

(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2009-15372

(P2009-15372A)

(43) 公開日 平成21年1月22日(2009.1.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G06T 7/20 (2006.01)	G06T 7/20 300B	5B057
G06T 1/00 (2006.01)	G06T 1/00 340A	5L096
G06T 1/40 (2006.01)	G06T 1/40	
G06T 7/00 (2006.01)	G06T 7/00 350C	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2007-173112 (P2007-173112)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成19年6月29日 (2007.6.29)	(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508 弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071 弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894 弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409 弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

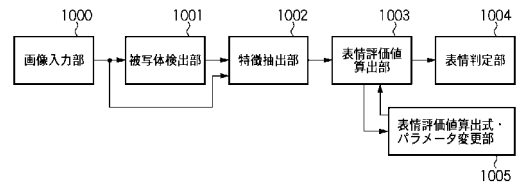
(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、プログラム、及び記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 表情認識をしづらい被写体に対しても高精度な表情認識を行うこと。

【解決手段】 画像入力部1000より入力した画像から被写体検出部1001により人物の顔領域を抽出し、抽出された顔領域から、第1の状態と第2の状態との間で変化する所定の部分領域を特徴抽出部1002により抽出する。表情評価値算出部1003により評価値算出式を用いて表情評価値を算出する。表情判定部1004は、算出された表情評価値が閾値を超えたとき、部分領域は第2の状態であると判定する。さらに、所定時間内に算出された前記表情評価値の最大値と最小値との差が所定値に満たない場合には、表情評価値算出式・パラメータ変更部1005により当該差が拡大するように評価値算出式又はそのパラメータを変更する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力した画像から人物の顔領域を抽出する顔領域抽出手段と、
抽出された前記顔領域から評価値算出式を用いて表情評価値を算出する算出手段と、
算出された前記表情評価値に基づいて前記顔領域の示す表情を判定する判定手段と、
所定時間内に算出された前記表情評価値の変化量が所定値に満たない場合、当該変化量が拡大するように前記評価値算出式又はそのパラメータを変更する変更手段と、
を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記変更手段は、前記表情評価値の最大値及び最小値が予め定められた値となるように、前記評価値算出式又はそのパラメータを変更することを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

10

【請求項 3】

抽出された前記顔領域から、前記表情が第 1 の状態であるときと第 2 の状態であるときとの間で変化する所定の部分領域を抽出する部分領域抽出手段を更に備え、

前記算出手段は、抽出された前記部分領域に対して、前記第 2 の状態である可能性が高いほど高い値となり前記第 1 の状態である可能性が高いほど低い値となる評価値算出式を用いて前記表情評価値を算出し、

前記判定手段は、算出された前記表情評価値が閾値を超えたときに、前記表情は前記第 2 の状態であると判定することを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

20

【請求項 4】

前記算出手段は、ニューロン出力値が前記第 2 の状態で高く前記第 1 の状態で低くなるようなニューラルネットワークを有し、前記評価値算出式は、前記部分領域の各画素のニューロン出力値のうち閾値 $Th1$ 以上であるニューロン出力値の個数と前記表情評価値との関係を表すものであることを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記部分領域の各画素のニューロン出力値のうち閾値 $Th1$ 以上であるニューロン出力値の個数と前記表情評価値との関係は、双曲線正接関数で表されることを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記変更手段は、前記パラメータとして閾値 $Th1$ を変更することを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

30

【請求項 7】

前記所定の部分領域は、瞳孔領域であり、

前記第 1 の状態は目を開いた状態であり、

前記第 2 の状態は目を閉じた状態である、

ことを特徴とする請求項 3 から 6 までのいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

入力した画像から人物の顔領域を抽出する顔領域抽出ステップと、

抽出された前記顔領域から評価値算出式を用いて表情評価値を算出する算出ステップと

40

、算出された前記表情評価値に基づいて前記顔領域の示す表情を判定する判定ステップと

、所定時間内に算出された前記表情評価値の変化量が所定値に満たない場合、当該変化量が拡大するように前記評価値算出式又はそのパラメータを変更する変更ステップと、
を有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のプログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、画像処理方法、プログラム、及び記憶媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

人間の表情の1つである眼の開閉状態を検出する技術が開発されている。例えば特許文献1に開示された技術では、入力画像に対して2値化処理を行い、2値化した画像から瞳孔に相当する黒色領域を抽出し、黒色領域の縦方向の連続画素数に基づいて眼の開閉状態を判定する。また、この技術では、黒色（黒眼）領域の縦方向連続画素数の最大値を複数の画像において参照し、縦方向連続画素数の最大値と最小値に基づき、瞬きの有無を判定する閾値を設定している。

10

【0003】

また、特許文献2に開示された技術では、上瞼と下瞼のエッジを検出し、上下瞼エッジ間の距離から眼の開閉状態を判定する。

【0004】

喜びや怒りなどの喜怒哀楽の表情を検出する技術も開発されている。例えば、特許文献3に開示された技術では、入力画像に対して2次元フーリエ変換をした後、所定の特徴ベクトルを生成する。そして、予め用意しておいた各表情毎の隠れマルコフモデルから、この特徴ベクトルを生成する確率を算出し、最大の確率を算出した隠れマルコフモデルに対応する表情を認識結果として出力する。

20

【0005】

一方、対話相手、対話量、状況の違いに基づいて電子秘書の表出する表情と表情の大きさなどを調整する技術も開発されている。例えば、特許文献4に開示された技術は、対話相手、対話量、状況の違いに基づいて、予め記憶されている表出閾値集合の中から特定の表出閾値を読み出すか、あるいは、予め規定されたいくつかの変換式の中から特定の変換式を適用し、表出閾値をセットする。これにより、電子秘書の表情スタイルの設定や変更などを行う。

【0006】

【特許文献1】特開平6 - 32154号公報

30

【特許文献2】特開2000 - 137792号公報

【特許文献3】特許第02962549号明細書

【特許文献4】特開平7 - 104778号公報

【特許文献5】特開2000 - 30065号公報

【特許文献6】特開2003 - 323622号公報

【特許文献7】特開2005 - 56388号公報

【非特許文献1】P.Ekman and W.V.Friesen, Facial Action Coding System(FACS): Manual, Palo Alto:Consulting Psychologists Press, 1978。

【非特許文献2】"Rapid object detection using a Boosted Cascade of Simple Features", Proc. of IEEE Conf.CVPR,1,pp.511-518,2001。

40

【非特許文献3】Yann LeCun and Yoshua Bengio, "Convolutinal Networks for Images, Speech,and Time Series", The Handbook of Brain Theory and Neural Networks,pp255-258 1995。

【非特許文献4】石井健一郎，上田修功，前田英作，村瀬洋 “わかりやすいパターン認識”，オーム社。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、顔面を構成する眼や口などの各パーツ形状や各パーツの動きは人物によって大きく異なる。例えば、上下瞼間の距離が比較的長い人物は、上下瞼間の距離変化量

50

が大きい、上下瞼間の距離が短い人物は、上下瞼間距離の変化量が小さい。

【0008】

また、客観的に表情の動作を記述した非特許文献1では、表情の1つである喜び表情は、(1)頬を持ち上げる、(2)唇の端を引っ張りあげる、のように記載されているが、頬や唇の端の変化量も人物によって大きく異なる。

【0009】

したがって、表情を判定する際に、すべての人物に対して同じパラメータ(例えば、閾値など)を用いてしまうと、例えば、上下瞼間の距離が小さい特定の人物に対しては、誤って常に眼を閉じている状態であると判定されてしまう可能性がある。また、例えば、眼や口などの各パーツの動きが小さい人物は、常に表情がないと判定されてしまう可能性がある。

10

【0010】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、表情認識処理において苦手とされる苦手被写体に対しても、高精度な表情認識を行うことを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一側面によれば、入力した画像から人物の顔領域を抽出する顔領域抽出手段と、抽出された前記顔領域から評価値算出式を用いて表情評価値を算出する算出手段と、算出された前記表情評価値に基づいて前記顔領域の示す表情を判定する判定手段と、所定時間内に算出された前記表情評価値の変化量が所定値に満たない場合、当該変化量が拡大するように前記評価値算出式又はその係数を変更する変更手段とを有することを特徴とする画像処理装置が提供される。

20

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、表情認識のしづらい被写体に対しても高精度な表情認識を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、本発明は以下の実施形態に限定されるものではなく、本発明の実施に有利な具体例を示すにすぎない。また、以下の実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが本発明の課題解決手段として必須のものとは限らない。

30

【0014】

(第1の実施形態)

図1は、本実施形態における画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【0015】

画像入力部1000は、画像信号を入力する。被写体検出部1001は、画像入力部1000より入力された画像信号から人物の顔の有無と顔がある場合にはその位置とを検出する。特徴抽出部1002は、被写体検出部1001で検出された人物の顔の位置と、画像入力部1000で生成された画像を用いて表情認識に必要な特徴を抽出する。表情評価値算出部1003は、特徴抽出部1002で抽出された表情認識に必要な特徴を用いて、各被写体毎の表情の種類と、各表情の度合いを表す表情評価値を算出する。表情判定部1004は、表情評価値算出部1003で算出された各被写体の表情評価値を用いて、各被写体の表情を判定する。表情評価値算出式・パラメータ変更部1005は、表情評価値算出部1003で算出される表情評価値に基づいて、表情評価値を算出する算出式又はその係数を変更する。

40

【0016】

以下では、人物の表情の一つである目瞑りを例にとって、本実施形態を詳しく説明する。

【0017】

画像入力部1000は、レンズ、CMOSセンサやCCD等の撮像素子、A/D変換器、画

50

像処理回路などから構成された撮像装置により生成された画像信号を入力する。例えば、図2のような画像2200が入力される。

【0018】

顔領域抽出手段としての被写体検出部1001は、画像入力部1000で入力された画像信号に対して人物の顔領域の位置を抽出する。これは例えば、多数の矩形のフィルタとIntegral Imageという技術を用いて顔の位置を検出する技術を用いる（非特許文献2）。顔の位置検出に用いる矩形フィルタの種類は、予め大量の顔画像と非顔画像を用意しておき、これらの画像をAdaBoostという学習手法を用いて学習することにより選択する。

【0019】

また、被写体検出部1001では、顔の位置と左右眼領域の重心位置の3点を用いて、顔の大きさが所定のサイズで、かつ所定の向きとなるように画像の正規化処理を行う。左右眼領域の重心位置の検出方法としては、例えば次のような方法をとる。まず、各人物の顔の位置を基準として上方向に白眼、瞼、瞳孔等を含む眼探索領域を設定する。その後、設定された眼探索領域内で、上記の顔検出と同様に非特許文献2に開示されているような技術を用いて、左右の白眼、瞼、瞳孔等を含む眼領域の重心位置の検出を行う。矩形フィルタの選択方法でも、顔検出と同様に、予め目を大きく開けた画像、視線方向の異なる画像、目を閉じた画像など様々な目のパターン画像を用意し、学習することにより選択する。

【0020】

したがって、ここでは目を開いた状態だけではなく、眼を閉じた状態の白眼、瞼、瞳孔等を含む領域の重心を検出することができる。顔の位置と左右眼領域の重心位置が検出されると、図2のように画像入力部1000で入力された画像2200から人物の顔領域の切り出し処理をする。そして、図2の正規化画像2201や2202のように、顔が所定のサイズ、所定の向きとなるようにアフィン変換を行い、正規化画像を得る。例えば、入力画像720×480[pixel]から顔領域を抽出し、人物の顔向きを正面向き、左右眼領域の重心位置間の距離を40[pixel]の正規化画像100×100[pixel]を得る。

【0021】

また、入力画像中の人物の顔のサイズが小さい場合（例えば、左右眼領域の重心位置間距離が20[pixel]以下）や、顔の向きが所定範囲外の方法（例えば、正面向きを0°とした場合の30°以上）を向いている場合には処理を行わないようにするとよい。

【0022】

部分領域抽出手段としての特徴抽出部1002では、被写体検出部1001で検出した左右眼領域の重心位置を用いて、更に部分領域としての瞳孔領域の抽出を行う。瞳孔領域の検出方法は、まず、被写体検出部1001で検出した左右眼領域の重心位置から左右夫々に対して瞳孔探索領域を設定する。次に、設定した瞳孔探索領域における画像の切り出しを行い、予め学習させておいたConvolutional Neural Network（非特許文献3参照、以下CNN）に投入する。

【0023】

本実施形態で用いたCNNは図3のように入力層、中間層、出力層の3層構成である。学習において、まず、目を開いた状態（第1の状態）の瞳孔周辺領域である正解画像と、目を閉じた状態（第2の状態）の瞳孔周辺領域である非正解画像とを大量に用意する。

【0024】

次に、図3のように入力層の入力に正解画像2250を与えた時に、図3の出力値画像2251のように出力層から出力される瞳孔領域に相当するニューロン値が高くなるように、ニューラルネットワーク内の特徴間の荷重係数を調整する。具体的には、最急降下法（非特許文献4参照）を用いて荷重係数を変更する。逆に、不正解画像を与えた時には出力層から出力される瞳孔領域に相当するニューロン値が低くなるように荷重係数を調整する。

【0025】

このような学習を繰り返し行うことで、図3のように眼を開いた画像を入力すると、出力層では瞳孔領域に相当するニューロン領域の値だけが高く、その他は低くなる。なお、ここでの1つのニューロン出力値は、画像の1画素に相当している。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

なお、本実施形態ではCNNは図3のように3階層としたが、本発明はこれに限定されるものではない。また、CNN以外の技術を用いて瞳孔領域に相当する特徴を検出するようにしても良い。

【 0 0 2 7 】

算出手段としての表情評価値算出部1003では、特徴抽出部1002で抽出した瞳孔領域に相当するニューロン値を閾値Th1と比較する。そして、閾値Th1以上のニューロン出力値の個数cをカウントし、この個数cを用いて目瞑りの度合いである表情評価値Exp1を算出する。例えば、特徴抽出部1002で抽出したニューロン出力値が0~255の間に分布している場合には、例えば図4のように閾値Th1を200に設定し、閾値Th1以上のニューロン出力値の個数cをカウントする。そして、図5のような特性を表す表情評価値算出式を用いて表情評価値Exp1(0-255)を算出する。この表情評価値Exp1は、値が高ければ高いほど目を瞑っている可能性が高いことを示している。図5は、瞳孔領域の各画素のニューロン出力値のうち閾値Th1以上であるニューロン出力値の個数と表情評価値との関係を表すものである。この表情評価値特性は例えば双曲線正接関数で表すことができ、具体的には、表情評価値算出式は次式で表される。

10

【 0 0 2 8 】

$$\text{Exp1} = A0(\tanh(-B0*(c-C0))+D0)$$

ただし、A0, B0, C0, D0は定数

【 0 0 2 9 】

図6は、人が瞬きをした期間における表情評価値Exp1の時系列変化の例を示している。図示のように、目を開けている時は表情評価値Exp1は低く、目を閉じると表情評価値Exp1が高くなり、再び目を開けると表情評価値Exp1は低い値に戻る。そこで、判定手段としての表情判定部1004では、目瞑りの度合いを示す表情評価値Exp1を閾値Th2と比較することにより、目を開いている状態か目を瞑っている状態かの2値判定を行う。ここでは例えば、閾値Th2を210とする。つまり、表情評価値が閾値Th2以下である、すなわち、Exp1 < 210であるならば、目を開いている(第1の状態)と判定する。一方、表情評価値が閾値Th2を超えている、すなわち、Exp1 > 210ならば、目を閉じている(第2の状態)と判定する。

20

【 0 0 3 0 】

変更手段としての表情評価値算出式・パラメータ変更部1005では、所定時間t1[s]内に算出される表情評価値Exp1の最大値が255、最小値が0となるように、表情評価値算出式を変更するか、あるいは、表情評価値算出式の係数を変更する。なお、本実施形態では最大値を255、最小値を0としているが、これに限られるわけではない。

30

【 0 0 3 1 】

特徴抽出部1002で用いているCNNは瞳孔領域を検出するように学習しているため、瞳孔領域の出現が大きければ大きいほど、CNNのニューロン出力値及び出力領域が大きくなる。よって、図7の2300のように平均的な上下瞼間距離を持つ人物では、目を閉じた場合と目を開いた場合のCNNのニューロン出力値及び出力領域の変化量は比較的大きくなる。したがって、表情評価値Exp1の時系列変化は図6のようになり、閾値Th2により目瞑りを正しく判定できる。

40

【 0 0 3 2 】

しかし、図7の2301のように元々上下瞼間距離が短い細眼の人物では、目を閉じた場合と目を開いた場合のCNNのニューロン出力値及び出力領域の変化量は小さくなる。よって、図8のように、ニューロン数cの最大値はcmax1、最小値はcmin1となり、表情評価値Exp1が狭い幅2305内でしか算出されず、表情評価値Exp1の時系列変化は図9のようになる。その結果、実際には目瞑りではないにもかかわらず、目瞑りであると誤って検出されることが頻繁に発生する。これは、検出する特徴として瞳孔領域の面積を用いることに限らず、上下瞼間の距離を用いた目瞑り判定でも同様のことが言える。また、細眼の人物だけでなく、瞳孔の色が異なることによって瞳孔領域が検出しにくい人物に対しても同様のことが

50

言える。

【0033】

そこで、表情評価値算出式・パラメータ変更部1005では、表情評価値Exp1の最大値と最小値との差が所定値に満たない場合、当該差が拡大するように表情評価値算出式又はその係数を変更する。具体的には、例えば、所定時間 $t1[s]$ 内に算出される表情評価値Exp1の最大値が255、最小値が0となるように、表情評価値算出式を変更するか、表情評価値算出式の係数を変更する。これにより、目瞞り判定の苦手被写体に対して、より高精度な検出を行う。なお、所定時間 $t1[s]$ は、瞬きが行われるのに十分な時間とする。一般的には、人間の瞬きの回数は3秒から10秒に1回と言われているので、例えば、所定時間 $t1=20[s]$ とする。

10

【0034】

表情評価値算出式の係数の変更方法は、例えば次のとおりである。まず、所定時間 $t1[s]$ 内で表情評価値Exp1の最小値Exp1min及び最大値Exp1max、ニューロン出力値の最小個数 c_{min} 及び最大個数 c_{max} を求める。次に、これらの値と予め用意しておいたテーブルを用いて表情評価値算出式の係数を決定し、例えば、図10のような特性を表す表情評価値算出式に変更する。

【0035】

また、表情評価値算出式の係数を変更するかわりに、表情評価値算出式自体を変更する場合には、図11に示されるような線形関数を用いるようにしても良い。

20

【0036】

図12は、表情評価値算出式の係数を変更する処理フローチャートである。

【0037】

ステップS2600では、予め設定しておいた所定時間 $t1[s]$ が経過しているか判断する。例えば、 $t1=20[s]$ とする。ステップS2600で所定時間 $t1[s]$ 経過していないと判断されれば、ステップS2603へ進む。ステップS2603では、表情評価値Exp1の最大・最小値と、夫々について閾値 $Th1$ 以上のニューロン出力値の個数 c を記憶した後、ステップS2600へ戻る。

【0038】

一方、ステップS2600で所定時間 $t1[s]$ 経過したと判断されれば、ステップS2601へ進む。ステップS2601では、所定時間 $t1[s]$ 内での表情評価値Exp1の最大値が255、最小値が0であるかどうかを判断する。ステップS2601で表情評価値Exp1の最大値が255、最小値が0でないと判断されれば、ステップS2602へ進む。

30

【0039】

ステップS2602では、予め用意しておいたテーブルを用いて表情評価値算出式の係数を変更して、処理を終了する。ステップS2601で表情評価値Exp1の最大値が255、最小値が0であると判断された場合には、そのまま処理を終了する。

【0040】

なお、以上の処理は、複数人物の夫々に対して行うことが好ましい。

【0041】

以上のように、表情評価値算出式またはその係数を変更することによって表情評価値の変化量を大きくすることで、苦手被写体に対してもより高精度に目瞞りを検出することができる。

40

【0042】

(第2の実施形態)

図13は、第2の実施形態における画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【0043】

画像入力部3000は、画像信号を入力する。被写体検出部3001は、画像入力部3000より入力された画像信号から人物の顔の有無と顔がある場合にはその位置とを検出する。特徴抽出部3002は、被写体検出部3001で検出された人物の顔の位置と、画像入力部3000で生成された画像を用いて表情認識に必要な特徴を抽出する。表情評価値算出部3003は、特徴抽出部3002で抽出された表情認識に必要な特徴を用いて、各被写体毎の表情の種類と、各表情

50

の度合いを表す表情評価値を算出する。表情判定部3004は、表情評価値算出部3003で算出された各被写体の表情評価値を用いて、各被写体の表情を判定する。特徴抽出結果閾値変更部3005は、表情評価値算出部3003で算出される表情評価値に基づいて、特徴抽出部3002で抽出された特徴に用いられる閾値を変更する。

【0044】

以下では、第1の実施形態と同様、人物の表情の一つである目瞋りを例にとり、本実施形態を詳しく説明する。

【0045】

画像入力部3000～表情判定部3004までは第1の実施形態の画像入力部1000～表情判定部1004と同様の処理を行うので説明を省略する。

10

【0046】

特徴抽出結果閾値変更部3005では、第1の実施形態と同様に表情評価値Exp1の最大値が255、最小値が0となるようにCNNのニューロン出力値の閾値Th1を変更する。例えば、図14のように閾値Th1を200から150に変更する。第1の実施形態でも説明したように、上下瞼間距離が比較的短い人物では、出現する瞳孔の領域が小さくなるため、CNNから得られるニューロン出力値が小さくなる傾向がある。よって、上下瞼間距離が比較的短い人物など、CNNから得られるニューロン出力値が全体的に小さい人物に対しては、閾値Th1も小さくする。具体的な閾値Th1の変更方法は、所定時間t1[s]内のニューロン出力値の最大値Numaxを算出し、最大値Numax×0.8のニューロン出力値を閾値Th1に設定する。例えば、所定時間t1[s]内のニューロン出力値の最大値が200である場合には、閾値Th1を160に設定する。

20

【0047】

図15は、CNNの出力層から出力されるニューロン値の閾値Th1、表情評価値算出式、表情評価値算出式の係数を変更するフローチャートを示している。

【0048】

ステップS3100では、所定時間t1[s]経過したかどうか判断する。ステップS3100で所定時間t1[s]経過していないと判断されれば、ステップS3103へ進む。ステップS3103では、表情評価値Exp1とCNNから出力されるニューロン出力値を記憶する。ステップS3100で所定時間t1[s]経過したと判断されれば、ステップS3101へ進む。

【0049】

ステップS3101では、所定時間t1[s]内の表情評価値Exp1の最大値が255、最小値が0であるか判断し、最大値が255、最小値が0でないと判断されるとステップS3102へ進む。ステップS3102では、上記説明したような方法で閾値Th1をTh1'に変更した後、ステップS3104へ進む。

30

【0050】

ステップS3104では、再度、ステップS3102で変更した閾値Th1'を用いて所定時間t1[s]までの表情評価値Exp1の最大値と最小値を算出し、最大値が255、最小値が0であるかどうか判断する。ステップS3104で、所定時間t1[s]内の表情評価値Exp1の最大値が255、最小値が0でないと判断されるとステップS3105へ進む。

【0051】

ステップS3105では、第1の実施形態と同じような方法を用いて、所定時間t1[s]内の表情評価値Exp1の最大値が255、最小値が0となるように表情評価値算出式又は表情評価値算出式の係数の変更を行う。

40

【0052】

ステップS3101、ステップS3104で、所定時間t1[s]内の表情評価値Exp1の最大値が255、最小値が0であると判断された場合は、そのまま処理を終了する。

【0053】

以上のように、CNNのニューロン出力値の閾値Th1を変更することによって、表情評価値の変化量を大きくし、苦手被写体に対してもより高精度に目瞋りを検出することができる。

50

【 0 0 5 4 】

(第 3 の 実 施 形 態)

図16は第3の実施形態に係る撮像装置の構成を示すブロック図である。

【 0 0 5 5 】

図16において、5000は撮像レンズ群、5001は絞り装置及びシャッタ装置を備えた光量調節装置である。5002は撮像レンズ群を通過した被写体像としての光束を電気信号に変換するCCDやCMOS等の撮像素子である。

【 0 0 5 6 】

5003は撮像素子5002のアナログ信号出力にクランプ処理、ゲイン処理等を行うアナログ信号処理回路である。5004はアナログ信号処理回路5003の出力をデジタル信号に変換するアナログ/デジタル(以下、A/Dとする)変換器である。

10

【 0 0 5 7 】

5005は画像信処理回路であり、A/D変換器5004からのデータ或いはメモリ制御回路5006からのデータに対して所定の画素補間処理や色変換処理を行う。また、この画像処理回路5005は、撮像した画像データを用いて所定の演算を行う。

【 0 0 5 8 】

システム制御回路5009はこの演算結果に基づいて露出制御回路5011、焦点制御回路5010に対する制御を実行するTTL方式のAF(オートフォーカス)処理、AE(自動露出)処理、EF(ストロボプリ発光)処理などを行う。

【 0 0 5 9 】

20

また、画像処理回路5005は、撮像した画像データを用いて所定の演算処理を行い、得られた演算結果に基づいてTTL方式のAWB(オートホワイトバランス)処理も行っている。更に、その撮像した画像データから、人物の顔検出処理、個人認証処理、表情認識処理なども実行している。顔検出処理、個人認証処理、表情認識処理など所定の画像処理に使用するデータなどは、画像処理回路5005のメモリに記憶されている。

【 0 0 6 0 】

メモリ制御回路5006は、アナログ信号処理回路5003、A/D変換器5004、画像処理回路5005、メモリ5007、デジタル/アナログ(以下、D/Aとする)変換器5012を制御する。これにより、A/D変換器5004でA/D変換されたデータは画像処理回路5005、メモリ制御回路5006を介して、或いはA/D変換器5004でA/D変換されたデータが直接メモリ制御回路5006を介して、メモリ5007に書き込まれる。

30

【 0 0 6 1 】

メモリ5007は表示装置5013に表示するデータを記憶しており、このメモリ5007に記録されているデータはD/A変換器5012を介してTFI、LCD等の表示装置5013に出力されて表示される。また、メモリ5007は、撮像した静止画像や動画像を格納し、所定枚数の静止画像や所定時間分の動画像を格納するのに十分な記憶容量を備えている。これにより、複数枚の静止画像を連続して撮像する連写撮影やパノラマ撮影の場合にも、高速かつ大量の画像書き込みをメモリ5007に対して行うことが可能となる。また、このメモリ5007はシステム制御回路5009の作業領域としても使用することが可能である。

【 0 0 6 2 】

40

表示装置5013は、撮像した画像データを逐次表示すれば電子ファインダとしての機能を実現できる。また表示装置5013は、システム制御回路5009の指示により任意に表示をオン/オフすることが可能であり、表示をオフにした場合は、オンにした場合に比較して、撮像装置の電力消費を大幅に低減できる。また、システム制御回路5009でのプログラムの実行に応じて、文字、画像等を用いて動作状態やメッセージ等を表示する。

【 0 0 6 3 】

5008はメモリカードやハードディスク等の記憶媒体とのインタフェースである。このインタフェース5008を用いて、他のコンピュータやプリンタ等の周辺機器との間で画像データや画像データに付随した管理情報を転送し合うことができる。このインタフェース5008をPCMCIAカードやCF(コンパクトフラッシュ(登録商標))カード等の規格に準

50

抛したものをを用いて構成した場合、各種通信カードを接続すればよい。この各種通信カードとしては、LANカードやモデムカード、USBカード、IEEE1394カード、P1284カード、SCSIカード、PHS等の通信カード、等があげられる。

【0064】

システム制御回路5009は撮像装置全体の動作を制御している。システム制御回路5009のメモリに、このシステム制御回路5009の動作の定数、変数、プログラム等を記憶している。

【0065】

露出制御回路5011は、光量調節装置5001の絞り装置、シャッタ装置を制御する。焦点制御回路5010は撮像レンズ群5000のフォーカシング、ズーミングを制御する。露出制御回路5011、焦点制御回路5010はTTL方式を用いて制御されている。システム制御回路5009は、撮像した画像データを画像処理回路5005によって演算した演算結果に基づき、露出制御回路5011、焦点制御回路5010に対して制御を行う。

10

【0066】

図17のフローチャートを参照して、本実施形態に係る撮像装置の動作を説明する。この処理は、電源投入などにより開始される。まず、ステップS5500で、システム制御回路5009は、内部のメモリの各種フラグや制御変数等を初期化する。ステップS5501でシステム制御回路5009は撮像装置のモード設定状態を検知し、その他のモードに設定されていればステップS5502に進む。ステップS5502では、システム制御回路5009は選択されたモードに応じた処理を実行し、その処理を終えるとステップS5501に戻る。ここでは、撮影のトリガーとなる表情なども設定することができる。本実施形態では表情のうち、笑顔表情を選択する。

20

【0067】

システム制御回路5009は、ステップS5501で自動撮影モードが設定されている場合は、ステップS5503に進み、電源の残容量や動作状況が撮像装置の動作に問題があるか否かを判断する。システム制御回路5009は、問題があると判断するとステップS5504に進み、表示装置5013を用いて、画像や音声により所定の警告表示を行い、その後、ステップS5501に戻る。

【0068】

ステップS5503で、システム制御回路5009は電源に問題が無いと判断するとステップS5505に進む。ステップS5505では、システム制御回路5009は記憶媒体の動作状態が撮像装置の動作、特に記憶媒体に対する画像データの記録再生動作に問題があるか否かを判断する。システム制御回路5009は問題があると判断すると前述のステップS5504に進み、表示装置5013を用いて、画像や音声により所定の警告表示を行った後にステップS5501に戻る。

30

【0069】

システム制御回路5009はステップS5505で記憶媒体に問題がないと判断するとステップS5506に進む。ステップS5506では、システム制御回路5009は表示装置5013を用いて、画像や音声により撮像装置の各種設定状態のユーザインタフェース(以下、UIとする)表示を行う。尚、表示装置5013の画像表示がオンであったならば、表示装置5013も用いて画像や音声により撮像装置の各種設定状態のUI表示を行ってもよい。こうしてユーザによる各種設定がなされる。

40

【0070】

次にステップS5507で、システム制御回路5009は表示装置5013の画像表示をオン状態に設定する。更に、ステップS5508で、システム制御回路5009は撮像した画像データを逐次表示するスルー表示状態に設定する。このスルー表示状態では、メモリ5007に逐次書き込まれたデータを表示装置5013により逐次表示することにより、電子ファインダ機能を実現している。

【0071】

ステップS5009では、撮影者などのユーザによってシャッタースイッチが押されたかど

50

うが判定される。シャッタースイッチを押していないならば、ステップ S 5501に戻る。シャッタースイッチを押したならば、システム制御回路5009は、ステップ S 5510で顔検出処理を実行する。顔検出処理は第1の実施形態と同様な処理を行うことによって実現される。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 5511では、ステップ S 5510で検出された顔に合わせてAE・AFを行う。ステップ S 5512では、ステップ S 5509でスイッチがONされてからの経過時間の測定を開始する。

【 0 0 7 3 】

ステップ S 5513では、撮像した画像データだけでなく、ステップ S 5510で検出された顔の位置も表示装置5013で表示する。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 5514ではステップ S 5510で検出された夫々の顔毎に個人認証を行う。個人認証技術は、例えば、特許文献5のように相互部分空間法を用いる方法や特許文献6のように顔領域を複数の部分領域に分割し、各部分領域毎に比較を行う方法などがある。本実施形態では、特許文献6の顔領域を複数の部分領域に分割する方法を用いる。なお、認証に用いる画像は予め登録しておかなくとも、撮影直前に登録するようにしても良い。個人認証方法は本実施形態に記載の方法に限定されるわけではない。

【 0 0 7 5 】

ステップ S 5515では、ステップ S 5514で認証された特定の人物に対してのみ笑顔表情の認識処理を行う。笑顔表情の認識処理は、特許文献7のように予め用意しておいた無表情データとの差分により認識する手法を用いる。なお、表情認識方法は、本実施形態に記載の方法に限定されるわけではない。

【 0 0 7 6 】

ステップ S 5516では、所定の撮影条件であるかどうか判定する。例えば、ステップ S 5501で笑顔撮影モードが選択されていたならば、ステップ S 5515で判定された表情が笑顔かどうか判定される。ステップ S 5516で所定の撮影条件、つまり画像内の所定人物の表情が笑顔であると判定されたならば、ステップ S 5517へ進む。

【 0 0 7 7 】

ステップ S 5517では、撮影が行われ、ステップ S 5518では撮影された画像が表示装置5013に表示される。ステップ S 5519では撮影された画像がIF5008を通して、例えば、CF (コンパクトフラッシュ)などに記憶される。

【 0 0 7 8 】

なお、CF (コンパクトフラッシュ)に撮影画像を記憶する際、撮影画像に画像サイズなどの情報に加えて、表情認識処理に用いたパラメータ (表情判定閾値など)、表情認識結果、個人認証IDなどを記録しておく。例えば、Exif情報に表情認識処理に用いたパラメータ (表情判定閾値など)や個人認証IDなど記録しておく。このように表情認識処理に用いたパラメータ、表情認識結果、個人認証IDなども撮影画像に記録しておくことによって、例えば、ハードディスクに記憶されている大量の画像の中から人物Aで、かつ特定表情の画像を高速に検索することができる。また、表情認識結果が記録されていない画像に対しては、同一人物で表情認識に用いたパラメータが記録されている画像を優先的に検索した後、記録されているパラメータを用いて表情認識結果が記録されていない画像に対して表情認識を行うこともできる。

【 0 0 7 9 】

ステップ S 5516で所定の撮影条件ではないと判定された場合にはステップ S 5521へ進む。ステップ S 5521ではステップ S 5512でタイマー動作を開始してから所定時間 $t_2[s]$ 経過したかどうかを確認する。ステップ S 5521で所定時間 $t_2[s]$ 経過したと確認されたならば、ステップ S 5522へ進む。なお、所定時間 $t_2[s]$ は、予め各個人毎や各表情毎に設定するようにしても良い。ステップ S 5522では撮影動作が行われたかどうか確認する。

【 0 0 8 0 】

ステップ S 5522で撮影動作が一度も行われなかった場合には現在の表情判定閾値は最適

10

20

30

40

50

ではないと判定し、ステップ S 5523へ進む。ステップ S 5523では、表情判定閾値をTh3からTh3'に変更し、ステップ S 5520へ進む。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 5501において、ユーザが笑顔撮影モードを選択した場合には、ステップ S 5509でスイッチをOnした後、所定時間内に1度は被写体が笑顔となる可能性が高い。よって、表情判定閾値Th3からTh3'への変更方法は、例えば、図18のように、ある一定時間内の表情評価値Exp2の最大値Exp2maxと最小値Exp2minを算出し、最大値Exp2maxを表情判定閾値Th3'と設定する。

【 0 0 8 2 】

なお、目瞑り表情の場合にも、一般的には人間の瞬きの回数は3秒から10秒に1回とされているので、所定時間 $t_2=20[s]$ とした場合には最低でも2回、目瞑りであると判定されるように閾値Th3を設定するようにすれば良い。

【 0 0 8 3 】

また、更に高精度な表情認識を行うために、第1の実施形態や第2の実施形態で説明したように、表情評価値算出式、表情評価値算出式の係数、特徴抽出の時に用いる閾値などを変更するようにしても良い。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 5521で、ステップ S 5512でタイマー動作を開始してから所定時間 $t_2[s]$ 経過していないと判定された場合は、ステップ S 5520へ進む。同様に、ステップ S 5522で撮影動作が行われた回数が所定回数以上、所定回数以下であると判定された場合にも、ステップ S 5520へ進む。

【 0 0 8 5 】

ステップ S 5520で自動撮影が終了であれば、処理を終了し、そうでなければステップ S 5524へ進む。ステップ S 5524では次のフレーム画像に対して再度顔検出処理を行った後、ステップ S 5514の個人認証処理に進む。

【 0 0 8 6 】

以上のように、表情判定閾値を変更することによって眼や口など顔面パーツの形状変化の小さい人物などに対しても表情検出が可能となる。

【 0 0 8 7 】

(他の実施形態)

以上、本発明の実施形態を詳述したが、本発明は、複数の機器から構成されるシステムに適用してもよいし、また、一つの機器からなる装置に適用してもよい。

【 0 0 8 8 】

なお、本発明は、前述した実施形態の各機能を実現するプログラムを、システム又は装置に直接又は遠隔から供給し、そのシステム又は装置に含まれるコンピュータがその供給されたプログラムコードを読み出して実行することによっても達成される。

【 0 0 8 9 】

したがって、本発明の機能・処理をコンピュータで実現するために、そのコンピュータにインストールされるプログラムコード自体も本発明を実現するものである。つまり、上記機能・処理を実現するためのコンピュータプログラム自体も本発明の一つである。

【 0 0 9 0 】

その場合、プログラムの機能を有していれば、オブジェクトコード、インタプリタにより実行されるプログラム、OSに供給するスクリプトデータ等、プログラムの形態を問わない。

【 0 0 9 1 】

プログラムを供給するためのコンピュータ読み取り可能な記録媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、MO、CD-ROM、CD-R、CD-RWなどがある。また、記録媒体としては、磁気テープ、不揮発性のメモ리카ード、ROM、DVD(DVD-ROM, DVD-R)などもある。

【 0 0 9 2 】

10

20

30

40

50

また、プログラムは、クライアントコンピュータのブラウザを用いてインターネットのホームページからダウンロードしてもよい。すなわち、ホームページから本発明のコンピュータプログラムそのもの、もしくは圧縮され自動インストール機能を含むファイルをハードディスク等の記録媒体にダウンロードしてもよい。また、本発明のプログラムを構成するプログラムコードを複数のファイルに分割し、それぞれのファイルを異なるホームページからダウンロードする形態も考えられる。つまり、本発明の機能・処理をコンピュータで実現するためのプログラムファイルを複数のユーザに対してダウンロードさせるWWWサーバも、本発明の構成要件となる場合がある。

【0093】

また、本発明のプログラムを暗号化してコンピュータ読み取り可能なCD-ROM等のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に格納してユーザに配布してもよい。この場合、所定条件をクリアしたユーザにのみ、インターネットを介してホームページから暗号化を解く鍵情報をダウンロードさせ、その鍵情報で暗号化されたプログラムを復号して実行し、プログラムをコンピュータにインストールしてもよい。

【0094】

また、コンピュータが、読み出したプログラムを実行することによって、前述した実施形態の機能が実現されてもよい。なお、そのプログラムの指示に基づき、コンピュータ上で稼動しているOSなどが、実際の処理の一部又は全部を行ってもよい。もちろん、この場合も、前述した実施形態の機能が実現され得る。

【0095】

さらに、記録媒体から読み出されたプログラムが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書き込まれてもよい。そのプログラムの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部又は全部を行ってもよい。このようにして、前述した実施形態の機能が実現されることもある。

【図面の簡単な説明】

【0096】

【図1】第1の実施形態における画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図2】入力画像及び正規化処理後の画像の例を示す図である。

【図3】瞳孔領域を検出するConvolutinal Neural Network(CNN)を説明する図である。

【図4】CNNのニューロン出力値ヒストグラムの例を示す図である。

【図5】表情評価値の特性を例示する図である。

【図6】表情評価値の閾値処理を説明する図である。

【図7】上下瞼間の距離が長い人と短い人の眼を示す図である。

【図8】、

【図9】目瞼りの誤検出を説明する図である。

【図10】図8の特性の表情評価値算出式の係数を変更した場合の表情評価値特性の例を示す図である。

【図11】図8の表情評価値特性に対して変更された線形特性を有する表情評価値特性の例を示す図である。

【図12】第1の実施形態における表情評価値算出式の係数の変更処理を示すフローチャートである。

【図13】第2の実施形態における画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図14】第2の実施形態におけるニューロン出力値に対する閾値の変更を説明する図である。

【図15】第2の実施形態における閾値変更処理に係るフローチャートである。

【図16】第3の実施形態に係る撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図17】第3の実施形態に係る撮像装置の動作を示すフローチャートである。

【図18】第3の実施形態における表情評価値に対する閾値の変更を説明する図である

【符号の説明】

10

20

30

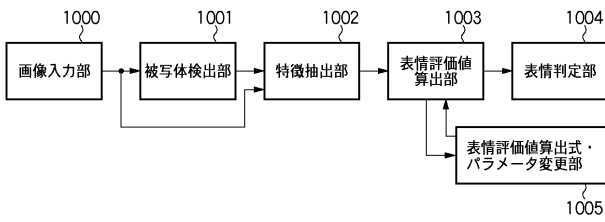
40

50

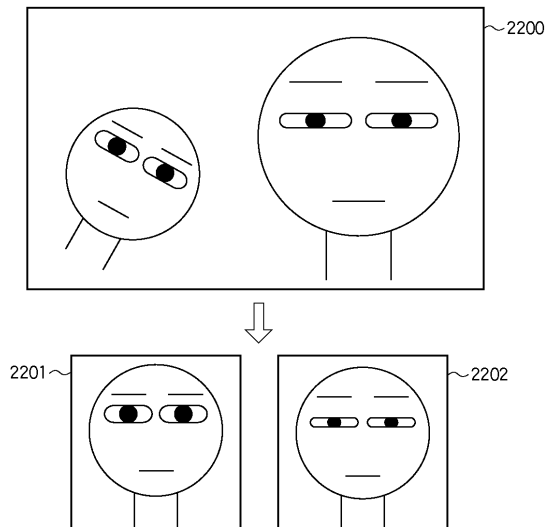
【 0 0 9 7 】

- 1000 : 画像入力部
- 1001 : 被写体検出部
- 1002 : 特徴抽出部
- 1003 : 表情評価値算出部
- 1004 : 表情判定部
- 1005 : 表情評価値算出式・パラメータ変更部

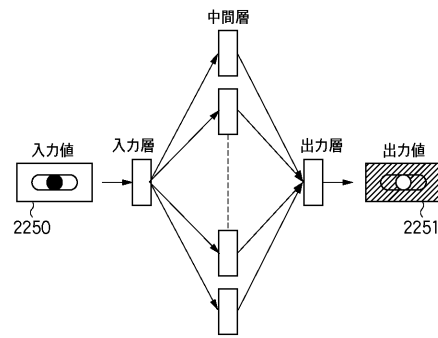
【 図 1 】



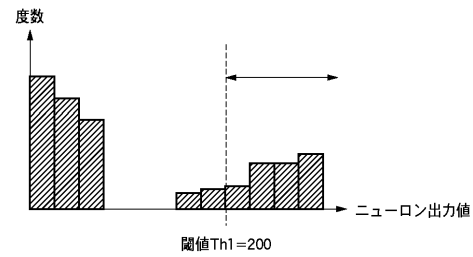
【 図 2 】



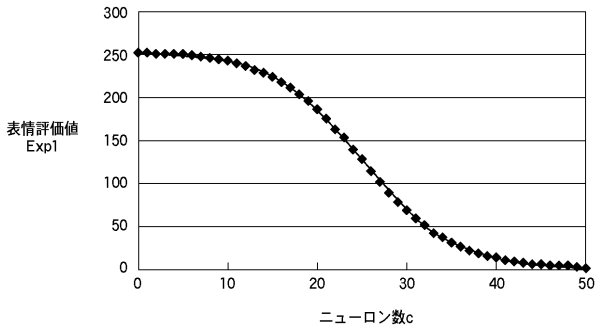
【 図 3 】



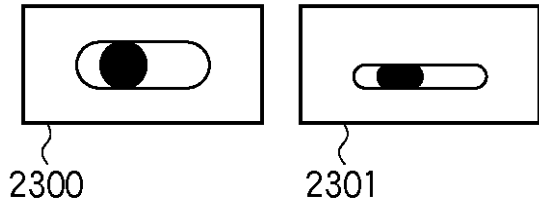
【 図 4 】



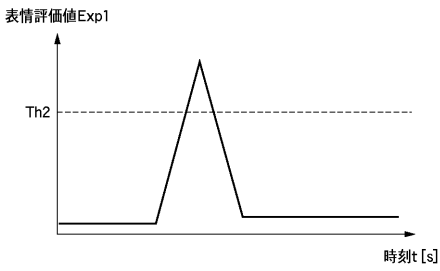
【 図 5 】



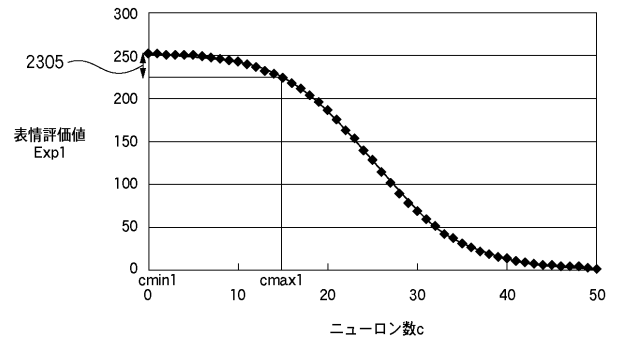
【 図 7 】



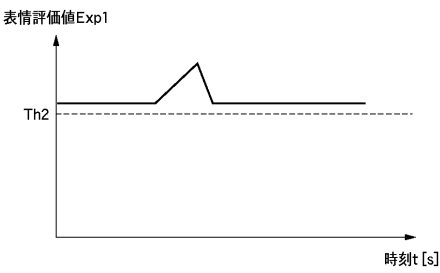
【 図 6 】



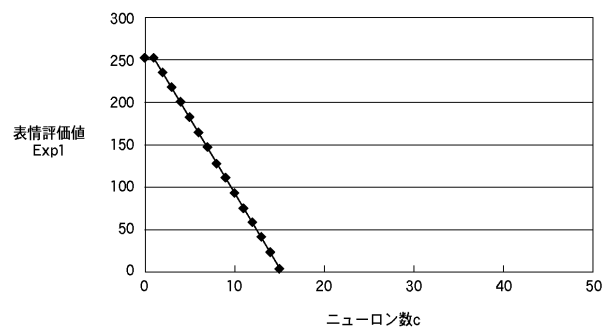
【 図 8 】



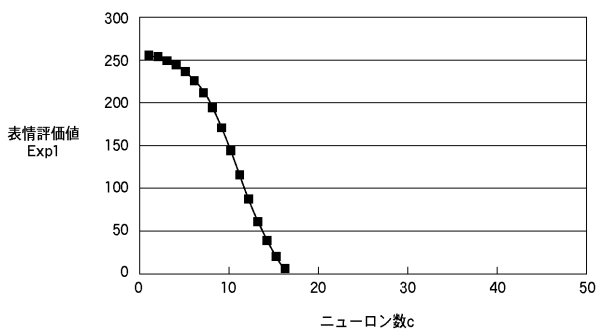
【 図 9 】



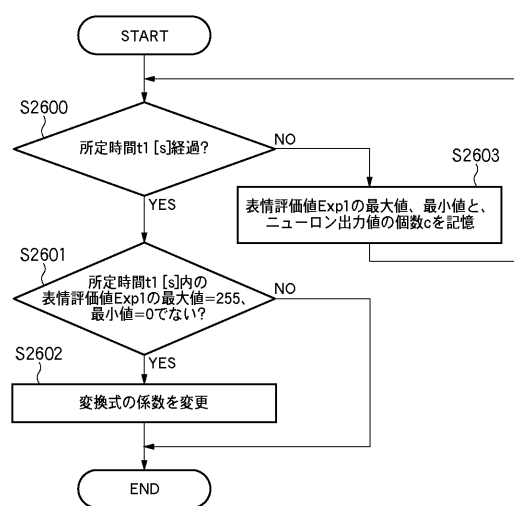
【 図 1 1 】



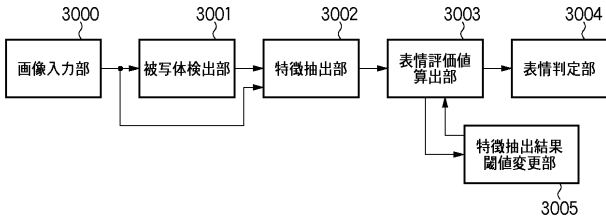
【 図 1 0 】



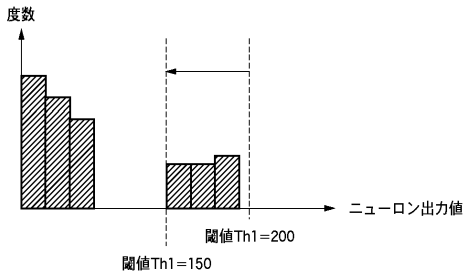
【 図 1 2 】



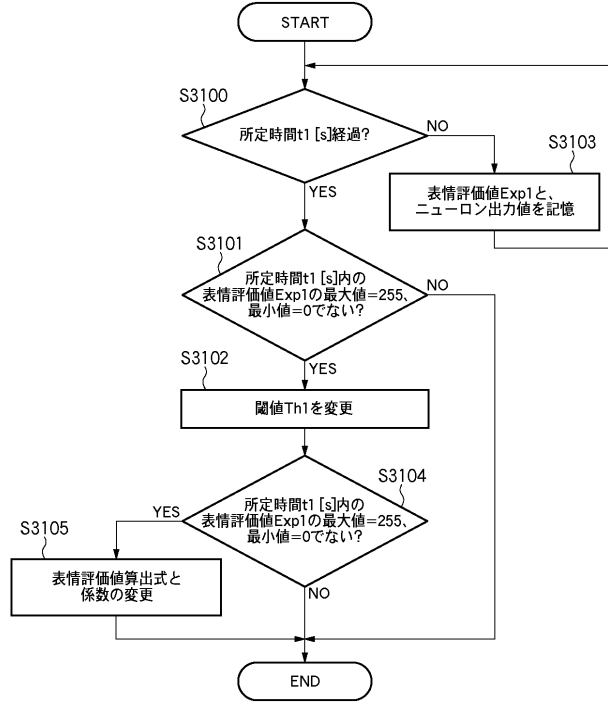
【図13】



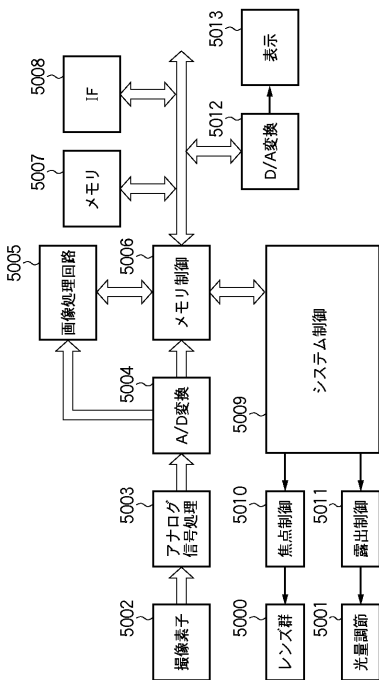
【図14】



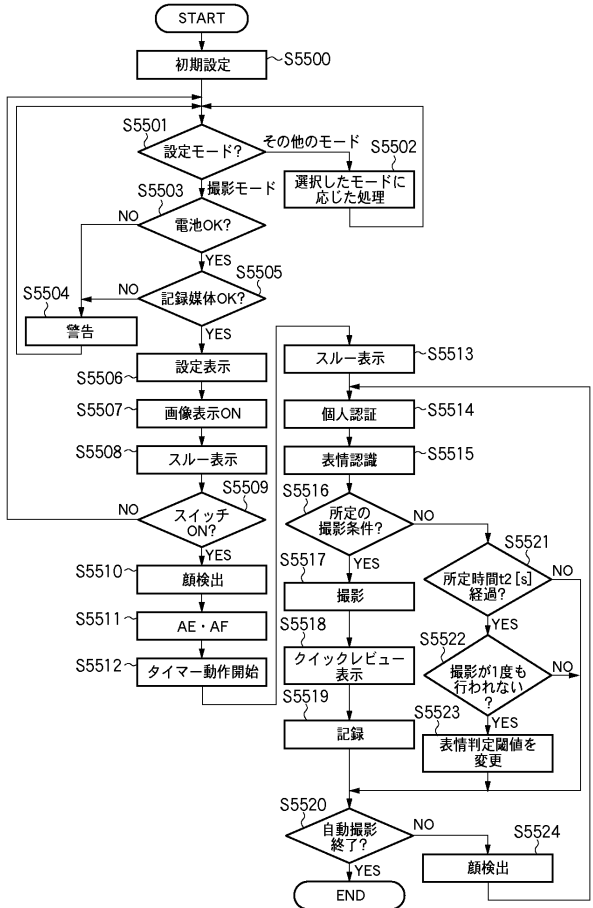
【図15】



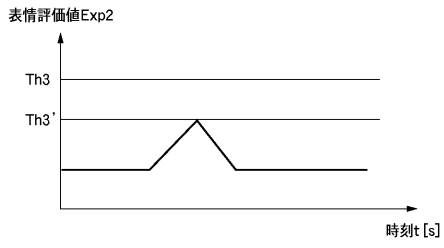
【図16】



【図17】



【 図 1 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 金田 雄司

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 森 克彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 佐藤 博

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 5B057 BA02 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01 CB08 CB12 CB16 CE09

CH18 DA08 DB02 DB09 DC06 DC08 DC33 DC40

5L096 CA04 FA60 HA02 HA11