

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-244251
(P2010-244251A)

(43) 公開日 平成22年10月28日(2010.10.28)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
G06T	1/00	(2006.01)	G06T	1/00	340A	5B057
G06T	7/60	(2006.01)	G06T	7/60	150B	5L096

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2009-91296 (P2009-91296)
(22) 出願日 平成21年4月3日 (2009.4.3)

(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(74) 代理人 110000028
特許業務法人明成国際特許事務所
(72) 発明者 碓井 雅也
長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
(72) 発明者 松坂 健治
長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
Fターム(参考) 5B057 CA08 CA12 CA16 CB08 CB12
CB16 CC03 CD03 CH08 DA08
DA16 DB02 DB09 DC02 DC33
DC36
5L096 FA09 FA32 FA67 FA69 KA04

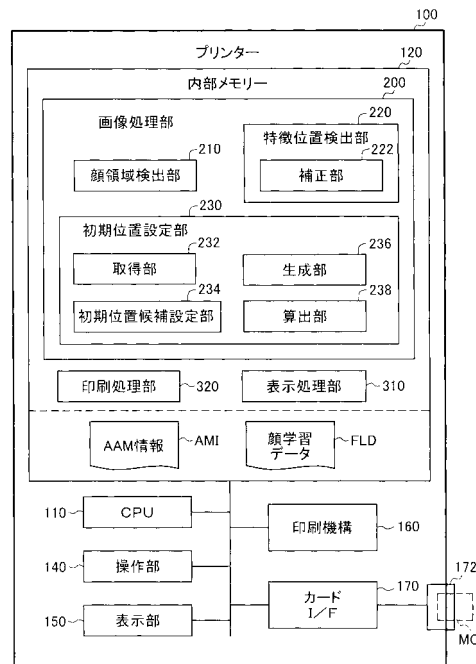
(54) 【発明の名称】 顔の特徴部位の座標位置を検出する画像処理装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、画像に含まれる顔の特徴部位の位置を検出する処理の効率化・高速化を図ることを目的とする。

【解決手段】注目画像に含まれる顔の特徴部位の座標位置を検出する画像処理装置は、注目画像から顔画像の少なくとも一部を含む画像領域を顔領域として検出する顔領域検出部と、特徴部位の座標位置を検出するために注目画像に設定される特徴点の初期位置を、顔領域の検出に関連する情報である顔領域検出情報に基づいて設定される複数の初期位置の候補から設定する初期位置設定部と、初期位置に設定された特徴点の設定位置を特徴部位の位置に近づけるように補正し、補正された設定位置を特徴部位の座標位置として検出する特徴位置検出部と、を備える。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

注目画像に含まれる顔の特徴部位の座標位置を検出する画像処理装置であって、
前記注目画像から顔画像の少なくとも一部を含む画像領域を顔領域として検出する顔領域検出部と、

前記特徴部位の座標位置を検出するために前記注目画像に設定される特徴点の初期位置を、前記顔領域の検出に関連する情報である顔領域検出情報に基づいて設定される複数の前記初期位置の候補から設定する初期位置設定部と、

前記初期位置に設定された前記特徴点の設定位置を前記特徴部位の位置に近づけるように補正し、補正された前記設定位置を前記特徴部位の座標位置として検出する特徴位置検出部と、を備える画像処理装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の画像処理装置において、

前記顔領域検出情報は、前記顔領域検出部による前記検出に伴い特定される情報であり、

前記初期位置設定部は、

特定された前記顔領域検出情報を取得する取得部と、

取得された前記顔領域検出情報に基づいて前記初期位置の候補を設定する初期位置候補設定部と、を備える画像処理装置。

20

【請求項 3】

請求項 2 に記載の画像処理装置において、

前記顔領域検出情報は、前記顔領域検出部により検出された前記顔領域に含まれる顔画像が真の顔画像であることの確からしさを表す顔領域信頼度を含み、

前記初期位置候補設定部は、前記顔領域信頼度が低い場合には、前記顔領域信頼度が高い場合に比べて、設定する前記初期位置の候補の数を増やす画像処理装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の画像処理装置において、

前記顔領域検出情報は、前記顔領域検出部により検出された前記顔領域に含まれる顔画像の画像面内における回転角度に関する角度情報を含み、

前記初期位置候補設定部は、前記角度情報に基づいて、予め規定されている前記初期位置の候補を、前記回転角度に応じて回転させて設定する画像処理装置。

30

【請求項 5】

請求項 1 に記載の画像処理装置において、

前記顔領域検出情報は、前記顔領域検出部が特定可能な前記顔画像の画像面内における回転角度に関する情報を含み、

前記複数の初期位置の候補は、前記顔領域検出部が特定可能な前記回転角ごとに、前記回転角と値が隣接する一方の前記特定可能な回転角度との中間値から、値が隣接する他方の前記特定可能な回転角度との中間値までの範囲にそれぞれ設定される画像処理装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の画像処理装置において、

前記顔領域検出情報は、前記顔領域検出部により検出された前記顔領域に対する顔画像の相対的な位置の傾向に関する情報を含み、

前記複数の初期位置の候補は、前記顔領域に対する相対的な位置が前記傾向に応じて決定されている画像処理装置。

40

【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 6 のいずれかに記載の画像処理装置において、

前記初期位置設定部は、

前記初期位置の候補となる位置に設定された前記特徴点に基づいて、前記注目画像の一部を変換した画像である平均形状画像を生成する生成部と、

前記平均形状画像と、前記特徴部位の座標位置が既知の顔画像を含む複数のサンプル画

50

像に基づいて生成された画像である平均顔画像と、の差分値を算出する算出部と、を備えるとともに、

前記複数の初期位置の候補のうち、前記差分値が最小となる初期位置の候補を前記初期位置として設定する画像処理装置。

【請求項 8】

請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の画像処理装置において、前記特徴位置検出部は、

前記初期位置に対応する平均形状画像と、前記平均顔画像と、の差分値に基づいて、前記差分値が小さくなるように前記設定位置を補正する補正部を備えるとともに、

前記差分値が所定となる前記設定位置を前記座標位置として検出する画像処理装置。

10

【請求項 9】

請求項 1 ないし請求項 8 のいずれかに記載の画像処理装置において、

前記特徴部位は、眉毛と目と鼻と口とフェイスラインとの一部である画像処理装置。

【請求項 10】

注目画像に含まれる顔の特徴部位の座標位置を検出するプリンターであって、

前記注目画像から顔画像の少なくとも一部を含む画像領域を顔領域として検出する顔領域検出部と、

前記特徴部位の座標位置を検出するために前記注目画像に設定される特徴点の初期位置を、前記顔領域の検出に関連する情報である顔領域検出情報に基づいて設定される複数の前記初期位置の候補から設定する初期位置設定部と、

20

前記初期位置に設定された前記特徴点の設定位置を前記特徴部位の位置に近づけるように補正し、補正された前記設定位置を前記特徴部位の座標位置として検出する特徴位置検出部と、

前記座標位置が検出された前記注目画像を印刷するための印刷部と、を備えるプリンター。

【請求項 11】

注目画像に含まれる顔の特徴部位の座標位置を検出する画像処理方法であって、

前記注目画像から顔画像の少なくとも一部を含む画像領域を顔領域として検出する工程と、

前記特徴部位の座標位置を検出するために前記注目画像に設定される特徴点の初期位置を、前記顔領域の検出に関連する情報である顔領域検出情報に基づいて設定される複数の前記初期位置の候補から設定する工程と、

30

前記初期位置に設定された前記特徴点の設定位置を前記特徴部位の位置に近づけるように補正し、補正された前記設定位置を前記特徴部位の座標位置として検出する工程と、を備える画像処理方法。

【請求項 12】

注目画像に含まれる顔の特徴部位の座標位置を検出する画像処理のためのコンピュータプログラムであって、

前記注目画像から顔画像の少なくとも一部を含む画像領域を顔領域として検出する顔領域検出機能と、

40

前記特徴部位の座標位置を検出するために前記注目画像に設定される特徴点の初期位置を、前記顔領域の検出に関連する情報である顔領域検出情報に基づいて設定される複数の前記初期位置の候補から設定する初期位置設定機能と、

前記初期位置に設定された前記特徴点の設定位置を前記特徴部位の位置に近づけるように補正し、補正された前記設定位置を前記特徴部位の座標位置として検出する特徴位置検出機能と、をコンピュータに実現させるコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、注目画像に含まれる顔の特徴部位の座標位置を検出する画像処理装置に関す

50

る。

【背景技術】

【0002】

視覚的事象のモデル化手法として、アクティブアピランスモデル (Active Appearance Model、略して「AAM」とも呼ばれる) が知られている。AAMでは、例えば、複数のサンプル画像に含まれる顔の特徴部位 (例えば目尻や鼻頭やフェイスライン) の位置 (座標) や画素値 (例えば輝度値) の統計的分析を通じて、上記特徴部位の位置により特定される顔の形状を表す形状モデルや、平均的な形状における「見え (Appearance)」を表すテクスチャーモデルが設定され、これらのモデルを用いて顔画像がモデル化される。AAMによれば、任意の顔画像のモデル化 (合成) が可能であり、また、画像に含まれる顔の特徴部位の位置の検出が可能である (特許文献1)

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007-141107号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、上記従来技術には、画像に含まれる顔の特徴部位の位置の検出に関して、さらなる効率化・高速化の余地があった。

20

【0005】

なお、このような問題は、AAMを利用する場合に限らず、画像に含まれる顔の特徴部位の位置を検出する画像処理に共通の問題であった。

【0006】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、画像に含まれる顔の特徴部位の位置を検出する処理の効率化・高速化を図ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題の少なくとも一部を解決するために本願発明は以下の態様を採る。

30

【0008】

第1の態様は、注目画像に含まれる顔の特徴部位の座標位置を検出する画像処理装置を提供する。本発明の第1の態様に係る画像処理装置は、前記注目画像から顔画像の少なくとも一部を含む画像領域を顔領域として検出する顔領域検出部と、前記特徴部位の座標位置を検出するために前記注目画像に設定される特徴点の初期位置を、前記顔領域の検出に関連する情報である顔領域検出情報に基づいて設定される複数の前記初期位置の候補から設定する初期位置設定部と、前記初期位置に設定された前記特徴点の設定位置を前記特徴部位の位置に近づけるように補正し、補正された前記設定位置を前記特徴部位の座標位置として検出する特徴位置検出部と、を備える。

【0009】

第1の態様に係る画像処理装置によれば、特徴点の初期位置を、顔領域検出情報に基づいて設定される複数の前記初期位置の候補から設定するため、初期位置を良好な位置に設定することができる。これにより、注目画像に含まれる顔の特徴部位の位置を検出する処理の効率化・高速化を図ることができる。

40

【0010】

第1の態様に係る画像処理装置において、前記顔領域検出情報は、前記顔領域検出部による前記検出に伴い特定される情報であり、前記初期位置設定部は、特定された前記顔領域検出情報を取得する取得部と、取得された前記顔領域検出情報に基づいて前記初期位置の候補を設定する初期位置候補設定部と、を備えていてもよい。この場合、初期位置候補設定部により設定された初期位置の候補の1つから特徴点の初期位置を設定するため、注

50

目画像に含まれる顔の特徴部位の位置を効率的かつ高速に検出することができる。

【 0 0 1 1 】

第1の態様に係る画像処理装置において、前記顔領域検出情報は、前記顔領域検出部により検出された前記顔領域に含まれる顔画像が真の顔画像であることの確からしさを表す顔領域信頼度を含み、前記初期位置候補設定部は、前記顔領域信頼度が低い場合には、前記顔領域信頼度が高い場合に比べて、設定する前記初期位置の候補の数を増やしてもよい。この場合、顔領域信頼度が低い場合に、初期位置の候補の数を増やすことにより、注目画像に含まれる顔の特徴部位の位置を効率的に検出することができる。

【 0 0 1 2 】

第1の態様に係る画像処理装置において、前記顔領域検出情報は、前記顔領域検出部により検出された前記顔領域に含まれる顔画像の画像面内における回転角度に関する角度情報を含み、前記初期位置候補設定部は、前記角度情報に基づいて、予め規定されている前記初期位置の候補を、前記回転角度に応じて回転させて設定してもよい。この場合、初期位置の候補を、回転角度に応じて回転させて設定することにより、注目画像に含まれる顔の特徴部位の位置を効率的かつ高速に検出することができる。

10

【 0 0 1 3 】

第1の態様に係る画像処理装置において、前記顔領域検出情報は、前記顔領域検出部が特定可能な前記顔画像の画像面内における回転角度に関する情報を含み、前記複数の初期位置の候補は、前記顔領域検出部が特定可能な前記回転角ごとに、前記回転角と値が隣接する一方の前記特定可能な回転角度との中間値から、値が隣接する他方の前記特定可能な回転角度との中間値までの範囲にそれぞれ設定されてもよい。この場合、顔領域に含まれる顔画像の回転角度を用いて、特定された回転角度を中心として所定の角度の範囲内に複数の初期位置の候補を設定することで、注目画像に含まれる顔の特徴部位の位置を効率的かつ高速に検出することができる。

20

【 0 0 1 4 】

第1の態様に係る画像処理装置において、前記顔領域検出情報は、前記顔領域検出部により検出された前記顔領域に対する顔画像の相対的な位置の傾向に関する情報を含み、前記複数の初期位置の候補は、前記顔領域に対する相対的な位置が前記傾向に応じて決定されていてもよい。この場合、顔領域に対する顔画像の相対的な位置の傾向に応じて初期位置の候補の顔領域に対する相対的な位置が決定されているため、注目画像に含まれる顔の特徴部位の位置を効率的かつ高速に検出することができる。

30

【 0 0 1 5 】

第1の態様に係る画像処理装置において、前記初期位置設定部は、前記初期位置の候補となる位置に設定された前記特徴点に基づいて、前記注目画像の一部を変換した画像である平均形状画像を生成する生成部と、前記平均形状画像と、前記特徴部位の座標位置が既知の顔画像を含む複数のサンプル画像に基づいて生成された画像である平均顔画像と、の差分値を算出する算出部と、を備えるとともに、前記複数の初期位置の候補のうち、前記差分値が最小となる初期位置の候補を前記初期位置として設定してもよい。この場合、差分値が最小となる初期位置の候補を初期位置とすることにより、注目画像に含まれる顔の特徴部位の位置を効率的かつ高速に検出することができる。

40

【 0 0 1 6 】

第1の態様に係る画像処理装置において、前記特徴位置検出部は、前記初期位置に対応する平均形状画像と、前記平均顔画像と、の差分値に基づいて、前記差分値が小さくなるように前記設定位置を補正する補正部を備えるとともに、前記差分値が所定となる前記設定位置を前記座標位置として検出してもよい。この場合、初期位置に対応する平均形状画像と、平均顔画像と、の差分値に基づいて、特徴部位の座標位置を検出するため、注目画像に含まれる顔の特徴部位の位置を効率的かつ高速に検出することができる。

【 0 0 1 7 】

第1の態様に係る画像処理装置において、前記特徴部位は、眉毛と目と鼻と口とフェイスラインとの一部であってもよい。この場合、眉毛と目と鼻と口とフェイスラインと一部

50

について良好に座標位置を検出することができる。

【0018】

なお、本発明は、種々の態様で実現することが可能であり、例えば、プリンター、デジタルスチルカメラ、パーソナルコンピューター、デジタルビデオカメラ等で実現することができる。また、画像処理方法および装置、特徴部位の位置検出方法および装置、表情判定方法および装置、これらの方法または装置の機能を実現するためのコンピュータープログラム、そのコンピュータープログラムを記録した記録媒体、そのコンピュータープログラムを含み搬送波内に具現化されたデータ信号、等の形態で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の第1実施例における画像処理装置としてのプリンター100の構成を概略的に示す説明図である。

【図2】第1実施例におけるAAM設定処理の流れを示すフローチャートである。

【図3】サンプル画像SIの一例を示す説明図である。

【図4】サンプル画像SIにおける特徴点CPの設定方法の一例を示す説明図である。

【図5】サンプル画像SIに設定された特徴点CPの座標の一例を示す説明図である。

【図6】平均形状s0の一例を示す説明図である。

【図7】形状ベクトルsiおよび形状パラメーターpiと顔の形状sとの関係を例示した説明図である。

【図8】サンプル画像SIのワーブWの方法の一例を示す説明図である。

【図9】平均顔画像A0(x)の一例を示す説明図である。

【図10】第1実施例における顔特徴位置検出処理の流れを示すフローチャートである。

【図11】顔領域FAの検出処理の流れを示すフローチャートである。

【図12】注目画像OIにおける顔領域FAの検出を説明するための説明図である。

【図13】評価値Tvの算出に用いられるフィルタを説明するための説明図である。

【図14】ウィンドウSWを移動させた状態を例示した説明図である。

【図15】顔の画像に対応する画像領域であると判定された複数のウィンドウSWを例示した説明図である。

【図16】学習に用いられるサンプル画像の一例を示す説明図である。

【図17】第1実施例における特徴点CPの初期位置設定処理の流れを示すフローチャートである。

【図18】グローバルパラメーターの値を変更することによる特徴点CPの仮設定位置を例示した説明図である。

【図19】顔領域FAの特定顔傾きが30度の場合における特徴点CPの仮設定位置を例示した説明図である。

【図20】仮設定位置の変化の段階数を説明するための説明図である。

【図21】平均形状画像I(W(x;p))の一例を示す説明図である。

【図22】第1実施例における特徴点CP設定位置補正処理の流れを示すフローチャートである。

【図23】顔特徴位置検出処理の結果の一例を示す説明図である。

【図24】顔領域検出情報と特徴点CPの仮設定位置について第2の例を示した説明図である。

【図25】顔領域検出情報と特徴点CPの仮設定位置についての第3の例を示した説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明に係る画像処理装置の一態様であるプリンターについて、図面を参照しつつ、実施例に基づいて説明する。

【0021】

A. 第1実施例：

10

20

30

40

50

A 1 . 画像処理装置の構成 :

図 1 は、本発明の第 1 実施例における画像処理装置としてのプリンター 1 0 0 の構成を概略的に示す説明図である。本実施例のプリンター 1 0 0 は、メモリーカード M C 等から取得した画像データに基づき画像を印刷する、いわゆるダイレクトプリントに対応したインクジェット式カラープリンターである。プリンター 1 0 0 は、プリンター 1 0 0 の各部を制御する C P U 1 1 0 と、R O M や R A M によって構成された内部メモリー 1 2 0 と、ボタンやタッチパネルにより構成された操作部 1 4 0 と、液晶ディスプレイにより構成された表示部 1 5 0 と、印刷機構 1 6 0 と、カードインターフェース (カード I / F) 1 7 0 と、を備えている。プリンター 1 0 0 は、さらに、他の機器 (例えばデジタルスチルカメラやパーソナルコンピュータ) とのデータ通信を行うためのインターフェースを備えていてもよい。プリンター 1 0 0 の各構成要素は、バスを介して双方向通信可能に接続されている。

10

【 0 0 2 2 】

印刷機構 1 6 0 は、印刷データに基づき印刷を行う。カードインターフェース 1 7 0 は、カードスロット 1 7 2 に挿入されたメモリーカード M C との間でデータのやり取りを行うためのインターフェースである。なお、本実施例では、メモリーカード M C に画像データを含む画像ファイルが格納されている。

【 0 0 2 3 】

内部メモリー 1 2 0 には、画像処理部 2 0 0 と、表示処理部 3 1 0 と、印刷処理部 3 2 0 と、が格納されている。画像処理部 2 0 0 は、コンピュータープログラムであり、所定のオペレーティングシステムの下で、C P U 1 1 0 により実行されることで顔特徴位置検出処理をおこなう。顔特徴位置検出処理は、顔画像における所定の特徴部位 (例えば目尻や鼻頭やフェイスライン) の位置を検出する処理である。顔特徴位置検出処理については、後に詳述する。表示処理部 3 1 0 、および、印刷処理部 3 2 0 についても C P U 1 1 0 により実行されることでそれぞれの機能を実現する。

20

【 0 0 2 4 】

画像処理部 2 0 0 は、プログラムモジュールとして、顔領域検出部 2 1 0 と、特徴位置検出部 2 2 0 と、初期位置設定部 2 3 0 と、を含んでいる。初期位置設定部 2 3 0 は、取得部 2 3 2 と、初期位置候補設定部 2 3 4 と、生成部 2 3 6 と、算出部 2 3 8 と、を含んでいる。これら各部の機能については、後述の顔特徴位置検出処理の説明において詳述する。

30

【 0 0 2 5 】

表示処理部 3 1 0 は、表示部 1 5 0 を制御して、表示部 1 5 0 上に処理メニューやメッセージ、画像等を表示させるディスプレイドライバである。印刷処理部 3 2 0 は、画像データから印刷データを生成し、印刷機構 1 6 0 を制御して、印刷データに基づく画像の印刷を実行するためのコンピュータープログラムである。C P U 1 1 0 は、内部メモリー 1 2 0 から、これらのプログラム (画像処理部 2 0 0 、表示処理部 3 1 0 、印刷処理部 3 2 0) を読み出して実行することにより、これら各部の機能を実現する。

【 0 0 2 6 】

内部メモリー 1 2 0 には、また、A A M 情報 A M I および顔学習データ F L D が格納されている。A A M 情報 A M I は、後述の A A M 設定処理によって予め設定される情報であり、後述の顔特徴位置検出処理において参照される。A A M 情報 A M I の内容については、後述の A A M 設定処理の説明において詳述する。顔学習データ F L D は、顔領域検出部 2 1 0 による顔領域 F A の検出に用いられる。顔学習データ F L D の内容については、後述の顔領域 F A の検出処理の説明において詳述する。

40

【 0 0 2 7 】

A 2 . A A M 設定処理 :

図 2 は、第 1 実施例における A A M 設定処理の流れを示すフローチャートである。A A M 設定処理は、A A M (アクティブアピランスモデル (A c t i v e A p p e a r a n c e M o d e l)) と呼ばれる画像のモデル化に用いられる形状モデルおよびテクス

50

チャーモデルを設定する処理である。本実施例において、AAM設定処理は、ユーザによりおこなわれる。

【0028】

はじめに、ユーザは、人物の顔を含んだ複数の画像をサンプル画像SIとして用意する（ステップS110）。図3は、サンプル画像SIの一例を示す説明図である。図3に示すように、サンプル画像SIは、個性、人種・性別、表情（怒り、笑い、困り、驚き等）、向き（正面向き、上向き、下向き、右向き、左向き等）といった種々の属性に関して互いに相違する顔画像が含まれるように用意される。サンプル画像SIがそのように用意されれば、AAMによってあらゆる顔画像を精度良くモデル化することが可能となり、あらゆる顔画像を対象とした精度の良い顔特徴位置検出処理（後述）の実行が可能となる。なお、サンプル画像SIは、学習用画像とも呼ばれる。

10

【0029】

それぞれのサンプル画像SIに含まれる顔画像に、特徴点CPを設定する（ステップS120）。図4は、サンプル画像SIにおける特徴点CPの設定方法の一例を示す説明図である。特徴点CPは、顔画像における所定の特徴部位の位置を示す点である。本実施例では、所定の特徴部位として、人物の顔における眉毛上の所定位置（例えば端点や4分割点等、以下同じ）、目の輪郭上の所定位置、鼻筋および小鼻の輪郭上の所定位置、上下唇の輪郭上の所定位置、顔の輪郭（フェイスライン）上の所定位置といった68箇所の部位が設定されている。すなわち、本実施例では、人物の顔に共通して含まれる顔の器官（眉毛、目、鼻、口）および顔の輪郭における所定位置を、特徴部位として設定する。図4に示すように、特徴点CPは、各サンプル画像SIにおいてオペレーターにより指定された68個の特徴部位を表す位置に設定（配置）される。このように設定された各特徴点CPは各特徴部位に対応しているため、顔画像における特徴点CPの配置は顔の形状を特定していると表現することができる。

20

【0030】

サンプル画像SIにおける特徴点CPの位置は、座標により特定される。図5は、サンプル画像SIに設定された特徴点CPの座標の一例を示す説明図である。図5において、SI(j) (j = 1, 2, 3, ...) は各サンプル画像SIを示しており、CP(k) (k = 0, 1, ..., 67) は各特徴点CPを示している。また、CP(k) - Xは、特徴点CP(k)のX座標を示しており、CP(k) - Yは、特徴点CP(k)のY座標を示している。特徴点CPの座標としては、顔の大きさと顔の傾き（画像面内の傾き）と顔のX方向およびY方向の位置とのそれぞれについて正規化されたサンプル画像SIにおける所定の基準点（例えば画像の左下の点）を原点とした座標が用いられる。また、本実施例では、1つのサンプル画像SIに複数の人物の顔画像が含まれる場合が許容されており（例えばサンプル画像SI(2)には2人の顔画像が含まれている）、1つのサンプル画像SIにおける各人物は人物IDによって特定される。

30

【0031】

つづいて、ユーザは、AAMの形状モデルの設定をおこなう（ステップS130）。具体的には、各サンプル画像SIにおける68個の特徴点CPの座標（X座標およびY座標）により構成される座標ベクトル（図5参照）に対する主成分分析をおこない、特徴点CPの位置により特定される顔の形状sが下記の式(1)によりモデル化する。なお、形状モデルは、特徴点CPの配置モデルとも呼ぶ。

40

【0032】

【数1】

$$s = s_0 + \sum_{i=1}^n p_i s_i \quad \cdots(1)$$

【0033】

上記式(1)において、s₀は平均形状である。図6は、平均形状s₀の一例を示す説明

50

図である。図6(a)および(b)に示すように、平均形状 s_0 は、サンプル画像SIの各特徴点CPについての平均位置(平均座標)により特定される平均的な顔の形状を表すモデルである。なお、本実施例では、平均形状 s_0 において、外周に位置する特徴点CP(フェイスラインおよび眉毛、眉間に対応する特徴点CP、図4参照)を結ぶ直線により囲まれた領域(図6(b)においてハッチングを付して示す)を「平均形状領域BSA」と呼ぶ。平均形状 s_0 においては、図6(a)に示すように、特徴点CPを頂点とする複数の三角形領域TAが、平均形状領域BSAをメッシュ状に分割するように設定される。

【0034】

形状モデルを表す上記式(1)において、 s_i は形状ベクトルであり、 p_i は形状ベクトル s_i の重みを表す形状パラメータである。形状ベクトル s_i は、顔の形状 s の特性を表すベクトルであり、主成分分析により得られる第*i*主成分に対応する固有ベクトルである。上記式(1)に示すように、本実施例における形状モデルでは、特徴点CPの配置を表す顔形状 s が、平均形状 s_0 と*n*個の形状ベクトル s_i の線形結合との和としてモデル化される。形状モデルにおいて形状パラメータ p_i を適切に設定することにより、あらゆる画像における顔の形状 s を再現することが可能である。

10

【0035】

図7は、形状ベクトル s_i および形状パラメータ p_i と、顔の形状 s との関係を例示した説明図である。図7(a)に示すように、顔の形状 s を特定するために、寄与率のより大きい主成分に対応する固有ベクトルから順に、累積寄与率に基づき設定された個数*n*(図7では*n*=4)の固有ベクトルが、形状ベクトル s_i として採用される。形状ベクトル s_i のそれぞれは、図7(a)の矢印に示すように、各特徴点CPの移動方向・移動量と対応している。本実施例では、最も寄与率の大きい第1主成分に対応する第1形状ベクトル s_1 は顔の左右振りにほぼ相関するベクトルとなっており、形状パラメータ p_1 を大小することにより、図7(b)に示すように、顔の形状 s の横方向の顔向きが変化する。2番目に寄与率の大きい第2主成分に対応する第2形状ベクトル s_2 は顔の上下振りにほぼ相関するベクトルとなっており、形状パラメータ p_2 を大小することにより、図7(c)に示すように、顔の形状 s の縦方向の顔向きが変化する。また、3番目に寄与率の大きい第3主成分に対応する第3形状ベクトル s_3 は顔の形状の縦横比にほぼ相関するベクトルとなっており、4番目に寄与率の大きい第4主成分に対応する第4形状ベクトル s_4 は口の開きの程度にほぼ相関するベクトルとなっている。このように、形状パラメータの値は、顔の表情や、顔向きなど顔画像の特徴を表す。

20

30

【0036】

なお、形状モデル設定ステップ(ステップS130)において設定された平均形状 s_0 および形状ベクトル s_i は、AAM情報AMI(図1)として内部メモリー120に格納される。

【0037】

つづいて、AAMのテクスチャモデルの設定をおこなう(ステップS140)。具体的には、まず、各サンプル画像SIに対して、サンプル画像SIにおける特徴点CPの設定位置が平均形状 s_0 における特徴点CPの設定位置と等しくなるように、画像変換(以下、「ワープW」とも呼ぶ)を行う。

40

【0038】

図8は、サンプル画像SIのワープWの方法の一例を示す説明図である。各サンプル画像SIにおいては、平均形状 s_0 と同様に、外周に位置する特徴点CPにより囲まれた領域をメッシュ状に分割する複数の三角形領域TAが設定される。ワープWは、複数の三角形領域TAのそれぞれについてのアフィン変換の集合である。すなわち、ワープWにおいては、サンプル画像SIにおけるある三角形領域TAの画像は、平均形状 s_0 における対応する三角形領域TAの画像へとアフィン変換される。ワープWにより、特徴点CPの設定位置が平均形状 s_0 における特徴点CPの設定位置と等しいサンプル画像SI(以下「サンプル画像SI_w」を表す)が生成される。

【0039】

50

なお、各サンプル画像 $S I w$ は、平均形状領域 $B S A$ (図 8 においてハッチングを付して示す) を内包する矩形枠を外周とし、平均形状領域 $B S A$ 以外の領域 (以下「マスク領域 $M A$ 」とも呼ぶ) がマスクされた画像として生成される。平均形状領域 $B S A$ とマスク領域 $M A$ とを併せた画像領域を基準領域 $B A$ と呼ぶ。また、各サンプル画像 $S I w$ は、例えば 56 画素 \times 56 画素のサイズの画像として正規化される。

【 0 0 4 0 】

次に、各サンプル画像 $S I w$ の画素群 x のそれぞれにおける輝度値により構成される輝度値ベクトルに対する主成分分析が行われ、顔のテクスチャー (「見え」とも呼ぶ) $A(x)$ が下記の式 (2) によりモデル化される。なお、画素群 x は、平均形状領域 $B S A$ に位置する画素の集合である。

【 0 0 4 1 】

【数 2】

$$A(x) = A_0(x) + \sum_{i=1}^m \lambda_i A_i(x) \quad \cdots(2)$$

【 0 0 4 2 】

上記式 (2) において、 $A_0(x)$ は平均顔画像である。図 9 は、平均顔画像 $A_0(x)$ の一例を示す説明図である。平均顔画像 $A_0(x)$ は、ワーブ W の後のサンプル画像 $S I w$ (図 8 参照) の平均の顔が表された画像である。すなわち、平均顔画像 $A_0(x)$ は、サンプル画像 $S I w$ の平均形状領域 $B S A$ 内の画素群 x の画素値 (輝度値) の平均をとることにより算出される画像である。従って、平均顔画像 $A_0(x)$ は、平均的な顔の形状における平均的な顔のテクスチャー (見え) を表すモデルである。なお、平均顔画像 $A_0(x)$ は、サンプル画像 $S I w$ と同様に、平均形状領域 $B S A$ とマスク領域 $M A$ とで構成され、例えば 56 画素 \times 56 画素のサイズの画像として算出される。

【 0 0 4 3 】

テクスチャーモデルを表す上記式 (2) において、 $A_i(x)$ はテクスチャーベクトルであり、 λ_i はテクスチャーベクトル $A_i(x)$ の重みを表すテクスチャーパラメーターである。テクスチャーベクトル $A_i(x)$ は、顔のテクスチャー $A(x)$ の特性を表すベクトルであり、具体的には、主成分分析により得られる第 i 主成分に対応する固有ベクトルである。すなわち、寄与率のより大きい主成分に対応する固有ベクトルから順に、累積寄与率に基づき設定された個数 m の固有ベクトルが、テクスチャーベクトル $A_i(x)$ として採用される。本実施例では、最も寄与率の大きい第 1 主成分に対応する第 1 テクスチャーベクトル $A_1(x)$ は、顔色の変化 (性別の差とも捉えられる) にほぼ相関するベクトルとなっている。

【 0 0 4 4 】

上記式 (2) に示すように、本実施例におけるテクスチャーモデルでは、顔の見えを表す顔のテクスチャー $A(x)$ が、平均顔画像 $A_0(x)$ と m 個のテクスチャーベクトル $A_i(x)$ の線形結合との和としてモデル化される。テクスチャーモデルにおいてテクスチャーパラメーター λ_i を適切に設定することにより、あらゆる画像における顔のテクスチャー $A(x)$ を再現することが可能である。なお、テクスチャーモデル設定ステップ (図 2 のステップ $S 1 4 0$) において設定された平均顔画像 $A_0(x)$ およびテクスチャーベクトル $A_i(x)$ は、 $A A M$ 情報 $A M I$ (図 1) として内部メモリー $1 2 0$ に格納される。

【 0 0 4 5 】

以上説明した $A A M$ 設定処理 (図 2) により、顔の形状をモデル化する形状モデルと、顔のテクスチャーをモデル化するテクスチャーモデルが設定される。設定された形状モデルとテクスチャーモデルとを組み合わせることにより、すなわち合成されたテクスチャー $A(x)$ に対して平均形状 s_0 から形状 s への変換 (図 8 に示したワーブ W の逆変換) を行うことにより、あらゆる顔画像の形状およびテクスチャーを再現することが可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

A 3 . 顔特徴位置検出処理 :

図 1 0 は、第 1 実施例における顔特徴位置検出処理の流れを示すフローチャートである。本実施例における顔特徴位置検出処理は、A A Mを利用して、注目画像に含まれる顔画像における特徴点 C P の配置を決定することにより、顔画像における特徴部位の位置を検出する処理である。上述したように、本実施例では、A A M設定処理(図 2)において、人物の顔の器官(眉毛、目、鼻、口)および顔の輪郭における計 6 8 箇所の所定位置が、特徴部位として設定されている(図 4 参照)。そのため、本実施例の顔特徴位置検出処理では、人物の顔の器官および顔の輪郭における所定位置を表す 6 8 個の特徴点 C P の位置を特定することで特徴部位の位置の検出をおこなう。

10

【 0 0 4 7 】

なお、顔特徴位置検出処理によって顔画像における特徴点 C P の配置が決定されると、顔画像についての形状パラメータ p_i や、テクスチャパラメータ t_i の値が特定される。従って、顔特徴位置検出処理の処理結果は、特定の表情(例えば笑顔や目を閉じた顔)の顔画像を検出するための表情判定や、特定の向き(例えば右向きや下向き)の顔画像を検出するための顔向き判定、顔の形状を変形する顔変形、顔の陰影補正等に利用可能である。

【 0 0 4 8 】

はじめに、画像処理部 2 0 0 (図 1) は、顔特徴位置検出処理の対象となる注目画像を表す画像データを取得する(ステップ S 2 1 0)。本実施例のプリンター 1 0 0 では、カードスロット 1 7 2 にメモリーカード M C が挿入されると、メモリーカード M C に格納された画像ファイルのサムネイル画像が表示部 1 5 0 に表示される。処理の対象となる 1 つまたは複数の画像は、操作部 1 4 0 を介してユーザにより選択される。画像処理部 2 0 0 は、選択された 1 つまたは複数の画像に対応する画像データを含む画像ファイルをメモリーカード M C より取得して内部メモリー 1 2 0 の所定の領域に格納する。なお、取得された画像データを注目画像データと呼び、注目画像データにより表される画像を注目画像 O I と呼ぶものとする。

20

【 0 0 4 9 】

顔領域検出部 2 1 0 (図 1) は、注目画像 O I に含まれる顔画像の少なくとも一部を含む画像領域を顔領域 F A として検出する(ステップ S 2 2 0)。図 1 1 は、顔領域 F A の検出処理の流れを示すフローチャートである。図 1 2 は、注目画像 O I における顔領域 F A の検出を説明するための説明図である。図 1 2 に示すように、顔領域検出部 2 1 0 は、予め規定された種々のサイズの正方形形状を有する複数のウィンドウ S W のうちの 1 つを注目画像 O I に設定する(ステップ S 3 0 0)。具体的には、顔領域検出部 2 1 0 は、まず、初期値として設定されているサイズのウィンドウ S W を、初期位置として設定されている注目画像 O I 上の位置に設定する。

30

【 0 0 5 0 】

顔領域検出部 2 1 0 は、ウィンドウ S W により規定される画像領域から顔判定に用いるための評価値 T v を算出する(ステップ S 3 1 0)。ここで、顔判定とは、ウィンドウ S W により規定される画像領域が顔の画像に対応する顔領域であるか否かの判定をいう。なお、本実施例では、顔判定は予め設定された特定顔傾き毎に実行される。すなわち、特定顔傾き毎に、ウィンドウ S W により規定される画像領域が当該特定顔傾き分だけ傾いた顔の画像に対応する画像領域であるか否かの判定が行われる。そのため、評価値 T v も特定顔傾き毎に算出される。ここで、特定顔傾きとは、後述する図 1 6 の下段に示すように、画像面内(インプレーン)における顔の画像の回転角度を意味している。本実施例では、特定顔傾きとして、画像の上下方向に沿って顔の画像が位置している状態(頭が上方向を向き顎が下方向を向いた状態)を基準(特定顔傾き = 0 度)とし、顔の画像の傾きを時計回りに 3 0 度ずつ増加させた計 1 2 個の傾き(0 度、3 0 度、6 0 度、・・・、3 3 0 度)が設定されている。

40

【 0 0 5 1 】

50

評価値 T_v の算出方法については特に限定はないが、本実施例では、評価値 T_v の算出に N 個のフィルタ（フィルタ 1 ~ フィルタ N ）が用いられる。図 1 3 は、評価値 T_v の算出に用いられるフィルタを説明するための説明図である。各フィルタ（フィルタ 1 ~ フィルタ N ）の外形はウィンドウ SW と同じアスペクト比を有しており（すなわち正方形形状であり）、各フィルタにはプラス領域 p_a とマイナス領域 m_a とが設定されている。顔領域検出部 210 は、ウィンドウ SW により規定される画像領域にフィルタ X （ $X = 1, 2, \dots, N$ ）を順に適用し、それぞれから評価値 T_v の基礎となる基礎評価値 v_X （ v_1, v_2, \dots, v_N ）を算出する。具体的には、基礎評価値 v_X は、フィルタ X のプラス領域 p_a に対応する画像領域に含まれる画素の輝度値の合計から、マイナス領域 m_a に対応する画像領域に含まれる画素の輝度値の合計を差し引いた値である。

10

【0052】

顔領域検出部 210 は、算出した基礎評価値 v_X と、各基礎評価値 v_X （ v_1, v_2, \dots, v_N ）に対応して設定された閾値 th_X （ th_1, th_2, \dots, th_N ）とをそれぞれ比較する。本実施例では、顔領域検出部 210 は、基礎評価値 v_X が閾値 th_X 以上となるフィルタ X では、ウィンドウ SW により規定される画像領域が顔の画像に対応する画像領域であると判定し、フィルタ X の出力値として値「1」を設定する。一方、基礎評価値 v_X が閾値 th_X より小さいフィルタ X では、ウィンドウ SW により規定される画像領域が顔の画像に対応するとは考えられない画像領域であると判定し、フィルタ X の出力値として値「0」を設定する。各フィルタ X には重み係数 We_X （ We_1, We_2, \dots, We_N ）が設定されており、すべてのフィルタ X についての出力値と重み係数 We_X との積の合計を評価値 T_v とする。なお、顔判定に用いられるフィルタ X の態様や閾値 th_X 、重み係数 We_X 、後述の閾値 TH は、上記 1 2 個の特定顔傾きのそれぞれについて予め設定されており、顔学習データ FLD （図 1）として内部メモリ 120 に格納されている。

20

【0053】

顔領域検出部 210 は、算出された評価値 T_v と閾値 TH とを比較する（ステップ S_320 ）。顔領域検出部 210 は、ある特定顔傾きについて評価値 T_v が閾値 TH 以上である場合には（ステップ S_320 : YES）、ウィンドウ SW により規定される画像領域は当該特定顔傾き分だけ傾いた顔の画像に対応する画像領域であるとして、ウィンドウ SW により規定される画像領域の位置、すなわち現在設定されているウィンドウ SW の座標と、当該特定顔傾きと、を記憶する（ステップ S_330 ）。一方、いずれの特定顔傾きについても評価値 T_v が閾値 TH より小さい場合には、ステップ S_330 の処理はスキップされる。

30

【0054】

図 1 4 は、ウィンドウ SW を移動させた状態を例示した説明図である。顔領域検出部 210 は、現在設定しているサイズのウィンドウ SW により注目画像 O_I 全体をスキャンしたか否かを判定する（ステップ S_340 ）。まだ注目画像 O_I の全体をスキャンしていない場合は（ステップ S_340 : NO）、図 1 4 に示すように、ウィンドウ SW を所定の方に所定の移動量だけ移動させる（ステップ S_350 ）。本実施例では、顔領域検出部 210 は、ウィンドウ SW がウィンドウ SW の水平方向の大きさの 2 割分の移動量で右方向に移動させるものとしている。また、ウィンドウ SW をさらに右方向に移動させることができない位置に配置した場合には、ウィンドウ SW を注目画像 O_I の左端まで戻すと共に、ウィンドウ SW の垂直方向の大きさの 2 割分の移動量で下方方向に移動させるものとしている。ウィンドウ SW をさらに下方方向に移動させることができない位置に配置した場合には、注目画像 O_I の全体をスキャンしたことになる。顔領域検出部 210 は、ウィンドウ SW を移動させた後には、移動後のウィンドウ SW について、上述のステップ S_310 以降の処理を実行する。

40

【0055】

顔領域検出部 210 は、現在設定しているサイズのウィンドウ SW により注目画像 O_I の全体をスキャンしたと判定すると（ステップ S_340 : YES）、設定（用意）された

50

すべてのサイズのウィンドウSWにより注目画像OIをスキャンしたか否かを判定する（ステップS360）。顔領域検出部210は、使用していないウィンドウSWのサイズがある場合には（ステップS360：NO）、スキャンに用いるウィンドウSWのサイズを現在設定されているサイズの次に小さいサイズに変更する（ステップS370）。すなわち、本実施例では、顔領域検出部210は、最初に最大サイズのウィンドウSWによりスキャンをおこない、その後、順に小さいサイズのウィンドウSWを使用する。顔領域検出部210は、ウィンドウSWのサイズを変更した後は、変更後のサイズのウィンドウSWについて、上述のステップS300以降の処理を実行する。

【0056】

顔領域検出部210は、すべてのサイズのウィンドウSWによりスキャンを実施すると（ステップS360：YES）、顔領域設定処理を実行する（ステップS380）。顔領域検出部210は、評価値Tvが閾値TH以上であると判定して記憶したウィンドウSWの座標と特定顔傾きとに基づき、顔の画像に対応する画像領域としての顔領域FAを設定する。具体的には、特定顔傾きが0度である場合には、ウィンドウSWにより規定される画像領域が、そのまま顔領域FAとして設定される。一方、特定顔傾きが0度以外である場合には、ウィンドウSWにより規定される画像領域を所定の点（例えばウィンドウSWの重心）を中心として時計回りに特定顔傾き分だけ回転させた画像領域が顔領域FAとして設定される。

【0057】

顔領域検出部210は、ウィンドウSWにより規定される画像領域が顔の画像に対応する画像領域であると判定したウィンドウSWが複数存在する場合には、各ウィンドウSWにおける所定の点（例えばウィンドウSWの重心）の座標の平均の座標を重心とし、各ウィンドウSWのサイズの平均のサイズを有する1つの新たなウィンドウを顔領域FAとして検出する。図15は、顔の画像に対応する画像領域であると判定された複数のウィンドウSWを例示した説明図である。図15(a)に示すように、例えば、互いに一部が重複する4つのウィンドウSW（SW1～SW4）により規定される画像領域が顔画像に対応する画像領域であると判定した場合には、図15(b)に示すように、4つのウィンドウSWのそれぞれの重心の座標の平均の座標を重心とし、4つのウィンドウSWのそれぞれのサイズの平均のサイズを有する1つのウィンドウを顔領域FAとして設定する。

【0058】

顔領域FAを設定した後、顔領域検出部210は、顔領域信頼度を算出する（ステップS390）。顔領域信頼度は、顔領域FAの検出過程に基づき算出される指標であって、検出された顔領域FAが真に顔の画像に対応する画像領域であることの確からしさを表す指標である。顔領域FAの検出処理では、顔の画像に対応しない画像領域、すなわち、顔の画像をまったく含まない画像領域や顔の画像の一部を含むが、顔の画像に真に対応する画像領域ではない画像領域が、誤って顔領域FAとして検出される可能性がある。顔領域信頼度は、顔領域FAの検出が、誤検出ではなく正しい検出であることの確からしさを表している。

【0059】

本実施例では、重複ウィンドウ数を最大重複ウィンドウ数で除した値を顔領域信頼度として用いている。ここで、重複ウィンドウ数は、顔領域FAを設定する際に参照したウィンドウSWの数、すなわち、ウィンドウSWにより規定される画像領域が顔の画像に対応する画像領域であると判定されたウィンドウSWの数である。例えば、図15(b)に示した顔領域FAの設定の際には、図15(a)に示した4つのウィンドウSW（SW1～SW4）が参照されているため、重複ウィンドウ数は4となる。また、最大重複ウィンドウ数は、顔領域FAの検出の際に、注目画像OI上に配置されたすべてのウィンドウSWの内、少なくとも一部が顔領域FAに重複するウィンドウSWの数である。最大重複ウィンドウ数は、ウィンドウSWの移動ピッチやサイズ変更のピッチにより一義的に定まる。重複ウィンドウ数と最大重複ウィンドウ数はいずれも顔領域FAの検出過程において算出することができる。

10

20

30

40

50

【0060】

検出された顔領域FAが真に顔の画像に対応する画像領域である場合には、位置およびサイズが互いに近似する複数のウィンドウSWについて、ウィンドウSWにより規定される画像領域が顔の画像に対応する顔領域であると判定される可能性が高い。一方、検出された顔領域FAが顔の画像に対応する画像領域ではなく誤検出である場合には、あるウィンドウSWについてはウィンドウSWにより規定される画像領域が顔の画像に対応する顔領域であると判定されたとしても、当該ウィンドウSWに位置およびサイズが近似する別のウィンドウSWについてはウィンドウSWにより規定される画像領域が顔の画像に対応する顔領域ではないと判定される可能性が高い。そのため、本実施例では、重複ウィンドウ数を最大重複ウィンドウ数で除した値を顔領域信頼度として用いている。上記により顔領域FAの検出処理は終了する。

10

【0061】

ここで、顔判定に用いられるフィルタXの態様や閾値 t_{hX} 、重み係数 W_{eX} 、後述の閾値THを含む顔学習データFLDについて説明する。顔学習データFLDは、サンプル画像を用いた学習によって設定される。図16は、学習に用いられるサンプル画像の一例を示す説明図である。学習には、顔の画像に対応した画像であることが予めわかっている複数の顔サンプル画像によって構成された顔サンプル画像群と、顔の画像に対応した画像ではないことが予めわかっている複数の非顔サンプル画像によって構成された非顔サンプル画像群と、が用いられる。学習による顔学習データFLDの設定は特定顔傾き毎に実行されるため、図16に示すように、顔サンプル画像群は、12個の特定顔傾きのそれぞれに対応したものが準備される。各特定顔傾きに対応した顔サンプル画像群は、画像サイズに対する顔の画像の大きさの比が所定の値の範囲内であると共に顔の画像の傾きが特定顔傾きに等しい複数の基本顔サンプル画像と、基本顔サンプル画像を例えば1.2倍から0.8倍までの範囲の所定の倍率で拡大および縮小した画像（例えば図16における画像FIaおよびFIb）や、基本顔サンプル画像を時計回りおよび反時計回りに例えば15度の範囲で所定の角度だけ回転させた画像（例えば図16における画像FIcおよびFI d）を含む。サンプル画像を用いた学習は、例えばニューラルネットワークを用いた方法や、ブースティング（例えばアダブースティング）を用いた方法、サポートベクターマシンを用いた方法等により実行される。例えば学習がニューラルネットワークを用いた方法により実行される場合には、各フィルタX（フィルタ1～フィルタN）について、ある特定顔傾きに対応した顔サンプル画像群と非顔サンプル画像群とに含まれるすべてのサンプル画像を用いて基礎評価値 v_X （ $v_1 \sim v_N$ ）が算出され、所定の顔検出率を達成する閾値 t_{hX} （ $t_{h1} \sim t_{hN}$ ）が設定される。また、各フィルタXに設定された重み係数 W_{eX} （ $W_{e1} \sim W_{eN}$ ）の初期値が設定され、顔サンプル画像群および非顔サンプル画像群の中から選択された1つのサンプル画像についての評価値 T_v が算出される。学習においては、算出された評価値 T_v により、後述する顔判定をおこなった場合の結果の正誤に基づき、各フィルタXに設定された重み係数 W_{eX} の値が修正される。上記処理が特定顔傾き毎に実行されることにより、特定顔傾き毎の顔学習データFLDが設定される。

20

30

【0062】

顔領域FAの検出処理の後、初期位置設定部230（図1）は、注目画像OIに対する特徴点CPの初期位置を設定する（ステップS230）。図17は、第1実施例における特徴点CPの初期位置設定処理の流れを示すフローチャートである。はじめに、初期位置設定部230の取得部232は、顔領域検出情報を取得する（ステップS400）。顔領域検出情報とは、顔領域検出部210による顔領域FAの検出に関連する情報をいう。例えば、予め設定されている特定顔傾きの設定数（12個）、設定角度（0度、30度、60度、・・・、330度）、設定間隔（30度）や、顔領域FAの検出処理の統計的なデータに基づく顔領域FAにおける顔画像の位置の傾向などのほか、顔領域FAの検出処理において、顔領域検出部210が注目画像OIから顔領域FAを検出した際に特定される情報も含まれる。具体的には、検出した顔領域FAの特定顔傾きや、顔領域信頼度などである。本実施例では、顔領域検出情報として、特定顔傾きの設定間隔と、検出した顔領域

40

50

F A の特定顔傾きと、顔領域信頼度を用いた例について説明する。取得部 2 3 2 は、顔領域 F A の検出処理が実行されると、検出された顔領域 F A についての特定顔傾きと、顔領域信頼度を取得する。

【 0 0 6 3 】

初期位置候補設定部 2 3 4 は、顔領域検出情報に基づいて、特徴点 C P を注目画像 O I 上の仮設定位置に設定する（ステップ S 4 1 0）。ここでは、特定顔傾きの設定間隔が 3 0 度、検出した顔領域 F A の特定顔傾きが 0 度、顔領域信頼度が所定値以上である場合を例にして具体的に説明する。初期位置候補設定部 2 3 4 は、顔領域 F A に対する顔画像の大きさ、傾き、位置（上下方向の位置および左右方向の位置）を表すグローバルパラメータの値を種々変更することにより、特徴点 C P を注目画像 O I 上に設定する。仮設定位置は、特許請求の範囲における「初期位置の候補」に該当する。

10

【 0 0 6 4 】

図 1 8 は、グローバルパラメータの値を変更することによる特徴点 C P の仮設定位置を例示した説明図である。図 1 8 (a) および図 1 8 (b) には、注目画像 O I における特徴点 C P と、特徴点 C P をつないで形成されるメッシュが示されている。初期位置候補設定部 2 3 4 は、図 1 8 (a) および図 1 8 (b) の中央に示すように、顔領域 F A の中央部に平均形状 s_0 が形成されるような特徴点 C P の仮設定位置（以下、「基準仮設定位置」とも呼ぶ）を設定する。

【 0 0 6 5 】

初期位置候補設定部 2 3 4 は、また、基準仮設定位置に対して、グローバルパラメータの値を種々変更させた複数の仮設定位置を設定する。グローバルパラメータ（大きさ、傾き、上下方向の位置および左右方向の位置）を変更することは、注目画像 O I において特徴点 C P により形成されるメッシュが拡大・縮小、傾きを変更、並行移動することに相当する。従って、初期位置候補設定部 2 3 4 は、図 1 8 (a) に示すように、基準仮設定位置のメッシュを所定倍率で拡大または縮小したメッシュを形成するような仮設定位置（基準仮設定位置の図の下および上に示す）や、所定角度だけ時計回りまたは半時計回りに傾きを変更したメッシュを形成するような仮設定位置（基準仮設定位置の図の右および左に示す）を設定する。また、初期位置候補設定部 2 3 4 は、基準仮設定位置のメッシュに対して、拡大・縮小および傾きの変更を組み合わせた変換を行ったメッシュを形成するような仮設定位置（基準仮設定位置の図の左上、左下、右上、右下に示す）も設定する。

20

30

【 0 0 6 6 】

また、図 1 8 (b) に示すように、初期位置候補設定部 2 3 4 は、基準仮設定位置のメッシュを所定量だけ上または下に並行移動したメッシュを形成するような仮設定位置（基準仮設定位置の図の上および下に示す）や、左または右に並行移動したメッシュを形成するような仮設定位置（基準仮設定位置の図の左および右に示す）を設定する。また、初期位置候補設定部 2 3 4 は、基準仮設定位置のメッシュに対して、上下および左右の並行移動を組み合わせた変換を行ったメッシュを形成するような仮設定位置（基準仮設定位置の図の左上、左下、右上、右下に示す）も設定する。

【 0 0 6 7 】

ここで、検出した顔領域 F A の特定顔傾きが 0 度、特定顔傾きの設定間隔が 3 0 度である場合、メッシュの回転角度は、- 1 5 度から 1 5 度までの範囲に設定される。すなわち、初期位置候補設定部 2 3 4 は、特定顔傾きの設定角度（0 度、3 0 度、6 0 度、・・・、3 3 0 度）のうち、検出した顔領域 F A の特定顔傾き（0 度）と隣接する設定角度（- 3 0 度および 3 0 度）との一方の中間値（- 1 5 度）から他方の中間値（1 5 度）までの範囲を、メッシュの回転角度の範囲として設定する。

40

【 0 0 6 8 】

図 1 9 は、顔領域 F A の特定顔傾きが 3 0 度の場合における特徴点 C P の仮設定位置を例示した説明図である。図 1 9 に示すように、検出した顔領域 F A の特定顔傾きが 3 0 度、特定顔傾きの設定間隔が 3 0 度である場合、メッシュの回転角度は、1 5 度から 4 5 度までの範囲に設定される。すなわち、初期位置候補設定部 2 3 4 は、特定顔傾きの設定角

50

度（0度、30度、60度、・・・、330度）のうち、検出した顔領域FAの特定顔傾き（30度）と隣接する設定角度（0度および60度）との一方の中間値（15度）から他方の中間値（45度）までの範囲を、メッシュの回転角度の範囲として設定する。いいかえれば、初期位置候補設定部234は、予め設定されている特定傾きが0度の場合における仮設定位置に対して、検出された顔領域FAの特定傾きの角度分それぞれ傾けて設定する。

【0069】

初期位置候補設定部234は、図18(a)に示す基準仮設定位置以外の8つの仮設定位置のそれぞれにおけるメッシュに対して図18(b)に示す上下左右の並行移動が実行される仮設定位置も設定する。従って、本実施例では、4つのグローバルパラメータ（大きさ、傾き、上下方向の位置、左右方向の位置）をそれぞれ既知の3段階の値として組み合わせにより設定される80通り（ $= 3 \times 3 \times 3 \times 3 - 1$ ）の仮設定位置と、基準仮設定位置の合計81通りの仮設定位置が設定される。

10

【0070】

初期位置候補設定部234は、顔領域信頼度が閾値以上の場合、上述のとおり81通りの仮設定位置を設定するが、顔領域信頼度が閾値より小さい場合には、顔領域信頼度が閾値以上の場合より多くの仮設定位置を設定する。具体的には、上述では、メッシュの回転および拡大・縮小、メッシュの上下移動および左右移動、についてそれぞれ3段階に変化させて仮設定位置が設定されているが、初期位置候補設定部234は、顔領域信頼度と閾値との比較結果に基づいて、設定する仮設定位置のそれぞれの変化（回転、拡大・縮小、上下移動、左右移動）の段階数を決定する。図20は、仮設定位置の変化の段階数を説明するための説明図である。初期位置候補設定部234は、顔領域信頼度が閾値以上である場合には、図18に示すように、メッシュの回転および拡大・縮小、メッシュの上下移動および左右移動のそれぞれについて3段階に変化させて仮設定位置を設定する。一方、初期位置候補設定部234は、顔領域信頼度が閾値より小さい場合には、図20に一例を示すように、メッシュの回転および拡大・縮小、メッシュの上下移動および左右移動のそれぞれについて5段階に変化させて仮設定位置を設定する。

20

【0071】

メッシュを設定する範囲は、3段階の場合と5段階の場合で同一の範囲であってもよいし異なる範囲であってもよい。すなわち、図20に示すように、5段階の場合であっても図18に示す3段階の場合と同一の範囲（-15度～15度）であり、メッシュの回転角度が-15度、0度、15度の3段階であったものを、-15度、-7.5度、0度、7.5度、15度の5段階に細分化して設定してもよいし、メッシュの回転角度を-30度、-15度、0度、15度、30度の5段階として3段階の場合に比べ広い範囲に設定してもよい。また、メッシュの回転および拡大・縮小、メッシュの上下移動および左右移動のすべてを5段階に設定する必要はなく、一部を5段階とし、ほかを3段階として設定してもよい。

30

【0072】

生成部236は、設定された各仮設定位置に対応する平均形状画像 $I(W(x; p))$ を生成する（ステップS420）。図21は、平均形状画像 $I(W(x; p))$ の一例を示す説明図である。平均形状画像 $I(W(x; p))$ は、入力画像における特徴点CPの配置が平均形状 s_0 における特徴点CPの配置と等しくなるような変換によって算出される。

40

【0073】

平均形状画像 $I(W(x; p))$ を算出するための変換は、AAM設定処理において、サンプル画像SIW算出のための変換と同様に、三角形領域TA毎のアフィン変換の集合であるワープWにより行われる。具体的には、注目画像OIに配置された特徴点CPによって、外周に位置する特徴点CP（フェイスラインおよび眉毛、眉間に対応する特徴点CP）を結ぶ直線により囲まれた領域である平均形状領域BSAが特定され、注目画像OIにおける平均形状領域BSAに対して三角形領域TA毎のアフィン変換が行われることに

50

より、平均形状画像 $I(W(x; p))$ が算出される。本実施例では、平均形状画像 $I(W(x; p))$ は、平均顔画像 $A_0(x)$ と同様に平均形状領域 $B S A$ およびマスク領域 $M A$ により構成され、平均顔画像 $A_0(x)$ と同サイズの画像として算出される。

【0074】

ここで、平均形状 s_0 における平均形状領域 $B S A$ に位置する画素の集合を画素群 x と表す。また、ワーブ W 実行後の画像（平均形状 s_0 を有する顔画像）における画素群 x に対応するワーブ W 実行前の画像（注目画像 $O I$ の平均形状領域 $B S A$ ）における画素群を $W(x; p)$ と表す。平均形状画像は、注目画像 $O I$ の平均形状領域 $B S A$ における画素群 $W(x; p)$ のそれぞれにおける輝度値により構成される画像であるため、 $I(W(x; p))$ と表される。図 21 には、図 18 (a) に示した 9 個の仮設定位置に対応する 9 個の平均形状画像 $I(W(x; p))$ を示している。

10

【0075】

算出部 238 は、各仮設定位置に対応する平均形状画像 $I(W(x; p))$ と平均顔画像 $A_0(x)$ との差分画像 $I e$ を算出する（ステップ S 430）。差分画像 $I e$ は、平均形状画像 $I(W(x; p))$ と平均顔画像 $A_0(x)$ の各画素値の差であり、本実施例では差分値とも呼ぶ。差分画像 $I e$ は、特徴点 $C P$ の設定位置が、特徴部位の位置と一致している場合には表れないため、特徴点 $C P$ の設定位置と、特徴部位の位置と差異を表している。本実施例では、特徴点 $C P$ の仮設定位置は 81 種類設定されているため、算出部 238 は、81 個の差分画像 $I e$ を算出することとなる。

【0076】

初期位置設定部 230 は、各差分画像 $I e$ の画素値からノルムを算出し、ノルムの値が最も小さい差分画像 $I e$ に対応する仮設置位置（以下「ノルム最小仮設定位置」とも呼ぶ）を、注目画像 $O I$ における特徴点 $C P$ の初期位置として設定する（ステップ S 440）。本実施例において、ノルムを算出するための画素値は輝度値であってもよいし $R G B$ 値であってもよい。以上により特徴点 $C P$ 初期位置設定処理が完了する。

20

【0077】

特徴点 $C P$ 初期位置設定処理が完了すると、特徴位置検出部 220 は、注目画像 $O I$ における特徴点 $C P$ の設定位置の補正を行う（ステップ S 240）。図 22 は、第 1 実施例における特徴点 $C P$ 設定位置補正処理の流れを示すフローチャートである。

【0078】

特徴位置検出部 220 は、注目画像 $O I$ から平均形状画像 $I(W(x; p))$ を算出する（ステップ S 510）。平均形状画像 $I(W(x; p))$ の算出方法は、特徴点 $C P$ 初期位置設定処理におけるステップ S 420 と同様である。

30

【0079】

特徴位置検出部 220 は、平均形状画像 $I(W(x; p))$ と平均顔画像 $A_0(x)$ との差分画像 $I e$ を算出する（ステップ S 520）。特徴位置検出部 220 は、差分画像 $I e$ に基づき、特徴点 $C P$ の設定位置補正処理が収束したか否かを判定する（ステップ S 530）。特徴位置検出部 220 は、差分画像 $I e$ のノルムを算出し、ノルムの値が予め設定された閾値より小さい場合には収束したと判定し、ノルムの値が閾値以上の場合には未だ収束していないと判定する。

40

【0080】

なお、特徴位置検出部 220 は、算出された差分画像 $I e$ のノルムの値が前回のステップ S 520 において算出された値よりも小さい場合には収束したと判定し、前回値以上である場合には未だ収束していないと判定するものとしてもよい。あるいは、特徴位置検出部 220 は、閾値による判定と前回値との比較による判定とを組み合わせる収束判定を行うものとしてもよい。例えば、特徴位置検出部 220 は、算出されたノルムの値が、閾値より小さく、かつ、前回値より小さい場合にのみ収束したと判定し、それ以外の場合には未だ収束していないと判定するものとしてもよい。

【0081】

上記のステップ S 530 の収束判定において未だ収束していないと判定された場合には

50

、補正部 2 2 2 は、パラメータ更新量 P を算出する（ステップ S 5 4 0）。パラメータ更新量 P は、4 個のグローバルパラメータ（全体としての大きさ、傾き、X 方向位置、Y 方向位置）、および、A A M 設定処理により算出される n 個の形状パラメータ p_i （式（1）参照）の値の変更量を意味している。なお、特徴点 C P を初期位置に設定した直後においては、グローバルパラメータは、特徴点 C P 初期位置設定処理において決定された値が設定されている。また、このときの特徴点 C P の初期位置と平均形状 s_0 の特徴点 C P の設定位置との相違は、全体としての大きさ、傾き、位置の相違に限られるため、形状モデルにおける形状パラメータ p_i の値はすべてゼロである。

【 0 0 8 2 】

パラメータ更新量 P は、下記の式（3）により算出される。すなわち、パラメータ更新量 P は、アップデートマトリックス R と差分画像 $I e$ との積である。

10

【 0 0 8 3 】

【数 3】

$$\Delta P = R \times I e \quad \dots(3)$$

【 0 0 8 4 】

式（3）におけるアップデートマトリックス R は、差分画像 $I e$ に基づきパラメータ更新量 P を算出するために予め学習により設定された M 行 N 列のマトリックスであり、A A M 情報 A M I（図 1）として内部メモリ 1 2 0 に格納されている。本実施例では、アップデートマトリックス R の行数 M は、グローバルパラメータの数（4 個）と、形状パラメータ p_i の数（ n 個）との和（ $(4 + n)$ 個）に等しく、列数 N は、平均顔画像 $A_0(x)$ の平均形状領域 B S A 内の画素数（5 6 画素 \times 5 6 画素 - マスク領域 M A の画素数）に等しい。アップデートマトリックス R は、下記の式（4）および（5）により算出される。

20

【 0 0 8 5 】

【数 4】

$$R = H^{-1} \sum \left[\nabla_{A_0} \frac{\partial W}{\partial P} \right]^T \quad \dots(4)$$

30

【数 5】

$$H = \sum \left[\nabla_{A_0} \frac{\partial W}{\partial P} \right]^T \left[\nabla_{A_0} \frac{\partial W}{\partial P} \right] \quad \dots(5)$$

【 0 0 8 6 】

補正部 2 2 2 は、算出されたパラメータ更新量 P に基づきパラメータ（4 個のグローバルパラメータおよび n 個の形状パラメータ p_i ）を更新する（ステップ S 5 5 0）。これにより、注目画像 O I における特徴点 C P の設定位置が更新される。補正部 2 2 2 は、差分画像 $I e$ のノルムが小さくなるように更新する。パラメータの更新の後には、再度、特徴点 C P の設置位置が補正された注目画像 O I からの平均形状画像 $I(W(x; p))$ の算出（ステップ S 5 1 0）、差分画像 $I e$ の算出（ステップ S 5 2 0）、差分画像 $I e$ に基づく収束判定（ステップ S 5 3 0）が行われる。再度の収束判定においても収束していないと判定された場合には、さらに、差分画像 $I e$ に基づくパラメータ更新量 P の算出（ステップ S 5 4 0）、パラメータの更新による特徴点 C P の設定位置補正（ステップ S 5 5 0）が行われる。

40

【 0 0 8 7 】

図 2 2 のステップ S 5 1 0 から S 5 5 0 までの処理が繰り返し実行されると、注目画像

50

ＯＩにおける各特徴部位に対応する特徴点ＣＰの位置は実際の特徴部位の位置に全体として近づいていき、ある時点で収束判定（ステップＳ５３０）において収束したと判定される。収束判定において収束したと判定されると、顔特徴位置検出処理が完了する（ステップＳ５６０）。このとき設定されているグローバルパラメータおよび形状パラメータの値により特定される特徴点ＣＰの設定位置が、最終的な注目画像ＯＩにおける特徴点ＣＰの設定位置として特定される。ステップＳ５１０からＳ５５０までの処理の繰り返しにより、注目画像ＯＩにおける各特徴部位に対応する特徴点ＣＰの位置と実際の特徴部位の位置とが一致する場合もある。

【００８８】

図２３は、顔特徴位置検出処理の結果の一例を示す説明図である。図２３には、注目画像ＯＩにおいて最終的に特定された特徴点ＣＰの設定位置が示されている。特徴点ＣＰの設定位置により、注目画像ＯＩに含まれる顔の特徴部位（人物の顔の器官（眉毛、目、鼻、口）および顔の輪郭における所定位置）の位置が特定されるため、注目画像ＯＩにおける人物の顔の器官の形状・位置や顔の輪郭形状の検出が可能となる。以上により、顔特徴位置検出処理が完了する。

10

【００８９】

印刷処理部３２０は、顔の器官の形状・位置や顔の輪郭形状の検出がなされた注目画像ＯＩについての印刷データを生成する。具体的には、印刷処理部３２０は、注目画像ＯＩについて、各画素の画素値をプリンター１００が用いるインクに合わせるための色変換処理や、色変換処理後の画素の階調をドットの分布によって表すためのハーフトーン処理や、ハーフトーン処理された画像データのデータ並びをプリンター１００に転送すべき順序に並び替えるためのラスタライズ処理等を実施して印刷データを生成する。印刷機構１６０は、印刷処理部３２０により生成された印刷データに基づいて、顔の器官の形状・位置や顔の輪郭形状の検出がなされた注目画像ＯＩの印刷をおこなう。なお、印刷処理部３２０は、注目画像ＯＩについての印刷データに限らず、検出された顔の器官の形状・位置や顔の輪郭形状に基づいて、顔変形や、顔の陰影補正など所定の処理が施された画像の印刷データについても生成することができる。また、印刷機構１６０は、印刷処理部３２０により生成された印刷データに基づいて、顔変形や、顔の陰影補正などの処理が施された画像の印刷をおこなうこともできる。

20

【００９０】

以上説明したように、第１の実施例に係る画像処理装置によれば、特徴点ＣＰの初期位置を、顔領域検出情報に基づいて設定される複数の初期位置の候補から設定するため、初期位置を特徴部位により近い位置に設定することができる。これにより、注目画像に含まれる顔の特徴部位の位置を検出する処理の効率化・高速化を図ることができる。すなわち、顔領域ＦＡにおける顔画像の位置や範囲等は、つねに一定かつ顔領域ＦＡの中心と顔画像の中心が一致するわけではなく、注目画像ＯＩに含まれる顔画像の向きや鮮明さのほか、顔領域検出部２１０の検出特性などによって顔画像の位置や範囲が異なる。そのため、特徴点ＣＰを初期位置の候補となる注目画像ＯＩ上の仮設定位置に設定する際に、顔領域検出部２１０による顔領域ＦＡの検出に関連する情報を用いることで、特徴点ＣＰを検出対象の特徴部位に対してより適当な位置に設定することができる。

30

40

【００９１】

具体的には、初期位置候補設定部２３４は、顔領域信頼度が低い場合、すなわち、顔領域信頼度が閾値より小さい場合には、顔領域ＦＡに顔画像が含まれている可能性が低いことから、顔領域信頼度が高い場合に比べて、特徴点ＣＰの仮設定位置の数を増やすことにより、特徴部位に対応した適当な位置に特徴点ＣＰを配置できる可能性を高くすることができる。反対に、顔領域信頼度が高い場合には、顔領域ＦＡに顔画像が含まれている可能性が高いため、顔領域信頼度が低い場合に比べて、特徴点ＣＰの仮設定位置の数を減らすことにより効率的かつ高速に顔の特徴部位の位置の検出をおこなうことができる。

【００９２】

また、初期位置候補設定部２３４は、予め設定されている特定傾きが０度の場合におけ

50

る仮設定位置に対して、検出された顔領域 F A の特定傾きの角度分それぞれ傾けて設定するため、特徴部位に対応したより適当な位置に特徴点 C P を配置することができる。よって、注目画像に含まれる顔の特徴部位の位置を効率的かつ高速に検出することができる。

【 0 0 9 3 】

また、初期位置候補設定部 2 3 4 は、特定顔傾きの設定角度（例えば、0 度、3 0 度、6 0 度、・・・、3 3 0 度）のうち、検出した顔領域 F A の特定顔傾き（例えば、0 度）と隣接する設定角度（例えば、- 3 0 度および 3 0 度）との一方の中間値（例えば、- 1 5 度）から他方の中間値（例えば、1 5 度）までの範囲を、メッシュの回転角度の範囲として設定するため、顔領域 F A の検出処理の結果、実際の顔画像の顔の傾きが含まれている可能性の低い角度の範囲にメッシュを回転させて仮設定位置を設定する処理の無駄を抑制し、実際の顔画像の顔の傾きが含まれている可能性の高い範囲にメッシュを回転させて仮設定位置を設定することができる。よって、注目画像に含まれる顔の特徴部位の位置を効率的かつ高速に検出することができる。

10

【 0 0 9 4 】

第 1 の実施例に係る画像処理装置によれば、特徴点 C P 初期位置設定処理において、グローバルパラメータを用いて特徴点 C P の初期位置を設定するため、注目画像に含まれる顔の特徴部位の位置を検出する処理の効率化・高速化を図ることができる。具体的には、4 つのグローバルパラメータ（大きさ、傾き、上下方向の位置、左右方向の位置）の値をそれぞれ変更させて、種々のメッシュを形成する特徴点 C P の仮設定位置を予め複数用意し、ノルムの値が最も小さい差分画像 I e に対応する仮設定位置を初期位置としている。これにより、注目画像 O I における特徴点 C P の初期位置を顔の特徴部位の位置のより近くに設定することができる。よって、特徴点 C P 設定位置補正処理において、補正部 2 2 2 による補正が容易となるため、顔の特徴部位の位置を検出する処理の効率化・高速化を図ることができる。

20

【 0 0 9 5 】

第 1 の実施例に係るプリンター 1 0 0 によれば、顔の器官の形状・位置や顔の輪郭形状の検出がなされた注目画像 O I についての印刷をおこなうことができる。これにより、特定の表情（例えば笑顔や目を閉じた顔）の顔画像を検出するための表情判定や、特定の向き（例えば右向きや下向き）の顔画像を検出するための顔向き判定をおこなった後に、判定結果に基づいて任意の画像を選択して印刷をおこなうことができる。また、検出された顔の器官の形状・位置や顔の輪郭形状に基づいて、顔変形や、顔の陰影補正など所定の処理が施された画像の印刷をおこなうことができる。これにより、特定の顔画像について、顔変形や、顔の陰影補正等をおこなった後に印刷をおこなうことができる。

30

【 0 0 9 6 】

B . 第 2 実施例 :

第 1 実施例では、取得部 2 3 2 は、顔領域検出情報を取得し（ステップ S 4 0 0 ）、初期位置候補設定部 2 3 4 は、取得部 2 3 2 が取得した顔領域検出情報に基づいて、特徴点 C P を注目画像 O I 上の仮設定位置に設定していたが（ステップ S 4 1 0 ）、顔特徴位置検出処理の度に顔領域検出情報を取得する態様ではなく、初期位置候補設定部 2 3 4 は、予め顔領域検出情報に基づいて設定された仮設定位置に特徴点 C P を設定してもよい。

40

【 0 0 9 7 】

図 2 4 は、顔領域検出情報と特徴点 C P の仮設定位置について第 2 の例を示した説明図である。図 2 5 は、顔領域検出情報と特徴点 C P の仮設定位置についての第 3 の例を示した説明図である。第 2 実施例における初期位置候補設定部 2 3 4 は、特徴点 C P の初期位置の設定に、顔領域 F A における顔画像の位置の傾向に基づいて予め設定された特徴点 C P の仮設定位置を用いる。具体的には、図 2 4 (a) に示すように、顔領域 F A の検出処理の統計的なデータにより、顔領域 F A に対して顔画像が下側に位置することが特定された場合には、図 2 4 (b) に示すように、顔領域 F A に対してメッシュが下側に位置するように予めグローバルパラメータが設定される。また、顔領域 F A に対して顔画像が上側に位置する場合や、左右のいずれかに偏って位置する場合についても同様に予めグロ-

50

バルパラメータを設定することにより、顔画像のより近くにメッシュを配置することができる。グローバルパラメータの設定は、ユーザによりおこなわれてもよいし、画像処理部200によりおこなわれてもよい。

【0098】

また、初期位置候補設定部234は、図25(a)に示すように、顔領域FAの検出処理の統計的なデータにより、顔領域FAが顔画像に対して小さいことが特定された場合には、図25(b)に示すように、顔領域FAに対してメッシュが大きくなるように予めグローバルパラメータが設定される。また、顔領域FAが顔画像に対して大きい場合や、顔領域FAに対して顔画像が上下左右に偏って位置するとともに、顔領域FAが顔画像に対して大小する場合についても同様に予めグローバルパラメータを設定することにより、顔画像のより近くにメッシュを配置することができる。

10

【0099】

第2の実施例に係る画像処理装置によれば、画像処理部200は、取得部232を備えていなくても、注目画像に含まれる顔の特徴部位の位置を検出する処理の効率化・高速化を図ることができる。具体的には、取得部232により、顔特徴位置検出処理の度に顔領域検出情報を取得しなくても、例えば、顔領域FAにおける顔画像の位置の傾向など、顔領域FAの検出処理により特定される情報以外の顔領域検出情報であれば、顔領域検出情報に基づいて特徴点CPの仮設定位置を予め設定することができる。これにより、特徴点CPを特徴部位に対してより適当な位置に設定することができる。また、初期位置候補設定部234は、取得部232が取得した顔領域検出情報に基づいて、特徴点CPを注目画像OI上の仮設定位置に設定する必要はなく、顔領域検出情報に基づいて予め設定された仮設定位置に特徴点CPを設定してもよい。

20

【0100】

C. 変形例:

なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0101】

C1. 変形例1:

第1実施例では、初期位置候補設定部234は、顔領域信頼度が閾値以上である場合には、図18に示すように、メッシュの回転および拡大・縮小、メッシュの上下移動および左右移動のそれぞれについて3段階に変化させて仮設定位置を設定し、顔領域信頼度が閾値より小さい場合には、図20に一例を示すように、メッシュの回転および拡大・縮小、メッシュの上下移動および左右移動のそれぞれについて5段階に変化させて仮設定位置を設定するとして説明したが、上記の3段階および5段階は例示にすぎず、例えば4段階や6段階のようにこれ以外の段階数に設定されていてもよい。

30

【0102】

C2. 変形例2:

第1実施例では、顔領域検出情報として、特定顔傾きの設定数、設定角度、設定間隔や、顔領域FAの検出処理の統計的なデータに基づく顔領域FAにおける顔画像の位置の傾向、顔領域FAの検出処理において、顔領域検出部210が注目画像OIから顔領域FAを検出した際に特定される情報などを示したが、顔領域検出情報は、顔領域検出部210による顔領域FAの検出に関連する情報であれば上記に限定されず、これら以外の情報も含まれる。例えば、前回の顔領域FAの検出処理の結果なども含まれる。また、顔領域検出部210による顔領域FAの検出に関連する情報についても、検出した顔領域FAの特定顔傾きや、顔領域信頼度に限定されず、これら以外の情報も含まれる。例えば、ウィンドウSWの水平方向および垂直方向の移動量や、重複ウィンドウ数なども含まれる。

40

【0103】

C3. 変形例3:

第1実施例では、顔領域検出情報として、特定顔傾きの設定間隔と、検出した顔領域F

50

Aの特定顔傾きと、顔領域信頼度を用いているが、必ずしもこれらすべてを用いる必要がなく、これら一部に基づいて特徴点CPの仮設定位置を設定した場合であっても、特徴部位に対応したより適当な位置に特徴点CPを配置することができ、注目画像に含まれる顔の特徴部位の位置を効率的かつ高速に検出することができる。また、第1実施例と第2実施例は適宜組み合わせることで実現することができる。

【0104】

C4．変形例4：

本実施例では、顔領域信頼度を用いて、仮設定位置の設定数を変化させているが、仮設定位置の設定数は顔領域信頼度以外の顔領域検出情報に基づいて決定されてもよい。例えば、顔領域FAの検出処理の統計的なデータを用いて算出される正規分布の分散の程度により仮設定位置の設定数を決定してもよい。具体的には、顔領域FAの検出処理の統計的なデータにより、顔領域FAに対する顔画像の位置や回転、顔領域FAに占める顔画像の範囲などのばらつきが大きい場合には、メッシュの回転および拡大・縮小、メッシュの上下移動および左右移動についての変化の段階数が多くなるように設定されていてもよい。例えば、平均 μ からのずれが ± 3 となる範囲において、仮設定位置の間隔が所定の範囲内となるように仮設定位置の数が決定されてもよい。

10

【0105】

C5．変形例5：

第1実施例で示した、特定顔傾きの設定数(12個)、設定角度(0度、30度、60度、・・・、330度)、設定間隔(30度)は例示であり、これ以外の設定数、設定角度、設定間隔であってもよい。顔学習データFLDを設定するために用いたサンプル画像とAAM設定処理に用いるサンプル画像SIは一部が重複する画像であってもよいし、すべて異なる画像であってもよい。

20

【0106】

C6．変形例6：

本実施例におけるサンプル画像SIはあくまで一例であり、サンプル画像SIとして採用する画像の数、種類は任意に設定可能である。また、本実施例において、特徴点CPの位置で示される顔の所定の特徴部位はあくまで一例であり、実施例において設定されている特徴部位の一部を省略したり、特徴部位として他の部位を採用したりしてもよい。

30

【0107】

また、本実施例では、サンプル画像SIwの画素群xのそれぞれにおける輝度値により構成される輝度値ベクトルに対する主成分分析によってテクスチャーモデルが設定されているが、顔画像のテクスチャー(見え)を表す輝度値以外の指標値(例えばRGB値)に対する主成分分析によってテクスチャーモデルが設定されるものとしてもよい。

【0108】

また、本実施例において、平均顔画像 $A_0(x)$ のサイズは56画素×56画素に限られず他のサイズであってもよい。また、平均顔画像 $A_0(x)$ は、マスク領域MA(図8)を含む必要はなく、平均形状領域BSAのみによって構成されるとしてもよい。また、平均顔画像 $A_0(x)$ の代わりに、サンプル画像SIの統計的分析に基づき設定される他の基準顔画像が用いられるとしてもよい。

40

【0109】

また、本実施例では、AAMを用いた形状モデルおよびテクスチャーモデルの設定が行われているが、他のモデル化手法(例えばMorphable Modelと呼ばれる手法やActive Blobと呼ばれる手法)を用いて形状モデルおよびテクスチャーモデルの設定が行われるとしてもよい。

【0110】

また、本実施例では、メモリーカードMCに格納された画像が注目画像OIに設定されているが、注目画像OIは例えばネットワークを介して取得された画像であってもよい。また、検出モード情報についても、ネットワークを介して取得されてもよい。

【0111】

50

また、本実施例では、画像処理装置としてのプリンター 100 による画像処理を説明したが、処理の一部または全部がパーソナルコンピュータやデジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ等の他の種類の画像処理装置により実行されるものとしてもよい。また、プリンター 100 はインクジェットプリンターに限らず、他の方式のプリンター、例えばレーザプリンターや昇華型プリンターであるとしてもよい。

【0112】

本実施例において、ハードウェアによって実現されていた構成の一部をソフトウェアに置き換えるようにしてもよく、逆に、ソフトウェアによって実現されていた構成の一部をハードウェアに置き換えるようにしてもよい。

【0113】

また、本発明の機能の一部または全部がソフトウェアで実現される場合には、そのソフトウェア（コンピュータプログラム）は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納された形で提供することができる。この発明において、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスクや CD-ROM のような携帯型の記録媒体に限らず、各種の RAM や ROM 等のコンピュータ内の内部記憶装置や、ハードディスク等のコンピュータに固定されている外部記憶装置も含んでいる。

【符号の説明】

【0114】

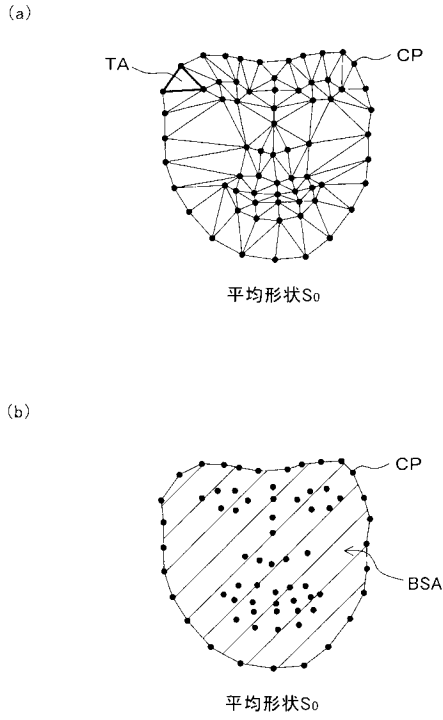
- 100 ... プリンター
- 110 ... CPU
- 120 ... 内部メモリ
- 140 ... 操作部
- 150 ... 表示部
- 160 ... 印刷機構
- 170 ... カードインターフェース
- 172 ... カードスロット
- 200 ... 画像処理部
- 210 ... 顔領域検出部
- 220 ... 特徴位置検出部
- 222 ... 補正部
- 230 ... 初期位置設定部
- 232 ... 取得部
- 234 ... 初期位置候補設定部
- 236 ... 生成部
- 238 ... 算出部
- 310 ... 表示処理部
- 320 ... 印刷処理部

10

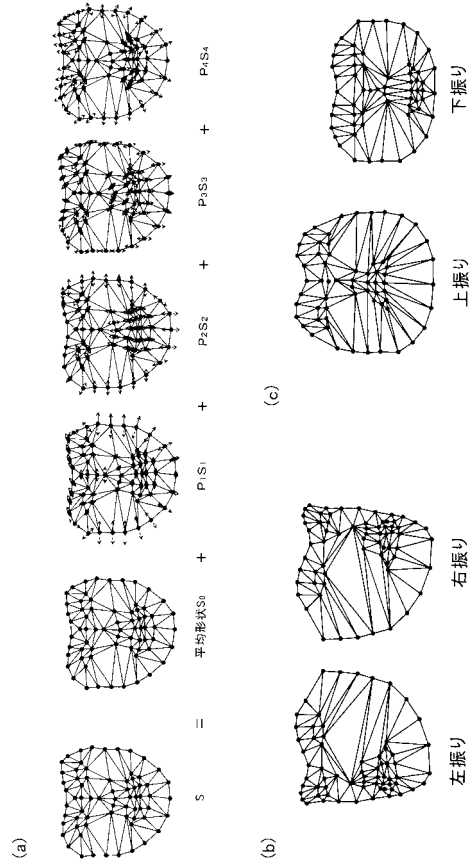
20

30

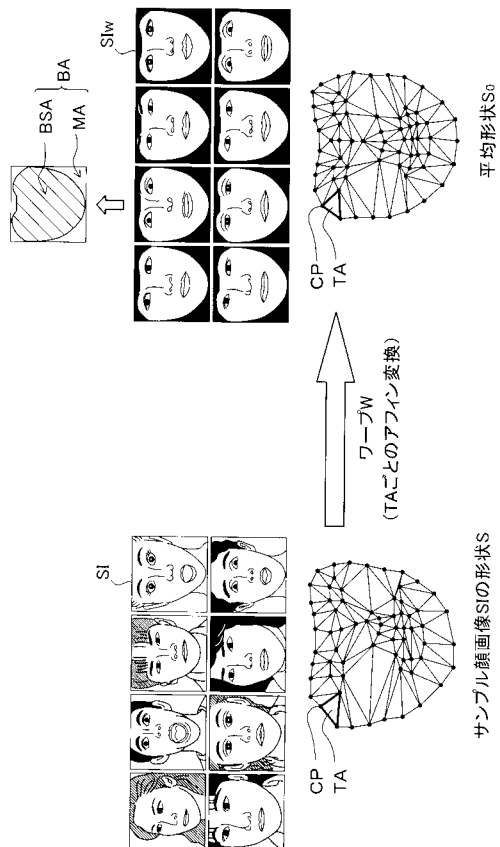
【 図 6 】



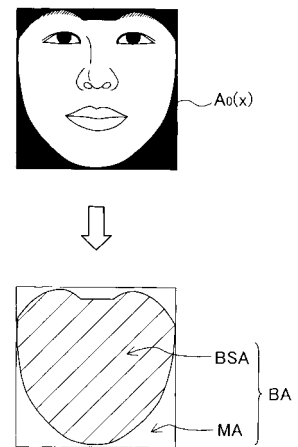
【 図 7 】



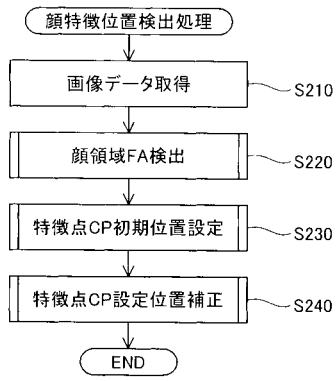
【 図 8 】



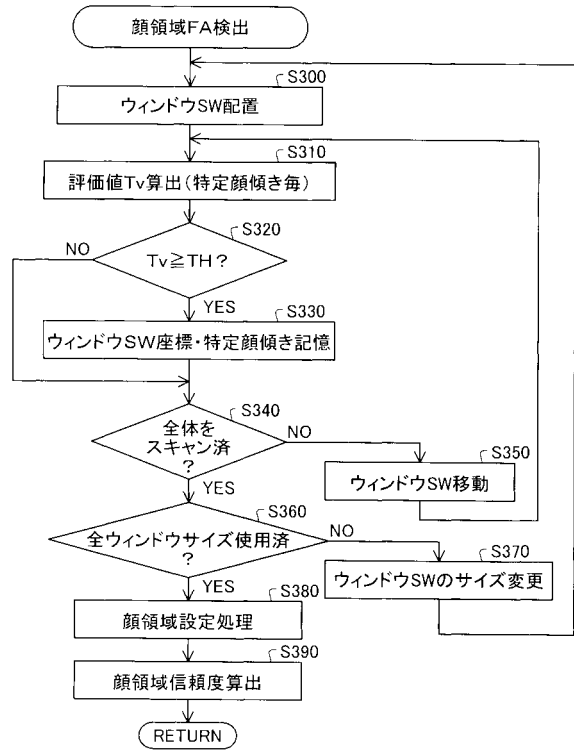
【 図 9 】



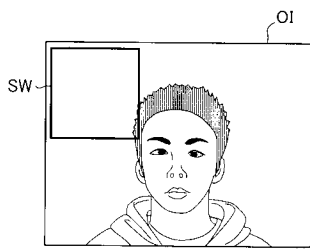
【図10】



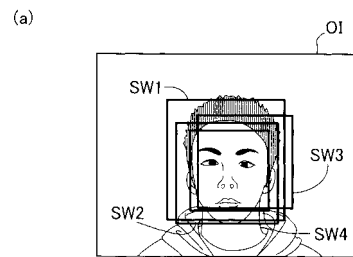
【図11】



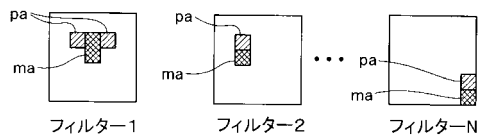
【図12】



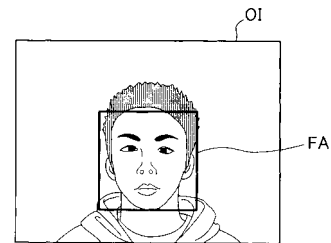
【図15】



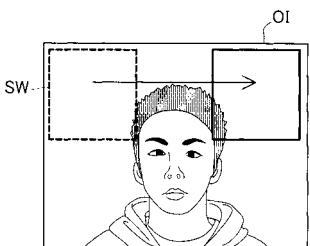
【図13】



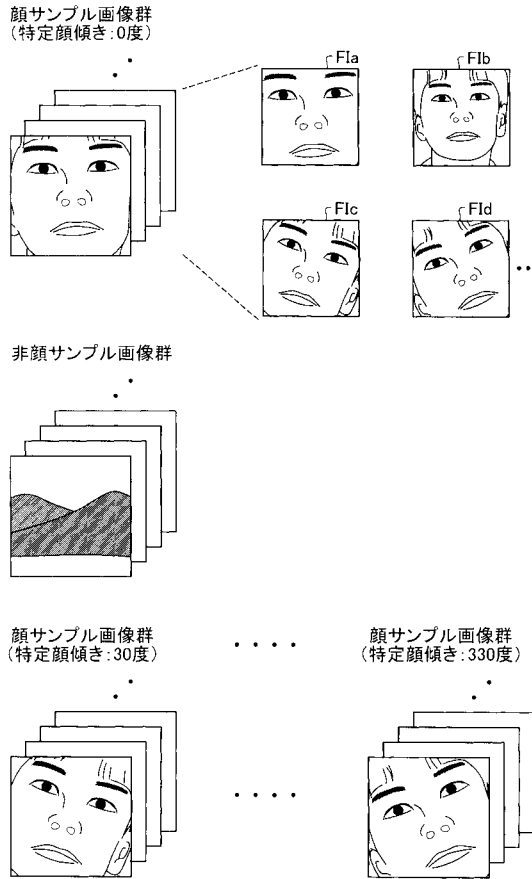
(b)



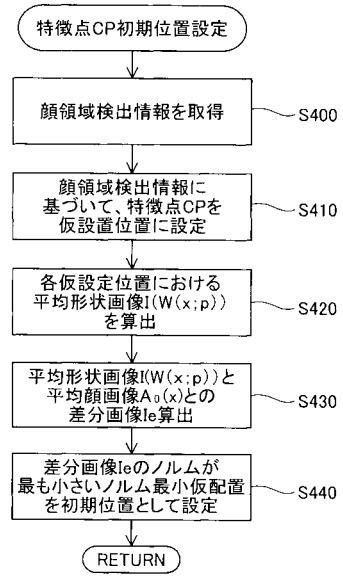
【図14】



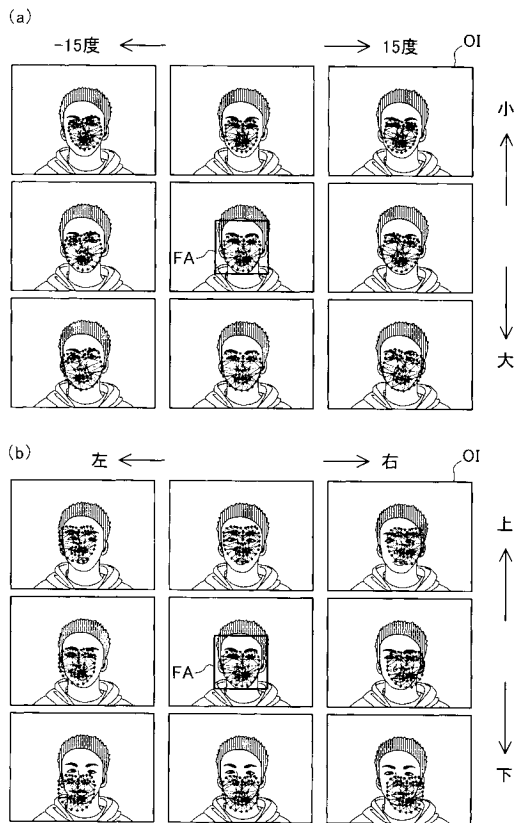
【図16】



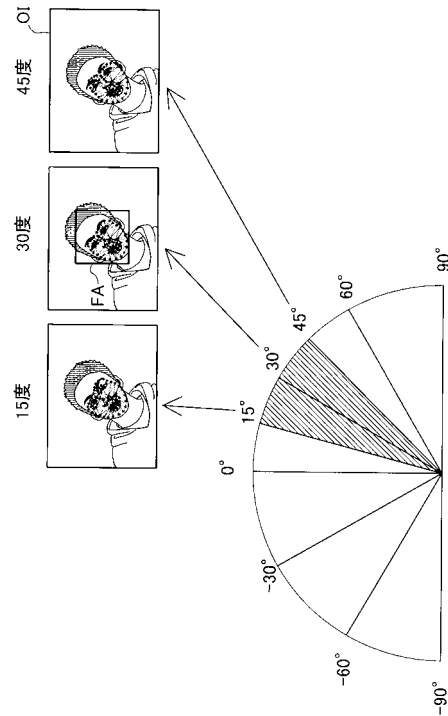
【図17】



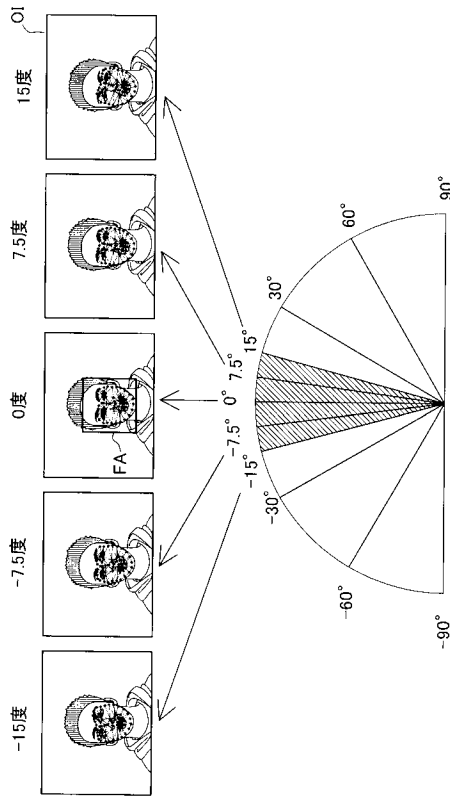
【図18】



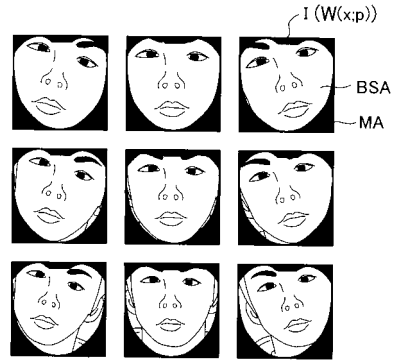
【図19】



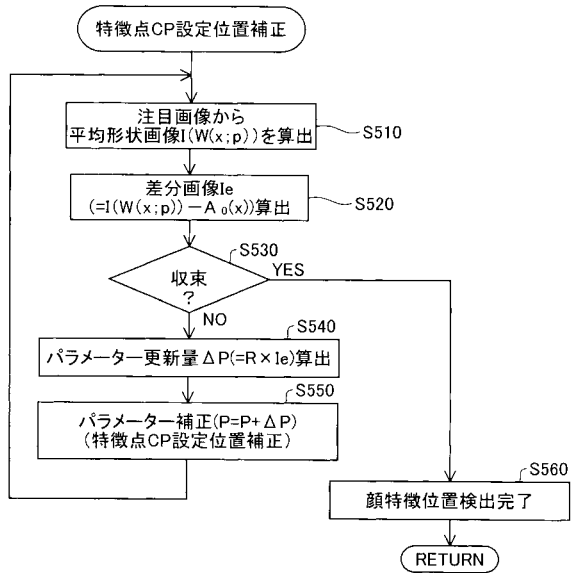
【 図 2 0 】



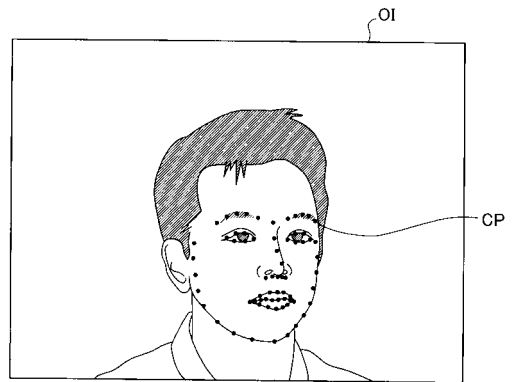
【 図 2 1 】



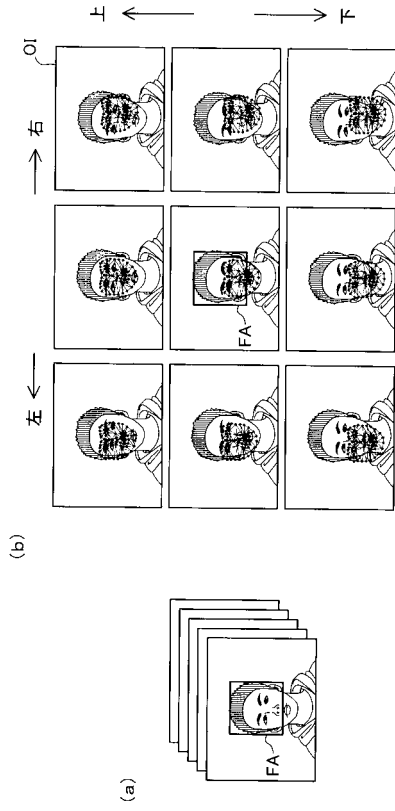
【 図 2 2 】



【 図 2 3 】



【 図 2 4 】



【 図 2 5 】

