

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5050644号  
(P5050644)

(45) 発行日 平成24年10月17日(2012.10.17)

(24) 登録日 平成24年8月3日(2012.8.3)

(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

請求項の数 14 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2007-129526 (P2007-129526)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成19年5月15日(2007.5.15)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2008-287356 (P2008-287356A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成20年11月27日(2008.11.27)	(74) 代理人	100082740
審査請求日	平成22年2月18日(2010.2.18)		弁理士 田辺 恵基
		(72) 発明者	モハマッド アブドゥル ムキト
			東京都港区港南1丁目7番1号ソニー株式会社内
		(72) 発明者	阿部 博
			東京都港区港南1丁目7番1号ソニー株式会社内
		審査官	新井 則和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 登録装置、照合装置、プログラム及びデータ構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像に映し出される血管線の端点及び分岐点を基準として、上記血管線を複数の部分線に分割する分割手段と、

各上記部分線のうち、定められた線長未満であって両端の点に分岐点であるものを、隣接する部分線と連結させることにより削除する削除手段と、

上記部分線について、 $n$ 次曲線の多項式で表した場合における各次数に対応する項の係数を抽出する抽出手段と、

各上記部分線における両端の点及び上記係数が含まれたデータを生成する生成手段とを有する登録装置。

【請求項2】

上記削除手段は、

上記部分線における上記両端の点の分岐点に連なる他の上記部分線の数に差があるときに、少ない方の該分岐点を削除する

請求項1に記載の登録装置。

【請求項3】

上記削除手段は、

上記部分線における上記両端の点の分岐点に連なる他の上記部分線の数に差がないときに、該分岐点に連なる部分線に属する端点の数が少ない方の該分岐点を削除する

請求項1に記載の登録装置。

## 【請求項 4】

上記抽出手段は、

上記血管線の起伏の程度に応じて、上記  $n$  次曲線の次数を可変する

\_\_請求項 1 に記載の登録装置。

## 【請求項 5】

上記抽出手段は、

上記部分線の両端の点を結ぶ直線と、上記部分線との交差数が多いほど、高い  $n$  次曲線の多項式で表した場合における各次数に対応する項の係数を抽出する

\_\_請求項 1 に記載の登録装置。

## 【請求項 6】

上記生成手段は、

各上記部分線における両端の点及び上記係数と、その係数が所定の抽出過程を経て抽出されたものであることを表す識別子とが含まれたデータを生成する

\_\_請求項 1 に記載の登録装置。

## 【請求項 7】

上記抽出手段は、

上記部分線を構成する点を上記  $n$  次曲線の多項式に代入し、該代入により得られる複数の多項式における各次数に対応する項の係数を変化させて、当該複数の多項式の左辺と右辺との値の差が最小となるときの係数を抽出し、

上記生成手段は、

上記係数が上記抽出手段の抽出過程を経て抽出されたものであることを表す識別子が含まれたデータを生成する

\_\_請求項 6 に記載の登録装置。

## 【請求項 8】

画像に映し出される血管線の端点及び分岐点を基準として分割された複数の部分線ごとに、該部分線のうち、定められた線長未満であって両端の点が分岐点であるものを、隣接する部分線と連結させることにより削除した上で、部分線における両端の点と、部分線について  $n$  次曲線の多項式で表した場合における各次数に対応する項の係数とを含むデータが記憶される記憶手段と、

各上記部分線における上記両端の点及び上記係数から上記血管線を復元する復元手段と

、  
上記復元手段により復元された血管線と、該血管線との照合相手とされる血管線とを照合する照合手段と

を有する照合装置。

## 【請求項 9】

上記復元手段は、

上記データに、上記係数が所定の抽出過程を経て抽出されたものであることを表す識別子が含まれていない場合には、上記血管線の復元を停止する

\_\_請求項 8 に記載の照合装置。

## 【請求項 10】

上記抽出過程は、

上記部分線を構成する点を上記  $n$  次曲線の多項式に代入し、該代入により得られる複数の多項式における各次数に対応する項の係数を変化させて、当該複数の多項式の左辺と右辺との値の差が最小となるときの係数を抽出する

\_\_請求項 8 に記載の照合装置。

## 【請求項 11】

ワークメモリを用いて、画像に対して所定の処理を施す画像処理部に対して、

画像に映し出される血管線の端点及び分岐点を基準として、上記血管線を複数の部分線に分割すること、

各上記部分線のうち、定められた線長未満であって両端の点が分岐点であるものを、隣

10

20

30

40

50

接する部分線と連結させることにより削除する削除すること、

上記部分線についてn次曲線の多項式で表した場合における各次数に対応する項の係数を抽出すること、

各上記部分線における両端の点及び上記係数が含まれたデータを生成すること  
を実行させるためのプログラム。

【請求項12】

登録対象として生成される識別データのデータ構造であって、

上記識別データは、

画像に映し出される血管線の端点及び分岐点を基準として分割された複数の部分線であって、定められた線長未満であって両端の点が分岐点であるものを、隣接する部分線と連結させることにより削除したものであるものにおける両端の点と、当該部分線についてn次曲線の多項式で表した場合における各次数に対応する項の係数とを含む構造を有し、

類似の程度により登録者であるか否かを判定する処理に用いられる

データ構造。

【請求項13】

上記識別データは、

各上記部分線における上記両端の点及び上記係数が、上記血管線の復元する処理に用いられ、該復元された血管線が、その血管線に対する照合相手とされる血管線との類似の程度により登録者であるか否かを判定する処理に用いられる

請求項12に記載のデータ構造。

【請求項14】

上記識別データは、

各上記部分線における上記両端の点及び上記係数と、その係数が所定の抽出過程を経て抽出されたものであることを表す識別子とを含む構造を有し、

上記抽出過程は、

上記部分線を構成する点を上記n次曲線の多項式に代入し、該代入により得られる複数の多項式における各次数に対応する項の係数を変化させて、当該複数の多項式の左辺と右辺との値の差が最小となるときの係数を抽出するものである

請求項12に記載のデータ構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は登録装置、照合装置、プログラム及びデータ構造に関し、バイオメトリクス認証する場合に適用して好適なものである。

【背景技術】

【0002】

従来、バイオメトリクス認証対象の1つとして血管がある。この種の先行技術には、撮像画像に映し出される血管における端点及び分岐点を特徴点として抽出し、該抽出した特徴点を、登録対象又は登録対象との比較対象のデータとして生成する認証装置が提案されている(例えば特許文献1参照)。この認証装置では、画像データ自体を登録対象とする場合に比して、記憶すべきメモリの占有量を大幅に削減できることになる。

【特許文献1】特開2003-303178公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところが、端点及び分岐点は血管に対して離散的なものとなるため、登録者であるか否かを判定するための要素としての信頼性が乏しいものとなる。したがって、比較対象のデータとして生成された特徴点が、登録対象のデータとして生成されたものと同じように生成されているとしても、撮像環境やノイズ等の外的要因、あるいは、生体における血管の映り難さ(個人差)等の内的要因に起因して、他人であるにもかかわらず本人であるもの

10

20

30

40

50

又は本人であるにもかかわらず他人であるものと誤判定する確率が高い、つまり認証精度（登録者であるか否かの判定の精度）が乏しいという問題があった。

【0004】

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、認証精度を向上し得る登録装置、照合装置及びプログラムと、信頼性を向上し得る識別データのデータ構造とを提案しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

かかる課題を解決するため本発明は、登録装置であって、画像に映し出される血管線の端点及び分岐点を基準として、血管線を複数の部分線に分割する分割手段と、各部分線のうち、定められた線長未満であって両端の点が分岐点であるものを、隣接する部分線と連結させることにより削除する削除手段と、部分線について、 $n$ 次曲線の多項式で表した場合における各次数に対応する項の係数を抽出する抽出手段と、各部分線における両端の点及び係数が含まれたデータを生成する生成手段とを設けるようにした。

10

【0006】

また本発明は、照合装置であって、画像に映し出される血管線の端点及び分岐点を基準として分割された複数の部分線ごとに、該部分線のうち、定められた線長未満であって両端の点が分岐点であるものを、隣接する部分線と連結させることにより削除した上で、部分線における両端の点と、部分線について $n$ 次曲線の多項式で表した場合における各次数に対応する項の係数とを含むデータが記憶される記憶手段と、各部分線における両端の点及び係数から血管線を復元する復元手段と、復元手段により復元された血管線と、該血管線との照合相手とされる血管線とを照合する照合手段とを設けるようにした。

20

【0007】

さらに本発明は、プログラムであって、ワークメモリを用いて、画像に対して所定の処理を施す画像処理部に対して、画像に映し出される血管線の端点及び分岐点を基準として、血管線を複数の部分線に分割すること、各部分線のうち、定められた線長未満であって両端の点が分岐点であるものを、隣接する部分線と連結させることにより削除する削除すること、部分線について $n$ 次曲線の多項式で表した場合における各次数に対応する項の係数を抽出すること、各部分線における両端の点及び係数が含まれたデータを生成することを実行させるようにした。

30

【0008】

さらに本発明は、登録対象として生成される識別データのデータ構造であって、識別データは、画像に映し出される血管線の端点及び分岐点を基準として分割された複数の部分線であって、定められた線長未満であって両端の点が分岐点であるものを、隣接する部分線と連結させることにより削除したものであるものにおける両端の点と、当該部分線について $n$ 次曲線の多項式で表した場合における各次数に対応する項の係数とを含む構造を有し、類似の程度により登録者であるか否かを判定する処理に用いられるようにした。

【発明の効果】

【0009】

以上のように本発明によれば、血管線の特徴をなす点以外に、血管線自体の形状を、定められた線長未満の部分線については両端の点が分岐点であれば隣接する部分線と連結させて削除した上で、複数の部分線ごとに $n$ 次曲線の多項式で表した場合における各次数に対応する項の係数として抽出するようにしたことにより、特徴に富んだ血管線と近似する曲線との関係をもつ状態でその血管線を離散的に表すことができ、この結果、撮像環境やノイズ等の外的要因、あるいは、生体における血管の映り難さ（個人差）等の内的要因による影響を低減することができる。かくして、認証精度を向上し得る登録装置、照合装置及びプログラムと、信頼性を向上し得る識別データのデータ構造とを実現できる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下図面について、本発明を適用した一実施の形態を詳述する。

50

## 【 0 0 1 1 】

## ( 1 ) 認証装置の全体構成

図 1 において、本実施の形態による認証装置 1 の全体構成を示す。この認証装置 1 は、制御部 1 0 に対して、操作部 1 1、撮像部 1 2、メモリ 1 3、インターフェース 1 4 及び通知部 1 5 をそれぞれバス 1 6 を介して接続することにより構成される。

## 【 0 0 1 2 】

制御部 1 0 は、認証装置 1 全体の制御を司る CPU (Central Processing Unit) と、各種プログラム及び設定情報などが格納される ROM (Read Only Memory) と、当該 CPU のワークメモリとしての RAM (Random Access Memory) と、画像処理部とを含むコンピュータとして構成される。

10

## 【 0 0 1 3 】

この制御部 1 0 には、登録対象のユーザ (以下、これを登録者と呼ぶ) の血管を登録するモード (以下、これを血管登録モードと呼ぶ) の実行命令 COM 1 又は登録者本人の有無を判定するモード (以下、これを認証モードと呼ぶ) の実行命令 COM 2 が、ユーザ操作に応じて操作部 1 1 から入力される。

## 【 0 0 1 4 】

制御部 1 0 は、かかる実行命令 COM 1、COM 2 に基づいて実行すべきモードを決定し、この決定結果に対応するプログラムに基づいて、撮像部 1 2、メモリ 1 3、インターフェース 1 4 及び通知部 1 5 を適宜制御し、血管登録モード又は認証モードを実行するようになされている。

20

## 【 0 0 1 5 】

撮像部 1 2 は、この認証装置 1 の筐体のうち、指が配される領域上を撮像空間とするカメラを有し、該カメラにおける光学系のレンズ位置、絞りの絞り値及び撮像素子のシャッター速度 (露出時間) を、制御部 1 0 により設定される設定値を基準として調整する。

## 【 0 0 1 6 】

また撮像部 1 2 は、撮像空間に近赤外光を照射する近赤外光光源を有し、該近赤外光光源を、制御部 1 0 により指定される期間に点灯させるとともに、撮像素子の撮像面に映し出される被写体像を所定周期ごとに撮像し、該撮像結果として生成される画像に関する画像データを制御部 1 0 に順次出力する。

## 【 0 0 1 7 】

メモリ 1 3 は、例えばフラッシュメモリでなり、制御部 1 0 により指定される領域にデータを記憶し、又は該領域に記憶されるデータを読み出すようになされている。

30

## 【 0 0 1 8 】

インターフェース 1 4 は、所定の伝送路を介して接続された外部の装置との間で各種データを授受するようになされている。

## 【 0 0 1 9 】

通知部 1 5 は、表示部 1 5 a 及び音声出力部 1 5 b でなり、該表示部 1 5 a は、制御部 1 0 から与えられる表示データに基づく文字や図形を表示画面に表示する。一方、音声出力部 1 5 b は、制御部 1 0 から与えられる音声データに基づく音声を、スピーカから出力するようになされている。

40

## 【 0 0 2 0 】

## ( 1 - 1 ) 血管登録モード

次に、血管登録モードについて説明する。制御部 1 0 は、実行すべきモードとして血管登録モードを決定した場合、動作モードを血管登録モードに遷移し、撮像空間に対して指を配置させなければならないことを通知部 1 5 に通知させる。

## 【 0 0 2 1 】

このとき制御部 1 0 は、撮像部 1 2 におけるカメラを撮像動作させるとともに、該撮像部 1 2 における近赤外光光源を点灯動作させる。

## 【 0 0 2 2 】

この状態において、撮像空間に対して指が配される場合、近赤外光光源からその指の内

50

方を経由した近赤外光は、血管を投影する光として、カメラにおける光学系及び絞りを介して撮像素子に入射され、該撮像素子の撮像面には指内方における血管が投影される。したがってこの場合に撮像部12での撮像結果として生成される画像データに基づく画像には、血管が映し出されることとなる。

【0023】

制御部10は、撮像部12から与えられる画像データに対して、画像回転補正、ノイズ除去、画像切出などの前処理を適宜施し、例えば図2に示すように、該前処理後に得られる多値の画像(図2(A))から、その画像に映し出される血管がパターン化された2値の画像(図2(B))を生成する。

【0024】

この具体的な生成手法の一例を挙げると、制御部10は、前処理を経た後の対象画像に映し出される血管の輪郭を、ガウシアンフィルタやLogフィルタ等の微分フィルタを用いて浮き彫りにし、該輪郭が浮き彫りにされた対象画像を、設定された輝度値を基準として2値画像に変換する。そして制御部10は、この2値画像に映し出される血管部分における幅の中心又は幅の輝度ピークを抽出することによって、当該血管をその線幅が一定となるパターンとするようになされている。この実施の形態では、血管はその線幅が1画素となるパターンとされる。以下、線幅が一定とされた血管を血管線と呼ぶこととする。

【0025】

また制御部10は、2値の画像を生成した場合、その画像に映し出される血管線の形状を表すパラメータ(以下、これを形状パラメータと呼ぶ)を抽出し、この形状パラメータを含む識別対象のデータ(以下、これを識別データと呼ぶ)を生成し、これをメモリ13に記憶することにより登録する。

【0026】

このようにして制御部10は、血管登録モードを実行することができるようになされている。

【0027】

(1-2) 認証モード

次に、認証モードについて説明する。制御部10は、実行すべきモードとして認証モードを決定した場合、動作モードを認証モードに遷移し、撮像空間に対して指を配置させなければならないことを通知部15に通知させ、かつ、撮像部12におけるカメラを撮像動作させるとともに、近赤外光光源を点灯動作させる。そして制御部10は、撮像部12から与えられる画像データに対して、画像回転補正、ノイズ除去、画像切出などの前処理を適宜施す。

【0028】

また制御部10は、前処理結果として得られる画像から、血管登録モードと同じようにして2値の画像を生成する一方、メモリ13に識別データとして記憶された形状パラメータから血管線を復元する。

【0029】

そして制御部10は、生成した2値の画像に映し出される血管線と、復元した血管線とを照合(パターンマッチング)し、該照合結果として得られる血管線の類似度(相関の程度)に応じて、登録者と承認することができるか否かを判定するようになされている。

【0030】

ここで、登録者と承認することができないものと判定した場合、制御部10は、その旨を表示部15a及び音声出力部15bを介して視覚的及び聴覚的に通知する。これに対して、登録者と承認することができるものと判定した場合、制御部10は、登録者と承認したことを表すデータを、インターフェース14に接続された装置に送出する。この装置では、登録者と承認したことを表すデータをトリガとして、例えば、ドアを一定期間閉錠させる、あるいは、制限対象の動作モードを解除させる等、認証成功時に実行すべき所定の処理が行われる。

【0031】

10

20

30

40

50

このようにしてこの制御部 10 は、認証モードを実行することができるようになされている。

【0032】

(2) 制御部における特徴点の抽出処理の具体的内容

次に、制御部 10 における特徴点の抽出処理を具体的に説明する。

【0033】

(2-1) 端点及び分岐点の検出

制御部 10 は、2 値の画像を生成した場合、例えば図 3 に示すように、該 2 値画像に映し出される血管線を構成する点（画素）のうち、端点及び分岐点を検出する。

【0034】

(2-2) 血管線の形状パラメータの抽出

この後、制御部 10 は、これら端点及び分岐点を基準として血管線を分割し、該分割された部分線（以下、これを部分血管線と呼ぶ）ごとに、 $n$  次曲線の多項式で表した場合における各次数に対応する項の係数（以下、これを多項式係数と呼ぶ）を抽出し、これら部分血管線における多項式係数及び両端の点を、血管線の形状パラメータとするようになされている。

【0035】

この形状パラメータの抽出手法の一例を説明する。制御部 10 は、この抽出手法では図 4 に示すように、血管線分割部 21、部分線補正部 22 及び係数抽出部 23 として機能する。以下、この血管線分割部 21、部分線補正部 22 及び係数抽出部 23 及び係数抽出部 24 の処理内容を詳細に説明する。

【0036】

(2-2-1) 血管線の分割

血管線分割部 21 は、血管線を、端点又は分岐点から次の端点又は分岐点までの部分血管線に分割する。

【0037】

例えば図 5 に示す場合、血管線分割部 21 は、分岐点  $DP1$  を始点とし、該始点とした分岐点  $DP1$  の次に出現する他の特徴点（端点  $EP1$ 、端点  $EP2$ 、分岐点  $DP2$ ）を終点とする各部分血管線  $PBL1 \sim PBL3$  に分割する。同様に、血管線分割部 21 は、分岐点  $DP2$  を始点とし、該始点とした分岐点  $DP2$  の次に出現する他の特徴点（端点  $EP3$ 、端点  $EP4$ ）を終点とする各部分血管線  $PBL4$ 、 $PBL5$  に分割する。

【0038】

この図 5 の例では、分岐点  $DP1$ 、 $DP2$  だけを始点としたが、端点及び分岐点を始点とするようにしてもよい。ちなみに、この図 5 から明らかなように、端点は、必ず、始点又は終点のいずれか一方にしかかなり得ないものであるが、分岐点は、必ず、始点及び終点の一方又は双方が重複する。

【0039】

(2-2-2) 部分血管線の補正

次に、部分線補正部 22 は、部分血管線ごとに、その部分血管線における長さ（画素数）と、両端の点の種に応じて、部分血管線を削除する。

【0040】

すなわち、部分線補正部 22 は、分割された各部分血管線のうち、長さ（画素数）が所定の閾値未満となる部分血管線を検出した場合、該部分血管線における両端の点の一方が端点であるか否かを調べる。

【0041】

ここで、両端の点の一方が端点である場合、このことは、当該部分血管線が血管線の端に相当するものであることを意味する。この場合、部分線補正部 22 は、血管線全体に対する影響の程度が極めて小さく特徴部分の信頼性が乏しいものとして、当該部分血管線を、その部分血管線における分岐点を除いて削除する。ちなみに図 5 の例では、例えば部分血管線  $PBL4$  が該当し、この部分血管線  $PBL4$  が分岐点  $DP2$  を除いて削除されるこ

10

20

30

40

50

ととなる。

【 0 0 4 2 】

一方、両端の点の一方が端点でない場合、このことは、当該部分血管線の両端の点の双方が分岐点であって、当該部分血管線が血管線の中に相当するものであることを意味する。

【 0 0 4 3 】

この場合、部分線補正部 2 2 は、一方の分岐点に連なる部分血管線の数と、他方の分岐点に連なる部分血管線の数とを比較し、例えば図 6 ( A ) に示すように、その数に差があるときには、部分血管線の数が少ないほうの分岐点を削除し、当該部分血管線を、隣接する部分血管線と連結させることで削除する。

10

【 0 0 4 4 】

この図 6 ( A ) の例では、部分血管線 P B L a が、部分血管線 P B L b と連結されて一の部分血管線 P B L a - b として形成されることで削除され、該部分血管線 P B L c と連結されて一の部分血管線 P B L a - c として形成されることで削除されることになる。

【 0 0 4 5 】

これに対して、例えば図 6 ( B ) に示すように、部分血管線の数に差がないとき、部分線補正部 2 2 は、一方の分岐点に連なる部分血管線に属する端点の数と、他方の分岐点に連なる部分血管線の部分血管線に属する端点の数とのうち、その数の少ないほうの分岐点を削除し、当該部分血管線を、隣接する部分血管線と連結させることで削除する。

【 0 0 4 6 】

20

この図 6 ( B ) の例では、図 6 ( A ) と同様に、部分血管線 P B L a が、部分血管線 P B L b と連結されて一の部分血管線 P B L a - b として形成されることで削除され、該部分血管線 P B L c と連結されて一の部分血管線 P B L a - c として形成されることで削除されることになる。

【 0 0 4 7 】

このようにして部分線補正部 2 2 は、定められた長さ未満となる部分血管線を削除することで、特徴に乏しい部分血管線における多項式係数の抽出を未然に回避し、該多項式係数の数を低減させることができるようになされている。

【 0 0 4 8 】

( 2 - 2 - 3 ) 多項式係数の抽出

30

次に、係数抽出部 2 3 は、部分血管線ごとに、多項式係数 ( n 次曲線の多項式により表した場合の係数 ) を抽出する。

【 0 0 4 9 】

具体的に係数抽出部 2 3 は、各部分血管線のうち処理対象の部分血管線を選択した場合、その部分血管線を構成する点 ( 以下、これを血管構成点と呼ぶ ) それぞれを、次式

【 0 0 5 0 】

【数 1】

$$y = p_1 x^n + p_2 x^{n-1} + \dots + p_n x + p_{n+1} \quad \dots\dots (1)$$

40

【 0 0 5 1 】

に示す n 次曲線の多項式に代入する。

【 0 0 5 2 】

例えば、血管構成点が m 個であった場合、次式

【 0 0 5 3 】

【数 2】

$$y_1 = p_1 x_1^n + p_2 x_1^{n-1} + \dots + p_n x_1 + p_{n+1}$$

$$y_2 = p_1 x_2^n + p_2 x_2^{n-1} + \dots + p_n x_2 + p_{n+1}$$

... ..

$$y_m = p_1 x_m^n + p_2 x_m^{n-1} + \dots + p_n x_m + p_{n+1} \quad \dots\dots (2)$$

10

【0054】

のように、m個の多項式が得られることとなる。ちなみに、これら(1)式及び(2)式における $p_1$ 、 $p_2$ 、……、 $p_{(n+1)}$ は各次数に対応する項の係数、つまり多項式係数である。

【0055】

そして係数抽出部23は、各血管構成点を(1)式に代入した場合、該代入により得られる複数の多項式における多項式係数 $p_1$ 、 $p_2$ 、……、 $p_{(n+1)}$ を変化させて、これら多項式の左辺と右辺との値の差が最小となる時の多項式係数 $p_1$ 、 $p_2$ 、……、 $p_{(n+1)}$ を抽出する。

【0056】

このように係数抽出部23は、部分血管線における各々の血管構成点に対して最も近似する曲線となる時の多項式係数 $p_1$ 、 $p_2$ 、……、 $p_{(n+1)}$ を抽出することができるようになされている。

20

【0057】

なお、任意の複数の点と、これら点に対して最も近似する5次曲線とを図7に示す。この図7からも明らかかなように、係数抽出部23により抽出される多項式係数は、実際の部分血管線に最も近似する曲線となる時のものであることから、該部分血管線を復元するときの要素としては信頼性が高いものとなることが分かる。

【0058】

(2-3) 識別データの生成

制御部10は、上述の抽出処理を終了すると、各部分血管線における多項式係数と、当該部分血管線における両端の点の位置と、その多項式係数が上述の抽出処理を経たものであることを表す識別子(以下、これを内容証明識別子と呼ぶ)を含む識別データを生成する識別データ生成部として機能し、生成した識別データをメモリ13(図1)に登録するようになされている。

30

【0059】

この識別データのデータ構造例を図8に示す。この識別データは、ヘッダ領域HArと、データ領域DArとを含む構造であり、該ヘッダ領域HArには、例えば抽出処理に関するバージョン等の内容証明識別子が保持される。

【0060】

一方、データ領域DArには、部分血管線の数 $i$ ( $i = 2, 3, 4, \dots, N$ (ただし、 $N$ は整数))とし、4次曲線の多項式における多項式係数のうち、4次を $P_4$ 、3次を $P_3$ 、2次を $P_2$ 、1次を $P_1$ 、0次を $P_0$ とし、該部分血管線における両端の点の $x$ 座標(すなわち部分血管線の $x$ 方向の範囲)を $x_s$ 、 $x_e$ とした場合、部分血管線1~ $N$ ごとに、当該部分血管線における多項式係数 $P_{4i} \sim P_{0i}$ と、両端の点の位置 $x_{si}$ 、 $x_{ei}$ とが、例えば行列として保持される。

40

【0061】

なお、このデータ領域DArの内容から血管線を復元する場合、部分血管線1~ $N$ ごとに、(1)式に多項式係数 $P_{4i} \sim P_{0i}$ の値を代入するとともに、該代入された(1)式に部分血管線の一方の点 $x_{si}$ から、他方の点 $x_{ei}$ までの $x$ 座標の値を入力すれば、

50

これら点  $x_{s i}$ 、 $x_{e i}$  間における  $y$  座標の値を得ることができ、この結果、各部分血管線 1 ~ N における近似する曲線が生成されることとなる。

【 0 0 6 2 】

ここで、復元前の血管線と、上述の抽出処理を経て抽出された各部分血管線における多項式係数  $P_{4 i} \sim P_{0 i}$  を用いて、( 1 ) 式により復元される血管線との比較結果を図 9 に示す。

【 0 0 6 3 】

この比較結果からも分かるように、識別データは、ヘッダ領域 H A r に保持された内容証明識別子によって、データ領域 D A r に対して部分血管線 1 ~ N ごとに保持される多項式係数  $P_{4 i} \sim P_{0 i}$  が実際の血管線への高い再現性をもつ要素となるものであることを表しており、これによりその多項式係数  $P_{4 i} \sim P_{0 i}$  自体の信頼性が高いものであることを証明することができるデータ構造となっている。

10

【 0 0 6 4 】

( 3 ) 制御部における認証処理の具体的内容

次に、制御部 1 0 における認証モード時の認証処理を、図 1 0 に示すフローチャートを用いて具体的に説明する。

【 0 0 6 5 】

制御部 1 0 は、操作部 1 1 ( 図 1 ) から実行命令 C O M 2 が与えられると、この認証処理を開始し、ステップ S P 1 1 において、メモリ 1 3 に記憶された識別データを読み出し、該識別データのヘッダ領域 H A r ( 図 8 ) に、内容証明識別子が保持されているか否かを判定する。

20

【 0 0 6 6 】

ここで、内容証明識別子が保持されていない場合、このことは、データ領域 D A r ( 図 8 ) に保持されているものが、生体の識別対象としての信頼性に乏しいことを意味する。この場合、制御部 1 0 は、メモリ 1 3 から読み出した識別データを破棄した後に、この認証処理を終了する。

【 0 0 6 7 】

一方、内容証明識別子が保持されている場合、制御部 1 0 は、続くステップ S P 1 2 において、撮像部 1 2 ( 図 1 ) を制御して、照合対象となる画像データを取得し、次のステップ S P 1 3 において、この画像データに対して所定の前処理を適宜施した後、該処理結果として得られる画像に映し出される血管線を構成する端点及び分岐点を検出する。

30

【 0 0 6 8 】

また制御部 1 0 は、ステップ S P 1 4 において、ステップ S P 1 1 でメモリ 1 3 から読み出した識別データのデータ領域 D A r ( 図 8 ) に保持される多項式係数  $P_{4} \sim P_{0}$  を単位として部分血管線 1 ~ N に相当する曲線をそれぞれ生成し、血管線を復元する。

【 0 0 6 9 】

そして制御部 1 0 は、ステップ S P 1 5 において、復元した血管線における端点及び分岐点を基準として、照合対象となる画像に映し出される血管線からステップ S P 1 3 で検出した分岐点及び端点を回転及び平行移動して補正量 ( 移動量 ) を算出し、その補正量 ( 移動量 ) に基づいて、復元した血管線と、照合対象となる画像に映し出される血管線とを位置合わせした後、ステップ S P 1 6 において、該位置合わせされた血管線を照合して登録者の有無を判定する。

40

【 0 0 7 0 】

例えば、制御部 1 0 は、位置合わせされた血管線について一致する画素数の割合が所定の閾値以上となる照合結果が得られた場合には登録者と承認することができるものと判定し、これに対して閾値未満の場合には登録者と承認することができないものと判定するようになされている。

【 0 0 7 1 】

このように制御部 1 0 は、識別データのヘッダ領域 H A r ( 図 8 ) に、内容証明識別子が保持されていない場合には、該識別データのデータ領域 D A r ( 図 8 ) に保持されている

50

ものが、生体の識別対象としての信頼性に乏しいものとして、そのデータ領域 D A r に保持される内容からの血管線の復元を停止することで、一定レベルの抽出精度を経て抽出された保持内容以外のものから復元した血管線との照合を回避して、認証精度の低下を未然に防止し得るようになされている。

【 0 0 7 2 】

( 4 ) 動作及び効果

以上のように、この制御部 1 0 は、血管線における端点及び分岐点を基準として分割された複数の部分血管線ごとに、 $n$  次曲線の多項式で表した場合における各次数に対応する項の係数 ( 多項式係数 ) を抽出する。

【 0 0 7 3 】

そして制御部 1 0 は、各部分血管線における多項式係数と、当該部分血管線における両端の点の位置 (  $x$  座標の値 ) とが含まれた識別データを生成する ( 図 8 ) 。

【 0 0 7 4 】

したがって、この制御部 1 0 は、部分血管線の連結関係のみならず線の形状を、各部分血管線における多項式係数と、当該部分血管線における両端の点の位置 (  $x$  座標の値 ) とにより表現する、つまり血管線と近似する曲線との関係をもつ状態でその血管線を離散的に表すことができる。

【 0 0 7 5 】

このため、撮像環境やノイズ等の外的要因、あるいは、生体における血管の映り難さ ( 個人差 ) 等の内的要因に起因して、他人であるにもかかわらず本人であるもの又は本人であるにもかかわらず他人であるものと誤判定する確率を低減することができるとともに、登録対象のメモリ占有量を低減することができる。

【 0 0 7 6 】

なお、この係数の抽出処理は、例えば、部分血管線をベジェ曲線に近似させ、近似させたときの制御点列を抽出する場合に比して、その負荷が小さい。また、登録対象のメモリ占有量は、この実施の形態では、次数分の係数の値と、 $x$  座標の値分を要するのに対し、制御点列を採用する場合には、次数分の制御点列の  $x$  座標及び  $y$  座標の値分を要するので、この実施の形態のほうが少ない。したがって、一般的な既知の曲線関数に比して、処理負荷および情報量の観点からみれば本実施の形態のほうが、より好ましいものといえる。

【 0 0 7 7 】

この実施の形態では、制御部 1 0 は、各部分血管線における多項式係数と、当該部分血管線における両端の点の位置 (  $x$  座標の値 ) との他に、多項式係数が、所定の抽出過程を経て抽出されたものであることを表す識別子 ( 内容証明識別子 ) を含む識別データを生成する ( 図 8 ) 。

【 0 0 7 8 】

この抽出過程は、部分血管線を構成する点を  $n$  次曲線の多項式に代入し、該代入により得られる複数の多項式における各次数に対応する項の係数を変化させて、当該複数の多項式の左辺と右辺との値の差が最小となるときの係数を抽出するものである。

【 0 0 7 9 】

したがって、制御部 1 0 は、実際の部分血管線における各々の血管構成点に対して最も近似する曲線となるときの多項式係数であることを表すことができるため、識別データ自体が信頼性の高いものであることを証明することができるとともに、他人であるにもかかわらず本人であるもの又は本人であるにもかかわらず他人であるものと誤判定する確率を未然に防止することが可能となる。

【 0 0 8 0 】

以上の構成によれば、複数の部分血管線ごとに  $n$  次曲線の多項式で表した場合における各次数に対応する項の係数 ( 多項式係数 ) を抽出し、当該部分血管線における係数及び両端の点の位置を含む識別データ生成するようにしたことにより、部分血管線における連結関係だけでなく線の形状を復元させることができるので、撮像環境やノイズ等の外的要因

10

20

30

40

50

、あるいは、生体における血管の映り難さ（個人差）等の内的要因による影響を低減することができ、かくして認証精度を向上し得る認証装置 1 を実現できる。

【 0 0 8 1 】

( 5 ) 他の実施の形態

上述の実施の形態においては、部分血管線について  $n$  次曲線の多項式で表した場合における各次数に対応する項の係数として、( 1 ) 式のように、 $x$  方向に対する係数を抽出するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、次式

【 0 0 8 2 】

【 数 3 】

$$x = p_1 y^n + p_2 y^{n-1} + \dots + p_n y + p_{n+1} \quad \dots\dots (3)$$

10

【 0 0 8 3 】

のように、 $y$  方向に対する係数を求めるようにしてもよい。ただし、血管線は、おおよそ同方向に伸びるといった性質があることから、当該血管線の伸長方向と同方向となる方向に対する係数を求めるほうが望ましい。

【 0 0 8 4 】

また上述の実施の形態においては、部分血管線について  $n$  次曲線の多項式で表した場合における各次数に対応する項の係数を固定、つまり曲線の次数を固定とするようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、該部分血管線の曲線の起伏の程度に応じて可変とするようにしてもよい。

20

【 0 0 8 5 】

具体的には、例えば、部分血管線の両端の点を結ぶ直線と、該部分血管線との交差数が多いほど、高い  $n$  次曲線の多項式で表した場合における各次数に対応する項の係数を抽出するようにする。このようにすれば、一段と詳細に血管線の形状を表す係数を抽出することができ、この結果、より一段と認証精度を向上することが可能となる。

【 0 0 8 6 】

さらに上述の実施の形態においては、画像に映し出される血管線の幅を一定とするようにした場合について述べたが、必ずしも、該血管線の幅を一定にしなくともよい。この場合であっても上述の実施の形態の場合と同様の効果を得ることができる。

30

【 0 0 8 7 】

さらに上述の実施の形態においては、ROM に格納されたプログラムにしたがって上述の形状パラメータの抽出処理を実行するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、CD (Compact Disc)、DVD (Digital Versatile Disc)、半導体メモリ等のプログラム格納媒体からインストールし、又はインターネット上のプログラム提供サーバからダウンロードすることにより取得したプログラムにしたがって上述の形状パラメータの抽出処理を実行するようにしてもよい。

【 0 0 8 8 】

さらに上述の実施の形態においては、プログラムが画像処理部と協働することにより上述の形状パラメータの抽出処理を実行するようにした場合について述べたが、該上述の形状パラメータの抽出処理の一部を独立のハードウェアにより実行させるようにしてもよい。

40

【 0 0 8 9 】

さらに上述の実施の形態においては、撮像機能、照合機能及び登録機能を有する認証装置 1 を適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、当該用途に応じて、機能ごとに又は各機能の一部を単体の装置に分けた態様で適用するようにしてもよい。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 9 0 】

本発明は、バイオメトリクス認証分野において利用可能である。

50

【図面の簡単な説明】

【0091】

【図1】本実施の形態による認証装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】パターン変換前後の画像を示す略線図である。

【図3】端点及び分岐点が検出された画像を示す略線図である。

【図4】制御点の抽出処理に関する制御部の機能的構成を示すブロック図である。

【図5】端点及び分岐点を基準とする血管線の分割例を示す略線図である。

【図6】部分血管線の連結の説明に供する略線図である。

【図7】任意の複数の点と、これら点に対して最も近似する5次曲線とを示す略線図である。

10

【図8】識別データのデータ構造例を示す略線図である。

【図9】元の血管線と、復元された血管線とを示す略線図である。

【図10】認証処理手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0092】

1 ..... 認証装置、 10 ..... 制御部、 11 ..... 操作部、 12 ..... 撮像部、 13 ..... メモリ、 14 ..... インターフェース、 15 ..... 通知部、 15 a ..... 表示部、 15 b ..... 音声出力部、 血管線分割部、 22 ..... 部分線補正部、 23 ..... 係数抽出部。

【図1】

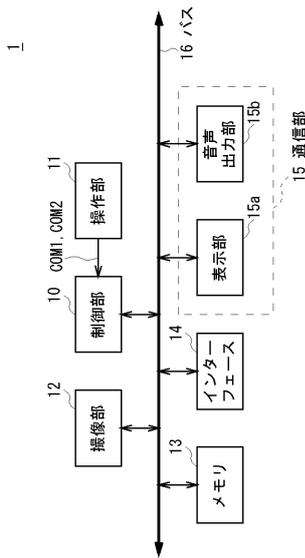


図1 本実施の形態による認証装置の構成

【図3】

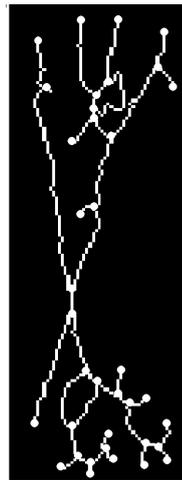


図3 端点及び分岐点が検出された画像

【 図 4 】



図 4 制御点列の抽出処理に関する制御部の機能的構成

【 図 5 】

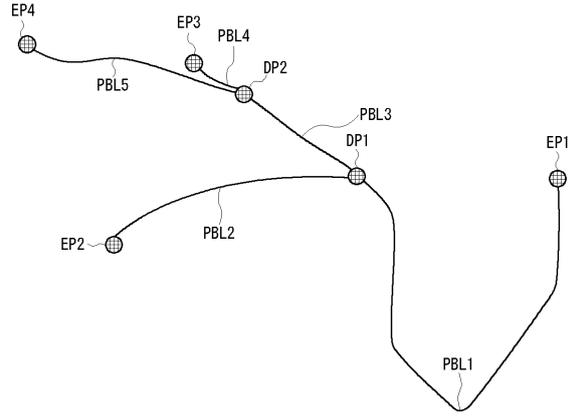


図 5 端点及び分岐点を基準とする血管線の分割例

【 図 6 】

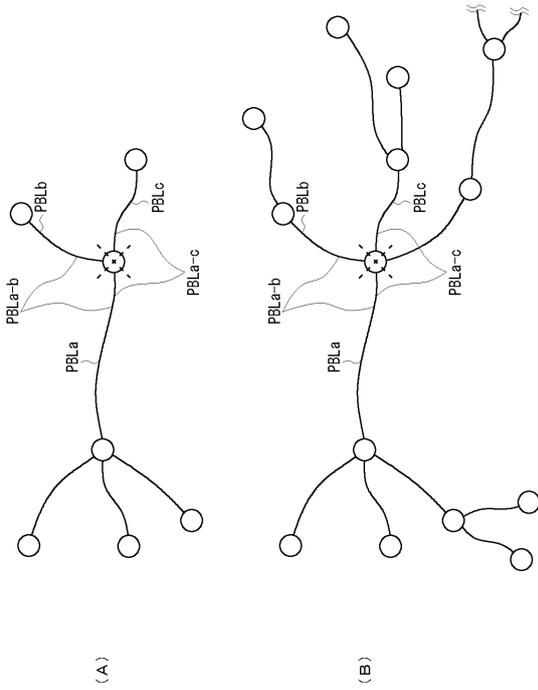


図 6 部分血管線の連結

【 図 7 】

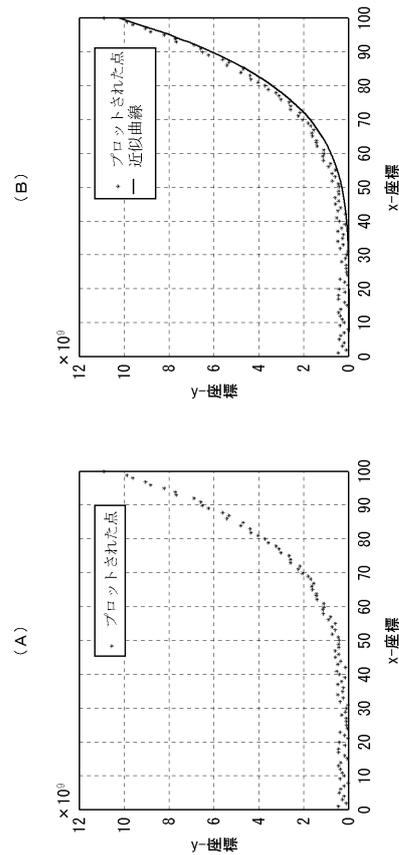


図 7 任意の点と、これらの点に対して最も近似する 5 次曲線

【 図 8 】

P4 <sub>1</sub>	P3 <sub>1</sub>	P2 <sub>1</sub>	P1 <sub>1</sub>	P0 <sub>1</sub>	xs <sub>1</sub>	xe <sub>1</sub>
P4 <sub>2</sub>	P3 <sub>2</sub>	P2 <sub>2</sub>	P1 <sub>2</sub>	P0 <sub>2</sub>	xs <sub>2</sub>	xe <sub>2</sub>
P4 <sub>3</sub>	P3 <sub>3</sub>	P2 <sub>3</sub>	P1 <sub>3</sub>	P0 <sub>3</sub>	xs <sub>3</sub>	xe <sub>3</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
P4 <sub>n</sub>	P3 <sub>n</sub>	P2 <sub>n</sub>	P1 <sub>n</sub>	P0 <sub>n</sub>	xs <sub>n</sub>	xe <sub>n</sub>

図 8 識別データのデータ構造例

【 図 9 】

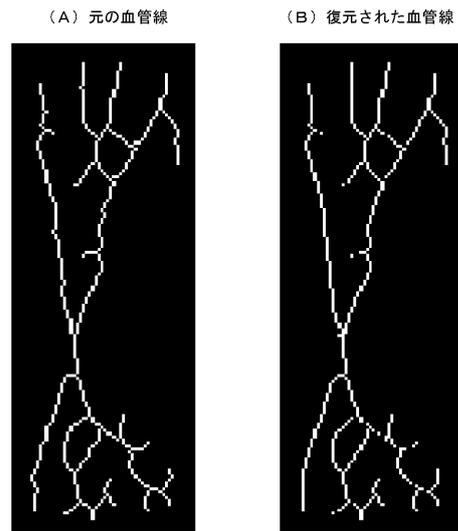


図 9 元の血管線と、復元された血管線

【 図 10 】

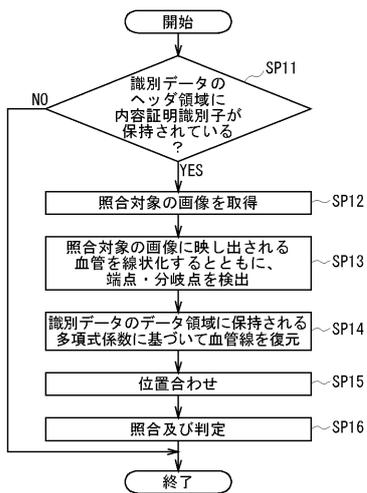


図 10 認証処理手順

【図2】

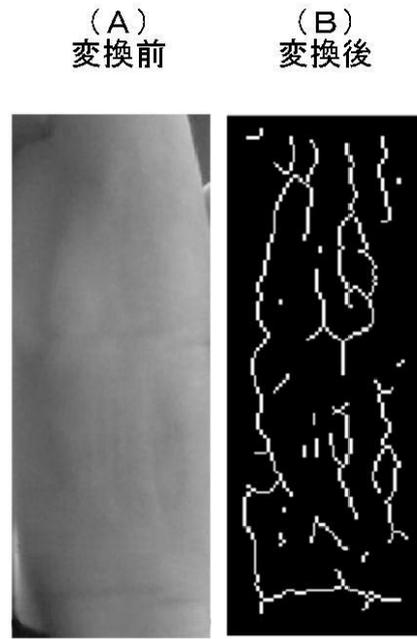


図2 パターン変換前後の画像

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-054698(JP,A)  
特開2006-330872(JP,A)  
特開平06-274630(JP,A)  
特開2005-122480(JP,A)  
特開2006-309656(JP,A)  
特開平10-295674(JP,A)  
特開2006-288733(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T7/00-7/60