

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-311248
(P2000-311248A)

(43) 公開日 平成12年11月7日 (2000. 11. 7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード* (参考)
G 0 6 T	7/60	G 0 6 F	3 5 0 Z
	11/80		5 B 0 5 0
			3 2 0 A
			5 L 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 40 頁)

(21) 出願番号 特願平11-121097

(22) 出願日 平成11年4月28日 (1999. 4. 28)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 松岡 篤郎

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 船山 竜士

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100103296

弁理士 小池 隆彌

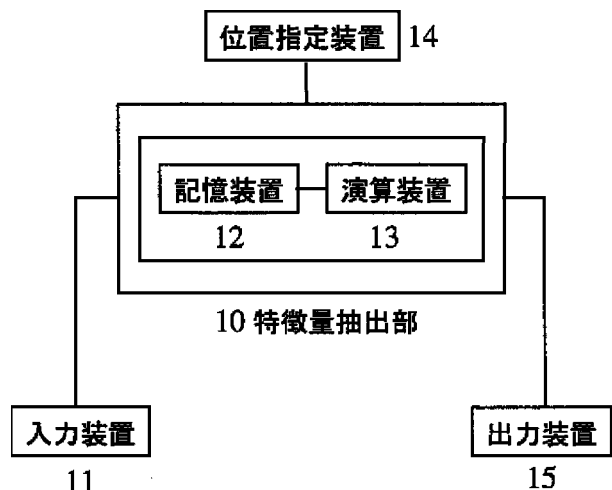
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置

(57) 【要約】

【課題】 画像中の特定物体の特徴量を抽出する画像処理を行う場合、処理に時間がかかったり、誤った特徴量を抽出してしまったり、また処理の範囲を位置指定手段等を用いて直接指定する場合に多くの位置を指定しなければならない問題を、画像中の任意の特徴量を頑健、高精度かつ高速に抽出できるとともに、簡易に高品質な似顔絵を合成できる画像処理装置を提供することである。

【解決手段】 画像を入力する入力手段11と、入力した画像を記憶する記憶手段12と、任意の演算を行う演算手段13と、画像中の任意の位置を指定することのできる位置指定手段14と、画像中に配置された物体の位置及び大きさを認識する認識手段と、さらに前記物体の位置及び大きさの関係が一定の拘束条件を満たす場合に、画像中の一つ以上の当該物体の位置を入力することで、当該画像中の任意の特徴を抽出する特徴抽出手段10とを備えてなることで実現する。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像を入力する入力手段と、前記入力した画像を記憶する記憶手段と、任意の演算を行う演算手段と、当該画像中の任意の位置を指定することのできる位置指定手段と、当該画像中に配置された物体の位置及び大きさを認識し、前記物体の位置及び大きさの関係が一定の拘束条件を満たす場合に、画像中の一つ以上の当該物体の位置を入力することで、当該画像中の任意の特徴を抽出する特徴抽出手段とを備えてなることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 前記特徴量抽出手段は、入力される画像に顔を含む場合に、顔を構成する目、鼻、口、眉、耳、輪郭、髪を顔部品とし、前記顔部品の内の少なくとも一つの該当顔部品の位置、大きさ、形状を特徴量として抽出することを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項3】 前記特徴量抽出手段は、入力された画像を複数の方式及び複数の閾値で2値化し、それらの画像中の領域の位置や大きさや形状を判定し、最も信頼度の高い画像を選択することで、認識対象の領域を検出する領域検出手段を備えてなることを特徴とする請求項2記載の画像処理装置。

【請求項4】 前記特徴量抽出手段は、前記位置指定手段で指定された2つ以上の顔部品の位置間の距離関係から顔部品の大きさを予測することにより、顔部品の位置、大きさの検出を行なう顔部品認識手段を備えてなることを特徴とする請求項2記載の画像処理装置。

【請求項5】 前記顔部品認識手段は、検出する位置や大きさの対象が顔部品の目であることを特徴とする請求項4記載の画像処理装置。

【請求項6】 前記顔部品認識手段は、検出した両目の位置に関して、左右の目を結ぶ線が水平になるように、顔画像を回転させる手段を備えてなることを特徴とする請求項4または5記載の画像処理装置。

【請求項7】 前記顔部品認識手段は、検出した目の位置や大きさに基づいて探索範囲を設定し、その範囲で目の傾き及び厚みをあらかず画像特徴を検出し、目の形状を判定する手段を備えてなることを特徴とする請求項4乃至6のいずれか記載の画像処理装置。

【請求項8】 前記顔部品認識手段は、検出する位置や大きさが顔部品の口であることを特徴とする請求項4記載の画像処理装置。

【請求項9】 前記顔部品認識手段は、検出する位置や大きさが顔部品の眉であることを特徴とする請求項4記載の画像処理装置。

【請求項10】 前記顔部品認識手段は、検出した眉の位置や大きさに基づいて探索範囲を設定し、その範囲で眉の太さ及び折れ曲がり方をあらかず画像特徴を検出し、眉の形状を判定する手段を備えてなることを特徴とする請求項4または9に記載の画像処理装置。

【請求項11】 前記特徴抽出手段は、前記位置指定手

段で指定された一つ以上の位置情報に基づき、顎の輪郭特徴を検出し、その形状を判定する輪郭認識手段を備えてなることを特徴とする請求項2記載の画像処理装置。

【請求項12】 前記特徴抽出手段は、前記位置指定手段で指定された一つ以上の位置情報に基づき、頭頂高さと髪生え際高さとを推定し、髪領域を認識する髪認識手段を備えてなることを特徴とする請求項2記載の画像処理装置。

【請求項13】 前記髪認識手段は、髪色を抽出する髪色抽出手段を備えてなることを特徴とする請求項12記載の画像処理装置。

【請求項14】 前記髪認識手段は、前記位置指定手段で指定された一つ以上の位置情報に基づき、髪部分の特徴を抽出する髪特徴抽出手段と、該髪部分の特徴を用いて髪輪郭を抽出する髪輪郭抽出手段と、該髪輪郭を用いて髪を分類する髪分類手段と、をさらに備えてなることを特徴とする上記請求項12記載の画像処理装置。

【請求項15】 前記髪認識手段は、顔輪郭の特徴を抽出する顔輪郭特徴抽出手段と、髪特徴及び顔輪郭特徴を用いて髪を分類する髪分類手段と、を備えてなることを特徴とする請求項12記載の画像処理装置。

【請求項16】 前記髪認識手段は、前髪部分の特徴を抽出する前髪特徴抽出手段と、後髪部分の特徴を抽出する後髪特徴抽出手段を備え、髪部分を含む画像を入力した際、前記前髪特徴抽出手段にて抽出された前髪特徴と前記後髪特徴抽出手段にて抽出された後髪特徴とを用いて前髪部を決定することを特徴とする請求項12記載の画像処理装置。

【請求項17】 前記髪認識手段は、前髪部分の特徴を抽出する前髪特徴抽出手段と、後髪部分の特徴を抽出する後髪特徴抽出手段を備え、髪部分を含む画像を入力した際、前記前髪特徴抽出手段にて抽出された前髪特徴と前記後髪特徴抽出手段にて抽出された後髪特徴とを用いて後髪部を決定することを特徴とする請求項12記載の画像処理装置。

【請求項18】 画像中の顔部品の大きさや形状の顔部品特徴情報を得る手段と、その特徴情報に対応する複数の顔部品種類を持ち、各顔部品種ごとに複数の部品データを記憶している顔部品データ記憶手段と、前記顔部品特徴情報をもとに前記顔部品データ記憶部から適当な部品データを抽出する顔部品データ抽出手段と、前記抽出された各顔部品データを顔部品データ記憶部に記憶してある顔輪郭部品種類ごとに部品の配置位置を定めることにより、輪郭に適した位置に他の顔部品を配置する手段を備えてなることを特徴とする画像処理装置。

【請求項19】 画像中の顔部品の位置の情報を得る手段と、得られた顔部品の位置情報に基づき、顔輪郭に対応して決定した他の顔部品の配置位置を補正し、顔部品の配置位置を定める手段を備えてなることを特徴とする請求項18記載の画像処理装置。

(3)

【請求項20】 似顔絵合成時に配置する顔部品データにおいて、関連のある一組の部品の特定の色に関する部品の変更指定が行われたとき、関連する他の部品についても自動的に部品を変更することにより、常に矛盾を生じないデータを生成する手段を備えてなることを特徴とする請求項18記載の画像処理装置。

【請求項21】 顔部品データ記憶部に記憶してある顔部品データの中で、一つの顔部品データが二つ以上の層構造を持っている場合に、他の顔部品データと組み合わせられたとき、部品中の色情報に基づいて層の並び順を変更し、適切な順番で部品と部品を構成する層の配置順序を定める手段を備えてなることを特徴とする請求項18記載の画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、パソコン、ワープロ、ワークステーション、携帯型情報ツール、コピー機、スキャナ装置、ファクシミリ、テレビ、ビデオ、ビデオカメラなどの情報機器や電子機器に用いられ、入力した画像に関する特定の特徴量、例えば人物画像における目や口などの位置や大きさ、形状を抽出するとともに、この抽出された情報に基づき、入力した画像を操作者の所望する状態、例えば、漫画風の趣をもつ画像を生成することのできる画像処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】以下に、本願発明の画像処理に関する従来からの技術を記載します。尚、記載に際しては、下記の文献を引用する場合には、該当する文献名を「文献[]」という形式で表現します。

・文献[1]: R. Brunelli and T. Poggio, "Face Recognition: Features versus Templates", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 15, No. 10, pp. 1042 - 1052, 1993.

・文献[2]: M. Turk and A. Pentland, "Face Recognition Using Eigenfaces", Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 586 - 591, 1991.

・文献[3]: 船山竜士, 横矢直和, 岩佐英彦, 竹村治雄, "複数の動的な網のモデルの協調とその顔部品抽出への応用", 電子情報通信学会技術報告, PRU95-179, pp. 15 - 22, 1995.

・文献[4]: 船山竜士, 竹澤創, 紺矢峰弘, 斗谷充宏, "ユーザーの簡易指定を伴う顔領域の適応的のセグ

メンテーション", 情報処理学会第55回全国大会, 6AB-3, 1997.

・文献[5]: 高木幹雄, 下田陽久 監修, "画像解析ハンドブック", 東京大学出版会, 1991.

・文献[6]: M. Kass.: Snakes: Active Contour Models, Int. J. Comput. Vision, p. 321, 1988.

・文献[7]: 細井聖 他, 髪型の認識と合成, 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU97-155, pp. 25 - 32 (1997).

・文献[8]: 特開平10-320543号公報

・文献[9]: 特開平10-255017号公報

・文献[10]: 特開平08-305880号公報

・文献[11]: 特開平10-240921号公報

・文献[12]: 特開平11-015947号公報

(1) [請求項1, 2, 6に関する従来技術]

一般に、画像中の任意の特徴量を抽出するには次のような手法がある。尚、ここでいう任意の特徴量とは、画像中に含まれる特定物体の任意の座標、あるいは座標の組み合わせで表現することのできる形状や大きさ、あるいは特定の種別や属性を表現することのできる符号等である。例えば、画像中に人物顔が含まれており、ここでいう特定物体をその人物の右目であるとすると、任意の特徴量の一つとして、例えば当該画像中での当該右目の目頭の座標とすることができし、例えば当該画像中での当該右目に外接する矩形をその左上の座標と右下の座標の組み合わせで表現したものとしてすることができし、例えば当該右目がタレ目であるという種別を表現する符号とすること等ができる。

【0003】原始的な手法は、表示装置に表示された画像に対して、操作者が目視により任意の特徴量を、位置指定手段等を用いて入力することが考えられる。これは、当然のことながら作業の煩雑さや、同一画像かつ同一物体かつ同一特徴量でも作業によって異なる特徴量が入力され得る非客観性、同一画像かつ同一物体かつ同一特徴量でも作業する環境や時間等の状態によって異なる特徴量が入力され得る非恒常性等が問題となる。したがって、これは一部の高品質で少量の映像制作の場、あるいは非客観性等が作業者の感性として尊重されるような芸術作品制作などの特殊な場面でしか適用されないことが多い。

【0004】近年、パソコンやワープロ、デジタルカメラ等の普及に伴い、手軽に画像を取得し、取得画像に対して様々な処理を施すことで実用性、娯楽性を高めることが行われるようになってきている。その画像処理のひとつとして、上述したような任意の特徴量を抽出し、それに従って種々の処理を行うといったことがある。例えば取得画像中の自動車のボディ色を任意の色に変換するような処理を施そうとした場合、画像中のどの領域が当

(4)

該自動車のボディであるかを示す特徴量を抽出する必要があるし、例えば取得画像中に人物顔が含まれている場合に、その人物が誰であるか判定（以下、個人同定と記す）するには、その顔に関する様々な特徴量（目、鼻、口の位置や形状等）を抽出する必要がある。

【0005】上記の他にも様々な応用が考えられ、画像中の任意の特徴量を頑健かつ高精度かつ高速に抽出することは、非常に有用なことであると考えられる。

【0006】画像中に存在する任意の特徴量を抽出する基本的な手法としては、テンプレートマッチング、投影法、固有空間法、色情報を利用した手法等様々な手法が提案されている。

【0007】テンプレートマッチングは、例えば上記文献[1]に記載されており、人物顔を含んだ画像中の顔が誰のものであるか判定するような場合に用いられる。判定すべきパターン、すなわち、ここでは人物顔の濃淡画像を複数記憶しておき、入力画像と各記憶パターンとの類似度を特徴量とすることで、個人同定を行うことができる。

【0008】投影法は、同様に上記文献[1]に記載されており、入力画像の輝度値や微分値を水平、あるいは垂直方向に合計しヒストグラムを作成することで、目に外接する矩形の座標等の特徴量として抽出することができる。

【0009】固有空間法は、上記文献[2]に記載されており、テンプレートマッチングのようにパターンは記憶するが、そのパターンを単一の画像とするのではなく複数の画像の確率分布として記憶するものである。そのため、テンプレートマッチングに比べて対象パターンのばらつき、例えば、同一人物の無表情顔でも時間や環境によって変化すること等の影響がより小さくなるという利点を持った手法である。

【0010】また、上記文献[3]に記載されているように抽出したい物体の色分布をあらかじめ統計的に求めておき、入力画像中の当該分布に当てはまる色をもった画素の座標を特徴量として抽出する手法がある。これは、例えば肌色の画素のみを抽出してそれを白色方向の色に近づけることで、他の色はそのままに肌を色白に見るように変換するような応用に適用可能である。

(2) [請求項3に関する従来技術]

認識対象の領域を得るために画像の2値化を行なうには、通常次のような手法がとられる。まず必要に応じ画像を変換する。この変換には、輝度への変換、微分オペレータによる変換等の方法が使われる。次に閾値を決定する。閾値の決定には固定値を使用する方法や、画像中の画素値に対し判別分析、算術平均、メディアン等による演算処理を行ない決定する方法等がある。次にその閾値と全ての画素値を比較し、画素値が閾値よりも大きい場合は1、画素値が閾値よりも小さい場合は0を新たな画素値とする画像を生成する。

(3) [請求項4, 5, 8に関する従来技術]

目や口などの顔部品の位置、大きさ検出を行なうには、通常次のような手法がとられる。まずユーザーによる指定は何もなく、テンプレートマッチング、投影法、固有空間法、色情報を利用した手法等の様々な手法により画像中の顔や顔部品を検出する方法がある。その他に、ユーザーは顔の大きさは指定せず概略位置のみを指定、もしくはユーザーは顔の位置及び概略位置及びおおよその大きさを指定しテンプレートマッチング、投影法、固有空間法、色情報を利用した手法等の様々な手法を、ユーザーが指定した情報をもとに顔もしくは顔部品があると思われる画像中の一部分を推定し、その部分にのみ上記手法を適用する方法がある。

【0011】また、撮影時にカメラと顔の位置関係を一定に保った状態で撮影を行なうことなどにより入力画像の条件を一定に保ち、画像中の顔や顔部品の位置が一定の位置/大きさの範囲内に入るようにした上で上記様々な手法により画像中の顔や顔部品を検出する方法がある。

(4) [請求項7に関する従来技術]

目の形状を判定するには、通常次のような手法がとられる。目の位置及び大きさがすでにわかっているものとして、上記テンプレートマッチングや固有空間法のような手法を用い、前もって目の形状を複数のカテゴリーに分類しておき、各カテゴリーについて、当該カテゴリーを表す画像特徴を備えるパターンを作成し、そのパターンを記憶しておき、それと入力画像との間との類似度を計算し、最も近いものを入力画像中の目の形状とする。

(5) [請求項9に関する従来技術]

眉毛の位置及び大きさを検出するには、通常次のような手法がとられる。上記テンプレートマッチングや固有空間法のような手法を用い、前もって平均的な眉の形状を表す画像特徴を備えるパターンを作成し、そのパターンを記憶しておき、それを、入力画像上を移動しながら対応する入力画像の部分画像との間の類似度を計算し、類似度が最も高い時の入力画像上でのパターンの位置を眉の位置とする。その時のパターンの大きさから眉の大きさが決定される。あるいは、眉毛はその周辺画素より暗い画素で構成されているという特徴を利用し、入力画像を2値化し、同様に2値化した画像での平均的な眉の形状を表す画像特徴を備えるパターンを作成し、同様にテンプレートマッチングや固有空間法のような手法を用いることで眉の位置及び大きさを検出する。

(6) [請求項10に関する従来技術]

眉毛の形状を判定するには、通常次のような手法がとられる。眉の位置及び大きさがすでにわかっているものとして、上記テンプレートマッチングや固有空間法のような手法を用い、前もって眉毛の形状を複数のカテゴリーに分類しておき、各カテゴリーについて、当該カテゴリーを表す画像特徴を備えるパターンを作成し、そのパタ

(5)

ーンを記憶しておき、それと入力画像との間との類似度を計算し、最も近いものを入力画像中の眉毛の形状とする。あるいは、眉毛はその周辺画素より暗い画素で構成されているという特徴を利用し、入力画像を2値化し、同様に2値化した画像での各カテゴリーを表す画像特徴を備えるパターンを作成し、同様にテンプレートマッチングや固有空間法のような手法を用いることで眉毛の形状を判定する。

(7) [請求項11に関する従来技術]

顎の形状を判定するには、通常次のような方法がとられる。まず顔輪郭線の抽出を行なった後に、その形状とあらかじめ用意した基準形状とのテンプレートマッチングを行なうことにより、もっとも近い基準輪郭線形状を選択する。ここで、顔輪郭線を抽出する方法としては、例えば、動的輪郭モデルを用いる手法が考えられる。これは抽出対象の近傍に初期輪郭と呼ばれる仮の輪郭線を仮定し、この輪郭線上の点を真の輪郭線上で最小となるように設定されたエネルギー関数に基づき移動させることにより、輪郭線を求める手法である。この際、エネルギー関数として、輪郭線のなめらかさを表すエネルギーや輪郭線を収縮させるエネルギーの他に、物体の輪郭を特徴づけるエネルギー（以下、画像エネルギーと呼ぶ）を用いる。画像エネルギーとして、例えば、原画像のエッジを抽出して得られるエッジ画像を利用する。上記のように動的輪郭モデルを用いて輪郭抽出を行なう手法として上記文献[6]に記載されているSnake法などがある。

(8) [請求項12, 13に関する従来技術]

髪形状を分類するには、例えば上記文献[7]に記載されているように、髪色を抽出し、髪色またはそれに近い画素を抽出することにより髪領域を切り出し、その形状を分類することが行われる。また、髪色を抽出するには、例えば上記文献[7]に記載されているように、まず、肌色及び背景色を抽出し、次に、肌色またはそれに近い画素を抽出することにより顔の肌色部分を抽出し、及び、背景色またはそれに近い画素を抽出することにより背景部分を抽出し、さらに、顔の位置及び幅などから髪画素の存在領域を推定し、この領域内の髪画素から髪色を決定していた。

(9) [請求項14, 15に関する従来技術]

髪形状を分類するには、上記髪色を用いて、髪色またはそれに近い画素を抽出することにより髪領域を切り出した後、例えば上記文献[7]に記載されているように、解像度を落とした上で、テンプレートマッチングの手法により、予め用意されたテンプレートパターンのうち最も類似度の高いテンプレートパターンの属するカテゴリーに分類することが行われていた。

(10) [請求項16, 17に関する従来技術] 部品選択により似顔絵を生成する装置は、髪部品の決定を上記髪形状に基づき

、1つの髪部品を選択することで行われていた。また、上記文献[8]に記載されているように、髪領域を2値化したものと、前髪部分の髪を表現する小部品とを組み合わせる手法もあった。

(11) [請求項18, 19に関する従来技術]

上記文献[9]には、似顔絵を画像から抽出した特徴量に基づいて合成する技術が開示されている。この技術は、性別または成人か否か及びそれぞれにおける平均的な配置との比較に基づいて、抽出された位置情報を基準とし、性別または成人か否かによって配置特徴量の修正量を調整し、顔部品の配置情報を決定している。しかしながら、この技術において顔部品は顔輪郭とは別に配置情報が決定され、最終的に顔輪郭と合成されているにすぎない。

(12) [請求項20, 21に関する従来技術]

従来の似顔絵合成技術においては、顔の対称性などにもとづく編集操作の簡易化技術が多く報告されている。例えば、上記文献[10]に記載されているような右目と左目が同じ編集操作を受けるといった技術である。しかしながら、顔の部品の同じ色の部品あるいは同じ特性の部品は、同じ編集操作を受けるといった点に注目した編集操作の簡易化技術はあまり知られていない。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記載の技術においては、なお以下のような課題を有している。

(1) [請求項1, 2の発明]

テンプレートマッチングで特徴量を抽出する手法は、処理が単純であり実現が容易であるという特徴を持つが、入力画像と比較するパターンを画像として記憶しているという特性上、次のような問題点がある。

【0013】記憶しているパターン画像（以下、テンプレート画像と記す）の画素数が大きい、すなわちより細かい特徴まで含んだテンプレート画像の場合、入力画像中の対象としていない物体の特徴量が、対象としている物体の特徴量と同じになる、あるいは近い値になるという危険性は小さくなる一方で、入力画像中の対象となる物体の見え方が、テンプレート画像と少し異なっただけで、本来の特徴量から大きく離れた特徴量となる危険性が生じる。逆もまた同様であり、テンプレート画像の画素数が小さいと、対象としていない物体の特徴量が対象としている物体の特徴量と同じになる、あるいは近い値になり、その代わりに対象となる物体の見え方が少し変わっても、特徴量があまり変化しない利点がある。

【0014】したがって、例えば、人物顔画像を含んだ入力画像中より、テンプレートマッチングを用いて右目の位置を検出するという問題を考えた場合、ある画像で正しく目の位置を検出できるようなテンプレート画像を用意できたとしても、別の画像では誤った位置、例えば、背景の中で濃淡パターンが目のそれと類似している

(6)

ような場所の位置を検出してしまうことがある。

【0015】 従来のように投影法を用いて特徴量を抽出する手法も、処理が単純であり実現が容易であるという特徴を持つが、これは入力画像の輝度値や微分値を水平あるいは垂直方向に合計してヒストグラムを作成し、当該ヒストグラムを調べることで特徴量を抽出するものであり、ヒストグラムを作成する際に、その合計する方向に、対象となる物体以外のものが存在すると、ヒストグラムはそれによって変化し、正しい特徴量を抽出するのは困難である。

【0016】 従来のように固有空間法を用いて特徴量を抽出する手法は、テンプレートマッチングを用いる手法とほぼ同じ制約をもつ。しかし、固有空間法は、記憶するパターンを単一の画像とするのではなく、複数の画像の確率分布として表現したパターン（以下、辞書画像と記す）を用いるため、対象となる物体の変形に対してより頑健であるという特徴をもつ。ただし、辞書画像を作成するには、膨大な作業量が必要である。

【0017】 従来のように色情報を用いて特徴量を抽出する手法は、対象となる物体を構成する画素の色値と同様の色値をもつ画素が、他にも存在していた場合、誤った特徴量を抽出してしまう。

【0018】 すなわち、上記のいずれの手法も、入力画像全体を対象として処理を行うと、誤った特徴量を抽出してしまうことがある。これを回避するために、通常は画像の取得を制御された環境下で行う、すなわち、例えば人物を撮影する場合、人物の背面に均一色のカーテン等を設置し背景に余計なものが写らないようにする、あるいは、撮像系と被写体の距離を常に一定に保つ、あるいは、照明を一定方向から一定光量照射するようにする、あるいは、必ず正面を向き顔が回転しないようにする、等である。しかしながら、以上のような制限を設けることは、これらの手法を採用した装置の利便性を大きく損なうものである。

【0019】 そこで、通常は処理をするための範囲を何らかの方法を用いて限定することで、上記の制限を緩和するという下記の方法が用いられる。

【0020】 位置指定手段を用いて、上記処理をするための範囲を限定するには、通常、次のような方法がとられる。人物顔が含まれている画像中より、当該人物の右目、左目、口の位置を特徴量として抽出する場合、まず、右目に対して処理するための探索範囲を設定する必要があり、通常この探索範囲は矩形で表され、矩形を表現するためには少なくとも2点を指定する必要がある。同様に、左目、口に対しても、それぞれ少なくとも2点を指定する必要がある、合計で少なくとも6点を指定する必要がある。結果的には多くの点を指示しなければならないといった問題が発生する。

(2) [請求項3, 5, 8の発明]

従来、認識対象の領域を得るために2値化を行なうため

の方法として、輝度の2値化、微分した後に2値化、色情報に基づく2値化などが行われており、また各々の2値化の際に用いられる閾値の決定にあたっても判別分析、平均値など様々な方法が用いられてきた。しかしこの方式にも一長一短があり、例えばある画像では方式Aで望む領域が得られるが方式Bでは望む領域が得られず、別の画像では方式Bで望む領域が得られるが方式Aでは望む領域が得られない、ということがあり、方式Aを採用しても方式Bを採用しても全ての画像で所望の結果を得ることが不可能であった。

(3) [請求項4, 5, 8の発明]

従来、目や口等の顔部品の位置、大きさ検出を行なうにあたり、ユーザーによる指定は何もなしで検出する方法や、ユーザーは顔の大きさは指定せず概略位置のみを指定しその情報から検出する方法、が行なわれてきた。しかし、これらの方法では、顔部品の大きさを予測することは不可能であり、不必要に大きな範囲で検出を行なう必要があるため無駄な計算が発生し、また検出結果が大きく誤ることがある。またユーザーは顔の位置及び概略位置及びおおよその大きさを指定しその情報から検出する方法では顔部品の大きさを予測することは可能である。しかし、顔のおおよその大きさの指定は髪による顔の隠蔽等の問題からユーザーが正しく顔のおおよその大きさを指定しないことがあり、従って十分な精度が得られず、そこから予測される顔部品の大きさも十分な精度が得られない。そのため、やはり不必要に大きな範囲で検出を行なう必要があるため無駄な計算が発生し、また検出結果が大きく誤ることがある。また予め顔画像中の顔や顔部品の位置や大きさが一定の範囲内に納まるよう撮影するという方法では、不必要に大きな範囲で検出を行なう必要はなく、検出結果が大きく誤ることも少ないが、任意の入力画像に対し顔や顔部品の検出を行なうことが不可能であるという問題がある。

(4) [請求項6, 8の発明]

従来、顔部品の位置、大きさ検出を行なうにあたり行なわれてきた入力画像に対しテンプレートマッチングや投影等の画像処理手法を適用し、顔部品の位置、大きさ検出する方法では、適用される手法が顔部品の傾きに大きく影響されるため、入力された画像中の顔は水平であることが求められており、画像中の顔が傾いていた場合、顔部品の位置、大きさ検出の精度が著しく低下するという問題がある。

(5) [請求項7の発明]

テンプレートマッチングや固有空間法で目の形状を判定する手法を用いた場合、まず目の位置と大きさが正しく検出されている必要がある。上記2手法は、位置ずれに対して非常に脆弱であり、テンプレート画像、あるいは辞書画像と、それに対応する入力画像中の部分画像とがわずかにずれているだけで、算出される特徴量は大きく異なる場合がある。また、形状を判定しようとするカテ

(7)

ゴリーごとに対応するテンプレート画像や辞書画像を予め準備しておかなければならず、対象物体が、予め準備しておいたカテゴリに含まれない形状の場合は、正しい特徴量を算出することができないし、テンプレート画像や辞書画像を準備するには多くの作業量を要する。

(6) [請求項9の発明]

テンプレートマッチングや固有空間法で眉毛の位置及び大きさを検出手法を用いた場合、まずテンプレート画像あるいは辞書画像を予め準備しておかなければならないが、一般に、眉毛は個人差により様々な形状をとるため、一つのテンプレート画像あるいは辞書画像で全ての眉毛の位置及び大きさを検出するのは困難である。そこで、予め設定した各カテゴリごとにテンプレート画像あるいは辞書画像を作成し、それぞれについてテンプレートマッチング、固有空間法を適用して最も適当なテンプレート画像あるいは辞書画像での最も適当な類似度をもって、眉毛の位置及び大きさを検出しなければならない。

【0021】しかしながら、既に述べたように、テンプレート画像や辞書画像を準備するには多くの作業量を要するし、一つのテンプレート画像あるいは辞書画像を用いた場合でも誤った位置及び大きさを検出する可能性があるのに、複数のテンプレート画像あるいは辞書画像を用いると、さらに誤った位置及び大きさを検出する危険性は大きくなる。

【0022】さらに、テンプレートマッチングや固有空間法等の手法を用いる場合、テンプレート画像や辞書画像の大きさと、入力画像中に存在する、対象となる物体の大きさが同一でなければならないが、それらが既知でない場合、複数の大きさのテンプレート画像あるいは辞書画像を用意しておき、それら全てと入力画像との間で処理を行うか、もしくは、入力画像を拡大あるいは縮小し、それら全ての拡張画像とテンプレート画像あるいは辞書画像との間で処理を行わなければならない。これによる処理量は膨大である。

【0023】また、入力画像を2値化する場合は、その閾値を適当に設定しなければならないが、画像により照明条件等が異なる等の原因により、一般に用いられている2値化の手法を用いるだけでは、眉毛と眉毛以外を明確に分離するための閾値を求めるのは困難である。

(7) [請求項10の発明]

テンプレートマッチングや固有空間法で眉毛の形状を判定する手法を用いた場合、まず眉毛の位置と大きさが正しく検出されている必要がある。上記2手法は、位置ずれに対して非常に脆弱であり、テンプレート画像、あるいは辞書画像と、それに対応する入力画像中の部分画像とがわずかにずれているだけで、算出される特徴量は大きく異なる場合がある。また、形状を判定しようとするカテゴリごとに対応するテンプレート画像や辞書画像を予め準備しておかなければならず、対象物体が、予め

準備しておいたカテゴリに含まれない形状の場合は、正しい特徴量を算出することができないし、テンプレート画像や辞書画像を準備するには多くの作業量を要する。

(8) [請求項11の発明]

通常、形状判定を行なう前に顎を含む顔の輪郭線を抽出しておく必要があるが、一般に照明条件や顔の向き、表情の変化などにより、鮮明な輪郭線がいつも得られるとは限らない。特にエッジ画像を利用する場合、輪郭がとぎれたり、逆に偽輪郭がでるなどの問題がおこりやすい。このため、一定の照明条件で、ほぼ均一の背景下のもとで被写体を撮影しておくなど、対象画像の条件がきびしくなる場合が多い。

【0024】次いで、得られた輪郭線をテンプレートマッチングにより形状を判定する手法を適用する場合、上記顔輪郭抽出で正しい輪郭線が抽出出来たととしても、顎の輪郭線には個人差が大きいため、基準となるテンプレートの数を多くする、すなわち辞書画像が多数必要になる。また、辞書画像が少なくし、分類数を減らすことも可能だが、個人差を加味した共通の基準辞書画像を調整するのは困難である。

(9) [請求項12, 13の発明]

背景色を抽出して画像全体から背景領域を抽出し、髪領域がこれに入り込まないようにするため、背景色が一樣であるかまたはそれに近い必要があり、通常のスナップ写真などから似顔絵を作成することは難しかった。

(10) [請求項14の発明]

髪形状をテンプレートマッチングにより分類する方法では、いわゆる「七三分け」、「真中分け」などの呼び方でいう「分け目」を精度よく検出して分類することや、髪の生え際線の形状の丸みを判定して「四角型」、「丸型」に分類することなど、きめ細かい形状分類を行うことは難しかった。

(11) [請求項15の発明]

髪形状は抽出された髪領域及び髪特徴のみに基づいて決定されるので、例えば、白髪であるなど髪領域と肌領域の区別が難しい場合に、誤って「髪が薄い」などの誤判断を起こす場合があった。

(12) [請求項16, 17の発明]

部品選択により似顔絵を生成する装置においては、分類された髪形状のカテゴリ1つに対し1種類の髪部品が対応するため、前髪と後髪との調和の取れたリアルな髪形状を生成することは難しかった。髪領域を2値化したものと、前髪部分の髪を表現する小部品とを組み合わせる手法で形成した髪画像は、髪部品全体を予め作成する場合と比較すると、美しさにおいて劣る場合が多く、また、顔の他の部分との調和をとるのが難しかった。さらに、髪領域の2値化画像を用いるため、2値化処理が不完全な部分が少しでも存在すると、それが出力としてそのままユーザーに見えて違和感を与えてしまう、という

(8)

問題点があった。

(13) [請求項18, 19の発明]

従来の似顔絵などの画像を自動作成する技術では、目/鼻/口/眉/耳などの顔部品を配置するにあたって、固定的な位置に顔部品を配置したり、あるいは目/鼻/口/眉/耳の実画像上での相対的な位置関係を基準に配置を行っていた。このため、顔幅の広い顔では、目が中心に寄ってしまったり、逆に顔幅が狭い顔では目や眉が顔からはみ出したりしていた。またオデコの広い顔でも目が上の方に来たりして不自然な画像となっていた。これは、顔の部品の配置が、顔輪郭の形状によって決定されるということを見逃していたからである。年齢や性別によって部品の配置を変更するという方法も考えられるが、これは顔輪郭の一般的な傾向を反映してはいるが、顔の幅の違いや、目の位置の違いなどの細かい特性を直接的には反映していなかった。

(14) [請求項20の発明]

人間の顔は複数の顔部品より構成されているが、1人の人間においては、顔部品間で極めて強い相関を持っているのが普通である。似顔絵の顔部品としては、1つの髪型に対して、黒/茶/白などの色が存在しており、人によってバリエーションは大きいですが、1人の人間において前髪と後髪が異なる色であることは極めてまれである。ところが顔部品としては、前髪と後髪が別部品であるため、前髪の色を認識または編集操作によって、ある色に変更した場合、後髪が異なる色のままであると違和感が生じる。また逆に後髪の色を変更した場合、前髪が異なる色であると同じく違和感が生じる。同様に前髪がパーマで、後髪がストレートといった、ありえない組み合わせに関しても違和感を生じることがある。

(15) [請求項21の発明]

似顔絵に用いる顔部品での1つの部品データは、その部品そのものと、その部品が発生する影の部分から構成されており、この両者を一組として顔部品データ記憶手段に記憶している。従来の技術では、顔部品データ抽出手段が抽出した部品をそのまま合成していた。このため、例えば目の部品を描画した上に、前髪の部品を描画すると、目の上に前髪の影を描画して、目が潰れてしまうことがあった。これは、前髪の影は、前髪の形で形状が決まるが、影自体は影が投影された先である顔輪郭の一部であることを無視しているからである。また顔輪郭など影が投影される面が存在しなくても、影だけが書かれてしまう欠点もあった。また、上記文献[11]のように、部品を階層によって分割して記憶し、階層ごとに合成する手法もあるが、1つのデータを複数の部品に分割するため、データの管理が複雑になったり、必要以上にデータ容量を要してしまう欠点があった。

【0025】本発明は、上記問題点を解決するためになされたもので、その目的とするところは、画像中の特定物体の特徴量を抽出する画像処理を行う場合、処理に時

間がかかったり、誤った特徴量を抽出してしまうことなく、また処理の範囲を位置指定手段等を用いて直接指定する場合に多くの位置を指定することなく、画像中の任意の特徴量を頑健、高精度かつ高速に抽出できるとともに、簡易に高品質な似顔絵を合成できる画像処理装置を提供することである。

【0026】

【課題を解決するための手段】[請求項1]本発明の請求項1に係る画像処理装置は、画像を入力する入力手段と、前記入力した画像を記憶する記憶手段と、任意の演算を行う演算手段と、当該画像中の任意の位置を指定することのできる位置指定手段と、当該画像中に配置された物体の位置及び大きさを認識し、前記物体の位置及び大きさの関係が一定の拘束条件を満たす場合に、画像中の一つ以上の当該物体の位置を入力することで、当該画像中の任意の特徴を抽出する特徴抽出手段とを備えていることを特徴とする。

【0027】上記構成によれば、画像中に配置された物体の位置及び大きさの関係が一定の拘束条件を満たす場合に、画像中の一つ以上の位置を入力することで、当該入力位置より、対象となる物体の特徴量を抽出するための、画像処理を行うための適当な探索範囲を設定することが可能となる。

【0028】すなわち、従来の手法では探索範囲を設定するために、例えば3つの物体であれば、それぞれについて探索範囲を設定するために少なくとも6点を指定しなければならなかったが、本発明の画像処理装置を用いることで、より少ない指定点で適当な探索範囲を設定することが可能となる。

[請求項2]本発明の請求項2に係る画像処理装置は、請求項1記載の画像処理装置において、前記特徴抽出手段は、入力される画像に顔を含む場合に、顔を構成する目、鼻、口、眉、耳、輪郭、髪を顔部品とし、前記顔部品の内の少なくとも1つの該当顔部品の位置、大きさ、形状を特徴量として抽出することを特徴とする。

【0029】上記構成によれば、請求項1の作用に加えて、目、鼻、口、眉、耳、輪郭、髪等の顔部品の位置、大きさ、形状等の特徴量を、頑健かつ高精度に抽出することができる。

【0030】本画像処理装置においては、例えば、入力画像中に含まれている人物の右目、左目、口の位置を特徴量として抽出する場合、上記位置指定手段を用いて右目及び左目の2点を指定する。ここで、右目、左目、口の位置及び大きさについては、一定の拘束条件にしたがっている、すなわち、左右の目の大きさはほぼ同一であり、それは、両目間の距離に一定の係数を乗じた値から大きく離れた値ではなく、口は、両目を結ぶ線分の中央から垂直下方に位置し、その距離と口の大きさは、両目間の距離に一定の係数を乗じた値から大きく離れた値ではない、とすることができる。

(9)

【0031】すなわち、従来技術では、特徴抽出の処理において誤った値を抽出することがないよう、探索範囲を限定するために、位置指定手段にて6点を指定しなければならなかったのを、2点指定するだけで同様の効果が得られるようになることを特徴としている。

[請求項3]本発明の請求項3に係る画像処理装置は、請求項2記載の画像処理装置において、前記特徴量抽出手段は、入力された画像を複数の方式及び複数の閾値で2値化し、それらの画像中の領域の位置や大きさや形状を判定し、最も信頼度の高い画像を選択することで、認識対象の領域を検出する領域検出手段を備えてなることを特徴とする。

【0032】上記構成では、認識対象の領域を得るために2値化を行なうにあたっての閾値の決定に際し、複数の方式による複数の閾値を用いて2値化を行ない、その結果得られた複数の領域と、予め概略のわかっている認識対象の位置、形状、大きさ等と比較し最も認識対象の位置、形状、大きさに近い領域を認識対象とすることで、認識対象の領域を頑健かつ高精度に抽出することができる。

[請求項4, 5, 8]本発明の請求項4に係る画像処理装置は、請求項2記載の画像処理装置において、前記特徴量抽出手段は、前記位置指定手段で指定された2つ以上の顔部品の位置間の距離関係から顔部品の大きさを予測することにより、顔部品の位置、大きさの検出を行なう顔部品認識手段を備えてなることを特徴とする。

【0033】本発明の請求項5に係る画像処理装置は、請求項4記載の画像処理装置において、前記顔部品認識手段は、検出する位置や大きさの対象が顔部品の目であることを特徴とする。

【0034】本発明の請求項8に係る画像処理装置は、請求項4記載の画像処理装置において、前記顔部品認識手段は、検出する位置や大きさが顔部品の口であることを特徴とする。

【0035】上記構成により、高精度に顔部品の大きさを予測し、画像中の必要十分な範囲内でのみ検出処理を行ない、少ない計算量で高精度に顔部品の位置、大きさ検出を行なうことができる。

[請求項6]本発明の請求項6に係る画像処理装置は、請求項4または5記載の画像処理装置において、前記顔部品認識手段は、検出した両目の位置に関して、左右の目を結ぶ線が水平になるように、顔画像を回転させる手段を備えてなることを特徴とする。

【0036】上記構成により、顔が傾いた画像を入力として与えられても高精度に顔部品の位置、大きさ検出を行なうことができる。

[請求項7]本発明の請求項7に係る画像処理装置は、請求項4乃至6のいずれか記載の画像処理装置において、前記顔部品認識手段は、検出した目の位置や大きさに基づいて探索範囲を設定し、その範囲で目の傾き及び

厚みをあらかず画像特徴を検出し、目の形状を判定する手段を備えてなることを特徴とする。

【0037】上記構成によれば、設定された探索範囲内で目の傾き及び目の厚みをあらかず画像特徴を検出し、目の形状を判定するので、テンプレート画像、あるいは辞書画像と、それに対応する入力画像中の部分画像とがずれていることにより、誤った特徴量が抽出されるという危険を回避することができる。さらに、対象とする目の形状が、予め準備しておいたカテゴリーに含まれない形状の場合に、正しい特徴量が算出できないといった危険を回避することができる。さらに、テンプレート画像や辞書画像を準備する必要がなくなり、作業量を大幅に少なくすることができる。

[請求項9]本発明の請求項9に係る画像処理装置は、請求項4記載の画像処理装置において、前記顔部品認識手段は、検出する位置や大きさが顔部品の眉であることを特徴とする。

【0038】上記構成によれば、2つ以上の顔部品の位置を位置指定手段により指定し、それら指定位置間の距離関係から眉毛の大きさを予測することで、特徴量を抽出する際の処理を行うべき範囲を適当な大きさに制限することができる。

【0039】その上で、当該処理範囲に対して2値化を行うが、本画像処理装置は、上記問題を解決するために、認識対象の領域を得るために2値化を行なうにあたり、複数の方式、複数の閾値で2値化し、それらの画像中の領域の位置、大きさ、形状等を判定し、最も信頼できる画像を選択することにより、認識対象を高精度に検出する方法を備えることを特徴としている。

【0040】この構成によれば、2つ以上の顔部品の位置を位置指定手段により指定し、それら指定位置間の距離関係から眉毛の大きさを予測し、特徴量を抽出する際の処理を行うべき範囲を適当な大きさに制限することに加え、眉毛の大きさを推定することができる。すなわち、例えば、位置指定手段によって位置指定される顔部品が右目と左目である場合、眉毛の大きさは、その両目間の距離に一定の係数を乗じた値から大きく離れた値ではない、とすることができる。

【0041】したがって、2値化を行った際に分離される領域の大きさと、推定される眉毛の大きさを比較し、それらの大きさがあまり離れていないような2値化の閾値を求めることで、眉毛をあらかず領域を高精度に検出することができる。

[請求項10]本発明の請求項10に係る画像処理装置は、請求項4または9に記載の画像処理装置において、前記顔部品認識手段は、検出した眉の位置や大きさに基づいて探索範囲を設定し、その範囲で眉の太さ及び折れ曲がり方をあらかず画像特徴を検出し、眉の形状を判定する手段を備えてなることを特徴とする。

【0042】上記構成によれば、設定された探索範囲内

で眉毛の太さ及び折れ曲がりかたをあらわす画像特徴を検出し、眉毛の形状を判定するので、テンプレート画像、あるいは辞書画像と、それに対応する入力画像中の部分画像とがずれていることにより、誤った特徴量が抽出されるという危険を回避することができる。さらに、対象とする眉毛の形状が、予め準備しておいたカテゴリーに含まれない形状の場合に、正しい特徴量が算出できないといった危険を回避することができる。さらに、テンプレート画像や辞書画像を準備する必要がなくなり、作業量を大幅に少なくすることができる。

[請求項11] 本発明の請求項11に係る画像処理装置は、請求項2記載の画像処理装置において、前記特徴抽出手段は、前記位置指定手段で指定された一つ以上の位置情報に基づき、顎の輪郭特徴を検出し、その形状を判定する輪郭認識手段を備えてなることを特徴とする。つまり、位置指定手段から得られた一つ以上の顔を特徴付ける情報から、顎輪郭の特徴をより顕著に表す特徴画像を作成し、その画像を画像エネルギーとして利用する動的輪郭モデルにより輪郭を検出することを特徴とし、また、その検出輪郭線を顔の該値の部分からの距離と方向からなる距離関数として表現し、その距離関数の特徴を求めて基準特徴を比較することにより、顎輪郭形状を判定することを特徴とする。

【0043】そのため、画像処理装置の操作者は、最初に位置指定手段により、入力画像中に含まれている人物の顔の中心を指定する。この顔中心は、直接指定してもよいし、他の顔特徴の指定、例えば、両目、口の座標から推定してもよい。次に人物の顔を含むような初期輪郭座標列を求める。次いで、顔中心座標と初期輪郭上の各座標を結ぶ直線上の隣り合う画素間の色差を算出し、対象画素間の座標中点を座標値とし、算出した色差を画素値にもつ画像（以降、色差マップ画像と呼ぶ）を作成する。次いで、この色差マップ画像を、画像エネルギーとする動的輪郭モデルを用いて顎輪郭線を検出する。次いで、得られた輪郭線を顔内部の該値の座標、例えば、顔中心からの距離と方向（角度）からなる関数（以降距離関数と呼ぶ）として表現する。次いで、この距離関数の特徴を、基準となる輪郭形状の距離関数の特徴と比較し、最も特徴が近い距離関数をもつ輪郭形状を、入力画像の顎形状として判定する。

【0044】ここで、色差マップ画像作成には、対象画像人物顔であることを利用して精度を高めてもよい。例えば、色差を求める際には、肌色とそれ以外の色を区別して求めてもよい。すなわち、肌色に分類される画素同士の色差には、色差の検出精度を低くすることにより、ノイズやしわの影響が色差マップ画像に反映されにくくすることができる。逆に、首と顎の境目は同じ肌色であることが多く、色差が出にくいいため、中心から首方向への直線上の色差検出時には、検出精度を上げるようにしてもよい。尚、首の位置は、例えば口の座標が該値であ

るならば、方向を推定することができる。

【0045】また、上記により色差マップ画像を作成した後に、例えば顔輪郭として楕円を仮定することにより、顔中心座標を中心とする楕円座標上にある画素値（=色差）とその両隣の画素値を平均化し、その画素値とする。あるいは、顔輪郭以外の他の特徴が別途判明している場合、例えば、口の中心座標が該値であるならば、口の中心座標と顔中心を結ぶ直線を対称軸にもつ2画素の画素値を平均化して、その画素値としてもよい。これにより、顎形状の特徴を加味したエネルギー画像を作成することができ、鮮明な輪郭線が現れていない入力画像やノイズの多い画像に対しても、より安定な顎検出を行なうことができる。

【0046】また、輪郭線から距離関数を作成する際にも、人物顔輪郭独自の特性を利用することにより、ノイズや照明による影響を出来るだけ排除し、顎の特徴をより顕著に表すように距離関数を修正することができる。例えば色差マップ作成時と同じように、楕円や対称性などの顔の形状に基づき平均化等の距離関数の修正を行なうことができる。

【0047】次に、距離関数の比較は、距離関数の変曲点の位置、変曲点数、変曲点間の傾きなどその距離関数のもつ特徴と位置づけ、基準となる輪郭形状の距離関数の特徴とそれぞれ比較することにより行なう。そして、最も類似している基準距離関数を有する基準形状を該当する輪郭形状として判定する。

【0048】また、平面上の曲線を周波数領域で記述する手法、例えば、フーリエ記述子を用いて距離関数を表現すれば、これにより算出されるフーリエ係数をその距離関数のもつ特徴として位置付けることができ、基準となる輪郭形状の距離関数の係数と比較することにより、上記と同様に形状判定を行なうことができる。

【0049】比較対象となる基準距離関数の特徴は、距離関数を予め正規化して表としてメモリに格納しておいてもよいし、予め必要となる正規化した変曲点の位置等の情報だけを格納しておいてもよい。フーリエ記述子を用いる場合は、必要な次数の係数を格納しておけばよい。これらの手法では、テンプレートマッチングに比べて、比較対象となる基準形状を辞書画像としてもつ必要がなく、メモリコストや処理速度の面で有利となる。

【0050】また、フーリエ記述子を用いる場合、フーリエ係数の低次の項にはおおまかな曲線形状、高次の項にはより詳細な曲線形状が反映されていることを利用し、まず低次の項の比較を行なうことにより、ノイズや個人差などの影響をなるべく排除した判定結果を得ることが可能である。

[請求項12, 13] 本発明の請求項12に係る画像処理装置は、請求項2記載の画像処理装置において、前記特徴抽出手段は、前記位置指定手段で指定された一つ以上の位置情報に基づき、頭頂高さと髪生え際高さとを推

定し、髪領域を認識する髪認識手段を備えてなることを特徴とする。

【0051】本発明の請求項13に係る画像処理装置は、請求項12記載の画像処理装置において、前記髪認識手段は、髪色を抽出する髪色抽出手段を備えてなることを特徴とする。

【0052】上記構成によれば、画像全体から背景領域を抽出する必要がないため、背景色が一樣またはそれに近い必要はなく、通常のスナップ写真などからでも髪色を抽出し、あるいは、似顔絵を作成することができる。

[請求項14]本発明の請求項14に係る画像処理装置は、請求項12記載の画像処理装置において、前記髪認識手段は、前記位置指定手段で指定された一つ以上の位置情報に基づき、髪部分の特徴を抽出する髪特徴抽出手段と、該髪部分の特徴を用いて髪輪郭を抽出する髪輪郭抽出手段と、該髪輪郭を用いて髪を分類する髪分類手段と、をさらに備えてなることを特徴とする。

【0053】上記構成によれば、テンプレートマッチングによるのではなく、髪の輪郭線を抽出するため、いわゆる「七三分け」、「真中分け」などの呼び方でいう「分け目」を精度よく検出して分類することや、髪生え際線の形状の丸みを判定して「四角型」、「丸型」に分類することなど、きめ細かい形状分類を行うことができる。

[請求項15]本発明の請求項15に係る画像処理装置は、請求項12記載の画像処理装置において、前記髪認識手段は、顔輪郭の特徴を抽出する顔輪郭特徴抽出手段と、髪特徴及び顔輪郭特徴を用いて髪を分類する髪分類手段と、を備えてなることを特徴とする。

【0054】上記構成によれば、例えば、顔輪郭線の最上部の高さが頭頂高さと比較してある閾値以上低い場合は髪が相当量あると判断することにより、白髪であるなど髪領域と肌領域の区別が難しい場合にも、「髪が薄い」などの誤判断をなくす、あるいは減らすことができる。

[請求項16]本発明の請求項16に係る画像処理装置は、請求項12記載の画像処理装置において、前記髪認識手段は、前髪部分の特徴を抽出する前髪特徴抽出手段と、後髪部分の特徴を抽出する後髪特徴抽出手段を備え、髪部分を含む画像を入力した際、前記前髪特徴抽出手段にて抽出された前髪特徴と前記後髪特徴抽出手段にて抽出された後髪特徴とを用いて前髪部品を決定することを特徴とする。

【0055】上記構成によれば、前髪、後髪の両方の特徴を用いて前髪部品を決定するため、例えば、髪の上で左側の方に分け目があれば、前髪部品でも左の方から流れているような、「左分け」にマッチしたものを選択することにより、よりリアルな、違和感の少ない似顔絵を作成することができる。また、予め用意された髪部品を用いているので、例えば、髪領域を2値化したもの

と、前髪部分の髪を表現する小部品とを組み合わせる手法のように、髪領域が2値化画像の一部あるいは全部が、髪画像の一部あるいは全部としてそのまま出力される手法と比較して、より美しい似顔絵を作成できる場合が多く、また、処理が不完全な部分が存在しても、それが出力としてそのままユーザーに見えるわけではないので、違和感を与えにくい。

[請求項17]本発明の請求項17に係る画像処理装置は、請求項12記載の画像処理装置において、前記髪認識手段は、前髪部分の特徴を抽出する前髪特徴抽出手段と、後髪部分の特徴を抽出する後髪特徴抽出手段を備え、髪部分を含む画像を入力した際、前記前髪特徴抽出手段にて抽出された前髪特徴と前記後髪特徴抽出手段にて抽出された後髪特徴とを用いて後髪部品を決定することを特徴とする。

【0056】上記構成によれば、前髪、後髪の両方の特徴を用いて後髪部品を決定するため、例えば、額の前髪部分で左の方に分け目があれば、後髪部品でも、左側の方に分け目があるような、「左分け」にマッチしたものを選択することにより、よりリアルな、または違和感の少ない似顔絵を作成することができる。また、予め用意された髪部品を用いているので、例えば、髪領域を2値化したものと、前髪部分の髪を表現する小部品とを組み合わせる手法のように、髪領域が2値化画像の一部あるいは全部が、髪画像の一部あるいは全部としてそのまま出力される手法と比較して、より美しい似顔絵を作成できる場合が多く、また、処理が不完全な部分が存在しても、それが出力としてそのままユーザーに見えるわけではないので、違和感を与えにくい。

[請求項18]本発明の請求項18に係る画像処理装置は、画像中の顔部品の大きさや形状の顔部品特徴情報を得る手段と、その特徴情報に対応する複数の顔部品種類を持ち、各顔部品種ごとに複数の部品データを記憶している顔部品データ記憶手段と、前記顔部品特徴情報をもとに前記顔部品データ記憶部から適当な部品データを抽出する顔部品データ抽出手段と、前記抽出された各顔部品データを顔部品データ記憶部に記憶してある顔輪郭部品種ごとに部品の配置位置を定めることにより、輪郭に適した位置に他の顔部品を配置する手段を備えてなることを特徴とする。

【0057】上記構成により、画像中の顔部品の大きさ、形状などの、どの顔部品を使用するか決定した後、顔部品の中の顔輪郭部品ごとに部品配置位置と部品サイズなどの部品配置方法を決定し、各顔部品データを配置する。部品を顔輪郭に基いて配置することによって、単に部品が顔からはみ出したりしないだけでなく、その顔輪郭の形状に最も適した位置と大きさに顔部品を配置することができる。顔輪郭ごとに顔部品配置情報を決定することにより、劇画調とコミック調など似顔絵のコンセプトによって顔のバランスがまったく異なる似顔絵につ

(12)

いても、顔部品を配置した場合に破綻することなく似顔絵を生成することが可能である。

[請求項19]本発明の請求項19に係る画像処理装置は、請求項18記載の画像処理装置において、画像中の顔部品の位置の情報を得る手段と、得られた顔部品の位置情報に基づき、顔輪郭に対応して決定した他の顔部品の配置位置を補正し、顔部品の配置位置を定める手段を備えてなることを特徴とする。

【0058】上記構成により、同じ顔輪郭を持つが、微妙に顔部品の位置が異なる顔のパリエーション全てに対応するため、画像中の顔部品の位置情報に基づき、上記請求項18によって決定した他の顔部品の配置位置を、その顔輪郭の許容範囲の中で修正し、より適切な部品の配置位置を決定する。また、入力画像から抽出した顔部品の位置と、統計的なその顔部品の顔輪郭における標準位置とを比較し、その差異と、顔輪郭ごとに決定される修正許容範囲によって、顔部品の配置を補正する。これにより、顔輪郭から顔がはみ出すような破綻を避けながら、入力画像の微妙な顔部品の位置の特徴を、似顔絵に反映させることが可能となる。

[請求項20]本発明の請求項20に係る画像処理装置は、請求項18記載の画像処理装置において、似顔絵合成時に配置する顔部品データにおいて、関連のある一組の部品の特定の色に関する部品の変更指定が行われたとき、関連する他の部品についても自動的に部品を変更することにより、常に矛盾を生じないデータを生成する手段を備えてなることを特徴とする。

【0059】上記構成により、前髪と後髪、あるいは前髪とヒゲなど、顔部品で強い相関を持つ部品間で、一方の部品の色を、例えば黒/茶/白のどれかに決定した場合、他方の部品の色も自動的に同じ色に変更することにより、他方の部品の色の変更を陽に指定することなく、違和感のない似顔絵を自動生成する。同様に、髪がパーマであるかなど、前髪と後髪などで強い相関のある形状についても、片方に対しての指示を他方に反映させることで、違和感のない編集操作が可能となる。

[請求項21]本発明の請求項21に係る画像処理装置は、請求項18記載の画像処理装置において、顔部品データ記憶部に記憶してある顔部品データの中で、一つの顔部品データが二つ以上の層構造を持っている場合に、他の顔部品データと組み合わせられたとき、部品中の色情報に基づいて層の並び順を変更し、適切な順番で部品と部品を構成する層の配置順序を定める手段を備えてなることを特徴とする。

【0060】上記構成により、顔部品あるいは、帽子などの似顔絵を構成する部品の各画素または領域において、その色情報から、顔輪郭上に投影された影を構成していると判断される画素または領域を抽出し、その画素または領域を予め描画してから、個々の顔部品を描画することにより、ある部品の上に、他の部品の影が載ると

いうことを防ぐ。さらに影が投影される部品が存在しない場合はその画素または領域の描画そのものを停止することにより、顔輪郭が存在しない場所に対する描画は禁止できる。

【0061】

【発明の実施の形態】以下に、本発明における画像処理装置の実施形態に関して図面を用いて説明する。

実施形態1

[第1の実施例] (請求項1, 2の発明)

図1は、本実施例の画像処理装置の機能ブロックを示した図である。

【0062】本実施例の画像処理装置は、外部から入力された画像、すなわち装置が外部から取得した画像(以下、入力画像と記す)に含まれる物体の特徴量、例えば、右目の位置等を、該入力画像から抽出処理する装置である。すなわち、図1に示すように、電子画像を取得する画像取得手段としての入力装置11と、入力装置11によって取得された入力画像等を記憶する記憶装置12と、入力画像から特徴量を抽出するための処理を行う演算装置13と、入力画像の任意の位置を指定する手段としての位置指定装置14と、抽出した特徴量を外部に出力する出力装置15が設けられている。尚、上記物体の特徴量を抽出する特徴量抽出部10は、記憶装置12と演算装置13とから構成されている。

【0063】本実施例では、上記構成の画像処理装置で実行される画像処理について説明する。尚、ここでは、入力画像に顔を含み、抽出される特徴量が、目、鼻、口、眉、耳、輪郭、髪等の顔部品の位置、大きさ、形状等である場合について説明する。

【0064】まず、入力装置11より画像を入力する。操作者は、ディスプレイ装置などの出力装置15に表示される入力画像を見ながら、位置指定装置14を用い、入力画像上の任意の位置を指定する。

【0065】図2は、位置指定の例及び位置指定によって決定される探索範囲の一例を示した図である。これは、入力された人物画像21の、右目位置22、左目位置23、口位置24を指定したことを示した画像である。右目位置をPre、左目位置をPle、口位置をPmとすると、右目に関する特徴量を抽出するために画像処理をする範囲25(以下、右目の探索範囲と記す)は、右目位置Preを中心として、幅Wre、高さHreの矩形であらわされる。

【0066】ここで、幅Wre、高さHreは次のように決定される。すなわち、人物顔において各顔部品の位置関係及び大きさは一定の拘束条件にしがっている。つまり、両目間の距離と、目の大きさには、一定の比率が存在すると考えられる。目の大きさを、目に外接する矩形の幅Weye及び高さHeyeで表現するとし、両目間の距離をLとした場合、Weye及びHeyeは、それぞれ次のようにあらわされる。

(13)

$$【0067】Weye = Cew \times L$$

$$Heye = Ceh \times L$$

ここで、 Cew は両目間の距離 L に対する目の幅 $Weye$ の比率の平均値で、 Ceh は両目間の距離 L に対する目の高さ $Heye$ の比率の平均値である。これらの係数 Cew 、 Ceh は、予め、複数の人物顔について、両目間の距離と目の幅及び高さについて計測し、平均値を求めておく。個人差により、目の幅及び高さはばらつきを生じるから、これにさらに適当な係数を乗じることで、ほとんど全ての人物について、右目がその中に含まれるような十分な大きさの探索範囲をあらゆる矩形の幅 Wre 及び高さ Hre を以下のように求めることができる。

$$【0068】Wre = Mew \times Weye$$

$$Hre = Meh \times Heye$$

ただし、 Mew 及び Meh は、予め、複数の人物について、両目間の距離と目の幅及び高さについて計測した分散値などから求めておく。

【0069】上記のプロセスを左目、口等にも同様に適用することができる。すなわち、左目の探索範囲、口の探索範囲を同様に求めることができる。尚、ここでは、両目間の距離 L を基準に探索範囲を求めているが、別の基準を設けてもよい。例えば、両目を結ぶ線分の中央と口位置を結ぶ線分の距離、すなわち、目と口の高さ、を基準として探索範囲を求めてもよい。

【0070】以上のように、位置指定装置を用いて、位置及び大きさが一定の拘束条件にしたがう物体の位置を入力することで、少ない入力位置で、その物体の特徴量を抽出するための探索範囲を適当に設定することが可能となる。

【0071】したがって、本実施例の特徴をまとめると次のようになる。

(1) 請求項1の画像処理装置は、画像を入力する入力手段と、前記入力した画像を記憶する記憶手段と、任意の演算を行う演算手段と、当該画像中の任意の位置を指定することのできる位置指定手段と、当該画像中に配置された物体の位置及び大きさを認識し、前記物体の位置及び大きさの関係が一定の拘束条件を満たす場合に、画像中の一つ以上の当該物体の位置を入力することで、当該画像中の任意の特徴を抽出する特徴抽出手段とを備えてなることを特徴とする。

【0072】上記(1)の構成によれば、画像中に配置された物体の位置及び大きさの関係が一定の拘束条件を満たす場合に、画像中の一つ以上の位置を入力することで、当該入力位置より、対象となる物体の特徴量を抽出するための、画像処理を行うための適当な探索範囲を設定することが可能となる。

【0073】すなわち、従来の手法では探索範囲を設定するために、例えば3つの物体であれば、それぞれについて探索範囲を設定するために少なくとも6点を指定しなければならなかったが、本発明の画像処理装置を用い

ることで、より少ない指定点で適当な探索範囲を設定することが可能となる。

(2) 請求項2の画像処理装置は、特徴抽出手段が入力される画像に顔を含む場合に、顔を構成する目、鼻、口、眉、耳、輪郭、髪を顔部品とし、前記顔部品の内の少なくとも1つの該当顔部品の位置、大きさ、形状を特徴量として抽出することを特徴とする。

【0074】上記(2)の構成によれば、上記(1)の作用に加えて、目、鼻、口、眉、耳、輪郭、髪等の顔部品の位置、大きさ、形状等の特徴量を、頑健かつ高精度に抽出することができる。例えば、入力画像中に含まれている人物の右目、左目、口の位置を特徴量として抽出する場合、上記位置指定手段を用いて右目及び左目の2点を指定する。ここで、右目、左目、口の位置及び大きさについては、一定の拘束条件にしたがっている、すなわち、左右の目の大きさはほぼ同一であり、それは、両目間の距離に一定の係数を乗じた値から大きく離れた値ではなく、口は、両目を結ぶ線分の中央から垂直下方に位置し、その距離と口の大きさは、両目間の距離に一定の係数を乗じた値から大きく離れた値ではない、とすることができる。

【0075】すなわち、従来技術では、特徴抽出の処理において誤った値を抽出することがないように、探索範囲を限定するために、位置指定手段にて6点を指定しなければならなかったのを、2点指定するだけで同様の効果が得られるようになることを特徴としている。

[第2の実施例] (請求項3, 4, 5の発明)

本実施例では、図17乃至図18を用いて説明する。図17は目の検出動作をあらゆるフローチャートであり、図18は目の検出処理(検出、変換、抽出等の結果)に使用される各種の画像の例である。

【0076】まず、ユーザーが画像中の両目及び口のおおよその位置をペン、マウス等のポインティングデバイス(図1の位置指定装置)により指定する。次に、ユーザーにより指定された個所付近の画像を切り出す。

【0077】切り出す範囲の算出方法は以下の通りである。

【0078】まずユーザーが指定した両目のおおよその位置間の距離 $e1$ を算出する。その求めた距離 $e1$ に対し、予め定めた定数 EW 、 EH を乗算し、切り出す領域の幅 ew と高さ eh を決定する(100)。次にユーザーが指定した両目のおおよその位置それぞれを中心とし、求めた幅と高さで画像を切り出す(101)。尚、この切り出した画像をこれ以降、目周辺画像と呼ぶ。

【0079】続いて目周辺画像内の目を認識対象としその領域を得る方法、すなわち入力画像を2値化することにより認識対象の領域を得る方法について説明する。

【0080】まず目周辺画像を図18に示すような輝度画像(111)に変換する(102)。続いて輝度画像に対し判別分析法を適用し、閾値 $th1$ を決定する。次

(14)

に閾値 th_1 に対しそれぞれ予め定められた値を加減算し、下記の式に基づいて閾値 $th_2 \sim th_5$ を決定する(103)。

$$\begin{aligned} \text{【0081】 } th_2 &= th_1 - 20 \\ th_3 &= th_1 - 10 \\ th_4 &= th_1 + 10 \\ th_5 &= th_1 + 20 \end{aligned}$$

本実施例においては上記の方法で閾値の決定を行っているが、他の閾値の決定方法を使用もしくは併用することは容易である。次に上記によって決定した閾値 $th_1 \sim th_5$ を使用し、2値化画像 $Img_1 \sim Img_5$ を得る(104)。図18中の142は上記方法によって得られた2値化画像の例である。この例では認識対象である目の部分が黒いが左上にも黒い箇所があり、認識対象の領域だけを分離できていないことがわかる。無論上記の方式で認識対象の領域を正しく分離できることもある。

【0082】次に、入力画像を微分画像に変換する(105)。微分画像を生成する方法に関してはSobelオペレータを使用する方法などの様々な方法が知られており、そのいずれかを使用してもよい(尚、これらの方法は、当該技術分野に従事する技術者にとっては容易に実現できる手法であるためここでの詳細な説明は行わない)。続いて微分画像に対し輝度画像に対して行ったものと同じ方法で閾値 $th_6 \sim th_{10}$ を決定し(106)、2値化を行い2値化画像 $Img_6 \sim Img_{10}$ を得る(107)。

【0083】図18中の113は上記方法によって得られた2値化画像の例である。この例では認識対象である目の部分が白くなっており、他に小さな白い部分があるが、ほぼ認識対象の領域の分離ができている。無論、上記の方式で認識対象の領域を正しく分離できないこともある。また、上記の方法の他にも、入力画像を2値化する方法には色情報を利用したもの等の様々な方法があり、本発明にそれを適用することは容易である。また本実施例では各方式における閾値のバリエーションとそれにより生成される2値化画像の数を“5”としているが、これは任意の数でよく、また方式によって異なる数とすることや入力画像により変化するよう実施することも容易である。

【0084】続いて、各2値化画像における認識対象と思わしき領域を得る。本実施例においては認識対象は顔画像中の目領域の検出であるため、輝度画像中の暗い領域もしくは微分値の高い領域である。従って2値化画像 $Img_1 \sim Img_5$ においては画素値が0すなわち黒い画素が、2値化画像 $Img_6 \sim Img_{10}$ においては画素値が1すなわち白い画素が認識対象と思わしき画素である。上記認識対象と思わしき画素で、各2値化画像 $Img_1 \sim Img_{10}$ の中で最大の面積を持つ連続領域のみを取り出す処理を行い、残った領域をそれぞれ認識対象候補 $Area_1 \sim Area_{10}$ とする(108)。

【0085】図18中の114は同図中の113に対し最大面積をもつ連続領域のみを取り出す処理をした結果であり、113中の115は最大面積をもつ連続領域であり、認識対象候補の例である。114では113にあった目領域ではない白い小さな領域がなくなっており、認識対象領域を正しく分離できている。ここでは認識対象に関して予め分かっている情報を使用し、認識対象候補 $Area_1 \sim Area_{10}$ の中から最もよく認識対象をあらわしていると思われる領域を選択する。

【0086】顔における両目間の距離と目の大きさの統計的性質を利用し、ユーザーにより指定された両目のおおよその位置から、予想される目の大きさを算出する。具体的にはユーザーにより指定された両目のおおよその位置の間の距離を算出し、予め求めてある両目間の距離と目の大きさの比率の平均値を乗じ、それを予想される目の大きさとする(109)。

【0087】次に認識対象候補 $Area_1 \sim Area_{10}$ の大きさを求める。本実施例においては外接矩形の大きさを認識対象候補 $Area_1 \sim Area_{10}$ の大きさとする。図18中の144, 145は認識対象候補の例115の大きさである。次に各認識対象候補 $Area_1 \sim Area_{10}$ の大きさと予想される目の大きさを比較し、最も近いものを求め、この最も近い大きさを持つ認識対象候補を認識対象の検出結果とする(110)。認識対象候補の例115は認識対象を正しく分離しており、認識対象の大きさに等しい大きさを持っている。従って認識対象項の例115の大きさ144, 145は予測された目の大きさに近い値である。一方認識対象候補の例143は認識対象を正しく分離していないため、その大きさは予測された目の大きさに近い値ではない。よって、この例では正しく認識対象を分離している認識対象候補の例115が選択され、安定かつ高精度に目の認識が行なわれる。

【0088】したがって、本実施例の特徴をまとめると次のようになる。

(3) 請求項3の画像処理装置は、特徴量抽出手段が入力された画像を複数の方式及び複数の閾値で2値化し、それらの画像中の領域の位置や大きさや形状を判定し、最も信頼度の高い画像を選択することで、認識対象の領域を検出する領域検出手段を備えてなることを特徴とする。尚、領域検出手段は図示していないが、演算装置13の中もしくは特徴量抽出部10の中でその機能が実現されている。

【0089】上記(3)の構成によれば、認識対象の領域を得るために2値化を行なうにあたっての閾値の決定に際し、複数の方式による複数の閾値を用いて2値化を行ない、その結果得られた複数の領域と、予め概略のわかっている認識対象の位置、形状、大きさ等と比較し最も認識対象の位置、形状、大きさに近い領域を認識対象とすることで、認識対象の領域を頑健かつ高精度に抽出

(15)

することができる。

(4) 請求項4の画像処理装置は、特徴量抽出手段が位置指定手段で指定された2つ以上の顔部品の位置間の距離関係から顔部品の大きさを予測することにより、顔部品の位置、大きさの検出を行なう顔部品認識手段を備えてなることを特徴とする。尚、顔部品認識手段は図示していないが、演算装置13の中もしくは特徴量抽出部10の中でその機能が実現されている。

(5) 請求項5の画像処理装置は、顔部品認識手段が検出する位置や大きさの対象が顔部品の目であることを特徴とする。

【0090】上記(4)、(5)の構成によれば、高精度に顔部品の大きさを予測し、画像中の必要十分な範囲内でのみ検出処理を行ない、少ない計算量で高精度に顔部品の位置、大きさ検出を行なうことができる。これが目に対して効果的に適用できる。

[第3の実施例] (請求項6の発明)

本実施例では、図19乃至図20を用いて説明する。図19は目の検出結果を利用して顔の傾きを補正のフローチャートであり、図20は目の検出結果による顔の傾きを補正した画面の例である。

【0091】まず両目の検出が行われる(116)。次いで検出された両目の各々の中心を次式を用いて算出する。両目の中心は、検出された両目の外接矩形の上下端の位置座標 e_{pu} 、 e_{pd} の平均を上下方向の中心位置 e_{py} 、左右端の位置座標 e_{pl} 、 e_{pr} の平均を左右方向の中心位置 e_{px} とする(117)。

$$\begin{aligned} e_{py} &= (e_{pu} + e_{pd}) / 2 \\ e_{px} &= (e_{pl} + e_{pr}) / 2 \end{aligned}$$

図20中の121、122は顔が傾いている顔画像の例であり、124は傾いている顔画像において上記手法にて目を検出し、両目の中心位置を算出し、両目の中心位置同士を結んだ線である。続いて両目の各々の中心同士を結ぶ線が水平となるよう画像を回転する。具体的には、まず両目の各々の中心を結ぶ線の角度を算出するために、両目の中心位置同士を結んだ線のベクトルを求める(118)。このベクトルの大きさを (x, y) とすると、ベクトルの角度は次式により求められる(119)。

$$\text{【0093】 } k = \text{atan}(y/x);$$

この k が両目の中心位置同士を結んだ線の傾きであり、すなわち画像中の顔全体の傾きでもある。次に画像を $-k$ 度回転する(120)。画像を回転する方法は、当分野の技術者は容易にこれを実現できると考えられるので、特に具体的な説明はしない。この回転により両目の各々の中心を結ぶ線は傾きが補正され水平となり、画像中の顔及び顔部品も傾きが補正される。図20中の123は上記回転後の画像の例であり、148は回転された画像中における両目の中心位置同士を結んだ線である。これによれば、両目の中心位置同士を結んだ線は水平と

なり、画像中の顔も傾きが補正され正しく直立していることがわかる。上記手法により傾きが補正されるため、傾いた顔が入力された場合においても以降の処理では顔の傾きが補正された画像に対し認識等の処理を行なえばよいので、従来の方法より安定かつ高精度な認識が行なえる。

【0094】したがって、本実施例の特徴をまとめると次のようになる。

(6) 請求項6の画像処理装置は、顔部品認識手段が検出した両目の位置に関して、左右の目を結ぶ線が水平になるように、顔画像を回転させる手段を備えてなることを特徴とする。尚、この手段は図示されていない顔部品認識手段に備えられているため、顔部品認識手段と同様に、演算装置13の中もしくは特徴量抽出部10の中でその機能が実現されている。

【0095】上記(6)の構成によれば、顔が傾いた画像を入力として与えられても高精度に顔部品の位置、大きさ検出を行なうことができる。

[第4の実施例] (請求項7の発明)

本実施例では、図3乃至図6を用いて説明する。図3は目の形状を認識するための目の探索範囲、ヒストグラム、検出された目頭及び目尻の一例を示した図であり、図4は目頭を検出するためのテンプレートの一例をあらわした図であり、図5は目の厚みを検出するための目の探索範囲、肌いろをサンプリングするための領域、肌・非肌領域の一例をあらわす図であり、図6は目頭探索範囲及び目尻探索範囲を求めるための動作をあらわすフローチャートである。

【0096】図3乃至図6を用いて、左目の形状を判定する方法を説明する。

【0097】左目をその中に含むように探索範囲31を設定し、目頭と目尻の位置を検出する。これは、例えば、次のような方法で実現できる。人間の目の場合、上瞼と下瞼が合わさる形で目が構成されている。したがって、これら両瞼の境界が出会う点が目頭、あるいは目尻とすることができる。

【0098】探索範囲内の画像を垂直方向に微分し(S61)、その微分値を垂直方向に投影しヒストグラムを作成する(S62)。32は、画像31を垂直方向に微分し、その微分値を垂直方向に投影して作成したヒストグラムを模式的にあらわしたものである。そして、ヒストグラムを左から右に走査する(S63)。垂直方向への微分は、両瞼の境界線の水平方向の成分を抽出するから、それを垂直方向へ投影すると、次のような特徴をあらわすことになる。すなわち、左から右方向へ走査すると、まず探索範囲内において左端には目が存在せず、肌部分であるため、ヒストグラムは平坦である。右方向に見ていき、目頭に達すると、そこから上瞼及び下瞼が始まるので、ヒストグラムは急激に立ち上がる。そして、目尻付近に達すると再びヒストグラムは下降に転じる。

(16)

【0099】したがって、目の探索範囲内において、該ヒストグラムを左から右に走査した際に、急激に立ち上がる点は、その付近に目頭が存在する可能性が高い。ここで、適当な閾値を設け、ヒストグラム上昇の変化量がその閾値を超えた場合（S64）、その点の前後の適当な範囲を、次に目頭を検出するための探索範囲33とする（S65）。同様に、適当な閾値を設け、ヒストグラム下降の変化量がそのしき値を超えた場合（S66）、その前後の適当な範囲を、次に目尻を検出するための探索範囲34とする（S67）。ただし、目尻の場合は目頭に比べ、はっきりとした境界がない場合が多く、探索範囲としては目頭の場合より広く設定する方が望ましい。

【0100】目頭の探索範囲が設定されたら、次にその探索範囲内において、目頭位置を検出する。これには、

$$S = \sum_{p \in W} I(p) / N(W) - \sum_{p \in B} I(p) / N(B)$$

ただし、Wは目頭テンプレートの白であらわされている領域、Bは目頭テンプレートの黒であらわされている領域であり、I(p)は、画素pでの輝度値、N(W)、N(B)はそれぞれ、目頭テンプレートの白、黒であらわされている領域の画素数である。目頭探索範囲内すべてにおいて類似度Sを計算し（S73）、類似度Sが最も大きい点を、目頭位置35とする（S74）。

【0103】目尻の探索範囲が設定されたら、次にその探索範囲内において、目尻位置を検出する。目頭に比べて目尻の境界はあいまいであることが多いため、目頭のようにテンプレートを用いた手法ではうまく働かないことがある。これには、例えば、目尻の探索範囲内で重心を求める（S81）、という手法を用いる。重心(gx, gy)は、例えば、次式のように定義される。

$$\begin{aligned} g_x &= \sum_{p \in R} \{X(p) \times I(p)\} / \sum_{p \in R} I(p) \\ g_y &= \sum_{p \in R} \{Y(p) \times I(p)\} / \sum_{p \in R} I(p) \end{aligned}$$

ここで、Rは目尻の探索範囲をあらわす領域、X(p)は点pのX座標、Y(p)は点pのY座標である。この重心(gx, gy)を目尻位置36とする（S82）。

【0105】目頭位置35及び目尻位置36が検出されると、目の傾き37を求めることができる。

【0106】次に、目の厚みを求める。目の厚みを求めるには、例えば次のような手法がとられる。目の探索範囲内で、肌及び非肌領域を分離する。そのためにはまず、目の探索範囲内での肌の色を解析する。図5の目の探索範囲画像50において、明らかに肌であると思われる領域、例えば、当該探索範囲画像の外辺部51の色分布を調べる。具体的には、人間の肌を構成する画素の色は、ある色を平均として正規分布にしたがうと仮定し、該外辺部51内の画素の色の平均と分散を求める。この

例えば、次のような方法で実現できる。目頭を検出するための小テンプレート（以下、目頭テンプレートと記す）を設定する。図4の例では、目頭テンプレートのサイズを4ピクセル×4ピクセルとし、目頭の形状に合わせて3種類を用意している。目頭が下がっている44のような目の場合、41のような目頭テンプレートを用い、目頭が上がっている46のような目の場合、43のような目頭テンプレートを用い、それ以外の45のような目の場合、42のような目頭テンプレートを用いる。

【0101】目頭探索範囲内において、上記目頭テンプレートを移動させ（S71）、対応する画像との間で類似度を計算する（S72）。類似度Sは、例えば、次式のように定義される。

【0102】

$$S = \sum_{p \in B} I(p) / N(B)$$

平均と分散で、肌の色を表す確率密度関数を求め、該関数を目の探索範囲画像に適用することで、肌及び非肌領域に分離することができる。尚、本手法は、上記文献[4]あるいは文献[12]に記載された技術を用いる。

【0107】ここで模式図55において黒く示されている領域52は、非肌領域として分離された領域を模式的に示したものである。これは、目を構成する画素の大部分を含んでいる。この領域について、水平方向及びその前後に回転させた方向について投影した時に、該領域が存在する範囲をそれぞれ求める（53, 54, 55）。その範囲の長さが最小となるものを、該左目の厚みとする。

【0108】このように、目の傾き及び厚みを計測し、この2つのパラメータをもとに、予め設定しておいたカテゴリに対応する目の形状コードを求めることができる。

【0109】以上は左目の場合の処理を説明したが、右目の場合は、探索範囲画像を左右反転させてまったく同じ処理を適用することができる。

【0110】したがって、本実施例の特徴をまとめると次のようになる。

(7) 請求項7の画像処理装置は、顔部品認識手段が検出した目の位置や大きさに基づいて探索範囲を設定し、その範囲で目の傾き及び厚みをあらわす画像特徴を検出し、目の形状を判定する手段を備えてなることを特徴とする。尚、この手段は図示されていない顔部品認識手段に備えられているため、顔部品認識手段と同様に、演算装置13の中もしくは特徴量抽出部10の中でその機能が実現されている。

【0111】上記(7)の構成によれば、設定された探索範囲内で目の傾き及び目の厚みをあらわす画像特徴を検出し、目の形状を判定するので、テンプレート画像、

(17)

あるいは辞書画像と、それに対応する入力画像中の部分画像とがずれていることにより、誤った特徴量が抽出されるという危険を回避することができる。さらに、対象とする目の形状が、予め準備しておいたカテゴリーに含まれない形状の場合に、正しい特徴量が算出できないといった危険を回避することができる。さらに、テンプレート画像や辞書画像を準備する必要がなくなり、作業量を大幅に少なくすることができる。

[第5の実施例] (請求項8の発明)

本実施例では、図15及び図16を用いて、口の検出について説明する。図15は口の検出動作をあらわすフローチャートであり、図16は口の検出の画像及び投影結果の画像の一例をあらわした図である。

【0112】口の検出は回転により傾きの補正された画像に対し行なう。まず検出された両目の各々の中心の間の距離 e_{12} を求める。次に検出された両目の各々の中心の間の距離 e_{12} から、十分に口が含まれるであろう大きさとなるよう予め定めた定数 MW 、 MH を両目の各々の中心間の距離に乘算して範囲の幅 m_w 及び高さ m_h を算出する。続いて算出された範囲の幅 m_w 及び高さ m_h に従い、ユーザーにより指定された口のおおよその位置を中心として画像を切り出す(125)。図16中の132は切り出された口周辺の画像の例である。

【0113】次に切り出された口周辺の画像の横方向での中央付近の領域を決定し(126)、横に投影する(127)。図16中の133は切り出された口周辺の画像の例であり、136は133における横方向の投影を行なう領域であり、139は投影結果を模式的に表したものである。この投影を行なう領域は予め定めた定数 MHW を切り出した口付近の画像の幅 m_h に乘算した値を投影する範囲の幅 m_{hw} に、切り出した口付近の画像の高さを投影する範囲の高さとして算出している。

【0114】次に投影結果139から値の最も低い箇所を探索する。この値の最も低い箇所が唇裂傷の縦方向の位置である(128)。この時、口付近の画像が傾いており補正もされておらず、唇裂が水平でない場合を仮定する。図16中の134はそのような口周辺画像の例であり、137は134における横方向の投影を行なう領域であり、139は投影結果を模式的に表したものである。134においては唇裂は水平になっておらず、従って高さ方向の位置だけでは唇裂の位置を正確に表すことができない。また投影結果139では投影結果の鋭さが失われ、唇裂の位置が検出不可能になっていることがわかる。言い替えると本発明においては、目の検出結果に従い顔全体が正しく直立し唇裂が水平となるよう予め画像を回転した後に口の検出を行なうことにより、従来の方式に比べ安定かつ高精度に唇裂の検出を行なうことを可能としている。

【0115】続いて検出した唇裂の付近で上下に細く横に長い領域を決定し(129)、縦に投影する(13

0)。図16中の135がその場合の口周辺画像の例であり、138が縦方向の投影を行なう領域である。この縦方向の投影を行なう領域は、切り出した口付近の画像の高さ m_h に予め定めた定数 MVH を乘算した値を投影する範囲の高さ m_{vh} に、切り出した口付近の画像の幅を投影する範囲の幅とし、検出した唇裂の高さ方向の位置を投影する範囲の高さ方向の中心として算出する。

【0116】図16中の141が同図中の138を縦に投影した結果である。138の値の低い部分の幅が唇裂の幅である。138の値の低い部分の判定は以下の方法で行なう。まず、投影結果の値に対し判別分析を行ない、閾値 t_{hm} を決定する。次に求めた閾値 t_{hm} と、投影結果の各値を比較、 t_{hm} より値が低い箇所が唇裂のある箇所であり、最も左にある t_{hm} より値が低い箇所が唇裂の左端の箇所、最も右にある t_{hm} より値が低い箇所が唇裂の右端の箇所である。また唇裂の右端と左端の間隔が唇裂の幅であり、以上により唇裂の位置と幅が認識される(131)。

【0117】特に図示することはしないが、画像中の唇裂が傾いていれば、縦方向の投影を行なう領域から唇裂がはみ出てしまうか、縦方向の投影を行なう領域の高さを大きくしなければならず、どちらの場合も唇裂幅の検出精度が低下することは明らかである。言い替えると、本発明においては、顔の傾きを補正することにより安定かつ高精度に唇裂の位置、幅を検出することを可能にしている。

【0118】したがって、本実施例の特徴をまとめると次のようになる。

(8) 請求項8の画像処理装置は、顔部品認識手段が検出する位置や大きさが顔部品の口であることを特徴とする。尚、顔部品認識手段は図示されていないが演算装置13の中もしくは特徴量抽出部10の中でその機能が実現されている。

【0119】上記(8)の構成によれば、高精度に顔部品の口の大きさを予測し、画像中の必要十分な範囲内でのみ検出処理を行ない、少ない計算量で高精度に顔部品の位置、大きさ検出を行なうことができる。

[第6の実施例] (請求項9の発明)

本実施例では、図9乃至図10を用いて、左眉の位置及び大きさを抽出する方法を説明する。図9は眉毛の位置及び大きさを検出するための眉毛の探索範囲、2値化画像の一例をあらわした図であり、図10は眉毛の位置及び大きさを検出するための動作をあらわすフローチャートである。

【0120】まず、左眉をその中に含むように十分な大きさの探索範囲を設定する(S101)。探索範囲は、目の探索範囲を求めるときと同様に位置指定装置で指定された両目の位置等から求めてもよいし、前記第2の実施例(請求項5記載の画像処理装置を使用して)で求めた左目の位置から求めてもよい。いずれの場合も、予

(18)

め、複数の人物顔について、目の位置と両目間の距離、乃至は、左目の位置と、左眉がその中に含まれるような探索範囲の関係を計測し、求めておく必要がある。図9に左眉の探索範囲画像91と、それを複数の閾値で2値化した画像92乃至96を示す。ここでは、画像94が眉毛を分離するための最適な閾値で2値化された画像であるとする。

【0121】一般に、入力される画像のコントラストや、髪の毛、影など様々な要因があり、画像を2値化して眉毛を分離するための最適な閾値を求めることは非常に困難である。そこで、本画像処理装置では、複数のしきいで2値化した画像を比較し、最も眉をよく分離していると思われる画像の閾値を求めることで、上記の問題を解決している。

【0122】すなわち、画像92ないし96は、閾値の下限と上限を求め(S102)、その間で等間隔に閾値を設定してそれぞれ2値化(S103)した画像である。閾値の下限及び上限は、例えば、P-TILE法等を用い、下限の場合は暗い画素が全体の5%、上限の場合は暗い画素が全体の50%というように決定することができるし、他の適当な手法を用いてもよい。尚、P-TILE法については、文献[5]に記載されている技術を用いてもよい。

【0123】それぞれの閾値で2値化した画像に対し、次の処理を行う。まず、ここでの2値化は、暗い画素を白い画素に、明るい画素を黒い画素で表現する方法を用いており、隣接する白画素の領域をラベルと呼ぶ。2値化画像92は、92aないし92cの3つのラベルで構成されていることを示している。

【0124】眉の探索範囲は、その中に眉を含むように十分な大きさをもって設定されるので、2値化した際に、探索範囲画像の各辺に接するラベルは、眉以外の領域が分離されたものであるとみなすことができる。すなわち、2値画像92では、ラベル92cは眉毛ではなく髪の毛が分離されたものであり、眉毛を構成するラベルではないことがわかる。したがって、上記探索範囲画像の各辺に接するラベルを取り除いた後に残ったラベルが眉毛を構成するラベルの候補として残る(S104)。

【0125】上記候補として残ったラベルのうち、面積の小さいラベル、例えば眉探索範囲画像の1%以下の面積しかもたないようなラベルについては、画像中のノイズやその他の要因で、眉毛以外の暗い画素が分離されたと考えることができる。したがって、上記小面積ラベルを取り除いた後に残ったラベルが眉毛を構成する画素とする(S105)。

【0126】以上のようにして残ったラベルに外接する矩形を求め、この幅及び高さを眉毛候補の幅及び高さとする。これらの幅及び高さを、両目間の距離などから推定される眉毛の平均的な幅及び高さと比較し、その差が最も小さい眉毛候補が含まれる2値化画像を、眉毛を最

もよく分離している2値化画像であるとみなす(S106)。この2値化画像における、眉毛を分離しているとみなされるラベルの位置及び大きさを、該入力画像での左眉の位置及び大きさとする(S107)。

【0127】以上は左眉の場合の処理を説明したが、右眉の場合は、探索範囲画像を左右反転させてまったく同じ処理を適用することができる。

【0128】したがって、本実施例の特徴をまとめると次のようになる。

(9)請求項9の画像処理装置は、顔部品認識手段が検出する位置や大きさが顔部品の眉であることを特徴とする。尚、顔部品認識手段は図示されていないが演算装置13の中もしくは特徴量抽出部10の中でその機能が実現されている。

【0129】上記(9)の構成によれば、2つ以上の顔部品の位置を位置指定手段により指定し、それら指定位置間の距離関係から眉毛の大きさを予測することで、特徴量を抽出する際の処理を行うべき範囲を適当な大きさに制限することができる。その上で、当該処理範囲に対して2値化を行うが、認識対象の領域を得るために2値化を行なうにあたり、複数の方式、複数の閾値で2値化し、それらの画像中の領域の位置、大きさ、形状等を判定し、最も信頼できる画像を選択することにより、認識対象を高精度に検出する方法を備えることを特徴としている。そのため、2つ以上の顔部品の位置を位置指定手段により指定し、それら指定位置間の距離関係から眉毛の大きさを予測し、特徴量を抽出する際の処理を行うべき範囲を適当な大きさに制限することに加え、眉毛の大きさを推定することができる。すなわち、例えば、位置指定手段によって位置指定される顔部品が右目と左目である場合、眉毛の大きさは、その両目間の距離に一定の係数を乗じた値から大きく離れた値ではない、とすることができる。

【0130】したがって、2値化を行った際に分離される領域の大きさと、推定される眉毛の大きさを比較し、それらの大きさがあまり離れていないような2値化の閾値を求めることで、眉毛をあらゆる領域を高精度に検出することができる。

[第7の実施例](請求項10の発明)

本実施例では、図11乃至図14を用いて、左眉の形状を判定する方法を説明する。

【0131】図11は眉毛に外接する矩形の一例をあらわした図であり、図12は眉毛の形状を認識するための量子化の一例をあらわす図であり、図13は眉毛の折れ曲がりかたを検出するための動作をあらわすフローチャートであり、図14は眉毛の厚みを検出するための動作をあらわすフローチャートである。

【0132】まず、左眉をその中に含むように探索範囲111を設定する(S131)。図11には、前記第6の実施例(請求項9の画像処理装置)を用いて眉の位置

(19)

及び大きさを抽出するために最適な閾値で2値化した画像112において、眉の位置及び大きさが、眉を分離したラベルの外接矩形113として示されている。上記矩形内のラベル画像を、量子化する(S132)。図12では、3×2のサイズに量子化する例を示している。尚、ここでは、地の色が白、眉毛の色が黒で表されている。ここで、上がり眉の例121及び下がり眉の例122が示されているが、これを3×2のサイズに量子化すると、模式図124及び125のようになる。ここで、例えば、3×2のブロックのうち、模式図123で示されるA及びBの部分を観測し、A白かつB黒の場合は上がり眉、逆に、A黒かつB白の場合は下がり眉とすることができる。同様に、その他の折れ曲がり形状も同様の量子化パターンを調べることで検出(S133)することができ、これをもって眉の折れ曲がりかたを検出することが可能となる。

【0133】次に、眉毛の太さを検出する。眉毛の太さを検出するには、例えば次のような処理を行う。まず、前記第6の実施例(請求項9の画像処理装置)を用いて眉の位置及び大きさを抽出するために最適な閾値で2値化した画像における、眉を分離したラベル(以下、眉毛ラベル画像と記す)に対して、収縮処理を施す。この収縮処理については、文献[5]の技術を用いてもよい。収縮処理を施し、眉毛ラベルが消滅するまでの回数を計測し、その回数により眉の太さを判定する。すなわち、細い眉の場合は、太い眉に比べて、より少ない回数の収縮処理で眉毛ラベルが消滅するので、眉毛ラベルが消滅するまでの回数を計測することで、眉毛の太さを検出することができる。

【0134】以上、眉毛の折れ曲がりかた及び太さを計測し、この2つのパラメータをもとに、予め設定しておいたカテゴリーに対応する眉毛の形状コードを求めることができる。

【0135】以上は左眉の場合の処理を説明したが、右眉の場合は、探索範囲画像を左右反転させてまったく同じ処理を適用することができる。

【0136】したがって、本実施例の特徴をまとめると次のようになる。

(10) 請求項10の画像処理装置は、顔部品認識手段が検出した眉の位置や大きさに基づいて探索範囲を設定し、その範囲で眉の太さ及び折れ曲がり方をあらゆる画像特徴を検出し、眉の形状を判定する手段を備えてなることを特徴とする。尚、この手段は図示されていない顔部品認識手段に備えられているため、顔部品認識手段と同様に、演算装置13の中もしくは特徴量抽出部10の中でその機能が実現されている。

【0137】上記(10)の構成によれば、設定された探索範囲内で眉毛の太さ及び折れ曲がりかたをあらゆる画像特徴を検出し、眉毛の形状を判定するので、テンプレート画像、あるいは辞書画像と、それに対応する入力

画像中の部分画像とがずれていることにより、誤った特徴量が抽出されるという危険を回避することができる。さらに、対象とする眉毛の形状が、予め準備しておいたカテゴリーに含まれない形状の場合に、正しい特徴量が算出できないといった危険を回避することができる。さらに、テンプレート画像や辞書画像を準備する必要がなくなり、作業量を大幅に少なくすることができる。

[第8の実施例](請求項11の発明)

本実施例では、図23乃至図30を用いて、図2に示す原画像内の人物顔輪郭形状を判定する画像処理動作を説明する。

【0138】図23は図1に示す画像処理装置によって実施される画像処理動作を説明するためのフローチャートであり、図24は入力画像中の中心座標および初期輪郭の配置を説明するための図であり、図25は初期輪郭上の一点と中心座標を結ぶ直線上の色差算出を行なう方法を説明するための図であり、図26は色差の算出例を模式的に示した図であり、図27は顔輪郭形状に特化した色差算出をおこなう手法として顔が楕円形状であることを利用する場合について説明するための図であり、図28は顔輪郭形状に特化した色差算出をおこなう手法として顔が中心軸に対して左右対称であることを利用する場合について説明するための図であり、図29は抽出した顔輪郭線から距離関数を算出する手法を説明するための図であり、図30は入力画像から得られた距離関数と基準距離関数を比較する手法を説明するための図である。

【0139】ここでは図23のフローチャートを用いて、図2に示す原画像21内の人物顔輪郭形状を判定する画像処理動作を説明する。

【0140】まず前提として入力装置11は、対象となる原画像21を記憶装置11に格納してあるとする。最初に操作者は、顔の中心を特定するための位置情報を位置指定装置14により指定し、原画像上の顔の中心位置を確定する(ステップS201)。この顔の中心位置は、直接操作者が指定してもよいし、図2中の22~24に示すような、右目、左目、口の中心座標を指定し、その中心を顔の中心位置として算出してもよい。

【0141】次に、ステップS202では、顔輪郭の近傍に初期輪郭の配置を行なう。初期輪郭の配置は、操作者が位置指定装置14により直接指定するか、上述のように、目や口などの顔の他の部分の配置が分かっている場合は、それらの情報をもとに自動的に適当な位置に配置してもよい。例えば、目と口の領域を囲むような領域を初期輪郭とする。目や口の相対距離を統計的に予め調べておいて、適当なマージンをつけて目と口を囲むように配置してもよい。図24は中心位置210、及び初期輪郭211を確定した画像を説明する例を示したものである。

【0142】次に、ステップS203では、原画像と中

(20)

心位置及び初期輪郭から、顔中心座標と初期輪郭上の各座標を結ぶ直線上の隣り合う画素間の色差を算出し、対象画素間の座標中点を座標値とし、算出した色差を画素値にも画像（色差マップ画像）を作成する。

【0143】ここで、前記色差を算出する方法としては、例えば、画素データの各単色光ごとの輝度値を画素間でそれぞれ減算処理することにより差分値を算出し、各単色光ごとの差分値の合計値を色差として算出する。色差算出手法は、この他の別の手法を用いてもよい。例えば、画素データを各単色光の輝度値から、色相（H）/彩度（S）/輝度（V）で表現されるHSV値に変換し、色差を求める2画素のHSV空間上での位置を求め、その間の距離値を色差としてもよい。また隣り合う画素間ではなく、例えば連続する5画素単位ごとに平均色を求め、その平均色同士の色差を求めてもよい。また、色差の算出時には、対象が人物顔であることを利用して色差の検出精度を変更してもよい。例えば、色差を算出する際に比較する2画素の画素値が肌色を表す画素値に近い値をもつ場合、2点は顔輪郭内の画素である可能性が高いとみなし、色差の検出精度を低くし、ノイズ等の影響を軽減することができる。一方、顎と首はどちらも肌色を表す画素値をもつ可能性が高く、その境目である顎境界を検出する際には、検出精度を上げたほうがよい。したがって、中心から首方向への直線上の色差検出時には、色差の検出精度を高めるようにし、顎境界を検出しやすくする。尚、首の位置は、例えば口の座標が該値であるならば、その座標方向を推定することが可能である。

【0144】例として図25に示すような顔中心212と初期輪郭上の座標点213を結ぶ直線214上の色差を求める場合の模式図を図26に示す。215が直線

$$E3(P) = x(MAX(D) - D(P)) \quad \dots (式201)$$

ただし、MAX(D)は色差マップ画像中の色差の最大値で、係数xはエネルギー関数Eにおける画像エネルギーの貢献度を意味する。式201に従えば、色差が小さいところほど画像エネルギーは大きくなり、輪郭は移動しやすくなる。逆に色差が大きいたるところほど画像エネルギーは小さくなり輪郭は移動しにくくなる。

【0150】次に、ステップS205では、ステップS204で求めた輪郭線をもとに距離関数を算出する。すなわち、輪郭線を顔内部の該値の座標、例えば、顔中心からの距離rと方向（角度）θからなる関数r=L

$$L(\theta) = \sum_n (A(n) \times \exp(j(2\pi n(s/L)))) \quad \dots (式202)$$

ここで、A(n)が曲線形状を表す係数exp(j)は自然対数の底のべき乗を表し、sは曲線上の距離を、Lは閉曲線の全長を意味する。フーリエ記述子に関する詳細は、例えば文献[5]に開示されている。

【0153】次に、ステップS206では、ステップS205で求めた距離関数の特徴を基準距離関数と比較す

上の画素値の並びを示し、216が隣合う2点間の画素値の差分を示している。すなわち、この例では216が色差の並びを示す。

【0145】また、色差を検出後に、さらに人物顔輪郭独自の特徴性を利用し、より顔輪郭形状に特化した色差マップ画像を作成してもよい。例えば、顔を楕円の相似形であると仮定し、図27に示すように顔中心を中心とする任意の大きさの楕円曲線上の1点と隣り合う2点の計3点の色差を平均化して、その座標の色差として再格納することによりノイズの影響を抑制する。または、顔輪郭が左右対称性をもつと仮定して、図28に示すように顔中心と口座標を結ぶ直線を対称軸とする2座標の色差を平均化し、それぞれの色差としてもよい。

【0146】上記のように、人物顔であることを制約条件に用いることにより、より顎形状の特徴を表すことに特化したエネルギー画像を作成することができ、鮮明な輪郭線が現れていない入力画像やノイズの多い画像に対しても、より安定な顎検出を行なうことができる。

【0147】次に、ステップS204では、初期輪郭を動的輪郭モデルにしたがって移動させ、輪郭線を抽出する。エネルギー関数Eとして、例えば、輪郭線のなめらかさを表す内部エネルギーE1、輪郭を収縮しようとするエネルギーE2、物体輪郭を特徴づける画像エネルギーE3の和E=E1+E2+E3求め、このEを最小化するように輪郭を移動させる。

【0148】ここで、画像エネルギーE3にはステップS203で作成した色差マップ画像を利用する。画像上の任意の点P(x,y)における画像エネルギーE3(P)は、Pに対応する色差マップ画像上の色差値をD(P)としたとき式201から求める。

【0149】

()として表現する。この様子を示す模式図を図29に示す。

【0151】L()は、θの値を単位角度ずつ変えたときのrを求めてもよいし、例えば顎形状をより顕著に表す範囲（顔中心からみて首のある方向）は、単位角度を狭くし、他の方向に比べてより情報量を多くしてもよい。また、距離関数を例えば式202によって表されるフーリエ記述子として表現してもよい。

【0152】

ることにより、形状を判定する。ここで、基準距離関数とは、基準となる顎形状の輪郭線から予め作られた距離関数のことである。基準となる顎形状の輪郭線は、輪郭線が予め手動で検出されている画像を、類似の顎形状、例えば、ベース型、丸型等に分類し、分類ごとに手動検出の輪郭線を平均化したものを利用すればよい。距離関

(21)

数の比較は、例えば、距離関数上の変曲点の位置、変曲点数、変曲点間の傾きなどを、その距離関数のもつ特徴と位置づけ、基準となる輪郭形状の距離関数の特徴とそれぞれ比較することにより行なう。比較を行う際には、予め基準距離関数と位置が整合するように正規化を行っておく必要がある。尚変曲点の位置や数、変曲点間の傾きは、基準形状の場合は予め求めておき、その情報をメモリに格納しておき、ステップS205で求めた距離関数の変曲点の情報と適宜比較すればよい。そして、比較

$$Z1 = \sum_{\theta} |B(\theta) - L(\theta)| \quad \dots \text{(式203)}$$

すなわち、Z1が最も最小となるB()をもつ形状を類似形状として決定すればよい。この方法の場合、の範囲分のB()を基準形状分メモリに用意しておく必要があるが、より詳細な形状の分類・判定を簡単に行うことができる。

【0156】また、平面上の曲線を周波数領域で記述する手法、例えば、フーリエ記述子を用いて距離関数を表現すれば、これにより算出されるフーリエ係数をその距

$$Z2 = \sum_n |Ab(n) - A(n)| \quad \dots \text{(式204)}$$

一般にフーリエ係数の低次の項にはおおまかな曲線形状、高次の項にはより詳細な曲線形状が反映されている。したがって、低次の項の比較、すなわち式204におけるnの範囲を小さくしてZ2を求めることにより、ノイズや個人差などの影響をなるべく排除した判定結果を得ることが可能である。

【0159】以上の動作により、撮影条件が悪く、あまり明確な輪郭線が現れていない画像やノイズの多い画像に対しても、より安定な顎検出を行ない、ノイズや個人差などの影響を出来るだけ排除した顎形状判定を行なうことが可能である。

【0160】したがって、本実施例の特徴をまとめると次のようになる。

(11) 請求項11の画像処理装置は、特徴抽出手段が位置指定手段で指定された一つ以上の位置情報に基づき、顎の輪郭特徴を検出し、その形状を判定する輪郭認識手段を備えてなることを特徴とする。つまり、位置指定手段から得られた一つ以上の顔の特徴付ける情報から、顎輪郭の特徴をより顕著に表す特徴画像を作成し、その画像を画像エネルギーとして利用する動的輪郭モデルにより輪郭を検出することを特徴とし、また、その検出輪郭線を顔の該値の部分からの距離と方向からなる距離関数として表現し、その距離関数の特徴を求めて基準特徴を比較することにより、顎輪郭形状を判定することを特徴とする。尚、この輪郭認識手段は図示されていない顔部品認識手段に備えられているため、顔部品認識手段と同様に、演算装置13の中もしくは特徴量抽出部10の中でその機能が実現されている。

【0161】上記(11)の構成によれば、画像処理装

置結果が最も近い基準距離関数をもつ形状を判定結果として決定する。尚、距離関数の比較は、より単純に基準距離関数との差分和を比較により行うこともできる。

【0154】図30はこの様子を模式的に表した図である。図30中のzは基準距離関数との差を示している。基準距離関数をB()とした時、差分和Z1は式203により与えられる。

【0155】

距離関数のもつ特徴として位置付けることができ、基準となる輪郭形状の距離関数の係数と比較することにより、上記と同様に形状判定を行なうことができる。

【0157】基準形状のフーリエ記述子の係数をAb(n)とした時、対象距離関数との差分Z2を次式204により求め、Z2が最も最小となるAb(n)をもつ形状を類似形状として決定する。

【0158】

置の操作者は、最初に位置指定手段により、入力画像中に含まれている人物の顔の中心を指定する。この顔中心は、直接指定してもよいし、他の顔特徴の指定、例えば、両目、口の座標から推定してもよい。次に人物の顔を含むような初期輪郭座標を求める。次いで、顔中心座標と初期輪郭上の各座標を結ぶ直線上の隣り合う画素間の色差を算出し、対象画素間の座標中点を座標値とし、算出した色差を画素値にもつ画像(以降、色差マップ画像と呼ぶ)を作成する。次いで、この色差マップ画像を、画像エネルギーとする動的輪郭モデルを用いて顎輪郭線を検出する。次いで、得られた輪郭線を顔内部の該値の座標、例えば、顔中心からの距離と方向(角度)からなる関数(以降距離関数と呼ぶ)として表現する。次いで、この距離関数の特徴を、基準となる輪郭形状の距離関数の特徴と比較し、最も特徴が近い距離関数をもつ輪郭形状を、入力画像の顎形状として判定する。

【0162】ここで、色差マップ画像作成には、対象画像人物顔であることを利用して精度を高めてもよい。例えば、色差を求める際には、肌色とそれ以外の色を区別して求めてもよい。すなわち、肌色に分類される画素同士の色差には、色差の検出精度を低くすることにより、ノイズやしわの影響が色差マップ画像に反映されにくくすることができる。逆に、首と顎の境目は同じ肌色であることが多く、色差が出にくいいため、中心から首方向への直線上の色差検出時には、検出精度を上げるようにしてもよい。尚、首の位置は、例えば口の座標が該値であるならば、方向を推定することが出来る。

【0163】また、上記により色差マップ画像を作成した後、例えば顔輪郭として楕円を仮定することによ

り、顔中心座標を中心とする楕円座標上にある画素値(=色差)とその両隣の画素値を平均化し、その画素値とする。あるいは、顔輪郭以外の他の特徴が別途判明している場合、例えば、口の中心座標が該値であるならば、口の中心座標と顔中心を結ぶ直線を対称軸にもつ2画素の画素値を平均化して、その画素値としてもよい。これにより、顎形状の特徴を加味したエネルギー画像を作成することができ、鮮明な輪郭線が現れていない入力画像やノイズの多い画像に対しても、より安定な顎検出を行なうことができる。

【0164】また、輪郭線から距離関数を作成する際にも、人物顔輪郭独自の特徴性を利用することにより、ノイズや照明による影響を出来るだけ排除し、顎の特徴をより顕著に表すように距離関数を修正することができる。例えば色差マップ作成時と同じように、楕円や対称性などの顔の形状に基づき平均化等の距離関数の修正を行なうことができる。

【0165】次に、距離関数の比較は、距離関数の変曲点の位置、変曲点数、変曲点間の傾きなどその距離関数のもつ特徴と位置づけ、基準となる輪郭形状の距離関数の特徴とそれぞれ比較することにより行なう。そして、最も類似している基準距離関数を有する基準形状を該当する輪郭形状として判定する。

【0166】また、平面上の曲線を周波数領域で記述する手法、例えば、フーリエ記述子を用いて距離関数を表現すれば、これにより算出されるフーリエ係数をその距離関数のもつ特徴として位置付けることができ、基準となる輪郭形状の距離関数の係数と比較することにより、上記と同様に形状判定を行なうことができる。

【0167】比較対象となる基準距離関数の特徴は、距離関数を予め正規化して表としてメモリに格納しておいてもよいし、予め必要となる正規化した変曲点の位置等の情報だけを格納しておいてもよい。フーリエ記述子を用いる場合は、必要な次数の係数を格納しておけばよい。これらの手法では、テンプレートマッチングに比べて、比較対象となる基準形状を辞書画像としてもつ必要がなく、メモリコストや処理速度の面で有利となる。

【0168】また、フーリエ記述子を用いる場合、フーリエ係数の低次の項にはおおまかな曲線形状、高次の項にはより詳細な曲線形状が反映されていることを利用し、まず低次の項の比較を行なうことにより、ノイズや個人差などの影響をなるべく排除した判定結果を得ることが可能である。

[第9の実施例](請求項12から17の発明)
本実施例では、図31乃至図35を用いて説明する。図31は本実施例の画像処理装置の構成を示すブロック図であり、図32は図31の画像合成装置の処理を示すフローチャートであり、図33は髪色抽出に関する説明図であり、図34は前髪分類に関する説明図であり、図35は後髪分類に関する説明図である。以下に、図32の

処理フローに従って、図33、図34、図35の説明図を参照しながら、各ステップについて詳細に説明する。

【0169】まず、入力手段321により、顔画像を入力し、記憶手段322に記憶する(ステップS341)。次に、位置指定手段324により、右目、左目、口のおおまかな位置、及び、顔輪郭を入力し、記憶手段322に格納する(ステップS342)。各手段は、記憶手段322に格納された画像及び右目、左目、口、顔輪郭の情報を参照し、演算手段323を用いて動作し、前髪及び後髪の分類を行い、あるいは、髪部品を決定する。尚、ここでは、右目、左目、口のおおまかな位置を入力するとしているが、必ずしもこれら3点が必要なわけではなく、例えば、これら3点の代わりに鼻と口の2点のおおまかな位置を入力することも考えられる。

【0170】上記右目、左目、口、顔輪郭の情報は、指定されたものをそのまま用いてもよいが、上記第2の実施例(請求項5)または第5の実施例(請求項8)で述べたような方法により検出された位置を用いれば、より精度を向上することができる。また、画像は入力されたものをそのまま用いてもよいが、予め、上記検出された右目、左目、口位置に基づいて、上記第3の実施例(請求項6)で述べたような方法で、右目と左目とが水平またはそれに近くなるように回転処理を行うことや、ローパスフィルタなどの画像処理を行うことなどにより、精度を向上することができる。画像の回転処理を行う場合は、上記右目、左目、口、顔輪郭についても、これと同じ角度分の回転処理を行う。

【0171】髪色抽出手段326は、以下のようにして髪色を抽出する(ステップS343)。この抽出方法を、図33を用いて説明する。尚、図33に示すように、以下の説明では、y座標は、上方から下方に行くに従って値が大きくなる向きに取っている。

【0172】まず、肌色抽出手段325により、右目、左目、口の座標に基づいて、鼻付近の領域内の画素値を用いて肌色を抽出する。これは、単純に平均値を求めてもよいが、例えば、一旦平均値及び分散を求め、平均から大きく外れている画素を除いて、再び平均及び分散を求め直してもよい。尚、ここで、肌色抽出を行うことは、後述のように、髪色抽出及び髪特徴抽出に役立つが、必ずしも必要ではなく、肌色抽出手段は省略することもできる。

【0173】次に、上記右目、左目、口の座標を用いて、頭頂高さ f_t 及び髪生え際高さ f_h の初期推定値 f_{t0} 、 f_{h0} を決定する。これは、例えば、右目と左目とのy座標の平均値を y_{eye} 、口のy座標を y_{mouth} とすると、適当に定める係数 k_{ft} 、 k_{fh} に対し、

$$f_{t0} = y_{eye} - k_{ft} \times (y_{mouth} - y_{eye})$$

$$f_{h0} = y_{eye} - k_{fh} \times (y_{mouth}$$

(23)

- y_{eye})
とすればよい。

【0174】次に、上記 f_{t0} 、 f_{h0} に基づき、サンプリング矩形 $ABFE$ 及び $EFD C$ を設定する。ここに、 E 、 F の y 座標は f_{t0} 、 C 、 D の y 座標は f_{h0} に等しく取り、 A 、 B の y 座標は $f_{t0} - (f_{h0} - f_{t0})$ に等しく取る ($AE = EC$ となる)。また、 A 、 E 、 C の x 座標は、右目 (画像上では左側に来る) 付近か、または、少し右目より (画像上で) 左に、 E 、 F 、 D の x 座標は、左目付近か、または、左目より少し (画像上で) 右に取るとよい。

【0175】次に、 EF の高さ f_t を適当な閾値 f_{t_up} 、 f_{t_down} に対して、
 $f_{t0} - f_{t_up} \leq f_t \leq f_{t0} + f_{t_down}$

の範囲内で上下に動かして探索を行い、矩形 $ABFE$ 内の画素値と矩形 $EFD C$ 内の画素値との分離度が最大になる所を頭頂高さ f_t の推定値とする。この分離度は、矩形 $ABFE$ 内の画素値の平均値を A_1 、分散を V_1 、矩形 $EFD C$ 内の画素値の平均値を A_2 、分散を V_2 、 $ABDC$ 内の画素値の平均値を A_3 、分散を V_3 、矩形 $ABFE$ と矩形 $EFD C$ との面積比を $S_1 : S_2$ としたとき、

$$\{ S_1 \times (A_1 - A_3) \times (A_1 - A_3) + S_2 \times (A_2 - A_3) \times (A_2 - A_3) \} / V_3$$

で計算される。尚、画像がカラー画像の場合は、画素値を3次元のベクトルとみなして同様に計算すればよい。

【0176】次に、矩形 $ABFE$ 内で、背景色の抽出を行う。このとき、下辺 EF は、上記の探索により動かした後の高さ f_t にある。これは、一旦平均値及び分散を求め、平均から大きく外れている画素を除いて再び平均及び分散を求め直すすよ。尚、このように背景色の抽出を行うことは、後述のように、髪色抽出に役立つが、必ずしも必要ではない。

【0177】さらに、矩形 $EFD C$ 内で、髪色の抽出を行う。このとき、上辺 EF は、上記の探索により動かした後の高さ f_t にある。これは、単純に平均値をとることも考えられるが、そうすると、髪画素以外の画素値が平均計算に含まれてしまい、精度が低下すると考えられるので、例えば、以下の様に行うとよい。

【0178】上記肌色の平均値及び分散、及び、上記背景色の平均値及び分散を用いて、肌色に近い画素、及び、背景色に近い画素を除いて平均及び分散を計算する。さらに、この髪色の平均及び分散を用いて、上記計算で既に除いた画素、及び、平均から大きく外れている画素を除いて再び平均及び分散を求め直す。このとき、除かれた画素の数が多く、髪色として計算に使われる画素 (以下、「髪色画素」と呼ぶ) の数が、ある閾値 n_{sh} より少ない場合は、髪が薄いため、髪色が安定に抽出できていないものと考えられるので、ステップ $S34$

5の髪特徴抽出はスキップして、ステップ $S346$ の髪分類へジャンプする (ステップ $S344$)。この場合は、髪分類手段 335 は、髪分類を「髪が薄い」とする。尚、肌色または背景色の一方または両方を抽出しない場合は、抽出を行わない方に関しては、これに近い画素を除く処理を省略することにより、髪色の抽出は可能ではあるが、精度が低下すると考えられる。

【0179】髪特徴抽出手段 329 は、前髪特徴抽出手段 327 及び後髪特徴抽出手段 328 のうち一方または両方から構成され、髪特徴を抽出する (ステップ $S345$)。

【0180】前髪特徴抽出手段 327 の動作例を以下に説明する。

【0181】上記髪色の平均値及び分散、及び、上記肌色の平均値及び分散を用いて、画像内の各画素に関し、髪色よりも肌色に近く、かつ、肌色の平均値から大きく外れてはいない場合は、非髪画素、そうでない場合は、髪画素というラベルを付ける。これによって、髪領域を抽出することができる。尚、ステップ $S343$ において肌色を抽出しない場合は、画像内の各画素に関し、髪色の平均値から大きく外れてはいない場合は、髪画素、そうでない場合は、非髪画素とラベル付けすればよい。上記髪領域は、それ自身、1つの前髪特徴であるとも考えられるが、さらに、これを用いて、前髪を含むと思われる適当な位置に横 11 メッシュ \times 縦 7 メッシュ程度のメッシュを設定し、各メッシュ内の髪画素数を前髪特徴とする (以下、この特徴を「前髪メッシュ特徴」と呼ぶ) など、前髪特徴を抽出する。

【0182】後髪特徴抽出手段 328 の動作例を以下に説明する。

【0183】上記髪色の平均値及び分散、及び、上記肌色の平均値及び分散を用いて、画像内の各画素に関し、肌色よりも髪色に近く、かつ、髪色の平均値から大きく外れてはいない場合は、髪画素、そうでない場合は、非髪画素というラベルを付ける。これによって、髪領域を抽出することができる。尚、ステップ $S343$ において肌色特徴を抽出しない場合は、画像内の各画素に関し、髪色の平均値から大きく外れてはいない場合は、髪画素、そうでない場合は、非髪画素とラベル付けすればよい。上記髪領域は、それ自身、1つの後髪特徴であるとも考えられるが、さらに、これを用いて、例えば、いわゆる「セミロング」を含む長髪系の髪の場合には髪が相当量あり、そうでなく短髪系の髪の場合には髪があまりない、と思われるような矩形領域を、顔の左右両側に設定し、それらの矩形内の髪画素数を取る (以下、この特徴を「後髪矩形特徴」と呼ぶ) など、後髪特徴を抽出する。

【0184】尚、上記では、前髪特徴と後髪特徴とを別々のものとして各々の抽出方法を述べたが、両者を一体のものと考えて、髪特徴を抽出してもよい。例えば、髪

(24)

画素領域は、前髪、後髪共通として、例えば、画像内の各画素に関し、髪色の平均値から大きく外れてはいない場合は、髪画素、そうでない場合は、非髪画素とラベル付けすることにより作成することも考えられる。

【0185】請求項14の発明では、さらに、髪輪郭抽出手段332を用いて、前髪輪郭または後髪輪郭のうち一方または両方を抽出する。髪輪郭抽出手段332は、前髪輪郭抽出手段330及び後髪輪郭抽出手段331のうち一方または両方から構成される。

【0186】前髪輪郭抽出手段330は、上記前髪特徴抽出手段327により抽出された髪領域を用いて、以下の様に動作する。

【0187】右目、左目の中点から、画像上を真上方向に画像端まで走査し、最も長い髪画素のランを検出する。このランの最下点を始点とし、(画像上の)左方向に輪郭を追跡し、右目及び左目の座標に基づいて定める、ある y 座標の閾値より下方(y 座標値は大)、かつ、同様に定める、ある x 座標の閾値より左方に来た時に、追跡を終える。次に、上記ランの最下点を始点とし、(画像上の)右方向に輪郭を追跡し、右目及び左目の座標に基づいて定める、ある y 座標の閾値より下方(y 座標値は大)、かつ、同様に定める、ある x 座標の閾値より右方に来た時に、追跡を終える。さらに、上記左側の輪郭線と右側の輪郭線とをつなぎ合わせ、前髪輪郭とする。

【0188】後髪輪郭抽出手段331は、上記後髪特徴抽出手段328により抽出された髪領域を用いて、以下の様に動作する。

【0189】右目、左目の中点から、画像上を真上方向に画像端まで走査し、最も長い髪画素のランを検出する。このランの最上点を始点とし、(画像上の)左方向に輪郭を追跡し、右目及び左目の座標に基づいて定める、ある y 座標の閾値より下方(y 座標値は大)、かつ、同様に定める、ある x 座標の閾値より左方に来た時に、追跡を終える。次に、上記ランの最上点を始点とし、(画像上の)右方向に輪郭を追跡し、右目及び左目座標に基づいて定める、ある y 座標の閾値より下方(y 座標値は大)、かつ、同様に定める、ある x 座標の閾値より右方に来た時に、追跡を終える。さらに、上記左側の輪郭線と右側の輪郭線とをつなぎ合わせ、後髪輪郭とする。

【0190】尚、上記では前髪輪郭と後髪輪郭を別々のものとして各々の抽出方法を述べたが、両者を一体のものとし、髪領域を用いてその輪郭を追跡することにより、髪輪郭を抽出してもよい。

【0191】請求項14の発明では、髪特徴抽出手段329は、上記抽出された髪輪郭を用いて、さらに別の髪特徴を抽出してもよい。例えば、前髪輪郭の最上点を検出し、前髪特徴とすることや、後髪輪郭を走査し、髪の内側へのへこみが最大になる点を検出し、後髪特徴とす

ることなどが考えられる。

【0192】髪分類手段335は、前髪分類手段333及び後髪分類手段334のうち一方または両方から構成され、上記髪特徴抽出手段329で求められた髪特徴、及び、請求項14の発明では、髪輪郭抽出手段332で求められた髪輪郭を用いて、髪型进行分类する(ステップS346)。尚、前髪と後髪とを区別あるいは分離せず、一体とみなして髪分類を行うことも考えられる。

【0193】前髪分類手段333の動作例を以下に説明する。

【0194】上記抽出された前髪メッシュ特徴を用いて、髪画素数がある閾値 c_2 以上のメッシュの数が、ある閾値 m_{fc} 以上ある場合は、「おかっぱ」へ分類する。ここでいう「おかっぱ」とは、額部分が大部分髪の毛に覆われたような髪型のことである。また、髪画素数が c_2 未満で、かつ、 $c_1 < c_2$ なる別の閾値 c_1 以上であるメッシュの数が、ある閾値 m_{fm} 以上ある場合は、「すだれ」へ分類する。ここでいう「すだれ」とは、額部分に相当量の髪の毛がかぶさっているが、髪の毛のすきまから相当量の肌が見えているような髪型のことである。

【0195】請求項14の発明では、さらに、上記髪輪郭を特徴を用いて、例えば、以下の様に、髪型进行分类する(図34参照)。

【0196】上記で「おかっぱ」へも「すだれ」へも分類されなかった場合に、まず、前髪輪郭の上部で、輪郭が髪領域の側(上方)へどの程度へこんでいるかを調べて、へこみがあまりない場合は「分け目なし」へ、そうでない場合は「分け目あり」へ大分類する。

【0197】次に、「分け目なし」に関しては、前髪輪郭の上部の直線度を調べて、直線度が大きい(直線に近い)場合は「四角型」(図34(a)参照)、そうでない場合は「丸型」(図34(b)参照)へ分類する。

【0198】さらに、「分け目あり」に関しては、上記検出された前髪輪郭の最上点の x 座標(以下 x_{df} とする)を用いて、適当に定めた $df_1 < df_2 < df_3 < df_4$ なる閾値 df_1, df_2, df_3, df_4 に対し、 $x_{df} < df_1$ の場合は「一九分け」(図34(c)参照)、 $df_1 \leq x_{df} < df_2$ の場合は「三七分け」、 $df_2 \leq x_{df} \leq df_3$ の場合は「真中分け」(図34(d)参照)、 $df_3 < x_{df} \leq df_4$ の場合は「七三分け」、 $df_4 < x_{df}$ の場合は「九一分け」へ分類する。

【0199】後髪分類手段334の動作例を以下に説明する。

【0200】上記抽出された後髪矩形特徴を用いて、髪画素数がある閾値 n_b 以上ある場合は「長髪系」、そうでない場合は「短髪系」へ分類する。

【0201】請求項14の発明では、さらに、上記髪輪郭を特徴を用いて、例えば、以下の様に髪型进行分类する

(25)

(図35参照)。

【0202】上記「長髪系」「短髪系」を大分類とし、さらに、上記検出された後髪輪郭の髪領域の内側へのへこみが最大になる点のx座標(以下 x_db とする)を用いて、適当に定めた $db1 < db2 < db3 < db4$ なる閾値 $db1, db2, db3, db4$ に対し、 $x_db < db1$ の場合は「九一分け」、 $db1 \leq x_db < db2$ の場合は「三七分け」、 $db2 \leq x_db < db3$ の場合は「真中分け」(図35(a)参照)、 $db3 \leq x_db < db4$ の場合は「七三分け」、 $db4 \leq x_db$ の場合は「九一分け」へ小分類する。ただし、上記検出された後髪輪郭の髪の内側へのへこみが、最大になる点においてもそれほど大きくない場合は、「分け目検出されず」(図35(b)参照)へ小分類する。

【0203】請求項15の発明では、顔輪郭特徴抽出手段336を備え、髪分類手段335は、髪特徴に加えてこの顔輪郭特徴を用いて、以下のように髪を分類する。

【0204】まず、顔輪郭特徴抽出手段336は、顔輪郭点のy座標の最小値を求め、これを顔輪郭線の最上部の高さとする。

【0205】次に、髪分類手段335は、例えば、上記顔輪郭線の最上部の高さ(以下、 y_ft とする)と、右目と左目とのy座標の平均値 y_eye とを用いて、ある閾値 hf に対し、 $y_eye - y_ft < hf$ である場合は、ステップS344において、髪色画素数が少ない場合でも、「髪が薄い」への分類は行わず、ステップS345へ進み、上記髪特徴を抽出した上、ステップS346でこれらを用いて「髪が薄い」以外の適当なカテゴリへの分類を行う。

【0206】前髪部品決定手段337及び後髪部品決定手段338は、以下の様に動作し、髪部品を決定する(ステップS347)。尚、前髪部品決定手段337と後髪部品決定手段338とについては、必ずしもその両方が存在する必要はなく、前髪部品あるいは後髪部品の一方はユーザ指定により決定することや、前髪と後髪とを区別あるいは分離せず、一体とみなした髪部品を用いることも考えられる。

【0207】前髪部品決定手段337は、上記前髪分類手段333の分類結果、例えば、「おかっぱ」、「すだれ」、「四角型」、「丸型」、「九一分け」、「七三分け」、「真中分け」、「三七分け」、「九一分け」に従って、これらに対応して予め作成しておいた部品のうち一つを決定し、出力する。このとき、部品の色を、ステップS343で抽出した髪色に従って決定することも考えられる。

【0208】請求項16の発明では、前髪分類手段333の分類結果に加えて、後髪分類手段334の分類結果も参照し、例えば、前髪分類が「四角型」、後髪分類が「短髪系・九一分け」であれば、「四角型」ではなく、

「九一分け」に対応する前髪パターンを出力する。あるいは、前髪部分ではそれほど明瞭な分けがないものの、左側(画像上右側)から右側(画像上左側)に向かって髪の毛が流れているような「四角型」とも「九一分け」とも異なるパターンを用意して、これを出力することも考えられる。

【0209】後髪部品決定手段338は、上記後髪分類手段334の分類結果、例えば「短髪系・九一分け」、「長髪系・真中分け」に従って、これらに対応して予め作成しておいた部品の一つを決定し、出力する。

【0210】請求項17の発明では、後髪分類手段334の分類結果に加えて、前髪分類手段333の分類結果も参照し、例えば、後髪分類が「長髪系・分け目検出されず」、前髪分類が「九一分け」であれば、後髪パターンは「長髪系・九一分け」に対応するものを出力する。あるいは、後髪分類が「長髪系・九一分け」、前髪分類が「三七分け」であれば、前髪分類と後髪分類とで分け目位置が食い違っており、前髪での分け目位置判定の方が信頼度が高いと考えられるので、後髪パターンも「長髪系・三七分け」に対応するものを出力する。

【0211】以上では、髪色抽出、髪特徴抽出、髪分類、髪部品決定を行っているが、これらをすべて行うことは必ずしも必要ではない。例えば、請求項13の発明で、ステップS343の髪色抽出までを行い、ステップS344～ステップS347は省略して、髪部品の形状の種類はユーザ指定により決定し、髪部品の色のみを、抽出した髪色に従って決定することも考えられる。

【0212】また、髪分類手段と髪部品決定手段とを別々の手段としているが、分類結果がすなわち髪部品種類であるとみなすこともできることを考えれば、これらの間の区分は必ずしも明確なものではない。

【0213】さらに、髪部品を予め作成しておき、髪部品の決定を行って出力するとしているが、髪分類の結果に基づいて、予め用意しておいた1つまたは複数のパターンを適当に変形して出力することも考えられる。

【0214】尚、上記で説明した各手段である、肌色抽出手段325と、髪認識手段が髪色を抽出する髪色抽出手段326と、前髪部分の特徴を抽出する前髪特徴抽出手段327と後髪部分の特徴を抽出する後髪特徴抽出手段328とからなる髪部分の特徴を抽出する髪特徴抽出手段329と、前髪の輪郭を抽出する前髪輪郭抽出手段330と後髪の輪郭を抽出する後髪輪郭抽出手段331とからなる髪部分の特徴を用いて髪輪郭を抽出する髪輪郭抽出手段332と、前髪の分類を行う前髪分類手段333と後髪の分類を行う後髪分類手段334とからなる髪輪郭を用いて髪を分類する髪分類手段335と、顔輪郭の特徴を抽出する顔輪郭特徴抽出手段336と、顔輪郭から前髪の部品を決定する前髪部品決定手段337と後髪の部品を決定する後髪部品決定手段338と、から髪認識手段が構成されているものとする。

【0215】したがって、本実施例の特徴をまとめると次のようになる。

(12) 請求項12の画像処理装置は、特徴抽出手段が位置指定手段で指定された一つ以上の位置情報に基づき、頭頂高さと髪生え際高さとを推定し、髪領域を認識する髪認識手段を備えてなることを特徴とする。

(13) 請求項13の画像処理装置は、髪認識手段が髪色を抽出する髪色抽出手段を備えてなることを特徴とする。

【0216】上記(12)、(13)の構成によれば、画像全体から背景領域を抽出する必要がないため、背景色が一樣またはそれに近い必要はなく、通常のスナップ写真などからでも髪色を抽出し、あるいは、似顔絵を作成することができる。

(14) 請求項14の画像処理装置は、髪認識手段が位置指定手段で指定された一つ以上の位置情報に基づき、髪部分の特徴を抽出する髪特徴抽出手段と、該髪部分の特徴を用いて髪輪郭を抽出する髪輪郭抽出手段と、該髪輪郭を用いて髪を分類する髪分類手段と、をさらに備えてなることを特徴とする。

【0217】上記(14)の構成によれば、テンプレートマッチングによるのではなく、髪の輪郭線を抽出するため、いわゆる「七三分け」、「真中分け」などの呼び方でいう「分け目」を精度よく検出して分類することや、髪生え際線の形状の丸みを判定して「四角型」、「丸型」に分類することなど、きめ細かい形状分類を行うことができる。

(15) 請求項15の画像処理装置は、髪認識手段が顔輪郭の特徴を抽出する顔輪郭特徴抽出手段と、髪特徴及び顔輪郭特徴を用いて髪を分類する髪分類手段と、を備えてなることを特徴とする。

【0218】上記(15)の構成によれば、例えば、顔輪郭線の最上部の高さが頭頂高さと比較してある閾値以上低い場合は髪が相当量あると判断することにより、白髪であるなど髪領域と肌領域の区別が難しい場合にも、「髪が薄い」などの誤判断をなくす、あるいは減らすことができる。

(16) 請求項16の画像処理装置は、髪認識手段が前髪部分の特徴を抽出する前髪特徴抽出手段と、後髪部分の特徴を抽出する後髪特徴抽出手段を備え、髪部分を含む画像を入力した際、前記前髪特徴抽出手段にて抽出された前髪特徴と前記後髪特徴抽出手段にて抽出された後髪特徴とを用いて前髪部品を決定することを特徴とする。

【0219】上記(16)の構成によれば、前髪、後髪の両方の特徴を用いて前髪部品を決定するため、例えば、髪の上で左側の方に分け目があれば、前髪部品でも左の方から流れているような、「左分け」にマッチしたものを選択することにより、よりリアルな、違和感の少ない似顔絵を作成することができる。また、予め用意

された髪部品を用いているので、例えば、髪領域を2値化したものと、前髪部分の髪を表現する小部品とを組み合わせる手法のように、髪領域が2値化画像の一部あるいは全部が、髪画像の一部あるいは全部としてそのまま出力される手法と比較して、より美しい似顔絵を作成できる場合が多く、また、処理が不完全な部分が存在しても、それが出力としてそのままユーザーに見えるわけではないので、違和感を与えにくい。

(17) 請求項17の画像処理装置は、髪認識手段が前髪部分の特徴を抽出する前髪特徴抽出手段と、後髪部分の特徴を抽出する後髪特徴抽出手段を備え、髪部分を含む画像を入力した際、前記前髪特徴抽出手段にて抽出された前髪特徴と前記後髪特徴抽出手段にて抽出された後髪特徴とを用いて後髪部品を決定することを特徴とする。

【0220】上記(17)の構成によれば、前髪、後髪の両方の特徴を用いて後髪部品を決定するため、例えば、額の前髪部分で左の方に分け目があれば、後髪部品でも、左側の方に分け目があるような、「左分け」にマッチしたものを選択することにより、よりリアルな、または違和感の少ない似顔絵を作成することができる。また、予め用意された髪部品を用いているので、例えば、髪領域を2値化したものと、前髪部分の髪を表現する小部品とを組み合わせる手法のように、髪領域が2値化画像の一部あるいは全部が、髪画像の一部あるいは全部としてそのまま出力される手法と比較して、より美しい似顔絵を作成できる場合が多く、また、処理が不完全な部分が存在しても、それが出力としてそのままユーザーに見えるわけではないので、違和感を与えにくい。

実施形態2 本実施形態に関して図36乃至図41を用いて説明する。図36は似顔絵画像の合成に関する画像処理装置の概略ブロック図であり、図37は各顔部品の中心位置を配置すべき位置座標の図であり、図38は顔輪郭の形状の例であり、図39は従来手法による影の描画例であり、図40は本発明による影の描画例であり、図41は図36の部品配置手段408に含まれる影の描画方法のフローチャートである。

【0221】まず、図36を用いて、本発明の似顔絵画像の合成に関する部分の構成を説明する。

【0222】画像入力手段400はスキャナなど、似顔絵をつくる元画像を入力するための手段で、特徴量抽出手段401は前記実施形態1(第1の実施例から第9の請求項1-17)にて説明した特徴量抽出手段で、顔輪郭決定手段402はその特徴量より対応する顔部品を選択する手段で、顔部品データ記憶手段403は顔部品の画像データを蓄積する手段で、顔輪郭決定手段404は抽出した特徴量より、その人物の顔輪郭を決定し、その輪郭に対応する部品の変形や配置に関する情報を、部品変形/配置情報記憶手段405から引き出す手段で、配置位置補正手段406は405から引き出した配置情報

(27)

を401の特徴量に基いてより似た似顔絵を生成するために補正する手段で、部品変形手段407は406から受け取った変形情報から、その顔の輪郭に適した形に顔部品の大きさなどに顔部品データを変形する手段で、部品配置手段408は404及び406が生成する顔部を顔輪郭の上、または下の適正な位置に配置するための手段で、画像出力手段409はCRTやプリンタなど合成した似顔絵画像を出力する手段で、編集指定入力手段410は合成された似顔絵の結果画像に対して、部品の配置位置や変形率を変更する手段である。

[第10の実施例] (請求項18の発明)

	x座標	y座標	x方向拡大率	y方向拡大率
後髪	{ 500 ,	500 ,	0.92 ,	1.00 }
左まゆ	{ 410 ,	670 ,	0.85 ,	0.85 }
右まゆ	{ 590 ,	670 ,	0.85 ,	0.85 }
左目	{ 410 ,	615 ,	0.80 ,	0.80 }
右目	{ 590 ,	615 ,	0.80 ,	0.80 }
鼻	{ 500 ,	510 ,	0.85 ,	0.85 }
口	{ 500 ,	450 ,	0.95 ,	0.95 }
左耳	{ 310 ,	600 ,	1.00 ,	1.00 }
右耳	{ 690 ,	600 ,	1.00 ,	1.00 }
前髪	{ 500 ,	500 ,	0.92 ,	1.00 }

x座標、y座標は個々の部品を配置すべき場所であり、似顔絵全体の大きさが1000×1000で、顔の中心が(500, 500)の例である。拡大率は標準顔の各部品の大きさを1.00とした比率で示されている。標準顔よりも部品位置が中心に寄り、部品もやや小さ目の指定となっており、細顔の形状に最適な部品構成となる。部品変形手段407と部品配置手段408は、このテーブルの値から顔部品を顔輪郭上、または下面(後髪や耳)に配置する。

【0224】したがって、本実施例の特徴をまとめると次のようになる。

(18) 請求項18の画像処理装置は、画像中の顔部品の大きさや形状の顔部品特徴情報を得る手段(特徴量抽出手段)と、その特徴情報に対応する複数の顔部品種類を持ち、各顔部品種ごとに複数の部品データを記憶している顔部品データ記憶手段と、前記顔部品特徴情報をもとに前記顔部品データ記憶部から適当な部品データを抽出する顔部品データ抽出手段と、前記抽出された各顔部品データを顔部品データ記憶部に記憶してある顔輪郭部品種類ごとに部品の配置位置を定めることにより、輪郭に適した位置に他の顔部品を配置する手段(部品配置手段)を備えてなることを特徴とする。

【0225】上記(18)の構成によれば、画像中の顔部品の大きさ、形状などの、どの顔部品を使用するか決定した後、顔部品の中の顔輪郭部品ごとに部品配置位置と部品サイズなどの部品配置方法を決定し、各顔部品データを配置する。部品を顔輪郭に基いて配置することによって、単に部品が顔からはみ出したりしないだけでな

本実施例では、特徴量抽出手段401で抽出した顔特徴から、あらかじめ用意された顔輪郭部品の中から最も近いものを、顔輪郭決定手段404によって決定する。例えば図38に示すような、標準顔/細顔/幅広顔/丸顔などの顔輪郭部品である。この顔輪郭部品には、各々図37に示すような形で各顔部品の中心位置を配置すべき座標と部品の変形率が、テーブルまたは関数の形で部品変形/配置情報記憶手段405に記憶されている。具体的例として以下に細顔のテーブルを示す。

【0223】

く、その顔輪郭の形状に最も適した位置と大きさに顔部品を配置することができる。顔輪郭ごとに顔部品配置情報を決定することにより、劇画調とコミック調など似顔絵のコンセプトによって顔のバランスがまったく異なる似顔絵についても、顔部品を配置した場合に破綻することなく似顔絵を生成することが可能である。

[第11の実施例] (請求項19の発明)

本実施例では、顔部品配置補正に使用する特徴量をあらず図22と該補正量算出の処理フローを示した図21を用いて説明する。

【0226】顔輪郭の横幅151及び顔画像中の目の位置(高さ)156を基準とし、顔輪郭の横幅に対する目の中心間の距離(幅)153、眉の中心間の距離(幅)152、目と目の中心と眉と眉の中心間の距離(高さ)154、目と目の中心と口の中心間の距離(高さ)155をそれぞれ求め、数百人の値をあらかじめ測定、平均を記憶しておき、顔画像中の顔部品位置の認識結果と比較、除算により比率を算出する(149)。具体的には顔輪郭の横幅に対する目の中心間の距離(幅)153の平均 M_{ew} と検出結果 D_{ew} の比率 R_{ew} 、眉の中心間の距離(幅)152の平均 M_{ebw} と検出結果 D_{ebw} の比率 R_{ebw} 、目と目の中心と眉と眉の中心間の距離(高さ)154の平均 M_{ebh} と検出結果 D_{ebh} の比率 R_{ebh} 、目と目の中心と口の中心間の距離(高さ)155の平均 M_{mh} と検出結果 D_{mh} の比率 R_{mh} を算出する。

【0227】 $R_{ew} = D_{ew} / M_{ew}$

$R_{ebw} = D_{ebw} / M_{ebw}$

(28)

$$Rebh = Debh / Mebh$$

$$Rmh = Dmh / Mmh$$

これにより、顔画像中の顔の顔部品位置の特徴が抽出される。ついで、抽出された顔部品位置の特徴に基づき顔部品の配置位置の補正量を算出する。本実施例においては、上記により得られた各々の比率に対し、あらかじめ強調の度合等を考慮して定められた各々の定数を乗じ、得られた値を合成画像中での顔部品配置位置の補正量とする(150)。

【0228】すなわち、

眉の縦方向の位置補正量を決定する定数 $Kebh$

眉の横方向の位置補正量を決定する定数 $Kebw$

目の横方向の位置補正量を決定する定数 Kew

口の縦方向の位置補正量を決定する定数 Kmh

をそれぞれ上記で求めた比率に乘じ、

眉の縦方向の位置補正量 $Hebh$

眉の横方向の位置補正量 $Hebw$

目の横方向の位置補正量 Hew

口の縦方向の位置補正量 Hmh

を求める。

$$【0229】Hebh = Rebh \times Rebh$$

$$Hebw = Rebw \times Rebw$$

$$Hew = Rew \times Rew$$

$$Hmh = Rmh \times Rmh$$

上記により求めた顔部品の配置位置の補正量に基づき部品の配置位置の補正を行なって似顔絵画像の合成を行なうことにより、使用される顔輪郭部品に適した配置であると同時に顔画像中の顔の顔部品位置の特徴を再現あるいは強調した似顔絵画像を合成することが可能となる。

【0230】したがって、本実施例の特徴をまとめると次のようになる。

(19) 請求項19の画像処理装置は、画像中の顔部品の位置の情報を得る手段()と、得られた顔部品の位置情報に基づき、顔輪郭に対応して決定した他の顔部品の配置位置を補正(配置位置補正手段)し、顔部品の配置位置を定める手段(部品配置手段)を備えてなることを特徴とする。

【0231】上記(19)の構成によれば、同じ顔輪郭を持つが、微妙に顔部品の位置が異なる顔のバリエーション全てに対応するため、画像中の顔部品の位置情報に基づき、上記請求項18によって決定した他の顔部品の配置位置を、その顔輪郭の許容範囲の中で修正し、より適切な部品の配置位置を決定する。また、入力画像から抽出した顔部品の位置と、統計的なその顔部品の顔輪郭における標準位置とを比較し、その差異と、顔輪郭ごとに決定される修正許容範囲によって、顔部品の配置を補正する。これにより、顔輪郭から顔がはみ出すような破綻を避けながら、入力画像の微妙な顔部品の位置の特徴を、似顔絵に反映させることが可能となる。

[第12の実施例](請求項20の発明)

図36の顔部品データ記憶手段403において、前髪の部品と、後髪の部品は、まったく別の部品として記憶されており、それぞれ人間の髪の色を簡易に表現できるように黒色/茶色/白色/金色などの髪色の部品が用意されている。通常の人間の髪色は、前髪も後髪も同じ色であり、特徴量抽出手段401は顔部品データ抽出手段402に両者が同じ色であるとする特徴量を渡すため、生成結果に問題を生じることはない。ところが編集指定入力手段410によって前髪の色の変更を指示すると後髪と矛盾を生じてしまう。そこで、前髪に対して色の異なる部品への変更を指示すると顔部品データ抽出手段402は、同時に後髪の色も同じ色の部品へ変更を自動的に行う。これにより前髪と後髪の色が異なるという矛盾を防ぐことができる。逆に後髪に対して色の変更指示を与えた場合にも、前髪の色の変更を自動的に行う。このような複数部品の同時色変更は、前髪と後髪だけでなく、眉毛やヒゲなど同じ髪色に統一する必要がある部品すべてに対して行ってもよい。また、顔部品のなかで同様に拘束条件を持つものとして、顔輪郭の肌色を色白から小麦色などへの部品変更を指示すると、耳や鼻の部品も対応する肌色の部品に変更するような実施例も考えられる。また色だけでなく、髪がパーマであるかどうかなど、前髪と後髪で強い相関のある項目について、同様に連動して変更を行うことが考えられる。

【0232】したがって、本実施例の特徴をまとめると次のようになる。

(20) 請求項20の画像処理装置は、似顔絵合成時に配置する顔部品データにおいて、関連のある一組の部品の特定の色に関する部品の変更指定が行われたとき、関連する他の部品についても自動的に部品を変更することにより、常に矛盾を生じないデータを生成する手段(部品変形手段)を備えてなることを特徴とする。

【0233】上記(20)の構成によれば、前髪と後髪、あるいは前髪とヒゲなど、顔部品で強い相関を持つ部品間で、一方の部品の色を、例えば黒/茶/白のどれかに決定した場合、他方の部品の色も自動的に同じ色に変更することにより、他方の部品の色の変更を陽に指定することなく、違和感のない似顔絵を自動生成する。同様に、髪がパーマであるかなど、前髪と後髪などで強い相関のある形状についても、片方に対しての指示を他方に反映させることで、違和感のない編集操作が可能となる。

[第13の実施例](請求項21の発明)

図36の顔部品データ記憶手段403に記憶される各顔部品は、内部的には実体と影という層構造を伴った画像として記憶される。この層構造を持った部品を単純に組み合わせさせて描画をおこなうと、図39のように、ある部品の上に、他の部品の影が重なって描画され不自然な絵になってしまう。そこで各部品を配置する時に図41のフローチャートに示すように、各部品を構成する画素また

(29)

は層構造の色を調べ、もしその色が肌色の影の色（例えばRGB値が $r = 238$ 、 $g = 160$ 、 $b = 87$ ）の色である場合、まず部品のこの影の色に相当する画素または層構造だけを予め描画し、引き続き影でない色の画素または層を描画する。これにより図40に示すように自然な画像を生成することが可能となる。このようなことが可能となるのは、顔部品において使用する色数が極めて限られていることに起因する。

【0234】さらに、この肌色の影の層に限り、描画すべき画素領域の下層に顔輪郭がない場合は、描画そのものを抑制することにより、後髪や背景などに肌色の影だけが描画されて不自然となることを防ぐことも可能である。

【0235】したがって、本実施例の特徴をまとめると次のようになる。

(21) 請求項21の画像処理装置は、顔部品データ記憶部に記憶してある顔部品データの中で、一つの顔部品データが二つ以上の層構造を持っている場合に、他の顔部品データと組み合わせられたとき、部品中の色情報に基づいて層の並び順を変更し、適切な順番で部品と部品を構成する層の配置順序を定める手段（部品配置手段）を備えてなることを特徴とする。

【0236】上記構成によれば、顔部品あるいは、帽子などの似顔絵を構成する部品の各画素または領域において、その色情報から、顔輪郭上に投影された影を構成していると判断される画素または領域を抽出し、その画素または領域を予め描画してから、個々の顔部品を描画することにより、ある部品の上に、他の部品の影が載るということを防ぐ。さらに影が投影される部品が存在しない場合はその画素または領域の描画そのものを停止することにより、顔輪郭が存在しない場所に対する描画は禁止できる。

【0237】以上、説明してきた記載内容に基づくと、画像中の特定物体の特徴量を抽出する画像処理を行う場合、処理に時間がかかったり、誤った特徴量を抽出してしまうことなく、また処理の範囲を位置指定手段等を用いて直接指定する場合に多くの位置を指定することなく、画像中の任意の特徴量を頑健、高精度かつ高速に抽出できるとともに、簡易に高品質な似顔絵を合成できる画像処理装置を提供することができる。

【0238】また、上記説明では画像処理の対象を顔として記載してきたが、顔のみに限定されず、例えば、写真の映像やパソコンやデジタルカメラやビデオで撮影した映像等を含む様々な任意の物体に対しても、構成手段や部品の役割や機能を変更することで適用できる。

【0239】尚、ここまで挙げた各実施形態における内容は、本発明の主旨を変えない限り、上記記載内容に限定されるものではない。

【0240】

【発明の効果】本発明における画像処理装置は、各請求

項において以下の効果が得られる。

【0241】本発明の請求項1においては、外部から入力した画像において、画像中に配置された物体の位置及び大きさの関係が一定の拘束条件を満たす場合に、当該画像中の任意の位置を指定することのできる位置指定手段を用いて、画像中の一つ以上の当該物体の位置を入力することで、当該物体の特徴量を抽出するための画像処理を行う適切な探索範囲を設定することができる。これにより、頑健かつ高精度かつ高速に特徴量を抽出することが可能となる。また、これは、位置指定手段を用いて、探索範囲を指定することに比べ、少ない指定点で同様の効果を得ることができるため、作業量を削減する効果がある。

【0242】本発明の請求項2においては、外部から入力される画像に顔を含み、抽出される特徴量が、目、鼻、口、眉、耳、輪郭、髪等の顔部品における該当する少なくとも1つの顔部品の位置、大きさ、形状等であることを特徴としている。そのため、各顔部品の位置及び大きさの関係は、予め複数の顔を調べておくことですぐに適用することが可能であり、特徴量を利用したアプリケーションを構築する際、処理を頑健かつ高精度かつ高速に行うことが可能となる。また、位置指定手段を用いて、探索範囲を指定することに比べ、少ない指定点で同様の効果を得ることができる。そのため、作業量を削減する効果があり、当該アプリケーションの利便性が高まるという効果がある。

【0243】本発明の請求項3においては、認識対象の領域を得るために2値化を行なうにあたり、複数の方式、複数の閾値で2値化し、それらの画像中の領域の位置、大きさ、形状等を判定し、最も信頼できる画像を選択することにより、認識対象を高精度に検出することが可能になる。

【0244】本発明の請求項4においては、2つ以上の顔部品の位置を位置指定手段により指定し、それら指定位置間の距離関係から顔部品の大きさを予測することにより、高精度に顔部品の位置、大きさ検出を行なうことが可能となる。

【0245】本発明の請求項5においては、目の大きさが一定の範囲にあることを利用して、2つ以上の顔部品の位置を位置指定手段により指定し、それら指定位置間の距離関係から顔部品の大きさを予測すること、あるいは認識対象の領域を得るために2値化を行なうにあたり、複数の方式、複数の閾値で2値化し、それらの画像中の領域の位置、大きさ、形状等を判定し、最も信頼できる画像を選択すること、あるいは両目の位置を検出し、左右の目を結ぶ線が水平になるように、顔画像を回転させること、もしくは上記のいずれかの方法を任意に組合せること、により、認識対象を高精度に検出することが可能になる。

【0246】本発明の請求項6においては、両目の位置

(30)

を検出し、左右の目を結ぶ線が水平になるように、顔画像を回転させることにより、顔部品検出精度を向上させることが可能になる。

【0247】本発明の請求項7においては、設定された探索範囲内で目の傾き及び目の厚みをあらかず画像特徴を検出し、目の形状を判定するので、テンプレート画像、あるいは辞書画像と、それに対応する入力画像中の部分画像とがずれていることにより、誤った特徴量が抽出されるという危険を回避することができる。さらに、対象とする目の形状が、予め準備しておいたカテゴリーに含まれない形状の場合に、正しい特徴量が算出できないといった危険を回避することができる。さらに、テンプレート画像や辞書画像を準備する必要がなくなり、作業量を大幅に少なくすることができる。

【0248】本発明の請求項8においては、口の大きさが一定の範囲にあることを利用して、2つ以上の顔部品の位置を位置指定手段により指定し、それら指定位置間の距離関係から顔部品の大きさを予測すること、あるいは認識対象の領域を得るために2値化を行なうにあたり、複数の方式、複数の閾値で2値化し、それらの画像中の領域の位置、大きさ、形状等を判定し、最も信頼できる画像を選択すること、あるいは両目の位置を検出し、左右の目を結ぶ線が水平になるように、顔画像を回転させること、もしくは上記のいずれかの方法を任意に組合せること、により、認識対象を高精度に検出することが可能になる。

【0249】本発明の請求項9においては、2つ以上の顔部品の位置を位置指定手段により指定し、それら指定位置間の距離関係から眉毛の大きさを予測し、眉毛に関する特徴量を抽出する際の処理を行うべき範囲を適当な大きさに制限することに加え、眉毛の大きさを推定することができる。すなわち、2値化を行った際に分離される領域の大きさと、推定される眉毛の大きさを比較し、それらの大きさがあまり離れていないような2値化の閾値を求めることで、眉毛をあらかず領域を高精度に検出することができる。

【0250】本発明の請求項10においては、設定された探索範囲内で眉毛の折れ曲がりかた及び眉毛の太さをあらかず画像特徴を検出し、眉毛の形状を判定するので、テンプレート画像、あるいは辞書画像と、それに対応する入力画像中の部分画像とがずれていることにより、誤った特徴量が抽出されるという危険を回避することができる。さらに、対象とする眉毛の形状が、予め準備しておいたカテゴリーに含まれない形状の場合に、正しい特徴量が算出できないといった危険を回避することができる。さらに、テンプレート画像や辞書画像を準備する必要がなくなり、作業量を大幅に少なくすることができる。

【0251】本発明の請求項11においては、撮影条件が悪く、あまり明確な輪郭線が現れていない画像やノイ

ズの多い画像に対しても、より安定な顎検出を行ない、ノイズや個人差などの影響を出来るだけ排除した顎形状判定を行なうことが可能である。

【0252】本発明の請求項12、13においては、画像全体から背景領域を抽出する必要がないため、背景色が一樣またはそれに近い必要はなく、通常のスナップ写真などからでも髪色を抽出し、それによって、似顔絵を作成することができる。

【0253】本発明の請求項14においては、テンプレートマッチングによるのではなく、髪の輪郭線を抽出するため、いわゆる「七三分け」、「真中分け」などの呼び方でいう「分け目」を精度よく検出して分類することや、髪生え際線の形状の丸みを判定して「四角型」、「丸型」に分類することなど、きめ細かい形状分類を行うことができる。

【0254】本発明の請求項15においては、例えば、顔輪郭線の最上部の高さが頭頂高さと比較して、ある閾値以上低い場合は髪が相当量あると判断することにより、白髪であるなど髪領域と肌領域の区別が難しい場合にも、「髪が薄い」などの誤判断を無くしたり、あるいは減らすことができる。

【0255】本発明の請求項16においては、前髪、後髪の両方の特徴を用いて前髪部品を決定するため、例えば、髪の上で左側の方に分け目があれば、前髪部品でも左の方から流れているような、「左分け」にマッチしたものを選択することにより、よりリアルな、違和感の少ない似顔絵を作成することができる。また、予め用意された髪部品を用いているので、例えば、髪領域を2値化したものと、前髪部分の髪を表現する小部品とを組み合わせる手法のように、髪領域が2値化画像の一部あるいは全部が、髪画像の一部あるいは全部としてそのまま出力される手法と比較して、より美しい似顔絵を作成できる場合が多く、また、処理が不完全な部分が存在しても、それが出力としてそのままユーザーに見えるわけではないので、違和感を与えにくい。

【0256】本発明の請求項17においては、前髪、後髪の両方の特徴を用いて後髪部品を決定するため、例えば、額の前髪部分で左の方に分け目があれば、後髪部品でも、左側の方に分け目があるような、「左分け」にマッチしたものを選択することにより、よりリアルな、違和感の少ない似顔絵を作成することができる。また、予め用意された髪部品を用いているので、例えば、髪領域を2値化したものと、前髪部分の髪を表現する小部品とを組み合わせる手法のように、髪領域が2値化画像の一部あるいは全部が、髪画像の一部あるいは全部としてそのまま出力される手法と比較して、より美しい似顔絵を作成できる場合が多く、また、処理が不完全な部分が存在しても、それが出力としてそのままユーザーに見えるわけではないので、違和感を与えにくい。

【0257】本発明の請求項18においては、特徴量抽

(31)

出手段によって得られた顔の各部品の特徴を最大限に反映しながら、顔輪郭の形状に基づく拘束条件を加えることで行き過ぎた特徴の反映を防ぎ、部品配置が最適で皺綻をきたさない似顔絵を自動合成することが可能となる。

【0258】本発明の請求項19においては、画像中の顔部品の位置などの情報を得る手段と、得られた顔部品の位置情報に基づき、上記請求項18における顔輪郭に対応して決定した他の顔部品の配置位置を補正し、より適切な部品の配置位置を定める手段を備えることにより、上記請求項18の効果に加え、画像中の顔の顔部品の配置による特徴を再現もしくは強調した似顔絵画像を合成することが可能となる。

【0259】本発明の請求項20においては、似顔絵中の色に関する拘束条件を利用することにより、似顔絵として不適切な画像の画像の生成を抑制し、かつユーザーに余分な部品の色変更指定を減らすことができる。

【0260】本発明の請求項21においては、記憶する顔部品のデータを必要以上に複雑することなく、部品を構成する層の描画順位を自動的に決定し、あるいは抑制することにより自然な画像を自動生成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る画像処理装置の概略ブロック図である。

【図2】位置指定の例及び指定位置により決定される探索範囲の例をあらわす図である。

【図3】目の形状を認識するための目の探索範囲、ヒストグラム、検出された目頭及び目尻位置の例をあらわす図である。

【図4】目頭を検出するためのテンプレートの例をあらわす図である。

【図5】目の厚みを検出するための目の探索範囲、肌色をサンプリングするための領域、肌・非肌領域の例をあらわす図である。

【図6】目頭探索範囲及び目尻探索範囲を求めるための動作をあらわすフローチャートである。

【図7】目頭位置を検出するための動作をあらわすフローチャートである。

【図8】目尻位置を検出するための動作をあらわすフローチャートである。

【図9】眉毛の位置及び大きさを検出するための眉毛の探索範囲、2値化画像の例をあらわす図である。

【図10】眉毛の位置及び大きさを検出するための動作をあらわすフローチャートである。

【図11】眉毛に外接する矩形の例をあらわす図である。

【図12】眉毛の形状を認識するための量子化の例をあらわす図である。

【図13】眉毛の折れ曲がりかたを検出するための動作をあらわすフローチャートである。

【図14】眉毛の厚みを検出するための動作をあらわすフローチャートである。

【図15】口の検出の動作をあらわすフローチャートである。

【図16】口の検出の画像及び投影結果の例をあらわす図である。

【図17】目の検出の動作をあらわすフローチャートである。

【図18】目の検出の画像及び変換、抽出結果の例をあらわす図である。

【図19】目の検出結果を利用した傾き補正の動作をあらわすフローチャートである。

【図20】目の検出結果を利用した傾き補正の例をあらわす図である。

【図21】顔部品配置補正量の算出の動作をあらわすフローチャートである。

【図22】顔部品配置補正に使用する特徴量をあらわす図である。

【図23】本発明の請求項11の実施例における画像処理装置の動作を概略的に示すフローチャートである。

【図24】本発明の請求項11の実施例における入力画像中の中心座標及び初期輪郭の配置を説明するための図である。

【図25】本発明の請求項11の実施例における初期輪郭上の一点と中心座標を結ぶ直線上の色差算出を行なう方法を説明するための図である。

【図26】本発明の請求項11の実施例における色差の算出例を模式的に示した図である。

【図27】本発明の請求項11の実施例における顔輪郭形状に特化した色差算出をおこなう手法として顔が楕円形状であることを利用する場合について説明するための図である。

【図28】本発明の請求項11の実施例における顔輪郭形状に特化した色差算出をおこなう手法として顔が中心軸に対して左右対称であることを利用する場合について説明するための図である。

【図29】本発明の請求項11の実施例における抽出した顔輪郭線から距離関数を算出する手法を説明するための図である。

【図30】本発明の請求項11の実施例における入力画像から得られた距離関数と基準距離関数を比較する手法を説明するための図である。

【図31】本発明の請求項12～16の画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図32】本発明の請求項12～16の画像合成装置の処理を示すフローチャートである。

【図33】髪色抽出に関する説明図である。

【図34】前髪分類に関する説明図である。

【図35】後髪分類に関する説明図である。

【図36】本発明の別の実施形態である似顔絵画像の合

(32)

成に関する画像処理装置の概略ブロック図である。

【図37】各顔部品の中心位置を配置すべき位置座標の図である。

【図38】顔輪郭の形状の例である。

【図39】従来手法による影の描画例である。

【図40】本発明による影の描画例である。

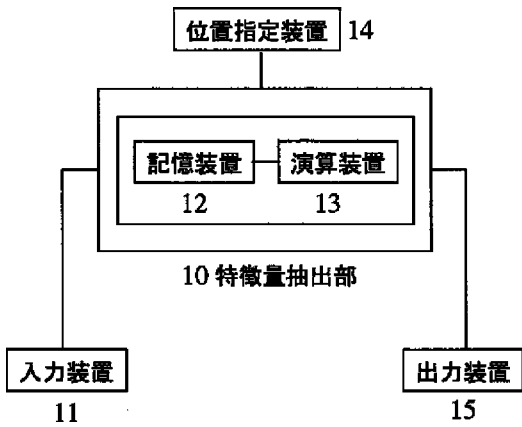
【図41】図36の部品配置手段408に含まれる影の描画方法のフローチャートである。

【符号の説明】

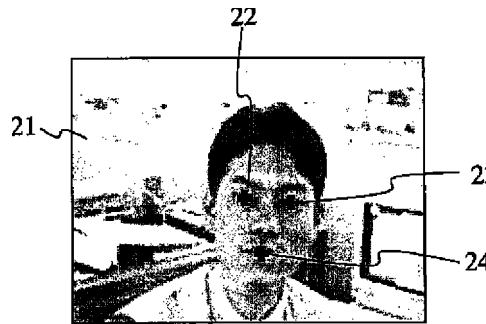
- 10 特徴量抽出部
- 11 入力装置
- 12 記憶装置
- 13 演算装置

- 14 位置指定装置
- 15 出力装置
- 400 画像入力手段
- 401 特徴量抽出手段
- 402 顔部品データ抽出手段
- 403 顔部品データ記憶手段
- 404 顔輪郭決定手段
- 405 部品変形/配置情報記憶手段
- 406 配置位置補正手段
- 407 部品変形手段
- 408 部品配置手段
- 409 画像出力手段
- 410 編集指定入力手段

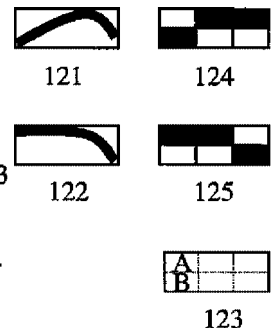
【図1】



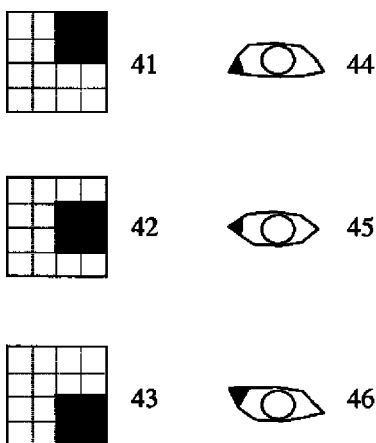
【図2】



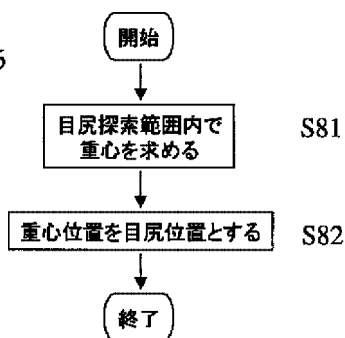
【図12】



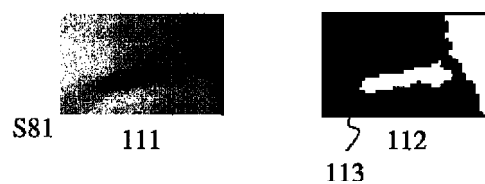
【図4】



【図8】

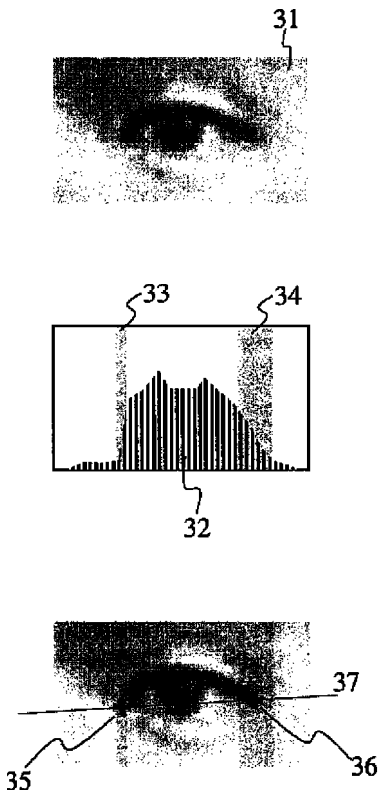


【図11】

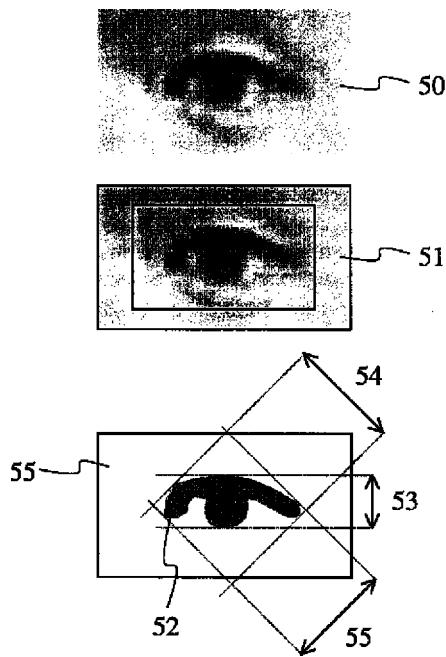


(33)

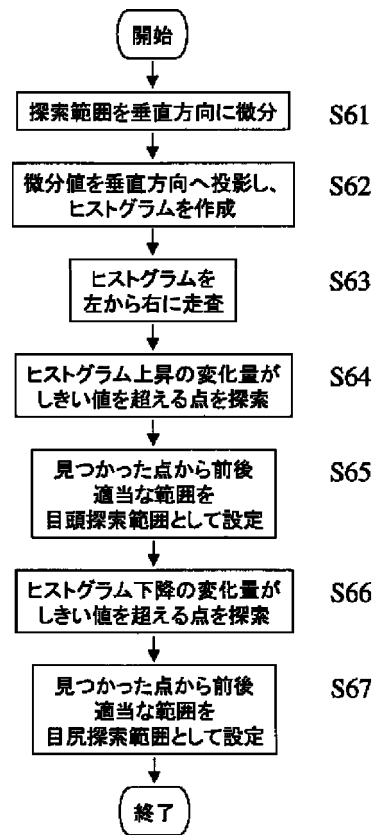
【図3】



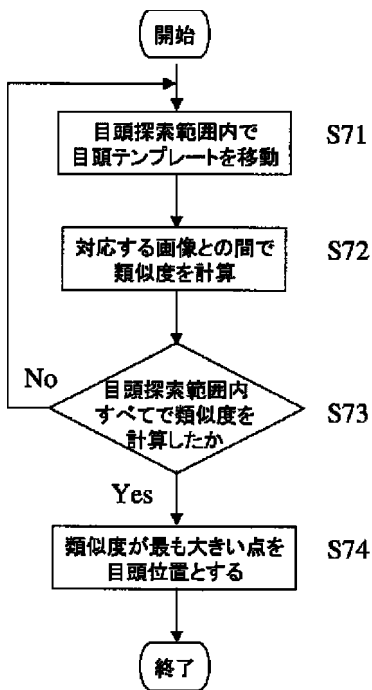
【図5】



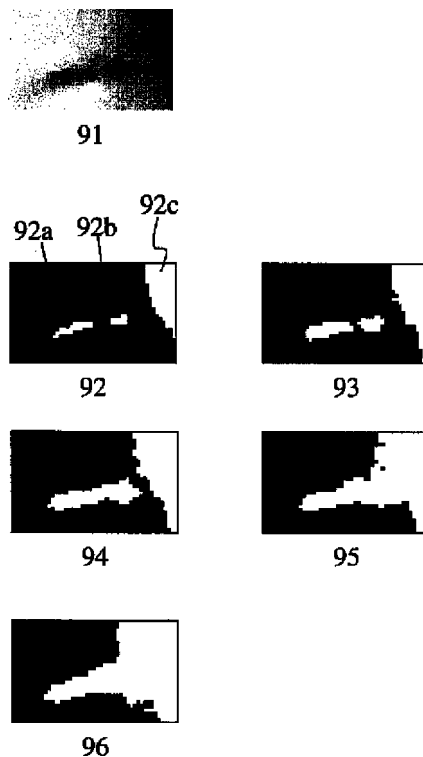
【図6】



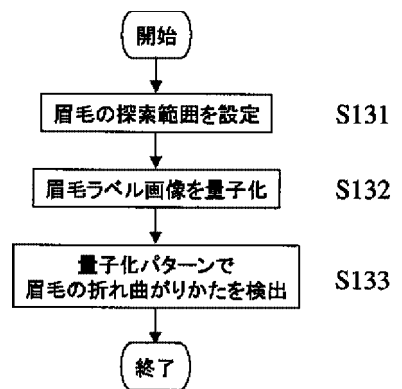
【図7】



【図9】

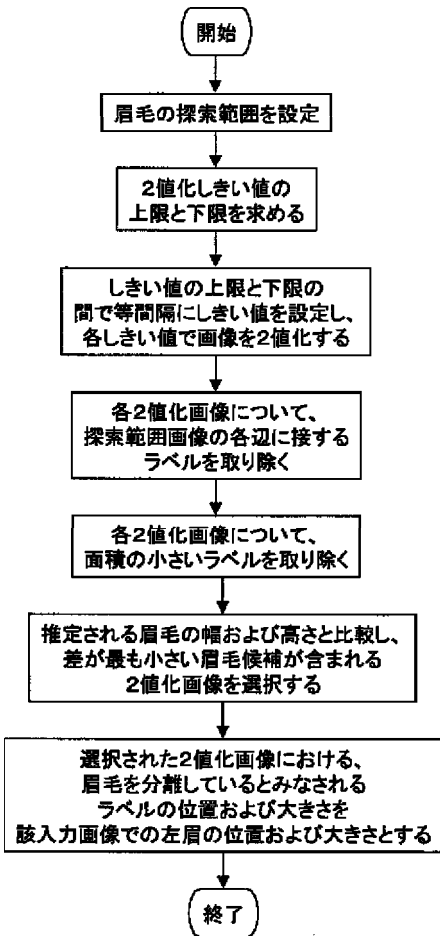


【図13】

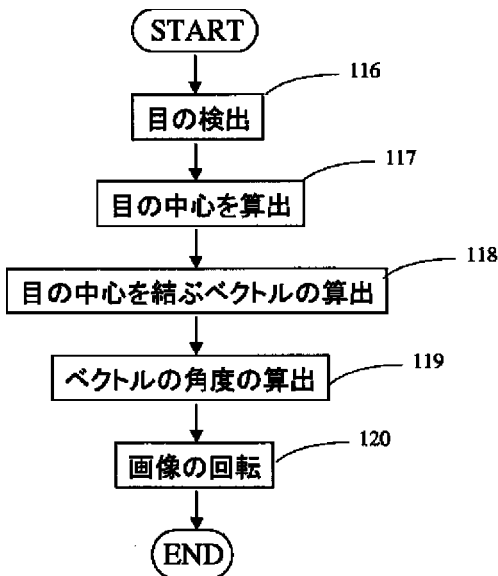


(34)

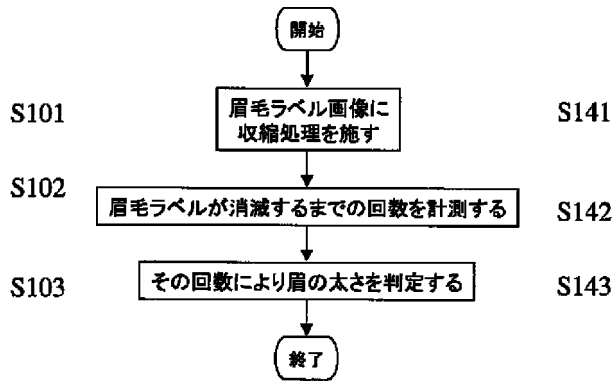
【図10】



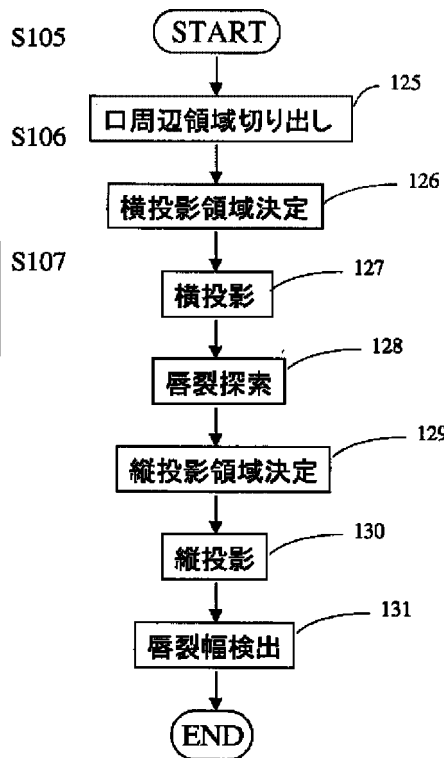
【図19】



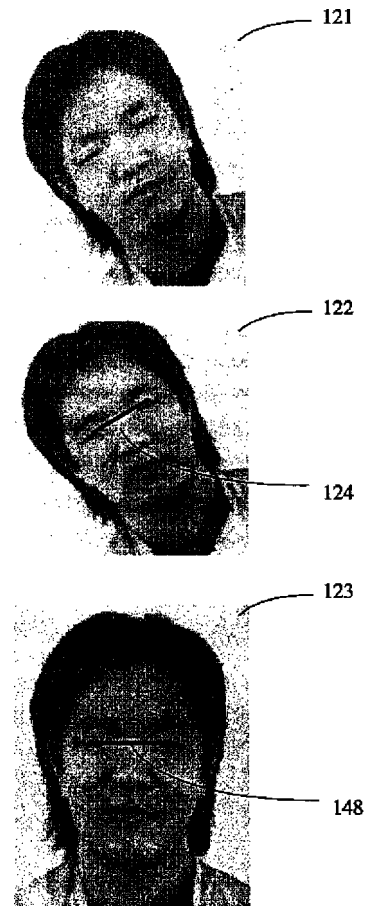
【図14】



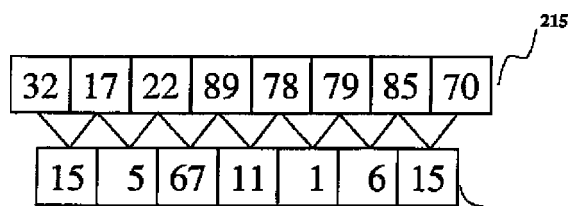
【図15】



【図20】

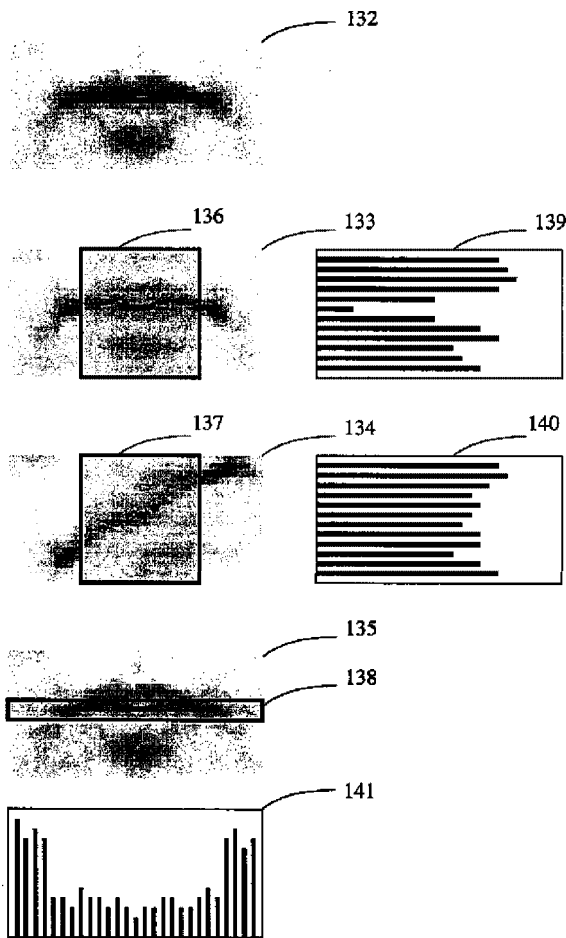


【図26】

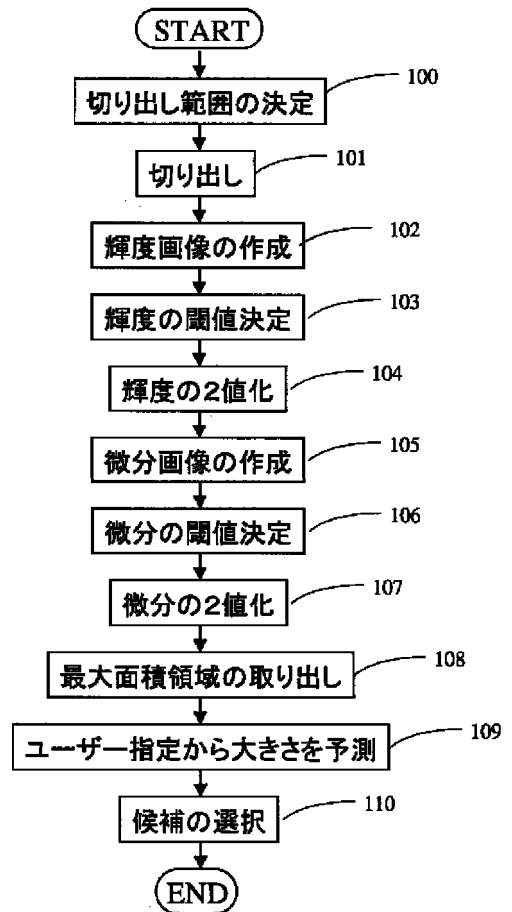


(35)

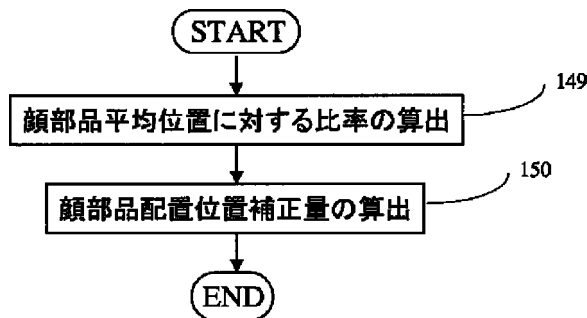
【図16】



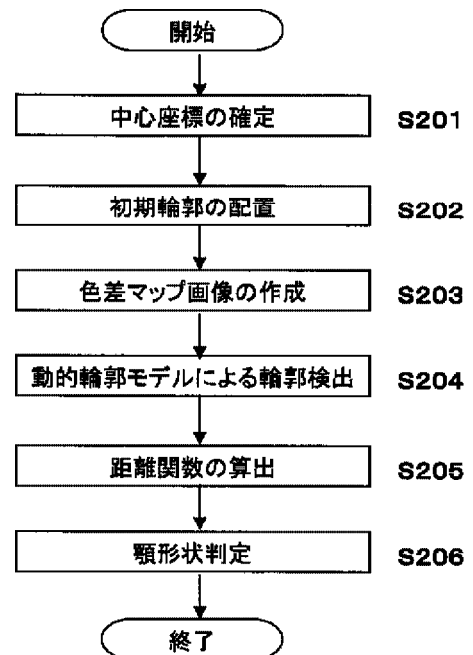
【図17】



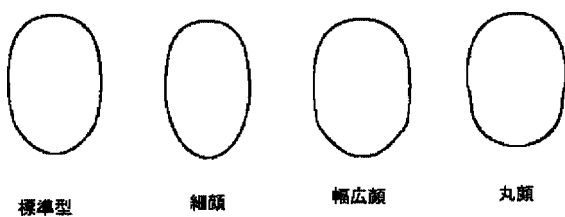
【図21】



【図23】

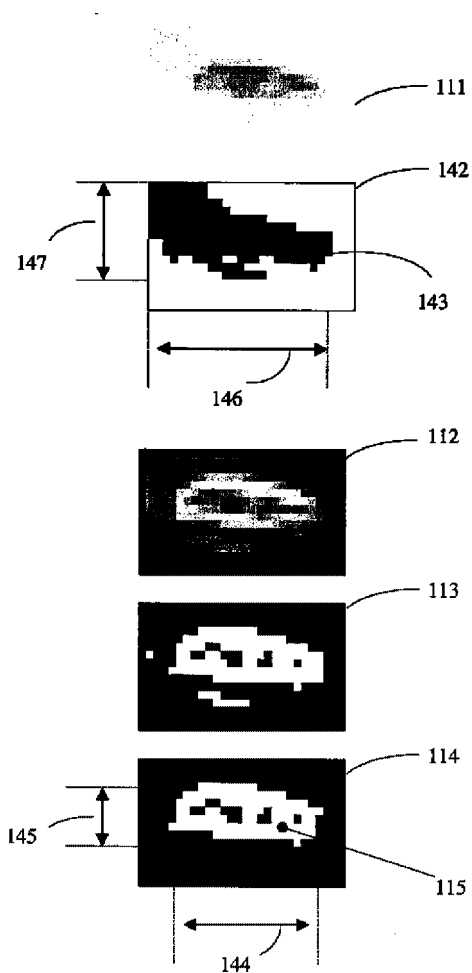


【図38】

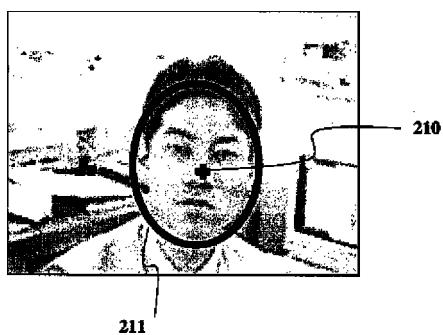


(36)

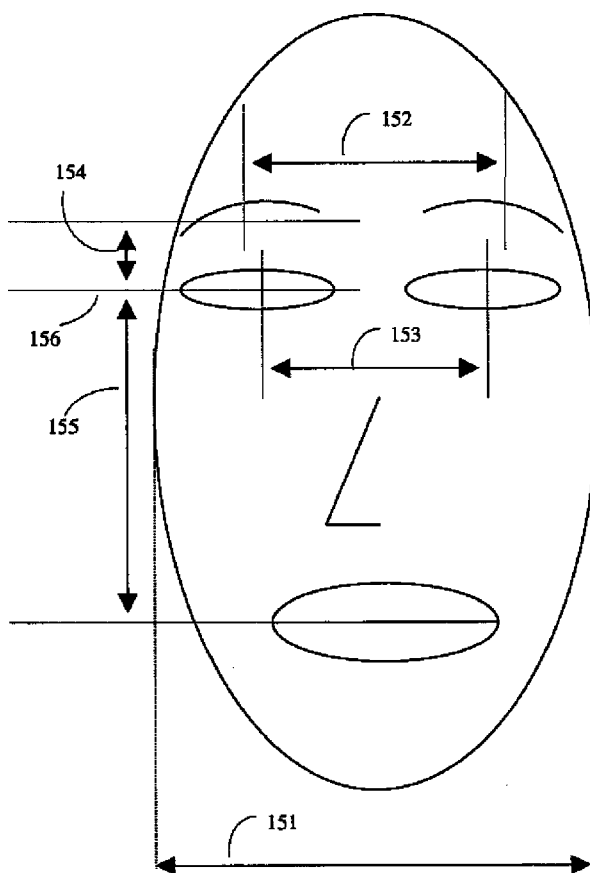
【図18】



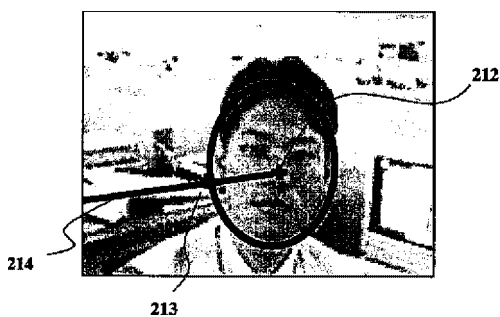
【図24】



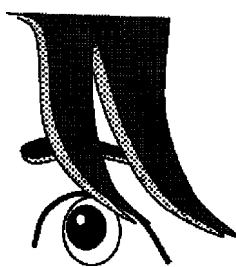
【図22】



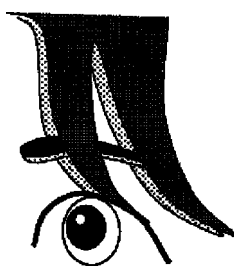
【図25】



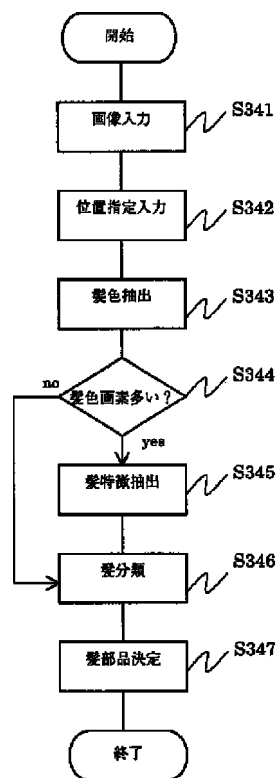
【図39】



【図40】

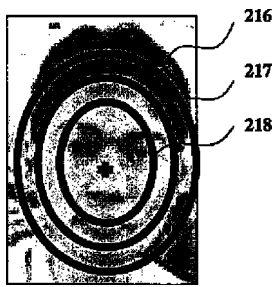


【図32】

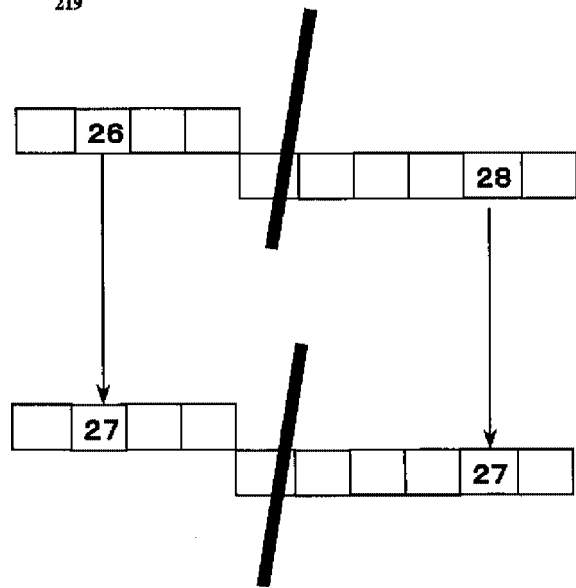
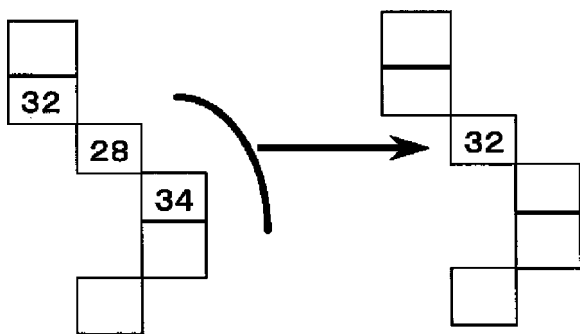
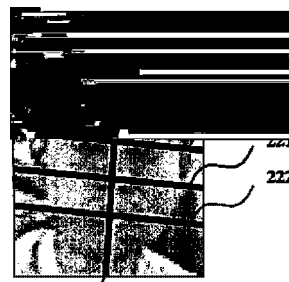


(37)

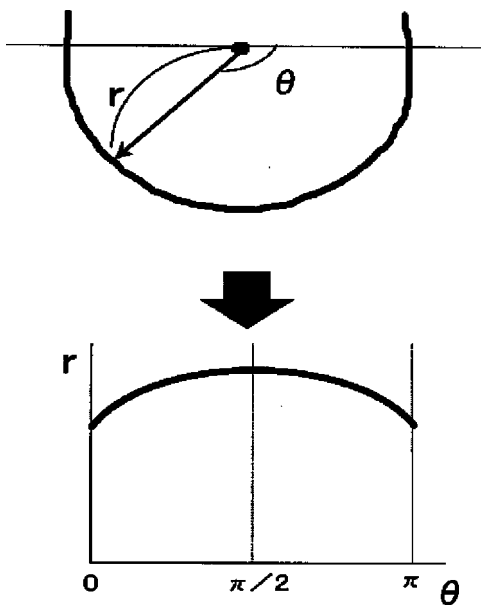
【図27】



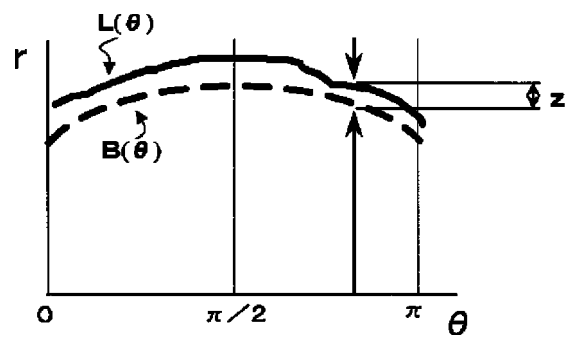
【図28】



【図29】

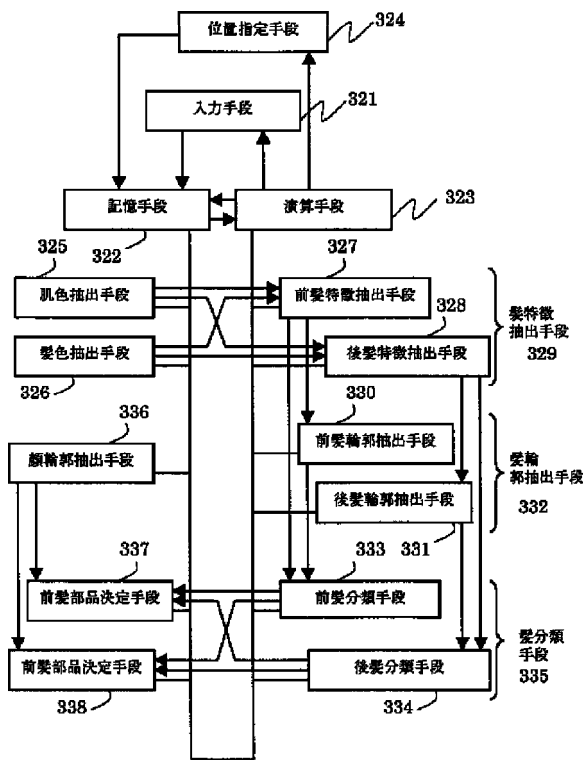


【図30】

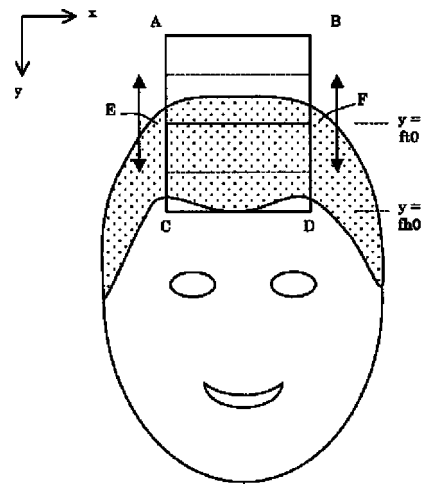


(38)

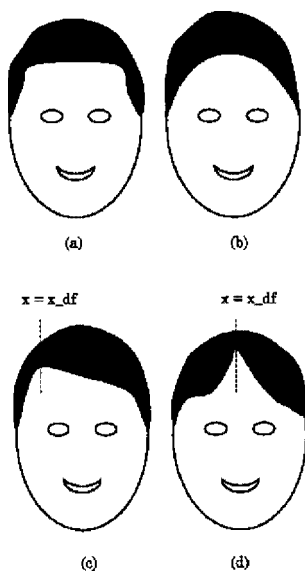
【圖31】



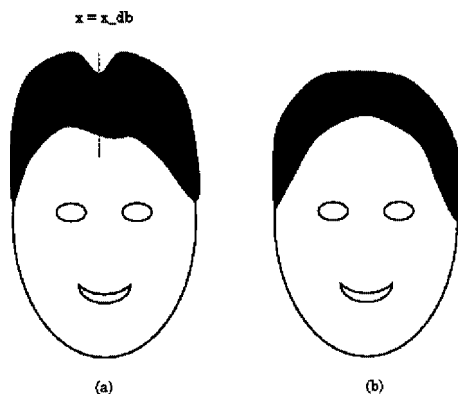
【圖33】



【圖34】

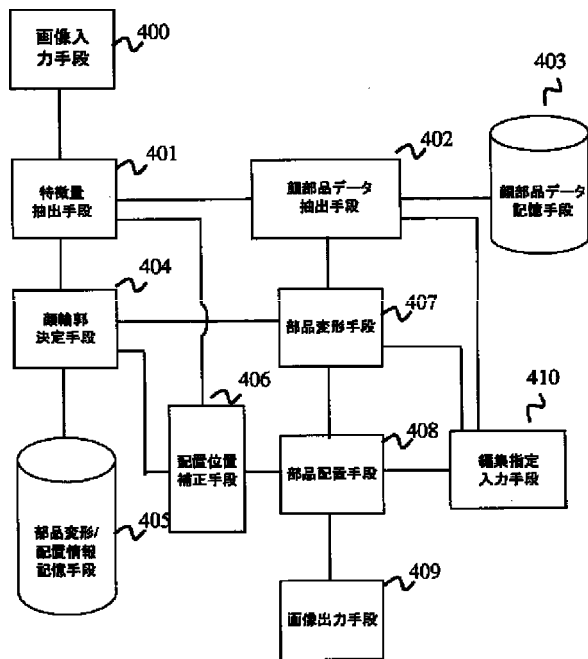


【圖35】

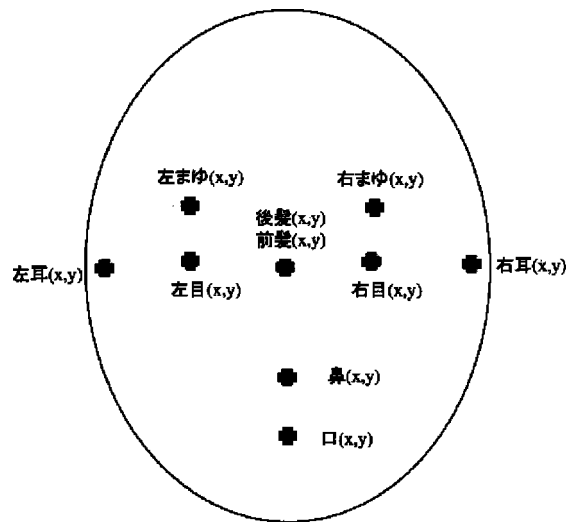


(39)

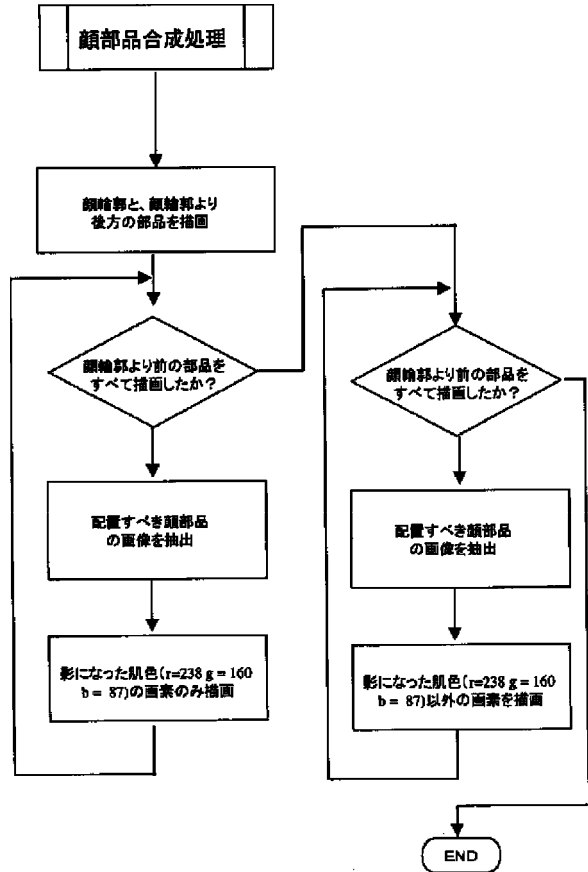
【図36】



【図37】



【図41】



(40)

フロントページの続き

(72)発明者 竹澤 創
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャーブ株式会社内

(72)発明者 長井 義典
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャーブ株式会社内

(72)発明者 伊藤 愛
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャーブ株式会社内

(72)発明者 紺矢 峰弘
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャーブ株式会社内

Fターム(参考) 5B050 BA06 BA12 CA07 EA09 EA12
EA13 EA19 FA09 FA19
5L096 BA18 FA06 FA15 FA69 GA38
GA51 JA22 LA05