

(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2007-72814

(P2007-72814A)

(43) 公開日 平成19年3月22日(2007.3.22)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)  
**G06T 5/20 (2006.01)** G06T 5/20 C 5B057

審査請求 有 請求項の数 27 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2005-259895 (P2005-259895)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成17年9月7日(2005.9.7)	(74) 代理人	100059225 弁理士 葛田 璋子
		(74) 代理人	100076314 弁理士 葛田 正人
		(74) 代理人	100112612 弁理士 中村 哲士
		(74) 代理人	100112623 弁理士 富田 克幸
		(74) 代理人	100124707 弁理士 夫 世進

最終頁に続く

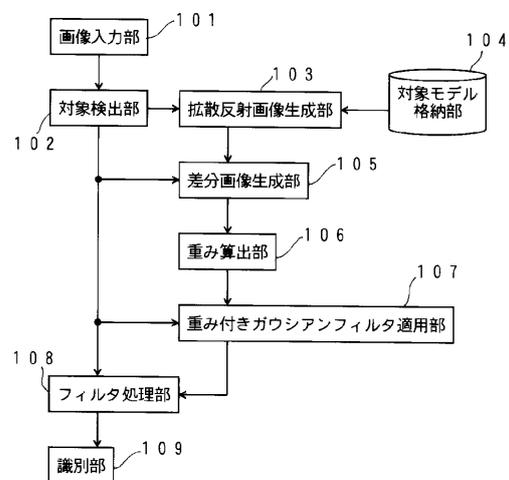
(54) 【発明の名称】 画像処理装置及びその方法

(57) 【要約】

【課題】 画像を用いた物体認識において識別率の低下の原因となる照明変動の影響をなるべく受けずに識別を行うため、フィルタ処理を入力画像に対して適用すること、物体固有の特徴量を抽出する発明を提案する。

【解決手段】 物体認識装置100は、画像入力部101、対象検出部102、拡散反射画像生成部103、対象モデル格納部104、差分画像生成部105、重み算出部106、重み付きガウシアンフィルタ適用部107、フィルタ処理部108、識別部109からなる。入力画像の各画素の照明条件や反射特性の違いを考慮して重み付きガウシアンフィルタに与える重みを決定し、フィルタ処理を適用する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

入力画像から照明変動による影響を減少させた特徴画像を求める画像処理装置において、

重み付き平滑化フィルタの重みを計算する重み算出部と、

前記入力画像に、前記重み付き平滑化フィルタを適用して平滑化画像を生成するフィルタ適用部と、

前記入力画像の画素値を、前記平滑化画像の画素値で割ることで前記特徴画像を求めるフィルタ処理部と、

を有し、

前記重み算出部は、

(1) 拡散反射成分を主要な成分として有するモデルを用いて、前記入力画像を近似する拡散反射画像を求める拡散反射画像生成部と、

(2) 前記拡散反射画像と前記入力画像の差分画像を生成する差分画像生成部と、

を有し、

前記差分画像内の注目画素の画素値とその周辺画素の画素値とを比較して、その差分が大きいほど、前記周辺画素に小さい重みを与える

ことを特徴とした画像処理装置。

10

## 【請求項 2】

前記差分画像の画素値を用いて、前記入力画像の画素のそれぞれについて鏡面反射領域であるか否かを判定する反射属性判定部と、

前記鏡面反射領域と判定された前記入力画像の画素値を、前記拡散反射画像を用いて修正し、置換入力画像を求める画素値置換部と、

前記鏡面反射領域と判定された差分画像の画素値を修正して修正差分画像を求める差分画像修正部と、

をさらに有し、

前記重み算出部は、前記修正差分画像を用いて前記各重みを計算し、

前記フィルタ適用部と前記フィルタ処理部は、前記置換入力画像を用いる

ことを特徴とした請求項 1 記載の画像処理装置。

20

## 【請求項 3】

前記入力画像の物体の向きを推定し、その推定した向きに応じて前記モデルを選択する対象モデル選択部を有する

ことを特徴とした請求項 1 記載の画像処理装置。

30

## 【請求項 4】

前記入力画像に対して微分フィルタを適用して微分入力画像を求める微分処理部をさらに有し、

前記フィルタ適用部と前記フィルタ処理部は、前記微分入力画像を用いる

ことを特徴とした請求項 1 記載の画像処理装置。

## 【請求項 5】

前記重み算出部は、

前記重み付き平滑化フィルタの中心画素に対応する差分画像の注目画素値と、前記重み付き平滑化フィルタの周辺画素に対する前記差分画像の周辺画素値の差分を求め、その差分が大きければ前記周辺画素の重みを小さくする

ことを特徴とした請求項 1 記載の画像処理装置。

40

## 【請求項 6】

前記画素値置換部は、前記鏡面反射領域と判定された前記入力画像の画素値を、

(1) 前記拡散反射画像の画素値と置き換えるか、または、

(2) 前記鏡面反射領域と判定された前記入力画像の画素の周辺画素に対応する前記拡散反射画素の画素値で補間する

ことを特徴とした請求項 1 記載の画像処理装置。

50

## 【請求項 7】

重み付き平滑化フィルタが、重み付きガウシアンフィルタであることを特徴とした請求項 1 記載の画像処理装置。

## 【請求項 8】

前記フィルタ画像を用いて、前記フィルタ画像に写った識別対象の識別を行うことを特徴とした請求項 1 記載の画像処理装置。

## 【請求項 9】

前記周辺画素は、前記注目画素を基準とする複数の画素を有する領域内の画素であ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 10】

入力画像から照明変動による影響を減少させた特徴画像を求める画像処理方法において

10

重み付き平滑化フィルタの重みを計算し、

前記入力画像に重み付き平滑化フィルタを適用して平滑化画像を生成し、

前記入力画像の画素値を、前記平滑化画像の画素値で割ることで前記特徴画像を求め、前記重みを計算するために、

(1) 拡散反射成分を主要な成分として有するモデルを用いて、前記入力画像を近似する拡散反射画像を求め、

(2) 前記拡散反射画像と前記入力画像の差分画像を生成し、

前記差分画像内の注目画素の画素値とその周辺画素の画素値とを比較して、その差分が大きいほど、前記周辺画素に小さい重みを与える

20

ことを特徴とした画像処理方法。

## 【請求項 11】

前記差分画像の画素値を用いて、前記入力画像の画素のそれぞれについて鏡面反射領域であるか否かを判定し、

前記鏡面反射領域と判定された前記入力画像の画素値を、前記拡散反射画像を用いて修正し、置換入力画像を求め、

前記鏡面反射領域と判定された差分画像の画素値を修正して修正差分画像を求め、

前記修正差分画像を用いて前記各重みを計算し、

前記置換入力画像を用いて前記平滑化画像を生成し、

30

前記置換入力画像の画素値を、前記平滑化画像の画素値で割ることで前記フィルタ画像を求める

ことを特徴とした請求項 10 記載の画像処理方法。

## 【請求項 12】

前記入力画像の物体の向きを推定し、その推定した向きに応じて前記モデルを選択することを特徴とした請求項 10 記載の画像処理方法。

## 【請求項 13】

前記入力画像に対して微分フィルタを適用して微分入力画像を求め、

前記微分入力画像に重み付き平滑化フィルタを適用して平滑化画像を生成し、

前記微分入力画像の画素値を、前記平滑化画像の画素値で割ることで前記特徴画像を求める

40

ことを特徴とした請求項 10 記載の画像処理方法。

## 【請求項 14】

前記重みを求めるときは、

前記重み付き平滑化フィルタの中心画素に対応する差分画像の注目画素値と、前記重み付き平滑化フィルタの周辺画素に対する前記差分画像の周辺画素値の差分を求め、その差分が大きければ前記周辺画素の重みを小さくする

ことを特徴とした請求項 10 記載の画像処理方法。

## 【請求項 15】

前記鏡面反射領域と判定された前記入力画像の画素値を、

50

- (1) 前記拡散反射画像の画素値と置き換えるか、または、
- (2) 前記鏡面反射領域と判定された前記入力画像の画素の周辺画素に対応する前記拡散反射画素の画素値で補間することを特徴とした請求項10記載の画像処理方法。
- 【請求項16】  
重み付き平滑化フィルタが、重み付きガウシアンフィルタであることを特徴とした請求項10記載の画像処理方法。
- 【請求項17】  
前記フィルタ画像を用いて、前記フィルタ画像に写った識別対象の識別を行うことを特徴とした請求項10記載の画像処理方法。 10
- 【請求項18】  
前記周辺画素は、前記注目画素を基準とする複数の画素を有する領域内の画素であることを特徴とする請求項10記載の画像処理方法。
- 【請求項19】  
入力画像から照明変動による影響を減少させた特徴画像をコンピュータによって求める画像処理プログラムにおいて、  
重み付き平滑化フィルタの重みを計算する重み算出機能と、  
前記入力画像に、前記重み付き平滑化フィルタを適用して平滑化画像を生成するフィルタ適用機能と、  
前記入力画像の画素値を、前記平滑化画像の画素値で割ることで前記特徴画像を求めるフィルタ処理機能と、 20  
をコンピュータによって実現し、  
前記重み算出機能は、  
(1) 拡散反射成分を主要な成分として有するモデルを用いて、前記入力画像を近似する拡散反射画像を求める拡散反射画像生成機能と、  
(2) 前記拡散反射画像と前記入力画像の差分画像を生成する差分画像生成機能と、  
を実現し、  
前記差分画像内の注目画素の画素値とその周辺画素の画素値とを比較して、その差分が大きいほど、前記周辺画素に小さい重みを与える  
ことを特徴とした画像処理プログラム。 30
- 【請求項20】  
前記差分画像の画素値を用いて、前記入力画像の画素のそれぞれについて鏡面反射領域であるか否かを判定する反射属性判定機能と、  
前記鏡面反射領域と判定された前記入力画像の画素値を、前記拡散反射画像を用いて修正し、置換入力画像を求める画素値置換機能と、  
前記鏡面反射領域と判定された差分画像の画素値を修正して修正差分画像を求める差分画像修正機能と、  
をさらにコンピュータによって実現する  
前記重み算出機能は、前記修正差分画像を用いて前記各重みを計算し、  
前記フィルタ適用機能と前記フィルタ処理機能は、前記置換入力画像を用いる 40  
ことを特徴とした請求項19記載の画像処理プログラム。
- 【請求項21】  
前記入力画像の物体の向きを推定し、その推定した向きに応じて前記拡散反射画像生成モデルを選択する対象モデル選択機能を有することを特徴とした請求項19記載の画像処理プログラム。
- 【請求項22】  
前記入力画像に対して微分フィルタを適用して微分入力画像を求める微分処理機能をさらに有し、  
前記フィルタ適用機能と前記フィルタ処理機能は、前記微分入力画像を用いる  
ことを特徴とした請求項19記載の画像処理プログラム。 50

## 【請求項 23】

前記重み算出機能は、

前記重み付き平滑化フィルタの中心画素に対応する差分画像の注目画素値と、前記重み付き平滑化フィルタの周辺画素に対する前記差分画像の周辺画素値の差分を求め、その差分が大きければ前記周辺画素の重みを小さくする

ことを特徴とした請求項 19 記載の画像処理プログラム。

## 【請求項 24】

前記画素値置換機能は、前記鏡面反射領域と判定された前記入力画像の画素値を、

(1) 前記拡散反射画像の画素値と置き換えるか、または、

(2) 前記鏡面反射領域と判定された前記入力画像の画素の周辺画素に対応する前記拡散反射画素の画素値で補間する

ことを特徴とした請求項 19 記載の画像処理プログラム。

## 【請求項 25】

重み付き平滑化フィルタが、重み付きガウシアンフィルタである

ことを特徴とした請求項 19 記載の画像処理プログラム。

## 【請求項 26】

前記フィルタ画像を用いて、前記フィルタ画像に写った識別対象の識別を行う

ことを特徴とした請求項 19 記載の画像処理プログラム。

## 【請求項 27】

前記周辺画素は、前記注目画素を基準とする複数の画素を有する領域内の画素である

ことを特徴とする請求項 19 に記載の画像処理プログラム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

対象物体を撮影した画像から照明変動の影響を除去し物体固有の特徴を抽出することで、画像処理の精度を高める発明に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

画像を用いた物体認識において識別率の低下の原因となる照明変動の影響をなるべく受けずに識別を行う必要がある。そのために、非特許文献 1 では顔画像認識において「Self Quotient Image」と呼ばれるフィルタ処理を入力画像に対して適用することで、照明変動に対して頑健な特徴量を抽出し、物体認識を行う方法が提案されている。

## 【0003】

「Self Quotient Image」は、特許文献 1 の「Center / Surround Retinex」を拡張した方法である。入力画像に対して例えばガウシアンフィルタを適用することで平滑化画像を生成し、平滑化画像の画素値で入力画像の画素値を割ることで局所的な画素値の正規化を行う。入力画像  $I(x, y)$  に対する Center / Surround Retinex の出力画像は  $R(x, y)$  は式 (1) で定義される。

## 【数 1】

$$R(x, y) = \frac{I(x, y)}{G(x, y) * I(x, y)} \quad (1)$$

## 【0004】

ここで、 $G(x, y)$  はガウシアン関数、 $*$  は畳み込みを表す。

10

20

30

40

50

## 【0005】

与えられた一枚の画像のみから照明変動に対して頑健な特徴量を算出できる利点があり、登録画像が一枚しか得ることができない際に特に効果を発揮する。

【特許文献1】METHOD OF IMPROVING A DIGITAL IMAGE, United States Patent 5,991,456

【非特許文献1】Haitao Wang, Stan Z. Li, Yangsheng Wang, Generalized Quotient Image, Proceedings IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, vol.2, (2004)498-505

【非特許文献2】Yasuhiro, Mukaigawa, Hajime, Miyaki, Sadahiko, Mihashi, Takeshi, Shakunage, Photo-metric, Image-Based Rendering for Image Generation in Arbitrary Illumination, IEEE International Conference on Computer Vision, vol.2, (2001)9652-659 10

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

Center / Surround Retinex は、非特許文献1で述べられている通り、入力画像中の局所領域において法線方向と照明条件が一定であれば、拡散反射成分に対して不変量を得ることができる。

## 【0007】

しかし、局所領域内で照明条件が異なる場合、主に影が生じるような場合には、不変量を得ることができず誤識別を引き起こす要因となる。影領域は、ある照明が他の物体により遮られることで生じ、遮られた照明以外の照明（例えば環境光）からは照らされているため影領域以外と照明条件が異なる。 20

## 【0008】

顔画像に対してCenter / Surround Retinexを適用した例を図8に示す。

## 【0009】

顔の右領域や鼻の下に影が生じている顔画像501からは、照明変動の影響が抑えられた画像502が生成される。しかし、影領域は照明条件が異なるため502のように照明変動の影響を完全に除去することはできない。

## 【0010】

この問題に対応するために、Self Quotient Imageでは平滑化画像を生成する際に、重み付きガウシアンフィルタ（等方性の波形をもつガウシアン関数に非等方性の波形をもつ重み関数を適用）を用いる。影領域に対応する画素の重みを小さくすることで、局所領域内の照明条件を一定とすることを狙う。非特許文献1では、入力画像中の影領域を検出するために、局所領域内における画素値の平均値を閾値とした2値化を用いる。 30

## 【0011】

しかし、閾値による2値化では拡散反射率の低い領域（例えば顔画像認識の場合、瞳や眉毛）なども影領域と誤検出され、識別対象の特徴を表す重要な情報までもが除去される可能性が存在する。 40

## 【0012】

また、影領域の輪郭部分に発生するソフトシャドウのように、なだらかに画素値が変化する領域では、適切な閾値を設定する腰が困難なため2値化では不都合が生じる。

## 【0013】

さらに、鏡面反射が生じているような反射属性の異なる領域では、与えられた入力画像一枚のみから拡散反射成分の値を抽出することは困難なため、従来法では不変量を算出することができない。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0014】

本発明は、入力画像から照明変動による影響を減少させた特徴画像を求める画像処理装 50

置において、

重み付き平滑化フィルタの重みを計算する重み算出部と、

前記入力画像に、前記重み付き平滑化フィルタを適用して平滑化画像を生成するフィルタ適用部と、

前記入力画像の画素値を、前記平滑化画像の画素値で割ることで前記特徴画像を求めるフィルタ処理部と、

を有し、

前記重み算出部は、

(1) 拡散反射成分を主要な成分として有するモデルを用いて、前記入力画像を近似する拡散反射画像を求める拡散反射画像生成部と、

10

(2) 前記拡散反射画像と前記入力画像の差分画像を生成する差分画像生成部と、

を有し、

前記差分画像内の注目画素の画素値とその周辺画素の画素値とを比較して、その差分が大きいほど、前記周辺画素に小さい重みを与えることを特徴とした画像処理装置である。

【発明の効果】

【0015】

本発明は、照明変動に頑健な特徴量を抽出できるため実環境でも安定な物体認識を行うことができる。例えば、図8の顔右領域や鼻下に影が生じている顔画像501から照明変動の影響を除去した画像503を生成することができる。また、非特許文献1のSelf Quotient Imageでは誤って影領域と検出されていた拡散反射率の低い領域に対してや、対応することもできなかったソフトシャドウ領域や鏡面反射領域に対しても算出することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の各実施形態について図面に基づいて説明する。

【0017】

本発明に係る実施形態は、顔画像認識を例に挙げて説明を行う。各実施形態の概要は次の通りである。

【0018】

第1の実施形態では、顔画像に影領域が生じるような場合でも識別に有効な特徴量を抽出し、個人認識を行う物体認識装置100について説明する。

30

【0019】

第2の実施形態では、顔画像に影領域と鏡面反射領域が生じるような場合でも識別に有効な特徴量を抽出し、個人認識を行う物体認識装置200について説明する。

【0020】

第3の実施形態では、顔画像の顔向きが正面だけではなく様々な方向でも、照明変動に頑健な特徴量を抽出し、個人認識を行う物体認識装置300について説明する。

【0021】

第4の実施形態では、ノイズを除去し、照明変動に頑健な特徴量を抽出し、個人認識を行う物体認識装置400について説明する。

40

【0022】

(第1の実施形態)

第1の実施形態の物体認識装置100について図1、図2、図6、図7に基づいて説明する。

【0023】

本実施形態は、非特許文献1のSelf Quotient Imageにおける重み付きガウシアンフィルタに与える重みの算出方法を単純な2値化の方法から、顔モデルを用いた重みの算出方法に進歩させたものである。それ以外の手続きは同じ処理を適用する。

【0024】

50

## (1) 物体認識装置100の構成

図1に物体認識装置100の構成を示し、図2は、その処理のフローチャートを示す。

## 【0025】

物体認識装置100は、画像入力部101、対象検出部102、拡散反射画像生成部103、対象モデル格納部104、差分画像生成部105、重み算出部106、重み付きガウシアンフィルタ適用部107、フィルタ処理部108、識別部109からなる。各部101～109の機能は、コンピュータに記憶されたプログラムによって実現できる。

## 【0026】

## (2) 画像入力部101

図2のステップ1に示すように、画像入力部101は、識別対象とする人物の画像をカメラを用いて撮影する。画像を1枚だけ撮影するか、または、時間的に連続で画像を撮影する。なお、撮影対象の顔向きはカメラに対して正面を向いていると仮定し、無限遠からの単一光源であることを仮定して説明を行う。

10

## 【0027】

## (3) 対象検出部102

ステップ2に示すように、対象検出部102は、画像入力部101から出力された画像中から顔領域を切り出し入力画像 $I(x, y)$ を決定する。入力画像は、例えば、瞳や鼻孔などの顔の特徴点を抽出し、これらの点の位置関係を基に決定すればよい。また、顔領域の目や鼻などの一部領域を入力画像としてもよい。顔領域を等分割した画像を入力画像としてもよい。

20

## 【0028】

## (4) 拡散反射画像生成部103

ステップ3に示すように、拡散反射画像生成部103は、対象モデル格納部104に格納されている拡散反射画像生成モデルを用いて、対象検出部102から出力された入力画像 $I(x, y)$ を拡散反射画像に変換する。なお、拡散反射画像は、式中では「 $I$ 」の上に「 $\sim$ 」がある記号で表現するが、明細書ではこの記号は表現できないため「 $I \sim(x, y)$ 」と表現する。

## 【0029】

拡散反射画像生成モデルには、例えば、非特許文献2でも述べられているように基底画像を用いればよい。これは、画像中において反射特性が拡散反射成分のみの場合には、3枚の基底画像 $I_i(x, y)$ の線形和で任意の光源条件の画像 $I \sim(x, y)$ で表現できる式(2)の原理に基づいている。

30

## 【数2】

$$\tilde{I}(x, y) = \max(c_1 I_1(x, y) + c_2 I_2(x, y) + c_3 I_3(x, y), 0) \quad (2)$$

## 【0030】

ここで、 $\max(\cdot, 0)$ は負の値から0への置き換えを表す。基底画像 $I_i(x, y)$ における物体の向きは一定とする。

40

## 【0031】

入力画像を拡散反射画像に変換するには、図6に示すように、入力画像 $I$ に対する係数 $c_i$ を推定すればよい。係数は、基底画像 $I_i$ で張られる空間への射影による最小自乗法や、非特許文献2のようにはずれ値(影領域や鏡面反射領域)を除いて処理するロバスト推定を用いればよい。

## 【0032】

基底画像 $I_i$ には、影や鏡面反射が生じないように光源条件を変えて撮影した3枚の顔画像を用いる。3枚の基底画像 $I_1, I_2, I_3$ は線形独立の関係でなければならない。または、4枚以上の画像に対して特異値分解を適用することで基底画像を生成することもできる。

50

## 【 0 0 3 3 】

識別対象本人の画像を用意できれば式(2)を満たす最も誤差の少ない係数  $c_i$  を推定することができる。係数  $c_i$  は、光源方向や照度に相当する。

## 【 0 0 3 4 】

また、他人の基底画像からでも係数を推定できる。その場合には、基底画像の枚数を増やすことで対応する。入力画像  $I(x, y)$  を複数の領域に分割し、それぞれの領域毎に係数を推定してもよい。

## 【 0 0 3 5 】

他の拡散反射画像生成モデルとして、レンジファインダなどで獲得した顔の3次元形状と拡散反射率を用いてもよい。

10

## 【 0 0 3 6 】

## (5) 差分画像生成部 105

ステップ4に示すように、差分画像生成部105は、図7に示すように、拡散反射画像生成部103から出力された拡散反射画像  $\tilde{I}(x, y)$  と入力画像  $I(x, y)$  から差分画像  $I'(x, y)$  を生成する。

## 【数3】

$$I'(x, y) = I(x, y) - \tilde{I}(x, y) \quad (3)$$

## 【 0 0 3 7 】

差分画像  $I'(x, y)$  の画素値が負の値をもつ領域は入力画像  $I(x, y)$  における影領域に相当し、正の値をもつ領域が入力画像における鏡面反射領域に相当する。このように、差分画像  $I'(x, y)$  の画素値は入力画像  $I(x, y)$  の照明条件や反射特性の違いを表している。

20

## 【 0 0 3 8 】

## (6) 重み算出部 106

ステップ5に示すように、重み算出部106は、差分画像生成部105から出力された差分画像  $I'(x, y)$  を用いて、重み付きガウシアンフィルタに与える重みを算出する。

## 【 0 0 3 9 】

重みは、ガウシアンフィルタの中心座標に対応する注目画素の照明条件と、ガウシアンフィルタの周辺座標に対応する画素の照明条件を比較することで決定する。

30

## 【 0 0 4 0 】

例えば、ガウシアンフィルタの注目画素の中心座標を  $(x_0, y_0)$  とすると式(4)で重み  $W(x, y)$  を決定する。

## 【数4】

$$W(x, y) = \frac{1}{1 + \alpha |I'(x, y) - I'(x_0, y_0)|} \quad (4)$$

40

## 【 0 0 4 1 】

ここで  $\alpha$  は任意の係数、 $|\cdot|$  は絶対値を表す。

## 【 0 0 4 2 】

式(4)の意味を説明すると、ガウシアンフィルタの中心座標に対応する  $I'(x_0, y_0)$  と周辺画素  $I'(x, y)$  の差分値が大きければ、中心画素とは異なる照明条件または反射属性を持つ画素であり、小さな重みを与えられる。

## 【 0 0 4 3 】

50

例えば、注目画素が拡散反射領域であり、その周辺画素が影領域の場合には、その照明条件が大きく異なるため差分値が大きくなり、周辺画素に与えられる重みが小さくなる。

【 0 0 4 4 】

一方、注目画素が拡散反射領域であり、その周辺画素も拡散反射領域の場合には、その照明条件が同じであるため差分値が小さくなり、周辺画素に与える重みが大きくなる。

【 0 0 4 5 】

( 7 ) 重み付きガウシアンフィルタ適用部 1 0 7

ステップ 6 に示すように、重み付きガウシアンフィルタ適用部 1 0 7 は、重み算出部 1 0 6 で出力された重み  $W(x, y)$  を用いて、対象検出部 1 0 2 より出力された入力画像  $I(x, y)$  に重み付きガウシアンフィルタを適用することで平滑化画像  $S(x, y)$  を出力する。

10

【 0 0 4 6 】

ガウシアン関数  $G(x, y)$  は、平均 0、分散  $\sigma^2$  とすると式 ( 5 ) で定義される。

【 数 5 】

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right) \quad (5)$$

20

【 0 0 4 7 】

入力画像  $I(x, y)$  に対して重み付きガウシアンフィルタ ( $W(x, y)G(x, y)$ ) を式 ( 6 ) により適用する。

【 数 6 】

$$S(x, y) = (W(x, y)G(x, y)) * I(x, y) \quad (6)$$

$$= \iint \frac{1}{1 + \alpha|I'(u, v) - I'(x, y)|} G(x - u, y - v) I(u, v) du dv \quad (7)$$

30

【 0 0 4 8 】

ここで、\* は畳み込みを表す。

【 0 0 4 9 】

( 8 ) フィルタ処理部 1 0 8

ステップ 7 に示すように、フィルタ処理部 1 0 8 は、重み付きガウシアンフィルタ適用部 1 0 7 より出力された平滑化画像  $S(x, y)$  を用いて、対象検出部 1 0 2 より出力された入力画像  $I(x, y)$  に式 ( 8 ) の処理を適用する。

【 数 7 】

$$\hat{R}(x, y) = \frac{I(x, y)}{S(x, y)} \quad (8)$$

40

【 0 0 5 0 】

なお、特徴画像は、式中では「R」の上に「^」がある記号で表現するが、明細書ではこの記号は表現できないため「 $R^{\wedge}(x, y)$ 」と表現する。そして、フィルタ処理後の画像を特徴画像  $R^{\wedge}(x, y)$  とし、この特徴画像をラスタスキャンすることで入力ベクトルを変換する。式 ( 8 ) では  $S(x, y)$  が 0 に近い時、極端に大きな値をとり不安定となる。このため、はずれ値を抑える関数を導入した式 ( 9 ) より特徴画像  $R^{\wedge}(x, y)$  を求めても良い。

50

【数 8】

$$\hat{R}(x, y) = f\left(\frac{I(x, y)}{S(x, y)}\right) \quad (9)$$

【0051】

f (・) には、ロジスティック関数や対数関数などを用いる。

【0052】

(9) 識別部 109

ステップ 8 に示すように、識別部 109 は、フィルタ処理部 108 から出力された入力ベクトルと、予め登録されていた辞書ベクトルを、例えば、最近傍識別方法を用いて距離を比較することで識別を行う。

【0053】

他にも部分空間法などパターン認識の方法を用いて識別を行うことができる。

【0054】

(10) 第 1 の実施形態の効果

本実施形態の物体認識装置 100 では、顔画像に影領域が生じるような場合でも照明変動に影響を受けない顔固有の特徴量を抽出でき、精度の高い個人認識を行うことができる。

【0055】

(第 2 の実施形態)

第 2 の実施形態の物体認識装置 200 について図 3 に基づいて説明する。

【0056】

(1) 物体認識装置 200 の構成

図 3 に物体認識装置 200 の構成を示す。

【0057】

物体認識装置 200 は、画像入力部 201、対象検出部 202、拡散反射画像生成部 203、対象モデル格納部 204、差分画像生成部 205、反射属性判定部 206、画素値置換部 207、差分画像修正部 208、重み算出部 209、重み付きガウシアンフィルタ適用部 210、フィルタ処理部 211、識別部 212 からなる。

【0058】

なお、画像入力部 201 は画像入力部 101、対象検出部 202 は対象検出部 102、拡散反射画像生成部 203 は拡散反射画像生成部 103、対象モデル格納部 204 は対象モデル格納部 104、差分画像生成部 205 は差分画像生成部 105 と同じ処理を行う。

【0059】

また、重み算出部 209 は重み算出部 106、重み付きガウシアンフィルタ適用部 210 は重み付きガウシアンフィルタ適用部 107、フィルタ処理部 211 はフィルタ処理部 108、識別部 212 は識別部 109 と同じ処理を行う。

【0060】

(2) 反射属性判定部 206

反射属性判定部 206 は、差分画像生成部 205 から出力された差分画像  $I'(x, y)$  の画素値を用いて入力画像  $I(x, y)$  の各画素の反射属性を判定する。差分画像  $I'(x, y)$  の画素値が正の値をもち、ある一定の閾値を越えているならば、その画素を鏡面反射領域と出力する。

【0061】

(3) 画素値置換部 207

画素値置換部 207 は、反射属性判定部 206 において鏡面反射領域と出力された入力画像  $I(x, y)$  の画素値を、周辺画素から補間された画素値に置き換えるか、拡散反射画像生成部 203 から出力された拡散反射画像  $I \sim(x, y)$  の画素値に置き換える。

10

20

30

40

50

## 【0062】

入力画像  $I(x, y)$  において置換された画素値と周辺画素の画素値が不連続になるのを防ぐため、入力画像  $I(x, y)$  と拡散反射画像  $I \sim(x, y)$  の重み付け線形和を用いてもよい。

## 【0063】

差分画像  $I'(x, y)$  の画素値が小さければ入力画像  $I(x, y)$  に大きな重みを、差分画像  $I'(x, y)$  の画素値が大きければ拡散反射画像  $I \sim(x, y)$  に大きな重みを与える。

## 【0064】

(4) 差分画像修正部 208

差分画像修正部 208 は、反射属性判定部 206 において鏡面反射領域と出力された差分画像  $I'(x, y)$  の画素値を一定の値(例えば 0)に置き換える。

## 【0065】

(5) 第 2 の実施形態の効果

本実施形態の物体認識装置 200 では、顔画像に影領域と鏡面反射領域が生じるような場合でも識別に有効な特徴量を抽出でき、精度の高い個人認証を行うことができる。

## 【0066】

(第 3 の実施形態)

第 3 の実施形態の物体認識装置 300 について図 4 に基づいて説明する。

## 【0067】

図 4 に物体認識装置 300 の構成を示す。物体認識装置 300 は、画像入力部 301、対象検出部 302、対象モデル選択部 303、対象モデル格納部 304、拡散反射画像生成部 305、差分画像生成部 306、重み算出部 307、重み付きガウシアンフィルタ適用部 308、フィルタ処理部 309、識別部 310 からなる。

## 【0068】

画像入力部 301 は画像入力部 101、対象検出部 302 は対象検出部 102 と同じ処理を行う。

## 【0069】

対象モデル選択部 303 は、対象検出部 302 より出力された顔画像の顔向きを推定し、対象モデル格納部 304 に格納された複数の拡散反射画像生成モデルから適切なものを選択する。対象モデル格納部 304 に格納されている拡散反射画像生成モデルは、顔向き毎や顔部分領域毎に格納されている。

## 【0070】

拡散反射画像生成部 305 は、対象モデル選択部 303 より選択された拡散反射画像生成モデルを用いて拡散反射画像生成部 103 と同じ処理を行う。

## 【0071】

差分画像生成部 306 は差分画像生成部 105、重み算出部 307 は重み算出部 106、重み付きガウシアンフィルタ適用部 308 重み付きガウシアンフィルタ適用部 107、フィルタ処理部 309 はフィルタ処理部 108、識別部 310 は識別部 109 と同じ処理を行う。

## 【0072】

本実施形態の物体認識装置 300 では、顔画像の顔向きが正面だけではなく様々な方向でも、照明変動に頑健な特徴量を抽出し、精度の高い個人認証を行うことができる。

## 【0073】

(第 4 の実施形態)

第 4 の実施形態の物体認識装置 400 について図 5 に基づいて説明する。

## 【0074】

(1) 物体認識装置 400 の構成

図 5 に物体認識装置 400 の構成を示す。

## 【0075】

10

20

30

40

50

物体認識装置 400 は、画像入力部 401、対象検出部 402、拡散反射画像生成部 403、対象モデル格納部 404、差分画像生成部 405、重み算出部 406、微分処理部 407、重み付きガウシアンフィルタ適用部 408、フィルタ処理部 409、識別部 410 からなる。

【0076】

なお、画像入力部 401 は画像入力部 101、対象検出部 402 は対象検出部 102、拡散反射画像生成部 403 は拡散反射画像生成部 103、対象モデル格納部 404 は対象モデル格納部 104、差分画像生成部 405 は差分画像生成部 105、重み算出部 406 は重み算出部 106 と同じ処理を行う。また、識別部 410 は識別部 109 と同じ処理を行う。

【0077】

(2) 微分処理部 407

微分処理部 407 は、入力画像の注目画素とその周辺画素の差分をとることでノイズを除去する。注目画素付近では一様のノイズが発生すると仮定できれば、例えば式(10)によりノイズを除去できる。

【数9】

$$\hat{I}(x,y) = I(x,y) - I(x,y+1) \quad (10)$$

【0078】

式(10)以外にも、Difference-of-Gaussian フィルタ、離散フーリエ変換の適用によるバンドパスフィルタなどを用いてもよい。

【0079】

鏡面反射成分も、注目画素付近では一様の値をとる(局所領域では同一の鏡面反射特性をもち法線方向が均一で視点は無限遠点とする)と仮定できると、同様の方法で除去できる。但し、カメラのダイナミックレンジに観測値が収まる場合に限る。

【0080】

(3) 重み付きガウシアンフィルタ適用部 408

重み付きガウシアンフィルタ適用部 408 は、重み算出部 406 で出力された重みを用いて、微分処理部 407 より出力された微分入力画像に重み付きガウシアンフィルタを適用する。

【数10】

微分画像  $\hat{I}(x,y)$  に対して重み付きガウシアンフィルタ  $(W(x,y)G(x,y))$  を式(11)により適用する。

$$S(x,y) = (W(x,y)G(x,y)) * |\hat{I}(x,y)| \quad (11)$$

【0081】

ここで、 $|\cdot|$  は絶対値を表し、 $*$  は畳み込みを表す。

【0082】

(4) フィルタ処理部 409

フィルタ処理部 409 は、重み付きガウシアンフィルタ適用部 408 より出力された平滑化画像を用いて、微分処理部 407 より出力された画像に式(12)の処理を適用する。

10

20

30

40

## 【数 1 1】

$$\hat{R}(x, y) = \frac{\hat{I}(x, y)}{S(x, y)} \quad (12)$$

特徴画像  $\hat{R}(x, y)$  内のはずれ値を除去するために、画素値の平均と分散を用いたしきい値処理を行ってもよい。 $\hat{R}(x, y)$  をラスタスキャンすることで特徴ベクトルへ変換する。

## 【0083】

(5) 第4の実施形態の効果

10

本実施形態の物体認識装置400では、暗い環境など照明条件が悪い場合に発生するカメラ系のノイズを除去し、照明変動に頑健な特徴量を抽出し、精度の高い個人認証を行うことができる。

## 【0084】

(変更例)

本発明は上記各実施形態に限らず、その主旨を逸脱しない限り種々に変更することができる。

## 【0085】

本発明は、画像を用いた物体認識一般にも適用可能である。例えば、顔に限らず画像として撮影できる様々な実物体に対しても適用することができる。

20

## 【0086】

また、フィルタ処理部108から出力されたフィルタ処理後の画像をパスポートなどに記憶させ、人物の認識に使用してよい。

## 【0087】

さらに、重み付きガウシアンフィルタに限らず、重み付き平滑化フィルタであればよく、平滑化フィルタに例えば、線形フィルタ、 $\cos^n$  ( $n > 2$ ) で定義されるフィルタを用いてもよい。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0088】

【図1】第1の実施形態の物体認識装置の構成図である。

30

【図2】第1の実施形態の物体認識装置の処理を示すフローチャートである。

【図3】第2の実施形態の物体認識装置の構成図である。

【図4】第3の実施形態の物体認識装置の構成図である。

【図5】第4の実施形態の物体認識装置の構成図である。

【図6】入力画像中のランダムに選択された3点から基底画像を用いて係数を推定する例である。

【図7】入力画像を複数の基底画像を用いて拡散反射画像に変換し、入力画像と拡散反射画像との差分画像を用いて入力画像を特徴画像に変換した例である。

【図8】顔画像から照明変動に頑健な特徴画像を抽出した例である。

## 【符号の説明】

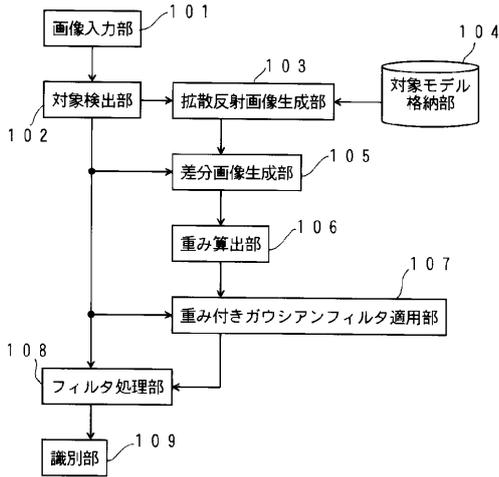
40

## 【0089】

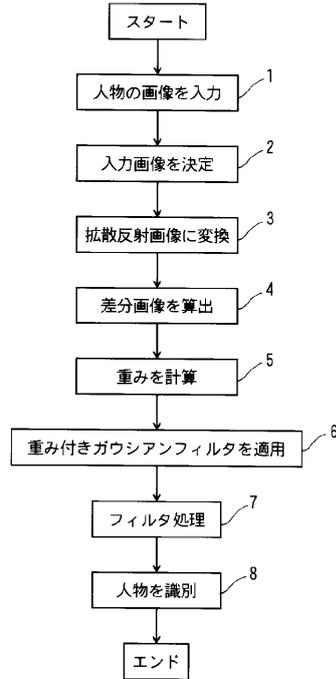
- 101 画像入力部
- 102 対象検出部
- 103 拡散反射画像生成部
- 104 対象モデル格納部
- 105 差分画像生成部
- 106 重み算出部
- 107 重み付きガウシアンフィルタ適用部
- 108 フィルタ処理部
- 109 識別部

50

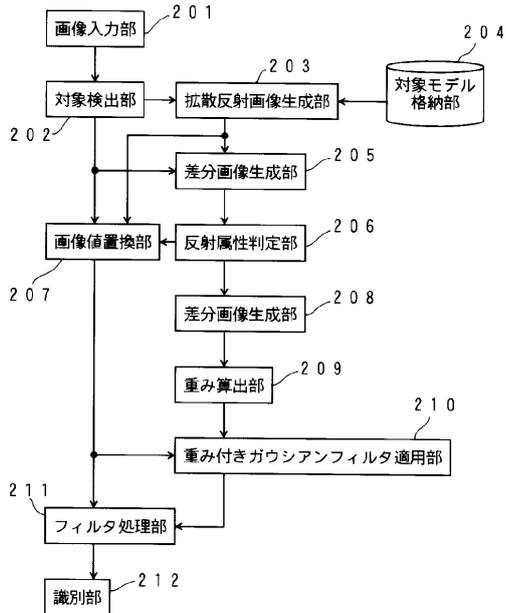
【 図 1 】



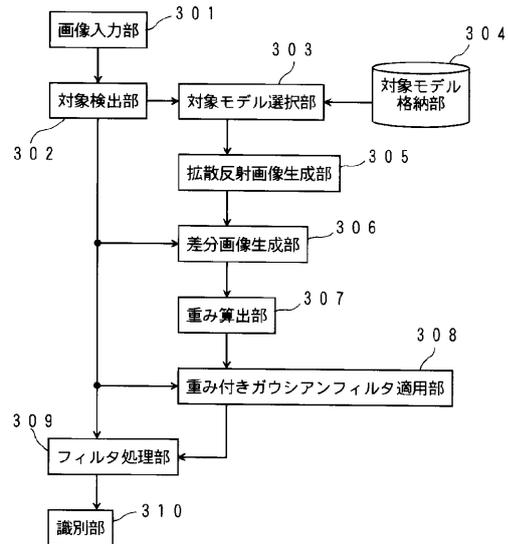
【 図 2 】



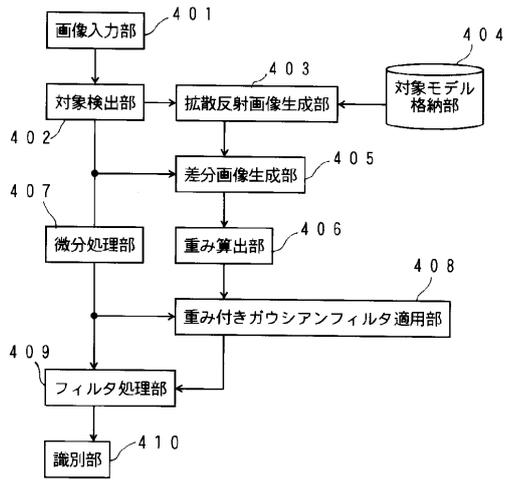
【 図 3 】



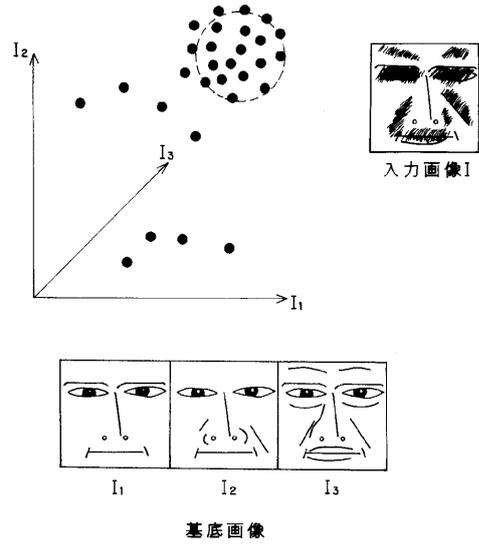
【 図 4 】



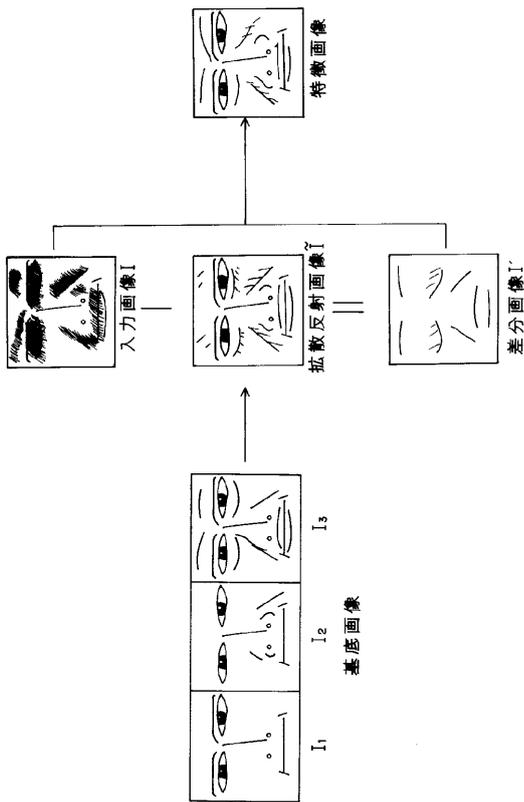
【図5】



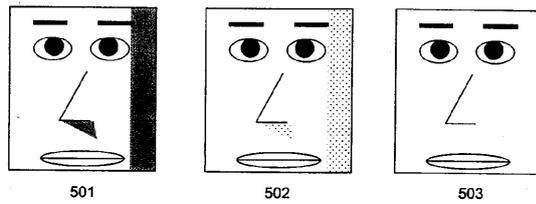
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

(72)発明者 西山 正志

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 山口 修

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

Fターム(参考) 5B057 CA08 CA12 CA16 CB08 CB12 CB16 CE05 CE06 CH09 DA11  
DB02 DB09 DC32