

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2011-521355  
(P2011-521355A)

(43) 公表日 平成23年7月21日(2011.7.21)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
**G06T 7/00 (2006.01)** G06T 7/00 530 5B043

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2011-509519 (P2011-509519)  
 (86) (22) 出願日 平成21年4月13日 (2009.4.13)  
 (85) 翻訳文提出日 平成23年1月7日 (2011.1.7)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2009/040347  
 (87) 国際公開番号 W02009/139999  
 (87) 国際公開日 平成21年11月19日 (2009.11.19)  
 (31) 優先権主張番号 12/120,936  
 (32) 優先日 平成20年5月15日 (2008.5.15)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390009531  
 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション  
 INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION  
 アメリカ合衆国10504 ニューヨーク州 アーモンク ニュー オーチャードロード  
 (74) 代理人 100108501  
 弁理士 上野 剛史  
 (74) 代理人 100112690  
 弁理士 太佐 種一  
 (74) 代理人 100091568  
 弁理士 市位 嘉宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 勾配ヒストグラムを用いた指紋表現

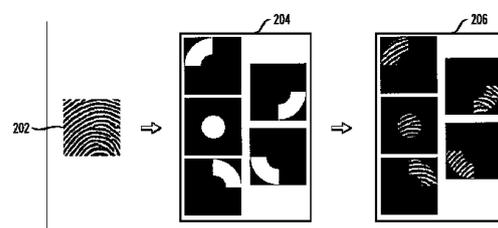
(57) 【要約】

【課題】 勾配ヒストグラムを用いた指紋表現を提供する。

【解決手段】 第1の指紋画像の勾配特性を生成する技術を提供する。第1の指紋画像から一つ又は複数の指紋特徴点を選択される。一つ又は複数の選択された指紋特徴点のそれぞれに対して領域が取得される。この領域は所与の指紋特徴点の近傍区域を表す。取得された領域のそれぞれは複数のサブ領域に分割される。複数のサブ領域のそれぞれに対してヒストグラムが作成される。一つ又は複数の選択された指紋特徴点のそれぞれに関して、一つ又は複数の作成されたヒストグラムを組み合わせる連結ヒストグラムにする。この連結ヒストグラムは識別の目的に使用される。

【選択図】 図1

FIG. 2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 の指紋画像の勾配特性を生成する方法であって、  
 前記第 1 の指紋画像から一つ又は複数の指紋特徴点を選択するステップと、  
 前記一つ又は複数の選択された指紋特徴点のそれぞれに対して、所与の指紋特徴点の近傍区域を表す領域を取得するステップと、  
 前記取得された領域のそれぞれを複数のサブ領域に分割するステップと、  
 前記複数のサブ領域のそれぞれに関するヒストグラムを作成するステップと、  
 前記一つ又は複数の作成されたヒストグラムを組み合わせて、前記一つ又は複数の選択された指紋特徴点のそれぞれに関する連結ヒストグラムにするステップと、  
 を含み、  
 前記連結ヒストグラムは識別の目的に使用される、  
 方法。

10

## 【請求項 2】

前記ヒストグラムは有向勾配のヒストグラムである、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記一つ又は複数の指紋特徴点を選択する前に、前記第 1 の指紋画像の画質が向上するステップを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記取得された領域のそれぞれを比較可能な方向に回転するステップを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

20

## 【請求項 5】

前記第 1 の指紋画像の連結ヒストグラムを含む第 1 のヒストグラムの組を作成するステップを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 6】

一つ又は複数の第 2 の指紋画像を用いて一つ又は複数の第 2 のヒストグラムの組を作成するステップを更に含む、請求項 5 に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記第 1 のヒストグラムの組を前記一つ又は複数の第 2 のヒストグラムの組と比較するステップを更に含む、請求項 6 に記載の方法。

30

## 【請求項 8】

前記比較するステップは、前記第 1 のヒストグラムの組と前記一つ又は複数の第 2 のヒストグラムの組との間の相関度を計算するステップを更に含む、請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 9】

前記相関度は、前記第 1 のヒストグラムの組と前記一つ又は複数の第 2 のヒストグラムの組との間の一致の数に基づく、請求項 8 に記載の方法。

## 【請求項 10】

第 1 の指紋画像の勾配特性を生成するための製品であって、コンピュータによって実行されるとき、請求項 1 に記載の前記ステップを実施する一つ又は複数のプログラムを含むコンピュータ可読記憶媒体を備える前記製品。

40

## 【請求項 11】

第 1 の指紋画像の勾配特性を生成する装置であって、  
 一つのメモリと、  
 前記 1 つのメモリと結合し、( i ) 前記第 1 の指紋画像から一つ又は複数の指紋特徴点を選択し、( i i ) 前記一つ又は複数の選択された指紋特徴点のそれぞれに対して、所与の指紋特徴点の近傍区域を表す領域を取得し、( i i i ) 前記取得された領域のそれぞれを複数のサブ領域に分割し、( i v ) 前記複数のサブ領域のそれぞれに関するヒストグラムを作成し、そして( v ) 前記一つ又は複数の作成されたヒストグラムを組み合わせて、一つ又は複数の選択された指紋特徴点のそれぞれに関する連結ヒストグラムにするように動作する、少なくとも 1 つのプロセッサと、

50

を備え、

前記連結ヒストグラムは識別の目的に使用される、  
装置。

【請求項 1 2】

前記ヒストグラムは有向勾配のヒストグラムである、請求項 1 1 に記載の装置。

【請求項 1 3】

前記少なくとも一つのプロセッサは、前記一つ又は複数の指紋特徴点を選択する前に、  
前記第 1 の指紋画像の画質が向上するように更に動作する、請求項 1 1 に記載の装置。

【請求項 1 4】

前記少なくとも一つのプロセッサは、前記取得された各領域を比較可能な方向に回転す  
るように更に動作する、請求項 1 1 に記載の装置。 10

【請求項 1 5】

前記少なくとも一つのプロセッサは、前記第 1 の指紋画像の前記連結ヒストグラムを含  
む第 1 のヒストグラムの組を作成するように更に動作する、請求項 1 1 に記載の装置。

【請求項 1 6】

前記少なくとも一つのプロセッサは、一つ又は複数の第 2 の指紋画像を用いて一つ又は  
複数の第 2 のヒストグラムの組を作成するように更に動作する、請求項 1 5 に記載の装置

。

【請求項 1 7】

前記少なくとも一つのプロセッサは、前記第 1 のヒストグラムの組を前記一つ又は複数  
の第 2 のヒストグラムの組と比較するように更に動作する、請求項 1 6 に記載の装置。 20

【請求項 1 8】

前記少なくとも一つのプロセッサは、前記第 1 のヒストグラムの組と、前記一つ又は複  
数の第 2 のヒストグラムの組との間の相関度を計算するように更に動作する、請求項 1 7  
に記載の装置。

【請求項 1 9】

前記相関度は、前記第 1 のヒストグラムの組と、前記一つ又は複数の第 2 のヒストグラ  
ムの組との間の一致の数に基づく、請求項 1 8 に記載の装置。

【請求項 2 0】

第 1 の指紋画像の勾配特性を生成するためのシステムであって、 30  
前記第 1 の指紋画像から一つ又は複数の指紋特徴点を選択するための特徴探知器と、  
前記一つ又は複数の選択された指紋特徴点のそれぞれに対して、所与の指紋特徴点の近  
傍区域を表す領域を取得するための特徴集約器と、

前記取得された領域のそれぞれを複数のサブ領域に分割するための特徴分割器と、

前記複数の領域のそれぞれに関するヒストグラムを作成するためのヒストグラム作成器  
と、

前記一つ又は複数の作成されたヒストグラムを組み合わせて、前記一つ又は複数の選択さ  
れた指紋特徴点のそれぞれに関する連結ヒストグラムにするためのヒストグラム連結器と

、

を備え、 40

前記連結ヒストグラムは識別の目的に使用される、  
システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は一般的に指紋画像処理システムに関し、より特定的には、指紋画像処理システ  
ム内で識別の目的に使用することができる、指紋画像の勾配特性を生成するための技術に  
関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

10

20

30

40

50

指紋に基づくバイOMETリック照合は、画像解析分野に於ける重要な研究主題であり続けている。指紋を正確に、確実に且つ効率的に照合するために大量の資金と資源が指紋解析に費やされてきた。指紋照合技術に於いて多大の進展と躍進が達成されているが、それにも係わらずなお改善の余地ある。現在、バイOMETリック照合の性能は史上最高水準にあるが、操作上の要求は増大しつづけている。バイOMETリック・データベースが大きくなるに伴い、更なる処理能力に対する要求も同様に増大している。一つの重要な目標は、照合効率を損なうことなしに処理速度を増大させることである。従来技術は、この速度の問題をより高速のコンピュータを購入することにより対処している。しかしながら、この解決策は効率の問題に対処できていない。効率は、バイOMETリック・データを処理する方法の変更によってのみ対処することができる。

10

**【0003】**

指紋照合に関する現在の最先端技術は1対1の検証に関する限り極めて高速でロバストであるが、これらの従来システムは識別作業のために、問い合わせを大団体のギャラリー指紋に対して逐次的に比較する際には効率的でない。効率の最大化を目指してインデックス付け方式が提案されてきた。一般的にインデックス付け方式の背後にある理論は、識別のための逐次的な照合が不必要となるように適切な特徴を用いてバイOMETリックのインデックス・ギャラリーを作り出すことである。バイOMETリック画像がインデックス付けされた後には、照合に先立つ付加的な後処理ステップを必要としないことが理想的である。

20

**【先行技術文献】****【非特許文献】****【0004】**

**【非特許文献1】**Dalal 他、「人物検出のための有向勾配のヒストグラム」、Proceedings of IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition、2005年、886 - 893ページ。

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

インデックス付け方式はバイOMETリック画像の特定の特性に依存し、それらの特性はそのバイOMETリック画像をインデックス付けするために利用される。例えば殆どの既存の手法は指紋画像を特徴付けるために特徴点グラフを使用する。この技術の下では一つの指紋の特徴点グラフの幾何学的形状が、バイOMETリック・データベースに格納されている他の特徴点グラフの幾何学的形状と比較される。この技術は2つのバイOMETリック画像をピクセル毎に比較することよりも高速であるが、この技術はそれでも時間がかかり、照合エラーを生じる。多数の必要な幾何学的計算に加えて、特徴点が僅かでも不明瞭な場合には、計算された幾何学的値はエラーを起こしやすい。

30

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

本発明の原理は、上記の必要性及びその他の必要性に対処する技術を提供することによって既存の方法に付随する上述の欠点を克服する技術を提供する。より特定的には、本発明の原理は指紋画像の勾配特性を生成する技術を提供する。この勾配特性は次に識別の目的に使用することができる。指紋バイOMETリックにインデックス付けするこの技術は、幾何学的情報を使用しないこと、及び照合エラーを起こしにくいことから、より効率的である。

40

**【0007】**

例えば、本発明の一つの実施形態に於いて、第1の指紋画像の勾配特性を生成する技術は以下のステップを含む。第1の指紋画像から一つ又は複数の指紋特徴点を選択される。一つ又は複数の選択された指紋特徴点のそれぞれに対して一つの領域が取得される。その領域は所与の指紋特徴点の近傍区域の表現である。取得された領域のそれぞれは複数のサブ領域に分割される。複数のサブ領域のそれぞれに関するヒストグラムが作成される。一

50

つ又は複数の作成されたヒストグラムは組み合わせられて、一つ又は複数の選択された指紋特徴点のそれぞれに関する連結ヒストグラムになる。この連結ヒストグラムは次に識別の目的に使用される。一つの実施形態に於いて、ヒストグラムは有向勾配のヒストグラムとすることができる。

【0008】

上記の技術は一つ又は複数の指紋特徴点を選択する前に第1の指紋画像の画質を向上するステップをさらに含むことができる。更に、得られた各領域は比較可能な方向に回転させることができる。

【0009】

付加的な実施形態に於いて、第1の指紋画像の連結ヒストグラムを含む第1のヒストグラムの組を作成することができる。同様に、一つ又は複数の第2の指紋画像を用いて一つ又は複数の第2のヒストグラムの組を作成することができる。第1のヒストグラムの組を一つ又は複数の第2のヒストグラムの組と比較することができる。代替的な実施形態に於いては、比較するステップは、第1のヒストグラムの組と、一つ又は複数の第2のヒストグラムの組との間の相関度を計算するステップをさらに含むことができる。相関度は第1のヒストグラムの組と、一つ又は複数の第2のヒストグラムの組との間の一致の数に基づくことができる。

10

【0010】

本発明のこれら及び他の目的、特徴及び利点は、その例示的な実施形態についての、添付の図面と関連して読むべき以下の詳細な説明から明らかとなる

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一実施形態による、指紋画像の勾配特性を生成する方法を示すフロー図である。

【図2】本発明の一実施形態による、勾配特性を生成するために使用される指紋特徴点周辺の局所領域を示す図である。

【図3】本発明の一実施形態による、所与の例に適用された図1の方法を示す図である。

【図4】本発明の一実施形態による、連結勾配ヒストグラムと、照合一致及び照合不一致の勾配ヒストグラムとの比較を示す図である。

【図5】本発明の一実施形態による、指紋画像の勾配特性を生成するシステムを示すフロー図である。

30

【図6】本発明の実施形態による、本発明の一つ又は複数のコンポーネント/方法を実施することができる計算システムの例示的なハードウェア実施を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明は、指紋の勾配特性を生成するための例示的な方法に関連して説明する。しかしながら、本発明は、本明細書で説明する特定の実施形態に限定されないことを理解されたい。本発明の原理は、識別の目的に使用することができる任意の適切なバイOMETリック特性の生成に対して一般的に適用することができる、本明細書で説明する教示が与えられれば、当業者には、例示的な実施形態に対する修正物が明らかとなるであろう。

40

【0013】

本明細書で用いる「勾配特性」という用語は、一例として及び非限定的に、任意の勾配に基づく画像表現を包含するように広義に解釈されることを意図したものである。

本明細書で用いる「ヒストグラム」という用語は、一例として及び非限定的に、任意の表形式の頻度グラフを包含するように広義に解釈されることを意図したものである。本発明と関連して説明する「勾配ヒストグラム」は特定の画像に対する表形式の光勾配のグラフを指す。

【0014】

既存のバイOMETリック手法は指紋を特徴付けるために特徴点グラフの幾何学的形状を利用する。我々はバイOMETリック画像のテクスチャ特徴を利用した勾配に基づく手法を

50

提案する。最初に図1を参照すると、フロー図は、本発明の一実施形態による、指紋画像の勾配特性を生成するための方法100を示す。例示的な一実施形態に於いて、方法100は、バイオメトリック・データベース及び/又はバイオメトリック・スキャナと結合した計算機ベースの画像処理装置によって遂行される。バイオメトリック画像(例えば、指紋画像)は、解析のために先ずスキャンされるか又はバイオメトリック・データベースから検索される。ステップ102において、指紋の特徴点が指紋画像から選択される。特徴点の選択は指紋の特徴点を識別することを含む。指紋の特徴点は、個人に固有な隆線の終端点及び/又は分岐点を含む。特徴点の位置決め技術は当業者には周知されている。

#### 【0015】

指紋の特徴点を選択した後、選択された各特徴点の近傍(すなわち近い)区域を表す領域が取得される(ステップ104)。これらの領域はパッチと呼ぶことができる。ステップ106において、各領域又はパッチは複数のサブ領域に分割される。サブ領域への分割の例示的实施形態は、図2を参照してより詳細に説明することになる。

10

#### 【0016】

ステップ108において、所与のパッチの各サブ領域に関するヒストグラムが作成される。例示的な一実施形態に於いて、ヒストグラムは有向勾配のヒストグラム(HOG)である。HOG表現は物体検出作業のためによく使用される特徴記述子のクラスである。非特許文献1の開示が参照により本明細書に組み込まれる。HOGベースの物体検出器は、局所的な物体の外観は、勾配位置に関する正確な知識がない場合でも、局所的勾配の分布を用いて特徴付けることができるという仮説に依存する。

20

#### 【0017】

例示的な一実施形態に於いて、我々は指紋テクスチャを特徴付けるのにHOGベースの記述子を使用する。HOGは、通常、重複ブロックの高密度グリッドを用いて計算される。しかしながら、重複ブロックの高密度グリッドについてのHOG記述子の計算は、指紋照合作業に対して効率的でもロバストでもない。従って、物体/人物検出に関する殆どのHOGベースの手法とは異なり、我々は特徴点位置周辺の局所領域に対するHOG記述子(例えば、所与のパッチのサブ領域のヒストグラム)を計算する。この手法は、指紋隆線の流れパターンの効率的、識別可能、及びロバストな記述を作成する我々の目標を満足させる。例えば、特徴点位置周辺の小さなサブ領域に関するヒストグラムの計算は、あらゆる点毎の記述子と比べてロバスト性をもたらす。更に、HOG記述子は小さな固有の領域に対して計算されるので、特徴点の識別可能な情報が失われないことを保証する。最後に、HOGは平行移動や回転の影響を受けず、また勾配は特徴点の向きに関して正規化することができる。従って、特徴点のテクスチャ特性は指紋上のそれらの絶対位置には無関係であり、照合に先立って一貫性のある正確な方法で指紋画像を一様に整列させる必要はない。

30

#### 【0018】

ステップ110において、各指紋特徴点から生じる作成されたヒストグラムは組み合わせられて一つの連結ヒストグラムになる。例えば、50個の特徴点が指紋画像から選択され、各指紋特徴点に関連する各パッチが5つのサブ領域に分割される場合、各々が5つのサブ・ヒストグラムの勾配情報を含む50個の連結ヒストグラムが存在することになる。例示的な一実施形態に於いて、所与の指紋画像から生じた50個の連結ヒストグラムは一組に一組のヒストグラムとして格納される。

40

#### 【0019】

方法100のステップは複数の指紋画像に対して繰り返すことができ、複数のヒストグラムの組を生じることに留意すべきである。一つのヒストグラムの組が一つの指紋画像(例えば、指紋表現)を表す。指紋表現は指紋認識システムで使用することができる。例示的な照合過程において、一つの指紋表現は、一組のヒストグラムの形で、識別の目的で、格納されている指紋表現のデータベースと比較される。

#### 【0020】

方法100のステップは、以下で図3を参照してより詳細に説明する。更に、連結ヒス

50

トグラムの比較（例えば、照合）は図4を参照してより詳細に説明する。

【0021】

ここで図2を参照すると、図は、本発明の実施形態による、勾配特性を生成するのに使用される指紋特徴点周辺の局所領域を示す。この例示的な実施形態に於いて、指紋領域202は画像テンプレート204を用いて5つのサブ領域に分割される。ヒストグラムは、5つのサブ領域206に含まれる各画像部分に関して作成される。

【0022】

次に図3を参照すると、図は、本発明の一実施形態による、所与の例に適用された図1の方法を示す。図3は一つの提案手法の概略図を示す。先ず、指紋画像302が入力される。指紋画像はスキャンされた指紋画像又はバイオメトリック・データベースに格納された既存の指紋画像とすることができる。例示的な一実施形態において、指紋画像はより良い画像解像度を得るために画質の向上が304される。指紋画像の画質向上は、隆線の流れパターンの解像度を向上させ、これがより正確な勾配特性をもたらす。画像の画質を向上させる技法は当業者には周知である。画像向上は特定の周波数領域又は空間領域を使用する適切なフィルタを設計することにより遂行できる。フィルタは、特定範囲の指紋隆線特性及び/又は雑音モデルに対して調整することができる。また、専門家が選んだ指紋隆線を使用してフィルタを作成する方法も報告されている。

【0023】

次に、指紋画像の特徴点（例えば、指紋特徴点）が任意の従来技術を用いて検出される。各特徴点に対して、適切なサイズの近傍区域（例えば、領域又はパッチ）（306-1、... 306-N）が取得される。例示的な実施形態において、各パッチは、全般的な特徴点の方向に基づいて回転させて、HOG計算に対する大域的回転の影響を打ち消す。回転は垂直整列又は水平整列とすることができる。回転したパッチ（308-1、... 308-N）のそれぞれは次に5つのサブ領域（310-1、... 310-N）に分割される。次にHOG記述子が各サブ領域に対して計算され、所与のパッチ（308-1、... 308-N）に固有のHOG記述子（312）の集団が作成される。

【0024】

例示的な一実施形態において、HOG計算は空間的平滑化とその後の勾配計算を含む。各HOGは勾配方向の加重ヒストグラムであり、重みは勾配の大きさにより与えられる。サブ領域内のすべてのピクセルに於ける勾配値は、Robert Cross, Sobel, 及びPrewittを含む多くの既知の勾配演算子を用いて計算することができる。勾配 $G_x$ ,  $G_y$ （ $x$ 及び $y$ 方向の勾配）を計算するための他の離散微分スキームを構成することも可能である。ひとたび $G_x$ 及び $G_y$ が計算されると、勾配の方向は $\theta = \arctan(G_x / G_y)$ を用いて計算される。ヒストグラムを計算するために、 $\theta$ は所望の瓶の個数に量子化される。

【0025】

次にサブ領域のHOGを組み合わせて連結HOG又はヒストグラム314にする。連結過程は、単にサブ領域のHOGを一貫した方法で順々に結合することを含む。例示的な一実施形態において、HOGはグラフ形式で表され、連結HOGはパッチのHOGを含む結合されたグラフである。パッチが5つのラベル付けされた領域MIDDLE、TOP\_LEFT、TOP\_LIGHT、BOTTOM\_LEFT、及びBOTTOM\_RIGHTに分割される場合、一つの連結は、左から右方向に、MIDDLE TOP\_LEFT TOP\_LIGHT BOTTOM\_LEFT BOTTOM\_RIGHTとすることができる。照合のためには、すべての連結ヒストグラムは同じ順序で連結する必要があり、さもなければ照合一致するはずの二つの連結ヒストグラムが照合一致しなくなる。例えば、MIDDLE TOP\_LEFT TOP\_LIGHT BOTTOM\_LEFT BOTTOM\_RIGHTという勾配特性は、TOP\_LEFT TOP\_RIGHT MIDDLE BOTTOM\_LEFT BOTTOM\_RIGHTとは異なって見えることになる。

【0026】

10

20

30

40

50

上記の例に関して、各連結HOGは5つのHOG（各サブ領域に対して一つ）を含むことに注意されたい。連結HOGは対応する特徴点のパッチのテクスチャ記述となる。例示的な一実施形態において、連結HOGの作成は、各々の選択された指紋特徴点（すなわち、特徴点）に対して繰り返される。結局、入力された指紋画像は一組の連結HOGとして、すなわち各々の選択された特徴点（308-1、... 308-N）に対して一つの連結HOG 314として表されることになる。

【0027】

次に図4を参照すると、図は、本発明の一実施形態による、連結勾配ヒストグラムと、照合一致勾配ヒストグラム及び照合不一致勾配ヒストグラムとの比較を示す。所与の2つの指紋を照合するには、連結HOG特徴を以下のように簡単に比較することができる。例示的な一実施形態において、照合アルゴリズムは、2つの指紋のHOG特徴の間の一致の数をカウントすることに基づく。2つのHOG特徴は、それらが双方の方向において相互に最大限に相関する場合に一致する。このアルゴリズムの詳細は以下の通りである。M<sub>1</sub>及びM<sub>2</sub>はそれぞれ、m<sub>1</sub>及びm<sub>2</sub>のヒストグラムを有する2つの指紋に対するHOG特徴の組を表すとする。ヒストグラムm<sub>1</sub><sup>i</sup> M<sub>1</sub>は、以下の関係を満たす場合に限り、ヒストグラムm<sub>2</sub><sup>j</sup>と一致する。

10

$$\{m_1^i \cdot m_2^j > m_1^i \cdot m_2^k \mid \forall m_2^k \in M_2, k \neq j\}, \quad \text{及び}$$

20

$$\{m_1^i \cdot m_2^j > m_1^l \cdot m_2^j \mid \forall m_1^l \in M_1, l \neq i\}$$

代替的实施形態に於いては、偶然の一致を避けるために値m<sub>1</sub><sup>i</sup> · m<sub>2</sub><sup>j</sup>に閾値を適用することができる。このようにして得られた一致の総数は、2つの指紋中の特徴点の総数で正規化され、照合作業用の類似度スコアとして使用される。図4は所与の連結HOG 402と、照合一致HOG（404）及び照合不一致HOG（406-1、... 406-N）との比較例を示す。更に、HOG特徴は指紋特徴点の周辺で計算されるので、本提案のHOGに基づく特性を用いて2つの指紋にわたる特徴点照合の質を検証することができる。

30

【0028】

次に図5を参照すると、フロー図は、本発明の一実施形態による、指紋画像の勾配特性を生成するためのシステムを示す。システム500のコンポーネントは、図1に示す方法を実行する。システム500は特徴探知器502で始まる。特徴探知器は図1のステップ102を実行し、そこで指紋の特徴点が指紋画像から選択される。次に、特徴集約器504が図1のステップ104を実行する。特徴集約器は、選択された指紋の各特徴点の近傍区域を表す領域を取得する。

【0029】

40

特徴点を集約した後、特徴分割器506が図1のステップ106を実行する。例示的な一実施形態において、特徴分割器は得られた各領域を複数のサブ領域に分割する。次にヒストグラム作成器508が、図1のステップ108を実行し、複数のサブ領域のそれぞれに関するヒストグラムを作成する。ヒストグラムは次にヒストグラム連結器510により組み合わされて連結ヒストグラムになる。ヒストグラム連結器510は図1のステップ110を実行する。その後、連結ヒストグラムは識別の目的に使用される。

【0030】

次に図6を参照すると、ブロック図600は、本発明の一つ又は複数のコンポーネント/方法（例えば、図1-図5との関連で説明したコンポーネント/方法）を実施することができる、計算システムの例示的なハードウェア実装を示す。

50

## 【 0 0 3 1 】

図示したように、指紋画像の勾配特性を生成する技術は、コンピュータ・バス 6 1 8 又は代替の接続装置を介して結合した、プロセッサ 6 1 0、メモリ 6 1 2、I/O装置 6 1 4、及びネットワーク・インターフェース 6 1 6 によって実施することができる。

## 【 0 0 3 2 】

本明細書で使用する「プロセッサ」という用語は、例えば、CPU（中央処理装置）及び/又は他の処理回路を含む装置のような任意の処理装置を含むことを意図したものであることを理解されたい。また「プロセッサ」という用語は、1台より多くの処理装置を指すことができること、及び1台の処理装置に付随する種々の要素が他の処理装置により共有され得ることも理解されたい。

10

## 【 0 0 3 3 】

本明細書で使用する「メモリ」という用語は、例えばRAM、ROM、固定メモリ装置（例えば、ハード・ドライブ）、リムーバブル・メモリ装置（例えば、ディスク）、フラッシュメモリなどのような、プロセッサ又はCPUと結合したメモリを含むことを意図したものである。そのようなメモリはコンピュータ可読記憶媒体と考えることができる。

## 【 0 0 3 4 】

更に、本明細書で使用する「入力/出力装置」又は「I/O装置」という語句は、例えば処理装置にデータを入力するための一つ又は複数の入力装置（例えば、キーボード、マウス、スキャナ等）、及び/又は処理装置と結合した、結果を提示する一つ又は複数の出力装置（例えば、スピーカ、ディスプレイ、プリンタ等）を含むことを意図したものである。

20

## 【 0 0 3 5 】

更に、本明細書で使用する「ネットワーク・インターフェース」という用語は、例えば、コンピュータ・システムが適切な通信プロトコルを介して別のコンピュータ・システムと通信できるようにする一つ又は複数のトランシーバを含むことを意図したものである。

## 【 0 0 3 6 】

本明細書で説明した方法を実行するための命令又はコードを含むソフトウェア・コンポーネントは一つ又は複数の付随の記憶装置（例えば、ROM、固定メモリ又はリムーバブル・メモリ）に格納することができ、使用する準備が整ったとき、一部分又は全体がロードされ（例えば、RAM中に）、CPUにより実行される。

30

## 【 0 0 3 7 】

本明細書において、本発明の例示的な実施形態を添付の図面を参照して説明したが、本発明は、それらの正確な実施形態に限定されないこと、及び、当業者であれば、本発明の範囲と趣旨を逸脱することなく、様々な変更や修正を行うことが可能であることを理解されたい。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 3 8 】

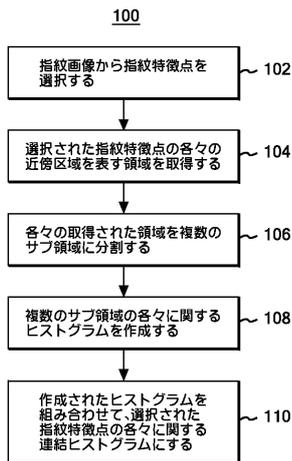
- 1 0 0 : 方法
- 1 0 2、1 0 4、1 0 6、1 0 8、1 1 0 : ステップ
- 2 0 2 : 指紋領域
- 2 0 4 : 画像テンプレート
- 2 0 6 : サブ領域
- 3 0 2 : 指紋画像
- 3 0 4 : 画質が向上された指紋画像
- 3 0 6 1、. . . . 3 0 6 - N : 近傍区域（特徴点）
- 3 0 8 1、. . . . 3 0 8 - N : 回転したパッチ
- 3 1 0 1、. . . . 3 1 0 - N : サブ領域
- 3 1 2 : ヒストグラム（HOG）
- 3 1 4、4 0 2 : 連結ヒストグラム（連結HOG）

40

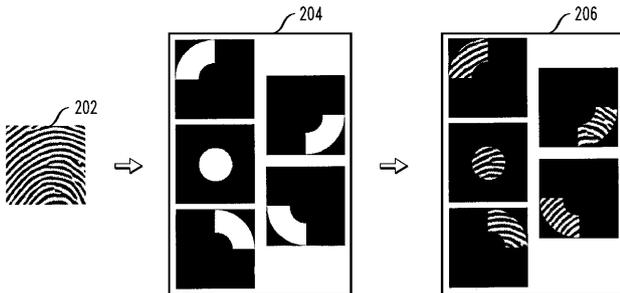
50

- 404 : 照合一致HOG
- 406 - 1、406 - N : 照合不一致HOG
- 500 : システム
- 502 : 特徴探知器
- 504 : 特徴集約器
- 506 : 特徴分割器
- 508 : ヒストグラム作成器
- 510 : ヒストグラム連結器
- 600 : ハードウェアブロック図
- 610 : プロセッサ
- 612 : メモリ
- 614 : I/O装置
- 616 : ネットワーク・インターフェース
- 618 : コンピュータ・バス

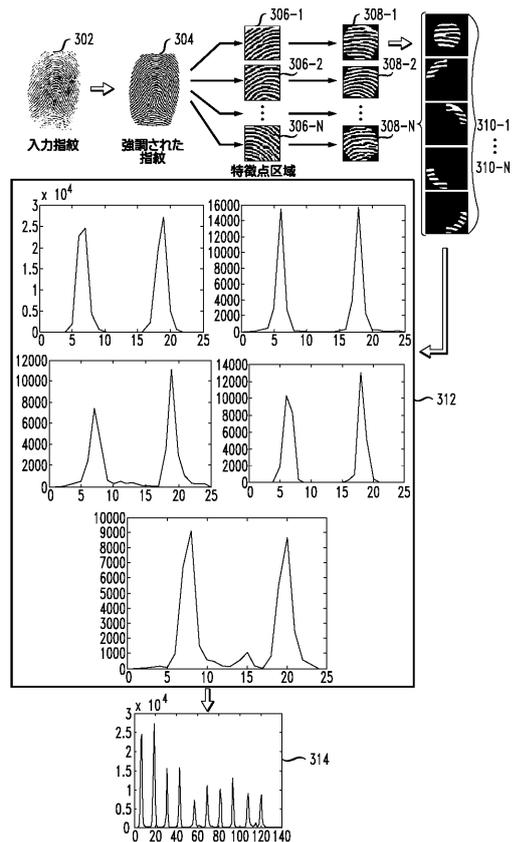
【 図 1 】



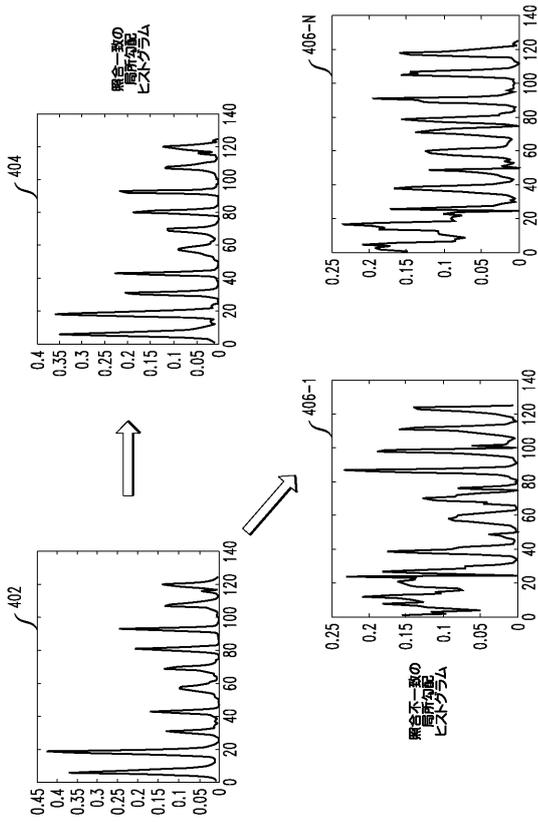
【 図 2 】



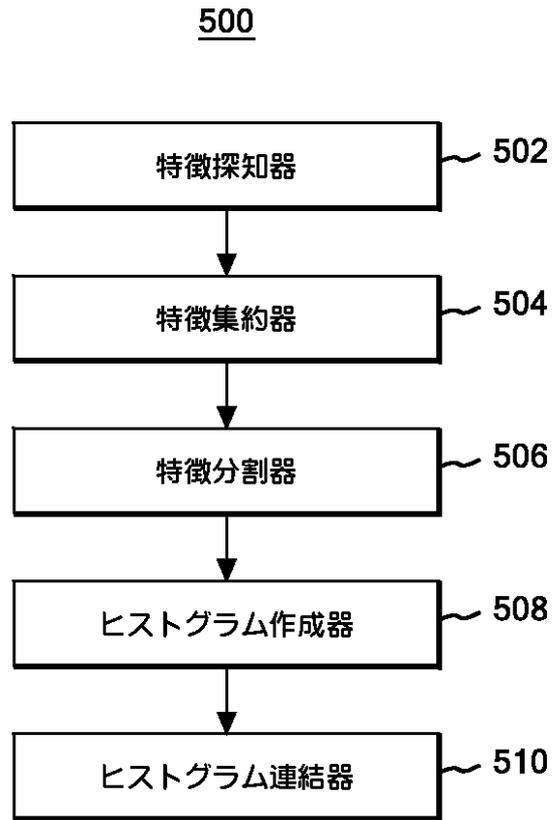
【 図 3 】



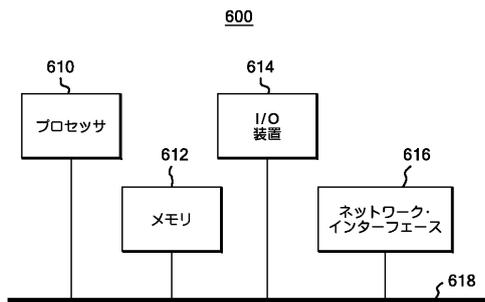
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【手続補正書】

【提出日】平成23年3月7日(2011.3.7)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

プロセッサとメモリとを備えるコンピュータにより実行される方法であって、前記プロセッサに、  
一つ又は複数の指紋画像から一つ又は複数の指紋特徴点を選択させるステップと、  
前記一つ又は複数の選択された指紋特徴点のそれぞれに対して、所与の指紋特徴点の近傍区域を表す領域を取得させるステップと、  
前記取得された領域のそれぞれを複数のサブ領域に分割させるステップと、  
前記複数のサブ領域のそれぞれに関するヒストグラムを作成させるステップと、  
前記複数の作成されたヒストグラムを組み合わせて、前記一つ又は複数の選択された指紋特徴点のそれぞれに関する連結ヒストグラムにさせるステップと、  
を実行させる方法。

【請求項2】

前記ヒストグラムは有向勾配のヒストグラムである、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記一つ又は複数の指紋特徴点を選択させる前に、前記プロセッサに前記第1の指紋画像の画質を向上させるステップを更に含む、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項4】

前記プロセッサに前記取得された領域のそれぞれを比較可能な方向に回転させるステップを更に含む、請求項1乃至3のいずれかに記載の方法。

【請求項5】

前記プロセッサに、第1の指紋画像に対応する連結ヒストグラムを含む第1のヒストグラムの組を作成させるステップを含む、請求項1乃至4のいずれかに記載の方法。

【請求項6】

前記プロセッサに、前記第1の指紋画像とは異なる第2の指紋画像に対応する連結ヒストグラムを含む第2のヒストグラムの組を作成させるステップを含む、請求項5に記載の方法。

【請求項7】

前記プロセッサに、前記第1のヒストグラムの組と前記第2のヒストグラムの組とを比較させるステップを更に含む、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

前記比較するステップは、前記第1のヒストグラムの組と前記第2のヒストグラムの組との間の相関度を計算するサブ・ステップを更に含む、請求項7に記載の方法。

【請求項9】

前記相関度は、前記第1のヒストグラムの組と前記第2のヒストグラムの組との間の一致の数に基づくものである、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

コンピュータ・プログラムであって、コンピュータによって実行されると、前記コンピュータに請求項1乃至9のいずれかの方法を実行させるコンピュータ・プログラム。

【請求項11】

装置であって、

メモリと、

前記メモリと結合し、(i)一つ又は複数の指紋画像から一つ又は複数の指紋特徴点を

選択し、( i i ) 前記一つ又は複数の選択された指紋特徴点のそれぞれに対して、所与の指紋特徴点の近傍区域を表す領域を取得し、( i i i ) 前記取得された領域のそれぞれを複数のサブ領域に分割し、( i v ) 前記複数のサブ領域のそれぞれに関するヒストグラムを作成し、そして( v ) 前記複数の作成されたヒストグラムを組み合わせ、一つ又は複数の選択された指紋特徴点のそれぞれに関する連結ヒストグラムにするように動作する、プロセッサと、  
を備える装置。

【請求項 12】

システムであって、  
一つ又は複数の指紋画像から一つ又は複数の指紋特徴点を選択するための特徴探知器と、  
、  
前記一つ又は複数の選択された指紋特徴点のそれぞれに対して、所与の指紋特徴点の近傍区域を表す領域を取得するための特徴集約器と、  
前記取得された領域のそれぞれを複数のサブ領域に分割するための特徴分割器と、  
前記複数の領域のそれぞれに関するヒストグラムを作成するためのヒストグラム作成器と、  
、  
前記複数の作成されたヒストグラムを組み合わせ、前記一つ又は複数の選択された指紋特徴点のそれぞれに関する連結ヒストグラムにするためのヒストグラム連結器と、  
を備えるシステム。

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US 09/40347

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(8) - G06K 9/00 (2009.01) USPC - 382/124 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) USPC - 382/124  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched USPC - 382/115; 703/2  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PubWEST(PGPB,USPT,USOC,EPAB,JPAB), Google Scholar - fingerprint, histogram, identifier, ID, gradient, orientation, region, sub-region, area, enhance, correlate, degree, correspond, correspondences		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X — Y	WO 2007/080133 A2 (LEFEBVRE et al.) 19 July 2007 (19.07.2007) entire document, especially p 5, ln 2-3; p 14, ln 3-15; p 15, ln 4-19; p 16, ln 9-10	1-2, 4-6, 10-12, 14-16, 20 3, 7-9, 13, 17-19
Y	US 2008/0080750 A1 (BEE et al.) 03 April 2008 (03.04.2008) especially para [0037]	3, 13
Y	US 6,201,886 B1 (NAKAYAMA) 13 March 2001 (13.03.2001) especially col 10, ln 13-19; col 11, ln 42-47	7-9, 17-19
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 29 May 2009 (29.05.2009)		Date of mailing of the international search report <b>12 JUN 2009</b>
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 アガーウォール、ガウラブ  
 アメリカ合衆国 20770 メリーランド州 グリーンベルト ウェストウェイ 129 アパートメント 103

(72)発明者 ボーレ、ルドルフ、マールテン  
 アメリカ合衆国 10507 ニューヨーク州 ベッドフォード・ヒルズ ノティンガム・ロード 83

(72)発明者 ジー、ツァイヤン  
 アメリカ合衆国 12601 ニューヨーク州 ポキプシー ハドソン・ハーバー・ドライブ 304

(72)発明者 ラタ、ナリニ、カンタ  
 アメリカ合衆国 10598 ニューヨーク州 ヨークタウン・ハイツ ケンジントン・レーン 70

Fターム(参考) 5B043 AA09 BA02 EA02 EA03 EA06 EA08 EA09 EA12 GA03 GA04