

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6820672号
(P6820672)

(45) 発行日 令和3年1月27日 (2021.1.27)

(24) 登録日 令和3年1月7日 (2021.1.7)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 T 7/00 (2017.01)
A 6 1 B 5/1171 (2016.01)G 0 6 T 7/00 5 1 0 D
A 6 1 B 5/1171 3 0 0

請求項の数 12 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2016-115028 (P2016-115028)
 (22) 出願日 平成28年6月9日 (2016.6.9)
 (65) 公開番号 特開2017-4525 (P2017-4525A)
 (43) 公開日 平成29年1月5日 (2017.1.5)
 審査請求日 令和1年5月23日 (2019.5.23)
 (31) 優先権主張番号 1555440
 (32) 優先日 平成27年6月15日 (2015.6.15)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 フランス (FR)

(73) 特許権者 508288744
 モルフォ
 フランス国、エフー92130 イッシー
 レムリノー、ブルバール ガリエニ
 11
 (74) 代理人 110001173
 特許業務法人川口国際特許事務所
 (72) 発明者 エミーヌ・クリシュン
 フランス国、92130・イッシー・レ・ム
 リノー、ブルバール・ガリエニ、11、
 モルフォ気付
 (72) 発明者 ピエール・ガコン
 フランス国、92130・イッシー・レ・ム
 リノー、ブルバール・ガリエニ、11、
 モルフォ気付

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 虹彩認識により個人を識別および／または認証する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

個人を識別および／または認証するためのシステム (100) によって実行される以下のステップを含む、個人 (1) を識別および／または認証するための方法であって、

個人を認識および／または認証するための前記システムが、第1の所定数 N 1 個の同心円環へと分割された参照虹彩画像から取得される参照虹彩のバイナリコードを少なくとも1つと、瞼、睫毛、反射、またはその他のノイズとなる原因が検出されている参照虹彩の領域を識別する関連付けられた参照マスクのバイナリコードとを格納する、ストレージデバイス (3) を備え、前記ステップが、

識別および／または認証される個人の眼球の画像を取得するステップ (101) と、
 虹彩のテクスチャを含む領域を分離し、関連マスクを決定するために、取得した眼球の画像をセグメント化するステップ (102) と、

虹彩テクスチャを含む前記領域と前記マスクとを、第2の数 N 2 個の同心円環へと分割するステップ (103) と、

直交座標である、虹彩のテクスチャを含む前記領域と前記マスクとを、極座標へと正規化するステップ (104) と、

正規化された虹彩のテクスチャを含む前記領域をコード化する N 2 * P * F に等しいサイズのバイナリ虹彩コード I C と、関連マスクをコード化する N 2 * P * F に等しいサイズのマスクのバイナリコード I M とを、第3の所定数 F 個のガボールフィルタを各円環の第4の所定数 P 箇所からの位置の各々に適用することによって、決定するステップ (10

10

20

5) と、

取得画像の虹彩の少なくとも1つの円環を、取得画像と参照画像間のマッチング距離 ($HD_{viterbi}$) を最小化するように、前記参照虹彩のうちの1つの円環とマッチングするステップ (106) であって、前記マッチング距離は、マッチングされた取得画像虹彩の前記円環の各々と、それに相当する参照虹彩の円環との間の距離 ($Dist$) の合計を計算することにより、決定され格納された参照虹彩コードおよび関連マスクコードから取得されたものである、マッチングするステップ (106) と、

前記最小化されたマッチング距離を計算するステップ (107) と、

前記最小化されたマッチング距離が所定の閾値を下回る場合、個人を識別および/または認証するステップ (108) と

10

であり、

マッチングステップ (106) が、サイズが $N1 * N2$ の比較マトリクス M を計算することであって、前記比較マトリクスの各係数 $M(i, j)$ が、前記決定されたコードおよび参照虹彩コードならびに関連マスクコードを用いて行われた、格納された参照虹彩の i 番目円環と取得画像の虹彩の j 番目円環との間の比較の結果をコード化する、計算することを含む、方法。

【請求項2】

マッチングステップ (106) が、ビタビアルゴリズムを実装する、請求項1に記載の識別および/または認証方法。

【請求項3】

20

マッチングステップ (106) が、

サイズが $N1 * N2$ の比較マトリクス M を計算すること (106₁) であって、前記比較マトリクスの各係数 $M(i, j)$ が、前記決定されたコードおよび参照虹彩コードならびに関連マスクコードを用いて行われた、格納された参照虹彩の i 番目円環と取得画像の虹彩の j 番目円環との間の比較の結果をコード化する、計算すること (106₁) と、

参照虹彩の円環 i と取得画像の虹彩の円環 j のマッチングの各々についてのコストが、

$i = 1$ に対し、 $Cost(i, j) = Prob(i, j) * M(i, j)$

任意の $i > 1$ に対し： $Cost(i, j) = Prob(i, j) * M(i, j) + \min_{L=1:i-1} \{ ProbT((i-L, j), (i-L, j+k)) * Cost(i-L, j+k) \}$

30

であり、上式において、

$li, ls, kmin, kmax$ は、 $li-1$ かつ $0 < j+k \leq N2$ となる、所定の相対的な整数であり、

$Prob(i, j)$ は、参照虹彩の i 番目円環と、取得画像の虹彩の j 番目円環とに関する、所定のマッチング確度であり、

$ProbT((i, j), (p, q))$ は、参照虹彩の i 番目円環と取得画像の虹彩の j 番目円環とに関するマッチングを考慮した、参照虹彩の p^{th} 円環および取得画像の虹彩の q^{th} 円環に関する所定のマッチング確度である、

ビタビトレリスを構築すること (106₂) と、

前記ビタビトレリスにおける経路を決定すること (106₃) であって、

40

参照虹彩の M 番目円環を、取得画像の虹彩の $Path(M)$ 番目円環とマッチングすることであって、 $Path(M)$ が、 j に関し ($Cost(M, j)$) を最小化する $[1; N2]$ に属する指標であり、 M が、第1の所定数 $N1$ 以下の整数である、マッチングすることと、

指標 M' を持つ参照虹彩の少なくとも1つの別の円環を、指標 $Path(M')$ を持つ取得画像の虹彩の円環とマッチングすることであって、指標 $Path(D)$ を持つ取得画像の虹彩の円環と既にマッチングされた指標 D を持つ参照虹彩の円環の関数として $M' < M$ であり、 $M' = D - Z(D, Path(D), 1)$ かつ $Path(M') = Path(D) + Z(D, Path(D), 2)$ であり、関数 Z が、 $Z(i, j, 1)$ および $Z(i, j, 2)$ がそれぞれ、関数 $ProbT((i, j), (i-L, j+k)) * Cost$

50

$t(i-L, j+k)$ を最小化する整数 $L \in [l_i, l_s]$ および $k \in [k_{min}, k_{max}]$ となるような、 R^3 から R へ定義されたものである、マッチングすることを含む、決定すること (106₃) とを含む、請求項 2 に記載の識別および / または認証方法。

【請求項 4】

最小化されたマッチング距離の計算 (107) が、
【数 1】

$$HD_{Viterbi} = \min_{t=-T:T} \frac{\sum_{i=1}^N \text{Dist}(i, \text{Path}(i), t)}{1 + \sum_{i=1}^N \text{Mask}(i, \text{Path}(i), t)}$$

10

であり、上式において、

T は、取得画像と参照画像の間の回転に対する、所定の最大許容値であり、
サイズが $N_1 \times (P * F)$ または $N_2 \times (P * F)$ のマトリクスである、 IC_1 、 IC_2 、そして IM_1 および IM_2 は、それぞれ、参照虹彩のコード、取得画像の虹彩のコード、および関連マスクコードに相当し、

【数 2】

$$\text{Dist}(i, j, t) = \sum_{p=1}^P \sum_{f=0}^{F-1} |IC_1(i, p+f) - IC_2(j, p+t+f)|$$

であり、

【数 3】

$$\text{Mask}(i, j, t) = \sum_{p=1}^P \sum_{f=0}^{F-1} IM_1(i, p+f) * IM_2(j, p+t+f)$$

20

である式を用いて実行される、請求項 3 に記載の識別および / または認証方法。

【請求項 5】

前記比較マトリクス M の各係数 $M(i, j)$ が、固定された t についての $\text{Dist}(i, j, t)$ と $\text{Mask}(i, j, t)$ 間の比率の変換 LT の結果である、請求項 4 に記載の識別および / または認証方法。

【請求項 6】

前記同心円環の厚みが可変である、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の識別および / または認証方法。

30

【請求項 7】

前記同心円環のうち少なくとも 2 つが重なり合う、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の識別および / または認証方法。

【請求項 8】

確度 $ProbT$ および $Prob$ が、自動学習、または虹彩のテクスチャの歪みモデルを用いて決定される、請求項 3 から 5 のいずれか一項に記載の識別および / または認証方法。

【請求項 9】

確度 $ProbT$ および $Prob$ が、瞳孔の拡張の程度に応じている、請求項 3 から 5 のいずれか一項に記載の識別および / または認証方法。

40

【請求項 10】

プログラムがプロセッサによって実行されるとき、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の個人を識別および / または認証する方法を実行するためのコード命令を含む、コンピュータプログラム製品。

【請求項 11】

データ処理デバイス (4) であって、

第 1 の所定数 N_1 個の同心円環へと分割された参照虹彩画像から取得される参照虹彩のバイナリコードを少なくとも 1 つと、瞼、睫毛、反射、またはその他のノイズとなる原因が検出されている参照虹彩の領域を識別する関連付けられた参照マスクのバイナリコードとを格納する、ストレージデバイス (3) へと接続することが可能であるということ、お

50

よび、

識別および／または認証される個人の取得された眼球の画像を受信するように構成される、通信インタフェース(6)と、

虹彩のテクスチャを含む領域を分離し、関連マスクを決定するために、受信した眼球の画像をセグメント化することと、

虹彩テクスチャを含む前記領域と前記マスクとを、第2の数 N_2 個の同心円環へと分割することと、

直交座標である、虹彩のテクスチャを含む前記領域と前記マスクとを、極座標へと正規化することと、

正規化された虹彩のテクスチャを含む前記領域をコード化する $N_2 * P * F$ に等しいサイズのバイナリ虹彩コード I_C と、関連マスクをコード化する $N_2 * P * F$ に等しいサイズのマスクのバイナリコード I_M とを、第3の所定数 F 個のガボールフィルタを各円環の第4の所定数 P 箇所からの位置の各々に適用することによって、決定することと、

取得画像の虹彩の少なくとも1つの円環を、取得画像と参照画像間のマッチング距離($HD_{viterbi}$)を最小化するように、前記参照虹彩のうちの1つの円環とマッチングすることであって、前記マッチング距離は、マッチングされた取得画像虹彩の前記円環の各々と、それに相当する参照虹彩の円環との間の距離($Dist$)の合計を計算することにより、決定され格納された参照虹彩コードおよび関連マスクコードから取得されたものである、マッチングすることと、

前記最小化されたマッチング距離を計算することと、

前記最小化されたマッチング距離を、所定の閾値と比較することと

を行うように構成される、コンピュータ(5)とを備え、

マッチングすることが、サイズが $N_1 * N_2$ の比較マトリクス M を計算することであって、前記比較マトリクスの各係数 $M(i, j)$ が、前記決定されたコードおよび参照虹彩コードならびに関連マスクコードを用いて行われた、格納された参照虹彩の i 番目円環と取得画像の虹彩の j 番目円環との間の比較の結果をコード化する、計算することを含む、ことを特徴とする、データ処理デバイス(4)。

【請求項12】

個人を識別および／または認証するためのシステム(100)であって、

第1の所定数 N_1 個の同心円環へと分割された参照虹彩画像から取得される参照虹彩のバイナリコードを少なくとも1つと、瞼、睫毛、反射、またはその他のノイズとなる原因が検出されている参照虹彩の領域を識別する関連付けられた参照マスクのバイナリコードとを格納する、ストレージデバイス(3)と、

識別および／または認証される個人の眼球の画像を取得するように構成される、撮像デバイス(2)と、

取得画像と参照画像間のマッチング距離($HD_{viterbi}$)を最小化し、前記最小化されたマッチング距離が所定の閾値を下回る場合、個人を識別および／または認証するように構成される、請求項11に記載のデータ処理デバイス(4)と

を備える、個人を識別および／または認証するためのシステム(100)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、虹彩認識による改良された生体の識別または認証方法に関する。

【背景技術】

【0002】

個人の虹彩を参照データベースに格納された虹彩データと比較するには、この個人の虹彩に対し、デジタル的な特徴付けを施す必要がある。そのために通常採用されるプロセスは、Daugmanによる方法(米国特許第5291560号)である。この方法では、図1に説明されるように、分析対象となる眼球の画像をセグメント化されるように規定し

10

20

30

40

50

て、個人の虹彩に相当する画像の部分を分離する。次いで、図2に説明されるように、参照虹彩データと比較する当画像部分に関し、分析対象となる、その虹彩の区域を、幾つかの数の角度方向区域へと切り分けること、および幾つかの数の円環へと半径方向に切り分けることが可能である。

【0003】

図3aから図3cに説明されるように、撮影条件に応じて不定に拡張する中、分析対象の虹彩を参照虹彩と効果的に比較するために、分析対象の虹彩画像を固定サイズの矩形画像形式に正規化し、それにより、元画像の直交座標を極座標へと変換することが可能である。この正規化された画像をバイナリコード（虹彩コードと呼ばれる）へと変換するために、当画像の様々な区域に対し（例えば、円環と角度方向セクタの交差部に相当する各区域に対し）、ガボールフィルタリングなどのフィルタリングを適用することが可能である。バイナリ値である0または1を、この区域に対するフィルタリングの結果の現れに応じて、各区域に属性付けすることができる。こうしたバイナリコードは、次いでデータベースに格納された1つ以上のバイナリ参照コードと、ビット単位で容易に比較することが可能であり、それにより、虹彩が分析された個人を識別または認証する。このようなバイナリ比較を要約すると、正規化された画像において同一位置にある虹彩区域の相互比較であるといえる。正規化された画像の左端および右端は、実際には虹彩の隣接区域に相当し、正規化に続く分析では、そのようなものとして考える必要があることに留意されたい。

【0004】

こうした正規化を用いると、輝度に応じた虹彩の直線的拡張/収縮を、完全に補償することが可能となり得る。実際には、観察される虹彩の拡張は、直線的とは程遠いものである。虹彩の円環は、瞳孔の拡張に応じ、正規化された画像内の様々な位置で認められる可能性がある。この場合、バイナリコードのビット単位による比較は、要するに、虹彩の同一区域とは事実上対応しない、正規化された画像の区域の相互比較である、ということが出来る。また、瞳孔拡張時の虹彩の動きは、3次元的にも生じる。虹彩の異なる区域が重なり合うことにより、拡張中、虹彩の円環の幾つかが見えたり消えたりし得る。

【0005】

拡張に応じた虹彩の動きをより精巧にモデル化するために、Wyattによるモデル（Harry Wyatt、「A minimum wear-and-tear meshwork for the iris」、Vision Research 40（2000）、2167-2176頁）など、複数の複合モデルが提案されている。しかし、これらのモデルは、虹彩の区域が出現または消失することを考慮していない。Clarkによるモデル（A. Clark、S. Kulp、I. Herron、およびA. Ross、「A theoretical model for describing iris dynamics」、Handbook of Iris Recognition、129-150頁、2013年）などは、虹彩の非直線的変化と、虹彩の一部の区域の出現/消失との両方を、考慮したものとなっている。しかしながら、これらのモデルによる虹彩の動きの予測は、ポアソンパラメータと呼称されるパラメータパラメータの関数であって、その値は人物ごとに異なる。したがって、こうしたモデルを用いて虹彩から個人を認識するためには、この個人についてのポアソンパラメータ値を求める、特定の学習を実行することが必要となる。

【0006】

論文（「Inmaculada Tomeo-Reyes、Arun Ross、Antwan D. Clark、Vinod Chandran」、A Biomechanical Approach to Iris Normalization）において、その著者らは、Clarkのモデルに基づく、虹彩のテクスチャに関する正規化方法体系を提案している。著者らが示すように、この方法体系は、テスト画像を正規化するために、参照画像の瞳孔の拡張率に関する情報を必要とする。この手法が検証シナリオに対して使用可能となり得るのであれば（ここでは参照画像が知られている）、認証シナリオに対しては実行不可能ということになる（ここでは比較すべき参照画像が知られていない

10

20

30

40

50

)。著者らはやはり、ポアソンパラメータを全ての人々に対し0.49と固定している。
【0007】

虹彩の拡張に関するこうした複合モデルへの依存性を限定するために、瞳孔の拡張を正規化ステップの間は考慮しないが、バイナリコードの比較ステップの間には考慮するといった、虹彩認識による識別または認証方法が提供されている。2つの虹彩画像を比較する間、このようなモデルは通常、虹彩コードからのこれら2つの画像間における、最も確度の高い虹彩円環の動きを求めようと試みてから、この動きを考慮に入れることにより、虹彩コードからの画像間の距離を計算する。正規化された画像内の虹彩の各区域は、もはや参照画像の対応区域と比較する必要がなく、しかも当画像の最もよく対応する区域と比較することができる。こうした比較は、瞳孔の拡張に応じた虹彩の動きについて、その非直線的性質をよりよく考慮している。また、虹彩の区域の一部が出現または消失することについても、考慮に入れることが可能である。比較されるバイナリコード間の距離を減少させることができ、その結果、認識方法の有効性が向上する。一例として、Uhl & Wild (Andreas Uhl, Peter Wild, 「Enhancing Iris Matching Using Levenshtein Distance with Alignment Constraints」、In G. Bebis, R. Boyle, B. Parvin, D. Koracin, R. Chung, R. Hammoud, editors, Advances in Visual Computing: 6th International Symposium, (ISVC 2010) 469 - 479頁, LNCS, 6453, Springer Verlag, 2010年)に記載された方法では、分析対象画像のバイナリコードと参照画像のバイナリコードとをビット単位で比較し、これらのコード間の不一致の間、これが、一方の画像における虹彩区域の挿入または消失、そうでなければ、これら2つの画像間で移動したビットに対応する虹彩区域間の置き換えりの結果である可能性を考慮に入れる、ということを提案している。各動作は所定のコストを持つので、この方法では、コストが最も低くなる場合について、比較される虹彩コード間の違いを説明するために、置き換えり、消失、および出現に関する動作のセットを決定することを提案している。しかし、このような方法の欠点として、バイナリコードをビット単位で処理すること、ならびに、虹彩の一区域と、その虹彩の同一円環に属するそれ以外の区域とに由来する、動きの相関性を考慮しないことが挙げられる。こうした相関性は、虹彩の動きは等方性を持つことから重要である。こうしたビット単位の処理は、異なる個人が持つ2つの虹彩画像の比較中、誤検知の可能性を極めて増大させる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国特許第5291560号明細書

【非特許文献】

【0009】

【非特許文献1】Harry Wyatt, 「A minimum wear-and-tear meshwork for the iris」、Vision Research 40 (2000)、2167 - 2176頁

【非特許文献2】A. Clark, S. Kulp, I. Herron, およびA. Ross, 「A theoretical model for describing iris dynamics」、Handbook of Iris Recognition、129 - 150頁、2013年

【非特許文献3】Andreas Uhl, Peter Wild, 「Enhancing Iris Matching Using Levenshtein Distance with Alignment Constraints」、In G. Bebis, R. Boyle, B. Parvin, D. Koracin, R. Chung, R. Hammoud, editors, Advances in Visual Comput

10

20

30

40

50

ing: 6th International Symposium、(ISVC 2010) 469 - 479 頁、LNCS、6453、Springer Verlag、2010 年

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

したがって、虹彩変位の非直線的性質、および瞳孔拡張に応じた虹彩の一部区域の出現または消失を考慮すると共に、個人に対する特定の学習を必要とすることなく、この動きの等方性から利益を得る、虹彩認識による当個人の効率的識別または認証方法が必要とされている。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

第1の態様によれば、本発明は、個人を識別および/または認証するためのシステムによって実行される以下のステップを含む、個人を識別および/または認証する方法であって、個人を認識および/または認証するための前記システムが、第1の所定数 $N1$ 個の同心円環へと分割された参照虹彩画像から取得される参照虹彩のバイナリコードを少なくとも1つと、瞼、睫毛、反射、またはその他のノイズとなる原因が検出されている参照虹彩の領域を識別する関連付けられた参照マスクのバイナリコードとを格納する、ストレージデバイスを備える方法に関するものである：

- 識別および/または認証される個人の眼球の画像を取得するステップ、
- 虹彩のテクスチャを含む領域を分離し、関連マスクを決定するために、取得した眼球の画像をセグメント化するステップ、
- 虹彩テクスチャを含む前記領域と前記マスクとを、第2の数 $N2$ 個の同心円環へと分割するステップ、
- 直交座標である、虹彩のテクスチャを含む前記領域と前記マスクとを、極座標へと正規化するステップ
- 正規化された虹彩のテクスチャを含む前記領域をコード化する $N2 * P * F$ に等しいサイズのバイナリ虹彩コード IC と、関連マスクをコード化する $N2 * P * F$ に等しいサイズのマスクのバイナリコード IM とを、第3の所定数 F 個のガボールフィルタを各円環の第4の所定数 P 箇所からの位置の各々に適用することによって、決定するステップ、
- 取得画像の虹彩の少なくとも1つの円環を、取得画像と参照画像間のマッチング距離を最小化するように、前記参照虹彩のうちの1つの円環とマッチングするステップであって、前記マッチング距離は、マッチングされた取得画像虹彩の前記円環の各々と、それに相当する参照虹彩の円環との間の距離の合計を計算することにより、決定され格納された参照虹彩コードおよび関連マスクコードから取得されたものである、マッチングするステップ、
- 前記最小化されたマッチング距離を計算するステップ、
- 前記最小化されたマッチング距離が所定の閾値を下回る場合、個人を識別および/または認証するステップ。

20

30

【0012】

マッチングステップは、ビタビアルゴリズムを実装することができる。

40

【0013】

マッチングステップは、以下を含む：

- サイズが $N1 * N2$ の比較マトリクス M を計算することであって、前記比較マトリクスの各係数 $M(i, j)$ が、前記決定されたコードおよび参照虹彩コードならびに関連マスクコードを用いて行われた、格納された参照虹彩の i 番目円環と取得画像の虹彩の j 番目円環との間の比較の結果をコード化する、計算すること、
- 参照虹彩の円環 i と取得画像の虹彩の円環 j のマッチングの各々についてのコストが、

$$i = 1 \text{ に対し、 } Cost(i, j) = Prob(i, j) * M(i, j)$$

50

任意の $i > 1$ に対し： $Cost(i, j) = Prob(i, j) * M(i, j) + \min_{L=1:L_s \text{ and } k=k_{min}:k_{max}} (ProbT((i, j), (i-L, j+k))) * Cost(i-L, j+k)$

であり、上式において：

○ l_i 、 l_s 、 k_{min} 、 k_{max} は、 $l_i - 1$ かつ $0 < j+k \leq N_2$ となる、所定の相対的な整数であり、

○ $Prob(i, j)$ は、参照虹彩の i 番目円環と、取得画像の虹彩の j 番目円環とに関する、所定のマッチング確度であり、

○ $ProbT((i, j), (p, q))$ は、参照虹彩の i 番目円環と取得画像の虹彩の j 番目円環とに関するマッチングを考慮した、参照虹彩の p^{th} 円環および取得画像の虹彩の q^{th} 円環に関する所定のマッチング確度である、

ビタビトレリスを構築すること。

- 前記ビタビトレリスにおける経路を決定すること。この決定動作は、以下を含む：

○ 参照虹彩の M 番目円環を、取得画像の虹彩の $Path(M)$ 番目円環とマッチングすることであって、 $Path(M)$ が、 j に関し ($Cost(M, j)$) を最小化する $[1; N_2]$ に属する指標であり、 M が、第 1 の所定数 N_1 以下の整数である、マッチングすること、

○ 指標 M' を持つ参照虹彩の少なくとも 1 つの別の円環を、指標 $Path(M')$ を持つ取得画像の虹彩の円環とマッチングすることであって、指標 $Path(D)$ を持つ取得画像の虹彩の円環と既にマッチングされた指標 D を持つ参照虹彩の円環の関数として $M' < M$ であり、 $M' = D - Z(D, Path(D), 1)$ かつ $Path(M') = Path(D) + Z(D, Path(D), 2)$ であり、関数 Z が、 $Z(i, j, 1)$ および $Z(i, j, 2)$ がそれぞれ、関数 $ProbT((i, j), (i-L, j+k)) * Cost(i-L, j+k)$ を最小化する整数 $L \in [l_i, l_s]$ および $k \in [k_{min}, k_{max}]$ となるような、 R^3 から R へ定義されたものである、マッチングすること。

【0014】

最小化されたマッチング距離の計算は、

【数 1】

$$HD_{Viterbi} = \min_{t=-T:T} \frac{\sum_{i=1}^N Dist(i, Path(i), t)}{1 + \sum_{i=1}^N Mask(i, Path(i), t)}$$

という式を用いることにより実行することが可能であり、上式において：

○ T は、取得画像と参照画像の間の回転に対する、所定の最大許容値であり、

○ サイズが $N_1 \times (P * F)$ または $N_2 \times (P * F)$ のマトリクスである、 $IC1$ 、 $IC2$ 、そして $IM1$ および $IM2$ は、それぞれ、参照虹彩のコード、取得画像の虹彩のコード、および関連マスクコードに相当し、

【数 2】

$$Dist(i, j, t) = \sum_{p=1}^P \sum_{f=0}^{F-1} |IC1(i, p+f) - IC2(j, p+t+f)|$$

であり、

【数 3】

$$Mask(i, j, t) = \sum_{p=1}^P \sum_{f=0}^{F-1} IM1(i, p+f) * IM2(j, p+t+f)$$

である。

【0015】

虹彩変位の非直線的性質、および瞳孔拡張に応じた虹彩の一部区域の出現または消失を考慮すると共に、当個人に対する特定の学習を必要とすることなく、この動きの等方性から利益を得る虹彩認識により、個人を識別または認証することができる。

【0016】

前記比較マトリクス M の各係数 $M(i, j)$ は、固定された t についての $Dist(i$

10

20

30

40

50

, j , t) と $Mask(i, j, t)$ 間の比率の変換 $L T$ の結果とすることができる。

【0017】

このような変換では、参照虹彩および取得画像の虹彩の各円環同士間の類似度を、障害物やノイズの存在によって乱れた画像の区域を考慮することなしに定量化する。

【0018】

前記同心円環の厚みは可変である。

【0019】

このことにより、円環の厚みは、虹彩テクスチャの半径方向の変動性に適合される。この変動性は、虹彩部分のある位置ではかなりの半径距離にわたって均一であり、その虹彩の別の部分では急速かつ半径方向に変動し得るものである。

【0020】

前記同心円環の少なくとも2つが重なり合ってもよい。

【0021】

2つの画像の円環のマッチングは、円環についての虹彩の出現または消失ではなく、厚みのクラウン部分についての虹彩の出現または消失を考慮する。

【0022】

確度 $Prob T$ および $Prob$ は、自動学習、または虹彩のテクスチャの歪みモデルを用いて決定することができる。

【0023】

確度 $Prob T$ および $Prob$ は、瞳孔の拡張度合に応じることができる。

【0024】

この関数は、取得画像内に認められる瞳孔の拡張に対して適合された関数を使用し、拡張の程度に関係なく定義される汎用関数よりも更に適した関数を生成する。

【0025】

第2の態様によれば、本発明は、プロセッサによる実行時に、第1の態様による、個人を識別および/または認証する方法を実行するためのコード命令を含む、コンピュータプログラム製品に関するものである。

【0026】

第3の態様によれば、本発明は、第1の所定数 $N1$ 個の同心円環へと分割された参照虹彩画像から取得される参照虹彩のバイナリコードを少なくとも1つと、瞼、睫毛、反射、またはその他のノイズとなる原因が検出されている参照虹彩の領域を識別する関連付けられた参照マスクのバイナリコードとを格納する、ストレージデバイスへと接続することが可能であるということ、および、以下を備えることを特徴とする、データ処理デバイスに関するものである：

- 識別および/または認証される個人の取得された眼球の画像を受信するように構成される、通信インタフェース、

- 以下の動作を行うように構成されるコンピュータ：

- 虹彩のテクスチャを含む領域を分離し、関連マスクを決定するために、受信した眼球の画像をセグメント化すること、

- 虹彩テクスチャを含む前記領域と前記マスクとを、第2の数 $N2$ 個の同心円環へと分割すること、

- 直交座標である、虹彩のテクスチャを含む前記領域と前記マスクとを、極座標へと正規化すること、

- 正規化された虹彩のテクスチャを含む前記領域をコード化する $N2 * P * F$ に等しいサイズのバイナリ虹彩コード IC と、関連マスクをコード化する $N2 * P * F$ に等しいサイズのマスクのバイナリコード IM とを、第3の所定数 F 個のガボールフィルタを各円環の第4の所定数 P 箇所からの位置の各々に適用することによって、決定すること、

- 取得画像の虹彩の少なくとも1つの円環を、取得画像と参照画像間のマッチング距離 ($HD_{viterbi}$) を最小化するように、前記参照虹彩のうちの1つの円環とマッチングすることであって、前記マッチング距離は、マッチングされた取得画像虹彩の前記円

10

20

30

40

50

環の各々と、それに相当する参照虹彩の円環との間の距離 (D i s t) の合計を計算することにより、決定され格納された参照虹彩コードおよび関連マスクコードから取得されたものである、マッチングすること、

- 前記最小化されたマッチング距離を計算すること、
- 前記最小化されたマッチング距離を、所定の閾値と比較すること。

【 0 0 2 7 】

第 4 の態様によれば、本発明は、以下を備える、個人を識別および / または認証するためのシステムに関するものである :

- 第 1 の所定数 N 1 個の同心円環へと分割された参照虹彩画像から取得される参照虹彩のバイナリコードを少なくとも 1 つと、瞼、睫毛、反射、またはその他のノイズとなる原因が検出されている参照虹彩の領域を識別する関連付けられた参照マスクのバイナリコードとを格納する、ストレージデバイス、
- 識別および / または認証される個人の眼球の画像を取得するように構成される、撮像デバイス、
- 取得画像と参照画像間のマッチング距離 (H D v i t e r b i) を最小化し、前記最小化されたマッチング距離が所定の閾値を下回る場合、個人を識別および / または認証するように構成される、第 3 の態様に記載のデータ処理デバイス。

【 0 0 2 8 】

これらのコンピュータプログラム製品、処理デバイス、および個人を識別および / または認証するためのシステムは、第 1 の態様による方法に関して言及したのと同じ利点を有するものである。

【 0 0 2 9 】

その他の特徴および利点は、実施形態に関する以下の説明から明らかになる。この説明は、添付図面を参照しつつ行う。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 0 】

【 図 1 】 識別 / 認証される個人の眼球の画像をセグメント化するステップの実施を示す図である。

【 図 2 】 虹彩のテクスチャを同心円環および角度方向セクタへと分割するステップの実施を示す図である。

【 図 3 a 】 虹彩のテクスチャを含む領域を正規化するステップの実施を示す図である。

【 図 3 b 】 虹彩のテクスチャを含む領域を正規化するステップの実施を示す図である。

【 図 3 c 】 虹彩のテクスチャを含む領域を正規化するステップの実施を示す図である。

【 図 4 】 本発明の実施形態による、個人を識別および / または認証するシステムにおけるハードウェア手段を示す概略図である。

【 図 5 】 本発明の実施形態による、個人を識別および / または認証する方法を示す図である。

【 図 6 a 】 瞳孔の拡張度合が異なる個人の眼球の画像を示す図である。

【 図 6 b 】 瞳孔の拡張度合が異なる個人の眼球の画像を示す図である。

【 図 6 c 】 瞳孔の拡張度合が異なる個人の眼球の画像を示す図である。

【 図 6 d 】 図 6 a および図 6 b で示した、瞳孔が拡張した 2 つの眼球の画像の比較に対応する比較マトリクスの例を示す図である。

【 図 6 e 】 図 6 a および図 6 c で示した、瞳孔が拡張した 2 つの眼球の画像の比較に対応する比較マトリクスの例を示す図である。

【 図 7 】 前記ピタゴリス内の経路決定の実施を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 1 】

本発明の実施形態は、個人を識別および / または認証するシステム 1 0 0 によって実装される、ある個人 1 を識別および / または認証する方法に関するものである (図 4 に図示) 。

【 0 0 3 2 】

このようなシステム 1 0 0 は、個人 1 を識別または認証するのに用いる生体データの取得専用となる、撮像デバイス 2 を備えている。このような生体データは、とりわけ、個人 1 の眼球の画像から成るものとすることができる。撮像デバイス 2 は、とりわけ、可視領域または赤外線領域において画像をキャプチャする、写真撮影ユニット、即ちカメラから成るものとすることができる。

【 0 0 3 3 】

システム 1 0 0 は更に、ストレージデバイス 3 を備えている。このようなストレージデバイスは、第 1 の所定数 N 1 個の同心円環へと分割された参照虹彩画像から取得される、参照虹彩のバイナリコードを少なくとも 1 つと、瞼、睫毛、反射、またはその他のノイズとなる原因が検出されている参照虹彩の領域を識別する、関連付けられたマスクの参照バイナリコードとを、格納するように構成される。このストレージデバイスは、あらゆるタイプのリードオンリメモリ（フラッシュメモリなど）、またはハードドライブとすることができる。このストレージデバイスは、このようなバイナリコードを、データベース形式で格納することが可能である。

【 0 0 3 4 】

これらの参照虹彩画像は、システムに記録された個人の虹彩画像であるため、システムで識別や認証することが可能である。これらの参照虹彩画像は、対応する参照虹彩コードを取得するために処理されている。これらの画像に適用された処理は、撮像デバイス 2 によって取得された認証の対象となる個人の虹彩画像に対して適用される、以下で説明する処理と同一のものである。

【 0 0 3 5 】

システム 1 0 0 はまた、撮像デバイス 2 によって取得された個人 1 の虹彩画像を処理して、そこから対応する虹彩コードを演繹し、それを格納された参照虹彩コードと比較するように構成された、データ処理デバイス 4 を備えている。このような処理は、とりわけ、同心円環の第 2 の所定数 N 2 へと虹彩を切り分けることを含む。前記処理デバイスは、撮像デバイス 2 と、ストレージデバイス 3 とに接続されている。このようなデータ処理デバイスは、コンピュータ 5 とインタフェース 6 を備えることができる。このようなコンピュータ 5 は、例えば x - 8 6 型や R I S C のプロセッサまたはマイクロプロセッサ、コントローラまたはマイクロコントローラ、D S P、A S I C などの集積回路または F P G A などのプログラマブル回路、これら諸要素の組み合わせ、あるいは以下に記載する方法を持つ計算ステップを実行する、その他任意のコンポーネントの組み合わせから成るものとする。このような通信インタフェース 6 は、アナログかデジタルかを問わず任意のインタフェースとすることができ、コンピュータ 5 に、上述したシステム 1 0 0 が持つ他の要素との情報交換を行わせる。このようなインタフェースは、例えば、R S 2 3 2 シリアルインタフェース、U S B、F i r e w i r e、H D M I（登録商標）インタフェース、またはイーサネット（登録商標）もしくは W i f i タイプのワイヤードもしくはワイヤレス通信ネットワークインタフェースとすることができる。ある実施形態では、前記処理デバイス、撮像デバイス 2、およびストレージデバイス 3 は、例えば携帯電話や、案件の開始を制御する統合アクセス制御システム内に組み込む場合には、共通のケース内で一体化されてもよい。代わりに、これらのデバイスのうち 1 つ以上を、当該デバイスまたはその他のデバイスからリモートなものとすることもできる。例えば、撮像デバイス 2 は、コンピュータシステムの中央サーバが構成する処理デバイスに通信ネットワークを介して接続された、監視カメラによって構成される。

【 0 0 3 6 】

本発明は、個人の眼球の取得画像における虹彩の円環と、参照虹彩の円環間の最適なマッチングを求めることにより、識別または認証の対象となる個人の虹彩の画像と、参照虹彩の画像との比較を改良することを提案するものである。このようなマッチングでは、瞳孔の拡張に起因する、取得画像と参照画像の間の虹彩の歪みが考慮される。この拡張それ自体は、2 つの画像のキャプチャ間の露光量が異なることの帰結であり得る。本方法では

10

20

30

40

50

、虹彩が歪んでいる間の円環の出現または消失も加味できるように、両虹彩の全ての円環を必ずしもマッチングさせない。

【0037】

より正確には、こうした最適マッチングは、取得画像と参照画像間の距離（所謂、マッチング距離（ $HD_{viterbi}$ ））を最小化するように決定される。この距離は、虹彩円環同士間の選択されたマッチングを考慮して、取得画像について求められた虹彩コードと参照虹彩コードとから計算される。ある実施形態では、こうしたマッチングは、ビタビアルゴリズムによって決定される。

【0038】

識別および／または認証のための本方法は、図5に示すステップに従って実施することが可能である。

10

【0039】

取得ステップ101の間、個人1の眼球の画像が、撮像デバイス2によって取得される。この画像は2次元でも3次元でもよく、またカラーでも白黒でもよい。デジタル画像の場合、この画像は様々なフォーマット（*bitmap*、*jpeg*、*png*、*raw*、など）に従って符号化され得る。白黒画像の場合、この画像は幾つかの数のグレーの階調を含み得る。

【0040】

次いで、データ処理デバイスが、セグメント化ステップ102、分割ステップ103、正規化ステップ104、バイナリコード決定ステップ105、マッチングステップ106、および距離を計算するステップ107を実行する。

20

【0041】

セグメント化ステップ102の間、取得した眼球の画像が、虹彩のテクスチャを含む領域を分離するようにセグメント化される。図1では、これは円周間の領域7に当たる。この虹彩領域が、白目部分8および瞳孔9から分離される。このステップの間、瞼、睫毛、反射、またはその他のノイズとなる原因が検出されている虹彩領域を識別する、関連付けられたマスクを決定することもできる。こうしたマスクにより、とりわけ、眼球の画像の取得中に所定の露光量を課すことを意図してのスポットが反射している眼球の領域を識別することが可能となる。

【0042】

30

分割ステップ103の間、虹彩テクスチャを含む前記領域および前記マスクは、図2に示すように、 N 2個の同心円環へと分割することができる。これらの同心円環は、一定の厚さとするとも、異なる厚さとするともできる。

【0043】

これらの同心円環が重なり合ってもよい。その場合、2つの画像の円環のマッチングは、円環についての虹彩の出現または消失ではなく、厚みのクラウン部分についての虹彩の出現または消失を考慮する。

【0044】

正規化ステップ104の間、虹彩のテクスチャを含む領域と、セグメント化ステップ102および分割ステップ103に由来する前記マスクとは、固定サイズの矩形画像形式に正規化され、それにより、元画像の直交座標を極座標へと変換される。このことは、*Daugman*が提案する極変換、即ち、 $I(x(r, \theta), y(r, \theta)) \rightarrow I(r, \theta)$ 、ただし I が取得した虹彩画像である、という極変換に従った、図3aから図3cに示す通りである。

40

【0045】

この正規化された画像において、細分化された虹彩の円環は、ラインを形成する。この正規化された画像をバイナリコード（所謂、虹彩コード）へと変換するために、第3の所定数 F 個のフィルタによるフィルタリングを、バイナリコード F の決定ステップ105の間、各円環の第4の所定数 P 箇所からの位置の各々に対して適用することができる。虹彩は、例えば P 個の角度方向領域へと、角度を持たせながら細分することが可能であって、

50

このようなフィルタリングは、円環と角度方向セクタの交差部に相当する各区域へと適用することができる。正規化された虹彩画像において、これらの角度方向セクタの各々は、カラムを構成する。このようなフィルタはガボールフィルタとすることができ、その適用区域において、虹彩のテクスチャの輝度変化に特徴付けを施す。よって、バイナリ値である 0 または 1 を、この位置でのフィルタリングの結果の現れに応じて、各位置に属性付けることができる。同様の操作を、取得画像に関連するマスクに対して実行することもできる。したがって、正規化およびフィルタリングされた虹彩テクスチャを含む前記領域をコーディングする、 $N_2 * P * F$ に等しいサイズのバイナリ虹彩コード IC が決定され得る。また、関連付けられたマスクをコーディングする、 $N_2 * P * F$ に等しいサイズのバイナリマスクコード IM も決定され得る。これらのバイナリコードは、サイズが $N_2 \times (P * F)$ の 2 つのマトリクスから形成することができ、その各ラインは（正規化された画像などの）円環に相当し、 P 個のカラムの各グループは虹彩画像の角度方向セクタに相当する。これらのマトリクスの各々が持つライン 1 は、例えば、瞳孔に最も近い円環に関連付けることができる。ある実施形態では、 N_1 は N_2 と等しいものであってよく、例えば 8 とすることができる。一例として、虹彩は、32 個の円環と 64 個の角度方向領域とに細分することができ、各位置に対し適用するフィルタの数を 4 とすることができる。

【0046】

その後、マッチングステップ 106 の間、取得画像の虹彩の少なくとも 1 つの円環が、取得画像と参照画像間の距離（所謂、マッチング距離（ $HD_{viterbi}$ ））を最小化するように、前記参照虹彩のうちの 1 つの円環とマッチングされる。このとき、前記マッチング距離は、マッチングされた取得画像虹彩の前記少なくとも 1 つの円環の各々と、それに相当する参照虹彩の円環との間の距離（ $Dist$ ）の合計を計算することにより、決定され格納された参照虹彩コードおよび関連マスクコードから取得されたものとなる。マッチングステップ 106 は、ビタビアルゴリズムを実装することができる。

【0047】

より正確には、マッチングステップ 106 は以下のステップを含む。

【0048】

初めに、サイズが $N_1 * N_2$ の比較マトリクス M が計算される（106₁）。この比較マトリクスは、取得画像の虹彩の N_2 個の各円環と、それと比較される参照虹彩の N_1 個の円環との類似度を反映する。前記比較マトリクスの各係数 $M(i, j)$ は、前記決定されたコードおよび参照虹彩コードならびに関連マスクコードを用いて行われた、格納された参照虹彩の i 番目円環と取得画像の虹彩の j 番目円環との間の比較の結果をコード化する。前記比較マトリクス M の各係数 $M(i, j)$ は、固定された t についての $Dist(i, j, t)$ と $Mask(i, j, t)$ 間の比率の変換 LT の結果とすることができ、ここで、

【数 4】

$$Dist(i, j, t) = \sum_{p=1}^P \sum_{f=0}^{F-1} |IC1(i, p + f) - IC2(j, p + t + f)|$$

【数 5】

$$Mask(i, j, t) = \sum_{p=1}^P \sum_{f=0}^{F-1} IM1(i, p + f) * IM2(j, p + t + f)$$

であり、サイズが $N_1 \times (P * F)$ または $N_2 \times (P * F)$ のマトリクスである、 $IC1$ 、 $IC2$ 、そして $IM1$ および $IM2$ は、それぞれ、参照虹彩のコード、取得画像の虹彩のコード、および関連マスクコードに相当する。

【0049】

回転パラメータ t は、取得画像と参照画像の間での、瞳孔の中心を通る眼球の対象軸周りの虹彩の回転（例えば、個人の頭部の傾きが異なることによるものなど）を計算に入れている。このようなマトリクスは、考慮される回転パラメータ t の各値について（例えば、 T を取得画像と参照画像間の回転に対する所定の最大許容値とした上で、区間 $[-T; T]$ における、 F の倍数である t の全ての値について）、計算することができる。

【0050】

変換LTの結果は、比較された円環同士間の類似度を表す、グレーの階調に対応させることができる。一例として、この変換では、比較された円環同士間の距離がゼロの場合には255という値を属性付けし、 $Dist(i, j, t)$ と $Mask(i, j, t)$ 間の比率が0.5を下回る場合にはゼロ値を属性付けすることができる。比較する2つの円環が類似しているほど、その比較に関連付けられたグレーの階調は、より白へと近づくことになる。

【0051】

比較マトリクスの例を2つ、図6dと図6eに示す。図6dは、図6aと図6bに示した瞳孔が拡張した2つの眼球の画像の比較に対応しており、図6eは、図6aの眼球の画像と、瞳孔の拡張がより顕著な図6cの眼球の画像との比較に対応している。図6dでは、円環間の距離が最小であることを示す最も白い画素は、マトリクスの対角線に沿う形で主に存在している。これは、図6aと図6bの虹彩間の歪みが法則的であることの帰結である。よって、取得画像の虹彩の各区域は、参照画像内で同一位置にある参照虹彩の区域と、ほぼ一致している。逆に、図6eの最も白い区域は、画像の対角線上に位置していない。これは、画像6aと画像6cでは、瞳孔拡張が大きく異なることによる。

【0052】

次に、ビタビトレリスが構築される(106₂)。このとき、参照虹彩の円環iと取得画像の虹彩の円環jのマッチングの各々についてのコストは、以下のようになる。

【0053】

$i = 1$ に対し、 $Cost(i, j) = Prob(i, j) * M(i, j)$

任意の $i > 1$ に対し： $Cost(i, j) = Prob(i, j) * M(i, j) + \min_{L=1:L_s \text{ and } k=k_{min}:k_{max}} (ProbT((i, j), (i-L, j+k))) * Cost(i-L, j+k)$

上式において：

○ $l_i, l_s, k_{min}, k_{max}$ は、 $l_i = 1$ かつ $0 < j+k \leq N^2$ となる、所定の相対的な整数である。

○ $Prob(i, j)$ は、参照虹彩のi番目円環と、取得画像の虹彩のj番目円環とに関する、所定のマッチング確度である。

○ $ProbT((i, j), (p, q))$ は、参照虹彩のi番目円環と取得画像の虹彩のj番目円環とに関するマッチングが与えられたときの、参照虹彩の p^{th} 円環と取得画像の虹彩の q^{th} 円環とに関する所定のマッチング確度であり、関数 $ProbT$ は、クロスマッチングに当たる、 $L=1$ かつ $k=1$ などの非物理的な場合(例えば、取得画像虹彩の円環j+1が参照画像の虹彩の円環i-1とマッチする一方で、取得画像の虹彩の円環jが参照画像の虹彩の円環iとマッチしてしまっている)に相当するLとkの組み合わせについての高オーバーオール値を送り返すようにも定義されている。

【0054】

$L = l_i = l_s = 1$ かつ $(k_{min}, k_{max}) = (0, 1)$ または $(1, 0)$ であると好ましい。

【0055】

2つの円環のマッチング(i, j)に関連付けられたコストは、取得画像内の瞳孔の拡張によって生じた虹彩の歪みに起因して、参照虹彩のi番目円環が取得画像の虹彩のj番目円環の位置へと移動しているということについての、固有の確度 $Prob(i, j)$ の関数である。このコストは、 $M(i, j)$ により、これらの円環同士間の類似度も反映している。また、このコストは、マッチングにおける全体の首尾一貫性を尊重すると共に、数的訴求性はあるものの物理的な実状には何ら一致しないマッチング(例えば、参照虹彩の $i-1^{th}$ 円環が取得画像の虹彩の周辺円環と関連付けられている一方で、参照虹彩のi番目円環と取得画像の虹彩のほぼ中心の円環とのマッチング)を防止するように、参照虹彩の先行する円環に対して設定されたマッチングを計算に入れる。

【0056】

Prob関数およびProbT関数は、異なる拡張段階で撮影された虹彩の画像に基づいた自動学習によって求めることができる。あるいは、これらの関数は、上で触れたClarkによるモデルなど、虹彩のテクスチャに関する歪みモデルを使用して、解析的に求めることも可能である。関数ProbおよびProbTは、瞳孔の拡張の程度に応じて、テーブル化することができる。

【0057】

こうしたビタビトレリスは、回転パラメータ t の様々な値について計算された比較マトリクス M の各々に対して構築することができる。

【0058】

次に、前記ビタビトレリスの各々における経路が、以下を行うことによって求められる(106₃)：

○ 参照虹彩の M 番目円環を、取得画像の虹彩の $Path(M)$ 番目円環とマッチングさせる。ここで、 $Path(M)$ は、 j に関し($Cost(M, j)$)を最小化する[1; N_2]に属する指標であり、 M は第1の所定数 N_1 以下の整数である。

【0059】

即ち、 $Path(M) = \text{Argmin}_{j=1:N_2} (Cost(M, j))$ であり、 $\text{Argmin}(x_i)$ は連続した値 x_i に由来する最小値の指標を送り返す関数である。この参照虹彩の同一円環は、取得画像の虹彩の円環とマッチした虹彩の、最も外側の円環ということになる。

【0060】

○ 指標 M' を持つ参照虹彩の少なくとも1つの別の円環を、指標 $Path(M')$ を持つ取得画像の虹彩の円環とマッチングさせる。ここで、指標 $Path(D)$ を持つ取得画像の虹彩の円環と既にマッチングされた、指標 D を持つ参照虹彩の円環の関数として、 $M' < M$ であり、 $M' = D - Z(D, Path(D), 1)$ かつ $Path(M') = Path(D) + Z(D, Path(D), 2)$ であり、関数 Z は、 $Z(i, j, 1)$ および $Z(i, j, 2)$ がそれぞれ、関数 $ProbT((i, j), (i - L, j + k)) * Cost(i - L, j + k)$ を最小化する整数 L [1_i, 1_s]および k [k_{min}, k_{max}]となるような、 R^3 から R へ定義されたものである。

【0061】

即ち、 $(k, L) = \text{Argmin}_{k=k_{min}:k_{max}, L=1_i:1_s} ProbT((i, j), (i - L, j + k)) * Cost(i - L, j + k)$ である。

【0062】

1_i = 1_s = 1であることが好ましく、 $M' = D - 1$ かつ $Path(M') = Path(D) + k$ が与えられる。ここで、 k は、 $ProbT[(D, Path(D)), (D - 1, Path(D) + k)] * Cost(D - 1, Path(D) + k)$ を最小化する。

【0063】

このマッチングは、 $i = 1$ または $Path(i) = 1$ となるまで、円環の順序を落としていくことにより、参照虹彩の幾つかの円環に対して、連続的に決定することができる(それぞれ取得画像または参照画像の虹彩の i 番目円環は、それぞれ参照虹彩または取得画像の中央円環に相当し、このことは、それぞれ参照画像または取得画像における瞳孔の拡張が、取得画像、それぞれ参照画像の円環1から $i - 1$ に相当する全ての円環を消失させているということを意味する)。

【0064】

このビタビ経路を用いることにより、経路の合計コストを最小化するマッチング、したがって、類似度とマッチング確度である $Prob(i, j)$ および $ProbT((i, j), (p, q))$ とを踏まえた、比較される虹彩の円環同士の最も確度の高いマッチングに相当するマッチングを決定することができる。

【0065】

このような経路を図7に示す。この図では、○は取得画像の虹彩および参照虹彩の円環に相当し、それぞれの×は、取得画像の虹彩の前記円環のうちの1つと、参照虹彩の前記

10

20

30

40

50

円環のうちの１つとのマッチングを表している。

【 0 0 6 6 】

このマッチングによって最小化されるマッチング距離はハミング距離とすることができ、次の式を用いて、計算ステップ 1 0 7 の間に計算される。

【数 6】

$$HD_{Viterbi} = \min_{t=-T:T} \frac{\sum_{i=1}^N Dist(i, Path(i), t)}{1 + \sum_{i=1}^N Mask(i, Path(i), t)}$$

上式において、T は、取得画像と参照画像の間の回転に対する、所定の最大許容値である。

10

【 0 0 6 7 】

２つの虹彩画像間について得られたマッチング距離は、比較される画像の虹彩間の最も確度の高いマッチングを維持するために、ビタビグラフ内で選択されたビタビ経路を用いて最小化される。

【 0 0 6 8 】

最後に、識別および／または認証ステップ 1 0 8 の間、眼球の画像の取得対象となった個人が、計算ステップ 1 0 7 の間に取得された、最小化されたマッチング距離に応じて識別および／または認証される。この個人は、最小化されたマッチング距離が所定の閾値を下回る場合に識別または認証可能となる。

【 0 0 6 9 】

20

瞳孔の拡張に応じた虹彩の一部区域の非直線的歪みおよび出現または消失を考慮しながら、かつ当個人のためだけの学習を必要としない、この動きの等方性から利益を得ながら虹彩認識を通じて、虹彩画像の取得対象となった個人が識別または認証され得る。

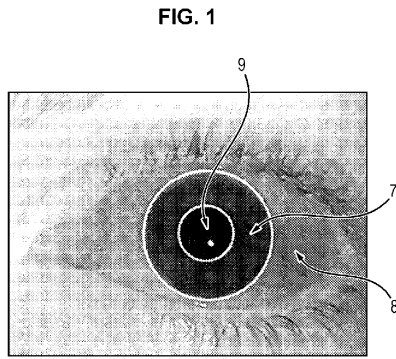
【符号の説明】

【 0 0 7 0 】

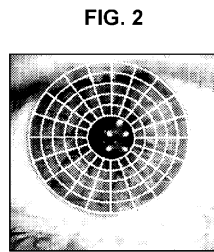
- 1 個人
- 2 撮像デバイス
- 3 ストレージデバイス
- 4 データ処理デバイス
- 5 コンピュータ
- 6 通信インタフェース

30

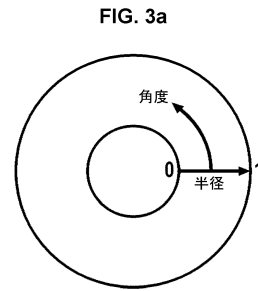
【図 1】



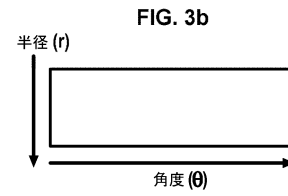
【図 2】



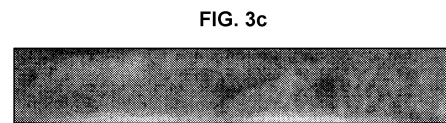
【図 3 a】



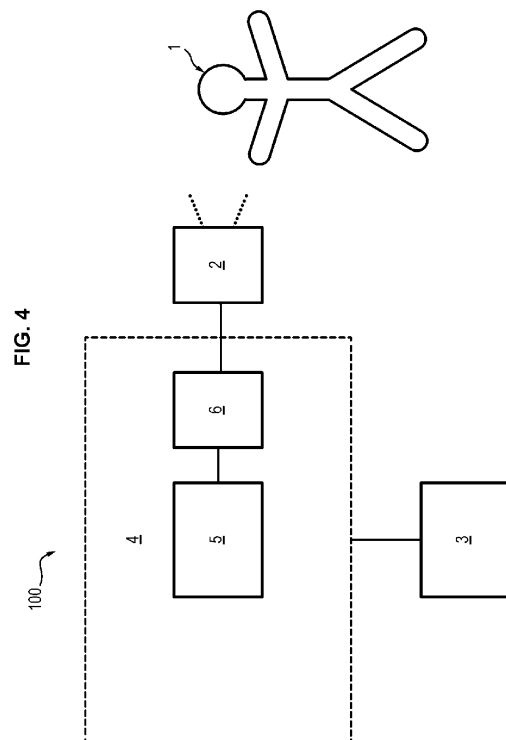
【図 3 b】



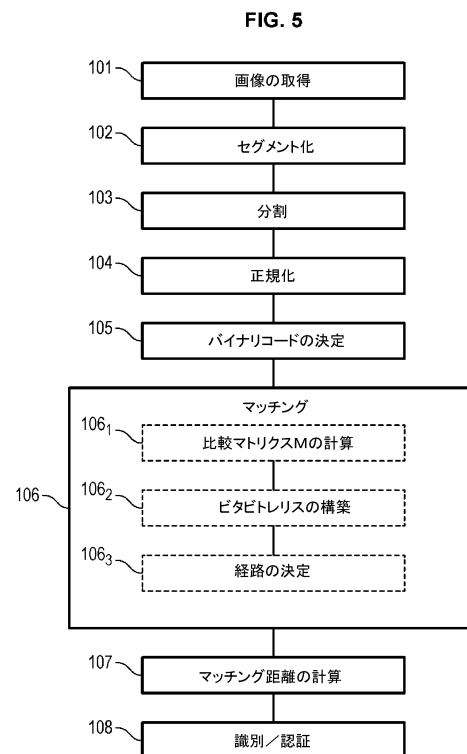
【図 3 c】



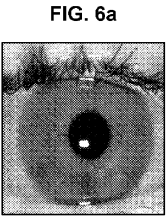
【図 4】



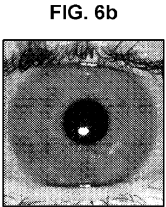
【図 5】



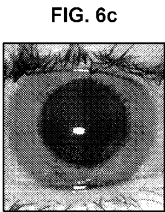
【図 6 a】



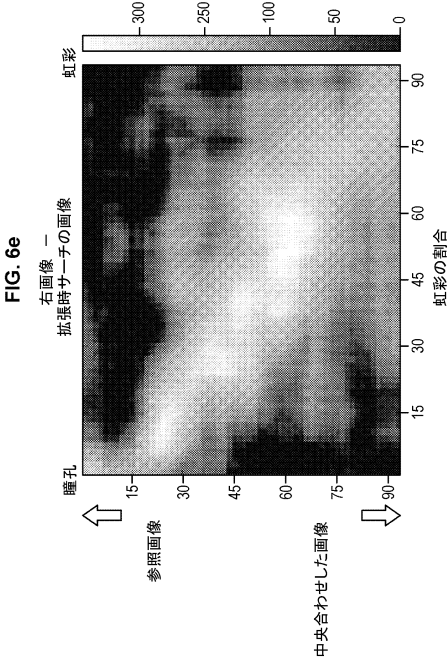
【図 6 b】



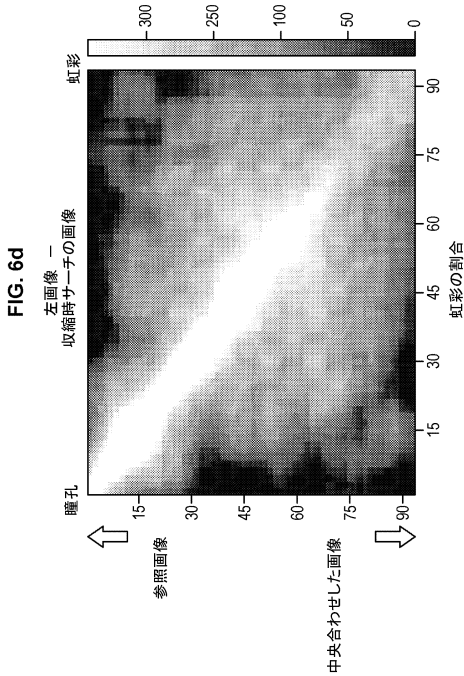
【図 6 c】



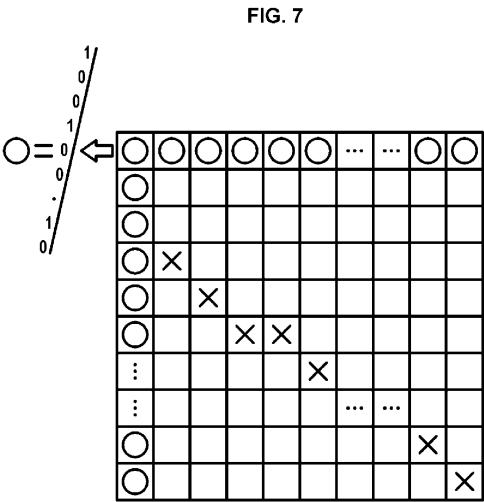
【図 6 e】



【図 6 d】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 ステファーン・ジェントリック
フランス国、9 2 1 3 0・イシー・レ・ムリノー、ブールバール・ガリエニ、1 1、モルフォ気付

審査官 岡本 俊威

(56)参考文献 特開2 0 0 6 - 3 4 0 9 0 3 (J P , A)
特開2 0 0 6 - 1 3 6 6 6 6 (J P , A)
特開2 0 0 4 - 3 6 2 6 1 9 (J P , A)
Libor Masek , Recognition of Human Iris Patterns for Biometric Identification , 学士論文
 , 2 0 0 6 年 1 月 1 日 , Abstract , p1-56 , U R L , http://144.122.166.80/reading/texts/iris_recog/LiborMasekThesis.pdf

(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 1