

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5914046号
(P5914046)

(45) 発行日 平成28年5月11日(2016.5.11)

(24) 登録日 平成28年4月8日(2016.4.8)

(51) Int.Cl.

G06T 7/00 (2006.01)

F 1

G06T 7/00 200C

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2012-44304 (P2012-44304)
 (22) 出願日 平成24年2月29日 (2012.2.29)
 (65) 公開番号 特開2013-182330 (P2013-182330A)
 (43) 公開日 平成25年9月12日 (2013.9.12)
 審査請求日 平成27年3月2日 (2015.3.2)

(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画像処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像の各画素に対する視点からの距離情報を入力する距離情報入力手段と、
前記画像に含まれる各画素に対応する距離情報に基づいて該画像を2以上の距離レイヤに分離する分離手段と、

前記距離レイヤ毎に、前記画像に含まれる画素のうち、前記距離情報が距離レイヤ毎に設定された所定の距離範囲内にある画素を選択する画素選択手段と、

前記距離レイヤ毎に、前記画素選択手段により選択された画素の全てを内包する第1の領域を対象として、各画素位置での画像の変化度合いを示す値である注目度を算出する注目度計算手段と、

前記距離レイヤ毎に、前記注目度計算手段により算出された注目度が所定閾値以上の画素の全てを内包する第2の領域を、被写体領域を内包する領域として決定する決定手段と、
 を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記注目度計算手段は、前記第1の領域に対し互いに異なる2以上のガウシアンフィルタを適用し、該2以上のガウシアンフィルタそれぞれによるフィルタ結果の差分として前記注目度を算出する

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】

10

20

前記注目度計算手段は、前記第1の領域に含まれる画素の個数に基づいて前記2以上のガウシアンフィルタそれぞれのスケールを決定するスケール決定手段を含むことを特徴とする請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項4】

前記決定手段は、前記第2の領域を矩形領域として決定するように構成され、

前記画像処理装置は、前記第2の領域から前記被写体領域を抽出する抽出手段を更に備える

ことを特徴とする請求項1乃至3の何れか一項に記載の画像処理装置。

【請求項5】

距離情報入力手段が、画像の各画素に対する視点からの距離情報を入力する距離情報入力工程と、

分離手段が、前記画像に含まれる各画素に対応する距離情報に基づいて該画像を2以上の距離レイヤに分離する分離工程と、

画素選択手段が、前記距離レイヤ毎に、前記画像に含まれる画素のうち、前記距離情報が距離レイヤ毎に設定された所定の距離範囲内にある画素を選択する画素選択工程と、

注目度計算手段が、前記距離レイヤ毎に、前記画素選択工程により選択された画素の全てを内包する第1の領域を対象として、各画素位置での画像の変化度合いを示す値である注目度を算出する注目度計算工程と、

決定手段が、前記距離レイヤ毎に、前記注目度計算工程により算出された注目度が所定閾値以上の画素の全てを内包する第2の領域を、被写体領域を内包する領域として決定する決定工程と、

を含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項6】

コンピュータを、請求項1乃至4の何れか一項に記載の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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理技術に関するものであり、特に、入力画像から被写体領域をより好適に抽出する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、画像から所定の領域（被写体対象領域）を抽出する技術（セグメンテーション技術とも呼ばれる）が研究されており、映像編集における画像合成や特定領域のリフォーカス等の目的で応用されている。対象領域抽出において、画像の色情報に基づく手法として、背景差分法やクロマキー法が良く知られている。背景差分法は、対象領域を含まない背景のみの画像を予め撮影しておき、対象領域を含む画像と背景のみの画像とを比較して、その差分を計算することにより対象領域を抽出する手法である。

【0003】

クロマキー法は映画業界で標準的に用いられている手法であり、背景領域を一定の色にして、対象領域の色に背景色が含まれないことを仮定して対象領域を抽出する手法である。ただし、背景差分法やクロマキー法は背景の制御が容易な環境のみで使われる。一方、特定の背景を必要としない方法として、グラフ理論に基づき任意の背景を有する画像から対象領域を分離する方法、即ち、グラフカット及びグラブカットという手法が提案されている（非特許文献1，非特許文献2）。

【0004】

グラフカットでは、まず、ユーザが予め対象領域にある画素、背景領域にある画素をマウスでクリックすることにより指定する、或いは、対象領域の一部及び背景領域の一部に対しそれぞれ曲線をマウスでドラッグすることにより指定する。そして、指定された画素又は曲線を正解情報として、当該正解情報に基づきグラフに係るエネルギー関数のパラメ

10

20

30

40

50

ータを生成し、当該グラフのエネルギー関数の最小化問題を解くことで対象領域と背景領域を分離している。さらに、対象領域の抽出精度を高めるため、得られた抽出結果に更にユーザ指定を加え、上記処理を繰り返すことも可能である。

【0005】

また、グラフカットでは、上述のグラフカットをより簡単に実現する手法であり、ユーザ指定は対象領域が含まれる矩形領域を指定するだけでよい。そして、グラフカットでは、当該矩形領域に含まれる対象領域内外をそれぞれ色クラスタリングし、各画素及び各クラスタの色情報に基づき、グラフ用のパラメータを計算し、グラフのエネルギー関数の最小化をグローバルに解くことにより対象領域を抽出する。

【0006】

一方、物体追跡、オブジェクト認識のため、人間の視覚性に基づき物体の存在する注目領域を抽出する技術も研究されている。当該技術では、基本的に色、輝度、テクスチャ等の特徴に基づき、画素がどれだけ人間の注目を引くかを示す注目度という指標を特徴毎に計算し、特徴毎の注目度を重み付けて画素の注目度を求め、物体のある注目領域を抽出する（特許文献1、非特許文献3）。さらに、近年、単眼カメラに距離画像センサを搭載することにより、画像の各画素に対する距離情報（深度情報）の推定が可能になり、色情報以外の有用な情報として距離情報を対象領域抽出に用いる技術が提案されている（非特許文献4）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2010-257423号公報

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献1】Boykov, Y.Y. and Jolly, M.-P., Interactive graph cuts for optimal boundary & region segmentation of objects in N-D images, In Proc. IEEE Int. Conf. on Computer Vision 2001, vol.1, pp. 105-112

【非特許文献2】Rother et al., Grabcut: Interactive Foreground Extraction Using Iterated Graph Cuts, ACM Trans. Graph., vol. 23, No. 3, 2004, pp. 309-314

【非特許文献3】Itti, L., Koch, C. and Niebur, E., A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.20, Issue 11, pp. 1254-1259, 1998

【非特許文献4】Ouerhani, N. and Hugli, H., Computing visual attention from scene depth, In Proc. 15th International Conference on Pattern Recognition 2000, vol. 1, pp. 375-378

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、上述のグラフカット及びグラフカットの手法においては、対象領域及び背景領域のユーザ指定が必要であり、ユーザにとって煩雑であるという問題がある。図1は、領域抽出におけるユーザによる手動指定を例示的に示す図である。画像100aは、対象領域に存在する前景画素及び背景領域に存在する背景画素を画素単位で指定する例を示している。ここでは、前景画素として指定した画素を白色で示される×印で、背景画素として指定した画素を黒色で示される×印で示している。一方、画像100bは、自由曲線により前景画素及び背景画素を指定する例を示している。ここでは、前景画素として指定した画素を白色で示される曲線で、背景画素として指定した画素を黒色で示される曲線で示している。このようにしてユーザが指定した前景画素及び背景画素は正解画素として取り扱われるため、ユーザが誤指定してしまった場合には対象領域の抽出精度への影響が生じるという問題がある。

【0010】

10

20

30

40

50

更に、入力画像の背景に変化の大きい目立った領域が存在する場合に誤判定するという問題がある。図2は、被写体のある注目領域の抽出技術における誤判定を例示的に示す図である。画像200aには、対象領域は均一な色特徴を持ち、背景領域に色差の変化が大きい部分が存在している。このような画像を対象として対象領域の抽出処理を行った場合、色差の変化が大きい部分を取り囲む矩形領域が注目領域として判定されてしまうことになる。

【0011】

本発明は上述の問題点に鑑みなされたものであり、入力画像から被写体領域をより好適に決定し抽出可能とする技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

【0012】

上述の1以上の問題点を解決するため、本発明の画像処理装置は以下の構成を備える。すなわち、画像の各画素に対する視点からの距離情報を入力する距離情報入力手段と、前記画像に含まれる各画素に対応する距離情報に基づいて該画像を2以上の距離レイヤに分離する分離手段と、前記距離レイヤ毎に、前記画像に含まれる画素のうち、前記距離情報が距離レイヤ毎に設定された所定の距離範囲内にある画素を選択する画素選択手段と、前記距離レイヤ毎に、前記画素選択手段により選択された画素の全てを内包する第1の領域を対象として、各画素位置での画像の変化度合いを示す値である注目度を算出する注目度計算手段と、前記距離レイヤ毎に、前記注目度計算手段により計算された注目度が所定閾値以上の画素の全てを内包する第2の領域を、被写体領域を内包する領域として決定する決定手段と、を備える。

20

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、入力画像から被写体領域をより好適に決定し抽出可能とする技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】領域抽出におけるユーザによる手動指定の一例を示す図である。

【図2】注目領域の誤判定の一例を示す図である。

30

【図3】第1実施形態に係る画像処理装置を含む撮影装置の全体ブロック図である。

【図4】第1実施形態に係る画像処理部の機能ブロック図である。

【図5】第1実施形態に係る画像処理の全体フローチャートである。

【図6】色画像及び距離画像の一例を示す図である。

【図7】被写体領域の候補画素の選定処理を示すフローチャートである。

【図8】注目度計算処理を示すフローチャートである。

【図9】被写体領域抽出処理を示すフローチャートである。

【図10】各処理による処理結果画像の例を示す図である。

【図11】第2実施形態に係る画像処理装置の機能ブロック図である。

【図12】第2実施形態に係る画像処理の全体フローチャートである。

【図13】重み設定処理を示すフローチャートである。

40

【図14】注目度計算処理を示すフローチャートである。

【図15】第3実施形態に係る画像処理装置の機能ブロック図である。

【図16】第3実施形態に係る画像処理の全体フローチャートである。

【図17】入力画像を複数の距離レイヤに分ける例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下に、図面を参照して、この発明の好適な実施の形態を詳しく説明する。なお、以下の実施の形態はあくまで例示であり、本発明の範囲を限定する趣旨のものではない。

【0016】

(第1実施形態)

50

本発明に係る画像処理装置の第1実施形態として、撮影装置を例に挙げて以下に説明する。特に、画像内の各画素に対する距離情報に基づいて被写体領域の候補画素を選択し、当該候補画素に対して注目度を算出し被写体領域の決定に使用する例について説明する。

【0017】

<装置構成>

図3は、第1実施形態に係る画像処理装置を実現した一実施形態である撮影装置の主要部構成を示すブロック図である。中央処理装置(CPU)1101は、以下に述べる各部を統括的に制御する。

【0018】

撮影部1102は、画像の色情報、距離情報を取得する。ここでは、一般の、カラー画像として色情報を入力すると共に、視点からの距離の値が各画素に割り当てられた距離画像として距離情報を入力することを想定する。

【0019】

表示部1104は撮影画像や文字の表示を行い、例えば、液晶ディスプレイが用いられる。表示部1104はタッチスクリーン機能を有していても良い。表示制御部1105は、表示部1104に表示される撮影画像や文字の表示制御を行う。操作部1106はユーザの指示を受け付け、ボタンや撮影モードダイヤルなどが含まれる。この操作による設定内容はCPUを介して所定の処理を制御する。例えば、後述の領域の手動指定は、表示制御部1105と操作部1106を使うことにより容易に実現できる。

【0020】

撮影制御部1107は、フォーカスを合わせる、シャッターを開く・閉じる、絞りを調節するなどの、CPU1201からの指示に基づいた撮像系の制御を行う。

【0021】

信号処理部1108は、バス1103を介して受け取ったデジタルデータに対し、ホワイトバランス処理、ガンマ処理、ノイズ低減処理などの各種処理を行う。画像処理部1109は、撮影部1102で取得された画像、或いは、信号処理部1108から出力される画像から出力されるデジタル画像、或いは、操作部1106からユーザの指定に応じて画像処理を行う。圧縮／伸長部1110は、デジタルデータ、或いは、画像処理の結果をJPEGやMPEGやベクトル化などのファイルフォーマットへの変換、或いは、符号化制御を行う。

【0022】

バス1103は、各種データの転送経路である。例えば、撮影部1102によって取得されたデジタルデータはこのバス1103を介して所定の処理部に送られる。内部メモリ1111は、CPU1101の主メモリ、ワークエリア等として機能するほか、CPU101で実行される制御プログラム等を格納する。外部メモリ制御部1112は、PCやその他のメディア（例えば、ハードディスク、メモリカード、CFカード、SDカード、USBメモリ）に繋ぐためのインターフェースである。

【0023】

図4は、第1実施形態に係る撮影装置の画像処理部の内部構成を示す機能ブロック図である。画像処理部1109は、撮影部1102により取得された画像データ、或いは、内部メモリ1111、外部メモリに蓄積された画像データを処理対象とし、CPU1101による制御で被写体領域抽出を行う。また、画像処理部1109により処理された画像は、例えば、圧縮／伸長部1110に送信され圧縮符号化される、或いは、内部メモリ1111、外部メモリに保存される。

【0024】

画像処理部1109は、画素選定部110、注目度計算部120、注目領域判定部130、対象領域抽出部140を備えており、入力された画像の色情報及び距離情報に基づき、画像に含まれる被写体領域を抽出する。ここで、画像の色情報とは、例えば、各画素の3原色(RGB)の画素値を示し、距離情報とは、各画素の視点からの距離(深度)に対応する情報である。

10

20

30

40

50

【0025】

図6は、入力する色画像および距離画像を例示的に示す図である。画像600aは処理対象画像の一例である。この例では、玩具が置き台に置かれて、背景領域に色特徴のある部分がある。画像600bは距離画像の一例である。距離の遠近は明度で表されており、ここでは、明度が高い程、撮影機器までの距離が近いことを示している。特に、画像600bでは、距離情報の特徴を分かりやすく説明するために、被写体領域部分、被写体領域と背景の境界部分、背景部分をそれぞれ均一な距離値で表し、背景の一部である置き台をグラデーション状の距離で表している。なお、黒色で示される領域は、距離推定が出来ておらず距離情報が欠落していることを例示的に示している。

【0026】

なお、距離情報は、センサなどにより測定されたものでも良いし、複数の視点から撮影した画像から推定されたものでも良い。また、ユーザが画像データの各領域に対して距離を指定することにより生成しても良いし、背景技術で述べた推定を行うことにより生成しても良い。推定により得られた距離画像の場合、一般にノイズ（つまり、周囲とは異なる距離値を示す画素）も含まれうる。

10

【0027】

画素選定部110は、入力された距離画像により示される距離値が所定距離範囲内にある、色画像上の対応する画素を処理対象の画素として選定する。ここでは、説明を簡単にするため、所定の距離閾値より小さい距離情報を有する画素を被写体の候補画素として選定する。一方、当該所定の距離閾値以上の距離情報を有する画素については背景画素であると判定する。

20

【0028】

注目度計算部120は、色画像に含まれる各画素の、各画素位置での画像の変化度合いを示す値である注目度を求める。特に、第1実施形態においては、画素選定部110により選定された候補画素を対象として、2以上のガウシアンフィルタを適用しフィルタ結果の差分を取ることにより各画素の注目度を求める。

【0029】

注目領域判定部130は、注目度計算部120により算出された各画素の注目度のうち所定の距離範囲にある画素を包含する色画像内の領域を注目領域として判定する。例えば、所定の距離範囲にある画素の全てを内包する矩形領域を当該注目領域として判定する。

30

【0030】

対象領域抽出部140は、注目領域判定部130により判定された注目領域を対象として、エネルギー関数のパラメータを設定し、エネルギー関数の最小化問題を解く。これにより、当該注目領域に含まれる被写体領域と背景領域とを分離し、例えば、被写体領域のみを抽出する。すなわち、当該注目領域の外側領域は、背景領域と確定し、予め抽出処理の対象から除外されている。

【0031】

なお、第1実施形態においては本発明の画像処理装置（画像処理部1109）が撮像装置の構成要素であるものとして説明しているが、当該画像処理装置を撮像装置とは別体の装置として構成しても良い。例えば、パソコンコンピュータ（PC）が、画像処理ソフトウェアプログラムを実行し上述の各部として機能させる形態としても実現可能である。

40

【0032】

図4の画像処理装置は、図3の撮影装置における撮影部1102からの撮影画像データ、或いは、内部メモリ1111、外部メモリに蓄積した画像データを処理対象とし、CPU1101による制御で被写体の存在する領域を判定し、被写体領域を抽出する。また、図4の画像処理装置の画像処理結果は、図3の撮影装置における圧縮／伸長部1110に符号化する、或いは、内部メモリ1111、外部メモリに保存する、或いは、他の画像処理に用いる。

【0033】

<装置の動作>

50

図5は、第1実施形態に係る画像処理の全体フローチャートである。

【0034】

ステップS110では、画像処理装置が、処理対象の画像の色情報及び、当該画像に含まれる各画素に対する距離情報を、それぞれ、色画像データ及び距離画像データとして入力する（距離情報入力手段）。

【0035】

ステップS120では、画素選定部110（画素選択手段）が、入力された色画像データ及び距離画像データに基づいて、所定の距離範囲内にある画素をより被写体領域の候補画素を選定する。そして、選定された画素の集合領域（第1の領域）を決定する。つまり、選定されたかった画素は背景領域の画素として確定される。この処理により、背景画素の少なくとも一部を予め除外することが出来、後述する処理の処理負荷の低減及び後述する注目領域の判定精度の向上を狙う。ステップS120の処理の詳細については図7を参照して後述する。

10

【0036】

ステップS130では、注目度計算部120が、選定された候補画素の各々に対して注目度を計算する。つまり、候補画素の集合の中には、被写体領域の画素に加え、被写体と同程度の距離にある背景の画素がまだ含まれた状態にある。そのため、候補画素の各々の特徴量を算出し、候補画素に含まれる背景画素を区別する。この処理の詳細については図8を参照して後述する。

【0037】

20

ステップS140では、注目領域判定部130が、候補画素の内、所定閾値以上の注目度を有する画素を包含する領域を注目領域（第2の領域）として判定する。この処理により、候補画素に含まれる背景画素の少なくとも一部を除外することが出来、後述する抽出処理の処理負荷の低減が可能になる。

【0038】

ステップS150では、対象領域抽出部140が、ステップS140で注目領域と判定された領域の内部を対象として、各画素が被写体領域の画素か背景領域の画素かを判定し、被写体領域を抽出する。この処理の詳細については図9を参照して後述する。

【0039】

<距離情報による候補画素の選定処理（ステップS120）>

30

図7は、第1実施形態における被写体領域の候補画素の選定処理を示すフローチャートである。

【0040】

ステップS1201では、画素選定処理のための距離値Tを設定し、ステップS1202では、画素の距離値が設定値T以下であるかどうかを判断する。そして、画素の距離値が設定値T以下であればステップS1203に進み、画素の距離値が設定値Tより大きい場合はステップS1204に進む。

【0041】

すなわち、一般的には、被写体はユーザが意図をもって撮影するものであるため、撮影装置からの距離が近い。一方、背景部分は撮影機器からの距離が遠い。したがって、処理対象の距離範囲を背景よりも近い所定の距離範囲に設定すれば、当該距離範囲に入る画素を候補画素として選定することができる。

40

【0042】

ステップS1203では、着目画素を候補画素として選定し、ステップS1204では、着目画素を背景画素として決定する。

【0043】

ステップS1205では、入力された色画像に含まれる全ての画素が判定済みであるかどうかを判断する。未処理の画素が残っていれば、新しい画素を着目画素としてステップS1202からステップS1204までの処理を行う。一方、未処理の画素が残っていないければ選定処理を終える。

50

【0044】

<候補画素の注目度計算処理(ステップS130)>

図8は、第1実施形態における注目度計算処理を示すフローチャートである。特に、ここでは、上述の非特許文献3に示される中心・周囲差分(center-surround)法をより効率的に実行する例について述べる。

【0045】

ステップS1301では、2以上のガウシアンフィルタのスケールを決める(スケール決定手段)。特に、ここでは、候補画素として選定された画素の個数を計数し、当該個数に基づいて2個以上のガウシアンフィルタの標準偏差()を決定する。ここでは例として2個の標準偏差₁、及び当該₁と異なる₂を決める。候補画素として選定された画素の個数に基づいてスケールを決定することにより、より少数のスケールのみが決定されることになる。10

【0046】

ステップS1302では、候補画素に対応する領域の色画像に対し、決定したスケールに基づくガウシアンフィルタをそれぞれ適用する。ここでは、ステップS1301において決定した₁、₂をそれぞれ有するガウシアンフィルタを適用する。

【0047】

ステップS1303では、ステップS1302で得られた2以上のガウシアンフィルタの処理結果に基づいて、中心・周囲差分法により画素の注目度を計算する。ここでは、₁のガウシアンフィルタによる処理結果画像と、₂のガウシアンフィルタによる処理結果画像との差分画像を導出する。そして当該差分画像の各画素の値を注目度として導出する。20

【0048】

このように、第1実施形態においては、注目度計算処理の効率を向上するため、候補画素に対してのみ、かつ、少数のガウシアンフィルタに限定することにより処理負荷を低減する。また、ここでは、中心・周囲差分法を利用して注目度を計算する例について説明したが、本質的には、後述する画像1000bに示されるような注目度を導出するものであれば他の方法を利用可能である。例えば、各種のエッジ検出フィルタが利用可能である。

【0049】

<被写体領域の抽出処理(ステップS150)>

30

図9は、第1実施形態における被写体領域抽出処理を示すフローチャートである。なお、前景背景分離については、背景技術で説明したグラフカット及びグラブカット及びその変形手法が利用可能である。

【0050】

ステップS1501では、被写体領域抽出処理の初期設定を行う。ここで、注目領域枠外の領域を背景領域として設定し、注目領域枠内の領域を未確定領域に設定する。そして、以下では、当該未確定領域に対して、背景領域の画素か被写体領域の画素かの判定が行われる。なお、上述の画素の注目度に基づき、被写体領域抽出に使用する初期値を制御するよう構成しても良い。

【0051】

40

ステップS1502では、背景領域と未確定領域の色情報を解析する。この処理では、クラスタリング処理により、背景領域を複数の色特性の違う複数の背景クラスタに分け、同様に、未確定領域も複数の色特性の違う複数の被写体候補クラスタに分ける。このクラスタリング処理は、公知の混合ガウス分布の推定手法を利用することが可能である。

【0052】

ステップS1503では、色画像の処理結果によりエネルギー関数のパラメータを計算する。具体的には、ある注目画素と該注目画素の近傍画素とに関するそれぞれの色情報及び距離情報に基づいて、当該注目画素に対するパラメータを導出する。具体的には、エネルギー関数のパラメータを計算する。例えば、パラメータとして、

類似度：注目画素の近傍画素との類似度

50

背景尤度：注目画素がどれくらい背景に近いかを示す度合い

前景尤度：注目画素がどれくらい前景に近いかを示す度合い

が導出される。

【0053】

ステップS1504では、ステップS1503により計算されたパラメータに基づき、エネルギー関数の最小化問題を解き、前景領域と背景領域をカットする。このエネルギー関数の最小化は、グラフ理論でのネットワークフロー問題で、公知のフォード・ファルカルソンのアルゴリズムなどを利用することが可能である。

【0054】

ステップS1505では、エネルギー関数の流量が小さくなるか、あるいは、指定する反復回数になるかを判断する。上記の条件の何れかを満たす場合、ステップS1506に進み、前景背景分離結果を出力する。一方、上記の条件の何れも満たさない場合、ステップS1507に進み、カットされた前景領域、背景領域をそれぞれ新たな未確定領域、確定背景領域として設定し、ステップS1502に戻りステップS1504までの処理を繰り返す。

【0055】

<処理結果例>

図10は、第1実施形態の画像処理における各処理段階での結果の例を示す図である。

【0056】

画像1000aは、色画像である画像600a及び距離画像である画像600bに対し、上述の選定処理（ステップS120）により得られた候補画素群の一例を示している。この例では、除外された背景候補画素は黒色で表され、選定された候補画素は色画像における色で表されている。ただし、画像1000aに示されるように、背景である”置き台”も被写体と同程度の距離に位置していることから、当該置き台も候補画素として選定されている。

【0057】

画像1000bは、注目度の計算結果例である。画像1000bは、各画素の注目度を明度で表したものであり、明度が高い程、視覚的に注目されやすいことを示している。なお、この例では、注目度の傾向を分かりやすく説明するために、被写体と背景の境界部分、置き台の区切り部分、それ以外の背景部分をそれぞれ均一な注目値で表している。

【0058】

画像1000cは、所定値より大きい注目度を有する画素を包含する矩形領域として注目領域を決定した例を示している。ここでは、画像1000aで含まれていた”置き台”的大部分が背景として除外されていることが分かる。

【0059】

画像1000dは、画像1000cに示される注目領域を対象として被写体領域の抽出処理を行うことにより、被写体が好適に抽出されている例を示している。すなわち、画像600aに示される背景の特徴部分を、被写体として誤って抽出することを防止することに成功している。

【0060】

以上説明したように、第1実施形態によれば、入力画像の各画素に対応する距離情報を利用することにより、背景であると確定できる画像領域を予め抽出対象から除外する。これにより、図2の画像200bに示されるような誤判定を未然に防ぐことができる。その結果、複雑な画像であっても、被写体領域の抽出をより正確に実行することを可能としている。また、第1実施形態においては、処理負荷が比較的大きいエネルギー関数の最小化問題を解く処理（ステップS1504）は、入力画像の一部領域（注目領域）に対してのみ実行されるため、処理負荷を大幅に低減することが可能になる。

【0061】

また、上述したように、第1実施形態では、距離情報により選定された候補画素の個数に基づいてガウシアンフィルタのスケール（標準偏差）を決定した。これにより、従来よ

10

20

30

40

50

り少ない個数のガウシアンフィルタにより効率的に注目度画像を生成することが可能となっている。なお、上述の説明では、注目度の計算に色情報のみを使用した。しかし、色情報の他、輝度、テクスチャなどをさらに使用しても良い。その場合、各特徴から計算される注目度を重み付けることになる。

【0062】

(第2実施形態)

第2実施形態では、距離情報に基づいて候補画素に対し注目度の重みを設定し、重み付けされた注目度により注目領域を決定する形態について説明する。

【0063】

<装置構成>

図11は、第2実施形態に係る画像処理装置の機能ブロック図である。画像処理装置は、重み設定部210、注目度計算部220、注目領域判定部230、対象領域抽出部240を備えている。そして、第1実施形態と同様、入力された画像の色情報及び距離情報に基づき、画像に含まれる被写体領域を抽出する。つまり、画素選定部110の代わりに重み設定部210を備えている部分が第1実施形態と異なる。他の機能部は第1実施形態の対応する機能部と同様であるため説明は省略する。

【0064】

重み設定部210では、各画素の距離値が所定距離範囲内であるか否かに基づいて、注目度計算部220で算出する注目度に対する重みを設定する。ここでは、距離値が所定距離範囲内である画素に対しては重みを高く設定し、所定距離範囲外の画素に対しては重みを低く設定する。

【0065】

<装置の動作>

図12は、第2実施形態に係る画像処理の全体フローチャートである。ステップS220において、注目度に対する重みを設定し、ステップS230において、設定された重みに基づく注目度を算出する点が第1実施形態と異なる。なお、この処理の詳細については図13及び図14を参照して後述する。

【0066】

<距離情報による注目度重みの設定処理(ステップS220)>

図13は、重み設定処理を示すフローチャートである。

30

【0067】

ステップS2201では、画素選定処理のための距離値Tを設定し、ステップS2202では、画素の距離値が設定値T以下であるかどうかを判断する。そして、画素の距離値が設定値T以下であればステップS2203に進み、画素の距離値が設定値Tより大きい場合はステップS2204に進む。

【0068】

ステップS2203では、着目画素に対する重みを高い値(例えば1より大きい値)に設定し、ステップS2204では、着目画素に対する重みを低い値(例えば1より小さい値)に設定する。

【0069】

ステップS2205では、入力された色画像に含まれる全ての画素が判定済みであるかどうかを判断する。未処理の画素が残っていれば、新しい画素を着目画素としてステップS2202からステップS2204までの処理を行う。一方、未処理の画素が残っていないければ重み設定処理を終える。

40

【0070】

<画素の注目度計算処理(ステップS230)>

図14は、第2実施形態における注目度計算処理を示すフローチャートである。

図8は、第1実施形態における注目度計算処理を示すフローチャートである。第1実施形態と同様、非特許文献3に示される中心・周囲差分(center-surround)法をベースと

50

した例について述べる。

【0071】

ステップS2301では、入力された色画像全体を対象として互いに異なるスケール(標準偏差)が設定された複数個のガウシアンフィルタを適用する。

【0072】

ステップS2302では、ステップS2301で得られた複数のガウシアンフィルタの処理結果に基づいて、中心・周囲差分法により画素の注目度を計算する。

【0073】

ステップS2303では、ステップ2302により算出された各画素の注目度に対し、重みの設定処理(ステップS220)で設定した重みにより注目度の重み付けを行う。

10

【0074】

このように、第2実施形態においては、距離情報に基づいて候補画素に対し注目度の重み付けを行うことにより、第1実施形態と同様、好適に背景領域を除外した注目領域を設定することが可能となる。なお、上述の説明では、第1実施形態における、画素選定部110は利用しない場合について説明したが、画素選定部110を併せて利用するよう構成することも可能である。

【0075】

(第3実施形態)

第3実施形態では、入力画像内に抽出対象となる被写体領域が複数存在する場合に、より好適に当該複数の被写体領域を自動抽出可能とする形態について説明する。

20

【0076】

<装置構成>

図15は、第3実施形態に係る画像処理装置の機能プロック図である。画像処理装置は、距離レイヤ化部310、注目領域判定部320、対象領域抽出部330を備えている。そして、第1実施形態や第2実施形態と同様、入力された画像の色情報及び距離情報に基づき、画像に含まれる被写体領域を抽出する。

【0077】

距離レイヤ化部310では、入力距離画像により距離範囲を2以上の範囲に分割し、各距離範囲に含まれる画素をそれぞれ選定する。注目領域判定部320では、各距離レイヤに含まれる画素を処理対象とし、注目度を算出し、注目度の高い領域を判定する。対象領域抽出部330では、各距離レイヤにおける注目領域から、各レイヤにおける被写体領域を抽出する。

30

【0078】

<装置の動作>

図16は、第3実施形態に係る画像処理の全体フローチャートである。

【0079】

ステップS301では、画像処理装置が、処理対象の画像の色情報及び、当該画像に含まれる各画素に対する距離情報を、それぞれ、色画像データ及び距離画像データとして入力する。

40

【0080】

ステップS302では、距離レイヤ化部310が、入力された距離画像に基づいて、色画像をレイヤ化する。具体的には、入力された距離画像から導出される各画素の距離情報に基づいて、色画像に含まれる画素のクラスタリング処理を行い、色画像に含まれる画素を複数の画素グループに分離する。すなわち、各画素グループは、互いに類似の距離値を持つ複数の画素の集合として設定され、以下では距離レイヤとも呼ぶ。

【0081】

ステップS303では、距離レイヤ化部310が、距離のクラスタリングの結果に基づいて、各距離レイヤにおいて後述する処理対象画素を選定するための距離範囲を設定する。以降、ステップS304からステップS308までは、各距離レイヤについて、注目領域判定部320による注目領域の判定、及び、対象領域抽出部330による被写体領域の

50

抽出がそれぞれ個別に処理される。

【0082】

ステップS304では、注目領域判定部320が、着目距離レイヤにおいて、画素の距離値が、当該着目距離レイヤに対して設定された距離範囲内であるか否かを判定する。画素の距離値が距離範囲の設定値以内であればステップS305に進み、当該画素を処理対象画素とする。一方、画素の距離値は距離範囲外であればステップS306に進み、当該画素を非処理対象画素とする。この処理は着目距離レイヤに含まれる全ての画素に対して実行される。

【0083】

ステップS307では、注目領域判定部320が、処理対象画素を対象として注目領域を判定する。なお、注目領域の判定処理は、上述の第1実施形態及び第2実施形態における注目度計算処理及び判定処理（ステップS130及びS140）と同様であるため説明は省略する。

10

【0084】

ステップS308では、対象領域抽出部330が、注目領域と判定された領域の内部を対象として、各画素が被写体領域の画素か否かを判定し、被写体領域を抽出する。なお、抽出処理は、上述の第1実施形態及び第2実施形態における抽出処理（ステップS150）と同様であるため説明は省略する。

【0085】

ステップS309では、画像処理装置が、すべての距離レイヤに対し処理済みであるかどうかを判断する。未処理の距離レイヤが残っていれば、新しい距離レイヤを着目距離レイヤとしてステップS304からステップS308までの処理を行う。一方、未処理の距離レイヤが残っていないければ処理を終える。

20

【0086】

<距離レイヤの画像例>

図17は、入力画像を複数の距離レイヤに分ける例を示す図である。画像1700aでは、”花”及び、”蝶”という2つの被写体（対象領域）が存在する。更に、対象領域である花の近くに”背景の特徴部”がある。そして、各領域に対する距離値が、画像1700bにより示されている。図6の画像600bと同様、距離の遠近は明度で表されており、ここでは、明度が高い程、撮影機器までの距離が近いことを示している。この場合、画像1700aは、被写体である”花”、被写体である”蝶”及び”背景の特徴部”の3つの距離レイヤとして設定される。

30

【0087】

このように、距離範囲に応じてレイヤ化し、それぞれのレイヤで対象領域抽出処理を行うことにより、被写体（ここでは、”花”及び”蝶”）の抽出漏れを防ぎつつ、背景に含まれる特徴部も併せて抽出することが可能となる。

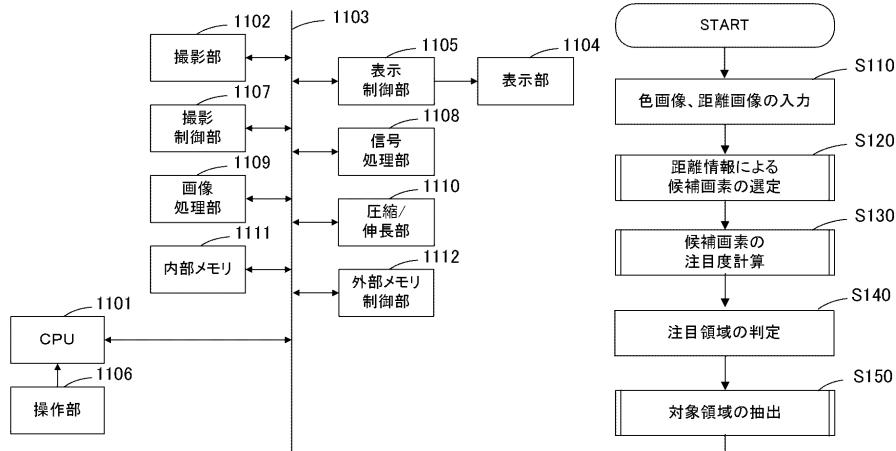
【0088】

（その他の実施例）

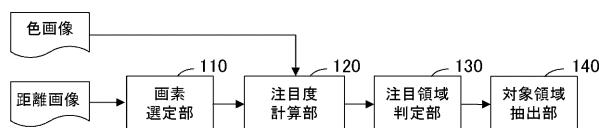
また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU等）がプログラムを読み出して実行する処理である。

40

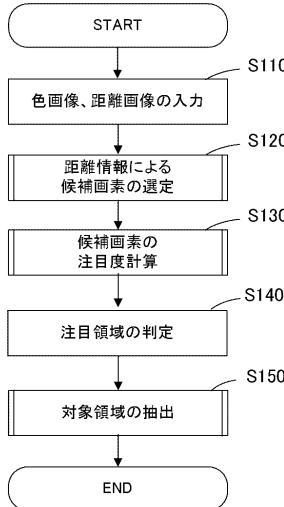
【図3】



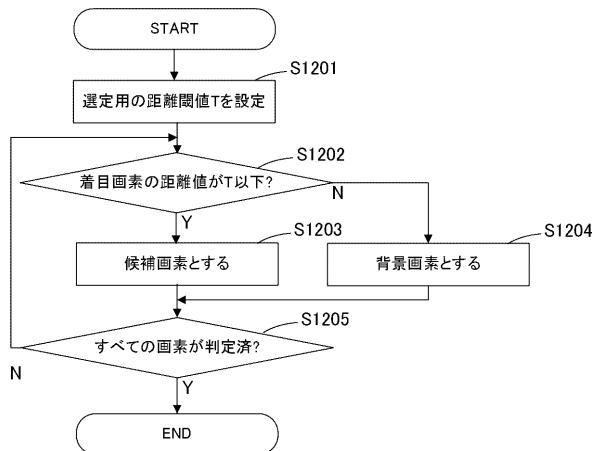
【図4】



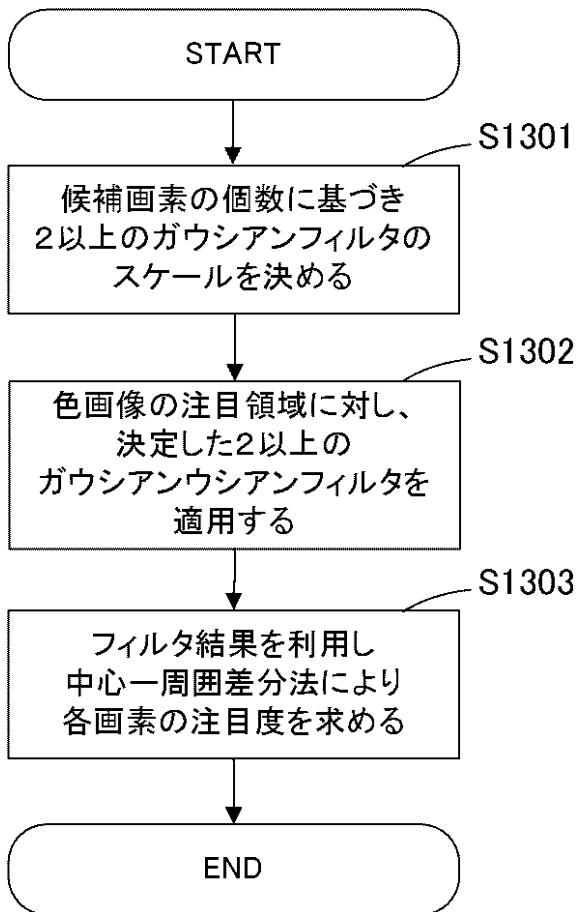
【図5】



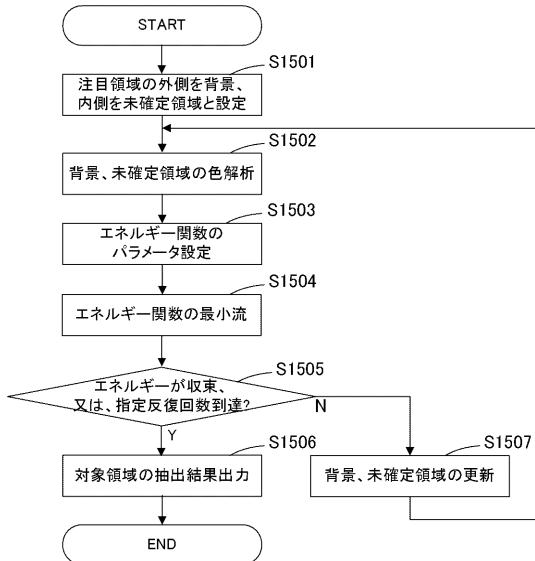
【図7】



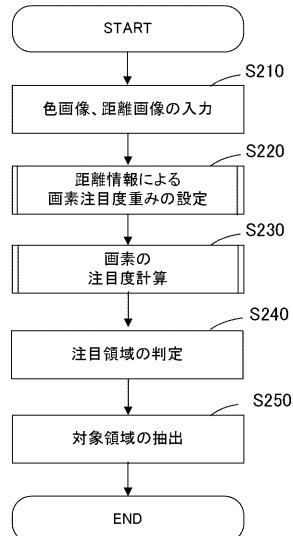
【図8】



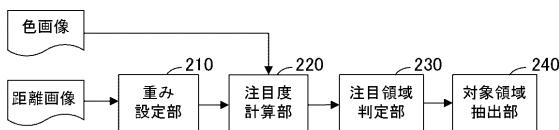
【図9】



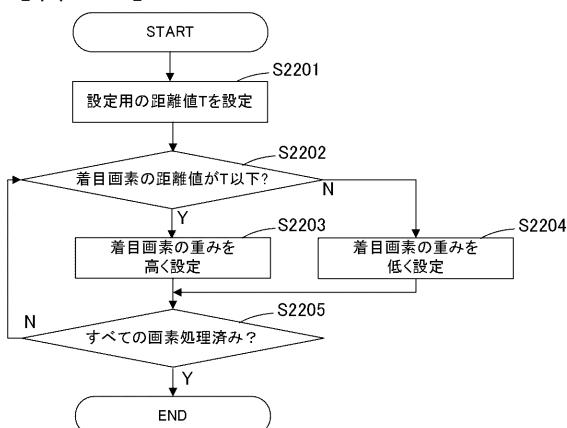
【図12】



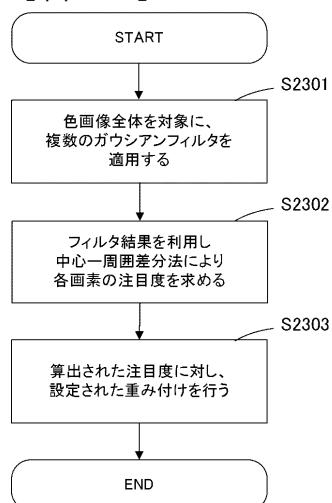
【図11】



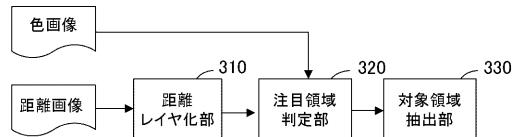
【図13】



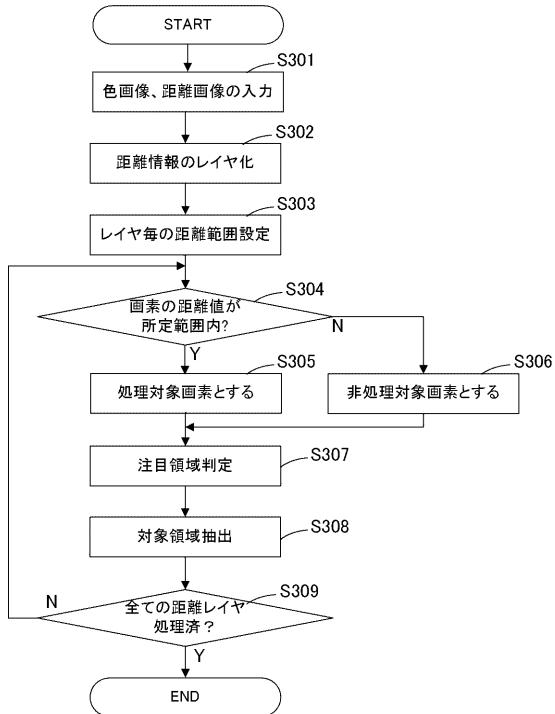
【図14】



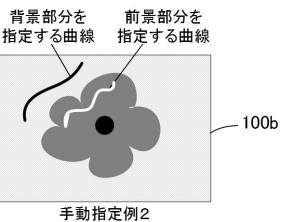
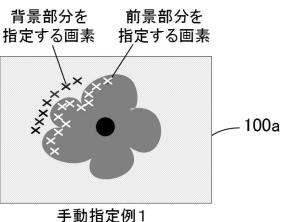
【図15】



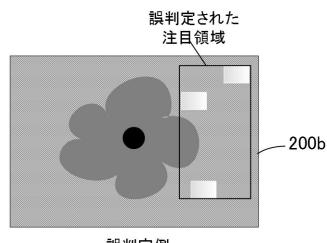
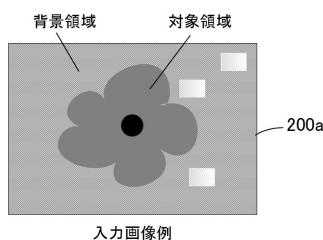
【図16】



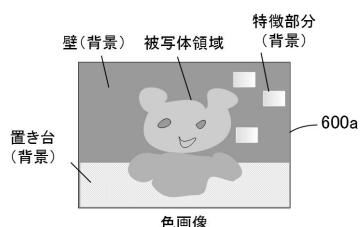
【図1】



【図2】



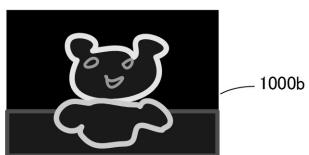
【図6】



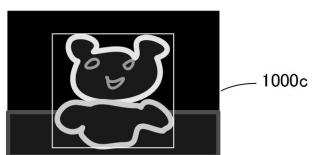
【図10】



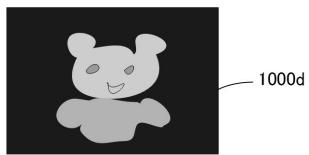
被写体候補画素群



注目度画像の例

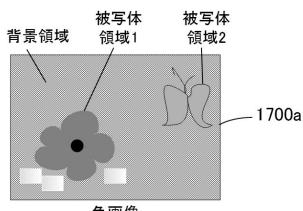


注目領域の決定例

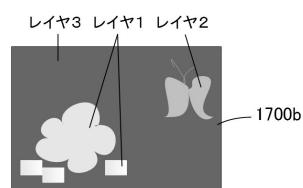


被写体領域の抽出結果

【図17】



色画像



距離画像

フロントページの続き

(72)発明者 戴 晓艷

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 佐田 宏史

(56)参考文献 特開2009-009206 (JP, A)

特開2010-257423 (JP, A)

特開2012-014554 (JP, A)

特開2010-157093 (JP, A)

特開2002-117403 (JP, A)

特開2005-038083 (JP, A)

特開2008-245719 (JP, A)

木村 雅之、外2名，“注目度に基づく画像からの興味領域抽出”，電子情報通信学会技術研究報告，日本，社団法人電子情報通信学会，2006年 1月20日，Vol.105, No.570, pp.35-3

9

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00, 7/00 - 7/60