

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5773737号
(P5773737)

(45) 発行日 平成27年9月2日(2015.9.2)

(24) 登録日 平成27年7月10日(2015.7.10)

(51) Int.Cl.

F 1

G 0 6 T 7 / 0 0 (2006.01)

G 0 6 T 7 / 0 0 5 1 0 B

G 0 6 T 7 / 0 0 3 0 0 B

請求項の数 7 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2011-105000 (P2011-105000)	(73) 特許権者	000006666
(22) 出願日	平成23年5月10日 (2011.5.10)		アズビル株式会社
(65) 公開番号	特開2012-238058 (P2012-238058A)		東京都千代田区丸の内2丁目7番3号
(43) 公開日	平成24年12月6日 (2012.12.6)	(74) 代理人	100064621
審査請求日	平成26年3月24日 (2014.3.24)		弁理士 山川 政樹
		(74) 代理人	100098394
			弁理士 山川 茂樹
		(72) 発明者	中島 寛
			東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 株
			式会社 山武内
		(72) 発明者	長嶋 聖
			東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 株
			式会社 山武内
		審査官	新井 則和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照合装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

参照画像と登録画像とを照合する照合装置において、

前記参照画像について、その原画像を最も解像度の高い高解像度画像とし、この高解像度画像を最上層として、この高解像度画像と同一の画像領域で解像度のみを低くした解像度が異なる複数の低解像度の階層画像を作成する階層画像作成手段と、

前記参照画像と同一解像度の複数の登録画像を記憶する登録画像記憶手段と、

前記登録画像記憶手段に記憶されている登録画像を1つずつ読み出す登録画像読出手段と、

前記階層画像作成手段によって作成された参照画像の低解像度の階層画像と前記登録画像読出手段によって読み出された登録画像の前記参照画像の階層画像に対応する階層画像のうち同一の低解像度の階層画像との類似度の算出を任意の低解像度の階層画像から行い、この算出された類似度に基づいて、前記登録画像読出手段によって読み出された登録画像を前記参照画像と照合する登録画像候補として選択する第1の登録画像候補選択手段とを備えることを特徴とする照合装置。

【請求項 2】

請求項1に記載された照合装置において、

前記第1の登録画像候補選択手段は、

前記算出された類似度が所定の基準値を満たす場合に、前記登録画像読出手段によって読み出された登録画像の登録画像候補として選択する

10

20

ことを特徴とする照合装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載された照合装置において、

前記第 1 の登録画像候補選択手段は、

前記階層画像の階層毎に、前記基準値として、その階層の解像度に応じて定められた基準値を用いる

ことを特徴とする照合装置。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載された照合装置において、

前記参照画像から所定の計測情報を取得する計測情報取得手段と、

前記計測情報取得手段によって取得された計測情報に基づいて前記登録画像記憶手段に記憶されている複数の登録画像の中から前記参照画像と照合する登録画像候補を選択する第 2 の登録画像候補選択手段とを備え、

前記第 1 の登録画像候補選択手段は、

前記第 2 の登録画像候補選択手段によって選択された登録画像候補を組み合わせる登録画像候補を選択する

ことを特徴とする照合装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載された照合装置において、

前記階層画像作成手段によって作成された参照画像の階層画像および前記登録画像読出手段によって読み出された登録画像の前記参照画像の階層画像に対応する階層画像の何れか一方に対して予め定められた特徴領域を設定する特徴領域設定手段と、

前記特徴領域設定手段によって前記特徴領域が設定された一方の階層画像の当該特徴領域に対応する対応領域を他方の階層画像から探索する対応領域探索手段と、

前記特徴領域設定手段によって一方の階層画像に設定された特徴領域と前記対応領域探索手段によって他方の階層画像から探索された対応領域との類似度に基づいて、前記登録画像読出手段によって読み出された登録画像を前記参照画像と照合する登録画像候補として選択する第 2 の登録画像候補選択手段とを備え、

前記第 1 の登録画像候補選択手段は、

前記第 2 の登録画像候補選択手段によって選択された登録画像候補を組み合わせる登録画像候補を選択する

ことを特徴とする照合装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載された照合装置において、

前記参照画像から所定の計測情報を取得する計測情報取得手段と、

前記計測情報取得手段によって取得された計測情報に基づいて前記登録画像記憶手段に記憶されている複数の登録画像の中から前記参照画像と照合する登録画像候補を選択する第 2 の登録画像候補選択手段と、

前記階層画像作成手段によって作成された参照画像の階層画像および前記登録画像読出手段によって読み出された登録画像の前記参照画像の階層画像に対応する階層画像の何れか一方に対して予め定められた特徴領域を設定する特徴領域設定手段と、

前記特徴領域設定手段によって前記特徴領域が設定された一方の階層画像の当該特徴領域に対応する対応領域を他方の階層画像から探索する対応領域探索手段と、

前記特徴領域設定手段によって一方の階層画像に設定された特徴領域と前記対応領域探索手段によって他方の階層画像から探索された対応領域との類似度に基づいて、前記登録画像読出手段によって読み出された登録画像を前記参照画像と照合する登録画像候補として選択する第 3 の登録画像候補選択手段とを備え、

前記第 1 の登録画像候補選択手段は、

前記第 2 の登録画像候補選択手段によって選択された登録画像候補および前記第 3 の登録画像候補選択手段によって選択された登録画像候補を組み合わせる登録画像候補を選択

10

20

30

40

50

する

ことを特徴とする照合装置。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 の何れか 1 項に記載された照合装置において、

前記第 1 の登録画像候補選択手段は、

前記選択された登録画像候補の数が 0 であった場合、前記参照画像と前記登録画像との照合結果を不一致とする

ことを特徴とする照合装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

この発明は、参照画像と登録画像とを照合する照合装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、コンピュータ室や重要機械室への入退室管理、コンピュータ端末や銀行の金融端末へのアクセス管理などの個人認証を必要とする分野において、これまでの暗証番号や ID カードに代わって、生体情報に基づいて個人の認証を行うシステムが開発されている。

【0003】

生体情報を用いた個人認証システムは、記憶や所持を必要としないこと、盗難の危険性が低いことから注目されている。生体情報による個人認証では、指紋・虹彩・顔・掌紋・筆跡などが利用されるが、その中でも顔を用いた個人認証は、利便性と受容性が高いことから注目されている。

20

【0004】

例えば、ビルなどの入退室管理に用いられる個人認証システムでは、入室しようとする人の顔を撮像して参照画像とし、この参照画像と予め登録されている人の顔の画像（登録画像）との照合を行い、参照画像と登録画像とが一致した場合に、その人の入室を許可するようにする。

【0005】

この参照画像と登録画像との照合処理において、本出願人は、参照画像および登録画像のそれぞれについて、その原画像を最も解像度の高い高解像度画像とし、この高解像度画像を最上層とする解像度が異なる複数の階層画像を作成し、この階層画像の低解像度画像から高解像度画像に向かって位相限定相関法（POC：Phase-Only Correlation）を用いた対応点の探索を行い（例えば、特許文献 1，2 参照）、探索後の対応領域の位相限定相関値に基づいて、参照画像と登録画像との照合を行うようにしている。以下、この階層画像を用いての対応点探索による照合方式を階層 POC と呼ぶ。

30

【0006】

この階層 POC では、例えば、参照画像について、その原画像（ 128×128 の画素の画像）を高解像度画像とし、この高解像度画像の下層に 64×64 の画素の画像（第 1 の低解像度画像）を作成し、この第 1 の低解像度画像の下層に 32×32 の画素の画像（第 2 の低解像度画像）を作成する。また、登録画像について、参照画像と同様に、その原画像（ 128×128 の画素の画像）を高解像度画像とし、この高解像度画像の下層に 64×64 の画素の画像（第 1 の低解像度画像）を作成し、この第 1 の低解像度画像の下層に 32×32 の画素の画像（第 2 の低解像度画像）を作成する。この原画像を含む階層画像において、高解像度画像の階層を第 0 層、第 1 の低解像度画像の階層を第 1 層、第 2 の低解像度画像の階層を第 2 層とする。

40

【0007】

そして、登録画像の原画像に対して x 軸方向に m 個、y 軸方向に n 個の基準点を定め、この登録画像の原画像に定めた基準点毎に、最下層（第 2 層）の階層画像から、探索ウィンドウ（局所領域）を定めて、その局所領域に対応する参照画像における対応領域の探索を開始する。この対応領域の探索は POC 照合によって行い、当該階層画像についてその

50

対応領域の探索が終了すると、当該階層画像についての探索結果を次の階層（第1層）での探索に反映させるというようにして、順次解像度の高い階層画像について対応領域の探索を行い、最上層（第0層）の階層画像に至るまで順に対応領域の探索を繰り返す。

【0008】

そして、最上層（第0層）の階層画像において、対応領域が見つければ、その対応領域の位相限定相関値を求める。以下、同様にして、登録画像の局所領域毎に、参照画像の対応領域を低解像度画像から高解像度画像に向かって探索し、探索後の対応領域の位相限定相関値を求め、この求めた位相限定相関値に基づいて参照画像と登録画像との照合を行う。

【0009】

なお、POCは、もともになる画像のデータとこれと照合すべき画像のデータとをフーリエ変換で数学的に処理して、振幅（濃淡データ）と位相（像の輪郭データ）とに分解し、このうち位相情報のみを用いて、両画像の相関を求めるアルゴリズムであり、外乱に強く、高精度な演算結果を得られるという特色がある。

【0010】

POCについては、上述した特許文献1、2の他、特許文献3などにもその詳細が説明されている。POCでは、一方の画像に2次元離散的フーリエ変換を施してフーリエ画像を作成する。そして、このフーリエ画像と同様の処理を施して作成されている他方の画像のフーリエ画像とを合成し、この合成フーリエ画像に対して振幅を1とする処理を行ったうえ、2次元離散的フーリエ変換を施して相関データとする。この相関データ（POC関数）は、周波数空間における振幅が1とされ、位相のみとされているが、基本的には一方の画像と他方の画像とを畳み込んだデータと考えることができ、一方の画像と他方の画像との相関を表すものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2008-209275号公報

【特許文献2】特開2008-123141号公報

【特許文献3】特開平10-63847号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、上述した階層POCによる照合では、参照画像と登録画像との照合を高精度で行うことができるが、参照画像を複数の登録画像と総当たりで照合する1:N照合に適用すると、処理量が多くなり、照合速度が低下するという問題がある。

【0013】

本発明は、このような課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、高精度と高速処理を両立させることが可能な照合装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

このような目的を達成するために本発明は、参照画像と登録画像とを照合する照合装置において、参照画像について、その原画像を最も解像度の高い高解像度画像とし、この高解像度画像を最上層として、この高解像度画像と同一の画像領域で解像度のみを低くした解像度が異なる複数の低解像度の階層画像を作成する階層画像作成手段と、参照画像と同一解像度の複数の登録画像を記憶する登録画像記憶手段と、登録画像記憶手段に記憶されている登録画像を1つずつ読み出す登録画像読出手段と、階層画像作成手段によって作成された参照画像の低解像度の階層画像と登録画像読出手段によって読み出された登録画像の参照画像の階層画像に対応する階層画像のうち同一の低解像度の階層画像との類似度の算出を任意の低解像度の階層画像から行い、この算出された類似度に基づいて、登録画像読出手段によって読み出された登録画像を参照画像と照合する登録画像候補として選択す

10

20

30

40

50

る第1の登録画像候補選択手段とを備えることを特徴とする。

【0015】

この発明では、参照画像と登録画像とを照合する際、参照画像について、その原画像を最も解像度の高い高解像度画像とし、この高解像度画像を最上層とする解像度が異なる複数の低解像度の階層画像を作成する。そして、登録画像記憶手段から登録画像を1つずつ読み出し、その読み出した登録画像を参照画像と照合する登録画像候補とするか否かを判断する。すなわち、参照画像と登録画像とを照合する前に、実際に照合する登録画像を絞り込む。これにより、1:N照合における照合回数を減らし、高精度と高速処理を両立させる。

【0016】

本発明において、登録画像記憶手段には、参照画像と同一解像度の複数の登録画像が記憶されている。この場合、登録画像は、その登録画像の原画像のみを記憶させるようにしてもよいし、その登録画像の原画像を含む階層画像を記憶させるようにしてもよい。登録画像の階層画像を記憶させる場合、参照画像の階層画像に対応させて、その原画像を最も解像度の高い高解像度画像とし、この高解像度画像を最上層とする解像度が異なる複数の階層画像を記憶させるようにする。

【0017】

本発明において、登録画像の階層画像を記憶させるようにした場合、登録画像としてその原画像を含む階層画像が読み出される。そして、作成された参照画像の低解像度の階層画像と読み出された登録画像の参照画像の階層画像に対応する階層画像のうち同一の低解像度の階層画像との類似度に基づいて、登録画像候補の選択が行われる。

【0018】

本発明において、登録画像の原画像のみを記憶させるものとした場合、登録画像としてその原画像が読み出され、この原画像を最も解像度の高い高解像度画像とし、この高解像度画像を最上層とする解像度が異なる複数の階層画像が作成される。この登録画像の階層画像は参照画像の階層画像に対応して作成される。そして、作成された参照画像の低解像度の階層画像と作成された登録画像の参照画像の階層画像に対応する階層画像のうち同一の低解像度の階層画像との類似度に基づいて、登録画像候補の選択が行われる。

【0019】

本発明において、同一の低解像度の階層画像の類似度の算出は、任意の低解像度の階層画像から行うようにする。この場合、例えば、算出された類似度が所定の基準値を満たす場合に、読み出された登録画像の登録画像候補として選択する。また、この場合、例えば、階層画像の階層毎に、基準値として、その階層の解像度に応じて定められた基準値を用いるようにする。

【0020】

本発明において、参照画像から所定の計測情報を取得する計測情報取得手段と、計測情報取得手段によって取得された計測情報に基づいて登録画像記憶手段に記憶されている複数の登録画像の中から参照画像と照合する登録画像候補を選択する第2の登録画像候補選択手段とを設け、第1の登録画像候補選択手段は、第2の登録画像候補選択手段によって選択された登録画像候補を組み合わせる登録画像候補を選択する構成としてもよい。

【0021】

例えば、参照画像から所定の計測情報として、瞳間距離、顔サイズ、瞳サイズ、顔曲率などを取得し、この取得した計測情報に基づいて登録画像を絞り込む。そして、この計測情報に基づいて絞り込んだ登録画像と同一の低解像度の階層画像の類似度に基づいて絞り込んだ登録画像とを組み合わせる登録画像候補を得るようにする。

【0022】

この場合、計測情報に基づいて絞り込んだ登録画像をさらに同一の低解像度の階層画像の類似度に基づいて絞り込んで最終的な登録画像候補を得るようにしたり、計測情報に基づいて絞り込んだ登録画像と同一の低解像度の階層画像の類似度に基づいて絞り込んだ登録画像とのANDをとって最終的な登録画像候補を得るようにしたり、計測情報に基づい

10

20

30

40

50

て絞り込んだ登録画像と同一の低解像度の階層画像の類似度に基づいて絞り込んだ登録画像とのORをとって最終的な登録画像候補を得るようにするなど、種々の方式が考えられる。

【0023】

また、本発明において、階層画像作成手段によって作成された参照画像の階層画像および登録画像読出手段によって読み出された登録画像の参照画像の階層画像に対応する階層画像の何れか一方に対して予め定められた特徴領域を設定する特徴領域設定手段と、特徴領域設定手段によって特徴領域が設定された一方の階層画像の当該特徴領域に対応する対応領域を他方の階層画像から探索する対応領域探索手段と、特徴領域設定手段によって一方の階層画像に設定された特徴領域と対応領域探索手段によって他方の階層画像から探索された対応領域との類似度に基づいて、登録画像読出手段によって読み出された登録画像を参照画像と照合する登録画像候補として選択する第2の登録画像候補選択手段とを設け、第1の登録画像候補選択手段は、第2の登録画像候補選択手段によって選択された登録画像候補を組み合わせる登録画像候補を選択する構成としてもよい。

10

【0024】

この場合、参照画像の階層画像あるいは登録画像の階層画像に対して特徴領域が設定される。例えば、特徴領域として、目や鼻など特徴的な部分を含むゾーンが設定される。そして、特徴領域が設定された一方の階層画像の当該特徴領域に対応する対応領域が他方の階層画像から探索され、一方の階層画像に設定された特徴領域と他方の階層画像から探索された対応領域との類似度に基づいて、登録画像候補の選択が行われる。

20

【0025】

また、本発明において、取得された計測情報に基づいて登録画像記憶手段に記憶されている複数の登録画像の中から参照画像と照合する登録画像候補を選択する第2の登録画像候補選択手段と、階層画像作成手段によって作成された参照画像の階層画像および登録画像読出手段によって読み出された登録画像の参照画像の階層画像に対応する階層画像の何れか一方に対して予め定められた特徴領域を設定する特徴領域設定手段と、特徴領域設定手段によって特徴領域が設定された一方の階層画像の当該特徴領域に対応する対応領域を他方の階層画像から探索する対応領域探索手段と、特徴領域設定手段によって一方の階層画像に設定された特徴領域と対応領域探索手段によって他方の階層画像から探索された対応領域との類似度に基づいて、登録画像読出手段によって読み出された登録画像を参照画像と照合する登録画像候補として選択する第3の登録画像候補選択手段とを設け、第1の登録画像候補選択手段は、第2の登録画像候補選択手段によって選択された登録画像候補および第3の登録画像候補選択手段によって選択された登録画像候補を組み合わせる登録画像候補を選択する構成としてもよい。

30

【0026】

また、本発明において、選択された登録画像候補の数が0であった場合、参照画像と登録画像との照合結果を不一致と判断するようにしてもよい。例えば、記憶されている登録画像を全て読み出したにも拘わらず、選択された登録画像候補の数が0であった場合、参照画像と登録画像との照合結果を不一致とする。このようにすると、参照画像と登録画像との照合を行う前に、すなわち参照画像と照合する登録画像を絞り込む分類処理の段階で、照合結果が得られるものとなる。

40

【発明の効果】

【0027】

本発明によれば、登録画像を1つずつ読み出し、参照画像の低解像度の階層画像と登録画像の参照画像の階層画像に対応する階層画像のうち同一の低解像度の階層画像との類似度に基づいて、読み出された登録画像を参照画像と照合する登録画像候補として選択するようにしたので、参照画像と登録画像との照合を行う前に、参照画像と照合する登録画像を絞り込むようにして、1:N照合における照合回数を減らし、高精度と高速処理を両立させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 2 8 】

【図 1】本発明の一実施の形態を示す照合装置のブロック構成図である。

【図 2】この照合装置における対象物の登録処理を示すフローチャートである。

【図 3】この照合装置における対象物の照合処理を示すフローチャートである。

【図 4】この照合装置における対象物の照合処理における登録画像候補の選択処理の第 1 例（登録画像候補の選択処理 1）を示すフローチャートである。

【図 5】登録画像候補の選択処理で作成された参照画像の階層画像および読み出された登録画像の階層画像を例示する図である。

【図 6】登録画像候補の選択処理の第 2 例（登録画像候補の選択処理 2）を示すフローチャートである。

【図 7】登録画像候補の選択処理 1，2 と組み合わせて用いられる登録画像処理 3 のフローチャートである。

【図 8】登録画像候補の選択処理 1，2 と組み合わせて用いられる登録画像処理 4 のフローチャートである。

【図 9】登録画像候補の選択処理 4 で作成された参照画像の階層画像および読み出された登録画像の階層画像を特徴領域および対応領域と合わせて例示する図である。

【図 10】特徴領域を規定する点として予め定められた基準点およびこの基準点を中心として登録画像の最上層の階層画像（高解像度画像（原画像））に対して設定された特徴領域を示す図である。

【図 11】登録画像候補の選択処理 1 の変形例を示すフローチャートである。

【図 12】登録画像候補の選択処理 2 の変形例を示すフローチャートである。

【図 13】登録画像候補の選択処理 4 の変形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】

【 0 0 2 9 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

図 1 はこの発明の一実施の形態を示す照合装置のブロック構成図である。同図において、10 は第 1 の CCD カメラ、11 は第 2 の CCD カメラ、12 は液晶表示装置（LCD）、20 は処理部であり、処理部 20 は、CPU を有する制御部 20 - 1 と、ROM 20 - 2 と、RAM 20 - 3 と、ハードディスク（HD）20 - 4 と、フレームメモリ（FM）20 - 5 と、外部接続部（I/F）20 - 6 と、フーリエ変換部（FFT）20 - 7 とを備えており、ROM 20 - 2 には登録プログラムと照合プログラムが格納されている。また、CCD カメラ 10，11 は、所定の距離 L を隔てて設置されている。すなわち、CCD カメラ 10，11 は、そのレンズ 10 - 1，11 - 1 間の距離を L として、横方向に並んで配置されている。図では分かり易いように、照合装置は上方向から見た図とし、対象物（人間の顔）は横方向から見た図としている。

【 0 0 3 0 】

〔対象物の登録〕

この照合装置において、対象物を人間の顔 M1 とした場合、この対象物（登録対象物）M1 の登録は次のようにして行われる。運用する前に、利用者は、CCD カメラ 10，11 に顔 M1 を向け、登録スタートスイッチ（図示せず）を押す。

【 0 0 3 1 】

〔画像キャプチャ〕

制御部 20 - 1 は、登録スタートスイッチが押されると（図 2：ステップ S101 の YES）、フレームメモリ 20 - 5 を介して、CCD カメラ 10 からの登録対象物 M1 を捉えた画像を左カメラの画像として取り込み、CCD カメラ 11 からの登録対象物 M1 を捉えた画像を右カメラの画像として取り込む（ステップ S102）。

【 0 0 3 2 】

〔顔領域の検出〕

そして、制御部 20 - 1 は、取り込んだ左カメラの画像および右カメラの画像から画像処理によって顔領域を検出する（ステップ S103）。なお、この際、顔領域の輝度が一

10

20

30

40

50

定範囲でなければ、ゲインコントロールし、左カメラの画像および右カメラの画像の取り込みを再度行う。また、この例では、左右の顔領域を検出するようにしたが、左か右の何れか一方の顔領域を検出するようにしてもよい。

【 0 0 3 3 】

〔瞳領域の検出および顔画像の正規化〕

そして、制御部 20 - 1 は、検出した左右の顔領域の画像（左右の顔画像）から画像処理によって瞳領域を検出し（ステップ S 1 0 4）、3 D 計測によってカメラから登録対象物 M 1 までの距離 R を算出し（ステップ S 1 0 5）、この算出した距離 R に基づいて右の顔画像のサイズを正規化する（ステップ S 1 0 6）。

【 0 0 3 4 】

〔階層画像の作成〕

そして、制御部 20 - 1 は、ステップ S 1 0 6 で正規化した顔画像を登録画像の原画像として、その原画像（128 × 128 の画素の画像）を最上層（第 0 層）の高解像度画像とし、この高解像度画像の下層（第 1 層）に 64 × 64 の画素の画像（第 1 の低解像度画像）を作成し、この第 1 の低解像度画像の下層（第 2 層）に 32 × 32 の画素の画像（第 2 の低解像度画像）を作成する（ステップ S 1 0 7）。

【 0 0 3 5 】

そして、制御部 20 - 1 は、この原画像を含む階層画像（高解像度画像、第 1 の低解像度画像、第 2 の低解像度画像）を利用者の登録画像として H D 2 0 - 4 に保存する（ステップ S 1 0 8）。以下、同様にして、全ての利用者について、その利用者の登録画像（原画像を含む階層画像）を H D 2 0 - 4 に保存して行く。この実施の形態では、利用者の数を数千人規模とし、これら利用者の登録画像を H D 2 0 - 4 に保存させる。

【 0 0 3 6 】

なお、この例では、右の顔画像を登録するようにしたが、左の顔画像を登録するようにしてもよく、左右の顔画像を登録するようにしてもよい。この実施の形態では、説明上、右の顔画像を登録するものとした。

【 0 0 3 7 】

〔対象物の照合〕

この照合装置において、照合対象物を人間の顔 M 1 とした場合、この顔 M 1 の照合は次のようにして行われる。図 3 に制御部 20 - 1 が R O M 2 0 - 2 に格納されている照合プログラムに従って実行する照合処理のフローチャートを示す。

【 0 0 3 8 】

〔画像キャプチャ〕

利用者は、C C D カメラ 1 0 , 1 1 の前に立つ。すると、制御部 20 - 1 は、C C D カメラ 1 0 , 1 1 の撮像領域に顔 M 1 が入ったことを認識し、フレームメモリ 20 - 5 を介して、C C D カメラ 1 0 からの顔 M 1 を捉えた画像を左カメラの画像として取り込み、C C D カメラ 1 1 からの顔 M 1 を捉えた画像を右カメラの画像として取り込む（ステップ S 2 0 1）。

【 0 0 3 9 】

〔顔領域の検出〕

そして、制御部 20 - 1 は、取り込んだ左カメラの画像および右カメラの画像から画像処理によって顔領域を検出する（ステップ S 2 0 2）。なお、この際、顔領域の輝度が一定範囲でなければ、ゲインコントロールし、左カメラの画像および右カメラの画像の取り込みを再度行う。また、この例では、左右の顔領域を検出するようにしたが、左か右の何れか一方の顔領域を検出するようにしてもよい。

【 0 0 4 0 】

〔瞳領域の検出および顔画像の正規化〕

そして、制御部 20 - 1 は、検出した左右の顔領域の画像（左右の顔画像）から画像処理によって瞳領域を検出し（ステップ S 2 0 3）、3 D 計測によってカメラから照合対象物 M 1 までの距離 R を算出し（ステップ S 2 0 4）、この算出した距離 R に基づいて右の

10

20

30

40

50

顔画像のサイズを正規化する（ステップS 2 0 5）。

【0 0 4 1】

〔登録画像候補の選択：登録画像候補の選択処理1（実施の形態1）〕

そして、制御部20-1は、ステップS 2 0 5で正規化した顔画像を参照画像の原画像とし、この参照画像と照合する登録画像候補の選択処理を開始する（ステップS 2 0 6）。図4にこの登録画像候補の選択処理の第1例（登録画像候補の選択処理1）のフローチャートを実施の形態1として示す。

【0 0 4 2】

この登録画像候補の選択処理1において、制御部20-1は、ステップS 2 0 5で得た参照画像の原画像（ 128×128 の画素の画像）を最上層（第0層）の高解像度画像とし、この高解像度画像の下層（第1層）に 64×64 の画素の画像（第1の低解像度画像）を作成し、この第1の低解像度画像の下層（第2層）に 32×32 の画素の画像（第2の低解像度画像）を作成する（ステップS 3 0 1）。

10

【0 0 4 3】

そして、制御部20-1は、HD20-4に保存されている第1番目の登録画像（原画像を含む階層画像）を読み出す（ステップS 3 0 2）。すなわち、第1番目の登録画像について、最上層（第0層）に位置する高解像度画像（ 128×128 の画素の画像）と、この高解像度画像の下層（第1層）に位置する第1の低解像度画像（ 64×64 の画素の画像）と、この第1の低解像度画像の下層（第2層）に位置する第2の低解像度画像（ 32×32 の画素の画像）とを読み出す。

20

【0 0 4 4】

図5（a）、（b）にステップS 3 0 1で作成された参照画像の階層画像とステップS 3 0 2で読み出された登録画像の階層画像を例示する。図5（a）において、J0は登録画像の第0層に位置する階層画像（高解像度画像（ 128×128 の画素の画像））、J1は登録画像の第1層に位置する階層画像（第1の低解像度画像（ 64×64 の画素の画像））、J2は登録画像の第2層に位置する階層画像（第2の低解像度画像（ 32×32 の画素の画像））であり、図5（b）において、I0は参照画像の第0層に位置する階層画像（高解像度画像（ 128×128 の画素の画像））、I1は参照画像の第1層に位置する階層画像（第1の低解像度画像（ 64×64 の画素の画像））、I2は参照画像の第2層に位置する階層画像（第2の低解像度画像（ 32×32 の画素の画像））である。

30

【0 0 4 5】

制御部20-1は、このような参照画像の階層画像I0、I1、I2および登録画像の階層画像J0、J1、J2を得た後、 $N = 2$ とし（ステップS 3 0 3）、参照画像の第N層の階層画像と登録画像の第N層の階層画像との類似度を算出する（ステップS 3 0 4）。この場合、 $N = 2$ であるので、参照画像の第2層の階層画像I2と登録画像の第2層の階層画像J2との類似度を算出する。

【0 0 4 6】

そして、予め定められている第2層の基準値THを読み出し（ステップS 3 0 5）、算出した類似度と読み出した第2層の基準値THとを比較する（ステップS 3 0 6）。ここで、第2層の基準値THは、その階層の解像度に応じて定められている。

40

【0 0 4 7】

算出した類似度が第2層の基準値TH以上であれば（ステップS 3 0 6のYES）、ステップS 3 0 2で読み出した登録画像を登録画像候補として選択し（ステップS 3 0 7）、選択された登録画像候補の数M（初期値0）を $M = M + 1$ とする（ステップS 3 0 8）。

【0 0 4 8】

そして、選択された登録画像候補の数Mが100に達していないことを確認のうえ（ステップS 3 0 9のNO）、またHD20-4に他の登録画像が保存されていることを確認のうえ（ステップS 3 1 2のYES）、HD20-4から次の登録画像を読み出し（ステップS 3 0 2）、ステップS 3 0 3以下の処理を繰り返す。

50

【 0 0 4 9 】

算出した類似度が第2層の基準値TH以上でなければ(ステップS306のNO)、より解像度の高い階層画像があることを確認のうえ(ステップS310のYES)、 $N = N - 1$ とし(ステップS311)、ステップS304へ戻る。この場合、 $N = 1$ とされるので、制御部20-1は、参照画像の第1層の階層画像I1と登録画像の第1層の階層画像J1との類似度を算出する。

【 0 0 5 0 】

そして、予め定められている第1層の基準値THを読み出し(ステップS305)、算出した類似度と読み出した第1層の基準値THとを比較する(ステップS306)。ここで、第1層の基準値THは、その階層の解像度に応じて定められている。

10

【 0 0 5 1 】

算出した類似度が第1層の基準値TH以上であれば(ステップS306のYES)、ステップS302で読み出した登録画像を登録画像候補として選択し(ステップS307)、選択された登録画像候補の数Mを $M = M + 1$ とする(ステップS308)。

【 0 0 5 2 】

そして、選択された登録画像候補の数Mが100に達していないことを確認のうえ(ステップS309のNO)、またHD20-4に他の登録画像が保存されていることを確認のうえ(ステップS312のYES)、HD20-4から次の登録画像を読み出し(ステップS302)、ステップS303以下の処理を繰り返す。

20

【 0 0 5 3 】

算出した類似度が第1層の基準値TH以上でなければ(ステップS306のNO)、より解像度の高い階層画像があることを確認のうえ(ステップS310のYES)、 $N = N - 1$ とし(ステップS311)、ステップS304へ戻る。この場合、 $N = 0$ とされるので、制御部20-1は、参照画像の第0層の階層画像I0と登録画像の第0層の階層画像J0との類似度を算出する。

【 0 0 5 4 】

そして、予め定められている第0層の基準値THを読み出し(ステップS305)、算出した類似度と読み出した第0層の基準値THとを比較する(ステップS306)。ここで、第0層の基準値THは、その階層の解像度に応じて定められている。

【 0 0 5 5 】

算出した類似度が第0層の基準値TH以上であれば(ステップS306のYES)、ステップS302で読み出した登録画像を登録画像候補として選択し(ステップS307)、選択された登録画像候補の数Mを $M = M + 1$ とする(ステップS308)。

30

【 0 0 5 6 】

そして、選択された登録画像候補の数Mが100に達していないことを確認のうえ(ステップS309のNO)、またHD20-4に他の登録画像が保存されていることを確認のうえ(ステップS312のYES)、HD20-4から次の登録画像を読み出し(ステップS302)、ステップS303以下の処理を繰り返す。

【 0 0 5 7 】

算出した類似度が第0層の基準値TH以上でなければ(ステップS306のNO)、制御部20-1は、より解像度の高い階層画像があるか否かをチェックする(ステップS310のYES)。この場合、第0層よりも解像度の高い階層画像はないので(ステップS310のNO)、HD20-4に他の登録画像が保存されていることを確認のうえ(ステップS312のYES)、HD20-4から次の登録画像を読み出し(ステップS302)、ステップS303以下の処理を繰り返す。

40

【 0 0 5 8 】

これにより、次々に登録画像の階層画像がHD20-4から読み出され、解像度が低い順に登録画像の階層画像と参照画像の階層画像との類似度が算出され、算出された類似度とその階層の基準値THとが比較され、何れかの階層で類似度が基準値TH以上であることが確認された登録画像が登録画像候補として選択されて行く。

50

【 0 0 5 9 】

そして、制御部 2 0 - 1 は、この処理の繰り返し中、選択された登録画像候補の数 M が 1 0 0 となれば（ステップ S 3 0 9 の Y E S ）、登録画像候補の選択処理を終了し、図 3 に示したステップ S 2 0 7 への処理へと進む。

【 0 0 6 0 】

なお、この処理の繰り返し中、選択された登録画像候補の数 M が 1 0 0 に達する前に、他の登録画像がなくなれば（ステップ S 3 1 3 の N O ）、制御部 2 0 - 1 は、選択された登録画像候補が存在するか否かをチェックする（ステップ S 3 1 3 ）。ここで、選択された登録画像候補が存在すれば（ステップ S 3 1 3 の Y E S ）、登録画像候補の選択処理を終了し、図 3 に示したステップ S 2 0 7 への処理へと進む。

10

【 0 0 6 1 】

これに対して、選択された登録画像候補が存在しなければ（ステップ S 3 1 3 の N O ）、すなわち H D 2 0 - 4 から登録画像を全て読み出したにも拘わらず、選択された登録画像候補の数が 0 であれば、参照画像と登録画像との照合結果を不一致として（ステップ S 3 1 4 ）、処理を終了する。この場合の照合結果は液晶表示装置 1 2 に表示される。

【 0 0 6 2 】

〔参照画像と登録画像候補との照合〕

制御部 2 0 - 1 は、上述した登録画像候補の選択処理後（ステップ S 2 0 6 ）、この選択処理によって選択された第 1 番目の登録画像候補を H D 2 0 - 4 から読み出す（ステップ S 2 0 7 ）。そして、ステップ S 2 0 5 で得られた参照画像とステップ S 2 0 7 で読み出した登録画像候補とを階層 P O C で照合する（ステップ S 2 0 8 ）。階層 P O C については前述したのでここでの詳しい説明は省略する。

20

【 0 0 6 3 】

そして、この階層 P O C で得た相関値を閾値と比較し（ステップ S 2 0 9 ）、相関値が閾値以上であれば（ステップ S 2 0 9 の Y E S ）、参照画像と登録画像との照合結果を一致として（ステップ S 2 1 0 ）、処理を終了する。この場合の照合結果は液晶表示装置 1 2 に表示される。また、外部接続部 2 0 - 6 を介して、解錠指令などとして出力される。

【 0 0 6 4 】

相関値が閾値以上でなければ（ステップ S 2 0 9 の N O ）、制御部 2 0 - 1 は、他の登録画像候補が H D 2 0 - 4 に保存されていることを確認のうえ（ステップ S 2 1 1 の Y E S ）、H D 2 0 - 4 から次の登録画像候補を読み出し（ステップ S 2 0 7 ）、ステップ S 2 0 8 以下の処理を繰り返す。

30

【 0 0 6 5 】

これにより、一致するという照合結果が得られるまで、次々に H D 2 0 - 4 から登録画像候補が読み出され、この読み出された登録画像候補と参照画像との階層 P O C での照合が繰り返される。

【 0 0 6 6 】

この階層 P O C での照合の繰り返し中、他の登録画像候補がなくなれば（ステップ S 2 1 1 の N O ）、制御部 2 0 - 1 は、参照画像と登録画像との照合結果を不一致として（ステップ S 2 1 2 ）、処理を終了する。この場合の照合結果は液晶表示装置 1 2 に表示される。

40

【 0 0 6 7 】

なお、この実施の形態 1 では、ステップ S 3 0 3 において $N = 2$ とし、第 2 層（最下層）の階層画像から登録画像と参照画像との類似の算出を開始するようにしたが、ステップ S 3 0 3 において $N = 1$ とし、第 1 層の階層画像から登録画像と参照画像との類似の算出を開始するようにしてもよい。

【 0 0 6 8 】

このようにして、本実施の形態では、参照画像と登録画像との照合を行う前に、参照画像と照合する登録画像が絞り込まれるものとなり、1 : N 照合における照合回数を減らし、高精度と高速処理が両立されるものとなる。

50

【 0 0 6 9 】

なお、この例では、登録画像候補と参照画像との照合を階層 P O C で行うようにしたが、必ずしも階層 P O C で行わなくてもよく、原画像のみを用いる一般的な照合手法を採用するようにしてもよい。

【 0 0 7 0 】

また、この例では、2次元の画像を照合するものとしたが、3次元の画像を照合するようにしてもよい。3次元の画像を照合する場合、I C P (Iterative Closest Point) アルゴリズムによる照合手法を適用することが考えられる。

【 0 0 7 1 】

〔実施の形態 2 : 登録画像候補の選択処理 2 〕

10

図 6 に図 3 に示したフローチャートにおけるステップ 2 0 6 での登録画像候補の選択処理の別の例 (登録画像候補の選択処理 2) を実施の形態 2 として示す。

【 0 0 7 2 】

この登録画像候補の選択処理 2 において、制御部 2 0 - 1 は、ステップ S 2 0 5 で得た参照画像の原画像 (128×128 の画素の画像) を最上層 (第 0 層) の高解像度画像とし、この高解像度画像の下層 (第 1 層) に 64×64 の画素の画像 (第 1 の低解像度画像) を作成し、この第 1 の低解像度画像の下層 (第 2 層) に 32×32 の画素の画像 (第 2 の低解像度画像) を作成する (ステップ S 4 0 1、図 5 (b) 参照)。

【 0 0 7 3 】

そして、制御部 2 0 - 1 は、 $N = 2$ とし (ステップ S 4 0 2)、H D 2 0 - 4 に保存されている第 1 番目の登録画像 (原画像を含む階層画像) を読み出す (ステップ S 4 0 3)。すなわち、第 1 番目の登録画像について、最上層 (第 0 層) に位置する高解像度画像 (128×128 の画素の画像) と、この高解像度画像の下層 (第 1 層) に位置する第 1 の低解像度画像 (64×64 の画素の画像) と、この第 1 の低解像度画像の下層 (第 2 層) に位置する第 2 の低解像度画像 (32×32 の画素の画像) とを読み出す (図 5 (a) 参照)。

20

【 0 0 7 4 】

次に、制御部 2 0 - 1 は、参照画像の第 N 層の階層画像と登録画像の第 N 層の階層画像との類似度を算出する (ステップ S 4 0 4)。この場合、 $N = 2$ であるので、参照画像の第 2 層の階層画像 I 2 と登録画像の第 2 層の階層画像 J 2 との類似度を算出する。

30

【 0 0 7 5 】

そして、予め定められている第 2 層の基準値 T H を読み出し (ステップ S 4 0 5)、算出した類似度と読み出した第 2 層の基準値 T H とを比較する (ステップ S 4 0 6)。ここで、第 2 層の基準値 T H は、その階層の解像度に応じて定められている。

【 0 0 7 6 】

算出した類似度が第 2 層の基準値 T H 以上であれば (ステップ S 4 0 6 の Y E S)、ステップ S 3 0 2 で読み出した登録画像を登録画像候補として選択し (ステップ S 4 0 7)、選択された登録画像候補の数 M (初期値 0) を $M = M + 1$ とする (ステップ S 4 0 8)。

【 0 0 7 7 】

40

そして、選択された登録画像候補の数 M が 1 0 0 に達していないことを確認のうえ (ステップ S 4 0 9 の N O)、また H D 2 0 - 4 に他の登録画像が保存されていることを確認のうえ (ステップ S 4 1 0 の Y E S)、H D 2 0 - 4 から次の登録画像を読み出し (ステップ S 4 0 3)、ステップ S 4 0 4 以下の処理を繰り返す。

【 0 0 7 8 】

算出した類似度が第 2 層の基準値 T H 以上でなければ (ステップ S 4 0 6 の N O)、H D 2 0 - 4 に他の登録画像が保存されていることを確認のうえ (ステップ S 4 1 0 の Y E S)、H D 2 0 - 4 から次の登録画像を読み出し (ステップ S 4 0 3)、ステップ S 4 0 4 以下の処理を繰り返す。

【 0 0 7 9 】

50

これにより、次々に登録画像の階層画像がHD20-4から読み出され、その登録画像の第2層の階層画像と参照画像の第2層の階層画像との類似度が算出され、算出された類似度と第2層の基準値THとが比較され、算出された類似度が基準値TH以上であることが確認された登録画像が登録画像候補として選択されて行く。

【0080】

そして、この処理中、HD20-4から全ての登録画像が読み出され、他の登録画像がなくなった場合(ステップS410のNO)、制御部20-1は、より解像度の高い階層画像があることを確認し(ステップS411のYES)、 $N = N - 1$ とし(ステップS412)、ステップS403へ戻る。

【0081】

これにより、制御部20-1は、HD20-4に保存されている第1番目の登録画像(原画像を含む階層画像)を再度読み出し(ステップS403)、ステップS404以下の処理を繰り返す。

【0082】

この場合、 $N = 1$ であるので、登録画像の第1層の階層画像と参照画像の第1層の階層画像との類似度を算出し(ステップS404)、予め定められている第1層の基準値THを読み出し(ステップS405)、算出した類似度と読み出した第1層の基準値THとを比較する(ステップS406)。ここで、第1層の基準値THは、その階層の解像度に応じて定められている。

【0083】

算出した類似度が第1層の基準値TH以上であれば(ステップS406のYES)、ステップS403で読み出した登録画像を登録画像候補として選択し(ステップS407)、選択された登録画像候補の数Mを $M = M + 1$ とする(ステップS408)。

【0084】

そして、登録画像候補の数Mが100に達していないことを確認のうえ(ステップS409のNO)、またHD20-4に他の登録画像が保存されていることを確認のうえ(ステップS410のYES)、HD20-4から次の登録画像を読み出し(ステップS403)、ステップS404以下の処理を繰り返す。

【0085】

算出した類似度が第1層の基準値TH以上でなければ(ステップS406のNO)、HD20-4に他の登録画像が保存されていることを確認のうえ(ステップS410)、HD20-4から次の登録画像を読み出し(ステップS403)、ステップS404以下の処理を繰り返す。

【0086】

これにより、次々に登録画像の階層画像がHD20-4から読み出され、その登録画像の第1層の階層画像と参照画像の第1層の階層画像との類似度が算出され、算出された類似度と第1層の基準値THとが比較され、算出された類似度が第1層の基準値TH以上であることが確認された登録画像が登録画像候補として選択されて行く。

【0087】

そして、この処理中、HD20-4から全ての登録画像が読み出され、他の登録画像がなくなった場合(ステップS410のNO)、制御部20-1は、より解像度の高い階層画像があることを確認し(ステップS411のYES)、 $N = N - 1$ とし(ステップS412)、ステップS403へ戻る。

【0088】

これにより、制御部20-1は、HD20-4に保存されている第1番目の登録画像(原画像を含む階層画像)を再度読み出し(ステップS403)、ステップS404以下の処理を繰り返す。

【0089】

この場合、 $N = 0$ であるので、登録画像の第0層の階層画像J0と参照画像の第0層の階層画像I0との類似度を算出し(ステップS404)、予め定められている第0層の基

10

20

30

40

50

準値THを読み出し(ステップS405)、算出した類似度と読み出した第0層の基準値THとを比較する(ステップS406)。ここで、第0層の基準値THは、その階層の解像度に応じて定められている。

【0090】

算出した類似度が第0層の基準値TH以上であれば(ステップS406のYES)、ステップS403で読み出した登録画像を登録画像候補として選択し(ステップS407)、選択された登録画像候補の数Mを $M = M + 1$ とする(ステップS408)。

【0091】

そして、登録画像候補の数Mが100に達していないことを確認のうえ(ステップS409のNO)、またHD20-4に他の登録画像が保存されていることを確認のうえ(ステップS410のYES)、HD20-4から次の登録画像を読み出し(ステップS403)、ステップS404以下の処理を繰り返す。

10

【0092】

算出した類似度が第0層の基準値TH以上でなければ(ステップS406のNO)、HD20-4に他の登録画像が保存されていることを確認のうえ(ステップS410)、HD20-4から次の登録画像を読み出し(ステップS403)、ステップS404以下の処理を繰り返す。

【0093】

これにより、次々に登録画像の階層画像がHD20-4から読み出され、その登録画像の第0層の階層画像と参照画像の第0層の階層画像との類似度が算出され、算出された類似度と第0層の基準値THとが比較され、算出された類似度が第0層の基準値TH以上であることが確認された登録画像が登録画像候補として選択されて行く。

20

【0094】

なお、制御部20-1は、この処理の繰り返し中、選択された登録画像候補の数Mが100となれば(ステップS409のYES)、登録画像候補の選択処理を終了し、図3に示したステップS207への処理へと進む。

【0095】

また、この処理の繰り返し中、選択された登録画像候補の数Mが100に達する前に、より解像度の高い階層画像がなくなった場合(ステップS411のNO)、制御部20-1は、選択された登録画像候補が存在するか否かをチェックする(ステップS413)。ここで、選択された登録画像候補が存在すれば(ステップS413のYES)、登録画像候補の選択処理を終了し、図3に示したステップS207への処理へと進む。

30

【0096】

これに対して、選択された登録画像候補が存在しなければ(ステップS413のNO)、すなわち第1層、第2層、第0層の全階層について、HD20-4から登録画像を全て読み出したにも拘わらず、選択された登録画像候補の数が0であれば、参照画像と登録画像との照合結果を不一致として(ステップS414)、処理を終了する。この場合の照合結果は液晶表示装置12に表示される。

【0097】

なお、この実施の形態2では、ステップS402において $N = 2$ とし、第2層(最下層)の階層画像から登録画像と参照画像との類似の算出を開始するようにしたが、ステップS402において $N = 1$ とし、第1層の階層画像から登録画像と参照画像との類似の算出を開始するようにしてもよい。

40

【0098】

〔実施の形態3：登録画像候補の選択処理3〕

図7に登録画像候補の選択処理3のフローチャートを示す。実施の形態3では、この登録画像候補の選択処理3を登録画像候補の選択処理1, 2と組み合わせて、最終的な登録画像候補を得るようにする。なお、この実施の形態3では、登録画像候補の選択処理1, 2で選択される登録画像候補を第1の登録画像候補とし、登録画像候補の選択処理3で選択される登録画像候補を第2の登録画像候補とする。

50

【 0 0 9 9 】

登録画像候補の選択処理 3 において、制御部 20 - 1 は、ステップ S 205 で得られた参照画像から計測情報として瞳間距離を算出し（ステップ S 501）、この算出された瞳間距離が属する登録画像の瞳間距離グループを HD 20 - 4 から選択する（ステップ S 502）。そして、この瞳間距離グループの登録画像を第 2 の登録画像候補として選択する（ステップ S 503）。

【 0 1 0 0 】

そして、制御部 20 - 1 は、登録画像候補の選択処理 4 で選択した第 2 の登録画像候補と登録画像候補の選択処理 1, 2 で選択した第 1 の登録画像候補とを組み合わせ、最終的な登録画像候補を得る。

10

【 0 1 0 1 】

例えば、実施の形態 3 の第 1 例として、登録画像候補の選択処理 3 で選択された第 2 の登録画像候補について、登録画像候補の選択処理 1 又は 2 を行って、最終的な登録画像候補を得るようにする。

【 0 1 0 2 】

例えば、実施の形態 3 の第 2 例として、登録画像候補の選択処理 1 又は 2 で選択された第 1 の登録画像候補と登録画像候補の選択処理 3 で選択された第 2 の登録画像候補との AND をとって、最終的な登録画像候補を得るようにする。

【 0 1 0 3 】

例えば、実施の形態 3 の第 3 例として、登録画像候補の選択処理 1 又は 2 で選択された第 1 の登録画像候補と登録画像候補の選択処理 3 で選択された第 2 の登録画像候補との OR をとって、最終的な登録画像候補を得るようにする。

20

【 0 1 0 4 】

なお、この実施の形態 3 では、参照画像から計測情報として瞳間距離を取得するようにしたが、顔サイズ、瞳サイズ、顔曲率などを取得し、この取得した計測情報に基づいて第 1 の登録画像候補を選択するようにしてもよい。

【 0 1 0 5 】

〔実施の形態 4：登録画像候補の選択処理 4〕

図 8 に登録画像候補の選択処理 4 のフローチャートを示す。実施の形態 4 では、この登録画像候補の選択処理 4 を登録画像候補の選択処理 1, 2 と組み合わせ、最終的な登録画像候補を得るようにする。なお、この実施の形態 4 では、登録画像候補の選択処理 1, 2 で選択される登録画像候補を第 1 の登録画像候補とし、登録画像候補の選択処理 4 で選択される登録画像候補を第 3 の登録画像候補とする。

30

【 0 1 0 6 】

この登録画像候補の選択処理 4 において、制御部 20 - 1 は、ステップ S 205 で得た参照画像の原画像（ 128×128 の画素の画像）を最上層（第 0 層）の高解像度画像とし、この高解像度画像の下層（第 1 層）に 64×64 の画素の画像（第 1 の低解像度画像）を作成し、この第 1 の低解像度画像の下層（第 2 層）に 32×32 の画素の画像（第 2 の低解像度画像）を作成する（ステップ S 601、図 9（b）参照）。

【 0 1 0 7 】

そして、制御部 20 - 1 は、HD 20 - 4 に保存されている第 1 番目の登録画像（原画像を含む階層画像）を読み出す（ステップ S 602）。すなわち、第 1 番目の登録画像について、最上層（第 0 層）に位置する高解像度画像（ 128×128 の画素の画像）と、この高解像度画像の下層（第 1 層）に位置する第 1 の低解像度画像（ 64×64 の画素の画像）と、この第 1 の低解像度画像の下層（第 2 層）に位置する第 2 の低解像度画像（ 32×32 の画素の画像）とを読み出す（図 9（a）参照）。

40

【 0 1 0 8 】

制御部 20 - 1 は、このような参照画像の階層画像 I 0, I 1, I 2 および登録画像の階層画像 J 0, J 1, J 2 を得た後、予め定められた基準点を読み込んで、対応領域探索のための特徴領域を登録画像の階層画像 J 0, J 1, J 2 に設定する（ステップ S 603

50

）。

【 0 1 0 9 】

この例では、登録画像の原画像に対して設定されている図 1 0 (a) に示すような基準点プレート P L から、特徴領域を規定する点として予め定められた基準点 P 1 を読み込み、この基準点 P 1 を中心とする 32×32 の画素の領域を特徴領域 S 0 として登録画像の階層画像 J 0 に設定する。この例において、基準点 P 1 は、階層画像 J 0 において、特徴領域 S 0 のゾーン内に特徴的な部分として右目が入るような点として定められている。

【 0 1 1 0 】

同様にして、登録画像の階層画像 J 1 に対して、基準点 P 1 に対応する点を中心とする 32×32 の画素の領域を特徴領域 S 1 として設定し、登録画像の階層画像 J 2 に対して、基準点 P 1 に対応する点を中心とする 32×32 の画素の領域を特徴領域 S 2 として設定する。なお、階層画像 J 2 は 32×32 の画素の画像であるので、階層画像 J 2 の全領域が特徴領域 S 2 として設定される。

10

【 0 1 1 1 】

そして、制御部 2 0 - 1 は、 $N = 2$ とし (ステップ S 6 0 4)、登録画像の第 N 層の階層画像の特徴領域に対応する参照画像の第 N 層の階層画像の対応領域の探索を行う (ステップ S 6 0 5)。この場合、 $N = 2$ であるので、登録画像の第 2 層の階層画像 J 2 の特徴領域 S 2 に対応する参照画像の第 2 層の階層画像 I 2 の対応領域 S 2 ' の探索を P O C 照合によって行う。

【 0 1 1 2 】

そして、制御部 2 0 - 1 は、この探索した登録画像の第 2 層の階層画像 J 2 における特徴領域 S 2 と参照画像の第 2 層の階層画像 I 2 における対応領域 S 2 ' との類似度を算出し (ステップ S 6 0 6)、予め定められている第 2 層の基準値 T H を読み出し (ステップ S 6 0 7)、算出した類似度と読み出した第 2 層の基準値 T H とを比較する (ステップ S 6 0 8)。ここで、第 2 層の基準値 T H は、その階層の解像度と特徴領域 S 2 の位置とに応じて定められている。

20

【 0 1 1 3 】

算出した類似度が第 2 層の基準値 T H 以上であれば (ステップ S 6 0 8 の Y E S)、ステップ S 6 0 2 で読み出した登録画像を登録画像候補 (第 3 の登録画像候補) として選択し (ステップ S 6 0 9)、選択された登録画像候補の数 M (初期値 0) を $M = M + 1$ とする (ステップ S 6 1 0)。

30

【 0 1 1 4 】

そして、選択された登録画像候補の数 M が 1 0 0 に達していないことを確認のうえ (ステップ S 6 1 1 の N O)、また H D 2 0 - 4 に他の登録画像が保存されていることを確認のうえ (ステップ S 6 1 3 の Y E S)、H D 2 0 - 4 から次の登録画像を読み出し (ステップ S 6 0 2)、ステップ S 6 0 3 以下の処理を繰り返す。

【 0 1 1 5 】

算出した類似度が第 2 層の基準値 T H 以上でなければ (ステップ S 6 0 8 の N O)、より解像度の高い階層画像があることを確認のうえ (ステップ S 6 1 2 の Y E S)、 $N = N - 1$ とし (ステップ S 6 1 4)、ステップ S 6 0 5 へ戻る。この場合、 $N = 1$ とされるので、制御部 2 0 - 1 は、第 2 層の階層での探索結果を反映させて、登録画像の第 1 層の階層画像 J 1 の特徴領域 S 1 に対応する参照画像の第 1 層の階層画像 I 1 の対応領域 S 1 ' の探索を P O C 照合によって行う (ステップ S 6 0 5)。

40

【 0 1 1 6 】

そして、制御部 2 0 - 1 は、この探索した登録画像の第 1 層の階層画像 J 1 における特徴領域 S 1 と参照画像の第 1 層の階層画像 I 1 における対応領域 S 1 ' との類似度を算出し (ステップ S 6 0 6)、予め定められている第 1 層の基準値 T H を読み出し (ステップ S 6 0 7)、算出した類似度と読み出した第 1 層の基準値 T H とを比較する (ステップ S 6 0 8)。ここで、第 1 層の基準値 T H は、その階層の解像度と特徴領域 S 1 の位置とに応じて定められている。

50

【 0 1 1 7 】

算出した類似度が第1層の基準値TH以上であれば(ステップS608のYES)、ステップS602で読み出した登録画像を登録画像候補(第3の登録画像候補)として選択し(ステップS609)、選択された登録画像候補の数Mを $M = M + 1$ とする(ステップS610)。そして、選択された登録画像候補の数Mが100に達していないことを確認のうえ(ステップS611のNO)、またHD20-4に他の登録画像が保存されていることを確認のうえ(ステップS613のYES)、HD20-4から次の登録画像を読み出し(ステップS602)、ステップS603以下の処理を繰り返す。

【 0 1 1 8 】

算出した類似度が第1層の基準値TH以上でなければ(ステップS608のNO)、より解像度の高い階層画像があることを確認のうえ(ステップS612のYES)、 $N = N - 1$ とし(ステップS614)、ステップS605へ戻る。この場合、 $N = 0$ とされるので、制御部20-1は、第1層の階層での探索結果を反映させて、登録画像の第0層の階層画像J0の特徴領域S0に対応する参照画像の第0層の階層画像I0の対応領域S0'の探索をPOC照合によって行う(ステップS605)。

10

【 0 1 1 9 】

そして、制御部20-1は、この探索した登録画像の第0層の階層画像J0における特徴領域S0と参照画像の第0層の階層画像I0における対応領域S0'との類似度を算出し(ステップS606)、予め定められている第0層の基準値THを読み出し(ステップS607)、算出した類似度と読み出した第0層の基準値THとを比較する(ステップS608)。ここで、第0層の基準値THは、その階層の解像度と特徴領域S0の位置とに応じて定められている。

20

【 0 1 2 0 】

算出した類似度が第0層の基準値TH以上であれば(ステップS608のYES)、ステップS602で読み出した登録画像を登録画像候補(第3の登録画像候補)として選択し(ステップS609)、選択された登録画像候補の数Mを $M = M + 1$ とする(ステップS610)。そして、選択された登録画像候補の数Mが100に達していないことを確認のうえ(ステップS611のNO)、またHD20-4に他の登録画像が保存されていることを確認のうえ(ステップS613のYES)、HD20-4から次の登録画像を読み出し(ステップS602)、ステップS603以下の処理を繰り返す。

30

【 0 1 2 1 】

算出した類似度が第0層の基準値TH以上でなければ(ステップS608のNO)、制御部20-1は、より解像度の高い階層画像があるか否かをチェックする(ステップS612)。この場合、第0層よりも解像度の高い階層画像はないので(ステップS612のNO)、HD20-4に他の登録画像が保存されていることを確認のうえ(ステップS613のYES)、HD20-4から次の登録画像を読み出し(ステップS602)、ステップS603以下の処理を繰り返す。

【 0 1 2 2 】

これにより、次々に登録画像の階層画像がHD20-4から読み出され、解像度が低い順に登録画像の階層画像の特徴領域と参照画像の階層画像の対応領域との類似度が算出され、算出された類似度とその階層の基準値THとが比較され、何れかの階層で類似度が基準値TH以上であることが確認された登録画像が第3の登録画像候補として選択されて行く。

40

【 0 1 2 3 】

そして、制御部20-1は、この処理の繰り返し中、選択された登録画像候補の数Mが100となれば(ステップS611のYES)、登録画像候補の選択処理を終了する。また、この処理の繰り返し中、選択された登録画像候補の数Mが100に達する前に、他の登録画像がなくなった場合にも(ステップS613のNO)、登録画像候補の選択処理を終了する。

【 0 1 2 4 】

50

そして、制御部 20 - 1 は、登録画像候補の選択処理 4 で選択した第 3 の登録画像候補と登録画像候補の選択処理 1 , 2 で選択した第 1 の登録画像候補とを組み合わせ、最終的な登録画像候補を得る。

【0125】

例えば、実施の形態 4 の第 1 例として、登録画像候補の選択処理 4 で選択された第 3 の登録画像候補について、登録画像候補の選択処理 1 又は 2 を行って、最終的な登録画像候補を得るようにする。

【0126】

例えば、実施の形態 4 の第 2 例として、登録画像候補の選択処理 1 又は 2 で選択された第 1 の登録画像候補と登録画像候補の選択処理 4 で選択された第 3 の登録画像候補との A N D をとって、最終的な登録画像候補を得るようにする。

10

【0127】

例えば、実施の形態 4 の第 3 例として、登録画像候補の選択処理 1 又は 2 で選択された第 1 の登録画像候補と登録画像候補の選択処理 4 で選択された第 3 の登録画像候補との O R をとって、最終的な登録画像候補を得るようにする。

【0128】

なお、この実施の形態 4 では、ステップ S 604 において $N = 2$ とし、第 2 層（最下層）の階層画像から特徴領域に対応する対応領域の探索（類似度の算出）を開始するようにしたが、ステップ S 604 において $N = 1$ とし、第 1 層の階層画像から特徴領域に対応する対応領域の探索および類似度の算出を開始するようにしてもよい。

20

【0129】

また、上述した実施の形態 4 では、登録画像の階層画像 J_0 , J_1 , J_2 に特徴領域 S_0 , S_1 , S_2 を定めるようにしたが、参照画像の階層画像 I_0 , I_1 , I_2 に特徴領域 S_0 , S_1 , S_2 を定め、登録画像の階層画像 J_0 , J_1 , J_2 から対応領域 S_0' , S_1' , S_2' を探索するようにしてもよい。

【0130】

また、この実施の形態 4 では、登録画像候補の選択処理 4 を登録画像候補の選択処理 1 , 2 と組み合わせ、最終的な登録画像候補を得るようにしたが、登録画像候補の選択処理 3 および 4 を登録画像候補の選択処理 1 , 2 と組み合わせ、最終的な登録画像候補を得るようにしてもよい。

30

【0131】

また、上述した実施の形態 1 , 2 では、 $M = 100$ に達するまで登録画像候補の選択を行うようにしたが、類似度が非常に高い場合には登録画像候補の選択をそこで終了するようにしてもよい。例えば、実施の形態 1（図 4）で言えば、ステップ S 306 で類似度が基準値 TH よりも遙かに大きな所定値 TH_{max} 以上であった場合、そこで登録画像候補の選択を終了するようにする。実施の形態 4（図 8）でも同様に、ステップ S 608 で類似度が基準値 TH よりも遙かに大きな所定値 TH_{max} 以上であった場合、そこで第 3 の登録画像候補の選択を終了するようにしてもよい。これにより、高速化を達成することができる。

【0132】

40

また、上述した実施の形態 1 , 2 では、 $M = 100$ に達するまで登録画像候補の選択を行うようにしたが、全ての登録画像と分類のための照合処理をして、類似度（スコア）が高いものの上位 M 個を登録画像候補として選択するようにしてもよい。例えば、実施の形態 1（図 4）で言えば、 $HD20 - 4$ に保存されている登録画像の全てについて分類のための照合処理をして類似度を求め、その類似度が高い上位 M 個の登録画像を登録画像候補として選択するようにする。実施の形態 4（図 8）でも同様に、 $HD20 - 4$ に保存されている登録画像の全てについて分類のための照合処理をして類似度を求め、その類似度が高い上位 M 個の登録画像を第 3 の登録画像候補として選択するようにしてもよい。

【0133】

また、上述した実施の形態 1 ~ 4 において、類似度の計算方法（例えば、ステップ S 2

50

08 (図3)、ステップS304 (図4)、ステップS404 (図6)、ステップS606 (図8) などでの類似度の計算方法) についてはその詳細を述べなかったが、この場合の類似度の計算方法として次のような方法が考えられる。

【0134】

〔特定の顔データ、特定の階層、特定のエリアで類似度を算出する方法〕

案1．対応点毎の相関値の平均値を類似度にする。

案2．閾値Tより高い対応点の数を類似度にする。

特定エリアの外乱(着用物など)に影響を受けにくくなる。

案3．上下左右全体などエリア毎に閾値 "T_high" より高い対応点の数を類似度にする。閾値 "T_high" はエリア毎に変えても良い。

10

サングラス、メガネ、ひげの発生、傷、眼帯などの影響を受けにくい照合が実現できる。

案4．上下左右全体などエリア毎に閾値 "T_high" より高い対応点の数を類似度にする。このとき、いずれかのエリア毎に閾値 "T_low" より低い対応点の数が多い場合、後段の類似度判定処理でNGとする。閾値 "T_high"、"T_low" はエリア毎に変えても良い。

同一の着用物による他人誤認を防ぐことができる。例えば、フレームの太い眼鏡による誤認がなくなる。

【0135】

なお、例えば実施の形態1 (図4) では、ステップS304で類似度の算出を行い、ステップS306で類似度と基準値との比較を行うようにしているが、類似度の算出と基準値との比較を1ステップで行うようにしてもよい。他の実施の形態でも同様。

20

【0136】

また、上述した実施の形態1～4では、登録画像の階層画像を登録画像としてHD20-4に記憶させるようにしたが、登録画像の原画像のみを記憶させるようにしてもよい。登録画像の原画像のみを記憶させる場合には、登録画像(原画像)の読み出しを行った後、この読み出した登録画像の原画像を最上層(第0層)の高解像度画像とし、この高解像度画像の下層(第1層)に第1の低解像度画像を作成し、この第1の低解像度画像の下層(第2層)に第2の低解像度画像を作成するようにする。

【0137】

図11に登録画像候補の選択処理1において、登録画像(原画像)の読み出しを行った後、登録画像の階層画像を作成するようにした場合のフローチャートを示す。この場合、ステップS302で登録画像の原画像を読み出すようにし、このステップS302の後に、登録画像の階層画像を作成するステップS315を設けるようにする。

30

【0138】

図12に登録画像候補の選択処理2において、登録画像(原画像)の読み出しを行った後、登録画像の階層画像を作成するようにした場合のフローチャートを示す。この場合、ステップS403で登録画像の原画像を読み出すようにし、ステップS403の後に、登録画像の階層画像を作成するステップS415を設けるようにする。

【0139】

図13に登録画像候補の選択処理4において、登録画像(原画像)の読み出しを行った後、登録画像の階層画像を作成するようにした場合のフローチャートを示す。この場合、ステップS602で登録画像の原画像を読み出すようにし、ステップS602の後に、登録画像の階層画像を作成するステップS615を設けるようにする。

40

【産業上の利用可能性】

【0140】

本発明の照合装置は、参照画像と登録画像とを照合する照合装置として、入退室を管理するシステムに限らず、各種の対象物を認証するシステム(例えば、印刷などの画像チェック、半田基板チェックなど)において利用することが可能である。

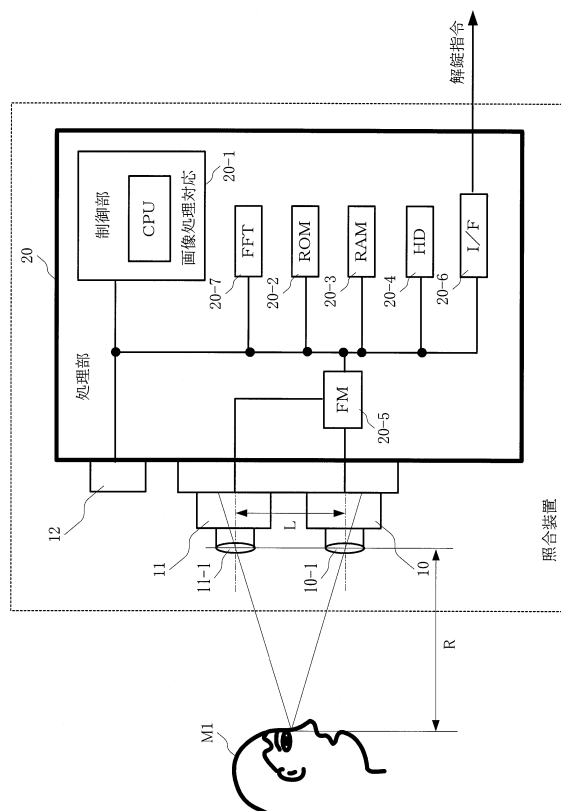
【符号の説明】

【0141】

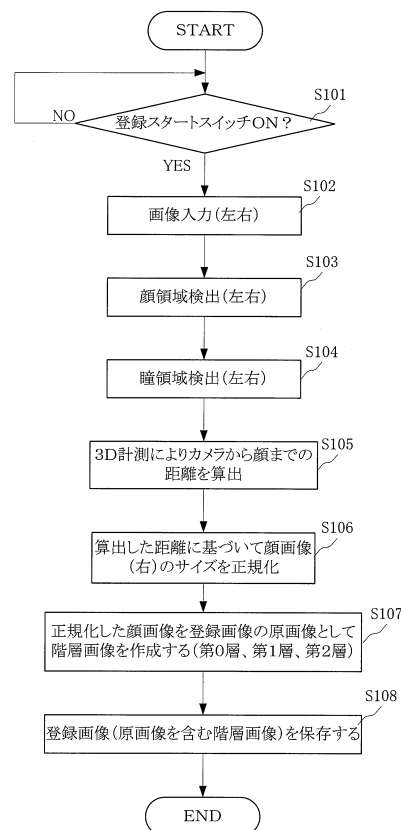
50

10, 11 ... CCDカメラ、10-1, 11-1 ... レンズ、12 ... 液晶表示装置(LCD)、20 ... 処理部、20-1 ... 制御部、20-2 ... ROM、20-3 ... RAM、20-4 ... ハードディスク(HD)、20-5 ... フレームメモリ(FM)、20-6 ... 外部接続部(I/F)、20-7 ... フーリエ変換部(FFT)、I0, I1, I2 ... 参照画像の階層画像、J0, J1, J2 ... 登録画像の階層画像、S0, S1, S2 ... 特徴領域、S0', S1', S2' ... 対応領域、PL ... 基準テンプレート、P1 ... 基準点。

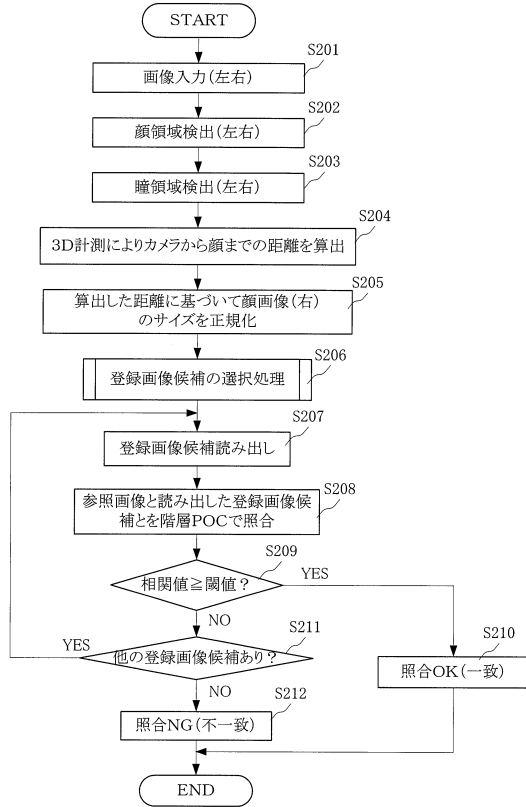
【図1】



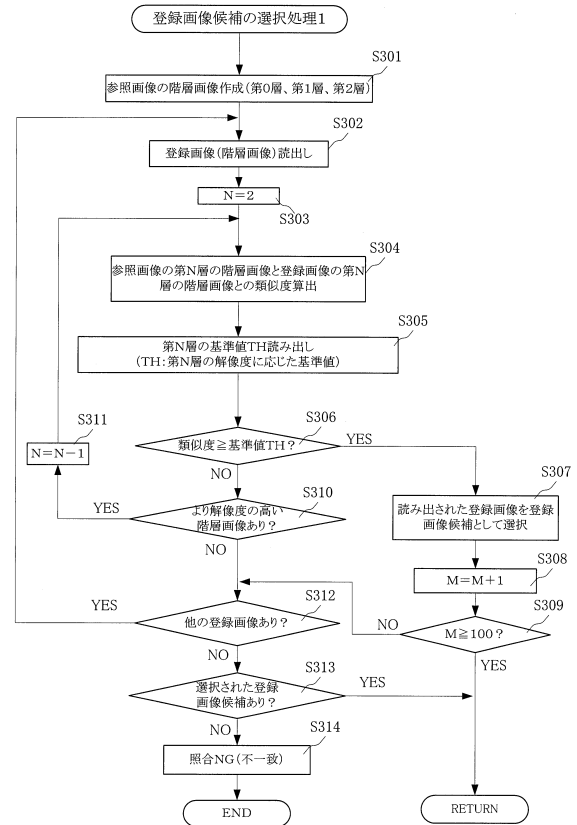
【図2】



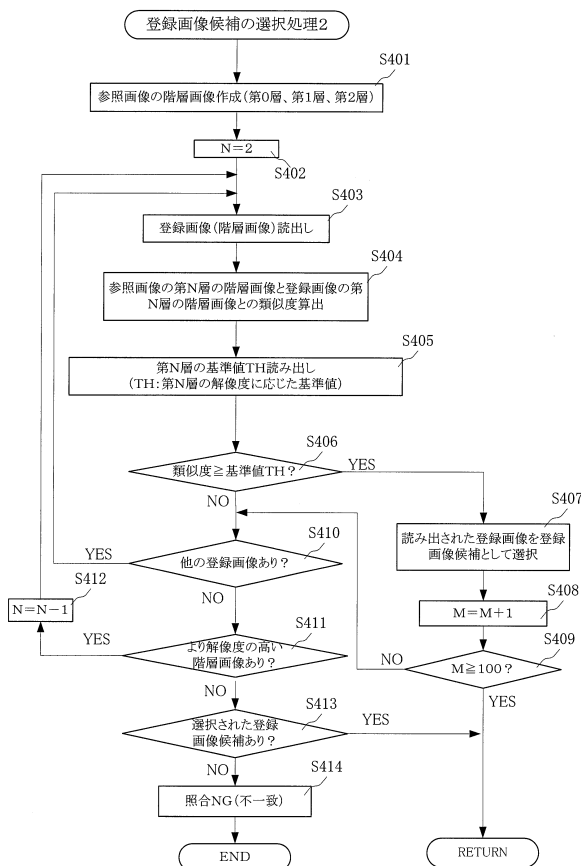
【図 3】



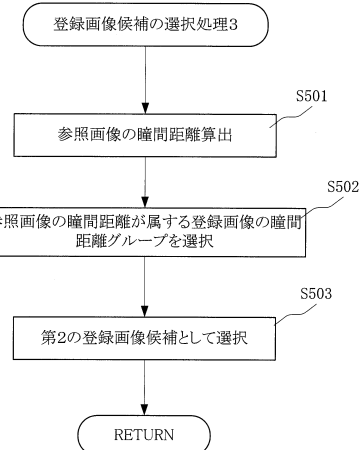
【図 4】



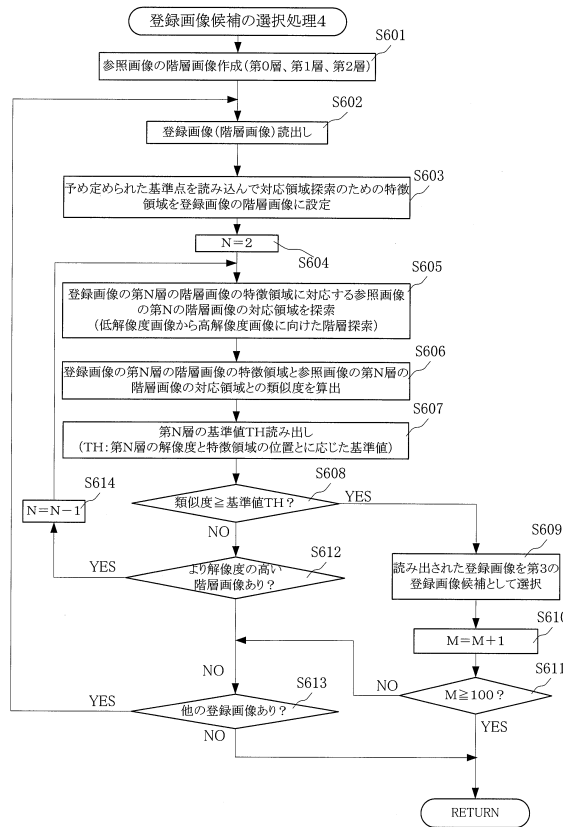
【図 6】



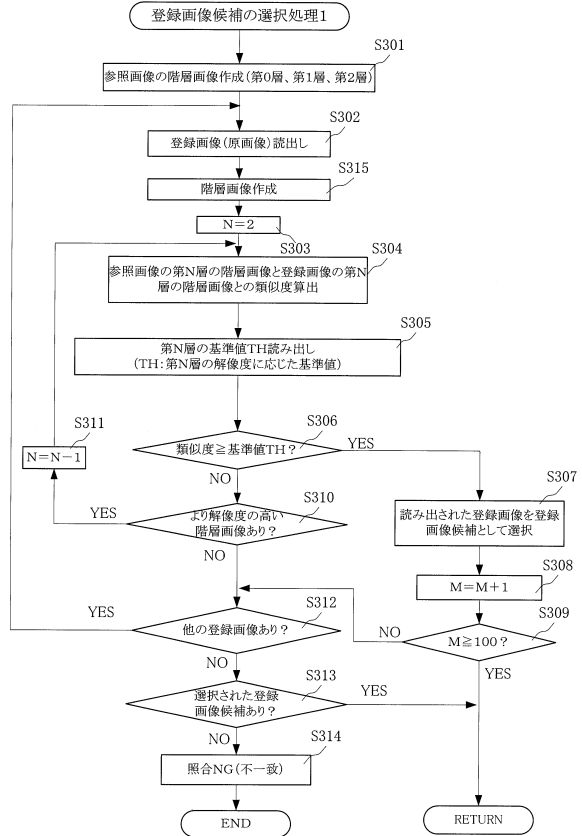
【図 7】



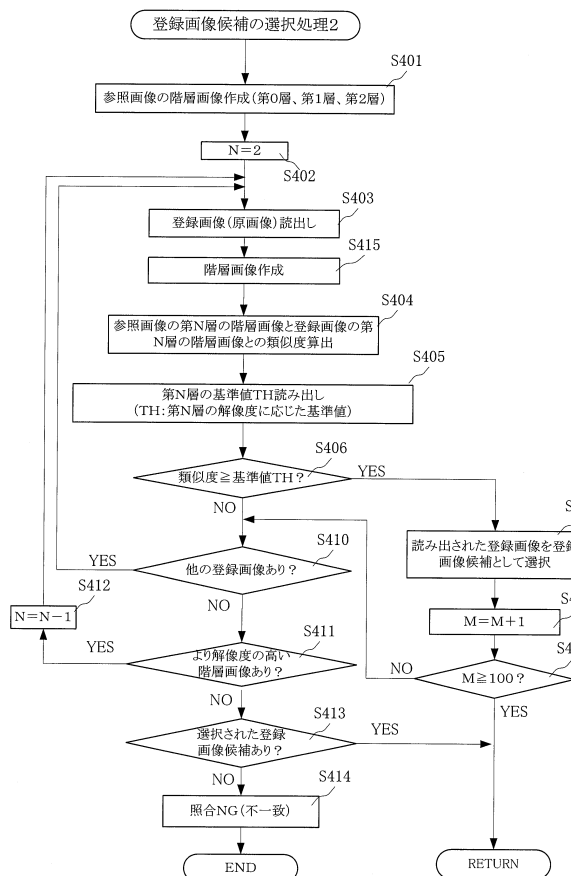
【図 8】



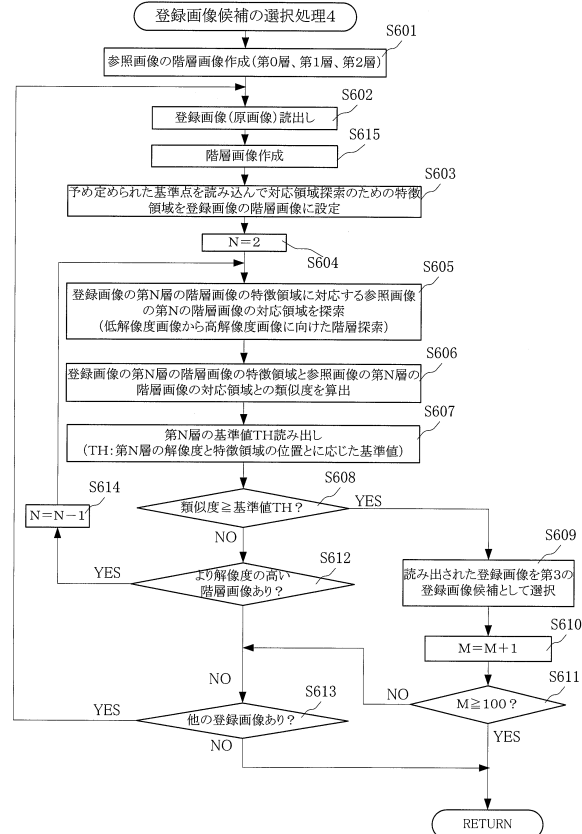
【図 11】



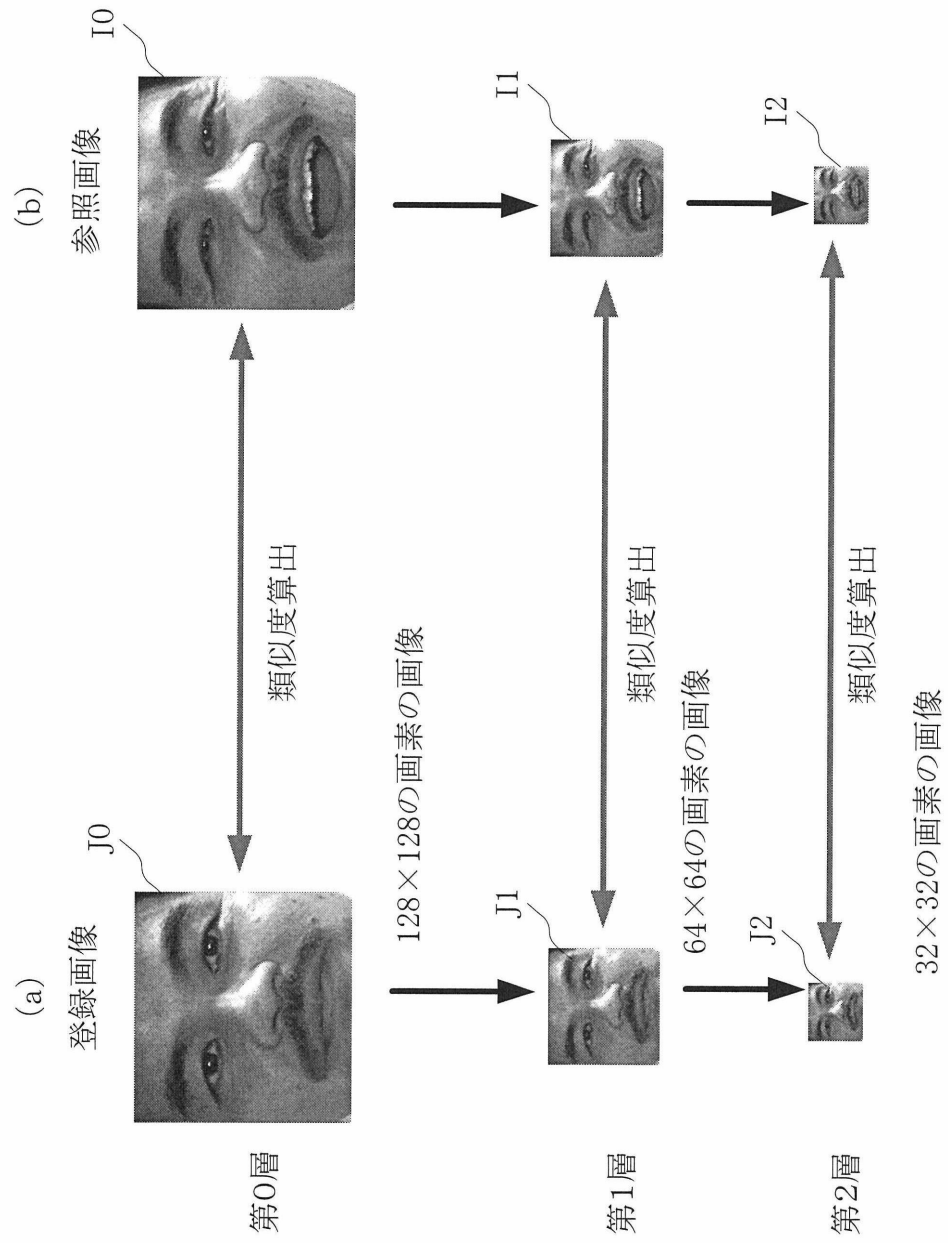
【図 12】



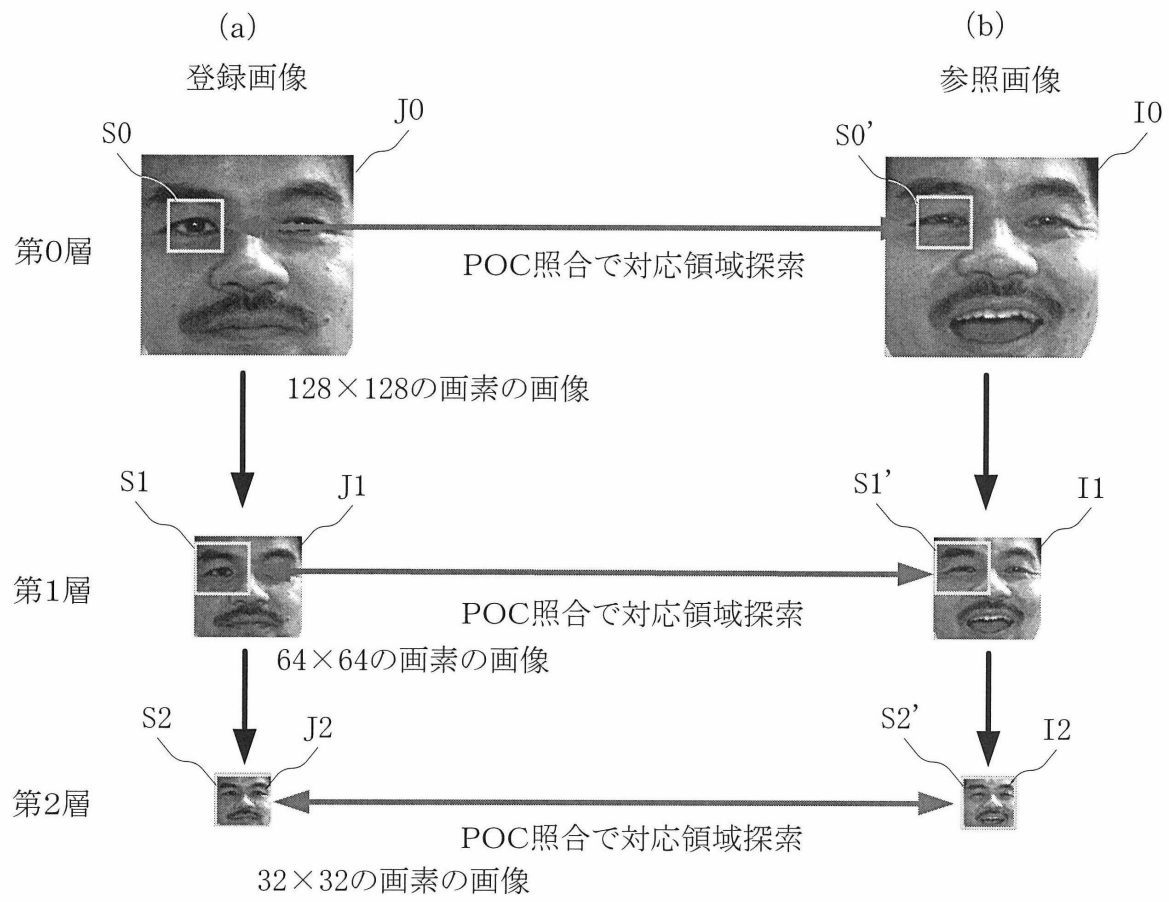
【図 13】



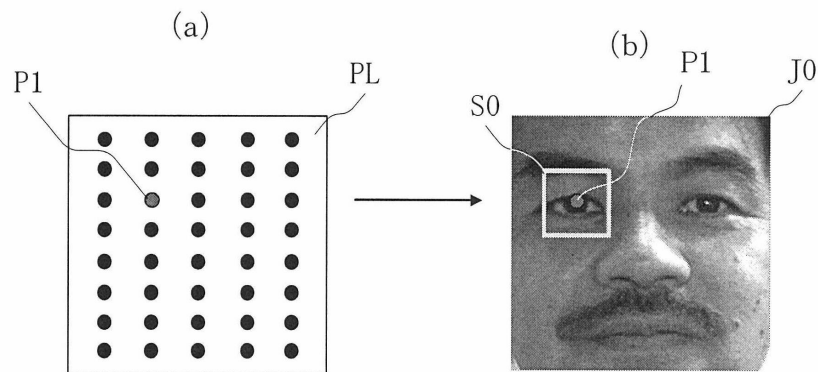
【図5】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2007/004522(WO, A1)
特開昭63-204482(JP, A)
特開昭63-292375(JP, A)
特開2005-107587(JP, A)
特開平10-187970(JP, A)
国際公開第2007/004520(WO, A1)
特開2001-319229(JP, A)
特開2009-086951(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00-7/60