装方法が、類似度値を検証のみのために使用するのではなく、ライブネス検出のためにもすでに計算された類似度値を使用するという利点を得ることができる点で有益である。その結果、いくつかの実施形態では、検証及びライブネス検出を含む認証を、ライブネス検出のための膨大な追加の特徴計算を省いて実行することができる。その結果、より少ない計算資源しか必要としない。ひいては、電力を節約すること、バッテリー時間を長くすること、より速い認証、及び、コンピュータ上で実行されている他のプロセスの資源を解放すること、の一つ又は複数を提供することができる。特に、スマートフォン、ウォッチ及びタブレットなどのモバイル機器にとって、これらは重要な利

10

20

30

40

50

点である。

【0021】

いくつかの態様において、登録指紋画像又は登録指紋画像のコレクションは、例えば、予めユ - ザ ID の形式で、認証情報に関連付けられた指紋画像が登録されている。このような登録手続は、当業者によく知られている。

【0022】

いくつかの態様において、第1特徴ベクトル及び第2特徴ベクトルのセットは、第1特徴ベクトル及び第2特徴ベクトルのペアである。

【0023】

いくつかの態様において、分類器は、一つ又は複数の分類器を含み、それはいわゆる1

10

【0024】

一つ又は複数の分類器は、多次元の閾値又は範囲と考えることができる決定境界を規定することができる。1クラス分類器の場合、決定境界は、一つのクラス内に該当する例及びそのクラス外に該当する例を規定する。多クラス分類器の場合、決定境界は、いずれかのクラス内に該当する例又はそれらのクラス外に該当する例を規定する。用語「例」は、類似測度値を含み、類似測度値は、以下さらに詳細に記載されるように、ヒストグラムとして表すことができる。

【0025】

教師あり学習において、各例は、入力オブジェクト（類似度値を含む）及び所望の出力値（監視信号ともいわれる）を含むペアである。教師あり学習アルゴリズムは、トレーニングデータを分析し、決定境界を作成する。決定境界は、クラスラベルを出力することによって例を分類するために使用することができる。最適なシナリオは、初見の例に対してクラスラベルを正しく決定するアルゴリズムを可能にすることである。これは、教師ありトレーニングの際に使用される例から一般化するために学習アルゴリズムを必要とする。

20

【0026】

上記のように、決定境界は、トレーニングから推定することができる。決定境界は、ある特徴が一つのクラス又は別のクラス内に該当するかどうかを決定するために、分類を実行する分類器が使用するモデルにおいて、パラメータで表現されている。決定境界を規定するパラメータは、トレーニングセットから選択された例であってもよく、以下に記載されるように、サポートベクターマシンが機械学習のために使用される場合、サポートベクトルであってもよい。

30

【0027】

教師ありトレーニングの分類器は、アンサンブル（バギング、ブースティング、ランダムフォレスト）、K - NN、線形回帰、例えばナイーブベイズなどのベイズ、ニューラルネットワーク、ロジスティック回帰、パーセプトロン、サポートベクターマシン（SVM）及び関連性ベクトルマシン（RVM）の群から、一つの分類器又は合成の分類器として選択することができる。

【0028】

用語「類似測度」は、類似度を測定するためのスキームである。類似度を測定するための様々なスキームが利用可能である。

40

【0029】

いくつかの実施形態において、ストレージは、いわゆるテンプレートストレージである。

【0030】

いくつかの実施形態において、複数の類似度値は、第一に、第1特徴ベクトル及び第2特徴ベクトル間の類似度のベクトル表現を生成すること、及び、第二に、類似度のベクトル表現にわたって集約された類似度値を計算すること、によって計算される。

【0031】

そのようなプロセスは、第1画像及び第2画像それぞれからの第1特徴ベクトル及び第

50

2 特徴ベクトルの類似度を計算するのに便利である。

【 0 0 3 2 】

いくつかの態様において、第 1 特徴ベクトル及び第 2 特徴ベクトル間の類似度のベクトル表現は、第 1 特徴ベクトルと大きさが合致するベクトルと、第 2 特徴ベクトルと大きさが合致するベクトルとの差分ベクトルであり、差分ベクトルは、ベクトルの要素ごとの差分を表す。集約された類似度値は、差分ベクトルの要素にわたる合計値であってもよい。

【 0 0 3 3 】

いくつかの態様において、各特徴の表現は、バイナリ文字列、すなわち、1 と 0 のシーケンス、及び、画像内の位置を含む。二つの特徴の比較は、二つのバイナリ文字列の中で、異なっている位置の数をカウントすることにより実現されており、これは、ハミング距離と呼ばれる。

10

【 0 0 3 4 】

特にバイナリ特徴ベクトルは、類似測度をハミング距離として計算する場合に便利である。ハミング距離は、いくつかのプログラミング言語の標準操作によって計算することができる。バイナリ特徴ベクトルに対する差分ベクトルは、論理 X O R 演算によって計算することができ、合計は、プログラミング言語 C から既知の P O P C N T () 関数によって計算することができる。

【 0 0 3 5 】

他のバイナリ又は非バイナリの類似測度が、代替として選択され、あるいは、ハミング距離測定に加えて選択されてもよい。

20

【 0 0 3 6 】

いくつかの実施形態において、この方法は、ヒストグラム表現の複数の類似度値を体系化すること、を有する。ここで、ヒストグラム表現からの複数の類似度値を分類するために、第 1 分類及び第 2 分類の一方又は両方が実行される。

【 0 0 3 7 】

ヒストグラム表現は、ベクトルの形式であってもよい。ここで、ベクトルの要素は、ヒストグラムのピンのカウントを表す値を保持し、所定の規則は、ベクトルのどの要素が所与のピンのカウントを保持するかを規定する。

【 0 0 3 8 】

ヒストグラム表現で情報をコンパイルすることの利点は、固定長の特徴ベクトル（複数のピン値のベクトル）を得ることができることであり、これは学習アルゴリズムを適用する際に望ましい。ヒストグラムを表す特徴ベクトルは、例えば、6 4、1 2 8、2 5 6、5 1 2 又は十分な分類品質を可能にする任意の他の要素数を含むことができる。

30

【 0 0 3 9 】

いくつかの態様において、コンピュータ実装方法は、複数の類似度値を正規化するステップを含み、これは学習アルゴリズムを適用する際に望ましい。正規化は、各ヒストグラムの全てのピン値が、合計すると所定の値、例えば 1 . 0 になるように実行されてもよい。

【 0 0 4 0 】

また、ヒストグラム表現は、ヒストグラムのパラメトリック表現を含むことができ、あるいは、代替的にそれを含むことができる。ヒストグラムのパラメータは、ヒストグラムの幾何平均、所定の閾値を超える最小のカウントを保持するピンの数及びその他のパラメータのうちの一つ又は複数を含んでもよい。あるいは、ヒストグラム表現は、複数の類似度値から推定された分布のパラメトリック表現を含むことができる。表現は、一次モーメント、二次モーメント、三次モーメント及び高次モーメントのうちの一つ又は複数を含んでもよい。分布は、特定の種類、例えば、正規分布、対数正規分布又は他の分布などになるように選択することができる。分布の種類は、指紋画像のペアの例に基づくことができる。

40

【 0 0 4 1 】

分類器は、生きた指又は模倣指からの指紋画像の群との現在の指紋画像の一致度を表す

50

、これらの類似度値を分類するように構成される。この分類器は、入力としてヒストグラム表現を用いて教師ありトレーニングの下でトレーニングされる。また、分類のため、分類器は、入力としてヒストグラム表現を受け取る。以下より詳細に述べるように、分類は、他の特徴を考慮することができる。

【0042】

いくつかの実施形態において、第1特徴ベクトルは、現在の指紋画像の各位置について領域内の画像データから計算される。また、第2特徴ベクトルは、以前に登録した指紋画像の各位置について領域内の画像データから計算される。

【0043】

このような特徴は、記述子であってもよい。特徴を計算するフレームワークは、キーポイント検出器及び記述子の両方を含む。キーポイント検出器は、指紋画像内のキーポイントの位置を特定するように構成された検出器である。キーポイント検出器は、似た画像内に統計的に再び配置される可能性のあるそれらのポイントを特定するように構成される。キーポイント検出器は、画像要素、例えば、コーナー又は他の高コントラストのポイント/領域などを特定するように構成される。

【0044】

一方、記述子は、キーポイントに関する領域又は近傍の局所的な表現を含み、そして、効率的に検索され、かつ、他の指紋画像から計算された記述子と比較することができるコンパクトな表現でその近傍の画像コンテンツをキャプチャするように構成される。

【0045】

いくつかの実施形態において、キーポイント検出器は、FASTで表わされるアルゴリズム及び指向性のBRIEF記述子を含む簡単な記述子を有する。組み合わせて適用される場合、それらはまとめてORBあるいはORBフレームワークとして総称され、「ORB: 効率的なSIFTの代替又はSURF」、ICCV 2011: 2564~2571にて、Ethan Rublee、Vincent Rabaud、Kurt Konolige、Gary R. Bradskiによって考案された。FASTアルゴリズムは、「Machine Learning for High-speed Corner Detection」、2006にて、E. Rostenによって考案された。

【0046】

いくつかの実施形態では、他のキーポイント検出器及び/又は記述子を使用される。代替的なキーポイント検出器としてハリスのコーナー検出器が使用されてもよい。

【0047】

いくつかの実施形態では、他のフレームワークが使用されている。例えば、

- SIFT、「Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints」、インターナショナル・ジャーナル・オブ・コンピュータビジョン、60、2、pp. 91-110、2004にて、Lowe, D. G.によって考案された。

- SURF、「SURF: Speeded Up Robust Features」、第9回 欧州会議コンピュータビジョン、2006にて、Bay, H., Tuytelaars, T., Van Gool, L.によって考案された。

- BRISK、「BRISK: Binary Robust Invariant Scalable Keypoints.」、ICCV 2011: 2548-2555にて、Stefan Leutenegger、Margarita ChliとRoland Siegwartによって考案された。

- FREAK、「FREAK: Fast Retina Keypoint」にて、A. Alahi, R. OrtizとP. Vandergheynst.によって考案された。IEEE会議「コンピュータビジョンとパターン認識」2012。CVPR 2012 オープンソース賞受賞。

【0048】

他のキーポイント検出器及び/又は記述子が、追加的に又は代替として適用されてもよ

10

20

30

40

50

いことに留意すべきである。

【0049】

いくつかの実施形態において、この方法は、

- 第1のマッチングペアのセットを形成するために、第1特徴ベクトル及び第2特徴ベクトルを照合すること、

- 第1のマッチングペアのセットを、均一な幾何学的変換に合致するこれらのマッチングペアを有する第2のマッチングペアのセットにまで減少させること、を有する。

【0050】

ここで、類似測度の複数の値の計算は、第2のマッチングペアのセットに該当する第1特徴ベクトル及び第2特徴ベクトルのペアから計算されることが制限される。

10

【0051】

このプロセスは、第1特徴ベクトル及び第2特徴ベクトルのペアを、信頼性の高い分類に使用可能な第1特徴ベクトル及び第2特徴ベクトルのマッチングペアにフィルタリングする。いくつかの実施形態では、第1特徴ベクトル及び第2特徴ベクトルを照合するステップが繰り返し実行される。

【0052】

いくつかの実施形態では、第1のマッチングペアのセットを、均一な幾何学的変換に合致するこれらのマッチングペアを有する第2のマッチングペアのセットにまで減少させるステップは、RANSACアルゴリズムにより実行される。

【0053】

いくつかの実施形態において、第1のマッチングペアのセットを形成するために、第1特徴ベクトル及び第2特徴ベクトルを照合するステップは、現在の指紋画像Aで特定された特徴aのそれぞれに対して、登録指紋画像Bで対応する特徴bを検索することによって、及び、その特徴aを登録指紋画像Bのすべての特徴と比較すること、かつ、その特徴が、bと最小ハミング距離を有するという意味で最も類似しているその一つの特徴を選択すること、によって実行される。これは、現在の指紋画像A内の特徴ごとに、登録指紋画像B内の複数の特徴について一つの候補ペアを与える。特徴のリストは、最小ハミング距離を有する所定数の特徴又は所定の閾値よりも小さいハミング距離を有する特徴を有するように収集されてもよい。

20

【0054】

登録指紋画像内の一つの対応する特徴bが、対応する複数の特徴のリストを有する場合、第1のマッチングペアのセットを、第2のマッチングペアのセットにまで減少させるステップは、リストから均一な幾何学的変換に最もよく合致する特徴の組み合わせを選択するように繰り返し実行される。

30

【0055】

いくつかの実施形態において、第1のマッチングペアのセット及び第2のマッチングペアのセットの一方又は両方から外れる第1特徴ベクトル及び第2特徴ベクトルは、第1の外れ値特徴のセットに収集され、及び、第1分類及び第2分類の一方又は両方は、第1の信号及び第2の信号をそれぞれ生成する際に全部又は少なくとも一部の外れ値特徴を含む。

40

【0056】

外れ値伝達情報は、分類の質を向上させることができるものと理解されている。外れ値は、生きた指紋画像には存在しない指紋画像のアーチファクトを表すものであってもよい。外れ値を引き起こし得るアーチファクトの例は、なりすまし指紋の表面下の気泡である。他の例としては、金型から指紋キャストを作成する場合、あるいは、指紋センサの表面から潜在的な指紋又は模倣指を持ち上げた場合に作成される場合の変形及び構造を含む。

【0057】

いくつかの実施形態において、登録画像の群との現在の指紋画像の一致度を表すこれらの類似度値を、ヒストグラム表現で用意された類似度値及び群から選択される追加的な又は複数の特徴を有する一つの合成特徴ベクトルから分類するために、第1分類及び第2

50

分類の一方又は両方が実行され、群は、

- 第2のマッチングペアのセットにおけるマッチングペアのカウント、
- 第2のマッチングペアのセットにおけるマッチングペアの合計、
- 類似度値の合計、例えば、ハミング距離の合計、
- 第2のマッチングペアのセットにおける類似度値の合計、
- 類似度値の平均、例えば、ハミング距離の平均、
- 第2のマッチングペアのセットにおける類似度値の平均、例えば、ハミング距離の平均、
- 類似度値の標準偏差、例えば、ハミング距離の標準偏差、
- 第2のマッチングペアのセットにおける類似度値の標準偏差、例えば、ハミング距離の標準偏差、
- 第1のマッチングペアのセットにおけるペアの数に対する第2のマッチングペアのセットにおけるペアの数の比、を含む。

【0058】

その結果、合成特徴ベクトルは、分類の信頼性を向上させるように構成可能に形成される。いくつかの実施形態では、他の統計の種類、例えば、高次統計モーメントが、上記の一つ又は複数の代替として適用されることに留意されたい。また、第2のマッチングペアのセットは、インライアのセットといわれるか、あるいは、マッチングペアにおけるインライアといわれる。

【0059】

いくつかの実施形態において、生きた指の指紋クラス及び模倣指の指紋クラスの一つ又は両方は、生きた指からの指紋収集及び模倣指の指紋からの指紋収集から規定される。

【0060】

いくつかの実施形態において、第2分類は、教師ありトレーニングから類似測度の値を分類し、

a) 複数の生体から複数の指紋画像のセットを取得すること、及び、これらの生体の画像がマッチするペアを生成することであって、指紋画像の各ペアに対して、第1特徴ベクトルが第1の指紋画像から計算され、第2特徴ベクトルが第2の指紋画像から計算される、ステップ、

b) 指紋画像の各ペアに対して、指紋画像のペアにおける画像間の類似度を測定する類似測度の複数の値を計算する、ステップ、を有する。

【0061】

ここで、ステップa)は、生きた指から取得された指紋画像上で実行され、ステップb)において、類似測度の複数の値をまとめて第1ラベルによってラベル化される。

【0062】

ここで、ステップa)は、模倣指から取得された指紋画像上で実行され、ステップb)において、類似測度の複数の値をまとめて第2ラベルによってラベル化される。

【0063】

ここで、分類器は、監視信号として前記第1ラベルを有する生きた指から得られた類似測度の複数の値を含む第1のトレーニングセット、及び、監視信号として前記第2ラベルを有する模倣指から得られた類似測度の複数の値を含む第2のトレーニングセットの一方又は両方からトレーニングされる。

【0064】

これにより複数の生体の指からの指紋画像及び模倣指からの指紋画像の複数のセットが取得され、従来の類似測度値が分類器に入力されることができ、次に、分類器は、生きた指紋画像を確実にしすましたものと確実に区別するように適合される。

【0065】

教師あり学習を行う上記ステップは、便宜上、分類器の構成を導出するように製品開発環境で実行される。次に、分類器の構成設定は、例えば、上記の方法を適用することで指紋に基づく認証を実行する製品にダウンロードすることによって、インストールされる。

【0066】

いくつかの実施形態において、トレーニングセットの類似測度の複数の値は、ヒストグラム表現に体系化される。ここで、ヒストグラム表現からの複数の類似度値を分類するために、第1分類及び第2分類の一方又は両方が実行される。

【0067】

また、教師ありトレーニングによって生きた指紋画像を模倣指紋画像と区別する第1分類器を有するコンピュータ実装方法が提供される。この方法は、

- a) 複数の指紋画像のセットを取得すること、及び、これらの指紋画像がマッチするペアを生成することであって、指紋画像の各ペアに対して、第1特徴ベクトルが第1の指紋画像から計算され、第2特徴ベクトルが第2の指紋画像から計算される、ステップ、
- b) 指紋画像の各ペアに対して、指紋画像のペアにおける画像間の類似度を測定する類似測度の複数の値を計算する、ステップ、
- c) 分類器のコンピュータ可読表現を格納するステップ、を有する。

10

【0068】

ここで、ステップa)は、生きた指から取得される指紋画像上で実行され、ステップb)において、類似測度の複数の値をまとめて第1ラベルによってラベル化される。

【0069】

ここで、ステップa)は、模倣指から取得される指紋画像上で実行され、ステップb)において、類似測度の複数の値をまとめて第2ラベルによってラベル化される。

20

【0070】

ここで、第1分類器は、監視信号として第1ラベルを有する生きた指から得られた類似測度の複数の値を含む第1のトレーニングセット、及び、監視信号として第2ラベルを有する模倣指から得られた類似測度の複数の値を含む第2のトレーニングセットの一方又は両方からトレーニングされる。

【0071】

コンピュータ上で実行すると先行の請求項のいずれかに記載のコンピュータ実装方法を実行するように構成されたプログラムを担持するコンピュータ可読媒体が提供される。

【0072】

- また、指紋センサに結合された処理ユニットを有する装置が提供される。この装置は、
- 指紋センサから現在の指紋画像を取得するように構成された指紋取得部、
 - 登録指紋画像の複数の第2特徴ベクトルを格納するように構成されたストレージ、
- 及び、
- 処理ユニットであって、
 - 現在の指紋画像の複数の第1特徴ベクトルを計算し、
 - 第1特徴ベクトル及び第2特徴ベクトルのセット間の類似の度合いを表す複数の類似度値を計算する類似測度を適用し、
 - 現在の指紋画像が登録画像から規定されたクラスに該当するかどうかを示す第1の信号を生成するために、複数の類似度値のうちの少なくとも一部について第1分類を実行すること、
 - 現在の指紋画像が生きた指の指紋クラス又は模倣指の指紋クラスに該当するかどうかを示す第2の信号を生成するために、複数の類似度値のうちの少なくとも一部について第2分類を実行すること、及び、
 - 第1の信号及び第2の信号から認証信号を生成する、ように構成された処理ユニット、
- を有する。

30

40

【0073】

いくつかの実施形態において、第1分類をサポートする第1モデルを格納する第1メモリ領域及び第2分類をサポートする第2モデルを格納する第2メモリ領域を有する。ここで、第1モデルは、登録画像から得られた情報を有する第1モデルを構成する計算部にアクセス可能であり、第2モデルは、装置によって受信されたダウンロード信号を介してイ

50

インストールされた後、読み取り専用の操作用にインストールされる。

【0074】

いくつかの実施形態において、装置は、携帯電話、スマートフォン、タブレットコンピュータ、ラップトップコンピュータ及び汎用コンピュータのうちの一つである。

【0075】

本明細書、以下において、用語「処理手段」及び「処理ユニット」は、本明細書に記載の機能を適切に実行するように適合された任意の回路及び/又は装置を含むことが意図されている。特に、上記の用語は、汎用又は専用のプログラム可能なマイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、プログラマブルロジックアレイ(PLA)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、特定用途の電子回路等又はそれらの組み合わせを備える。

10

【0076】

一般に、コンピュータ実装方法を実行するように構成されたコンピュータプログラムは、コンピュータ実装方法、例えば、プログラムの組み合わせなどを実行するように構成された任意のプログラムを意味する。

【0077】

コンピュータ実装方法を実行するように構成されたプログラムを担持するコンピュータ可読媒体は、メモリ装置及び記憶装置などの任意の媒体を意味する。

【0078】

図面を参照して以下により詳細な説明がなされる。

20

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】コンピュータ実装方法の第一のフローチャートを示す。

【図2】生きた画像から計算された類似値のヒストグラム表現のプロット及び偽装指紋画像から計算された類似値のヒストグラム表現のプロットを示す。

【図3】コンピュータ実装方法の第2のフローチャートを示す。

【図4】記述子のキーポイントの位置を示す。

【図5】本方法を実行するためのコンピュータ・ハードウェアのコンポーネント図を示す。

【発明を実施するための形態】

30

【0080】

図1は、コンピュータ実装方法の第1のフローチャートを示す。現在の画像101、検証画像ともいわれる、が指紋センサから取得され、特徴ベクトル102が、現在の画像から計算される。必要に応じて、特徴ベクトル103が、計算されてもよい。上述のような特徴ベクトルは、バイナリ特徴ベクトル及び実際の値と整数値の特徴ベクトルのうちの一つ又は複数を含むことができる。個人が認証を要求している場合、現在の画像が取得される。認証要求は、当技術分野で既知の指紋センサ、及び/又は、近接センサや運動センサなどの他のセンサによって検出されてもよい。

【0081】

当技術分野で既知の登録手順の間に、複数の異なる指紋画像、登録画像104ともいわれる、が個人から取得され、特徴ベクトル106が、それらの指紋画像から計算される。現在の画像101と関連して述べたように、必要に応じて、特徴ベクトル105が、計算されてもよい。

40

【0082】

特徴ベクトル102及び106は、上述のように、及び、いくつかの実施形態では照合プロセス及びインライアを識別するプロセスの結果として、一対一のペアで照合される。また、マッチング特徴を見つけるプロセスは、現在の画像の各特徴に対して最も類似する特徴を見つけるため、ハミング距離に基づくことができる。

【0083】

次に、特徴ベクトル102及び106は、ステップ107で処理される。ここで、マッ

50

チング特徴の各ペアのハミング距離が計算される。このように、本実施形態において、類似測度は、ハミング距離である。その結果は、ハミング距離の形式の複数の類似測度値 108 のコレクションである。すなわち、複数のマッチング特徴の各ペアに対する一つの値である。

【0084】

次に、類似測度値 108 は、検証分類器 110 に入力される。検証分類器 110 は、現在の指紋画像 101 が登録画像から規定されたクラスに該当するかどうかを示す第 1 の信号 114、116 を生成するために、複数の類似度値 108 の少なくとも一部を分類するように構成される。つまり、現在の画像が、登録画像がとられた個人からのものと同じ個人からとられたものであるかどうかを統計的に検証することができる。このように、検証分類器 110 は、検証分類を実行し、その分類結果は、現在の画像が検証 / 認証されたか又は拒否されたかのいずれかを示すバイナリ信号であってもよい第 1 の信号 114、116 で表現される。

10

【0085】

検証分類器 110 は、現在の画像が、登録画像がとられた個人からのものと同じ個人からとられたものであると検証した場合、ライブネス分類器 109 が、同じ類似測度値 108 に対して適用されることで、現在の画像 101 が生きた指からの指紋クラス又は模倣指からの指紋クラスに該当するかどうかを示すバイナリ信号でもであってもよい第 2 の信号 115、116 を生成する。このように、ライブネス分類器 109 は、ライブネス分類を実行し、その結果は、現在の画像が生きた指から又は模倣指からのいずれかを示すバイナリ信号であってもよい第 2 の信号 115、116 で表現される。第 2 の信号 115、116 は、代替的又は追加的に、その確率を示してもよい。

20

【0086】

認証部 111 は、一つ又は複数の第 1 の信号 114 及び第 2 の信号 115 を受信し、そこから認証信号 112 を生成する。この認証信号 112 は、それによって現在の画像が認証をもたらすか、あるいは、検証分類及びライブネス分類に基づかないかを示す。この認証信号 112 は、当技術分野で既知のような認証信号について後続のアクションを取るためにオペレーティングシステムに送達されてもよい。

【0087】

いくつかの実施形態において、検証分類器 110 及びライブネス分類器 109 は、その右向き方向の信号 116 を介して直列構成で配置されており、ここでは検証がライブネス検出前に実行される。このような実施形態では、信号 115 が、認証を決定するための十分な情報を伝達することができ、信号 114 は省略され得る。

30

【0088】

他の実施形態において、ライブネス分類 109 は、その左向き方向の信号 116 を介して検証分類 110 の前に実行される。

【0089】

さらに他の実施形態において、ライブネス分類 109 及び検証分類 110 は、並列に又は並行して行われる。

【0090】

40

上述したように、検証分類器は、登録画像をクラス C1 に分類することができるいわゆる 1 クラス分類器であってもよい。ここで、1 クラス分類器は、一般的な方法で登録画像の特徴を含んでいるが、他の個人の指紋から計算された特徴を統計的に除外している。ライブネス分類器について、検証分類器は、現在の画像からの特徴を一つ又は複数の登録画像からの特徴と関連付けることになる。そして、1 クラス分類器は、同じ個人及びその他の個人の画像ペアから特徴照合度間を区別することになる。

【0091】

また、上述したように、分類器は、他の個人の指紋画像からの特徴を積極的に規定されたクラス内に含むことができる多クラス分類器であってもよい。追加的又は代替的に、分類器は、複数のユーザを個別に認証可能な場合には、他の登録された個人の指紋画像から

50

の特徴を含んでいる 1 つ又は複数の追加的なクラスをそれ自身のクラス内に有していてもよい。

【 0 0 9 2 】

また、上述したように、ライブネス分類器は、一般的な方法で生きた画像の特徴を含んでいるクラス C 2 に生きた指からの画像を分類する、いわゆる 1 クラス分類器であってもよい。計算上、照合度（特徴の類似度）が分類される。現在の画像又は認証の試行の分類が効果的にもたらされる。

【 0 0 9 3 】

あるいは、分類器は、模倣指からの画像をクラス C 2 に分類してもよい。また、上述したように、分類器は、例えば、生きた指からの特徴が第 1 クラスに分類され、なりすまし画像からの特徴が第 2 クラスに分類される、多クラス分類器であってもよい。

10

【 0 0 9 4 】

いくつかの実施形態において、ボックス 1 1 7 で囲まれたステップ 1 0 7 及び結果値 1 0 8 は、上記のように、取得した検証画像 1 0 1 ごとに類似度値 1 0 8 の一つのセットを生成するために実行される。類似度値 1 0 8 のこのセットは、次に、検証及びライブネス検出の両方に対して使用される。

【 0 0 9 5 】

他の実施形態において、追加的な特徴の処理経路は、検証用に最適化された類似度値の一つのセット及びライブネス検出用に最適化された類似度値の別のセットを生成するために、1 1 7 と並行して実行される。これは、付加的な計算動作のコストが必要になるかもしれないが、全体的な方法の信頼性及び堅牢性を改善することができる。

20

【 0 0 9 6 】

いくつかの実施形態において、特徴ベクトル 1 0 3 及び 1 0 5 のセットの一方又は両方は、一つ又は複数の他の信号、例えば、指紋センサのベゼルからの信号又は近接センサからの信号からさらに生成される。

【 0 0 9 7 】

いくつかの実施形態において、検証分類器 1 1 0 及びライブネス分類器 1 0 9 は、特徴ベクトル 1 0 5 及び / 又は 1 0 3 を直接受け取る。この特徴ベクトルは、類似度値に加えて、情報を担持し、ひいては分類を改善する可能性があるものである。

【 0 0 9 8 】

30

図 2 (a) は、生きた指紋画像から計算された類似値のヒストグラム表現のプロット及び偽装指紋画像から計算された類似値のヒストグラム表現のプロットを示す。プロット 2 0 1 は、生きた指紋画像、すなわち、ライブ・ツー・ライブ照合のマッチング特徴間のハミング距離として計算された類似値のヒストグラム表現のグラフ表示を示す。

【 0 0 9 9 】

プロット 2 0 2 は、生きた指紋画像のマッチング特徴間のハミング距離として計算された類似値のヒストグラム表現のグラフ表示を示す。

【 0 1 0 0 】

この例示図において、特徴間のハミング距離は、6 4 のピンに分配される。6 4 ビットのバイナリ特徴ベクトルの場合、一つのピンはそれぞれのハミング距離に相当する。長い特徴ベクトル、例えば、2 5 6 ビットの場合、ヒストグラム表示は、2 5 6 のピン又は少数のピン、例えば、6 4 のピンで構成されてもよい。後者の場合、各ピンは、ハミング距離の範囲、例えば、4 つのハミング距離の範囲をカバーする。

40

【 0 1 0 1 】

ヒストグラム表現は、各ヒストグラムのピンをまとめた値の合計が 1 . 0 になるという意味で一般的に正規化される。

【 0 1 0 2 】

観察できるように、プロット 2 0 2 は、複数の値の分布を含み、この複数の値は、プロット 2 0 1 の複数の値と比較した場合、より大きなハミング距離の方に推移している。また、分布の形状が幾分か変わったことも観察することができる。この情報は、ライブ・ツ

50

ー・ライブ画像から計算される類似値を、ライブ・ツー・スプーフ照合から計算される類似値と区別するために非常に有用であることが理解されている。したがって、適切な分類によって、指紋画像が生きた指から又は模倣指からのものであるかどうかを、かなり良い精度で決定することができる。

【 0 1 0 3 】

図 3 は、コンピュータ実装方法の第 2 のフローチャートを示す。上記のような登録手続の間、ボックス 3 1 7 で囲まれたステップが実行され、ステップ 3 0 4 が、指紋センサから指紋画像を取得するために実行され、ステップ 3 0 5 が、登録手続の間に取得された指紋画像の全て又は一部のサブセットから特徴を抽出又は計算するために実行され、ステップ 3 0 6 が、テンプレートストレージ 3 2 0 ともいわれる、メモリ又はストレージに計算された特徴を格納するために実行される。

10

【 0 1 0 4 】

上述のように、ボックス 3 1 8 で囲まれたステップは、検証手順の間に実行され、ステップ 3 0 1 は、検証画像を取得し、ステップ 3 0 2 は、検証画像からの候補特徴 3 0 3 を計算し又は抽出する。

【 0 1 0 5 】

さらに、検証手順と関連して、以下のステップが実行される。

【 0 1 0 6 】

上述のように、ステップ 3 0 7 は、テンプレート 3 2 0 からの特徴との候補特徴 3 0 3 からの特徴の照合を実行する。ステップ 3 0 8 は、インライアであるそれらのマッチング特徴を識別し、インライア間のハミング距離が、ステップ 3 0 9 で計算される。

20

【 0 1 0 7 】

ステップ 3 1 0 は、検証分類器を適用し、検証画像を拒否 (R) 又は検証もしくは承認 (V) (成功した検証) のいずれかに対する決定を生成する。拒否の場合、ステップ 3 1 1 は、例えば、例えばオペレーティングシステムを介する特定のさらなるアクションをその個人に制限すること、及び / 又は、その個人に自身を認証するためのさらなるオプションを与えることによって、拒否を処理する。

【 0 1 0 8 】

成功した検証 (V) の場合、インライアに対して計算されたハミング距離のヒストグラム表現を含む特徴ベクトルが、ステップ 3 1 2 で計算される。その後、ステップ 3 1 3 において、ライブネスモデルが、計算されたハミング距離のヒストグラム表現を含む特徴ベクトルに適用されることによって、ハミング距離に基づいて、なりすまし指紋画像からのクラスに属し得るものとして又は生きた指からの指紋画像のクラスに属し得るものかとして、検証画像を分類する。

30

【 0 1 0 9 】

ステップ 3 1 3 で実行された分類の結果に基づいて、ステップ 3 1 4 は、検証画像がなりすまし画像 (S) 又はライブ画像 (L) であるかどうかの決定を生成する。なりすまし画像 (S) の場合、ステップ 3 1 5 は、例えば、例えばオペレーティングシステムを介する特定のさらなるアクションをその個人に制限すること、及び / 又は、その個人に自身を認証するためのさらなるオプションを与えることによって、状況を処理する。

40

【 0 1 1 0 】

ライブ画像 (L) の場合、ステップ 3 1 6 は、ほとんど確実に正当な個人が正当に認証されるように個人認証を行う。

【 0 1 1 1 】

図 4 は、記述子のキーポイントの位置を示す。一般的に、キーポイントが丸で示されている指紋の二つのインスタンスがある。ここで、キーポイントは、そのキーポイント位置で計算された記述子のマッチング特徴を接続する破線の端部に示されている。長方形のフレームは、指紋センサによって、指の部分から取得された指紋画像を示す。

【 0 1 1 2 】

右端の指紋 4 0 1 は、登録プロセスの間に、指紋センサによって取得された 5 つの異な

50

る画像403、404、405、406、407によってキャプチャされる。

【0113】

左端の指紋402は、検証プロセスの間に、指紋センサによって取得された単一の画像408によってキャプチャされる。ここでもまた、画像408は、検証画像といわれる。

【0114】

破線409は、検証画像408内に配置されたキーポイントと、登録画像405内のマッチングキーポイントとを接続する。破線410、411及び412についても同様である。注意深く見てみると分かるように、キーポイントは、対応する特徴の位置を特定し又は表している。示されるように、計算された特徴ベクトル（記述子）が照合される場合には、それらが同じ変換に該当するので、従ってインライアと考えられる。これらのインライアは、RANSACアルゴリズムなどによって識別されることができる。

10

【0115】

一方で、対応する記述子が十分にマッチするが、目視で観察できるように、それらが対応する特徴を特定していない場合でも、破線414は、照合され得るキーポイントを接続している。したがって、破線414によって接続された特徴のこのペアは、変換に該当しないであろうし、RANSACアルゴリズムによって外れ値として拒否されるであろう。

【0116】

しかし、破線413は、検証画像408で見つかったキーポイントを示すが、登録画像403、404、405、406、407の一つとして、指紋の対応する位置をカバーしていないので、このキーポイントは登録画像で見つけることができない。したがって、この特徴は、「理想的に」登録画像の別の特徴と照合されるわけではないであろう。

20

【0117】

図5は、コンピュータ・ハードウェアで方法を実行するためのコンポーネントの図を示す。コンピュータ・ハードウェアは、指紋画像の処理専用マイクロプロセッサ、あるいは、必要に応じて方法に対して資源割り当てを動的にスケーリングすることができる、例えば、携帯電話の中央処理部（CPU）501を備える。中央処理部501は、例えば、当該技術分野で知られているような静電容量方式の感知素子のマトリックスを備える指紋センサ511と、シリアル・プログラマブル・インターフェース（SPI）513を介して中央処理部501がマトリックスセンサによって感知された指紋画像を取得し及び指紋センサを構成するために指紋センサ511と通信する、SPI513とに連通する。

30

【0118】

処理ユニット501は、ハードウェア資源上のソフトウェアコンポーネントを実行する。ソフトウェアコンポーネントは、指紋センサ511から1つ又は複数の指紋画像を取得し、メモリ領域のような指紋画像記憶装置506にそれ又はそれらを格納したりするように構成された指紋取得コンポーネント503を含む。指紋画像記憶部506は、登録プロセスの間に指紋画像が処理されている間、及び、現在の画像が処理される場合、又は、指紋画像が以降の次の処理のために格納可能な場合、一時的に指紋画像を格納することができる。

【0119】

ソフトウェアコンポーネントは、特徴計算コンポーネント504を含む。この特徴計算コンポーネント504は、上述されたように、登録指紋画像及び一つ又は複数の現在の画像（検証画像）を含む指紋画像を処理することによって、例えば、キーポイントと記述子を含む特徴を識別し及び計算する。

40

【0120】

その結果として、特徴計算コンポーネント504は、メモリ領域及び/又は特徴を格納するように構成されたストレージ・オブジェクト、いわゆるテンプレートストレージ505に少なくとも登録指紋画像からの特徴を格納する。

【0121】

中央処理部501は、検証分類をサポートする第1のモデル507を格納する第1メモリ領域514と、ライブネス分類をサポートする第2のモデル508を格納する第2のメ

50

モリ領域 5 1 5 とを含む。第 1 のモデル 5 0 7 は、登録画像から得られる特徴などからの情報を有する第 1 のモデルを構成するように計算部 5 0 1 にアクセス可能である。第 2 のモデル 5 0 8 は、ダウンロードプロセスの間にファームウェアが処理ユニットにインストールされたコンピュータ・ハードウェアによって受信されたダウンロード信号 5 1 0 を介して、インストールされる。第 2 のモデルは、読み取り専用の操作用にインストールされる。ファームウェアは、一つ、複数又はすべての上記コンポーネントを含んでもよい。

【圖 1】

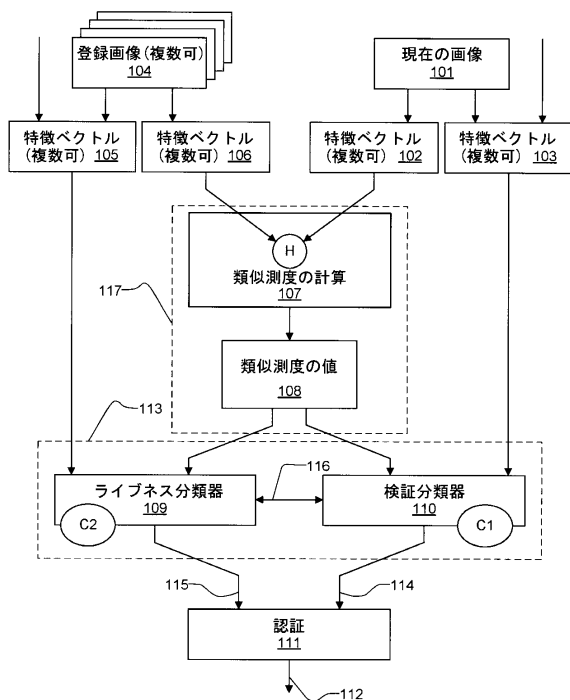


Fig. 1

【圖 2】

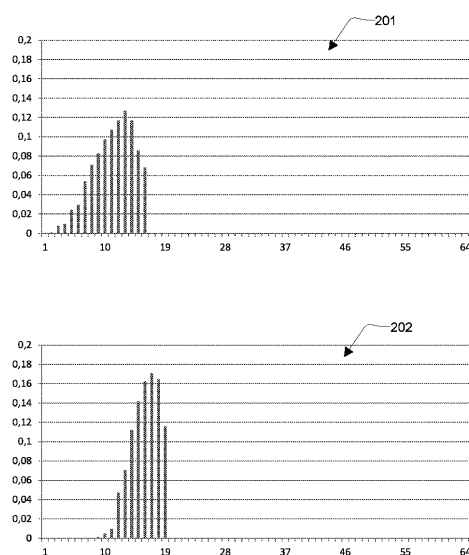
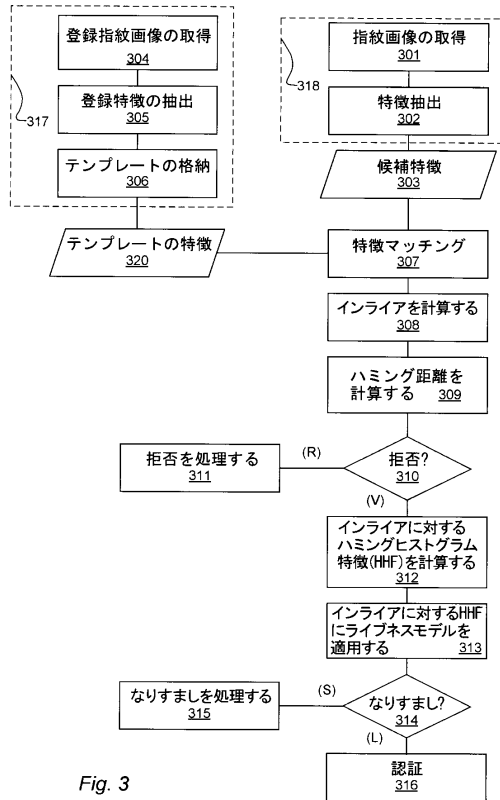


Fig. 2

【図 3】



【図 4】

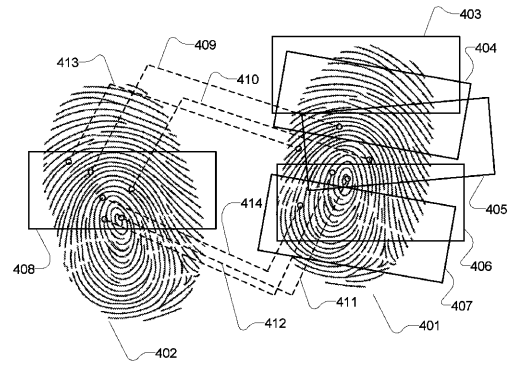
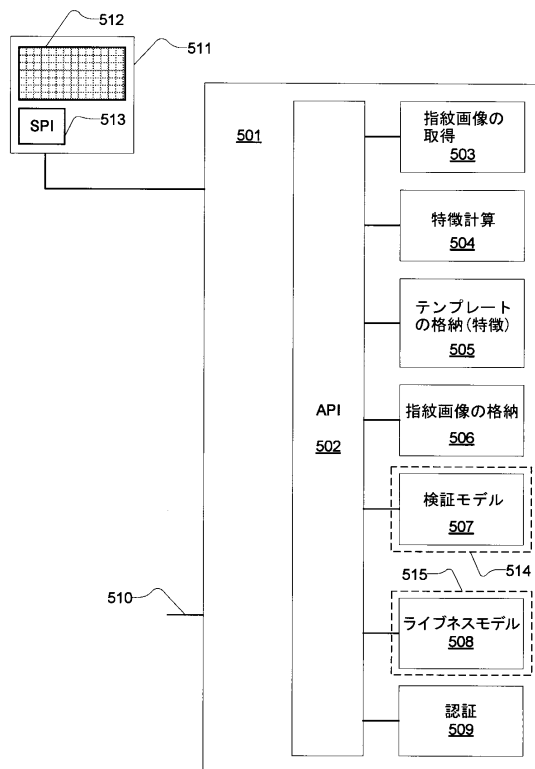


Fig. 4

【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 ケネト ヨンソン
スウェーデン国, 4 4 2 4 9 クングエルブ, トランケル 2 0 6
- (72)発明者 エーリク セッテルバリ
スウェーデン国, 4 2 1 7 0 ベストラ フレルンダ, ディスタンスガタン 6 5
- (72)発明者 ダービド ティングダール
スウェーデン国, 4 3 1 4 9 メンダール, エ克蘭ダ ハーゲ 9 アー

審査官 新井 則和

- (56)参考文献 国際公開第 2 0 1 4 / 1 3 2 5 7 0 (W O , A 1)
特開 2 0 1 4 - 2 1 9 9 6 7 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 0 8 0 7 4 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 0 7 8 6 2 9 (U S , A 1)
特開 2 0 0 5 - 1 2 8 6 2 8 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 0 7 7 2 6 9 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 3 1 6 9 6 3 (U S , A 1)
特開 2 0 0 8 - 0 4 6 8 1 3 (J P , A)
Emanuela Marasco et al. , Combining Match Scores with Liveness Values in a Fingerprint
Verification System , 2012 IEEE Fifth International Conference on Biometrics, Theory, A
pplications and Systems , IEEE , 2 0 1 2 年 , pp. 418-425

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-------------|
| G 0 6 T | 7 / 0 0 |
| A 6 1 B | 5 / 1 1 7 2 |