

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4375308号
(P4375308)

(45) 発行日 平成21年12月2日(2009.12.2)

(24) 登録日 平成21年9月18日(2009.9.18)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 6 T 7 / 0 0 (2006.01) G 0 6 T 7 / 0 0 5 3 0

請求項の数 9 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2005-249973 (P2005-249973)	(73) 特許権者	000004237
(22) 出願日	平成17年8月30日(2005.8.30)		日本電気株式会社
(65) 公開番号	特開2007-65900 (P2007-65900A)		東京都港区芝五丁目7番1号
(43) 公開日	平成19年3月15日(2007.3.15)	(74) 代理人	100079164
審査請求日	平成18年9月11日(2006.9.11)		弁理士 高橋 勇
		(72) 発明者	原 雅範
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		審査官	松尾 俊介
		(56) 参考文献	特開平07-121723 (JP, A)
		(58) 調査した分野(Int.Cl., DB名)	G 0 6 T 7 / 0 0 ~ 7 / 6 0

(54) 【発明の名称】 隆線方向抽出装置、隆線方向抽出方法、隆線方向抽出プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のゾーンに分割された指紋画像を解析し前記各ゾーンの隆線の方向を抽出する隆線方向抽出装置において、

前記各ゾーンの隆線方向とこの隆線方向の方向確信度を算出するゾーン方向抽出手段と

、
前記方向確信度が所定の閾値以上である高確信度ゾーンの集合である高確信度ゾーン領域を決定する高確信度ゾーン領域決定手段と、

今回の方向抽出の対象となるゾーンである伝播候補ゾーンとして前記高確信度ゾーン領域に隣接するゾーンを選択する機能と、今回の方向抽出処理において参照される参照ゾーンとして前記高確信度ゾーンに属するゾーンの中から前記伝播候補ゾーンからのサーチ方向に沿った距離が最も短いゾーンを複数の前記サーチ方向についてそれぞれ選択する機能と、前記参照ゾーンの隆線方向と前記距離とに基づいて前記伝播候補ゾーンの隆線方向の期待度を算出する機能とを備えた方向期待度計算手段と、

前記方向期待度に基づいて前記方向確信度を再計算しこの再計算された前記方向確信度に基づいて前記伝播候補ゾーンの隆線方向を抽出する伝播ゾーン方向抽出手段とを備えたことを特徴とした隆線方向抽出装置。

【請求項2】

前記サーチ方向は8方向からなり、一つの方向とそれと隣接する方向の間の角度が / 4 ラジアンであることを特徴とした請求項1に記載の隆線方向抽出装置。

【請求項 3】

前記方向期待度計算手段は、前記サーチ方向とこのサーチ方向に対応する前記参照ゾーンの隆線方向の差に基づいて内角加重を算出する機能と、この内角荷重を前記距離で除して方向加重寄与を算出する機能と、この方向加重寄与を前記参照ゾーンの隆線方向毎に合計して隆線方向別方向加重寄与を算出する機能と、この隆線方向別方向加重寄与の平均値である平均方向別加重寄与を算出する機能と、前記隆線方向別加重寄与と前記平均方向加重寄与の比に基づいて前記方向期待度を算出する機能とを備えたことを特徴とした請求項 1 または請求項 2 に記載の隆線方向抽出装置。

【請求項 4】

前記方向期待度計算手段は、前記隆線方向別加重寄与をスムーズ化する機能と、この機能によりスムーズ化された前記隆線方向別加重寄与と前記平均方向別加重寄与の比に基づいて前記方向期待度を算出する機能とを備えたことを特徴とした請求項 3 に記載の隆線方向抽出装置。

10

【請求項 5】

前記参照ゾーンにサーチ方向がラジアン異なり、かつ、隆線方向の差が $\pi/4$ ラジアン以下で前記伝播候補ゾーンに隣接する二つのゾーンが含まれる場合に、この二つのゾーンの隆線方向の方向加重寄与の平均を、前記二つのゾーンの隆線方向の中間の隆線方向の隆線方向別加重寄与に加算する機能を備えたことを特徴とした請求項 3 に記載の隆線方向抽出装置。

【請求項 6】

複数のゾーンに分割された指紋画像を解析し前記各ゾーンの隆線の方向を抽出する隆線方向抽出方法において、

前記各ゾーンの隆線方向とこの隆線方向の方向確信度を算出し前記隆線方向と前記方向確信度を記憶装置に格納するゾーン方向抽出工程と、

前記方向確信度が所定の閾値以上である高確信度ゾーンの集合である高確信度ゾーン領域を決定する高確信度ゾーン領域決定工程と、

前記高確信度ゾーンに属するゾーンの中から前記高確信度ゾーン領域に隣接するゾーンである伝播候補ゾーンからのサーチ方向に沿った距離が最も短いゾーンである参照ゾーンを複数の前記サーチ方向についてそれぞれ選択する参照ゾーン選択工程と、

前記参照ゾーンの隆線方向と前記距離とに基づいて前記伝播候補ゾーンの隆線方向の方向期待度を算出する方向期待度計算工程と、

前記伝播候補ゾーンの方向確信度を前記記憶装置から読み出してこの情報と前記方向期待度に基づいて前記方向確信度を再計算する方向確信度再計算工程と、

この方向確信度再計算工程により再計算された前記方向確信度に基づいて前記伝播候補ゾーンの隆線方向を抽出する伝播ゾーン方向抽出工程とを備えたことを特徴とした隆線方向抽出方法。

20

30

【請求項 7】

複数のゾーンに分割された指紋画像を解析し前記各ゾーンの隆線の方向を抽出する隆線方向抽出方法において、

前記各ゾーンの隆線方向とこの隆線方向の方向確信度を算出し前記隆線方向と前記方向確信度を記憶装置に格納するゾーン方向抽出工程と、

前記方向確信度が所定の閾値以上である高確信度ゾーンの集合である高確信度ゾーン領域を決定する高確信度ゾーン領域決定工程と、

前記高確信度ゾーンに属するゾーンの中から前記高確信度ゾーン領域に隣接するゾーンである伝播候補ゾーンからのサーチ方向に沿った距離が最も短いゾーンである参照ゾーンを複数の前記サーチ方向についてそれぞれ選択する参照ゾーン選択工程と、

前記参照ゾーンの隆線方向と前記距離とに基づいて前記伝播候補ゾーンの隆線方向の方向期待度を算出する方向期待度計算工程と、

前記方向期待度の分散が大きいか否かを判断する分散判定工程と、

前記分散判定工程において前記分散が小さくないと判断された場合に作動し、前記伝播

40

50

候補ゾーンの前記方向確信度を前記記憶装置から読み出してこの情報と前記方向期待度に基づいて前記方向確信度を再計算する第1の方向確信度再計算工程と、

前記分散判定工程において前記分散が大きいと判断された場合に作動し、前記ゾーン方向抽出工程で用いたものよりも小さい参照サイズを用いて前記指紋画像から前記伝播候補ゾーンの前記方向確信度を算出し、この方向確信度と前記方向期待度に基づいて前記方向確信度を再計算する第2の方向確信度再計算工程と、

前記第1の方向確信度再計算工程または前記第2の方向確信度再計算工程で再計算された前記方向確信度に基づいて前記伝播候補ゾーンの隆線方向を抽出する伝播ゾーン方向抽出工程とを備えたことを特徴とした隆線方向抽出方法。

【請求項8】

複数のゾーンに分割された指紋画像を解析し前記各ゾーンの隆線方向を抽出する隆線方向抽出プログラムにおいて、

コンピュータに、

前記各ゾーンの隆線方向とこの隆線方向の方向確信度を算出し前記隆線方向と前記方向確信度を記憶装置に格納するゾーン方向抽出機能と、

前記方向確信度が所定の閾値以上である高確信度ゾーンの集合である高確信度ゾーン領域を決定する高確信度ゾーン領域決定機能と、

前記高確信度ゾーンに属するゾーンの中から前記高確信度ゾーン領域に隣接するゾーンである伝播候補ゾーンからのサーチ方向に沿った距離が最も短いゾーンである参照ゾーンを複数の前記サーチ方向についてそれぞれ選択する参照ゾーン選択機能と、

前記参照ゾーンの隆線方向と前記距離とに基づいて前記伝播候補ゾーンの隆線方向の方向期待度を算出する方向期待度計算機能と、

前記伝播候補ゾーンの前記方向確信度を前記記憶装置から読み出してこの情報と前記方向期待度に基づいて前記方向確信度を再計算する方向確信度再計算機能と、

この方向確信度再計算工程により再計算された前記方向確信度に基づいて前記伝播候補ゾーンの隆線方向を抽出する伝播ゾーン方向抽出機能とを実行させることを特徴とした隆線方向抽出プログラム。

【請求項9】

複数のゾーンに分割された指紋画像を解析し前記各ゾーンの隆線方向を抽出する隆線方向抽出プログラムにおいて、

コンピュータに、

前記各ゾーンの隆線方向とこの隆線方向の方向確信度を算出し前記隆線方向と前記方向確信度を記憶装置に格納するゾーン方向抽出機能と、

前記方向確信度が所定の閾値以上である高確信度ゾーンの集合である高確信度ゾーン領域を決定する高確信度ゾーン領域決定機能と、

前記高確信度ゾーンに属するゾーンの中から前記高確信度ゾーン領域に隣接するゾーンである伝播候補ゾーンからのサーチ方向に沿った距離が最も短いゾーンである参照ゾーンを複数の前記サーチ方向についてそれぞれ選択する参照ゾーン選択機能と、

前記参照ゾーンの隆線方向と前記距離とに基づいて前記伝播候補ゾーンの隆線方向の方向期待度を算出する方向期待度計算機能と、

前記方向期待度の分散が大きいと否かを判断する分散判定機能と、

前記分散判定機能により前記分散が大きいと判断された場合に作動し、前記伝播候補ゾーンの前記方向確信度を前記記憶装置から読み出してこの情報と前記方向期待度に基づいて前記方向確信度を再計算する第1の方向確信度再計算機能と、

前記分散判定機能により前記分散が大きいと判断された場合に作動し、前記ゾーン方向抽出機能を実行させる際に用いたものよりも小さい参照サイズを用いて前記指紋画像から前記伝播候補ゾーンの前記方向確信度を算出し、この方向確信度と前記方向期待度に基づいて前記方向確信度を再計算する第2の方向確信度再計算機能と、

前記第1の方向確信度再計算機能または前記第2の方向確信度再計算機能により再計算された前記方向確信度に基づいて前記伝播候補ゾーンの隆線方向を抽出する伝播ゾーン方

10

20

30

40

50

向抽出機能とを実行させることを特徴とした隆線方向抽出プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のゾーンに分割された指紋画像から各ゾーンの隆線方向を抽出する技術に関し、特に中心点や三角州近傍等の隆線方向が不安定な領域においても正確に隆線方向を抽出することができる隆線方向抽出装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、隆線方向抽出装置に関しては多々提案されてきた。

10

例えば、特許文献1に示される従来技術では、縞模様画像のある画素における縞の方向は、縞と同一方向において濃淡の変動が小さく、縞と直交する方向において変動が大きいことを利用して、予め定められた複数の量子化方向に対して濃淡の変動量の極値を求め、この極値から縞の方向を決定している。

また、特許文献2では、隆線方向を定める画素において、勾配ベクトルを算出して画素毎の隆線方向を決定している。

また、特許文献3では、隆線方向を定める局所領域において二次元フーリエ変換を施し、その結果得られたフーリエ変換面のピークを解析することで、その局所領域の隆線方向を決定している。

計算量削減のため、全画素で隆線方向を計算するのではなく、8×8画素程度の小領域(ゾーン)単位で隆線方向を抽出することも多い。

20

【0003】

上記の従来技術においては、隆線方向は局所的に抽出されている。ここでいう「局所的」とは、注目画素の近傍の画素群濃度のみを用いて隆線方向を決定しているということであり、指紋全体の隆線方向との整合性は考慮されていない。このような隆線方向抽出方式では、近傍画素群のみの濃度変化を利用して局所的に抽出されるため、皺や傷の影響で誤った方向が抽出されやすかった。また、中心点近傍や三角州近傍という隆線曲率が大きい領域では正しい隆線方向を抽出できないことも多かった。

【0004】

誤って抽出された隆線方向を修正するために、隆線方向パタンの平滑化方法もいくつか提案されている。この一例は、特許文献4に開示されている。

30

しかし、隆線方向の平滑化処理は、隆線方向抽出処理で局所的に抽出された隆線方向やその方向確信度データに依存しているため、平滑化後の隆線方向においてもその精度には限界があった。例えば、広い領域で皺などのノイズの影響で広い領域で誤った隆線方向を抽出されると、平滑化処理で正しく修正することはできなかった。また、隆線曲率が大きいため隆線方向が急激に変化している中心点(コア)や三角州(デルタ)近傍の領域では、平滑化処理は効果がないことがわかっている。ここでは、方向が比較的広い領域で安定している領域を方向安定領域、中心点や三角州の近傍領域のように方向が急激に変化する領域を方向不安定領域と定義する。

これを解決するために、特許文献5では、隆線の連続性を評価することで、全体の隆線方向との整合性を向上させた隆線方向抽出方式が開示されている。

40

【0005】

【特許文献1】特開昭52-97298号公報

【特許文献2】特開平8-7097号公報

【特許文献3】特開平2002-288641号公報

【特許文献4】特開平5-181956号公報

【特許文献5】特開平2002-288641号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

50

しかし、特許文献5に記載されている方式は、方向不安定領域では効果が高いものの、方向不安定領域では効果が出ないという問題があった。

この例を説明するために、図16(a)の指紋画像に対して、特許文献5に開示されている従来技術を用いて隆線方向を抽出し、それを濃淡画像上に重畳して表示したものを図16(b)に示す。図16(a)の中心点上部の方向不安定領域では、符号51に示すように誤った方向が抽出されている。

図17(a)と(b)は、符号51に示す領域に関して方向の決定過程を示したものである。図17(a)と(b)において、ハッチを付されたゾーン(例えば、F7やF8)は高確信度ゾーンであり、白地に方向が示されたゾーン(例えば、図17(a)のE7やE8)は、連続性評価で方向が決定されたゾーンである。

10

この従来技術においては、隣接ゾーンの方向のみとの連続性を用いて、該当ゾーンの方向を決定されるため、図17(a)のE7やE8などでは、F7やF8などが影響を強く受けることになって、誤った方向が決定されてしまっている。また、次のステップでは、E7やE8など、誤った決定された方向が参照されるため、誤抽出ゾーンが拡大することになる。この例として、図17(b)のゾーンD5、D6、D7に示すような方向誤抽出ゾーンになってしまっている。

【0007】

そこで、本発明は、方向不安定領域においても正確に隆線方向を抽出することができる隆線方向抽出装置等を提供することをその目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0008】

本発明の隆線方向抽出装置では、ゾーン方向抽出手段が指紋画像を分割した各ゾーンの隆線方向と方向確信度を算出し、高確信度ゾーン領域決定手段が高い方向確信度を持つゾーンからなる高確信度ゾーン領域を決定する。方向期待度計算手段は、伝播候補ゾーンから各サーチ方向に沿った距離が最も短い参照ゾーンを選択し、参照ゾーンの隆線方向と距離に基づいて隆線方向の方向期待度を算出する。ここで、方向期待度とは、各参照ゾーンの隆線方向が伝播ゾーンの方向期待度に与える寄与を数値化したものである。

伝播ゾーン方向抽出手段は、各伝播ゾーンの方向期待度に基づいてゾーン方向抽出手段により算出された方向確信度を再計算し、この再計算された方向確信度に基づいて伝播候補ゾーンの隆線方向を抽出する(請求項1)。

30

【0009】

上記隆線方向抽出装置によれば、伝播ゾーン方向抽出手段が伝播候補ゾーンの隆線方向を決定するときに、方向期待度計算手段が参照ゾーン領域の隆線方向に基づいて算出した方向期待度に基づいてゾーン方向抽出手段から出力された方向確信度を再計算し、再計算された方向確信度を用いて伝播ゾーンの方向を決定している。

そのため、方向不安定領域においても、隣接している高確信度領域の隆線方向と連続性が高く、かつ、実際の隆線方向との乖離も少ない、より正確な隆線方向を抽出することができる。

また、方向期待度計算手段が伝播候補ゾーンの方向期待度を算出するときに、伝播候補ゾーンと隣接するゾーンの隆線方向だけではなく、複数の方向にサーチした複数の参照ゾーンの隆線方向を用いている。

40

そのため、隣接している高確信度領域の方向との連続性だけではなく、隣接していない高確信度領域の隆線方向との連続性も良い隆線方向を抽出することができる。

【0010】

上記隆線方向抽出装置において、サーチ方向を隣接する各方向間の角度が $\pi/4$ ラジアンである8方向としても良い(請求項2)。

このようにすれば、通常行と列で表現されるゾーンをサーチしやすくなる。

【0011】

上記隆線方向抽出装置において、方向期待度計算手段が内角加重をと方向加重寄与を算出し、この方向加重寄与を参照ゾーンの隆線方向毎に合計した隆線方向別方向加重寄与と

50

、この隆線方向別方向加重寄与の平均値である平均方向別加重寄与を算出し、隆線方向別加重寄与と平均方向加重寄与の比に基づいて方向期待度を算出するようにしても良い（請求項3）。

このようにすれば、サーチ方向と交差する角度が大きい参照ゾーンの隆線方向に対して大きな加重を与えることができ、そのため、ループ状隆線が存在する中心点やデルタ付近の領域に対しても、正確な隆線方向を抽出することができる。

【0012】

上記隆線方向抽出装置において、方向期待度計算手段が、隆線方向別加重寄与をスムーズ化し、スムーズ化された隆線方向別加重寄与と平均方向別加重寄与の比に基づいて方向期待度を算出するようにしても良い（請求項4）。

10

このようにすれば、再計算後の方向確信度と再計算前の方向確信度のずれを小さく抑えることができる。

【0013】

上記隆線方向抽出装置において、参照ゾーンにサーチ方向がラジアン異なり、かつ、隆線方向の差が $\pi/4$ ラジアン以下であり、かつ、伝播候補ゾーンに隣接する二つのゾーンが含まれる場合に、この二つのゾーンの隆線方向の方向加重寄与の平均を二つのゾーンの隆線方向の中間の隆線方向の隆線方向別加重寄与に加算するようにしても良い（請求項5）。

このようにすれば、曲率の大きい中心点やデルタ付近のゾーンに対しても、正確な方向を抽出することができる。

20

【0014】

本発明の隆線方向抽出方法は、ゾーンの隆線方向とこの隆線方向の方向確信度を算出しこれらを記憶装置に格納し、方向確信度が所定の閾値以上である高確信度ゾーンの集合である高確信度ゾーン領域を決定し、高確信度ゾーンに属するゾーンの中から伝播候補ゾーンからのサーチ方向に沿った距離が最も短いゾーンである参照ゾーンを複数のサーチ方向についてそれぞれ選択し、参照ゾーンの隆線方向と距離とに基づいて方向期待度を算出し、方向確信度を記憶装置から読み出してこの情報と方向期待度に基づいて方向確信度を再計算し、この再計算された方向確信度に基づいて伝播候補ゾーンの隆線方向を抽出する（請求項6）。

【0015】

30

上記隆線方向抽出方法によれば、伝播候補ゾーンの隆線方向を決定する際に、参照ゾーン領域の隆線方向に基づいて算出した方向期待度に基づいて記憶装置に格納されている方向確信度を再計算し、再計算された方向確信度を用いて伝播ゾーンの方向を決定している。

そのため、方向不安定領域においても、隣接している高確信度領域の隆線方向と連続性が高く、かつ、実際の隆線方向との乖離も少ないより正確な隆線方向を抽出することができる。

また、方向期待度を算出するときに、伝播候補ゾーンと隣接するゾーンの隆線方向だけでなく、複数の方向にサーチした複数の参照ゾーンの隆線方向を用いている。

そのため、伝播候補ゾーンと隣接している高確信度領域の方向との連続性だけでなく、隣接していない高確信度領域の隆線方向との連続性も良い隆線方向を抽出することができる。

40

【0016】

本発明の隆線方向抽出方法は、ゾーンの隆線方向とこの隆線方向の方向確信度を算出しこれらを記憶装置に格納し、方向確信度が所定の閾値以上である高確信度ゾーンの集合である高確信度ゾーン領域を決定し、高確信度ゾーンに属するゾーンの中から伝播候補ゾーンからのサーチ方向に沿った距離が最も短いゾーンである参照ゾーンを複数のサーチ方向についてそれぞれ選択し、参照ゾーンの隆線方向と距離とに基づいて方向期待度を算出する。方向期待度の分散が大きいか否かを判断し、分散が大きくない場合には、方向確信度を記憶装置から読み出してこの情報と方向期待度に基づいて方向確信度を再計算する。分

50

散が大きい場合には、最初に方向確信度を算出した際に用いたものよりも小さい参照サイズを用いて指紋画像から方向確信度を算出する。この新たに算出した方向確信度と前記方向期待度に基づいて前記方向確信度を再計算する。そして、再計算された方向確信度に基づいて伝播候補ゾーンの隆線方向を抽出する（請求項7）。

【0017】

上記隆線方向抽出方法によれば、請求項6に記載の方法と同様に、伝播候補ゾーンと隣接している高確信度領域の方向との連続性だけでなく、隣接していない高確信度領域の隆線方向との連続性の良い隆線方向を抽出することができる。さらに、曲率の大きい中心点やデルタ付近のゾーンに対しても、正確な方向を抽出することができる。

【0018】

本発明の隆線方向抽出プログラムは、コンピュータに、各ゾーンの隆線方向とこの隆線方向の方向確信度を算出しこれらを記憶装置に格納するゾーン方向抽出機能と、方向確信度が所定の閾値以上である高確信度ゾーンの集合である高確信度ゾーン領域を決定する高確信度ゾーン領域決定機能と、高確信度ゾーンに属するゾーンの中から伝播候補ゾーンからのサーチ方向に沿った距離が最も短いゾーンである参照ゾーンを複数のサーチ方向についてそれぞれ選択する参照ゾーン選択機能と、参照ゾーンの隆線方向と前記距離とに基づいて方向期待度を算出する方向期待度計算機能と、方向確信度を記憶装置から読み出してこの情報と方向期待度に基づいて方向確信度を再計算する方向確信度再計算機能と、再計算された方向確信度に基づいて伝播候補ゾーンの隆線方向を抽出する伝播ゾーン方向抽出機能とを実行させる（請求項8）。

【0019】

上記隆線方向抽出プログラムによれば、参照ゾーン領域の隆線方向に基づいて算出した方向期待度に基づいて記憶装置に格納されている方向確信度を再計算し、再計算された方向確信度を用いて伝播ゾーンの方向を決定することができる。

そのため、コンピュータを隆線方向抽出装置として動作させ、方向不安定領域においても、隣接している高確信度領域の隆線方向と連続性が高く、かつ、実際の隆線方向との乖離も少ないより正確な隆線方向を抽出することができる。

また、伝播候補ゾーンと隣接するゾーンの隆線方向だけではなく、複数の方向にサーチした複数の参照ゾーンの隆線方向を用いて方向期待度を算出することができる。

そのため、隣接している高確信度領域の方向との連続性だけではなく、隣接していない高確信度領域の隆線方向との連続性もの良い隆線方向を抽出することができる。

【0020】

本発明の隆線方向抽出プログラムは、コンピュータに、各ゾーンの隆線方向とこの隆線方向の方向確信度を算出しこれらを記憶装置に格納するゾーン方向抽出機能と、方向確信度が所定の閾値以上である高確信度ゾーンの集合である高確信度ゾーン領域を決定する高確信度ゾーン領域決定機能と、高確信度ゾーンに属するゾーンの中から伝播候補ゾーンからのサーチ方向に沿った距離が最も短いゾーンである参照ゾーンを複数のサーチ方向についてそれぞれ選択する参照ゾーン選択機能と、参照ゾーンの隆線方向と距離とに基づいて方向期待度を算出する方向期待度計算機能と、方向期待度の分散が大きいかな否かを判断する分散判定機能とを実行させる。分散が大きくない場合は、コンピュータに、方向確信度を記憶装置から読み出してこの情報と方向期待度に基づいて方向確信度を再計算する第1の方向確信度再計算機能を実行させ、分散が大きい場合は、ゾーン方向抽出機能を実行させる際に用いたものよりも小さい参照サイズを用いて指紋画像から伝播候補ゾーンの方向確信度を算出し、この新たに算出した方向確信度と方向期待度に基づいて方向確信度を再計算する第2の方向確信度再計算機能を実行させる。さらに、コンピュータに、第1の方向確信度再計算機能または第2の方向確信度再計算機能により再計算された方向確信度に基づいて伝播候補ゾーンの隆線方向を抽出する伝播ゾーン方向抽出機能を実行させる（請求項9）。

【0021】

上記隆線方向抽出プログラムによれば、請求項8に記載のプログラムと同様に、伝播候

10

20

30

40

50

補ゾーンと隣接している高確信度領域の方向との連続性だけではなく、隣接していない高確信度領域の隆線方向との連続性も良い隆線方向を抽出することができる。さらに、曲率の大きい中心点やデルタ付近のゾーンに対しても、正確な方向を抽出することができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、方向期待度計算手段が参照ゾーン領域の隆線方向に基づいて算出した方向期待度に基づいて方向確信度を再計算し、再計算された方向確信度を用いて伝播ゾーンの方向を決定する。

そのため、方向不安定領域においても、隣接している高確信度領域の隆線方向と連続性が高く、かつ、実際の隆線方向との乖離も少ないより正確な隆線方向を抽出することができる。

10

また、伝播候補ゾーンと隣接するゾーンの隆線方向だけではなく、複数の方向にサーチした複数の参照ゾーンの隆線方向を用いて方向期待度を算出する。

そのため、隣接している高確信度領域の方向との連続性だけではなく、隣接していない高確信度領域の隆線方向との連続性も良い隆線方向を抽出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、図を参照しながら本発明の一実施形態である特徴点抽出装置（隆線方向抽出装置）10の構成と動作について説明する。

（特徴点抽出装置10の構成）

20

図1は、特徴点抽出装置10の構成を示す機能ブロック図である。

特徴点抽出装置10は、たとえばパーソナルコンピュータであり、指紋画像入力手段11と方向抽出手段12と特徴点抽出手段14と特徴点出力手段15とを備えている。

指紋画像入力手段11は、たとえばセンサやスキャナで読み取られた指紋の画像をデジタル化して入力する。また、既にデジタル化された指紋画像をファイルとして入力するようにしても良い。

方向抽出手段12は、指紋画像入力手段11で入力された指紋画像から隆線方向を抽出する機能を備えている。

隆線抽出手段13は、隆線方向抽出手段12で抽出された方向データを用いて、指紋画像から指紋隆線を抽出する機能を備えている。

30

特徴点抽出手段14は、隆線抽出手段13で抽出された隆線から特徴点を抽出する機能を備えている。

特徴点出力手段15は、前記特徴点抽出手段14で抽出された特徴点データを出力する機能を備えている。

【0024】

図2は、方向抽出手段12の構成を示す機能ブロック図である。

方向抽出手段12は、データ処理制御手段21とデータ記憶手段（記憶装置）22とゾーン方向抽出手段23と高確信度ゾーン領域決定手段24と方向期待度計算手段25と伝播ゾーン方向抽出手段26とを備えている。

データ処理制御手段21は、方向抽出手段12を構成する前記の各手段の間で行われるデータとメッセージの授受の制御を行う。

40

データ記憶手段22は、たとえばRAM(Random Access Memory)により構成され、方向抽出手段12を構成する前記の各手段が作業領域として使用する。また、各手段が算出した情報を一時的に格納するためにも使用される。さらに、指紋画像入力手段11および隆線抽出手段13と方向抽出手段12との間で授受されるデータを格納するためにも使用される。

【0025】

ゾーン方向抽出手段23は、指紋画像入力手段を介して指紋画像を取得し、この指紋画像を複数のゾーンに分割し、ゾーン毎に隆線方向とその方向確信度を算出する。この算出は、従来技術により行うことができる。たとえば、特開平2002-288641号公報

50

に開示されているように、隆線方向を定めるゾーンにおいて画像に二次元フーリエ変換を施し、その結果得られたフーリエ変換面のピークを解析することで、その局所領域の隆線方向を決定することができる。この場合の方向確信度は、ピーク周辺のパワーを基準に定義することができる。

【 0 0 2 6 】

高確信度ゾーン領域決定手段 2 4 は、ゾーン方向抽出手段 2 3 により算出された各ゾーンの隆線方向の方向確信度に基づいて高確信度ゾーン領域を決定する。ここで、高確信度ゾーン領域とは、方向確信度が予め定められた閾値より大きいゾーンが接続している領域を言う。高確信度ゾーン領域決定手段 2 4 は、高確信度ゾーン領域の中から高確信度最大ゾーン領域を決定する。この決定は、たとえば、高確信度ゾーン領域が 1 つしか存在しないときはそれを高確信度最大ゾーン領域とし、高確信度ゾーン領域が 2 つ以上存在するときは、最も面積が大きいものを高確信度最大ゾーン領域とすることにより行う。あるいは、中心点に最も近い高確信度ゾーン領域を高確信度最大ゾーン領域としてもよい。

10

高確信度ゾーン領域決定手段 2 4 は、方向確信度が閾値以下であるゾーンの中で高確信度最大ゾーン領域に隣接するゾーンを抽出し、これらのゾーンを伝播候補ゾーンとしてマークする。

【 0 0 2 7 】

方向期待度計算手段 2 5 は、各伝播ゾーンを中心に各サーチ方向をサーチして参照ゾーンを決定する。方向期待度計算手段 2 5 は、参照ゾーンの内角荷重と方向加重寄与を算出し、方向加重寄与を参照ゾーンの方向毎に合計して隆線方向別加重寄与を算出し、各方向の隆線方向別加重寄与とその平均との比率に基づいて方向期待度を算出する。

20

【 0 0 2 8 】

伝播ゾーン方向抽出手段は、方向期待度算出手段 2 5 により算出された各伝播ゾーンの方向期待度に基づいて伝播ゾーンの方向確信度を再計算し、再計算された方向確信度に基づいて各伝播候補ゾーンの方向を抽出する。

【 0 0 2 9 】

(方向抽出手段 1 2 の動作)

図 3 は、方向抽出手段 1 2 全体及び指紋画像入力手段 1 1 の動作を示すフローチャートである。

図 3 のステップ S 1 0 1 において、図 2 の指紋画像入力手段 1 1 は、指紋画像を入力する。これは、たとえば、スキャナで読み取られた画像をデジタル化して入力する。また、既にデジタル化された指紋画像ファイルを入力する実施例も考えられる。

30

次に、図 3 のステップ S 1 0 2 において、図 2 のゾーン方向抽出手段 2 3 は、入力された指紋画像をゾーンに分割する。ゾーンのサイズを小さくすると方向抽出の精度は向上するが、処理時間が多くかかるようになる。そのため、ゾーンのサイズは所要の精度とコンピュータの処理能力を勘案して適宜定める。

【 0 0 3 0 】

次に、図 3 のステップ S 1 0 3 において、図 2 のゾーン方向抽出手段 2 3 は、ゾーン毎に隆線方向 (以下、単に「方向」という) と方向確信度を抽出する。この抽出は、従来技術により行うことができる。

40

方向は、たとえば、図 5 (a) に示した 1 6 方向や、図 5 (b) に示した 8 方向に量子化されてコード化されることが多い。

図 5 (a) の例では、水平方向を基準に反時計回りに $\pi/16$ ラジアンずつ加算された 1 6 の方向で稜線方向を示すようにしている。図 5 (b) の例では、方向 0 は水平方向を表し、方向 1 から順に $\pi/8$ ラジアンずつ反時計回りに加算された方向を表している。

方向の分割数を増加させると精度が向上する半面処理時間が多くかかるようになる。そのため、方向の分割数は、所要の処理精度とコンピュータの処理能力を勘案して適宜定めればよい。

以下の説明では、図 5 (b) に示した方法で方向を表現することにする。

図 6 の画像は、図 1 6 (a) の中心点上部の領域を切り出したもので、方向抽出手段 1

50

2の動作を説明するために用いる。また、図7等で各ゾーンに表示した方向パターンは、図6の画像に対応している。

図6の画像ではゾーンを9行6列に区画化している。列をAからF、行を1から9で表すことで、各ゾーンを表現する。

図7から図17の方向パターンは、図6の画像に対して、図5(b)に図示したような8方向で表現したものである。

【0031】

ステップS103においては、各ゾーンについて図5(b)に示した方向0ないし7の各方向について方向確信度を算出する。そして、あるゾーンに方向確信度が所定の閾値よりも大きい方向がある場合には、方向確信度が最大の方向をそのゾーンの方向として確定する。方向確信度が所定の閾値よりも大きい方向がない場合には、そのゾーンの方向の決定は行わず保留しておく。方向確信度の計算結果は、いずれの場合も全ゾーンの全方向について、データ制御部21によってデータ記憶手段22に記憶される。

10

【0032】

次に、図3のステップS104において、図2の高確信度ゾーン領域決定手段24は、まず、該ゾーンの方向確信度が予め設定された閾値より大きいゾーンを全て抽出する。そして、抽出されたゾーンが接続している領域を決定する。このような接続ゾーン領域を高確信度ゾーン領域と呼ぶ。高確信度ゾーン領域は2つ以上分離して存在することもある。

【0033】

次に、図3のステップS105において、図2の高確信度ゾーン領域決定手段24は、次のルールで、高確信度最大ゾーン領域を決定する。

20

1) 高確信度ゾーン領域が1つしか存在しないときは、それを高確信度最大ゾーン領域とする。

2) 高確信度ゾーン領域が2つ以上存在するときは、最も、面積が大きいものを高確信度最大ゾーン領域とする。あるいは、中心点に最も近い高確信度ゾーン領域を高確信度最大ゾーン領域としてもよい。

【0034】

ステップS105において、高確信度最大ゾーン領域を定めた理由を述べる。例えば、誤って指紋が重複して押捺されている場合、2つ高確信度連続領域が抽出されることがある。この2つ領域の方向の連続性が保証されていない。従って、2つの高確信度連続領域を参照ゾーンとして伝播ゾーンの方向を決定していくと、方向連続性が乱れることになる。高確信度最大ゾーン領域を定め、1つの領域から伝播させた理由は、このような方向の乱れを避けるためである。

30

もし、このような重複押捺がないことが判明している場合には、ステップS105において、高確信度最大ゾーン領域を一つに定めずに、複数の信頼度ゾーン領域について以下に説明するステップS106ないしステップS112の処理をそれぞれ行うようにしてもよい。このようにすれば、高確信度ゾーン領域が分離している場合でも、広い領域で方向抽出をすることができる。

【0035】

次に、図3のステップS106において、図2の高確信度ゾーン領域決定手段24は、高確信度最大ゾーン領域を、参照ゾーン領域としてセットする。参照ゾーン領域とは、方向が決定されたゾーンの集合であり、伝播候補ゾーンの方向を再評価するときに参照される。

40

図7は、指紋画像の解析状態を示す図である。方向確信度が高いゾーンにはハッチを付してあり、確定した方向が図5(b)に対応する直線で示してある。たとえば、ゾーンA1の方向は、図5(b)の方向1である。方向確信度の高いゾーンの方向パターンは、図6の指紋画像の方向を正しく抽出できている。方向確信度の高いゾーンが接続した高確信度ゾーン領域が、参照ゾーン領域となる。

【0036】

次に、図3のステップS107において、図2の高確信度ゾーン領域決定手段24は、

50

参照ゾーン領域に隣接するゾーンを洗い出し、伝播の候補となるゾーンとする。このようなゾーンを伝播候補ゾーン、あるいは単に伝播ゾーンと呼ぶ。図7において、参照ゾーン領域に隣接する伝播候補ゾーン(ゾーンE5等)が、「C」でマークされている。

【0037】

次に、図3のステップS108において、図2の方向期待度計算手段25は、各伝播候補ゾーンに対して、その伝播候補ゾーンが取り得る各方向の期待度を算出する。これを方向期待度と呼ぶ。方向期待度は、該ゾーンから、放射状にサーチし、最初にぶつかる参照ゾーン領域上のゾーン方向から決定する。図4は、このステップS108における処理の詳細を示すフローチャートである。ここでは、図8(a)の「C」でマークされているゾーンD2を例に方向期待度の計算方法について詳述する。図9は、方向期待度の計算過程を示す図である。

10

【0038】

図4のステップS121において、方向期待度計算手段25は、伝播候補ゾーンD2を中心として放射状にサーチに、各方向の直近の参照ゾーンを決定する。サーチの方向を図8(b)に示す。指紋画像の行方向に平行で図の右向き(A列からF列に向かう方向)を方向0とし、この方向0を反時計回りに $\pi/4$ ラジアン回転させた方向を方向1とする。以下同様に $\pi/4$ ラジアンずつ回転させた方向を方向3ないし方向7とする。なお、サーチの方向については、図8(b)に示した8方向には限定されない。

サーチの結果、サーチ方向0についてはゾーンE2が、サーチ方向1についてはゾーンE1が、サーチ方向2についてはゾーンD1が、サーチ方向3についてはゾーンC1が、サーチ方向4についてはゾーンB2が、サーチ方向5についてはゾーンA5が、サーチ方向6についてはゾーンD9が、サーチ方向7についてはゾーンF4が参照ゾーンとして選択される。

20

【0039】

次に、図4のステップS122において、方向期待度計算手段25は、各参照ゾーンの方向と伝播候補ゾーンD2からの距離を取得する。ここで距離とは、伝播候補ゾーンと参照ゾーンの間に行番号の差と列番号の差のうち大きい方(両者が等しい場合にはどちらか任意の方)を言う。たとえば、サーチ方向5の参照ゾーンA5については、伝播候補ゾーンD2との行番号の差が3、列番号の差が3であるから距離は3となる。サーチ方向6の参照ゾーンD9については、伝播候補ゾーンD2との行番号の差が7、列番号の差が0

30

【0040】

次に、図4のステップS123において、方向期待度計算手段25は、各参照ゾーンの内角加重を算出する。ここで、内角加重とは、サーチ方向と参照ゾーンの方向の内角によって計算される加重で、本実施例では、図9(b)のテーブルに示されるように定義している。すなわち、参照ゾーンの方向がサーチ方向と直交する場合には、最大加重8を与え、内角が小さくなるほど小さな加重を与える。この理由を、図10を用いて説明する。図10では、中心付近に良く現われるループ上の隆線形状に対する参照ゾーンの方向と、伝播候補ゾーンを示している。このループ頂点付近の方向の出現頻度は、それに直交する方向に比べて小さい。図10の例では、ループ頂点の方向0は1ゾーンのみであるが、頂点付近に直交する方向4は多く出現している。従って、単純に、方向期待度を計算すると、頂点付近の方向の寄与が相対的に小さくなり、ループが切れてしまう危険性が大きくなる。図9(b)に示すように内角加重を定めることにより、これを避けることができる。

40

たとえば、サーチ方向1($\pi/4$)と参照ゾーンE1の方向($7\pi/8$)との差(内角)は $3\pi/8$ であるから参照ゾーンE1の内角加重は5となる。

【0041】

次に、図4のステップS124において、方向期待度計算手段25は、各参照ゾーンの方向加重寄与を算出する。ここで、方向加重寄与とは、内角加重を距離で割った数値であり、各参照ゾーンの方向が伝播ゾーンの方向期待度と与える寄与を数値化したものである。各参照ゾーンの影響は、距離が遠い程弱くなるので、ここでは距離の逆数を用いて距

50

離の影響を反映した。たとえば、参照ゾーンB2については、内角加重が3で距離が2であるから方向加重寄与は、1.5となる。なお、図9(a)には、計算結果を小数点以下第1位まで示してある。

【0042】

次に、図4のステップS125において、方向期待度計算手段25は、方向加重寄与を参照ゾーンの方向毎に合計し、隆線方向別加重寄与を算出する。この計算結果を、図9(c)の第2列に示す。たとえば、図9(a)の各参照ゾーンで方向が0であるのは、参照ゾーンD1だけであるから方向0の方向加重寄与の合計は8.0となる。方向が1である参照ゾーンは参照ゾーンC1と参照ゾーンB2であるから、方向1の方向加重寄与の合計は6.5(5.0+1.5)となる。

10

【0043】

次に、図4のステップS126において方向期待度計算手段25は、伝播候補ゾーンD2の参照ゾーンに追加方向加重寄与ゾーンがあるか否かを判定する。ここで追加方向加重寄与ゾーンとは、サーチ方向がラジアン異なり、かつ、方向の差が $\frac{1}{4}$ ラジアン以下である伝播候補ゾーンに隣接した二つの参照ゾーンの組を言う。伝播候補ゾーンD2には、このような条件を満たす参照ゾーンの組はないから処理は図4のステップS128に進む。

【0044】

図4のステップS126において、追加方向加重寄与ゾーンがあると判定した場合は、方向期待度計算手段25は、ステップS127において追加方向加重寄与を算出し方向加重寄与の合計値に加算する。これは、追加方向加重寄与ゾーンがある場合には、伝播候補ゾーンが、2つの方向の中間方向をとる可能性が高いので、その中間方向の期待度を増加させるためである。

20

【0045】

具体例を、図8の伝播候補ゾーンC2を用いて説明する。ゾーンC2は、ゾーンD1(方向0)とゾーンB3(方向2)という2つの参照ゾーンに隣接しており、その方向差は $\frac{1}{4}$ なので、2つの方向の中間方向である方向1の期待度を向上させる。中間方向の追加の方向加重寄与は、ゾーンD1とゾーンB3の方向加重寄与の平均とすれば良い。

図11は、伝播候補ゾーンC2の方向期待度の算出過程を示す図である。図11(a)の方向加重寄与を算出するまでの過程は、上記の伝播候補ゾーンD2の場合と同様である。図11(a)では、方向が1である参照ゾーンは、C1、B1、B2の3個あり、方向1の方向加重寄与の合計は13.0(5.0+5.0+3.0)である。しかし、伝播候補ゾーンC2は、追加方向加重寄与ゾーンがあるので追加の方向加重として3.0($(4.0+2.0)/2$)が加算される。その結果、図11(b)に示すように方向1の方向加重寄与の合計は16.0(13.0+3.0)となる。

30

【0046】

次に、図4のステップS128において方向期待度計算手段25は、方向加重寄与の合計値をスムーズ化する。本実施例では、自方向に2の加重を与え、前後の方向に対して1の加重を与えてスムーズした。たとえば、図8(c)で、方向加重寄与の合計値は方向1が6.5、方向0が8.0、方向2が0.7であるから、方向1の方向加重寄与の合計値をスムーズ化すると5.4($(8.0+2 \times 6.5+0.7)/4$)となる。

40

【0047】

次に、図4のステップS129において方向期待度計算手段25は、スムーズ化された方向加重寄与の合計値に基づいて各方向の方向期待度を算出する。ここで、方向期待度とは、その合計値が0になるように、各方向の方向加重寄与を調整したものである。方向期待度は、後述の処理で、ゾーン方向確信度に反映されるが、その反映結果の平均値が、元のゾーン方向確信度の平均値と大きくずれないようにするための調整が目的である。

本実施例では、方向期待度は、方向加重寄与平均値に対する増減比率で計算している。例えば、方向0のスムーズ化後の方向加重寄与7.6は、方向加重寄与平均値(3.125)に対して144%大きいことを示している。

50

【 0 0 4 8 】

次に、図3のステップS109において、図2の伝播ゾーン方向抽出手段26は、該伝播候補ゾーンの各方向の方向確信度に対して、方向期待度計算手段25から出力された方向期待度を用いて調整した後に、方向を決定する。伝播候補ゾーンの各方向の方向確信度は、ゾーン方向抽出手段23によって抽出されデータ記憶手段22に記憶されている。

図12に、伝播候補ゾーンD2に対する各方向の方向確信度と、方向期待度と、調整後の方向確信度を示す。各方向の方向確信度は、ゾーン方向抽出手段23が抽出した方向確信度である。この方向確信度においては、強いピーク方向がない、つまり、最大確信度が他の方向の方向確信度に対して大きくないので、ここで、最大確信度を持つ方向6が仮決定されても、方向確信度は小さかった。

調整後方向確信度は、前記方向確信度に対して方向期待度を増加分比率として計算したものである。例えば、方向0については、調整前の方向確信度は40、方向期待度は144%であるから、調整後の方向確信度は $97.6(40 \times (1 + 1.44))$ と計算される。

【 0 0 4 9 】

この調整後の方向確信度では、方向0と方向7の隣接した2つの方向が強いピークになるので、この中で大きい方の方向0を、伝播候補ゾーンD2の方向として決定する。また、決定された方向0の方向確信度を、伝播候補ゾーンD2の方向確信度として決定しても良い。あるいは、ピーク度合いを数値化して、この方向確信度に反映しても良い。

このようにして、伝播候補ゾーンD2の方向と確信度が決定される。この結果、伝播候補ゾーンD2の方向は0に決定されたわけだが、これは、隆線方向を正しく抽出している(図6参照)。また、この方向0の方向確信度97.6を、そのまま新しいゾーン方向確信度として用いても、初期の方向6の方向確信度60に比べて大きな値になるので、高確信度ゾーンとなり得る可能性が大きい。

【 0 0 5 0 】

ステップS109において、方向期待度の分散が大きい場合には、ゾーン方向抽出手段23が、参照サイズをステップS102において設定した参照サイズよりも小さくして指紋画像から方向とその方向確信度を再計算し、この方向確信度を用いて方向確信度を調整するようにしても良い。

方向期待度の分散の大小の判断基準としては、たとえば、正の値を取る方向期待度の最大差が14よりも大きい場合に分散が大きいとする。角度差が大きいということは、方向にピークがないことを示している。

参照サイズを小さくして再度ゾーン方向を抽出することで、曲率の大きい中心点付近の隆線に対しても、適切な方向を抽出することができる。

【 0 0 5 1 】

図3のステップS108及びステップS109は、ステップS107で決定された全ての伝播候補ゾーンに対して繰り返されるが、このようにして処理された結果を図13に示す。ここで、ゾーンD3を始めとする(?)マークがある伝播候補ゾーンは、方向確信度が小さいため方向決定できなかったことを示している。

【 0 0 5 2 】

次に、図3のステップS110において、図2のデータ制御部21は、前記伝播ゾーン方向抽出手段26で新たに方向決定された伝播候補ゾーン数をカウントする。

次に、図3のステップS111において、データ制御部21は、新たに方向決定された伝播候補ゾーンがあるか否かが判定し、ない場合には、方向抽出処理を終了する。新たに方向決定された伝播候補ゾーンがある場合には、ステップS112に進む。

【 0 0 5 3 】

次に、図3のステップS112において、高確信度ゾーン領域決定手段24は、これまでの処理で新たに方向決定されたゾーンを加えて、新たな参照ゾーン領域を設定し、ステップS107に戻って伝播処理を続ける。

図14で、ハッチを付してあるゾーンは1回目の伝播処理で決定されたゾーンを加えた

10

20

30

40

50

参照ゾーン領域である。この伝播候補ゾーンに対して、ステップS108及びステップS109を実施した結果が、図14の白抜きのゾーンである。

同様に、3回目の伝播処理の結果を図15に示す。図15で(?)マークの付いたゾーンD7は、隣接参照ゾーンの方向が大きく変動しているため方向決定できなかったことを示している。

通常の方法で方向決定できなくなったら、方向確信度しきい値を下げることで、伝播候補ゾーンの方向を決定することも可能である。

【0054】

本発明は、上記に説明した各処理をコンピュータに実行させ、コンピュータを方向抽出手段として動作させるコンピュータプログラムとしても実施することができる。

10

【0055】

方向抽出手段12では、伝播ゾーン方向抽出手段26が伝播候補ゾーンの方向を決定するときに、方向期待度計算手段25が参照ゾーンの方向に基づいて算出した方向期待度に基づいてゾーン方向抽出手段25から出力された方向確信度を再計算し、再計算された方向確信度を用いて伝播候補ゾーンの方向を決定している。

そのため、隣接している高確信度領域の方向と連続性が高く、かつ、実際の隆線方向との乖離も少ない、より正確な方向を抽出することができる。

【0056】

方向抽出手段12では、方向期待度計算手段25が伝播候補ゾーンの方向期待度を算出するときに、隣接ゾーンの方向だけではなく、放射状にサーチした複数の参照ゾーンの方向を用いている。

20

そのため、隣接している高確信度領域の方向との連続性だけではなく、隣接していない高確信度領域の方向との連続性も良い方向を抽出することができる。

【0057】

方向抽出手段12では、方向期待度計算手段25が方向確信度を算出するときに、サーチ方向と直交する参照ゾーンの方向に対して大きな加重を与える。

そのため、ループ状隆線が存在する中心点やデルタ付近の領域に対しても、正確な方向を抽出することができる。

【0058】

方向抽出手段12では、伝播ゾーン方向抽出手段26が伝播候補ゾーンの方向を決定する際、方向期待度に基づいて再計算した後の方向確信度が低ければ方向決定せずに保留する。

30

そのため、次の伝播処理時により正確な方向を抽出することができ、実際の隆線方向との乖離も少ない、より正確な方向を抽出できる。

【0059】

方向抽出手段12では、伝播ゾーン方向抽出手段26は、方向期待度の方向分散が大きいときは、方向抽出の参照サイズを小さくして再計算した方向確信度に基づいて伝播ゾーンの方向確信度を再計算する。

そのため、方向不安定領域内の曲率の大きな隆線でも適切に方向抽出することができる。すなわち、隆線曲率の大きい中心点やデルタ付近の領域に対しても、正確な方向を抽出することができる。

40

【0060】

方向抽出手段12では、伝播候補ゾーンが、追加方向加重寄与ゾーンを有している場合に、方向期待度計算手段25が、追加方向加重寄与ゾーンを構成する二つの参照ゾーンの方向の中間の方向に対して方向期待度を加算する。

そのため、曲率の大きい中心点やデルタ付近のゾーンに対しても、正確な方向を抽出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図1】本発明の一実施形態である特徴点抽出装置の機能ブロック図である。

50

【図 2】方向抽出手段の機能ブロック図である。

【図 3】方向抽出手段全体と指紋画像入力手段の動作を示すフローチャートである。

【図 4】方向期待度計算手段の動作を示すフローチャートである。

【図 5】図 5 (a) は、16 分割とした方向パタンの例を示す図である。図 5 (b) は、8 分割とした方向パタンの例を示す図である。

【図 6】領域分割をした指紋画像の例を示す図である。

【図 7】参照ゾーン領域と伝播候補ゾーン領域を説明する図である。

【図 8】図 8 (a) は、参照ゾーンのサーチ方法を示す図である。図 8 (b) は、サーチ方向の定義例を示す図である。

【図 9】図 9 (a) は、方向加重寄与の算出方法を説明する図である。図 9 (b) は、内角加重の定義例を示す図である。図 9 (c) は、方向期待度の算出方法を説明する図である。

10

【図 10】ループ状の隆線を示す図である。

【図 11】図 11 (a) は、方向加重寄与の算出方法を説明する図である。図 11 (b) は、方向期待度の算出方法を説明する図である。

【図 12】方向確信度の調整方法を説明する図である。

【図 13】伝播 1 回目の方向パタンを示す図である。

【図 14】伝播 2 回目の方向パタンを示す図である。

【図 15】伝播 3 回目の方向パタンを示す図である。

【図 16】図 16 (a) は、指紋画像の一例を示す図である。図 16 (b) は、従来技術により抽出された隆線方向を示す図である。

20

【図 17】図 17 (a) および (b) は、従来技術により抽出された中心点付近の方向パタンを示す図である。

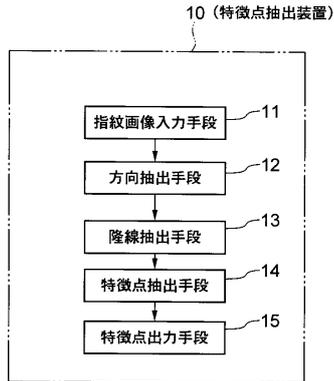
【符号の説明】

【0062】

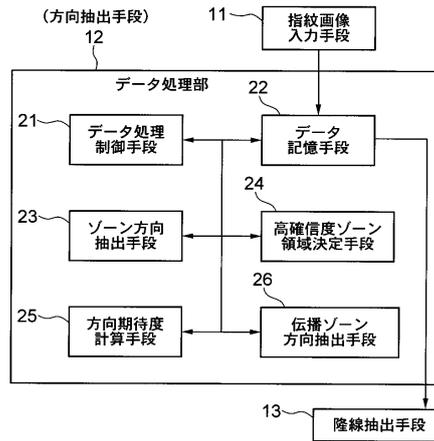
- 10 特徴点抽出装置
- 11 指紋画像入力手段
- 12 方向抽出手段
- 13 隆線抽出手段
- 14 特徴点抽出手段
- 15 特徴点出力手段
- 22 データ記憶手段(記憶装置)
- 23 ゾーン方向抽出手段
- 24 高確信度ゾーン領域決定手段
- 25 方向期待度計算手段
- 26 伝播ゾーン方向抽出手段

30

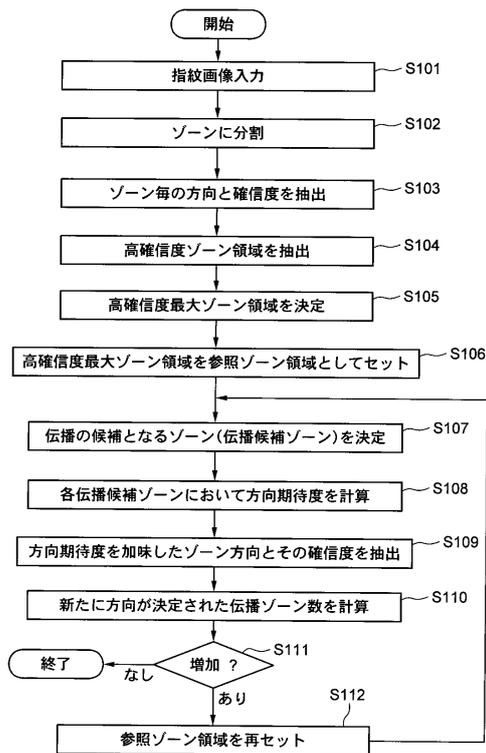
【図1】



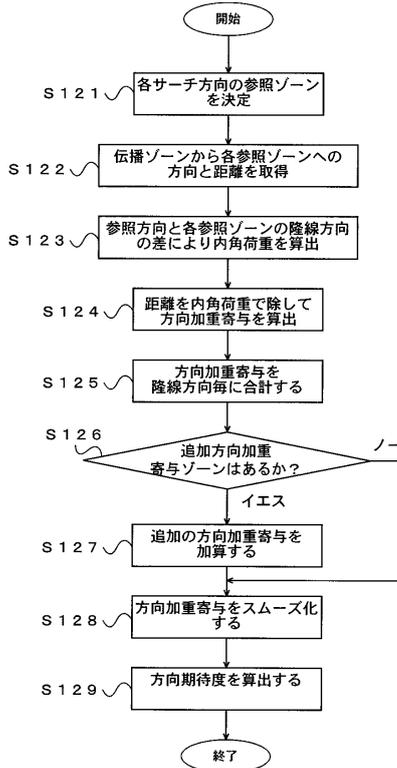
【図2】



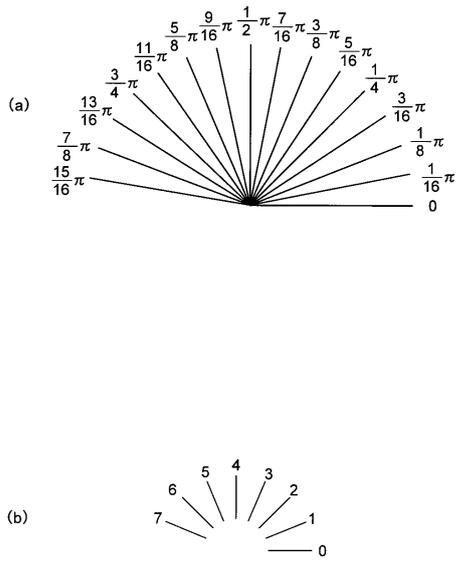
【図3】



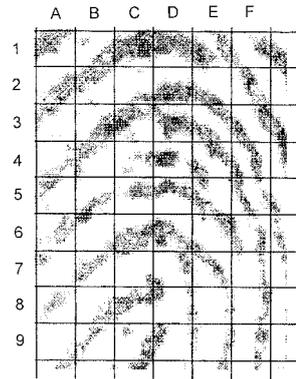
【図4】



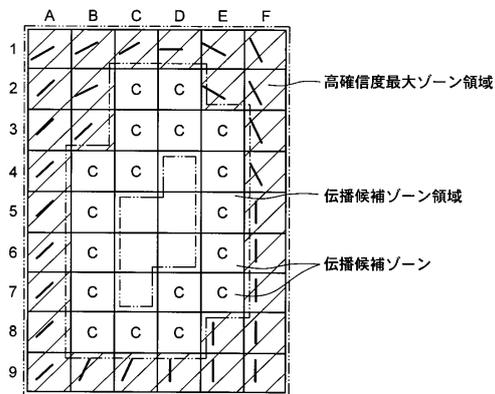
【 図 5 】



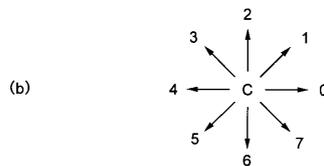
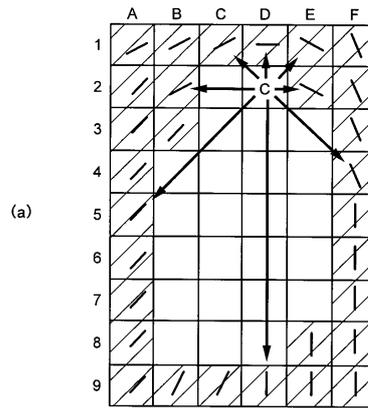
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【図 9】

(a)

サーチ方向	参照ゾーン	方向	距離	内角加重	方向加重寄与
0	E2	7	1	3	3.0
1	E1	7	1	5	5.0
2	D1	0	1	8	8.0
3	C1	1	1	5	5.0
4	B2	1	2	3	1.5
5	A5	2	3	2	0.7
6	D9	4	7	2	0.3
7	F4	5	2	3	1.5

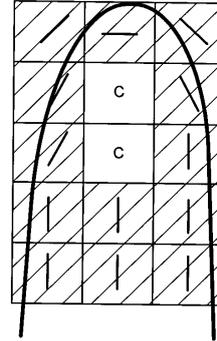
(b)

内角	内角加重
0	2
$\pi/8$	3
$\pi/4$	4
$3\pi/8$	5
$\pi/2$	8

(c)

方向	方向加重寄与	スムーズ後	方向期待度
0	8.0	7.6	144%
1	6.5	5.4	74%
2	0.7	2.0	-37%
3	0.0	0.3	-92%
4	0.3	0.5	-83%
5	1.5	0.8	-74%
6	0.0	2.4	-24%
7	8.0	6.0	92%
平均	3.125	3.125	

【図 10】



【図 11】

(a)

参照方向	参照ゾーン	方向	距離	内角加重	方向加重寄与
0	E2	7	2	3	1.5
1	D1	0	1	4	4.0
2	C1	1	1	5	5.0
3	B1	1	1	5	5.0
4	B2	1	1	3	3.0
5	B3	2	1	2	2.0
6	C9	3	7	2	0.3
7	F5	4	3	4	1.3

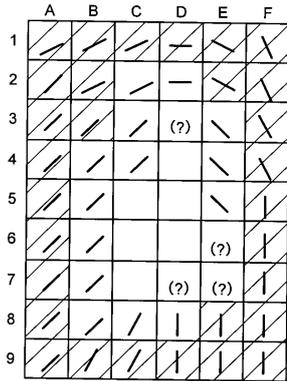
(b)

方向	方向加重寄与	スムーズ後	方向期待度
0	4.0	6.4	114
1	16.0	9.5	219
2	2.0	5.1	71
3	0.3	0.7	-78
4	0.0	0.1	-97
5	0.0	0.0	-100
6	0.0	0.4	-87
7	1.5	1.8	-41
平均	3.0	3.0	

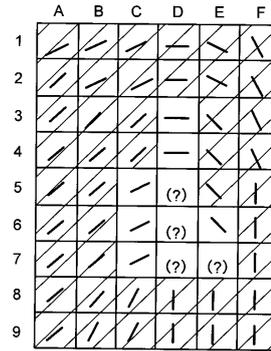
【図 12】

方向	方向確信度	方向期待度	調整後確信度
0	40	144%	97.6
1	30	74%	52.1
2	15	-37%	9.5
3	20	-92%	1.6
4	50	-83%	8.4
5	55	-74%	14.5
6	60	-24%	45.6
7	50	92%	96.0

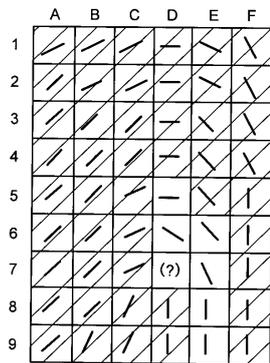
【 13 】



【 14 】



【 15 】



【 16 】



【 図 17 】

