

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6163029号
(P6163029)

(45) 発行日 平成29年7月12日(2017.7.12)

(24) 登録日 平成29年6月23日(2017.6.23)

(51) Int.Cl.

G 0 6 T 1/00 (2006.01)

F 1

G O 6 T 1/00 5 O O B

請求項の数 17 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2013-133097 (P2013-133097)
 (22) 出願日 平成25年6月25日 (2013.6.25)
 (65) 公開番号 特開2015-7916 (P2015-7916A)
 (43) 公開日 平成27年1月15日 (2015.1.15)
 審査請求日 平成28年6月17日 (2016.6.17)

(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 100076428
 弁理士 大塚 康徳
 (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】画像処理装置およびその方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像データにおいて現像処理が不規則な領域を不規則領域として検知する第一の検知手段と、

前記撮像データにおいて特徴量が近似する少なくとも二つの領域を近似領域として検知する第二の検知手段と、

前記不規則領域と前記近似領域に基づき、前記近似領域から前記撮像データの改竄領域を特定する特定手段とを有する画像処理装置。

【請求項 2】

前記第二の検知手段は、所定のサイズの画像領域ごとに、前記撮像データから前記特徴量を抽出する請求項1に記載された画像処理装置。 10

【請求項 3】

前記特定手段は、前記不規則領域と前記近似領域の重畠に基づき、前記近似領域の少なくとも一つの領域を前記改竄領域として特定する請求項1または請求項2に記載された画像処理装置。

【請求項 4】

前記特定手段は、前記近似領域のうち、前記改竄領域として特定しなかった領域を前記改竄領域のコピー元領域として特定する請求項3に記載された画像処理装置。

【請求項 5】

さらに、前記特定手段の動作を指定するユーザ指示を入力する手段を有し、

前記特定手段は、前記ユーザ指示に従い、前記改竄領域の特定または前記改竄領域と前記コピー元領域の特定を行う請求項4に記載された画像処理装置。

【請求項 6】

撮像データにおいて現像処理が不規則な領域を不規則領域として検知する第一の検知手段と、

所定のサイズの画像領域ごとに、前記不規則領域の特徴量に近似する領域を前記撮像データから探索する第二の検知手段と、

前記不規則領域の特徴量に近似する領域が検知された場合、当該不規則領域を前記撮像データの改竄領域として特定し、当該検知された領域を前記改竄領域のコピー元領域として特定する特定手段とを有する画像処理装置。 10

【請求項 7】

前記第二の検知手段は、前記改竄領域の周辺および前記コピー元領域の周辺にそれぞれ周辺領域を設定し、前記画像領域ごとに、二つの周辺領域の間で特徴量が近似する特徴量近似領域を探して、前記特徴量近似領域を前記改竄領域および前記コピー元領域それぞれに追加する請求項6に記載された画像処理装置。

【請求項 8】

前記特定手段は、前記不規則領域のうち、前記改竄領域として特定しなかった不規則領域を別画像コピーによる改竄領域として特定する請求項6または請求項7に記載された画像処理装置。 20

【請求項 9】

さらに、前記特定手段が特定した領域を識別可能に表示するための情報を出力する出力手段を有する請求項4から請求項8の何れか一項に記載された画像処理装置。

【請求項 10】

さらに、前記出力手段の動作を指定するユーザ指示を入力する手段を有し、

前記出力手段は、前記ユーザ指示に従い、前記改竄領域を識別可能に表示するための情報、または、前記改竄領域と前記コピー元領域を識別可能に表示するための情報を出力する請求項9に記載された画像処理装置。 20

【請求項 11】

前記第一の検知手段は、前記第二の検知手段が処理に使用する画像領域とサイズが異なる画像領域ごとに、前記撮像データの現像処理条件を推定し、前記現像処理条件が乱れた領域を前記不規則領域として検知する請求項1から請求項10の何れか一項に記載された画像処理装置。 30

【請求項 12】

前記現像処理条件は、カラーフィルタレイのパターン、デモザイキングアルゴリズム、デモザイキングにおける注目画素の補間に用いる参照画素、センサノイズ、カメラ反応関数の何れかである請求項11に記載された画像処理装置。

【請求項 13】

前記第二の検知手段が処理に使用する画像領域のサイズは、前記第一の検知手段が処理に使用する画像領域のサイズよりも小さい請求項11または請求項12に記載された画像処理装置。 40

【請求項 14】

撮像データにおいて現像処理が不規則な領域を不規則領域として検知し、

前記撮像データにおいて特徴量が近似する少なくとも二つの領域を近似領域として検知し、

前記不規則領域と前記近似領域に基づき、前記近似領域から前記撮像データの改竄領域を特定する画像処理方法。

【請求項 15】

撮像データにおいて現像処理が不規則な領域を不規則領域として検知し、

所定のサイズの画像領域ごとに、前記不規則領域の特徴量に近似する領域を前記撮像データから探しし、 50

前記不規則領域の特徴量に近似する領域が検知された場合、当該不規則領域を前記撮像データの改竄領域として特定し、当該検知された領域を前記改竄領域のコピー元領域として特定する画像処理方法。

【請求項 16】

コンピュータを請求項1から請求項13の何れか一項に記載された画像処理装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【請求項 17】

請求項16に記載されたプログラムが記録されたコンピュータが読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮影画像における改竄領域を検知する画像処理に関する。

【背景技術】

【0002】

コンパクトディジタルカメラや一眼レフディジタルカメラなどで撮影された画像の改竄を検知する技術が提案されている（例えば、非特許文献1）。この技術は、電子透かしなどの付加的な情報を撮影画像に埋め込むことなく、撮影画像に元来含まれるパターンの解析や領域ごとの特徴量を比較して改竄を検知する。電子透かしなどの付加的な情報を埋め込まないため、付加的な情報の埋め込みによる撮影画像の画質劣化や処理時間の増加を感じることなく改竄を検知可能な利点がある。

20

【0003】

非特許文献1の技術は、部分領域ごとの特徴量の比較によって、改竄対象の画像の部分領域を当該画像の他の領域にコピーする改竄（以下、同一画像内コピー）を高精度に検知する。

【0004】

非特許文献1の技術は、同一画像内コピーによる改竄領域をコピー元の画像領域（以下、コピー元領域）とコピー先の画像領域（以下、コピー先領域）のコピーペアで一括りに検知する。しかし、コピーペアの何れがコピー元領域か、コピー先領域かを判定することができない。言い替えれば、真の改竄領域であるコピー先領域を特定することができない。

30

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献 1】Align C. Popescu, Hany Farid 「Exposing Digital Forgeries by Detecting Duplicated Image Regions」TR2004-515、Dartmouth College、Computer Science

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、同一画像内コピーによる改竄領域を特定することを目的とする。

40

【0007】

また、同一画像内コピーにおけるコピー元領域とコピー先領域を特定することを他の目的とする。

【0008】

さらに、別画像コピーによる改竄領域を特定することを他の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、前記の目的を達成する一手段として、以下の構成を備える。

【0010】

本発明にかかる画像処理は、撮像データにおいて現像処理が不規則な領域を不規則領域

50

として検知し、前記撮像データにおいて特徴量が近似する少なくとも二つの領域を近似領域として検知し、前記不規則領域と前記近似領域に基づき、前記近似領域から前記撮像データの改竄領域を特定する。

【0011】

また、撮像データにおいて現像処理が不規則な領域を不規則領域として検知し、所定のサイズの画像領域ごとに、前記不規則領域の特徴量に近似する領域を前記撮像データから探索し、前記不規則領域の特徴量に近似する領域が検知された場合、当該不規則領域を前記撮像データの改竄領域として特定し、当該検知された領域を前記改竄領域のコピー元領域として特定する。

【0012】

さらに、前記不規則領域のうち、前記改竄領域として特定されなかった不規則領域を別画像コピーによる改竄領域として特定する。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、同一画像内コピーによる改竄領域を特定することができる。

【0014】

また、同一画像内コピーにおけるコピー元領域とコピー先領域を特定することができる。

【0015】

さらに、別画像コピーによる改竄領域を特定することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】実施例の画像処理装置として機能する情報処理装置の構成例を示すブロック図。

【図2】実施例の画像処理装置の機能構成例を説明するブロック図。

【図3】CFAの一例を示す図。

【図4】撮影時のデジタルカメラの処理を説明するフローチャート。

【図5】不規則領域検知部による不規則領域の検知処理を説明する図。

【図6】不規則領域の検知を説明する図。

【図7】同一画像内コピーによるコピーペア領域の検知を説明する図。

【図8】改竄検知結果の出力例を説明する図。

30

【図9】実施例の改竄検知処理を説明するフローチャート。

【図10】変形例1における改竄検知処理を説明するフローチャート。

【図11】変形例2の改竄検知の一例を説明する図。

【図12】変形例2における改竄検知処理を説明するフローチャート。

【図13】変形例3における改竄検知処理を説明するフローチャート。

【図14】追加検知の詳細を説明するフローチャート。

【図15】変形例4における改竄検知処理を説明するフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明にかかる実施例の画像処理を図面を参照して詳細に説明する。

40

【0018】

[装置の構成]

図1のブロック図により実施例の画像処理装置として機能する情報処理装置100の構成例を示す。

【0019】

マイクロプロセッサ(CPU)101は、メモリ103をワークメモリとして、メモリ103やハードディスクドライブ(HDD)107などの記録媒体に記憶されたプログラムを実行し、画像処理装置100の動作全般または一部を制御する。なお、メモリ103にはRAMやROMなどが含まれる。ビデオコントローラ(VC)102は、CPU101の指示に従い、画像や文字などから構成される画面をモニタ110に表示するための制御を行う。

50

【0020】

メモリコントローラハブ(MCH)104は、リンク111～114を介して、CPU101、ビデオコントローラ(VC)102、メモリ103および入出力コントローラハブ(ICH)105の間のデータ転送を制御する所謂「ノースブリッジ」である。ICH105は、リンク115～117を介して、ネットワークインターフェイスカード(NIC)106、HDD107、および、外部接続ポート108の間のデータ転送を制御する所謂「サウスブリッジ」である。なお、リンク111～117は、例えばPCIやPCI Express(登録商標)などのパラレルバスまたはシリアルバス、SATAやUSBなどのシリアルバスである。

【0021】

NIC106は、有線や無線のネットワーク120に接続するための通信インターフェイスである。HDD107は、CPU101が実行するOS、各種プログラム、各種データなどを格納する。外部接続ポート108は、外部機器を画像処理装置100に接続するための例えばUSB、IEEE1394などのシリアルバスのポートである。外部接続ポート108に入力装置109を接続することで、画像処理装置100は、入力装置109からデータを取得することができる。なお、入力装置109は、外部接続ポート108を介して、画像処理装置100にデータを入力する機器である。入力装置109としては、例えばキーボード、マウスなどのポインティングデバイス、ディジタルカメラなどの撮像装置や画像入力装置、メモリカードリーダライタなどのデータ入出力装置が挙げられる。また、外部接続ポート108としてHDMI(登録商標)ポートやDisplayPortを用意すれば、モニタ110を外部接続ポート108に接続することができる。

【0022】

実施例の画像処理装置は、後述する処理を実行するプログラムを、パソコンなどのコンピュータ機器である情報処理装置100に供給することで実現される。

【0023】

[機能構成]

図2のブロック図により実施例の画像処理装置の機能構成例を説明する。この機能構成は、CPU101が後述する機能を実現するプログラムを実行することで実現される。

【0024】

画像入力部201は、外部接続ポート108を介して入力装置109から画像データを入力し、入力画像データをメモリ103やHDD107などの所定領域に格納する。入力画像データは、デジタルカメラが撮影した画像を表す画像データ(撮像データ)であり、そのデータフォーマットは例えばJPEG、TIFF、RAWである。

【0025】

第一の検知部である不規則領域検知部202は、第一の単位画像領域ごとに、入力画像データから現像処理が不規則に施された領域(以下、不規則領域)を検知する。例えば、撮影に使用されたデジタルカメラのイメージセンサがもつカラーフィルタアレイ(CFA)パターンを入力画像データから推定し解析して、CFAパターンが不規則な領域を不規則領域として検知する。

【0026】

第二の検知部である近似領域検知部203は、第二の単位画像領域ごとに、入力画像データが表す画像の特徴量を抽出し、特徴量が一致または近似する少なくとも二つの単位画像領域を検知する。つまり、特徴量が一致または近似する少なくとも二つの単位画像領域が、入力画像データに含まれる同一画像内コピーされた領域ペア(以下、コピーペア領域)として検知される。

【0027】

改竄特定部204は、不規則領域検知部202が検知した不規則領域と近似領域検知部203が検知したコピーペア領域に基づき、真の改竄領域であるコピー先領域を特定する。

【0028】

出力部205は、改竄特定部204が特定した改竄領域(コピー先領域)などを識別可能に可視表示するための情報を例えばモニタ110に出力する。例えば、改竄特定部204が特定した改竄領域を構成する第二の単位画像領域を示す矩形枠や当該領域のアウトラインなどを入

10

20

30

40

50

力画像データが表す画像に重畠表示する。また、改竄領域や改竄の可能性がある領域が検知されなかった場合、非検知のメッセージをモニタ110に表示することもできる。

【0029】

モード設定部206は、ユーザ指示として、改竄領域として特定（または表示）する領域の種類を指示する特定（または表示）モードを入力し、指示された特定（または表示）モードを改竄特定部204（または出力部205）に設定する。なお、特定（または表示）モードに応じた改竄特定部204（または出力部205）の動作の詳細は変形例1において説明する。

【0030】

[不規則領域検知部]

CFAパターン

10

CFAは、イメージセンサの例えばRGBカラーフィルタ配列であり、イメージセンサの各受光素子（画像における画素に対応する単位）のRGB受光パターンを示す。市場に流通する多くのイメージセンサは、コストダウンのために各受光素子がRGBの何れか一つの色情報を取得する構成を有し、効率的に色情報を取得するためにベイヤ配列などに代表されるCFAを用いて、入射光から色情報を取得する。

【0031】

CFAは、例えば 2×2 セルの正方形の配列を単位として、イメージセンサ上に規則的かつ周期的に配置される。図3によりCFAの一例を示す。図3(A)から図3(D)はベイヤ配列を示し、図3(E)はベイヤ配列の二つのグリーンGの一方にエメラルドグリーンEを配置したCFAである。CFAは、例えば図3(F)に示すように、イメージセンサ上に規則的かつ周期的に配置される。

20

【0032】

図4のフローチャートにより撮影時のデジタルカメラの処理を説明する。

【0033】

撮像によって被写体の光学像は光電変換されデジタル信号に変換され(S1101)、デジタル信号はRAW画像データとして取得される(S1102)。RAW画像データの色情報はイメージセンサのCFAパターンに依存し、図3(A)に示すCFAの場合、RAW画像データの各画素の色情報は図3(F)に示すようになる。

【0034】

RAW画像データの各画素は、上述したように、一つの色情報しかもたないため、各画素にRGBの色情報をもたせる必要がある（フルカラー化）。そこで、各画素にRGBの色情報を与えるために、不足する色成分を周囲の画素から補間する(S1103)。例えば、図3(G)に示す注目画素1001はR成分だけをもつので、不足するB成分を周囲の四つのB画素から補間し、不足するG成分を周囲の四つのG画素から補間する。このような補間処理を含む現像処理を行うことで、RAW画像データからフルカラー画像データを取得する(S1104)。

30

【0035】

このような色成分の補間処理は「デモザイキング」と呼ばれ、補間処理に用いた色補間アルゴリズムは「デモザイキングアルゴリズム(DMA)」と呼ばれる。DMAはカメラモデルやイメージセンサなどと一対一に対応し、DMAの種類にはバイリニア補間、ニアレストネイバ補間、AHD(adaptive homogeneity-directed)補間などがある。

40

【0036】

不規則領域検知部202は、不規則領域を検知するために、例えば、入力画像データから撮影に使用されたデジタルカメラのCFAパターンを推定し、CFAパターンが不規則な領域を特定する。なお、入力画像データがRAW画像データの場合、各画素がもつ色情報のパターンがそのままCFAパターンである。一方、入力画像データがフルカラー画像データの場合、各画素がすべての色成分をもつため、CFAパターンを推定する必要がある。

【0037】

CFAパターンの推定方法

CFAパターンの推定は、第一の単位画像領域（以下、推定領域）ごとに行う。推定領域は $A \times B$ 画素の矩形領域であり、例えば $A=B=64$ の 64×64 画素とすることができる。ただし、

50

推定領域が小さいと、CFAパターンの誤推定が発生する虞があり、推定領域はできるだけ大きい方が望ましい。

【0038】

不規則領域検知部202は、推定領域ごとに、フルカラー画像データのCFAパターンが図3(A)から図3(D)に示す四つのベイヤ配列の何れに相当するかを推定する。つまり、四つのベイヤ配列に従うバイリニア補間などの簡単な線形補間を推定領域のフルカラー画像に施す(以下、再デモザイキング)。そして、再デモザイキング後の、推定領域の、四つの画像データと元のフルカラー画像データの間のG成分の最小二乗誤差を計算し、最小二乗誤差が最小の画像データの再デモザイキングに用いたベイヤ配列を注目推定領域のCFAパターンと判定する。このような処理を入力画像データ全体に施することで、入力画像データのCFAパターンを推定する。10

【0039】

なお、上記のCFAパターンの推定方法は一例である。他の推定方法として、例えば、公知のメタデータであるExif(exchangeable image file format)情報を利用する方法がある。つまり、入力画像データのExif情報に含まれるCFAパターンを入力画像データの真のCFAパターンとして用いて、入力画像データを再デモザイキングし、再デモザイキング後の画像データと入力画像データの間の画素値を比較する。この比較により、真のCFAパターンと異なるCFAパターンをもつ領域を特定することができる。また、入力画像データの現像時の色補間に用いられたDMAが既知の場合は、当該DMAを用いて再デモザイキングすることで、CFAパターンが異なる領域をより高精度に検知することができる。20

【0040】

不規則領域の検知

図5により不規則領域検知部202による不規則領域の検知処理を説明する。

【0041】

まず、別画像の部分領域を、改竄検知対象の画像にコピーする改竄(以下、別画像コピー)を、入力画像データから検知する例を説明する。

【0042】

例えば、図5(A)に示す画像データのCFAパターンが図5(A)に示すベイヤ配列だと仮定する。このとき、図5(B)に示すように、図5(C)に示すCFAパターンをもつ別画像からの別画像コピーによる改竄が入力画像データに施されている場合、別画像コピー領域1201のCFAパターン1202だけが周囲と異なる。つまり、不規則領域検知部202は、周囲とCFAパターンが異なる領域1201を不規則領域として検知し、当該領域1201を改竄領域と判定する。30

【0043】

次に、同一画像内コピーによる改竄を検知する例を説明する。

【0044】

例えば、図5(C)に示すように、部分領域1203を当該画像の別の領域1204に同一画像内コピーした改竄が入力画像データに施されている場合、領域1204のCFAパターン1206だけが周囲と異なる場合がある。つまり、同一画像内コピーにおいて、コピー元領域1203のCFAパターン1205とコピー先領域1204の本来のCFAパターンが異なると、コピー先領域1204のCFAパターン1206が、周囲のCFAパターンの周期性を崩す(乱す)。つまり、不規則領域検知部202は、CFAパターンの周期性が崩れた(乱れた)領域1204を不規則領域として検知し、当該領域1204を改竄領域と判定する。40

【0045】

なお、不規則領域検知部202は、検知結果として、推定領域の左上の画素座標と推定領域のサイズをメモリ103などの所定領域に格納する。

【0046】

図6により不規則領域の検知を説明する。図6(A)をオリジナルの画像データ、図6(B)を部分領域1301が同一画像内コピーされた領域1302を有する改竄画像データとする。図6(B)に示す改竄画像データが入力されたとすると、不規則領域検知部202は、図6(D)にハッシュングで示す領域1304を不規則領域として検知する。50

【0047】

なお、不規則領域検知部202は、検知した不規則領域が同一画像内コピーによるものか、別画像コピーによるものかを判別することはできない。さらに、近似領域検知部203よりも同一画像内コピーによる改竄の検知精度は低く、例えば、不規則領域検知部202による検知は、図6(D)に示す領域1304のように、改竄領域の概略位置が分かる程度である。

【0048】

また、CFAパターンが異なる領域だけでなく、現像時のDMAが異なる領域や、デモザイキング時の色補間に用いた画素（参照画素）が異なる領域を不規則領域として検知することもできる。

【0049】

[近似領域検知部]

図7により同一画像内コピーによるコピーペア領域の検知を説明する。

【0050】

近似領域検知部203は、図7に示す入力画像データの第二の単位画像領域（以下、特徴量抽出領域）に相当する注目ブロック901の特徴量と、特徴量抽出領域に相当する他のブロック（比較ブロック）902の特徴量を例えば主成分分析を利用して抽出する。そして、両者の特徴量を比較し、それらが一致する（または、それらの差分が所定の閾値以下の）場合、注目ブロック901と比較ブロック902を同一画像内コピーによるコピーペア領域と判定する。

【0051】

特徴量抽出領域は $X \times Y$ 画素の矩形領域とする。例えば $X=4$ 、 $Y=4$ の場合、特徴量抽出領域は 4×4 画素になり、入力画像データが表す画像を 512×512 画素とすると、入力画像データ全体から合計128ブロック分の特徴量が抽出される。

【0052】

特徴量の抽出に関して、特徴量抽出領域が互いに重畠しないように画像を分割してもよいが、特徴量抽出領域を例えば一画素ずつ横または縦に移動するように画像を分割してもよい。画像が 512×512 画素、特徴量抽出領域が 4×4 画素の場合、特徴量抽出領域を横に一画素ずつ計(512-4)回移動し、縦に一画素ずつ計(512-4)回移動すれば、画像全体で合計 509×509 ブロック分の特徴量を抽出することができる。

【0053】

また、近似領域検知部203は、検知結果として、コピーペア領域の左上の画素座標と特徴量抽出領域のサイズをメモリ103などの所定領域に格納する。

【0054】

なお、近似領域検知部203は、コピーペア領域の何れがコピー元のブロック（コピー元領域）か、コピー先のブロック（コピー先領域）かを判定することができない。例えば、不規則領域検知部202の説明と同様に、図6(A)をオリジナルの画像データ、図6(B)を部分領域1301が同一画像内コピーされた領域1302を有する改竄画像データとし、改竄画像データが入力されたとする。近似領域検知部203は、図6(C)にハッティングで示す領域1303をコピーペア領域として検知する。

【0055】

また、近似領域検知部203は、図6(F)に示す、部分領域1301の一部が同一画像内コピーされた領域1308も検知することができる。領域1308の検知結果は、図6(G)にハッティングで示す領域1309である。

【0056】

また、近似領域検知部203は、上述するように、近似する特徴量をもつ領域ペアを検知するため、同一画像内コピーの後、コピー先領域が加工されたような改竄も検知することができる。例えば、部分領域を同一画像内コピーし、コピー先領域の境界領域を量す処理が行われた改竄は、コピー元領域とコピー先領域の特徴量が近似するため検知可能である。

【0057】

10

20

30

40

50

[改竄特定部]

図6を参照して、改竄特定部204の処理を説明する。なお、上述と同様、図6(A)がオリジナルの画像データ、図6(B)が同一画像内コピーにより改竄された入力画像データとする。そして、図6(B)の画像データから、近似領域検知部203により図6(C)に示すコピーペア領域1303が検知され、不規則領域検知部202により図6(D)に示す不規則領域1304が検知されたとする。

【0058】

改竄特定部204は、コピーペア領域1303と不規則領域1304が重複する領域を、図6(E)に示すように、同一画像内コピーによる真の改竄領域1305として特定する。つまり、改竄特定部204は、不規則領域1304として検知された推定領域の座標とサイズ、および、コピーペア領域1303として検知された特徴量抽出領域の座標に基づき、コピーペア領域1303と不規則領域1304が重複するか否かを判定する。10

【0059】

例えば、画像の左上の画素を原点(X, Y)=(0, 0)とし、コピーペア領域1303に含まれる4×4画素の特徴量抽出領域の座標が(100, 100)、不規則領域の検知に64×64画素の推定領域が使用されたとする。この場合、検知された不規則領域1304に37 X 103かつ37 Y 103の推定領域が含まれれば、コピーペア領域1303と不規則領域1304が重複すると判定する。。

【0060】

また、改竄特定部204は、特定した改竄領域（コピー先領域）1305に対してコピーペア領域を組む領域を、当該コピー先領域のコピー元領域として特定する。例えば、図6(E)においては、特定した改竄領域1305とコピーペア領域を組む領域1306がコピー元領域として特定される。さらに、改竄特定部204は、コピー先領域として特定されなかった不規則領域1304を別画像コピーによる改竄領域として特定する。20

【0061】

また、入力画像データに、図6(F)に示すような部分領域1301の一部が同一画像内コピーされた領域1308が含まれる場合も、同様に、同一画像内コピーによる真の改竄領域（コピー先領域）を特定することができる。この場合、図6(F)の画像データから、近似領域検知部203により図6(G)に示すコピーペア領域1303、1309が検知され、不規則領域検知部202により図6(H)に示す不規則領域1304、1310が検知される。改竄特定部204は、図6(I)に示すように、コピーペア領域1303と不規則領域1304が重畳する領域1305、および、コピーペア領域1309と不規則領域1310が重畳する領域1311を改竄領域（コピー先領域）として特定する。さらに、コピーペア領域1303、1309と組をなす領域1306をコピー元領域として特定する。30

【0062】

また、同一画像内コピーの後、コピー先領域が加工されたような改竄であっても、近似領域検知部203が近似する特徴量をもつ領域ペアを検知し、上記と同様に、改竄特定部204は真の改竄領域（コピー先領域）を特定することができる。

【0063】

なお、改竄特定部204は、コピー先領域、コピー元領域、別画像コピーによる改竄領域それぞれについて、それら領域に含まれる特徴量抽出領域の左上の画素座標と特徴量抽出領域のサイズを改竄領域の特定結果としてメモリ103などの所定領域に格納する。40

【0064】

[出力部]

図8により改竄検知結果の出力例を説明する。

【0065】

出力部205は、図8(A)に示すように、改竄特定部204が特定した改竄領域（コピー先領域）1305を例えばモニタ110に可視化表示する。

【0066】

また、改竄領域が特定されなかった場合、検知された不規則領域とコピーペア領域を互50

いに識別可能に表示してもよい。例えば、コピーペア領域を赤色で表示し、不規則領域を青色で表示するなど、異なる色で表示してコピーペア領域と不規則領域を識別可能に表示する。

【0067】

また、図8(B)に示すように、コピー先領域1305とコピー元領域1306を識別可能に表示することもできる。その際、コピー先領域1305のコピー元であるコピー元領域1306を明確化するために、両領域を結ぶ破線1307などを表示してもよい。

【0068】

また、別画像コピーによる改竄領域を同一画像内コピーによる改竄領域とは異なる色で表示して、別画像コピーによる改竄領域と同一画像内コピーによる改竄領域と識別可能に表示してもよい。10

【0069】

[改竄検知処理]

図9のフローチャートにより実施例の改竄検知処理を説明する。

【0070】

画像入力部201は、入力装置109から撮影画像の画像データを入力する(S301)。不規則領域検知部202は、入力画像データから不規則領域を検知し(S302)、近似領域検知部203は、入力画像データから同一画像内コピーによるコピーペア領域を検知する(S303)。なお、ステップS302とS303は順不同である。例えば、ステップS303の後、ステップS302が実行されてもよいし、CPU101が二つ以上のCPUコアを有すマルチコアプロセッサであればステップS302とS303が並列処理されてもよい。20

【0071】

次に、改竄特定部204は、検知された不規則領域と検知されたコピーペア領域の重複領域を抽出し(S304)、重複領域を抽出したか否かを判定する(S305)。重複領域が抽出されなかった場合、処理はステップS308に進む。

【0072】

重複領域が抽出された場合、改竄特定部204は、前述した手順により改竄領域の特定を行う(S306)。つまり、真の改竄領域であるコピー先領域を特定し、例えばユーザの要求があればコピー元領域や別画像コピーによる改竄領域を特定する。そして、ステップS307の判定により、すべての重複領域について改竄領域の特定を行うまでステップS306の処理を繰り返す。30

【0073】

次に、出力部205は、改竄領域が特定されたか否かを判定し(S308)、改竄領域が特定された場合は改竄特定部204が特定した改竄領域を前述した方法で表示する(S309)。また、改竄領域が特定されなかった場合は不規則領域とコピーペア領域を前述した方法で表示する(S310)。なお、重複領域が抽出されなかった場合は改竄領域の特定も行われないから、出力部205はステップS310の処理を実行する。

【0074】

このように、CFAパターンの周期性の崩れ(乱れ)から検知される不規則領域、および特徴量の一致または近似から検知される同一画像内コピーによるコピーペア領域の両方を用いて、コピー先領域とコピー元領域をそれぞれ検知することができる。つまり、真の改竄領域であるコピー先領域を高精度に検知することができる。40

【0075】

[変形例1]

上記では、ステップS306の処理について「例えばユーザの要求があればコピー元領域や別画像コピーによる改竄領域を特定する」と説明したが、以下では、この点をより詳細に説明する。

【0076】

図10のフローチャートにより変形例1における改竄検知処理を説明する。なお、図10において、図9に示す処理と略同等の処理には同一符号を付して、その詳細説明を省略する

。

【0077】

モード設定部206は、特定モードを示すユーザ指示を入力する(S401)。特定モードには、コピー先領域のみを特定する「特定モード1」とコピー先領域とコピー元領域の両方を特定する「特定モード2」があり、ユーザは例えばモニタ110に表示されたユーザインタフェイスを操作して特定モードを選択または指示する。例えば、ユーザは、改竄された領域だけを知りたい場合は特定モード1を指示し、改竄領域のコピー元も知りたい場合は特定モード2を指示する。

【0078】

次に、ステップS301からS305の処理が実行され、重複領域が抽出された場合、改竄特定部204は特定モードを判定する(S402)。特定モード1が指定された場合、改竄特定部204は、コピー先領域を特定し(S403)、ステップS404の判定により、すべての重複領域についてコピー先領域の特定を行うまでステップS403の処理を繰り返す。10

【0079】

また、特定モード2が指定された場合、改竄特定部204は、コピー先領域とコピー元領域をそれぞれ特定する(S405)。そして、ステップS406の判定により、すべての重複領域についてコピー先領域とコピー元領域の特定を行うまでステップS405の処理を繰り返す。

【0080】

次に、出力部205は、改竄領域が特定されたか否かを判定し(S308)、重複領域が抽出されなかった場合は不規則領域とコピーペア領域を前述した方法で表示する(S310)。また、重複領域が抽出された場合、出力部205は特定モードを判定する(S407)。特定モード1が指定された場合、出力部205は、コピー先領域を表示する(S408)。また、特定モード2が指定された場合、出力部205は、コピー先領域とコピー元領域を識別可能に表示する(S409)。20

【0081】

あるいは、モード設定部206は、特定モードの代わりに表示モードを示すユーザ指示を入力し、表示モードを出力部205に設定する形態も考えられる。その場合、改竄特定部204は、表示モードにかかわらずコピー先領域とコピー元領域をそれぞれ特定する。そして、出力部205は、ステップS407で表示モードを判定し、表示モード1が指定された場合はコピー先領域を表示し(S408)、表示モード2が指定された場合はコピー先領域とコピー元領域を識別可能に表示する(S409)。30

【0082】

[変形例2]

上記では、同一画像内コピーによるコピーペア領域を検知するために、近似領域検知部203が入力画像データの全体から特徴量が一致または近似する領域を検知する例を説明した。

【0083】

ところで、検知された不規則領域が、もし同一画像内コピーに起因するものであれば、当該不規則領域はコピー先領域に対応し、当該不規則領域の特徴量はコピー元領域の特徴量に一致または近似する可能性が高い。言い替えれば、同一画像内に特徴量が一致または近似する別の領域をもつ不規則領域は、同一画像内コピーによるコピー先領域として特定することができ、特徴量が一致または近似する別の領域はコピー元領域として特定することができる。40

【0084】

変形例2の近似領域検知部203は、同一画像内コピーによる真の改竄領域を探索するための探索クエリに検知された不規則領域を設定し、当該不規則領域に一致または近似する特徴量をもつ領域を探索する。つまり、入力画像データの全探索ではなく、不規則領域に絞って、一致または近似する特徴量をもつ領域を探索するため、近似領域検知部203の処理の高速化が図れる。

【0085】

図11により変形例2の改竄検知の一例を説明する。図11(A)をオリジナルの画像データ、50

図11(B)を部分領域1301が同一画像内コピーされた領域1401を有する改竄画像データとする。さらに、図11(B)に示す改竄画像データを入力画像データとして、不規則領域検知部202は、図11(C)にハッチングで示す領域1402を不規則領域として検知とする。

【0086】

近似領域検知部203は、図11(D)に示すように、不規則領域1402を探索クエリとして、探索クエリ1402の特徴量と一致または近似する特徴量をもつ領域（以下、特徴量近似領域）を入力画像データの各特徴量抽出領域1403から探索する。

【0087】

改竄特定部204は、図11(E)に示すように、近似領域検知部203の探索により検知された特徴量近似領域1404を同一画像内コピーにおけるコピー元領域として特定する。また、探索クエリである不規則領域1402を同一画像内コピーによるコピー先領域として特定する。10

【0088】

図12のフローチャートにより変形例2における改竄検知処理を説明する。なお、図12において、図9に示す処理と略同等の処理には同一符号を付して、その詳細説明を省略する。10

【0089】

不規則領域の検知(S302)が終了すると、近似領域検知部203は、不規則領域が検知されたか否かを判定する(S501)。不規則領域が検知されなかった場合、近似領域検知部203はコピーペア領域の検知を行い(S303)、出力部205はコピーペア領域の表示を行う(S508)。20

【0090】

不規則領域が検知された場合、近似領域検知部203は、前述したように特徴量近似領域を探査し(S502)、ステップS503の判定により、すべての不規則領域について特徴量近似領域の探査を行うままでステップS502の処理を繰り返す。

【0091】

次に、改竄検知部204は、特徴量近似領域が検知されたか否かを判定する(S504)。そして、特徴量近似領域が検知されなかった場合は処理をステップS308へ進め、特徴量近似領域が検知された場合は前述したようにコピー元領域とコピー先領域をそれぞれ特定する(S505)。

【0092】

次に、出力部205は、改竄領域が特定されたか否かを判定し(S308)、改竄領域が特定されなかった場合は不規則領域を表示し(S506)、改竄領域が特定された場合はコピー先領域とコピー元領域を識別可能に表示する(S507)。30

【0093】

変形例2によれば、入力画像データの全体から特徴量が一致または近似する領域を検知して同一画像内コピーによるコピーペア領域を検知する場合に比べて検知精度が低下する。しかし、同一画像内コピーによるコピー元領域と、同一画像内コピーによるコピー先領域を高速に検知することができる。

【0094】

[変形例3]

変形例2の改竄検知処理は、高速な処理が期待される反面、検知精度が低い不規則領域を探査クエリとしてコピー元領域を探査するためコピー先領域とコピー元領域の検知精度が低い。例えば、図11(E)に領域1402、1404で示すように、コピー先領域とコピー元領域の凡の位置が分かる程度の検知結果になる場合がある。40

【0095】

コピー元領域とコピー先領域の細かい形状が分かる程度まで検知精度を向上するために、変形例3においては、変形例2における検知結果の周辺領域から特徴量が一致または近似する領域を追加検知する。以下では、変形例2における検知結果であるコピー先領域を「暫定コピー先領域」、コピー元領域を「暫定コピー元領域」と呼ぶ。

【0096】

まず、変形例2と同様の処理により、図11(E)に示す暫定コピー先領域1402と暫定コピー

50

元領域1404が検知される。近似領域検知部203は、図11(F)に示すように、暫定コピー先領域1402の周辺領域1406と、暫定コピー元領域1404の周辺領域1405を探索領域に設定する。周辺領域1405、1406はそれぞれ、暫定コピー元領域1404と暫定コピー先領域1402を包含する領域であればよい。例えば、暫定コピー先領域1402が左上の画素座標が(100, 100)、右下の画素座標が(200, 200)の 100×100 画素の正方領域とする。この場合、例えば、左上の画素座標が(50, 50)、右下の画素座標が(250, 250)の 200×200 画素の正方領域を周辺領域1406として設定すればよい。

【 0 0 9 7 】

近似領域検知部203は、図11(G)に示すように、周辺領域1406の特徴量抽出領域1408の特徴量に一致または近似する特徴量をもつ領域を、周辺領域1405の特徴量抽出領域1407から探索する。そして、特徴量抽出領域1408の特徴量に一致または近似する特徴量をもつ特徴量抽出領域1407を検知すると、当該特徴量抽出領域1408をコピー先領域に追加し、当該特徴量抽出領域1407をコピー元領域に追加する。10

【 0 0 9 8 】

上記の探索と追加を、周辺領域1406、1405のすべての特徴量抽出領域に対して実行する。この探索と追加は、不規則領域検知部202によって検知される不規則領域よりも小面積の特徴量抽出領域によって行われ、図11(H)に示すコピー先領域1409とコピー元領域1410のように、領域の細かい形状が分かる程度まで検知精度が向上する。

【 0 0 9 9 】

図13のフローチャートにより変形例3における改竄検知処理を説明する。なお、図13において、図9、図12に示す処理と略同等の処理には同一符号を付して、その詳細説明を省略する。20

【 0 1 0 0 】

上記の追加検知はステップS505とS308の間で実行される。つまり、近似領域検知部203は、改竄領域が特定されたか否かを判定し(S601)、改竄領域が特定された場合は追加検知(S602)を実行し、改竄領域を特定しなかった場合は処理をステップS308に進める。

【 0 1 0 1 】

図14のフローチャートにより追加検知の詳細を説明する。

【 0 1 0 2 】

近似領域検知部203は、暫定コピー先領域の周辺領域と暫定コピー元領域の周辺領域を探索範囲に設定する(S701)。そして、各周辺領域を特徴量抽出領域に分割し(S702)、二つの周辺領域の間で特徴量が一致または近似する特徴量抽出領域を探査する(S703)。特徴量が一致または近似する特徴量抽出領域を検知した場合は(S704)、検知した特徴量抽出領域をコピー先領域とコピー元領域にそれぞれ追加する(S705)。30

【 0 1 0 3 】

近似領域検知部203は、ステップS706の判定により、探索範囲のすべての特徴量抽出領域について探索を行うまで、ステップS703からS705の処理を繰り返す。

【 0 1 0 4 】

変形例3によれば、入力画像データの全体から特徴量が一致または近似する領域を検知して同一画像内コピーによるコピーペア領域を検知する場合に比べて改竄検知処理を高速化できるとともに、検知精度の低下も防ぐことができる。40

【 0 1 0 5 】

[变形例4]

変形例2、3では、同一画像内コピーにおける改竄領域が特定されなかった場合に不規則領域を表示する例を説明した。変形例4では、同一画像内コピーによるコピー先領域とコピー元領域に加え、検知された不規則領域のうち、同一画像内コピーにおける改竄領域として特定されなかった不規則領域を別画像コピーによる改竄領域として特定する例を説明する。

【 0 1 0 6 】

図15のフローチャートにより変形例4における改竄検知処理を説明する。なお、図15に50

おいて、図9、図12に示す処理と略同等の処理には同一符号を付して、その詳細説明を省略する。

【0107】

ステップS505の後、改竄特定部204は、改竄領域として特定されなかった不規則領域があるか否かを判定し(S801)、改竄領域として特定されなかった不規則領域を別画像コピーによる改竄領域として特定する(S802)。出力部205は、コピー元領域、コピー先領域、別画像コピーによる改竄領域を識別可能に表示する(S803)。

【0108】

[他の変形例]

変形例1において説明した特定モード/表示モードの切り替えを、変形例2から変形例4の改竄検知処理に適用することができる。 10

【0109】

また、変形例4において説明した別画像コピーによる改竄領域の特定を、実施例1、変形例1、変形例3に適用することができる。

【0110】

また、上記では、主成分分析により特徴量を取得する例を説明したが、次の特徴量を用いてもよい。例えば、SIFT (scale-invariant feature transform) やSURF (speeded up robust feature)などの特徴量である。また、近似領域検知部203は、特徴量ではなく、RGB成分値が一致または近似するかによって、同一画像内コピーによるコピーペア領域を検知することもできる。 20

【0111】

また、上記では、不規則領域の検知にCFAを利用する例を示した。しかし、カメラにおける現像処理が不規則な領域を画像データから抽出する技術であればよく、例えば、イメージセンサに固有のノイズ(センサノイズ)を画像データから抽出して、不規則領域を検知する技術を利用することもできる。その他、現像時のエッジ処理などを行うカメラ反応関数を画像データから推測し、カメラ反応関数が不規則な領域を改竄領域として特定することもできる。

【0112】

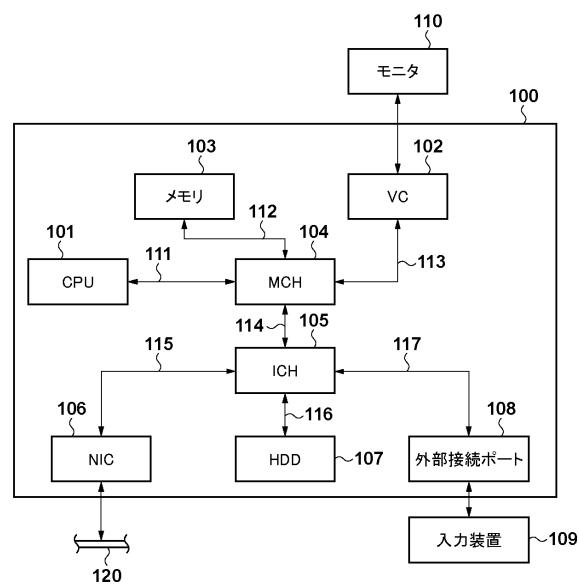
言い替えれば、不規則領域検知部202は、入力画像データの現像処理条件を推定し、現像処理条件が乱れた領域を不規則領域として検知する。現像処理条件として、CFAパターン、DMA、デモザイキングにおいて注目画素の補間に用いる参照画素、センサノイズ、カメラ反応関数などが利用可能である。 30

【0113】

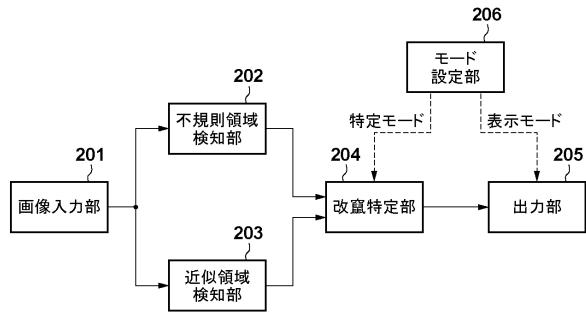
[その他の実施例]

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア(プログラム)を、ネットワーク又は各種記録媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ(又はCPUやMPU等)がプログラムを読み出して実行する処理である。

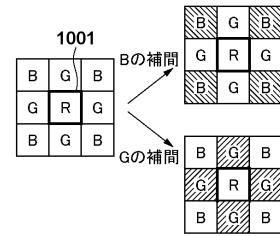
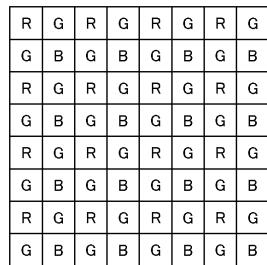
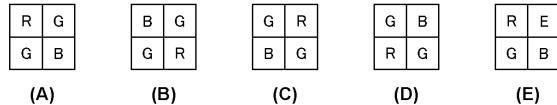
【図1】



【図2】

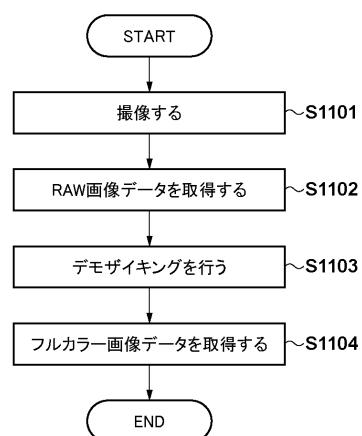


【図3】

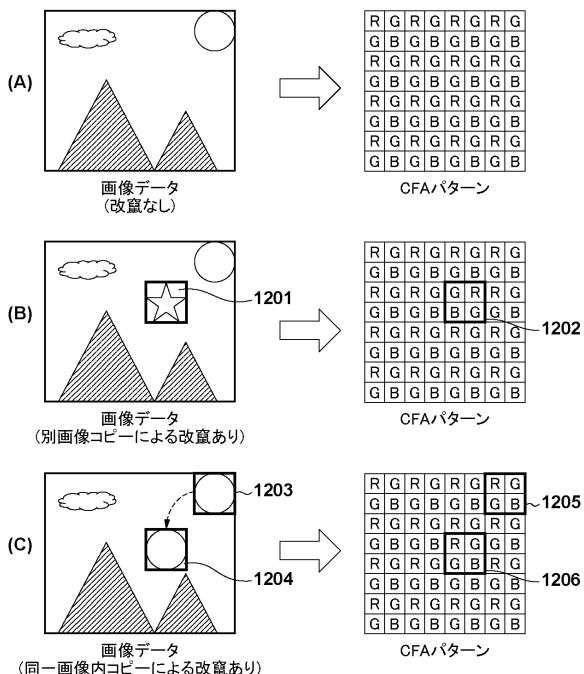


(F) (G)

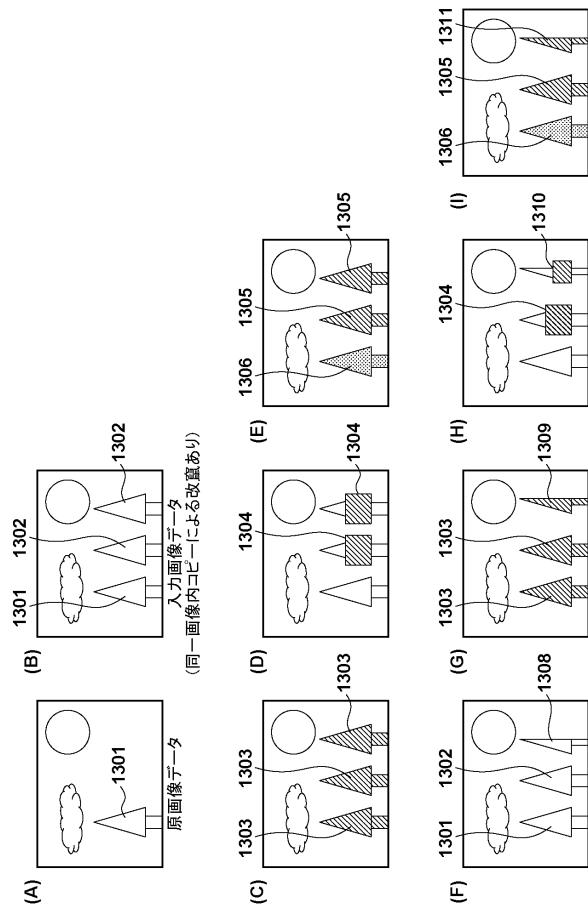
【図4】



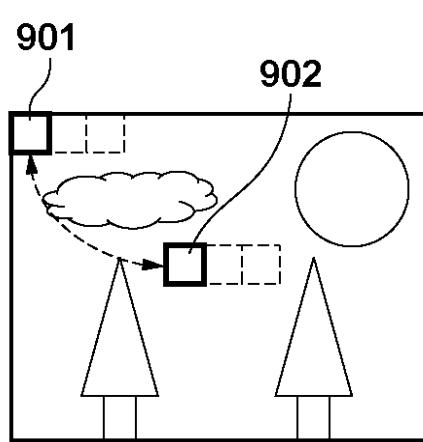
【図5】



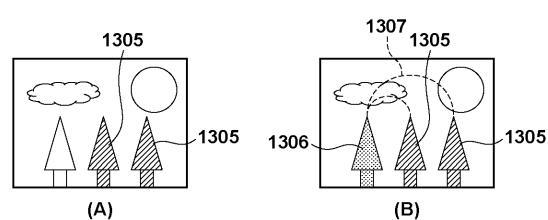
【図6】



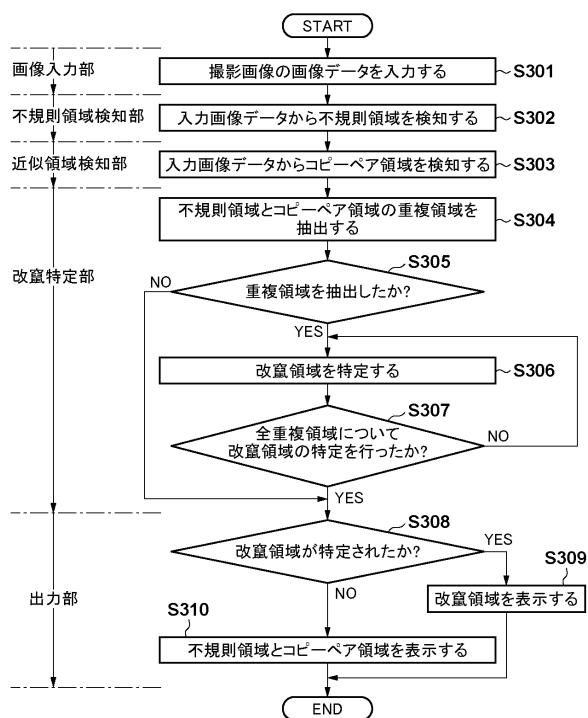
【図7】



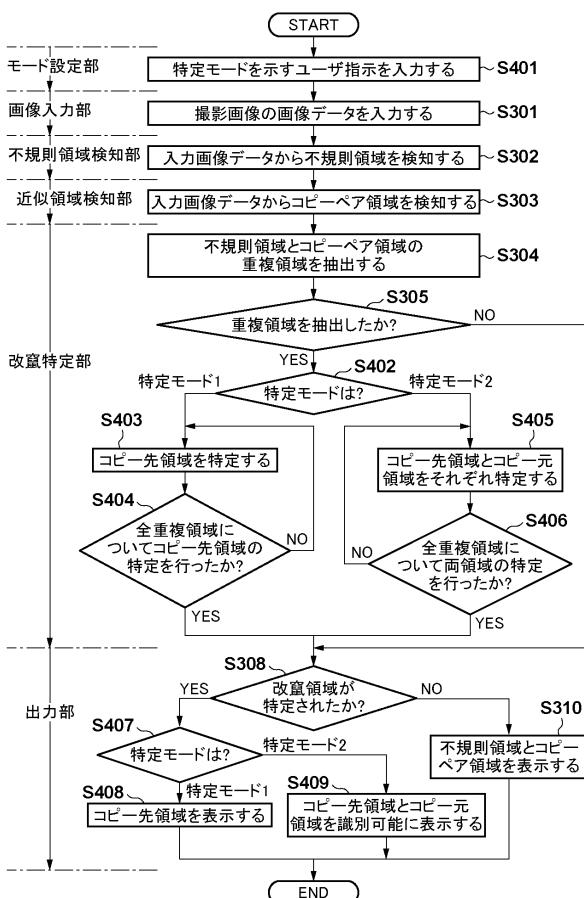
【図8】



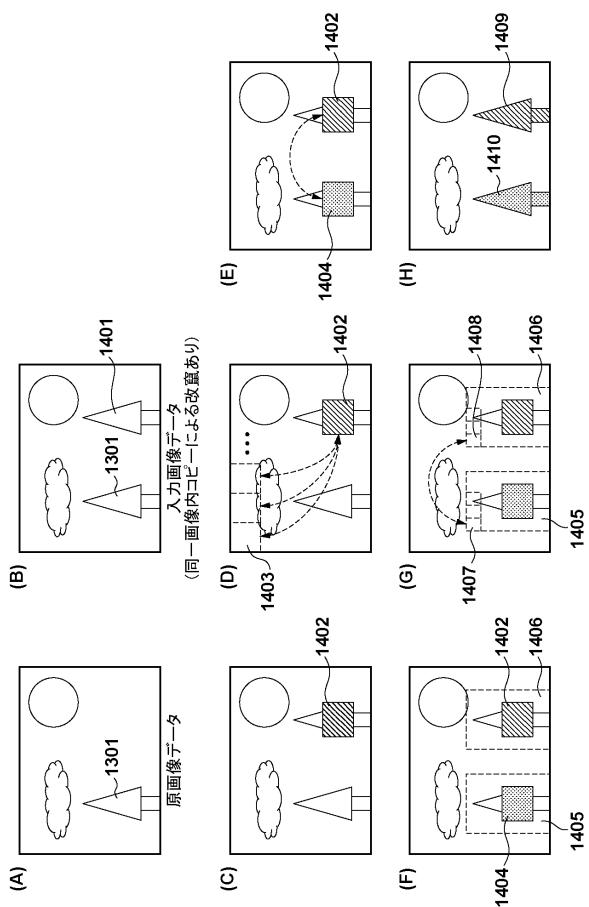
【図9】



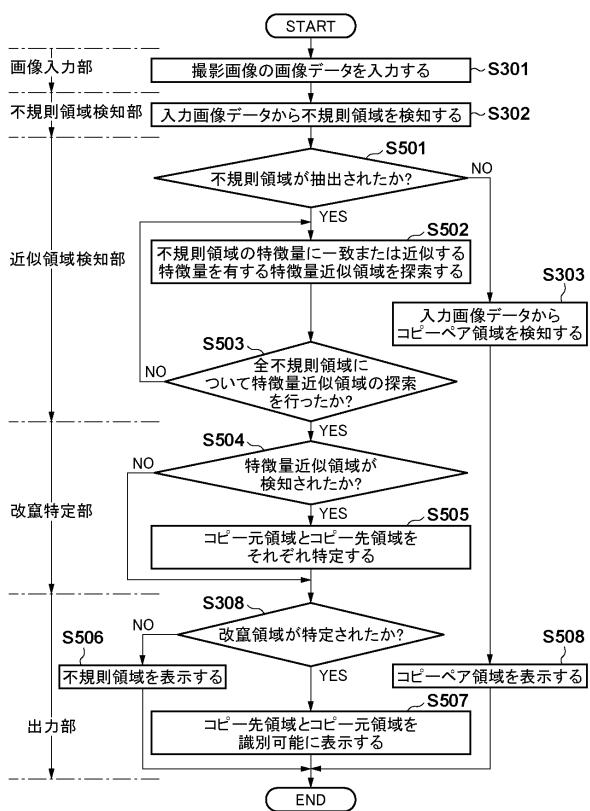
【図10】



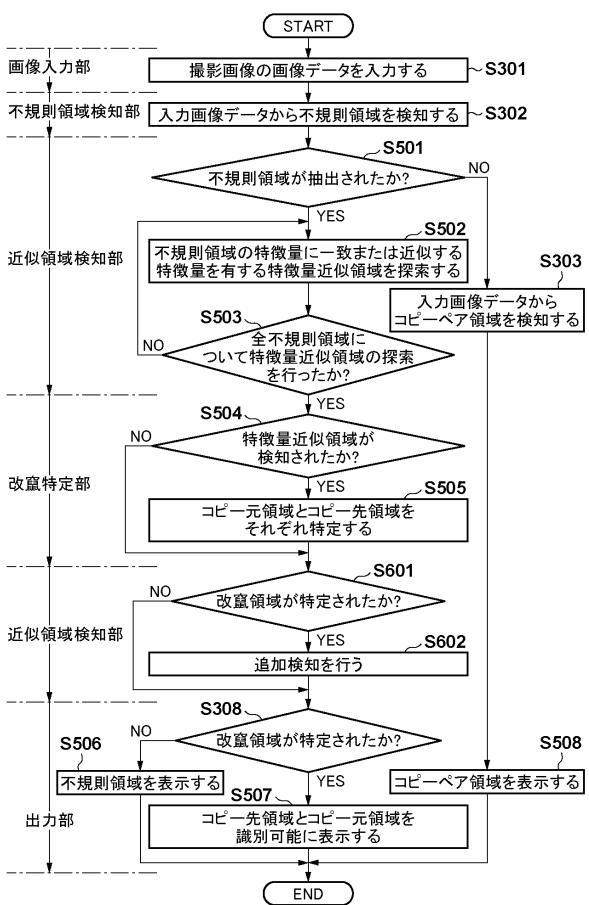
【図11】



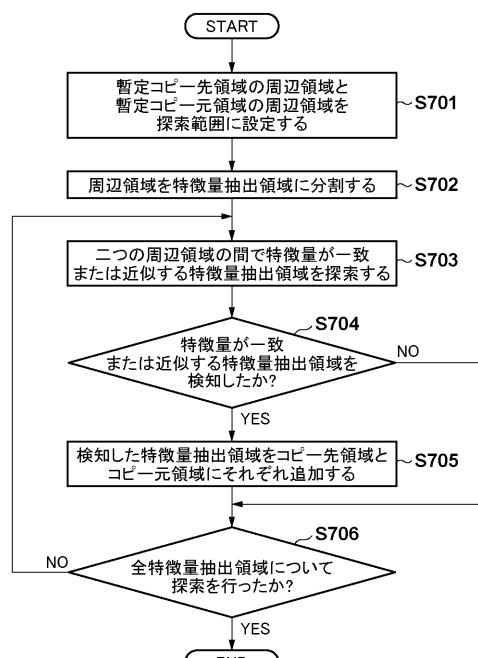
【図12】



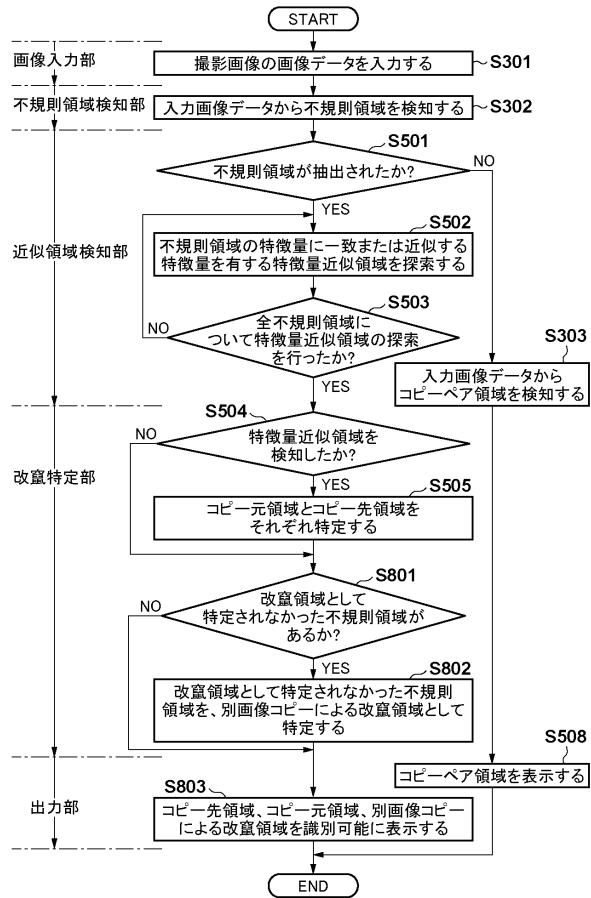
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 河津 鮎太

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 石田 信行

(56)参考文献 特開2010-035143(JP,A)

特開2005-151345(JP,A)

米国特許出願公開第2005/0177737(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 6 T 1 / 0 0

G 0 6 T 7 / 0 0

H 0 4 N 1 / 3 8 7