

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5618267号  
(P5618267)

(45) 発行日 平成26年11月5日(2014.11.5)

(24) 登録日 平成26年9月26日(2014.9.26)

(51) Int.Cl. F I  
G O 6 T 7 / 0 0 ( 2 0 0 6 . 0 1 ) G O 6 T 7 / 0 0 5 1 0 B

請求項の数 7 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-127015 (P2010-127015)                  (22) 出願日 平成22年6月2日(2010.6.2)                  (65) 公開番号 特開2011-253365 (P2011-253365A)                  (43) 公開日 平成23年12月15日(2011.12.15)                  審査請求日 平成25年4月26日(2013.4.26)</p> <p>特許法第30条第1項適用 平成21年12月3日 社                  団法人精密工学会発行の「VIEW2009 ビジョン                  技術の実利用ワークショップ講演論文集」に発表</p>	<p>(73) 特許権者 304021277                  国立大学法人 名古屋工業大学                  愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番                  番</p> <p>(72) 発明者 梅崎 太造                  名古屋市昭和区御器所町字木市29番 国                  立大学法人名古屋工業大学内</p> <p>(72) 発明者 石川 諒治                  名古屋市昭和区御器所町字木市29番 国                  立大学法人名古屋工業大学内</p> <p>審査官 新井 則和</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静脈認証システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

指の静脈を光学的センサで読み取って入力画像を取得する画像取得手段と、DPマッチングにより前記入力画像と予め登録しておいた登録画像との照合を行って静脈の認証を行う認証手段と、を備え、

照合を行う方向を指の長軸方向とし、前記DPマッチングとして端点フリーDPマッチングを用いて前記照合を行うように構成され、前記DPマッチングに基づく前記登録画像との照合において、フレーム間距離の算出を行う際に、照合を行う方向と垂直方向となる指の短軸方向一行にずらし幅を導入することにより、照合を行う方向と垂直方向の位置ずれを吸収した照合を行うことを特徴とする静脈認証システム。

【請求項2】

指の静脈を光学的センサで読み取って入力画像を取得する画像取得手段と、DPマッチングにより前記入力画像と予め登録しておいた登録画像との照合を行って静脈の認証を行う認証手段と、を備え、

照合を行う方向を指の短軸方向とし、前記DPマッチングとして端点フリーDPマッチングを用いて前記照合を行うように構成され、前記DPマッチングに基づく前記登録画像との照合において、フレーム間距離の算出を行う際に、照合を行う方向と垂直方向となる指の長軸方向一行にずらし幅を導入することにより、照合を行う方向と垂直方向の位置ずれを吸収した照合を行うことを特徴とする静脈認証システム。

【請求項3】

前記画像取得手段は、波長  $890$  [nm] の近赤外光を静脈の読み取りに用いることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の静脈認証システム。

【請求項 4】

前記画像取得手段は、前記入力画像に対しフィルタ処理を行って静脈を強調した画像とする静脈強調手段を有し、

前記静脈強調手段は、照合を行う方向と垂直方向となる画像の一行の画素値をフーリエ変換し、得られたスペクトラム情報に周波数フィルタをかけた後、逆フーリエ変換を行うもので、前記周波数フィルタとして数式 6 のフィルタを用いることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 つに記載の静脈認証システム。

【数 6】

$$H(i) = \begin{cases} i & (i \leq m) \\ 0 & (i > m) \end{cases}$$

【請求項 5】

前記画像取得手段は、前記入力画像から指の中心線を検出し、中心線が垂直になるように前記入力画像を回転補正する回転補正手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つに記載の静脈認証システム。

【請求項 6】

前記画像取得手段は、前記回転補正された入力画像から前記中心線を基準として一定サイズの画像を切り出し、前記認証に用いる入力画像とする切り出し手段を有することを特徴とする請求項 5 に記載の静脈認証システム。

【請求項 7】

前記画像取得手段は、指の第一関節近傍にできた皺すわなち皮線、および第二関節近傍にできた皮線を前記入力画像から検出し、前記 2 つの皮線を基準として一定サイズの画像を切り出し、前記認証に用いる入力画像とする切り出し手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つに記載の静脈認証システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、静脈の認証を行う静脈認証システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、皮膚表面状態の影響を受けにくく、模倣が困難な指や掌の静脈画像を用いた生体認証の実用化が進んでいる。静脈画像は近赤外光が人体を透過する際に、静脈内のヘモグロビンに吸光されることで撮影される。静脈画像による認証法としては位置合わせ後のテンプレート毎の類似度などが使用されているが、認証を行う際には、画像取得時の位置ずれが問題となる。従来法では、テンプレートマッチングや特許文献 1 の Log-Polar 変換を用いた手法、特許文献 2 のように照合を行う前に静脈の抽出を行う手法などがその補正法として提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007 - 233981 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 040619 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の静脈認証手法は静脈面が平面であるという仮定に基づいて行われているが、実際には静脈は 3 次元構造をなすため、指の回転による画像変化は認証率低下の要因となる。

10

20

30

40

50

## 【0005】

本発明は、上記問題に鑑みたもので、立体的な構造を持つ静脈を光学的センサにより読み取る際に、静脈の位置・回転ずれにより入力画像に発生する位置ずれ、伸縮を吸収し、認証率を向上させることを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明は、静脈を非接触型の撮像部で読み取って入力画像を取得する画像取得手段と、前記入力画像と予め登録しておいた登録画像とのパターンマッチングを行う際に、前記入力画像の位置ずれ・伸縮の吸収をすることで、静脈の認証を行う認証手段を備えたことを第1の特徴とする。

10

## 【0007】

この発明によれば、3次元構造をなす静脈を非接触型の撮像部で読み取る際に、静脈の位置・回転ずれにより抽出画像に発生する伸縮および位置ずれを、抽出画像と登録画像との照合を行うことにより吸収することができる。

## 【0008】

本発明は、静脈を非接触型の撮像部で読み取って入力画像を取得する画像取得手段と、前記入力画像と予め登録しておいた登録画像の対応した縦方向の一行、または対応した横方向の一行を特徴量として、多次元の特徴量を照合に用いることにより、前記入力画像の位置ずれ・伸縮の吸収と、静脈の認証とを同時に行う認証手段と、を備えたことを第2の特徴とする。

20

## 【0009】

本発明は、上記した第2の特徴において、前記静脈が指の静脈であり、前記認証手段が指の長軸方向の一行を特徴量として、多次元の特徴量をマッチングすることにより、照合を行うことを第3の特徴とする。

## 【0010】

本発明は、上記した第1～第3のいずれか1つの特徴において、前記静脈が指の静脈であり、前記画像取得手段が波長850[nm]から900[nm]の範囲にある近赤外光を静脈の読み取りに用いることを第4の特徴とする。

## 【0011】

本発明は、指の静脈を光学的センサで読み取って入力画像を取得する画像取得手段と、動的計画法を応用したDPマッチングにより前記入力画像と予め登録しておいた登録画像との照合を行って静脈の認証を行う認証手段と、を備えたことを第5の特徴とする。

30

## 【0012】

本発明は、上記した第5の特徴において、前記画像取得手段が、前記入力画像に対しフィルタ処理を行って静脈を強調した画像とする静脈強調手段を有することを第6の特徴とする。

## 【0013】

本発明は、上記した第5又は第6の特徴において、前記DPマッチングに基づく前記登録画像との照合において、フレーム間距離の算出を行う際に、照合を行う方向と垂直方向の縦または横一行にずらし幅を導入することにより、照合の方向と垂直方向の位置ずれを吸収した照合を行うことを第7の特徴とする。

40

## 【0014】

本発明は、上記した第5～第7の特徴において、前記DPマッチングとして、始端および/または終端に自由度を与える端点フリーDPマッチングを用いることを第8の特徴とする。

## 【0015】

本発明は、上記した第5～第8の特徴において、前記画像取得手段が、前記入力画像から指の中心線を検出し、中心線が垂直になるように前記入力画像を回転補正する回転補正手段を有することを第9の特徴とする。

## 【0016】

50

本発明は、上記した第9の特徴において、前記画像取得手段が、前記回転補正された入力画像から前記中心線を基準として一定サイズの画像を切り出し、前記認証に用いる入力画像とする切り出し手段を有することを第10の特徴とする。

【0017】

本発明は、上記した第5～第8の特徴において、前記画像取得手段が指の第一関節近傍にできた皺すわなち皮線、および第二関節近傍にできた皮線を前記入力画像から検出し、前記2つの皮線を基準として一定サイズの画像を切り出し、前記認証に用いる入力画像とする切り出し手段を有することを第11の特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施の形態に係る指静脈認証システムの撮影部の断面図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る指静脈認証システムの機能ブロック図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る指静脈認証における認証方法のフローである。

【図4】抽出した輪郭座標と中心線の関係を示す図である。

【図5】画像の切り出しの概念図である。

【図6】2種類のフィルタによる静脈強調画像を用いた認証実験結果の一例を示すグラフである。

【図7】静脈強調に用いる周波数フィルタの特性を示す図である。

【図8】2種類のフィルタによる静脈強調画像の一例を示すグラフである。

【図9】画像の傾き補正と切り出し、強調処理後の各画像の一例である。

【図10】端点フリーDPマッチングを指の縦方向に適用した一例である。

【図11】ずらし幅に対する認証結果の一例を示すグラフである。

【図12】指の特性に合わせて複数の異なる波長を同時、または切り替えて使用する実施形態の一例である。

【図13】各波長の光源を使用した場合の認証率の一例を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0019】

(第1実施形態)

本発明の一実施形態について、図1から図13を参照しながら詳細に説明する。ただし、これは一例であり本発明が以下の実施の形態に限定されている訳ではない。

まず図1、2を参照して、本発明の実施の形態に係る指静脈認証システムの構成について説明する。

図1に指静脈画像の撮影部を示す。撮影には、発光素子104として近赤外LEDなどを、受光素子101としてCCDカメラなどを用いることができる。近赤外領域の光は静脈血に含まれるヘモグロビンでの吸収が多く、ヘモグロビン以外の生体組織の吸収が少ないことから鮮明な静脈画像を得ることができる。具体的には、直線に並べた7個の近赤外LEDで手の甲側から指102に光103を照射し、赤外透過フィルタ(SC680)を介してCCDカメラで撮影する。CCDカメラには近赤外領域に感度を持つSony製XC-E150を用いる。照射された光は関節や骨の周りを散乱しながら透過し、手のひら側の指静脈を映し出す。

【0020】

鮮明な静脈画像を取得するため、官能評価実験と認証実験を行う。官能評価実験において、光源として波長700～970[nm]の近赤外領域から選んだ9種(710, 760, 810, 850, 870, 890, 910, 940, 970[nm])を使用して6人の左人差し指を3回ずつ撮影することにより486枚の静脈画像を取得し、これらの画像評価に関し10人の被験者による対比較実験を行った結果、最も鮮明であるという結果が得られた波長890[nm]の光源を撮影に用いることにより高精度な認証が可能となる。認証実験において、登録画像を1枚、その他を入力画像とし、各波長54枚の画像それぞれを登録画像として実験を行った結果を図13に示す。100[%]の認証率が得られた850～900[nm]を光源の波長に用いても高精度な認証が可能である。

10

20

30

40

50

図 2 に指静脈認証システム全体の構成を示す。撮像した指静脈画像は認証用計算機部の画像バッファ 105 に保持される。認証前に記憶装置へ格納された登録画像 112 と、撮像した画像とを用い認証処理を行う。画像バッファの静脈画像に対し、前処理として中心線検出部 106 により指の中心線を検出し、回転補正部 107 で傾きを補正する。さらに、切り出し部 108 で中心線を基準として一定サイズに切り出す。切り出された静脈画像は、特徴強調部 109 において横 1 ラインのデータを取得し、空間周波数領域における m 次成分以上の高周波成分を除去するフィルタを掛けて静脈を強調する。DP マッチング部 110 において、登録画像 112 と入力画像の距離を、端点フリー DP マッチングを用いて計算し閾値で認証を行う。

次に、図 3 を参照し前記の個人認証の流れについて詳しく説明する。

10

(1) 画像の前処理：撮影装置には指ガイドが設置してあり、被験者が指先がガイドに触れるように指を置き、光学的センサで静脈画像を読み取り入力画像を取得する(ステップ S1)。この際、指先を中心とした傾きのずれと位置ずれが生じる。このずれを前処理により取り除く。

指の傾きは、指の中心線を検出し、中心線が垂直になるように回転することで補正する。中心線は指輪郭を抽出し、輪郭の座標から算出する。輪郭抽出を行うステップ S2 ではソベルフィルタによるエッジ検出を行い、閾値を超える部分を指輪郭として検出する。ソベルフィルタを以下に示す。

【0021】

【数 1】

$$h_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

20

【0022】

【数 2】

$$h_y = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

【0023】

数式(1)、(2)のフィルタから数式(3)で両方向フィルタを作成し、エッジを抽出する。

30

【0024】

【数 3】

$$h = \sqrt{h_x^2 + h_y^2}$$

【0025】

検出した輪郭では途切れている部分や誤検出している輪郭がある。そこで、誤検出部分を除去するように線を結び、補間(ステップ S3)を行うことで輪郭を検出する。

前記輪郭からの中心線検出処理(ステップ S4)について図 4 を参照し説明する。まず輪郭の頂点座標( $x_{top}$ ,  $y_{top}$ )を指先として検出する。傾き算出に用いる座標( $x_1$ ,  $y_1$ ), ( $x_2$ ,  $y_2$ )を数式(4)、(5)のように定義する。

40

【0026】

【数 4】

$$\begin{cases} x_1 = \frac{edge-r(y_1) + edge-l(y_1)}{2} \\ y_1 = \frac{2y_{top} + h}{3} \end{cases}$$

【0027】

## 【数5】

$$\begin{cases} x_2 = \frac{edge\_r(y_2) + edge\_l(y_2)}{2} \\ y_2 = \frac{y_{top} + 2h}{3} \end{cases}$$

$h$  : 画像の高さ

$(x_{top}, y_{top})$  : 指先の座標

$edge\_r(y), edge\_l(y)$  : 高さ  $y$  における左右指輪郭の  $x$  座標

## 【0028】

座標  $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$  を結ぶ直線を算出し、回転処理により傾き補正 (ステップ S 5) を行う。

傾き補正を行った画像から認証に使用する領域を切り出し処理 (ステップ S 6) により切り出す。切り出しの概念図を図 5 に示す。縦方向は指先端座標  $(x_{top}, y_{top})$  から画像下方向に 100 [pixel] の位置から 280 [pixel]、横方向は指中心線の左右 50 [pixel] を切り出し、100 × 280 の画像を作成する。指の先端座標、指中心線を基準として切り出すことで位置ずれを取り除く。

## 【0029】

前記の前処理において、指の中心線による回転補正・切り出しの代わりに、指の第一関節近傍にできた皺すわなち皮線、および第二関節近傍にできた皮線を入力画像から検出し、これら 2 つの皮線を基準として一定サイズの画像を切り出すこともできる。

(2) 静脈強調 : 認証に用いる特徴量算出のため、切り出し画像に対して静脈強調 (ステップ S 7) を行い、画像中の個人特徴を強調する。画像の横一行の輝度に対し、フィルタ処理により静脈を強調する。具体的には、前記横一行の画素値をフーリエ変換し、得られたスペクトラム情報に周波数フィルタをかけた後、逆フーリエ変換を行う。数式 (6) のフィルタ 1 と数式 (7) のフィルタ 2 の認証率を比較した結果、図 6 に示すように数式 (6) のフィルタ 1 の方が高い認証率 (最大認証率として 97.7 [%]) が得られたため、静脈強調フィルタとして数式 (6) のフィルタ 1 を使用する。それぞれのフィルタ特性を図 7 に、各フィルタでの静脈強調画像の一例を図 8 に示す。前記の画像の前処理、および静脈強調による静脈画像の一例を図 9 に示す。

## 【0030】

## 【数6】

$$H(i) = \begin{cases} i & (i \leq m) \\ 0 & (i > m) \end{cases}$$

## 【0031】

## 【数7】

$$H(i) = \begin{cases} 1 & (i \leq m) \\ 0 & (i > m) \end{cases}$$

## 【0032】

(3) 認証方法 : 各画像間の類似度を用いて個人認証を行う。DP マッチング (ステップ S 8) には端点フリー DP マッチングを用いる。端点フリー DP マッチングでは図 10 のように縦方向のパターンの伸縮および位置ずれを吸収した類似度算出を行うことができる。端点固定の DP マッチングでは、一次元化した際の始端および / または終端が同じで無い場合、正しい対応を得ることができないため、データの始端および / または終点を固定しない端点フリー DP マッチングを用いる。さらに、横方向の位置ずれを吸収する為に、照合に用いる横一行にずらし幅  $a$  ( $-p < a < p$ ,  $p$  は最大ずらし幅) を導入することで、横方向の位置ずれを吸収する。ここで、端点フリー DP マッチングにより横方向の位置ずれを吸収する場合には、前記ずらし幅  $a$  は照合に用いる縦一行に導入され縦方向の位置ずれを吸収することになる。画像間の正規化最小累積距離  $G(I, J)$  が最小となる時、その値を画像間の類似度とする。正規化最小累積距離  $G(I, J)$ , 最小累積距離  $g(i, j, a)$  は数式 (8), 数式 (9) のように定義する。また、登録パターンと入力パターンのフレーム間距離  $d(i, j, a)$  は数式 (10) のように定義する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

【 数 8 】

$$G(I, J) = \min \left( \frac{g(I, J, a)}{I+J} \right)$$

$$(-p < a < p)$$

【 0 0 3 4 】

【 数 9 】

$$g(i, j, a) = \min \left\{ \begin{array}{l} g(i-1, j-2, a) + 2d(i, j-1, a) \\ g(i-1, j-1, a) + d(i, j, a) \\ g(i-2, j-1, a) + 2d(i-1, j, a) \end{array} \right\} + d(i, j, a)$$

【 0 0 3 5 】

【 数 1 0 】

$$d(i, j, a) = \frac{1}{W - |a|} \sum_{k=0}^{W-|a|-1} (x_{ref}(k+a, j) - x_{test}(k, j))^2$$

$x_{ref}, x_{test}$  : 入力、登録パターンの輝度値  
 $W$  : パターンの幅

【 0 0 3 6 】

次に、認証用のデータベースを作成する。例えば、主観評価で最も高い評価が得られた波長890[nm]の光源を用いて、左右人差し指を20人分、1指につき10枚取得する（計400枚）。認証では10枚のうち1枚を登録画像、その他9枚を評価画像とする。本人の組み合わせは3,600通り、他人の組み合わせ数156,000通りとなる。

認証は登録画像と入力画像の類似度から閾値を用いて判定する。認証率には本人拒否率と他人受入率が一致する平均誤り率を用いる。

本実施形態による認証結果の一例を図11に示す。ずらし幅6としたとき、最大認証率99.7[%]が得られている。

（第2実施形態）

前記第1実施形態では、認証方向を指の長軸方向として端点フリーDPマッチングにより認証した結果、指の長軸方向の画像の伸縮を吸収したが、この伸縮は指先を中心とした回転に起因したものと見える。

そこで、認証方向を指の短軸方向として端点フリーDPマッチングにより認証し、指の短軸方向の画像の伸縮を吸収させた結果、長軸方向での認証の場合に比べて高い認証率が得られた。このため、本願の画像取得手段においては、指の長軸方向を中心とした回転に起因する短軸方向の画像の伸縮を吸収することが有効であり、認証方向を指の短軸方向に選ぶことによりこの伸縮を吸収できる。また、認証方向を指の短軸方向に選ぶことにより、指静脈において個人性が優位に発現していると考えられる指長軸方向の静脈データを認証に用いることができ、認証率を向上させることができる。

（第3実施形態）

前記第1、第2実施形態では、撮像された静脈画像に対してフィルタ処理を行って静脈を強調した画像とする静脈強調を行い、これをDPマッチングに基づく照合に適用しているが、前記静脈強調を行わず、撮像された静脈画像に対しDPマッチングに基づく照合に適用することにより高速な静脈認証を行うことが可能である。さらに、回転補正処理、切り出し処理を行う必要な無い場合、これらを省略することにより高速な静脈認証が可能となる。

（第4実施形態）

前記第3実施形態においてDPマッチングに基づく照合を用いているが、認証の手法はDPマッチングに限定されているわけではなく、入力画像と予め登録しておいた登録画像の対応した縦方向の一行、または対応した横方向の一行を照合するアルゴリズムにより、システムを柔軟に構成することができる。

（第5実施形態）

前記第4実施形態では、入力画像と予め登録しておいた登録画像の対応した縦方向の一

10

20

30

40

50

行、または対応した横方向の一行を照合するアルゴリズムを用いているが、入力画像と登録画像のパターンマッチングを行うことにより、前記入力画像の位置ずれ・伸縮の吸収と、静脈の認証とを同時に行うことが可能である。

(第6実施形態)

前記第1～第5実施形態において、前記入力画像に対し周波数変換することにより得られるスペクトラム情報またはケプストラム情報を、前記第1実施形態のDPマッチングにおける横一行分に相当するデータとして照合に用いる事により、画像再構成処理または画像強調処理を行うことなく系特有の情報を認証に直接利用する事ができ、高速かつ高精度な認証が可能である。

(第7実施形態)

単波長光源により撮影を行うのではなく、指の特性に合わせて複数の異なる波長を同時、または切り替えて使用することにより、より鮮明な静脈パターンを取得するため、図12のように認証対象(指・手)に対して片側あるいは両側より近赤外光を照射して拡散させ、拡散光をカメラにより撮像することで静脈画像を取得し、前記の第1～第6実施形態の認証を高精度に行うことが可能である。

【符号の説明】

【0037】

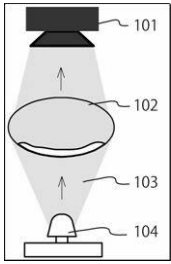
- 101 受光素子
- 102 指
- 103 光
- 104 発光素子
- 105 画像バッファ
- 106 中心線検出部
- 107 回転補正部
- 108 切り出し部
- 109 特徴強調部
- 110 DPマッチング部
- 111 制御部
- 112 登録画像

10

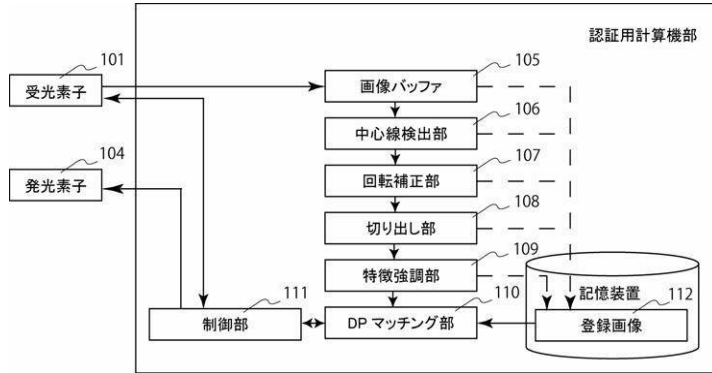
20



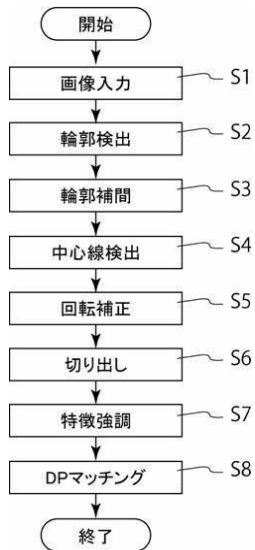
【図1】



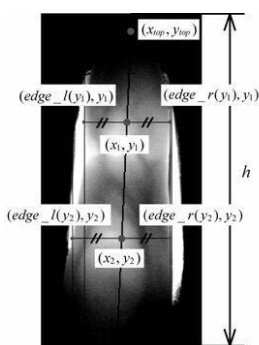
【図2】



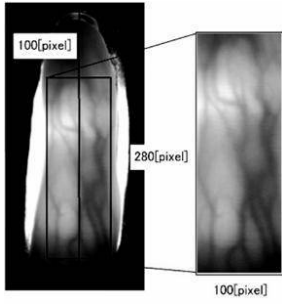
【図3】



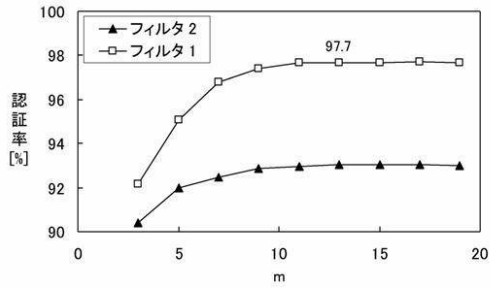
【図4】



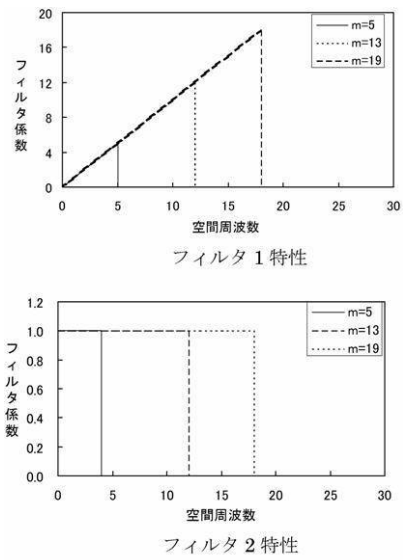
【 図 5 】



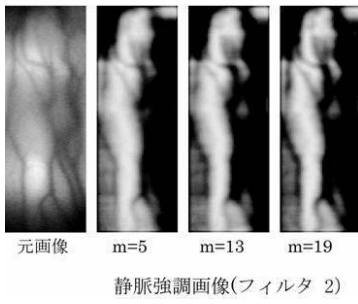
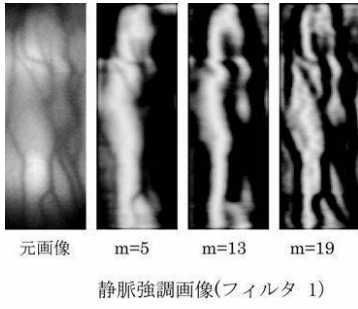
【 図 6 】



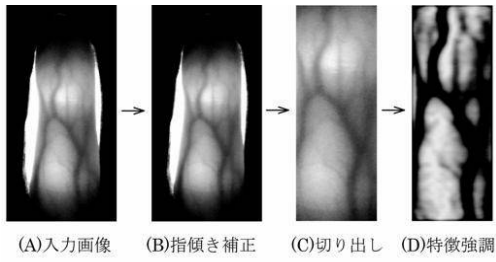
【 図 7 】



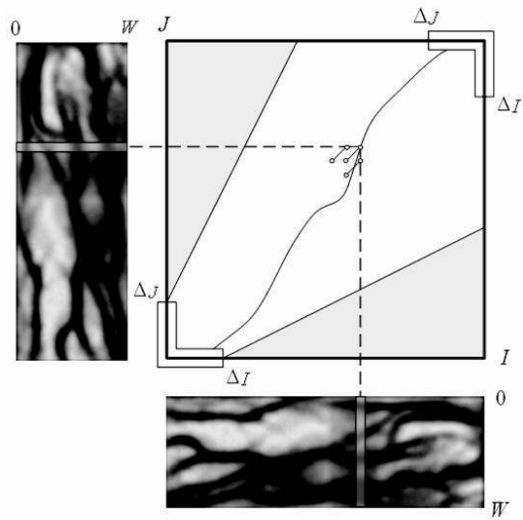
【 図 8 】



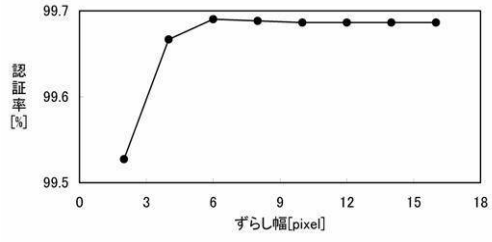
【 図 9 】



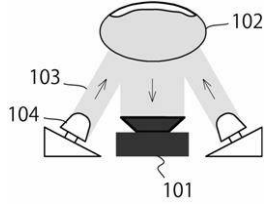
【 図 10 】



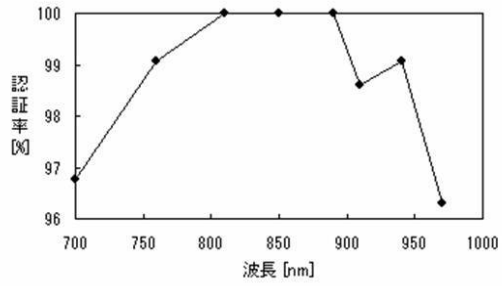
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2010/044250(WO, A1)  
国際公開第2008/133235(WO, A1)  
特開2008-211514(JP, A)  
特開2009-086951(JP, A)  
特開2006-338617(JP, A)  
国際公開第2010/041731(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00-7/60