

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6324155号
(P6324155)

(45) 発行日 平成30年5月16日 (2018. 5. 16)

(24) 登録日 平成30年4月20日 (2018. 4. 20)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 T 7/00 (2017. 01)

G 0 6 T 7/00 3 0 0 B

G 0 6 F 17/30 (2006. 01)

G 0 6 F 17/30 1 7 0 B

G 0 6 T 1/00 (2006. 01)

G 0 6 F 17/30 3 5 0 C

G 0 6 T 1/00 5 0 0 A

請求項の数 12 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2014-66364 (P2014-66364)
 (22) 出願日 平成26年3月27日 (2014. 3. 27)
 (65) 公開番号 特開2015-191293 (P2015-191293A)
 (43) 公開日 平成27年11月2日 (2015. 11. 2)
 審査請求日 平成29年3月10日 (2017. 3. 10)

(73) 特許権者 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
 (74) 代理人 100090273
 弁理士 國分 孝悦
 (72) 発明者 高村 明裕
 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

審査官 ▲広▼島 明芳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像処理に用いる画像データを記憶する記憶手段と、

前記記憶手段により記憶されている画像データを用いて、入力画像データに対する前記画像処理を行う第1の処理手段と、

前記第1の処理手段による前記画像処理により得られた画像データの画質が基準を満たさない場合、前記画像処理に用いる画像データを、外部の装置から取得する取得手段と、

前記取得手段により取得された画像データを用いて、入力画像データに対する前記画像処理を行う第2の処理手段と、

を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記第1の処理手段による前記画像処理により得られた画像データの画質が基準を満たすか否かを判定する第1の判定手段を有し、

前記第1の処理手段による前記画像処理により得られた画像データの画質が基準を満たさないと前記第1の判定手段により判定された場合、前記取得手段は前記画像処理に用いる画像データを前記外部の装置から取得することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記第2の処理手段による前記画像処理により得られた画像データの画質が基準を満たすか否かを判定する第2の判定手段を有し、

10

20

前記記憶手段は、前記第 2 の判定手段により、前記第 2 の処理手段による前記画像処理により得られた画像データの画質が基準を満たすと判定されると、当該画像データを記憶することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記第 2 の判定手段は、前記第 2 の処理手段による前記画像処理により得られた画像データと、前記記憶手段により記憶されている画像データとの類似度に基づいて、前記第 2 の処理手段による前記画像処理により得られた画像データの画質が基準を満たすか否かを判定す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】

前記第 2 の判定手段により、前記第 2 の処理手段により得られた画像データの画質が基準を満たさないと判定されると、前記画像処理に用いる画像データを、前記外部の装置から検索するための検索キーを変更する変更手段を更に有し、

前記取得手段は、前記変更手段により検索キーが変更されると、当該変更された検索キーに基づいて、前記画像処理に用いる画像データを、外部の装置から取得することを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記第 2 の判定手段は、複数の指標のそれぞれに基づいて、前記第 2 の処理手段による前記画像処理により得られた画像データの画質が基準を満たすか否かを判定し、

前記変更手段は、前記第 2 の処理手段による前記画像処理により得られた画像データの画質が基準を満たさないと判定された際に用いられた指標に応じて、前記検索キーを変更することを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記変更手段は、第 1 の指標を用いると、前記第 2 の処理手段による前記画像処理により得られた画像データの画質が基準を満たさない場合と、前記第 1 の指標を用いれば、前記第 2 の処理手段による前記画像処理により得られた画像データの画質が基準を満たすが、第 2 の指標を用いると、前記第 2 の処理手段による前記画像処理により得られた画像データの画質が基準を満たさない場合に、前記第 2 の処理手段による前記画像処理により得られた画像データの画質が基準を満たさないと判定された際に用いられた指標に応じて予め設定された情報を前記検索キーに追加することを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記第 1 の指標は、前記第 2 の処理手段による前記画像処理により得られた画像データと、前記記憶手段により記憶されている画像データとの類似度であることを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記第 2 の指標は、

前記入力された画像データと前記第 2 の処理手段による前記画像処理により得られた画像データの空間周波数と、

前記第 2 の処理手段による前記画像処理により得られた画像データの画素値のばらつきと、

前記第 2 の処理手段による前記画像処理により得られた画像データの全画素のうち、画素値が所定値以下である画素の割合と、

の何れか 1 つであることを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記検索キーには、前記入力された画像の特徴を示す情報が含まれることを特徴とする請求項 5 ~ 9 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

記憶手段により記憶されている画像データを用いて、入力画像データに対する画像処理を行う第 1 の処理工程と、

前記第 1 の処理工程による前記画像処理により得られた画像データの画質が基準を満た

10

20

30

40

50

さない場合、前記画像処理に用いる画像データを、外部の装置から取得する取得工程と、前記取得工程により取得された画像データを用いて、入力画像データに対する前記画像処理を行う第2の処理工程と、
を有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項12】

請求項1～10の何れか1項に記載の画像処理装置の各手段としてコンピュータを機能させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、画像処理装置、画像処理方法、及びプログラムに関し、特に、画像の画質を向上させるために用いて好適なものである。

【背景技術】

【0002】

画像の画質を向上させるための画像処理として、例えば、解像度の変換（画像の拡大）、ノイズの除去、ハイダイナミックレンジ合成（HDR合成）がある。これらの画像処理には、出力しようとしている画素に対応する入力画素の近傍にある画素を用いるものがある。また、これらの画像処理には、出力しようとしている画素に対応する入力画素と、その近傍にある画素とかなる領域に類似する画像領域を検索し、検索した画像領域の画像を用いるものもある。さらに、出力しようとしている画素に対応する入力画素と、その近傍にある画素とかなる領域に類似する画像領域を検索するものには、機器の内部にある画像だけを用いて画像処理を行う方法と、外部サーバにある画像を用いて画像処理を行う方法がある。ここで、機器の内部にある画像には、入力画像や、過去のフレームの画像や、機器の内部に蓄積されている画像がある。

20

【0003】

例えば、バイキュービック法による画像の拡大や、アンシャープマスクによるノイズの除去を行う場合、出力しようとしている画素に対応する入力画素と、その近傍にある画素とを用いて画像処理が行われる。これに対して、出力しようとしている画素に対応する入力画素と、その近傍にある画素とかなる領域に類似する画像領域を検索し、検索した画像領域を用いる画像処理としては、例えば、以下の画像処理がある。すなわち、非特許文献1に記載のNon-Local Means法とその改良法に基づくノイズ除去や、非特許文献2に記載の学習型超解像処理（あるいはDB型超解像処理）がある。

30

また、特許文献1には、超解像による解像度の変換の方法として、以下の技術が開示されている。すなわち、特許文献1には、機器の内部の画像だけではなく、インターネット上のサーバに蓄積された画像の中から、入力した低解像度の画像に類似する画像を検索し、検索した画像を参照画像として取得する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-199587号公報

40

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】河田諭志ほか著、高画質なデジタルカメラを実現するランダムノイズ除去技術、東芝レビューVol65, No.9 (2010)

【非特許文献2】小森秀樹著、映像情報メディア学会誌 Vol. 63, No.10, pp.1400-1402 (2009)

【非特許文献3】陳延偉著、学習型画質改善・画像復元・超解像技術, アドコム・メディア O plus E 32(3), pp.270-274, 2010-03-00

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 6 】

しかしながら、出力しようとしている画素に対応する入力画素とその近傍にある画素とを用いて画像処理を行う方法では、画質を十分に向上させることができない。

また、出力しようとしている画素に対応する入力画素とその近傍にある画素とからなる領域に類似する画像領域を機器の内部の画像から検索する方法では、以下の課題がある。すなわち、この方法では、非特許文献 3 に記載されているように、検索した画素領域が、出力しようとしている領域と類似しないときに画質を十分に向上させるができないという課題がある。

また、特許文献 1 に記載の技術では、機器の内部にある画像を用いた画像処理により良好な画質の画像が得られる場合でも、インターネット上のサーバから、入力画像に類似する画像を検索する。このため、処理に時間のかかるインターネットの検索が不要なときでも、インターネットの検索が行われるという課題がある。また、インターネットの検索で得た画像を用いて画像処理を行った結果に対して、画質の評価を行っていないため、十分な画質が得られたか否かが判断できない。このため、十分な画質が得られていない画像が出力される虞があるという課題がある。

10

【 0 0 0 7 】

本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、画像処理のための時間を低減しつつ、画像処理により得られる画像の品質を向上させることを目的とする

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

20

本発明の画像処理装置は、画像処理に用いる画像データを記憶する記憶手段と、前記憶手段により記憶されている画像データを用いて、入力画像データに対する前記画像処理を行う第 1 の処理手段と、前記第 1 の処理手段による前記画像処理により得られた画像データの画質が基準を満たさない場合、前記画像処理に用いる画像データを、外部の装置から取得する取得手段と、前記取得手段により取得された画像データを用いて、入力画像データに対する前記画像処理を行う第 2 の処理手段と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、画像処理のための時間を低減しつつ、画像処理により得られる画像の品質を向上できる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】一般的な学習型超解像処理を行う際の処理を示すフローチャートである。

【図 2】画像処理装置の構成を示す図である。

【図 3】画像処理装置の処理を示すフローチャートである。

【図 4】ステップ S 3 0 6 の処理の具体例を示すフローチャートである。

【図 5】ステップ S 3 1 0 の第 1 の具体例を示すフローチャートである。

【図 6】ステップ S 3 0 9 の処理の第 2 の具体例を示すフローチャートである。

【図 7】ステップ S 3 1 0 の第 2 の具体例を示すフローチャートである。

【図 8】ステップ S 3 0 9 の処理の第 3 の具体例を示すフローチャートである。

40

【図 9】ステップ S 3 1 0 の第 3 の具体例を示すフローチャートである。

【図 1 0】ステップ S 3 0 9 の処理の第 4 の具体例を示すフローチャートである。

【図 1 1】ステップ S 3 1 0 の第 4 の具体例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。

(第 1 の実施形態)

まず、第 1 の実施形態を説明する。

本実施形態では、解像度の変換等の画像処理を行う画像処理装置の内部にある画像を用いた画像処理では十分な画質が得られない場合にのみ、外部機器（例えばインターネット

50

上のサーバ)にある画像を検索することで、外部機器に対する不要な検索を低減する。さらに、本実施形態では、外部機器に対する検索で得た画像を用いて画像処理を行っても十分な画質の画像が得られない場合に、検索キーを変更(修正)し、変更した検索キーで外部機器に対する検索を再度行うことで、高い画質の画像を得る。

【0012】

本実施形態では、画像処理装置の内部にある画像(すなわち、画像処理装置に入力した画像(入力画像)、画像処理装置で処理した過去のフレームの画像、画像処理装置に蓄積されている画像)を検索することを必要に応じて「内部データ検索」と称する。一方、画像処理装置の外部にある画像(例えば、インターネット上のサーバにある画像)を検索することを外部データ検索と記載する。

10

【0013】

本実施形態を説明する前に、非特許文献2に記載されている学習型超解像処理について簡単に説明する。

学習型超解像処理の基本的な考え方は、以下の通りである。すなわち、まず、サンプル画像から低解像度画像と高解像度画像とのペアを用意する。低解像度画像(パッチ画像)と類似度の高い画像であれば、その高解像度画像(パッチ画像)を推定出来ると考える。この低解像度画像(パッチ画像)と高解像度画像(パッチ画像)との対応関係をデータベースに登録することをここでは学習と呼ぶ。そして、入力された低解像度画像(パッチ画像)に近い低解像度画像(パッチ画像)をデータベースから検索して、対応する高解像度画像(パッチ画像)を得ることで入力された低解像度画像に対する高解像度画像を得る事が出来る。

20

【0014】

まず、図1のフローチャートを参照しながら、一般的な学習型超解像処理を行う際の画像処理装置の処理を説明する。

ステップS101において、画像処理装置は、入力した画像の全てに対して、以下のステップS102～S104の処理を行ったか否かを判定する。この判定の結果、入力した画像の全てに対して処理を行った場合には、図1のフローチャートによる処理を終了する。

【0015】

一方、入力した画像の全てに対して処理を行っていない場合には、ステップS102に進む。ステップS102に進むと、画像処理装置は、学習した低解像度画像を検索するための検索キーを生成する。すなわち、画像処理装置は、学習した低解像度画像の大きさと同じ大きさに入力した画像を分割し、分割した領域のうち、画像処理が未だ行われていない領域を検索キーとする。

30

【0016】

次に、ステップS103において、画像処理装置は、内部データ検索を行う。具体的に説明すると、まず、画像処理装置は、学習した低解像度画像と高解像度画像との複数の組から、ステップS102で生成した検索キーに類似する低解像度画像を検索する。この検索は、テンプレートマッチングと呼ばれる処理により実行させる。検索キーに類似する低解像度画像を検索する手法としては、例えば、以下の手法がある。すなわち、まず、各低解像度画像と検索キーである画像とのSAD(差分の絶対値和)又はSSD(差分の二乗和)を求める。そして、最小のSAD又はSSDを得られたときの低解像度画像を、検索キーに類似する低解像度画像とする。このようにして検索キーに類似する低解像度画像を得ると、画像処理装置は、当該低解像度画像に対応する高解像度画像を取得する。

40

【0017】

次に、ステップS104において、画像処理装置は、ステップS103の内部データ検索により取得した高解像度画像を用いて超解像処理を行って、出力画像を生成し、ステップS101の処理に戻る。最も単純な超解像処理であれば、画像処理装置は、ステップS103の内部データ検索により取得した高解像度画像をそのまま出力する。また、他の例として、以下のようにして出力画像を得ることができる。すなわち、まず、画像処理装置

50

は、ステップS103の内部データ検索の際に、検索キーである画像と各低解像度画像との類似度を算出しておく。そして、ステップS104において、画像処理装置は、算出した類似度が高いものから順に2以上の低解像度画像を選択し、選択した低解像度画像に対応する高解像度画像を、算出した類似度の比率に応じて合成し、合成した画像を出力画像とする。類似度の算出方法は、例えばSAD（差分の絶対値和）又はSSD（差分の二乗和）を用いることができる。

【0018】

次に、学習型超解像処理を行う本実施形態の画像処理装置について説明する。

図2は、画像処理装置の構成の一例を示す図である。

画像処理装置200は、内部データ検索キー生成部201、内部データ検索部202、内部データ出力画像生成部203、内部データ画質評価部204、及び内部データ蓄積部205を有する。また、画像処理装置200は、外部データ検索キー生成部206、外部データ検索部207、外部データ出力画像生成部208、外部データ画質評価部209、外部データ検索キー修正部210、及び外部データ登録部211を有する。さらに、画像処理装置200は、インターネット等の通信回線を介して、外部データ蓄積部220と相互に通信可能に接続されている。外部データ検索部207は、外部データ蓄積部220に記憶されているデータの検索を行い、検索の結果を受信する。

【0019】

図3のフローチャートを参照しながら、画像処理装置200の処理の一例を説明する。

ステップS301において、画像処理装置は、入力した画像を分割した領域のうち、未だ画像処理を行っていない領域があるか否かを判定する。すなわち、画像処理装置は、ステップS101と同様に、入力した画像の全てに対して、ステップS302以降の処理ステップを行ったか否かを判定する。この判定の結果、入力した画像の全てに対して処理を行った場合には、図3のフローチャートによる処理を終了する。

【0020】

一方、入力した画像の全てに対して処理を行っていない場合には、入力した画像を分割した領域のうち、次に出力される領域に対して、以下のステップS302以降の処理が行われる。ステップS302に進むと、内部データ検索キー生成部201は、ステップS102と同様に、内部データ蓄積部205に蓄積されている、学習した低解像度画像（内部データ）を検索するための検索キーを生成する。すなわち、内部データ検索キー生成部201は、入力した画像を分割した領域であって、学習した低解像度画像の大きさと同じ大きさの領域のうち、画像処理が未だ行われていない領域を検索キーとする。

【0021】

次に、ステップS303において、内部データ検索部202は、ステップS103と同様に、内部データ検索を行う。具体的に説明すると、まず、内部データ検索部202は、内部データ蓄積部205に蓄積されている、学習した低解像度画像と高解像度画像との複数の組から、ステップS302で生成した検索キーに類似する低解像度画像を検索する。そして、内部データ検索部202は、検索した低解像度画像に対応する高解像度画像を、内部データ蓄積部205から取得する。

【0022】

次に、ステップS304において、内部データ出力画像生成部203は、ステップS104と同様に、ステップS303の内部データ検索により取得した高解像度画像を用いて超解像処理を行って、出力画像を生成する。

次に、ステップS305において、内部データ画質評価部204は、ステップS304で生成された出力画像の画質を評価し、出力画像の画質が高いか（基準を満たすか）否かを判定する。この判定の結果、出力画像の画質が高い場合には、ステップS301の処理に戻る。

【0023】

ステップS305における出力画像の画質の評価は、例えば、以下のように行うことができる。すなわち、まず、内部データ画質評価部204は、ステップS303で内部

10

20

30

40

50

データ検索を実行した際に算出した類似度であって、処理対象の領域の画像（検索キー）と、内部データ蓄積部 205 に蓄積されている低解像度画像との類似度の最大値を求める。そして、内部データ画質評価部 204 は、求めた類似度の最大値が基準値以上であるか否かを判定する。この判定の結果、類似度の最大値が基準値以上である場合に出力画像の画質が高い（画質が基準を満たす）と判定し、そうでない場合に出力画像の画質が高くない（画質が基準を満たさない）と判定する。

【0024】

内部データ検索において S A D（差分の絶対値和）を類似度として用いる場合であって、基準値を、1 画素あたりの差分の絶対値の 5 % とする場合を例に挙げて、画質の評価を行う方法の具体例を説明する。この場合、 $1.0 - (\text{最小の S A D の値} / \text{検索キーの画素数} / (\text{画素の輝度の最大値} - \text{画素の輝度の最小値}))$ $1.0 - 5 / 100$ であれば、類似度の最大値が基準値以上であると判断する。ここで、画像データが、例えば、8 ビットの輝度データであれば、画素の輝度の最大値と画素の輝度の最小値は、それぞれ 255、0 となる。

【0025】

一方、出力画像の画質が高くない（基準を満たさない）場合には、ステップ S 306 に進む。

ステップ S 306 に進むと、外部データ検索キー生成部 206 は、外部データ蓄積部 220 に蓄積されている画像（外部データ）を検索するための検索キーを生成する。ステップ S 306 における検索キーの生成の詳細については、図 5 を参照しながら後述する。

【0026】

次に、ステップ S 307 において、外部データ検索部 207 は、ステップ S 306 で作成された検索キー、又は、後述するステップ S 310 で修正された検索キーを用いて、外部データ検索を行い、その結果として、0 枚以上の画像を取得する。ここで取得する画像の数に 0 枚を含めているのは、検索にヒットしない場合には、画像を取得できない（取得する画像の数が 0 枚となる）ことがあり得るからである。

外部データ検索として、例えば、インターネットの検索サイトにある画像の検索、インターネットの写真共有サイトにある画像の検索、及び動画共有サイトにある動画の検索を行うことができる。この他にも、本実施形態の画像処理を行うための専用の画像検索サイトを用意し、この画像検索サイトにある画像を検索してもよい。外部データ蓄積部 220 は、これらのサイトにおけるデータ蓄積部である。

【0027】

次に、ステップ S 308 において、外部データ出力画像生成部 208 は、ステップ S 307 の外部データ検索により取得した画像を、内部データ検索が可能な形式に変換してから、ステップ S 304 と同様に超解像処理を行って、出力画像を生成する。

次に、ステップ S 309 において、外部データ画質評価部 209 は、ステップ S 308 で生成された出力画像の画質を評価し、出力画像の画質が高いか否か（基準を満たすか否か）を判定する。この判定の結果、ステップ S 308 で生成された出力画像の画質が高くない場合には、ステップ S 310 の処理に進み、そうでない場合には、後述するステップ S 312 に進む。

【0028】

ステップ S 309 における出力画像の画質の評価は、ステップ S 305 と同様にして行うことができる。すなわち、外部データ画質評価部 209 は、内部データ検索が可能な形式に変換した画像について前述した内部データ検索を行う。前述したように外部データ画質評価部 209 は、内部データ検索に際し、処理対象の領域の画像（検索キー）と、内部データ蓄積部 205 に蓄積されている低解像度画像との類似度の最大値を求める。そして、外部データ画質評価部 209 は、この類似度（最大の類似度）が基準値以上であるか否かを判定する。この判定の結果、類似度が基準値以上である場合には、出力画像の画質が高いと判定し、そうでない場合には、出力画像の画質が高くないと判定する。ただし、出力画像の画質の評価の方法は上記の方法に限らない。

【 0 0 2 9 】

ステップ S 3 1 0 に進むと、外部データ検索キー修正部 2 1 0 は、検索キー修正処理を行う。検索キー修正処理では、外部データ検索で得られた画像を用いて画像処理により、入力された画像の画質を向上させることができるか否かの判定と、外部データを検索するための検索キーの修正とが行われる。検索キー修正処理の詳細については図 6 を参照しながら後述する。

【 0 0 3 0 】

次に、ステップ S 3 1 1 において、外部データ検索部 2 0 7 は、ステップ S 3 1 0 の検索キー修正処理の結果に基づいて、外部データ検索を終了するか否かを判定する。この判定の結果、外部データ検索を終了する場合には、ステップ S 3 0 1 の処理に戻る。

10

一方、外部データ検索を終了しない場合には、ステップ S 3 0 7 の処理に戻り、ステップ S 3 1 0 の検索キー修正処理で修正された検索キーを用いた外部データ検索が再度行われる。

【 0 0 3 1 】

前述したように、ステップ S 3 0 9 において、ステップ S 3 0 8 で生成された出力画像の画質が高い（基準を満たす）場合には、ステップ S 3 1 2 に進む。ステップ S 3 1 2 に進むと、外部データ登録部 2 1 1 は、ステップ S 3 0 8 において内部データ検索が可能な形式に変換された出力画像のうち、ステップ S 3 0 9 において、画質が高いと判定された出力画像を内部データ蓄積部 2 0 5 に登録する。このとき、外部データ登録部 2 1 1 は、画質が高いと判定された出力画像を高解像度画像とし、当該出力画像を縮小した画像を低解像度画像として、これらの組を登録する。なお、外部データ登録部 2 1 1 は一般的な学習型超解像処理の学習の部分であり、ここで示す例以外の方法を用いることも可能である。

20

【 0 0 3 2 】

次に、図 4 のフローチャートを参照しながら、ステップ S 3 0 6 の処理（外部データ蓄積部 2 2 0 に蓄積されている画像（外部データ）を検索するための検索キーを生成する具体的な方法）の一例を説明する。

まず、ステップ S 4 0 1 において、外部データ検索キー生成部 2 0 6 は、入力した画像に含まれるオブジェクトを検出する。具体例として、ここでは、入力した画像が、富士山の初日の出を撮像した画像であって、男性が写っている画像であるとする。また、この画像に含まれるオブジェクトの検出の結果、確度の高いものから順に、太陽、人、山、日の出、富士山、男が得られたとする。

30

【 0 0 3 3 】

次に、ステップ S 4 0 2 において、外部データ検索キー生成部 2 0 6 は、確度の高いほど上位となるようにオブジェクト名を並べたときの上位 n 個（ n は 1 以上の整数）のオブジェクト名を検索キーにする。前記 n の値は、適切な値として静的に決めることもできるし、動的に変えることもできる。前記 n の値を動的に変える場合には、例えばステップ S 3 0 9 において出力画像の画質が高いと判定されたときに用いた検索キーの数を参考に決定することができる。

静的に前記 n の値を決め、 $n = 3$ とする場合、前述した具体例における検索キーは「太陽、人、山」になる。

40

次に、ステップ S 4 0 3 において、外部データ検索キー生成部 2 0 6 は、後述する図 5 のステップ S 5 0 1 の判断のため、前回の類似度（画質の評価値）を 0 に初期化する。そして、図 3 のステップ S 3 0 7 に進む。

【 0 0 3 4 】

次に、図 5 のフローチャートを参照しながら、ステップ S 3 1 0 の検索キー修正処理の詳細の一例を説明する。

まず、ステップ S 5 0 1 において、外部データ検索キー修正部 2 1 0 は、今回、ステップ S 3 0 8 で生成された出力画像の画質が、前回、ステップ S 3 0 8 で生成された出力画像の画質よりも高いか否かを判定する。前述した例では、ステップ S 3 0 9 で得られた今

50

回の画質の評価値（類似度）が、ステップ S 3 0 9 で得られた前回の画質の評価値（類似度）よりも大きいかな否かを判定する。

【 0 0 3 5 】

この判定の結果、今回生成された出力画像の画質が、前回生成された出力画像の画質よりも高い場合には、次に実行するステップ S 5 0 2 の処理で検索キーを増やしたことで、より適切な出力画像が、外部データ検索によって得られたと判断される。この場合には、ステップ S 5 0 2 に進み、外部データ検索キー修正部 2 1 0 は、検索キーに上位（ $n + 1$ ）番目のオブジェクト名を検索キーに追加すると共に、前記 n の値を（ $n + 1$ ）に更新する。例えば、前述した具体例において、例えば、 $n = 3$ であった場合、外部データ検索キー修正部 2 1 0 は、検索キーに「日の出」を追加して、検索キーを「太陽、人、山、日の出」にすると共に、前記 n の値を 4（ $n = 4$ ）に更新する。そして、図 3 のステップ S 3 1 1 の処理に進む。

10

【 0 0 3 6 】

一方、今回生成された出力画像の画質が、前回生成された出力画像の画質よりも高くない場合には、ステップ S 5 0 2 の処理で検索キーを増やしても、これ以上適切な出力画像が得られないと判断される。この場合には、ステップ S 5 0 3 に進み、外部データ検索キー修正部 2 1 0 は、外部データ検索を終了することを決める。そして、図 3 のステップ S 3 1 1 の処理に進む。

【 0 0 3 7 】

以上のように本実施形態では、内部データ検索により得られた高解像度画像を用いて超解像処理を行って出力画像を生成し、生成した出力画像の画質が基準を満たしていない場合に限り、外部データ検索を行って出力画像を生成する。したがって、画像処理装置 2 0 0 の外部への不要な検索を減らすことができる。よって、高解像度画像の検索時間を短縮することができる。

20

また、本実施形態では、外部データ検索により得られた画像を用いて超解像処理を行って生成した出力画像の画質が基準を満たしていない場合には、外部データ検索のための検索キーを修正して、外部データ検索を再度行う。このような検索キーの修正と外部データ検索の再実行とを出力画像の画質が向上しなくなるまで行う。したがって、初期の検索キーによる外部データ検索では、十分な画質の出力画像が得られない場合でも、高い画質の出力画像を得ることができる。

30

【 0 0 3 8 】

本実施形態では、画像処理として、超解像処理による画像の拡大を行う場合を例に挙げて説明する。しかしながら、本実施形態に適用できる画像処理は、このようなものに限定されない。すなわち、出力しようとしている画素に対応する入力画素と、その近傍にある画素とからなる領域に類似する画像領域を検索し、検索した画像領域を用いて画像処理を行うものであれば、本実施形態で説明した手法を同様に適用することができる。

【 0 0 3 9 】

（第 2 の実施形態）

次に、第 2 の実施形態を説明する。第 1 の実施形態では、図 3 のステップ S 3 0 9 において、出力画像と内部データ蓄積部 2 0 5 に記憶されている高解像度画像との類似度のみを指標として、ステップ S 3 0 8 で生成された出力画像の画質が高いかな否かを判定した。これに対し、本実施形態では、相互に異なる複数の指標を用いて、ステップ S 3 0 8 で生成された出力画像の画質が高いかな否かを判定する。そして、それぞれの指標に基づく画質の判定の結果に応じて、検索キーを変更する。このように本実施形態と第 1 の実施形態とは、外部データ検索により得られた画像を用いて生成された出力画像の画質が高いかな否かを判定する処理と、検索キーを修正する処理とが主として異なる。したがって、本実施形態の説明において、第 1 の実施形態と同一の部分については、図 1 ~ 図 5 に付した符号と同一の符号を付す等して詳細な説明を省略する。

40

【 0 0 4 0 】

図 6 は、ステップ S 3 0 9 の具体的な処理（ステップ S 3 0 8 で生成された出力画像の

50

画質を評価する具体的な方法)の一例を説明するフローチャートである。

【0041】

まず、ステップS601において、外部データ画質評価部209は、類似度が基準値以上であるか否かを判定する。この判定は、例えば、ステップS309で説明した判定と同じようにして行うことができるので、ここでは、その詳細な説明を省略する。

【0042】

この判定の結果、類似度が基準値以下である場合には、出力画像の画質が高くないと判断して、ステップS310(後述する図7のフローチャート)に進む。

一方、類似度が基準値以上である場合には、ステップS602に進む。ステップS602に進むと、外部データ画質評価部209は、ステップS308で変換されたデータ(出力画像)との類似度が最も大きい低解像度画像に対する高解像度画像を空間周波数のデータに変換する。

10

【0043】

次に、ステップS603において、外部データ画質評価部209は、空間周波数に変換したデータに、入力した画像よりも高周波成分があるか否かを判定する。

例えば、空間周波数に変換したデータに、入力した画像の周波数成分よりも高い周波数のデータがある場合に、空間周波数に変換したデータに、入力した画像よりも高周波成分があると判定することができる。また、所定の周波数よりも高い周波数のデータの数が、入力した画像よりも空間周波数に変換したデータの方が多い場合に、空間周波数に変換したデータに、入力した画像よりも高周波成分があると判定してもよい。

20

【0044】

この判定の結果、空間周波数に変換したデータに、入力した画像よりも高周波成分がある場合には、出力画像の画質が高いと判断して、図3のステップS312の処理に進む。一方、空間周波数に変換したデータに、入力した画像よりも高周波成分がない場合には、出力画像の画質が高くないと判断して、ステップS310(後述する図7のフローチャート)に進む。

【0045】

図7は、ステップS310の検索キー修正処理の詳細の一例を説明するフローチャートである。図7のフローチャートによる処理は、図5のフローチャートによる処理に置き換わるものである。

30

まず、ステップS701において、外部データ検索キー修正部210は、類似度が基準値以上であるか否かを判定する。この判定は、例えば、ステップS309で説明した判定と同じようにして行うことができるので、ここでは、その詳細な説明を省略する。ただし、ステップS701で用いる基準値は、ステップS309(ステップS601)における基準値と異なる値にすることができる。この判定の結果、類似度が基準値以上である場合には、後述するステップS705に進む。

【0046】

一方、類似度が基準値以上でない場合には、ステップS702に進む。ステップS702に進むと、外部データ検索キー修正部210は、ステップS501と同様に、今回、ステップS308で生成された出力画像の画質が、前回、ステップS308で生成された出力画像の画質よりも高いか否かを判定する。

40

この判定の結果、今回生成された出力画像の画質が、前回生成された出力画像の画質よりも高い場合には、ステップS703に進む。ステップS703に進むと、外部データ検索キー修正部210は、ステップS503と同様に、検索キーに上位($n+1$)番目のオブジェクト名を検索キーに追加すると共に、前記 n の値を($n+1$)に更新する。そして、図3のステップS311の処理に進む。

【0047】

一方、今回生成された出力画像の画質が、前回生成された出力画像の画質よりも高くない場合には、ステップS704に進む。ステップS704に進むと、外部データ検索キー修正部210は、ステップS503と同様に、外部データ検索を終了することを決める。

50

前述したように、ステップ S 7 0 1 において、類似度が基準値以上であると判定された場合には、ステップ S 7 0 5 に進む。ステップ S 7 0 5 に進むと、外部データ検索キー修正部 2 1 0 は、ステップ S 6 0 4 において空間周波数に変換されたデータに、入力した画像よりも高周波成分があるか否かを判定する。

【 0 0 4 8 】

この判定の結果、空間周波数に変換されたデータに、入力した画像よりも高周波成分がある場合には、今回、ステップ S 3 0 8 で生成された出力画像の画質は十分に高いと判断して、前述したステップ S 7 0 4 に進む。そして、外部データ検索キー修正部 2 1 0 は、外部データ検索を終了することを決める。

一方、空間周波数に変換されたデータに、入力した画像よりも高周波成分がない場合には、ステップ S 7 0 6 に進む。ステップ S 7 0 6 に進むと、外部データ検索キー修正部 2 1 0 は、高解像度であることを示すキーを 1 つ以上検索キーに追加する。高解像度であることを示すキーとしては、例えば、解像度 (の下限値) 、画像サイズ (の下限値) 、高解像度である一眼カメラの機種名やシリーズ名、F u l l H D 、4 K 、8 K 、スーパーハイビジョン等の情報がある。

【 0 0 4 9 】

以上のように本実施形態では、外部データ検索により得られた画像を用いて超解像処理を行って生成した出力画像の画質を、複数の指標により評価する。そして、それぞれの評価の結果に応じて、検索キーを修正する方法を異ならせる。具体的には、前回の出力画像の画質よりも今回の出力画像の画質の方が高い場合には、検索キーにオブジェクト名を追加する。また、入力した画像よりも高周波の成分が出力画像にない場合には、解像度が高いものを検索するための検索キーを追加する。したがって、外部データ検索によって、より一層高い画質の出力画像を得ることができる。

【 0 0 5 0 】

(第 3 の実施形態)

次に、第 3 の実施形態について説明する。本実施形態では、画像処理が、非特許文献 1 に記載されている N o n - L o c a l M e a n s 法によるノイズ除去とその改良法に対応する処理である場合を例に挙げて説明する。本実施形態は、第 2 の実施形態と、図 3 のステップ S 3 0 9 (図 6) で画質の評価を行う際、高周波成分の代わりにノイズ量を用いることである。また、本実施形態では、図 3 のステップ S 3 1 0 (図 7) で検索キーを変更する際、高解像度であることを示すキーを検索キーに追加する代わりに低ノイズであることを示すキーを検索キーに追加する。また、本実施形態では、ステップ S 3 0 4 において、入力した画像との類似度が高い複数の画像を選択し、類似度の比率に応じて選択した画像を合成して出力画像を生成する。例えば、複数の画像を、類似度の比率で重み付けした線形和を、出力画像として生成する。

このように本実施形態と第 2 の実施形態とは、外部データ検索により得られた画像を用いて生成された出力画像の画質が高いか否かを判定する処理と、検索キーを修正する処理等が主として異なる。したがって、本実施形態の説明において、第 1 、第 2 の実施形態と同一の部分については、図 1 ~ 図 7 に付した符号と同一の符号を付す等して詳細な説明を省略する。

【 0 0 5 1 】

ノイズ量を評価する手法としては、様々な方法が提案されている。例えば、出力画像の領域毎の「平均 - 分散」(平均値と分散との関係の関係) を用いてノイズ量を評価することができる。入力した画像の各領域の画素値の平均値と分散とを用いて、基準となる「平均 - 分散」から当該平均値に対応する分散を抽出し、抽出した分散よりも、入力した画像の領域の画素値の分散が小さい場合、出力画像は、ノイズ量が少なく画質が良いと判断できる。本実施形態では、このようにしてノイズ量を評価する場合を例に挙げて説明する。

【 0 0 5 2 】

図 8 は、ステップ S 3 0 9 の具体的な処理 (ステップ S 3 0 8 で生成された出力画像の画質を評価する具体的な方法) の一例を説明するフローチャートである。図 8 のフローチ

ヤートによる処理は、図6のフローチャートによる処理に置き換わるものである。

まず、ステップS801は、図7のステップS601と同じである。

ステップS802において、外部データ画質評価部209は、出力画像の領域毎のノイズ量を算出するため、当該領域毎に画素値の平均値と分散とを算出する。

【0053】

次に、ステップS803において、外部データ画質評価部209は、基準となる「平均 - 分散」から、ステップS802で算出した平均値に対応する分散を抽出する。そして、外部データ画質評価部209は、ステップS802で算出した分散が、抽出した分散（基準値）以下であるか否かを判定する。この判定の結果、ステップS802で算出した分散が、抽出した分散（基準値）以下である場合、出力画像の画質が高いと判断して、図3のステップS312の処理に進む。

10

一方、ステップS802で算出した分散が、抽出した分散（基準値）以下でない場合には、出力画像の画質が高くないと判断して、ステップS310（後述する図9のフローチャート）に進む。

【0054】

図9は、ステップS310の検索キー修正処理の詳細の一例を説明するフローチャートである。図9のフローチャートによる処理は、図7のフローチャートによる処理に置き換わるものである。

ステップS901、S902、S903、S904は、それぞれステップS701、S702、S703、S704と同じである。

20

ステップS905において、外部データ検索キー修正部210は、基準となる「平均 - 分散」から、ステップS802で算出した平均値に対応する分散を抽出する。そして、外部データ画質評価部209は、ステップS802で算出した分散が、抽出した分散（基準値）以下であるか否かを判定する。

【0055】

この判定の結果、ステップS802で算出した分散が、抽出した分散（基準値）以下である場合には、今回、ステップS308で生成された出力画像の画質は十分に高いと判断して、ステップS904に進む。そして、外部データ検索キー修正部210は、外部データ検索を終了することを決める。

一方、ステップS802で算出した分散が、抽出した分散（基準値）以下でない場合には、ステップS906に進む。ステップS906に進むと、外部データ検索キー修正部210は、低ノイズであることを示すキーを1つ以上検索キーに追加する。低ノイズであることを示すキーとしては、解像度（の下限値）、画像サイズ（の上限値）、高感度・高解像度である一眼カメラの機種名やシリーズ名、低ISOの設定等の情報がある。尚、画像の縮小を行うことでノイズを減らすことができるので、画像サイズも低ノイズであることを示すキーとすることができる。

30

以上のように、非特許文献1に記載されているNon-Local Means法によるノイズ除去とその改良法を適用しても前述した第1、第2の実施形態で説明したのと同様の効果が得られる。

【0056】

40

（第4の実施形態）

次に、第4の実施形態について説明する。本実施形態では、画像処理が、ハイダイナミックレンジ合成（HDR合成）である場合を例に挙げて説明する。本実施形態は、第2の実施形態と、図3のステップS309（図6）で画質の評価を行う際、高周波成分の代わりに画像の輝度と彩度の飽和度を用いることである。また、本実施形態では、図3のステップS310（図7）で検索キーを修正する際、高解像度であることを示すキーを検索キーに追加する代わりに画像の輝度と彩度の飽和度が低いことを示すキーを追加する。また、本実施形態では、ステップS304において、輝度と彩度の飽和度が低い画像に対して、当該画像との類似度の高い画像を選択し、選択した画像を用いて、一般に行われるHDR合成の画像処理を行って、出力画像を生成する。

50

【 0 0 5 7 】

画像の輝度と彩度の飽和度を評価する手法としては、例えば、R / G / B の各画素値が基準値以上（データとしての最大値付近）となっている画素の割合を算出する手法を用いることができる。この割合が小さいときは、輝度と彩度の飽和度が低く画質が良いと判断できる。本実施形態では、このようにして、画像の輝度と彩度の飽和度を評価する場合を例に挙げて説明する。

【 0 0 5 8 】

図 1 0 は、ステップ S 3 0 9 の具体的な処理（ステップ S 3 0 8 で生成された出力画像の画質を評価する具体的な方法）の一例を説明するフローチャートである。

まず、ステップ S 1 0 0 1 は、図 6 のステップ S 6 0 1 と同じである。

10

ステップ S 1 0 0 2 において、外部データ画質評価部 2 0 9 は、出力画像の輝度と彩度の飽和度を算出する。そのために、外部データ画質評価部 2 0 9 は、出力画像の全画素のうち、R / G / B の各画素値が基準値以上（データとしての最大値付近）である画素の割合を算出する。

【 0 0 5 9 】

次に、ステップ S 1 0 0 3 において、外部データ画質評価部 2 0 9 は、出力画像の全画素のうち、R / G / B の各画素値が基準値以上となっている画素の割合が所定値以下であるか否かを判定する。この判定の結果、出力画像の全画素のうち、R / G / B の各画素値が基準値以上となっている画素の割合が所定値以下である場合、出力画像の画質が高いと判断して、図 3 のステップ S 3 1 2 の処理に進む。

20

一方、出力画像の全画素のうち、R / G / B の各画素値が基準値以上となっている画素の割合が所定値以下でない場合には、出力画像の画質が高くないと判断して、ステップ S 3 1 0（後述する図 1 1 のフローチャート）に進む。

【 0 0 6 0 】

図 1 1 は、ステップ S 3 1 0 の検索キー修正処理の詳細の一例を説明するフローチャートである。図 1 1 のフローチャートによる処理は、図 7 のフローチャートによる処理に置き換わるものである。

ステップ S 1 1 0 1、S 1 1 0 2、S 1 1 0 3、S 1 1 0 4 は、それぞれステップ S 7 0 1、S 7 0 2、S 7 0 3、S 7 0 4 と同じである。

ステップ S 1 1 0 5 において、外部データ検索キー修正部 2 1 0 は、入力した画像の全画素のうち、R / G / B の各画素値が基準値以上となっている画素の割合が所定値以下であるか否かを判定する。

30

【 0 0 6 1 】

この判定の結果、入力した画像の全画素のうち、R / G / B の各画素値が基準値以上となっている画素の割合が所定値以下である場合には、今回、ステップ S 3 0 8 で生成された出力画像の画質は十分に高いと判断して、ステップ S 1 1 0 4 に進む。そして、外部データ検索キー修正部 2 1 0 は、外部データ検索を終了することを決める。

一方、入力した画像の全画素のうち、R / G / B の各画素値が基準値以上となっている画素の割合が所定値以下でない場合には、ステップ S 1 1 0 6 に進む。ステップ S 1 1 0 6 に進むと、外部データ検索キー修正部 2 1 0 は、輝度と彩度が低飽和であることを示すキーを 1 つ以上検索キーに追加する。輝度 / 彩度が低飽和であることを示すキーとしては、例えば、輝度値（の上限値）、彩度（の下限值）、露出値（E V 値）（の上限値）等の情報がある。

40

以上のように、ハイダイナミックレンジ合成（H D R 合成）を適用しても前述した第 1、第 2 の実施形態で説明したのと同様の効果が得られる。

【 0 0 6 2 】

（変形例）

前述した各実施形態のステップ S 3 0 6 の処理において、外部データ検索キー生成部 2 0 6 は、画像の特徴を検出し、検出した画像の特徴を検索キーに付加することができる。例えば、入力した画像の特徴の検出として、外部データ検索キー生成部 2 0 6 は、代表色

50

と、映像の種類（顔、人、自然画、アニメーション）の少なくとも何れか１つの分析を行い、得られた代表色、映像の種類を検索キーに追加する。

このようにすれば、外部データ検索によって、より一層高い画質の出力画像を得ることができる。

【 0 0 6 3 】

尚、各本実施形態では、例えば、ステップ S 3 0 4、S 3 0 5、S 3 0 7、S 3 0 8、S 3 0 9、S 3 1 0 の処理を実行することにより、それぞれ、第 1 の処理手段、第 1 の判定手段、取得手段、第 2 の処理手段、第 2 の判定手段、変更手段の一例が実現される。また、第 2 ～第 4 の実施形態では、類似度が、第 1 の指標に対応する。

第 2 の実施形態では、周波数成分が、第 2 の指標に対応する。

10

第 3 の実施形態では、出力画像の領域毎の分散が、第 2 の指標に対応する。

第 4 の実施形態では、出力画像の全画素のうち、R / G / B の各画素値が基準値以上となっている画素の割合が、第 2 の指標に対応する。

【 0 0 6 4 】

尚、前述した実施形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

【 0 0 6 5 】

（その他の実施例）

20

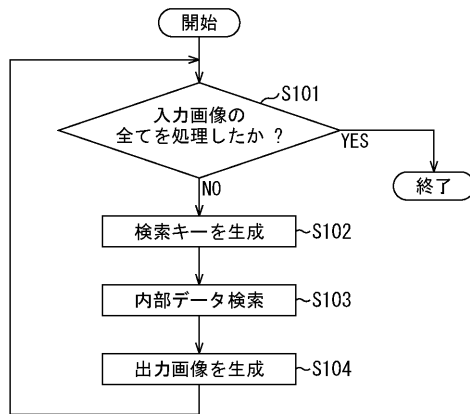
本発明は、前述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

【 符号の説明 】

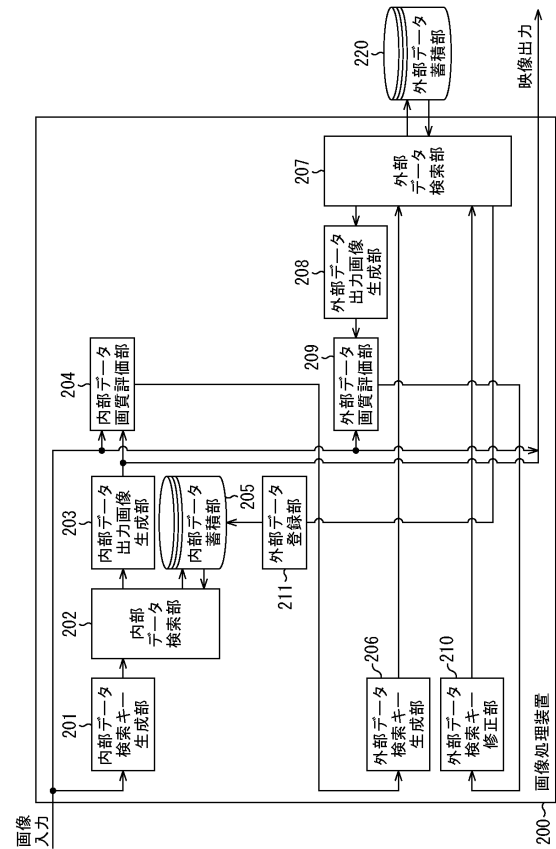
【 0 0 6 6 】

2 0 0 画像処理装置、2 2 0 外部データ蓄積部

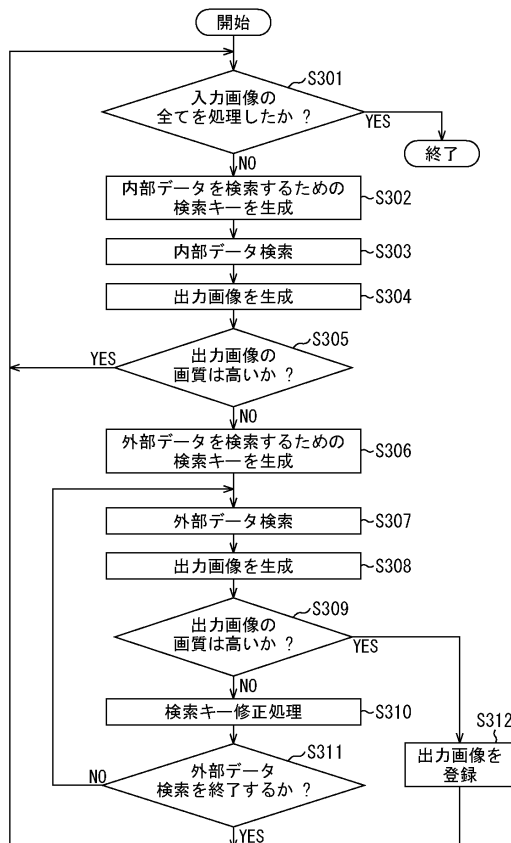
【図 1】



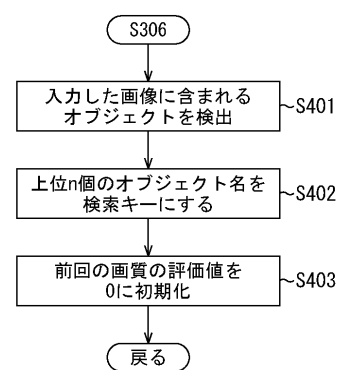
【図 2】



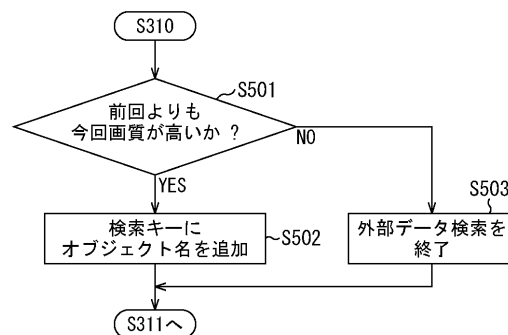
【図 3】



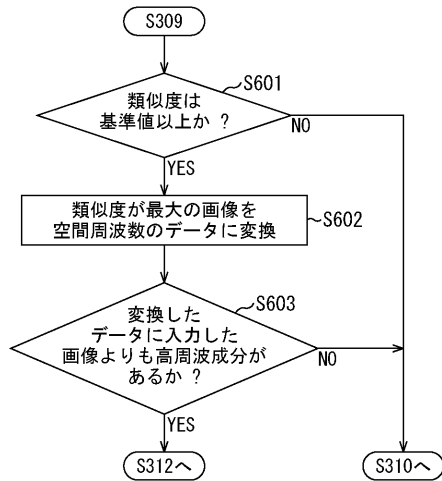
【図 4】



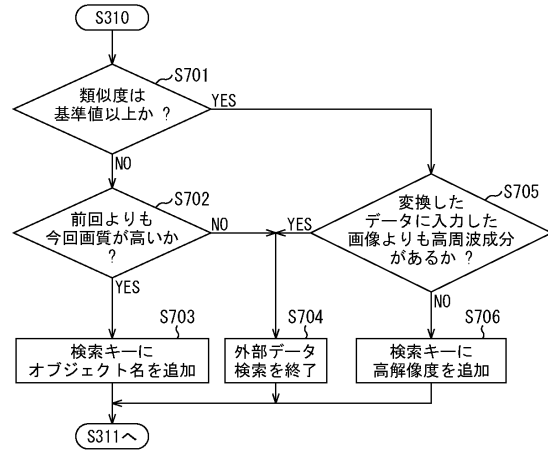
【図 5】



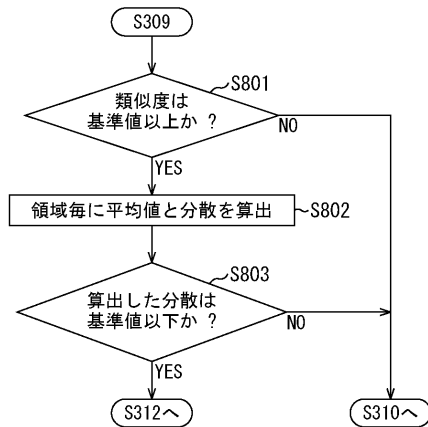
【図 6】



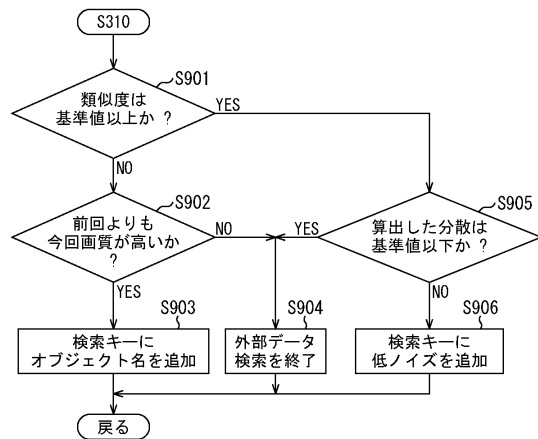
【図 7】



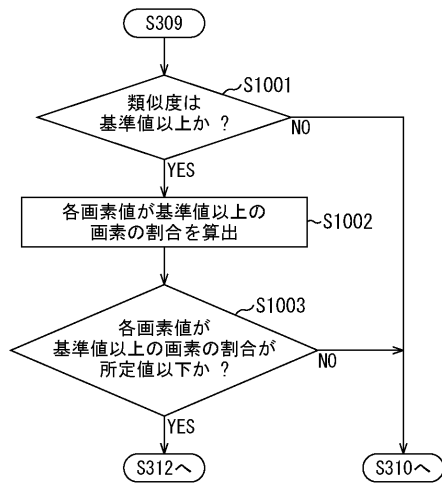
【図 8】



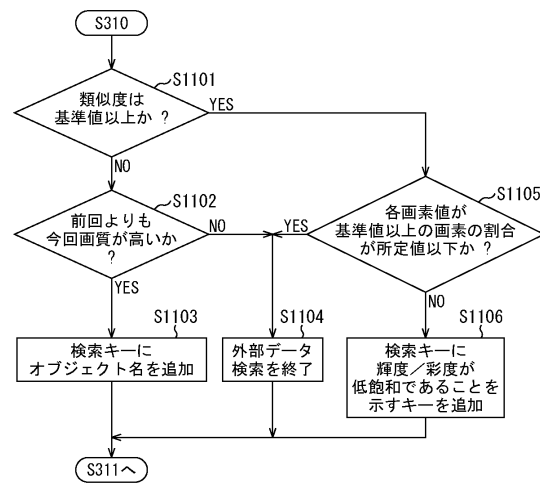
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-199587(JP,A)
特開平08-331362(JP,A)
特開2010-219574(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00 - 7/90
G06F 17/30