

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2013年6月20日 (20.06.2013)

W P O | P C T

(10) 国際公開番号  
W O 2013/088665 A 1

- (51) 国際特許分類 : G06T 7/40 (2006.01)
  - (21) 国際出願番号 : PCT/JP20 12/0077 13
  - (22) 国際出願日 : 2012年11月30日 (30.11.2012)
  - (25) 国際出願の言語 : 日本語
  - (26) 国際公開の言語 : 日本語
  - (30) 優先権データ : 特願 2011-275877 2011年12月16日 (16.12.2011) JP
  - (71) 出願人 : パナソニック株式会社 PANASONIC CORPORATION [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
  - (72) 発明者 : 早田 啓介 (HAYATA, Keisuke).
  - (74) 代理人 : 鷺田 公一 (WASHIDA, Kimihito); 〒1600023 東京都新宿区西新宿1-2-3-7 新宿ファーストウエスト8階 Tokyo (JP).
  - (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, ML, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類 :  
- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: IMAGE REGION EXTRACTION DEVICE, IMAGE REGION EXTRACTION METHOD, AND IMAGE REGION EXTRACTION PROGRAM

(54) 発明の名称 : 画像領域抽出装置、画像領域抽出方法、および画像領域抽出プログラム

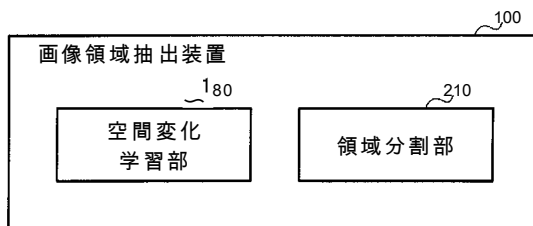


FIG. 1  
100 Image region extraction device  
180 Spatial change learning unit  
210 Region dividing unit

(57) Abstract: An image region extraction device for extracting a target region on the basis of a designated region with high precision. An image region extraction device (100) extracts a target region from an image on the basis of a designated region and is provided with: a spatial change learning unit (180) for acquiring, for each section of the image, a pixel value changing pattern which is a characteristic of the spatial changes in a pixel value component, and a distance changing pattern which is a characteristic of the spatial changes in a distance component extending from a reference position to a photographic object; and a region dividing unit (210) for extracting a target region on the basis of the similarities between the pixel value changing pattern and the distance changing pattern among the designated region and each section of the image.

(57) 要約:

[続葉有]



2013/08866 A1

---

指定領域に基づいて対象領域を精度良く抽出する画像領域抽出装置。画像領域抽出装置 (100) は、指定領域に基づいて画像から対象領域を抽出する装置であって、画像の各部分の、画素値成分の空間変化の特徴である画素値変化パターン、および、基準位置から被写体までの距離成分の空間変化の特徴である距離変化パターン、を取得する空間変化学習部 (180) と、指定領域と、画像の各部分との間における、画素値変化パターンおよび距離変化パターンの類似度、に基づいて、対象領域の抽出を行う領域分割部 (210) とを有する。

## 明 細 書

発明の名称 :

画像領域抽出装置、画像領域抽出方法、および画像領域抽出プログラム  
技術分野

[0001] 本発明は、画像から領域を抽出する画像領域抽出装置、画像領域抽出方法、および画像領域抽出プログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 画像から特定の領域を自動で抽出する技術は、医療分野、画像処理技術分野、生産管理分野、あるいは環境認識分野など、様々な分野で活用されている。画像セグメンテーション技術は、かかる技術の1つとして知られている（例えば、特許文献1、特許文献2、および非特許文献1参照）。

[0003] 特許文献1に記載の技術は、ユーザから、抽出の対象となる領域（以下「対象領域」という）を指定する領域（以下「指定領域」という）の指定を受け付ける。対象領域は、例えば、画像の前景部分である。指定領域は、例えば、ユーザが画像に対して行ったドラッグ操作の軌跡の部分である。そして、特許文献1に記載の技術は、指定領域と連続し、かつ、隣接する画素間での画素値の差分が所定の閾値以下となる範囲を、対象領域として抽出する。

[0004] 特許文献2に記載の技術は、指定領域との間での距離の差分が所定の閾値以下となる領域を、対象領域として抽出する。ここで、距離とは、カメラ視点などの基準位置から被写体までの距離成分である。

[0005] 非特許文献1に記載の技術は、グラフカット法と呼ばれる技術である。かかる技術は、指定領域との間における画素値成分および距離成分の類似性と、隣接画素間における画素値の連結性に基づいて、対象領域の抽出を行う。

[0006] これらの従来技術は、対象領域の全てを指定することなく、その一部を指定するだけで、画像から対象領域を抽出することを可能にする。

### 先行技術文献

## 特許文献

- [0007] 特許文献1 :特開2010\_79477号公報  
特許文献2 :特開2010-39999号公報

## 非特許文献

- [0008] 非特許文献1 :永橋知行、藤吉弘宣、金出武雄著、「平滑化処理の繰り返しによる画像セグメンテーションのためのグラフカット」、MIRU2007、2007年7月

## 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、上述の従来技術は、指定領域に基づいて対象領域を精度良く抽出することが難しいという課題を有する。理由は以下の通りである。
- [0010] 例えば、特許文献1に記載の技術は、内部における画素値の変化が大きい、あるいは、境界部分の画素値の変化が小さい対象領域を抽出することが困難である。なぜなら、特許文献1に記載の技術は、隣接する画素間での画素値の差分に基づいて、対象領域抽出を行うからである。
- [0011] また、特許文献2に記載の技術は、内部における距離の変化が大きい、あるいは、境界部分の距離の変化が小さい対象領域を抽出することが困難である。なぜなら、特許文献2に記載の技術は、指定領域との間での距離の差分に基づいて、対象領域抽出を行うからである。
- [0012] そして、非特許文献1に記載の技術は、対象部分と他の部分との間で画素値が類似しており、かつ、内部における距離の変化が大きい、あるいは、境界部分の距離の変化が小さい対象領域を抽出することが困難である。なぜなら、非特許文献1に記載の技術は、指定領域との間における画素値成分および距離成分の類似性と、隣接画素間における画素値の連結性に基づいて、対象領域抽出を行うからである。
- [0013] 例えば、緑色の地に花柄の壁紙の前に観葉植物が置かれている風景の画像があり、観葉植物が対象領域であるというケースが考えられる。このような

ケースにおいて、対象部分は、内部における画素値および距離の変化が大きく、境界部分の画素値および距離の変化が小さく、かつ、他の部分との間での画素値の差異は少ない。したがって、上述の従来技術では、対象領域である観葉植物を抽出することは難しい。

[0014] 本発明の目的は、指定領域に基づいて、対象領域を精度良く抽出することである。

### 課題を解決するための手段

[001 5] 本開示の画像領域抽出装置は、指定領域に基づいて画像から対象領域を抽出する画像領域抽出装置であって、前記画像の各部分の、画素値成分の空間変化の特徴である画素値変化パターン、および、基準位置から被写体までの距離成分の空間変化の特徴である距離変化パターンを取得する空間変化学習部と、前記指定領域と、前記画像の各部分との間における、前記画素値変化パターンおよび前記距離変化/《ターンの類似度に基づいて、前記対象領域の抽出を行う領域分割部とを有する。

[001 6] 本開示の画像領域抽出方法は、指定領域に基づいて画像から対象領域を抽出する画像領域抽出方法であって、前記画像の各部分の、画素値成分の空間変化の特徴である画素値変化パターン、および、基準位置から被写体までの距離成分の空間変化の特徴である距離変化パターンを取得するステップと、前記指定領域と、前記画像の各部分との間における、前記画素値変化パターンおよび前記距離変化/《ターンの類似度に基づいて、前記対象領域の抽出を行うステップとを有する。

[001 7] 本開示の画像領域抽出プログラムは、指定領域に基づいて画像から対象領域を抽出する画像領域抽出プログラムであって、コンピュータに、前記画像の各部分の、画素値成分の空間変化の特徴である画素値変化パターン、および、基準位置から被写体までの距離成分の空間変化の特徴である距離変化パターンを取得する処理と、前記指定領域と、前記画像の各部分との間における、前記画素値変化/《ターンの類似度に基づいて、前記対象領域の抽出を行う処理とを実行させる。

## 発明の効果

[001 8] 本開示によれば、指定領域に基づいて、対象領域を精度良く抽出することができる。

## 図面の簡単な説明

[001 9] [図1]本発明の実施の形態1に係る画像領域抽出装置の構成の一例を示すブロック図

[図2]本発明の実施の形態2に係る画像領域抽出装置の構成の一例を示すブロック図

[図3]本実施の形態2に係る画像領域抽出装置の動作の一例を示すフローチャート

[図4]本実施の形態2における入力画像の一例を示す図

[図5]本実施の形態2における距離画像の一例を示す図

[図6]本実施の形態2における画素値の空間変化の算出手法の一例を説明するための図

[図7]本発明の実施の形態2における画素値の空間変化の算出手法の他の例を説明するための図

[図8]本実施の形態2における指定領域の入力の様子の一例を示す図

[図9]本実施の形態2における指定領域学習処理の一例を示すフローチャート

[図10]本実施の形態2における画素値成分の空間変化および距離成分の空間変化の一例を示す図

[図11]本実施の形態2における対象領域分割処理の一例を示すフローチャート

[図12]本発明の実施の形態3に係る画像領域抽出装置の構成の一例を示すブロック図

[図13]本実施の形態3における重み決定テーブルの内容の一例を示す図

[図14]本実施の形態3における指定領域学習処理の一例を示すフローチャート

[図15]本実施の形態3における対象領域分割処理の一例を示すフローチャート

ト

## 発明を実施するための形態

- [0020] 以下、本発明の各実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。
- [0021] (実施の形態 1)
- 本発明の実施の形態 1 は、本発明の基本的態様の一例である。
- [0022] 図 1 は、本実施の形態に係る画像領域抽出装置の構成の一例を示すブロック図である。
- [0023] 図 1 において、画像領域抽出装置 100 は、指定領域に基づいて画像から対象領域を抽出する装置であり、空間変化学習部 180 および領域分割部 210 を含む。
- [0024] 空間変化学習部 180 は、画像の各部分の、画素値変化パターンおよび距離変化パターンを取得する。画素値変化パターンは、画素値成分の空間変化の特徴である。また、距離変化パターンは、基準位置から被写体までの距離成分の空間変化の特徴である。
- [0025] 領域分割部 210 は、指定領域と、画像の各部分との間における、画素値変化パターンおよび距離変化パターンの類似度に基づいて、対象領域の抽出を行う。
- [0026] 画像領域抽出装置 100 は、図示しないが、例えば、CPU (central processing unit)、制御プログラムを格納した ROM (read only memory) などの記憶媒体、および RAM (random access memory) などの作業用メモリを有する。この場合、上記した各部の機能は、CPU が制御プログラムを実行することにより実現される。
- [0027] このような画像領域抽出装置 100 は、指定領域と画像の各部分との間における、画素値変化/パターンおよび距離変化/パターンの類似度に基づいて、対象領域の抽出を行うことができる。
- [0028] 具体的には、例えば、対象領域が、内部における画素値および距離の変化が大きく、境界部分の画素値および距離の変化が小さく、かつ、他の部分との間での画素値の差異が少ない領域であったとする。画像領域抽出装置 100

0 は、このような対象領域についても、画素値変化パターンおよび距離変化パターンの類似度を用いるため、対象領域の抽出することが可能となる。すなわち、画像領域抽出装置 100 は、従来技術に比べて、指定領域に基づいて対象領域を精度良く抽出することができる。

[0029] (実施の形態 2)

本発明の実施の形態 2 は、本発明を、ステレオカメラを備えた装置に適用した場合の、具体的態様の一例である。

[0030] まず、本実施の形態にかかる画像領域抽出装置の構成について説明する。

[0031] 図 2 は、本実施の形態に係る画像領域抽出装置の構成の一例を示すブロック図である。

[0032] 図 2 において、画像領域抽出装置 100 は、画像から対象領域を抽出する装置である。画像領域抽出装置 100 は、ステレオ画像撮影部 110、画像表示部 120、ユーザ指示入力部 130、距離情報計算部 140、画素値・距離学習部 150、および画素値・距離データベース (DB) 160 を有する。また、画像領域抽出装置 100 は、空間変化計算部 170、空間変化学習部 180、空間変化データベース (DB) 190、スコア計算部 200、領域分割部 210、結果出力部 220 を有する。

[0033] ステレオ画像撮影部 110 は、ステレオ画像を入力する。具体的には、ステレオ画像撮影部 110 は、ステレオカメラ (図示せず) によりステレオ画像を取得する。そして、ステレオ画像撮影部 110 は、取得したステレオ画像の画像データ (以下、単に「ステレオ画像」という) を、画像表示部 120 および距離情報計算部 140 へ出力する。

[0034] なお、ステレオ画像は、左目画像および右目画像から成る。本実施の形態では、左目画像を領域抽出の対象とする場合について、説明する。この場合、ステレオ画像撮影部 110 は、画像表示部 120 へは、ステレオ画像のうち左目画像のみを出力するようにしてもよい。

[0035] 画像表示部 120 は、入力された左目画像のデータ (以下、単に「左目画像」という) に基づき、左目画像を画面に表示する。画像表示部 120 は、



例えば、液晶ディスプレイである。

- [0036] ユーザ指示入力部 130 は、ユーザから、指定領域の入力を受け付ける。ユーザ指示入力部 130 は、例えば、液晶ディスプレイに設けられたタッチパネル、あるいは、マウスなどの、ポインティングデバイスである。この場合、ユーザは、指もしくはスタイラスペンによるタッチパネルへの接触、あるいはマウスの操作などにより、左目画像の任意の領域を、指定領域として設定することができる。すなわち、本実施の形態において、指定領域とは、ユーザが左目画像に対して指定した領域である。そして、ユーザ指示入力部 130 は、指定領域を示す指定領域情報を、画素値・距離学習部 150 および空間変化計算部 170 へ出力する。
- [0037] 距離情報計算部 140 は、左目画像から、左目画像の各部分の、画素値成分および距離成分を取得する。より具体的には、距離情報計算部 140 は、入力されたステレオ画像から、画像マッチングなどにより、左目画像と右目画像との間の対応画素対を特定する。そして、距離情報計算部 140 は、対応画素対の視差から、ステレオ法などにより、左目画像の各位置（例えば各画素位置）の距離成分を、算出する。
- [0038] なお、ここで、画素値成分とは、画素が表示する色あるいは輝度、もしくは、色を示す色成分あるいは輝度を示す輝度成分である。また、距離成分とは、ステレオカメラの視点位置などの基準位置から被写体までの距離、もしくは、当該距離を示す距離成分である。また、ステレオ法とは、ステレオカメラの設置パラメータ（カメラパラメータ）を用いて、三角測量の原理により、対応画素対の視差から距離を算出する手法である。
- [0039] そして、距離情報計算部 140 は、取得した各部分の距離成分を示すデプス情報と、左目画像とを、画素値・距離学習部 150 および空間変化計算部 170 へ出力する。なお、距離情報計算部 140 は、各画素の距離成分を付加した左目画像を左目距離画像として生成し、これを出力してもよい。
- [0040] 画素値・距離学習部 150 は、入力された左目画像の各部分と、入力された指定領域情報が示す領域（指定領域）との間における、画素値成分および

距離成分の類似度を、算出する。

[0041] より具体的には、画素値・距離学習部 150 は、指定領域における画素値成分の平均および標準偏差と、指定領域における距離成分の平均および標準偏差とを、算出する。そして、画素値・距離学習部 150 は、算出結果を、指定領域情報として、画素値・距離データベース 160 に記憶させる。

[0042] そして、画素値・距離学習部 150 は、指定領域情報を用いて、左目画像の各部分について、上述の画素値成分の類似度および距離成分の類似度を、算出する。そして、画素値・距離学習部 150 は、算出した各部分の画素値成分の類似度および距離成分の類似度を、スコア計算部 200 へ出力する。

[0043] 画素値・距離データベース 160 は、上記指定領域情報を記憶する。

[0044] 空間変化計算部 170 は、左目画像の各部分について、画素値成分の空間変化および距離成分の空間変化を算出する。ここで、空間変化とは、2つ以上の連続する画素間における値の変化であり、例えば、変化量ベクトルで表される。そして、空間変化計算部 170 は、算出した各部分の画素値成分の空間変化および距離成分の空間変化と、指定領域情報とを、空間変化学習部 180 へ出力する。

[0045] なお、空間変化計算部 170 は、図 2 に示すように、画素値成分の空間変化を算出する画素値空間変化計算部 171 と、距離成分の空間変化を算出する距離空間変化計算部 172 とを有してもよい。

[0046] 空間変化学習部 180 は、左目画像の各部分の、画素値成分の空間変化の傾向である画素値変化パターンと、距離成分の空間変化の傾向である距離変化パターンとを、取得する。画素値変化パターンは、画素値成分の空間変化の特徴である。また、距離変化パターンは、基準位置から被写体までの距離成分の空間変化の特徴である。そして、空間変化学習部 180 は、左目画像の各部分と、入力された指定領域情報が示す領域（指定領域）との間における、画素値変化パターンおよび距離変化パターンの類似度を、算出する。

[0047] より具体的には、空間変化学習部 180 は、指定領域における画素値変化パターンの平均およびガウス分布における標準偏差と、指定領域における距

離変化パターンの平均およびガウス分布における標準偏差とを、算出する。

そして、空間変化学習部 180 は、算出結果を、指定領域空間変化情報として、空間変化データベース 190 に記憶させる。

[0048] そして、空間変化学習部 180 は、指定領域空間変化情報を用いて、左目画像の各部分について、上述の画素値変化パターンの類似度および距離変化パターンの類似度を、算出する。そして、画素値・距離学習部 150 は、算出した各部分の画素値変化パターンの類似度および距離変化パターンの類似度を、スコア計算部 200 へ出力する。

[0049] 空間変化データベース 190 は、上記指定領域空間変化情報を記憶する。

[0050] スコア計算部 200 は、左目画像の部分ごとに、入力された空間変化パターンの類似度と、画素値成分および距離成分の類似度とに基づいて、スコアを算出する。ここで、スコアとは、対象領域であることの尤もらしさを示す指標値であり、例えば、後述のエネルギー  $E(p)$  である。この場合は、より高いスコアほど、対象領域であることの尤もらしさがより高いことを示す。

[0051] 領域分割部 210 は、指定領域と左目画像の各部分との間における、画素値変化/《ターンの類似度》および距離変化/《ターンの類似度》(空間変化/《ターンの類似度》)、および、画素値成分および距離成分の類似度に基づいて、対象領域の抽出を行う。より具体的には、領域分割部 210 は、グラフカット法(非特許文献 1 参照)により、入力された各部分のスコアに基づいて、左目画像からの対象領域の抽出を行う。そして、領域分割部 210 は、対象領域の抽出の結果を、結果出力部 220 へ出力する。

[0052] 結果出力部 220 は、入力された対象領域の抽出の結果を示す情報を、出力する。より具体的には、結果出力部 220 は、左目画像のうちどの領域が対象領域として抽出されたかを画像で示す抽出結果情報を、画像表示部 120 へ出力する。抽出結果情報は、例えば、画像表示部 120 に対して、表示中の左目画像から対象領域のみを切り出して表示させたり、表示中の左目画像に対象領域を示す画像を重畳表示させるような情報である。あるいは、抽

出結果情報は、左目画像から対象領域のみを切り出した画像のデータである。

[0053] 画像領域抽出装置 100 は、図示しないが、例えば、CPU、制御プログラムを格納したROMなどの記憶媒体、およびRAMなどの作業用メモリを有する。この場合、上記した各部の機能は、CPUが制御プログラムを実行することにより実現される。

[0054] このような構成を有する画像領域抽出装置 100 は、指定領域と画像の各部分との間における、画素値変化/《ターンおよび距離変化/《ターンの類似度に基づいて、対象領域の抽出を行うことができる。

[0055] 例えば、対象領域が、内部における画素値および距離の変化が大きく、境界部分の画素値および距離の変化が小さく、かつ、他の部分との間での画素値の差異が少ない領域であったとする。画像領域抽出装置 100 は、このような対象部分についても、抽出することが可能となる。

[0056] すなわち、画像領域抽出装置 100 は、従来技術に比べて、指定領域に基づいて対象領域を精度良く抽出することができる。

[0057] また、画像領域抽出装置 100 は、ステレオ画像を利用して、画像の各部分の距離成分を取得することができる。すなわち、画像領域抽出装置 100 は、ステレオカメラを備えた装置に対する軽微な変更により、かかる装置に簡単に搭載することができる。例えば、画像領域抽出装置 100 は、ステレオカメラおよびタッチパネルを備えたスマートフォンに対して、アプリケーション・プログラムのダウンロードにより、容易に実現することができる。

[0058] また、画像領域抽出装置 100 は、ユーザが抽出を望む領域を精度良く抽出し、更に、抽出した領域をユーザに提示することができる。

[0059] 以上で、画像領域抽出装置 100 の構成についての説明を終える。

[0060] 次は、画像領域抽出装置 100 の動作について説明する。

[0061] 図3は、画像領域抽出装置 100 の動作の一例を示すフローチャートである。

[0062] まず、ステップS1000において、ステレオ画像撮影部110は、ステ

レオ画像を入力する。

[0063] そして、ステップS 2 0 0 0 において、距離情報計算部 1 4 0 は、左目画像の各部分（例えば、各画素）の距離成分を算出する。

[0064] 次は、距離成分の算出手法の一例について説明する。

[0065] 距離情報計算部 1 4 0 は、まず、左目画像と右目画像との間で画像マッチングを行い、左目画像の画素と右目画像の画素との組み合わせごとに、マッチングスコアを算出する。マッチングスコアは、左目画像の画素と右目画像の画素とが、同一の物体または背景部分を撮影していることの尤もらしさを示す値である。そして、距離情報計算部 1 4 0 は、左目画像の画素ごとに、マッチングスコアが最も高い右目画像の画素を特定し、特定された画素との組を、対応画素対に決定する。

[0066] 画像マッチングの手法としては、例えば、両画像をブロック化し、ブロック間の一致度を求める手法を用いることができる。この場合、かかる一致度に基づく値は、マッチングスコアとして用いることができる。ブロック間の一致度の評価手法は、例えば、輝度差の総和（S A D :Sum of Absolute Difference）、および、輝度値の2乗和（S S D :Sum of Squared Difference）が使用できる。また、ブロック間の一致度の評価手法としては、正規化互換相関（N C C :Normalized Cross-Correlation）が使用できる。

[0067] S A D、S S Dでは、評価値は正值であり、評価値が小さいほど一致度が高い。このため、マッチングスコアは、例えば評価値の逆数、あるいは、定数から評価値を引いた値を採用するなど、評価値が小さいほど高い値になるような関数で表現すればよい。N C Cでは、評価値は $-1$ ～ $1$ の値を取り、評価値が $1$ のときに一致度が最も高い。このため、評価値は、マッチングスコアとしてそのまま用いることが可能である。もちろん、例えば、マッチングスコアは、評価値の3乗値を採用するなど、評価値が高いほどより重みが大きくなるような関数を用いて表現してもよい。

[0068] そして、距離情報計算部 1 4 0 は、対応画素対ごとに視差を取得し、取得した視差とカメラパラメータとから、ステレオ法により、当該対応画素対の

距離を算出する。そして、距離情報計算部 140 は、算出した各対応画素対の距離を、当該対応画素対のうち、左目画像上の画素の位置の距離成分とする。

[0069] 図4は、ステレオ画像撮影部 110 が入力する左目画像の一例を示す図である。また、図5は、図4に示す左目画像の距離画像の一例を示す図である。

[0070] 図4に示す左目画像 311 は、カラー画像あるいはグレースケール画像である。左目画像 311 は、緑色の地に花柄の壁紙 312 の前に、観葉植物 313 およびボール 314 が置かれている風景の画像とする。

[0071] 図5において、距離画像 321 は、距離の遠近を濃淡で示したグレースケール画像である。ここでは、距離が近いほど、輝度を高く表現し、より白に近い色で表現している。距離画像 321 は、物体のもつテクスチャ情報とは無関係である。すなわち、図4に示すように、壁紙 312 に模様がある場合でも、図5に示すように、距離画像 321 の壁紙 312 の領域には、模様情報は反映されない。そして、その距離成分は、一様な値となる。

[0072] この場合、図4および図5から分かるように、観葉植物 313 の領域は、内部における画素値および距離の変化が大きく、他の部分（壁紙 312 およびボール 314 の領域）との境界部分における画素値および距離の変化が小さい。そして、観葉植物 313 の領域は、他の部分との間での画素値の差異が少ない。すなわち、上述の従来技術では、観葉植物 313 を抽出することは困難である。

[0073] そして、図3のステップ S3000 において、空間変化計算部 170 は、左目画像の各部分の画素値成分の空間変化および距離成分の空間変化を算出する。

[0074] 次は、画素値成分の空間変化および距離成分の空間変化の一例について説明する。

[0075] 図6は、画素値の空間変化の算出手法の一例を説明するための図である。また、図7は、画素値の空間変化の算出手法の他の例を説明するための図で

ある。

[0076] 図6および図7に示す各ブロック331は、左目画像における1画素を示す。なお、図6および図7では、注目画素から2画素分の距離までの画素のみを図示している。

[0077] ここでは、図6に示すように、中央の注目画素 $t$ を端点とする直線上の連続画素を、空間変化の表現に用いられる画素（以下「近傍画素」という）とする。この場合、近傍画素群は、例えば、注目画素 $t$ から近い順に、近傍画素 $t-1$ 、 $t-2$ 、 $\dots$ 、 $t-m$ と表現される。

[0078] また、図7に示すように、近傍画素は、注目画素 $t$ を端点とするのではなく、注目画素 $t$ を通過する直線上の連続画素を、近傍画素としてもよい。この場合、この場合、近傍画素群は、例えば、注目画素 $t$ から近い順に、近傍画素 $t-1$ 、 $t-2$ 、 $\dots$ 、 $t-m$ 、および、近傍画素 $t+1$ 、 $t+2$ 、 $\dots$ 、 $t+m$ と表現される。

[0079] 近傍画素群の並びの方向は、空間変化を見る方向である。図6に示すように、空間変化を見る方向は、例えば、右上がり斜め45度の方向332であつてもよいし、右水平方向333であつてもよい。また、空間変化を見る方向は、1方向であつてもよいし、複数の方向であつてもよい。空間変化計算部170は、空間変化を見る方向の数が少ないほど、処理負荷を低減することができ、空間変化を見る方向の数が多ければ、検出精度を向上させることができる。

[0080] また、例えば、空間変化計算部170は、指定領域が、ユーザのドラッグ操作により指定される場合、そのドラッグ操作が行われたラインの方向を、空間変化を見る方向としてもよい。

[0081] 本実施の形態では、一例として、近傍画素が $m$ 個であり、近傍画素が近傍画素 $t-1$ 、 $t-2$ 、 $\dots$ 、 $t-m$ と表現されるとする。この場合、空間変化計算部170は、以下の式(1)で表される変化量ベクトル $v_{comb}$ を、画素値成分および距離成分の空間変化として出力する。 $v_{col,r}$ は、画素値成分の空間変化を示す変化量ベクトルである。また、 $v_{dist}$ は、画素値成分の

空間変化を示す変化量ベクトルである。

[数1]

$$V_{\text{comb}}^m = \begin{pmatrix} V_{\text{color}}^m \\ V_{\text{dist}}^m \end{pmatrix} \quad \dots (1)$$

[0082] ただし、変化量ベクトル  $V_{\text{color}}$  は、以下の式 (2) および式 (4) を満たし、変化量ベクトル  $V_{\text{dist}}$  は、以下の式 (3) および式 (4) を満たす。なお、以下の説明において、画素値成分および距離成分は、 $p$  で表す。また、添え字の  $\text{color}$ 、 $\text{dist}$  は、それぞれ、画素値成分に関するパラメータ、距離成分に関するパラメータであることを示す。

[数2]

$$V_{\text{color}}^m = \{ d_{\text{color}}^{t-(m-1)}, d_{\text{color}}^{t-(m-2)}, \dots, d_{\text{color}}^t \} \quad \dots (2)$$

[数3]

$$V_{\text{dist}}^m = \{ d_{\text{dist}}^{t-(m-1)}, d_{\text{dist}}^{t-(m-2)}, \dots, d_{\text{dist}}^t \} \quad \dots (3)$$

[数4]

$$d^t = p_t - p_{t-1} \quad \dots (4)$$

[0083] そして、ステップ S4000 において、画像表示部 120 は、左目画像を表示する。そして、ユーザ指示入力部 130 は、ユーザから指定領域の入力を受け付ける。

[0084] 図8は、指定領域の入力の様子の一例を示す図であり、図4に対応するものである。ここでは、観葉植物 313 をユーザが対象領域として指定する場合を例示する。

[0085] 図8に示すように、ユーザは、タッチパネルにおいて、例えば、左目画像 311 のうち観葉植物 313 の領域内で、指 341 をドラッグさせる。ユーザ指示入力部 130 は、指 341 が接触した領域 342 を、指定領域として取得する。なお、ユーザが対象領域の中央付近でドラッグを行うことを想定して、ユーザ指示入力部 130 は、指 341 が接触した領域 342 から一定



範囲の幅を持たせ、より大きい領域を、対象領域として取得してもよい。

[0086] 対象領域の大きさは、大きいほうが、対象領域が持つより多くの情報を学習に利用できるからである。そして、このため、対象領域の大きさは、大きいほうが、指定領域の特徴が対象領域の特徴をより良く表すものとなり、対象領域の抽出精度が向上するからである。

[0087] なお、ステップS4000の処理は、ステップS3000の処理の前、あるいは、ステップS2000の処理の前に行われてもよい。

[0088] そして、ステップS5000において、画像領域抽出装置100は、指定領域学習処理を行う。指定領域学習処理は、画素値変化パターンおよび距離変化パターンを含む、指定領域の特徴を学習する処理である。

[0089] 図9は、指定領域学習処理（図3のステップS5000）の一例を示すフローチャートである。

[0090] まず、ステップS5100において、画素値・距離学習部150は、指定領域について、画素値成分の平均値および標準偏差と、距離成分の平均値および標準偏差とを、指定領域情報として算出する。そして、画素値・距離学習部150は、算出した指定領域情報を、画素値・距離データベース160に記憶させる。

[0091] 以下の説明において、指定領域における画素値成分の平均値および標準偏差は、それぞれ、バー付きの $P_{color}$ 、バー付きの $\sigma_{color}$ で表す。また、指定領域における距離成分の平均値および標準偏差は、それぞれ、バー付きの $P_{dist}$ 、バー付きの $\sigma_{dist}$ で表す。

[0092] なお、対象領域の内部には、画素値成分の空間変化の傾向あるいは距離成分の空間変化の傾向が、大きく変化する箇所が存在し得る。本実施の形態において、空間変化学習部180は、このような大きな変化を含めて、指定領域の画素値成分の空間変化の傾向あるいは距離成分の空間変化の傾向を抽出し、指定領域空間変化情報を生成する。

[0093] 図10は、画素値成分の空間変化および距離成分の空間変化の一例を示す図であり、図4、図5、および図8に対応するものである。

- [0094] 図 10 の左側には、左目画像 3 1 1 に指定領域 3 4 2 を重畳した画像と、距離画像 3 2 1 に指定領域 3 4 2 を重畳した画像とを示す。また、図 10 の右側には、指定領域 3 4 2 としてユーザが指定した軌跡と、画素値および距離との関係を示すグラフ 3 5 1、3 5 2 を示す。グラフ 3 5 1 において、横軸は、指定軌跡を示し、縦軸は、画素値成分を示す。グラフ 3 5 2 において、横軸は、指定軌跡を示し、縦軸は、距離成分を示す。
- [0095] 指定領域 3 4 2 の指定軌跡は、画面手前側に伸びた葉の区間 (1)、奥に位置する当該葉の根元の区間 (2)、更に奥に位置する別の葉の区間 (3)、鉢の土の区間 (4)、および鉢の縁の区間 (5) を含む。
- [0096] これらの区間の間において、グラフ 3 5 1、3 5 2 に示すように、画素値成分および距離成分の少なくとも一方の空間変化の度合い (傾き) は、大きく変化する。例えば、区間 (1) と区間 (2) との間において、画素値成分は、同様に緩やかに上昇しているが、距離成分は、急激な上昇に変化している。
- [0097] 例えば、区間 (1) と区間 (2) との間において、画素値成分の空間変化の仕方は、ほとんど変化していないが、距離成分の空間変化の仕方は、大きく変化している。すなわち、区間 (1) と区間 (2) との間において、距離が緩やかに小さくなる空間変化は、距離が急激に大きくなる空間変化に転じている。空間変化計算部 1 7 0 は、このような空間変化の急激な変化の傾向をも含めて、指定領域空間変化情報を生成する。
- [0098] そして、ステップ S 5 2 0 0 において、空間変化学習部 1 8 0 は、指定領域について、空間変化パターンの平均値および標準偏差を、指定領域空間変化情報として算出する。そして、空間変化学習部 1 8 0 は、算出した指定領域空間変化情報を、空間変化データベース 1 9 0 に記憶させて、図 3 の処理へ戻る。
- [0099] 図 3 のステップ S 6 0 0 0 において、画像領域抽出装置 1 0 0 は、対象領域分割処理を行う。対象領域分割処理は、画素値変化パターンおよび距離変化パターンを含む指定領域の特徴に基づいて、画像から対象画像を抽出する

処理である。

[01 00] 図 1 1 は、対象領域分割処理 (図 3 のステップ S 6 0 0 0) の一例を示すフローチャートである。

[01 01] まず、ステップ S 6 1 0 0 において、画素値・距離学習部 1 5 0 および空間変化学習部 1 8 0 は、左目画像の部分 (画素) を、1 つ選択する。なお、選択の対象となる領域は、画像のうち、指定領域を除いた領域であることが望ましい。また、画素値・距離学習部 1 5 0 および空間変化学習部 1 8 0 などの画素を選択するかは、スコア計算部 2 0 0 により制御されてもよい。

[01 02] そして、ステップ S 6 2 0 0 において、画素値・距離学習部 1 5 0 は、選択中の部分について、記憶されている指定領域情報を用いて、画素値スコアおよび距離スコアを算出する。ここで、画素値スコアは、選択中の部分と指定領域との間の画素値成分の類似度を示す指標値である。距離スコアは、選択中の部分と指定領域との間の距離成分の類似度を示す指標値である。

[01 03] 次は、画素値スコアおよび距離スコアの算出手法の一例について説明する。

[01 04] 画素値・距離学習部 1 5 0 は、単一ガウス分布を仮定した場合、例えば、以下の式 (5) を用いて、選択中の部分 (画素) の画素値成分に対する生起確率を、画素値スコア  $score(p_{color})$  として求める。また、画素値・距離学習部 1 5 0 は、例えば、以下の式 (6) を用いて、選択中の部分 (画素) の距離成分に対する生起確率を、画素値スコア  $score(p_{dist})$  として求める。

[数 5]

$$score(p_{color}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{color}} \exp\left(-\frac{(p_{color} - \bar{p}_{color})^2}{2\sigma_{color}^2}\right) \dots (5)$$

[数6]

$$\text{score}\{p_{\text{dist}}\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\text{dist}}} \exp\left(-\frac{(p_{\text{dist}} - \bar{p}_{\text{dist}})^2}{2\sigma_{\text{dist}}^2}\right) \dots (6)$$

[01 05] また、画素値・距離学習部 150 は、混合ガウス分布を仮定した場合、例えば、以下の式 (7) を用いて、選択中の部分 (画素) の画素値成分に対する生起確率を、画素値スコア  $\text{score}(p_{\text{color}})$  として求める。また、画素値・距離学習部 150 は、例えば、以下の式 (8) を用いて、選択中の部分 (画素) の距離成分に対する生起確率を、画素値スコア  $\text{score}(p_{\text{dist}})$  として求める。なお、ここで、 $N$  は、分布数を示し、 $D_n$  は、 $n$  番目のガウス分布を示す。

[数7]

$$\text{score}\{p_{\text{color}}\} = \sum_{n=1}^N P(D_n) \text{score}\{p_{\text{color}} | D_n\} \dots (7)$$

[数8]

$$\text{score}\{p_{\text{dist}}\} = \sum_{n=1}^N P(D_n) \text{score}\{p_{\text{dist}} | D_n\} \dots (8)$$

[01 06] 混合ガウス分布は、学習サンプルを複数のガウス分布の集合で表現したものである。したがって、混合ガウス分布の利用は、指定領域が、画素値が大きく異なる複数の色グループ、あるいは、距離が大きく異なる複数の距離グループを含む場合など、単一ガウス分布による表現が困難な場合に有効である。混合ガウス分布により得られる類似度は、各分布の生起確率および各分布における評価対象画素の類似度の積を、各分布について総和をとった値となる。

[01 07] そして、ステップ S 6300 において、空間変化学習部 180 は、選択中の部分について、記憶されている指定領域空間変化情報を用いて、空間変化パターンスコアを算出する。ここで、空間変化パターンスコアは、選択中の

部分と指定領域との間の、空間変化パターンの類似度を示す指標値である。  
画素値成分の空間変化と距離成分の空間変化との組は、以下、「画素値・距離空間変化」という。

[01 08] 次は、空間変化パターンスコアの算出手法の一例について説明する。

[01 09] 空間変化学習部 180 は、単一ガウス分布を仮定した場合、例えば、以下の式 (9) を用いて、選択中の部分 (画素) の画素値・距離空間変化に対する生起確率を、空間変化パターンスコア  $score(v_{comb})$  として求める。

[数 9]

$$score(v_{comb}^m) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{comb}^m} \exp\left(-\frac{(v_{comb}^m - v_{comb}^{-m})^2}{2\sigma_{comb}^m{}^2}\right) \dots (9)$$

[01 10] また、空間変化学習部 180 は、混合ガウス分布を仮定した場合、例えば、以下の式 (10) を用いて、選択中の部分 (画素) の画素値・距離空間変化に対する生起確率を、空間変化パターンスコア  $score(v_{comb})$  として求める。

[数 10]

$$score(v_{comb}^m) = \sum_{n=1}^N P(D_n) score(v_{comb}^m | D_n) \dots (10)$$

[01 11] そして、ステップ S6400 において、スコア計算部 200 は、左目画像のうち、選択の対象となる領域の全てを処理したか否かを判断する。スコア計算部 200 は、全てを処理していない場合 (S6400 : NO)、ステップ S6100 へ戻る。また、スコア計算部 200 は、全てを処理した場合 (S6400 : YES)、ステップ S6500 へ進む。

[01 12] ステップ S6500 において、スコア計算部 200 は、計算された各部分の、画素値スコア  $score(p_{c.o.r})$ 、画素値スコア  $score(p_{dis})$ 、および空間変化パターンスコア  $score(v_{comb})$  を取得する。領域

分割部 210 は、スコア計算部 200 により取得された画素値スコア  $score(p_{color}, \dots)$ 、画素値スコア  $score(p_{dist})$ 、および空間変化パターンスコア  $score(v_{comb})$  に基づいて、左目画像からの対象画像の抽出を行う。そして、領域分割部 210 は、図 3 の処理へ戻る。

[01 13] 次は、対象画像の抽出手法の一例について説明する。

[01 14] 領域分割部 210 は、グラフカット手法により、スコアを最適化する画素の組み合わせを得ることで領域分割を行う。より具体的には、領域分割部 210 は、以下の式 (11) で表されるエネルギー  $E(p)$  が最小となるような、左目画像の二分割線を求める。エネルギー  $E(p)$  は、つまり、対象領域であることの尤もらしさを示す指標値としてのスコアである。エネルギー  $E(p)$  を最小化する方法としては、例えば、最大流最小カット定理を用いることができる。なお、 $\lambda$  は、所定のパラメータ係数である。

[数 11]

$$E(p) = \lambda \sum_{p \in \text{Image}} g(X_{color}, X_{dist}) + \sum_{p \in \text{Image}} h(X_{color}, X_{dist}, m) \dots (11)$$

[01 15] ここで、 $g(X_{color}, X_{dist})$  は、以下の式 (12) で表される。また、 $h(X_{color}, X_{dist}, m)$  は、以下の式 (13) で表される。

[数 12]

$$g(X_{color}, X_{dist}) = score(p_{color}) + score(p_{dist}) \dots (12)$$

[数 13]

$$h(X_{color}, X_{dist}, m) = score(v_{comb}^m) \dots (13)$$

[01 16] 式 (11) において、1 つ目の項は、指定領域と他の部分との間の類似度など、画像中の各画素値に依存する値である。そして、2 つ目の項は、隣接画素間の画素値差など、隣接画素間の値の変化に依存する値である。この点、本実施の形態におけるグラフカット手法は、従来のグラフカット手法と同一である。また、エネルギー計算式は、式 (11) に示すように従来のダラ

フカットの定式と同じ形式となっているため、グラフカット法と同じ方法で領域分割を行うことができる。

[01 17]     ところが、従来のグラフカット手法のエネルギー計算式では、2つ目の項の値は、隣接画素間の画素値差など隣接画素間の値の変化が小さいほど、小さくなる。これに対し、本実施の形態におけるエネルギー計算法では、2つ目の項の値は、指定領域と他の部分との間で空間変化のパターンが類似しているほど、大きくなる。したがって、本実施の形態においてグラフカット手法により得られる効果は、従来のグラフカット手法とは異なる。

[01 18]     そして、図3のステップS7000において、結果出力部220は、対象領域の抽出結果を示す抽出結果情報（対象領域分割処理の結果）を出力する。

[01 19]     そして、ステップS8000において、ステレオ画像撮影部110は、ユーザ操作などにより処理の終了を指示されたか否かを判断する。ステレオ画像撮影部110は、処理の終了を指示されていない場合（S8000：NO）、ステップS1000へ戻る。また、ステレオ画像撮影部110は、処理の終了を指示された場合（S8000：YES）、一連の処理を終了する。

[01 20]     このような動作により、画像領域抽出装置100は、指定領域と画像の各部分との間における、画素値変化/《ターンおよび距離変化/《ターンの類似度に基づいて、対象領域の抽出を行うことができる。

[01 21]     以上で、画像領域抽出装置100の動作についての説明を終える。

[01 22]     以上のように、本実施の形態に係る画像領域抽出装置100は、指定領域と画像の各部分との間における、画素値変化/《ターンおよび距離変化/《ターンの類似度に基づいて、対象領域の抽出を行う。これにより、画像領域抽出装置100は、従来技術に比べて、指定領域に基づいて対象領域を精度良く抽出することができる。

[01 23]     （実施の形態3）

本発明の実施の形態3は、画素値成分の類似度および距離成分の類似度に対して、それぞれの対象領域の特徴に対する寄与度に応じた重み付けを行う

ようにした例である。

[01 24] 図 1 2 は、本実施の形態に係る画像領域抽出装置の構成の一例を示すブロック図であり、実施の形態 2 の図 2 に対応するものである。図 2 と同一部分には、同一符号を付し、これについての説明を省略する。

[01 25] 図 1 2 において、画像領域抽出装置 1 0 0 a は、図 2 の構成に加えて、分布計算部 2 3 0 a、画素値・距離重み計算部 2 4 0 a、および画素値・距離データベース (DB) 2 5 0 a を更に有する。また、画像領域抽出装置 1 0 0 a は、図 2 のスコア計算部 2 0 0 および領域分割部 2 1 0 に代えて、スコア計算部 2 0 0 a および領域分割部 2 1 0 a を有する。

[01 26] なお、本実施の形態において、距離情報計算部 1 4 0 は、デプス情報および左目画像を、分布計算部 2 3 0 a へも出力する。また、ユーザ指示入力部 1 3 0 は、指定領域情報を、分布計算部 2 3 0 a へも出力する。

[01 27] 分布計算部 2 3 0 a は、指定領域における、画素値成分の分布および距離成分の分布を取得する。本実施の形態において、画素値成分の分布は、画素値成分のガウス分布の分散を含む。また、距離成分の分布は、距離成分のガウス分布の分散を含むものとする。そして、分布計算部 2 3 0 a は、取得した画素値成分の分布および距離成分の分布を、画素値・距離重み計算部 2 4 0 a へ出力する。

[01 28] なお、分布計算部 2 3 0 a は、図 1 2 に示すように、画素値成分の分布を算出する画素値分布計算部 2 3 1 a と、距離成分の分布を算出する距離分布計算部 2 3 2 a を有してもよい。

[01 29] 画素値・距離重み計算部 2 4 0 a は、入力された画素値成分の分布から、指定領域の画素値成分の特徴の、対象領域の特徴に対する寄与度を、画素値情報係数 (第 1 の重み)  $\alpha$  として決定する。また、画素値・距離重み計算部 2 4 0 a は、入力された距離成分の分布から、指定領域の距離成分の特徴の対象領域の特徴に対する寄与度を、距離情報係数 (第 2 の重み)  $\beta$  として決定する。

[01 30] より具体的には、画素値・距離重み計算部 2 4 0 a は、画素値成分の分散



が高いほど、画素値情報係数  $\alpha$  をより低く決定し、距離成分の分散が高いほど、距離情報係数  $\beta$  をより低く決定する。これは、分散が高い成分ほど、情報の均一性が高く、対象領域の特徴に対する寄与度が低いと考えられるからである。

[01 31] そして、画素値・距離重み計算部 2 4 0 a は、決定した画素値情報係数  $\alpha$  および距離情報係数  $\beta$  を、画素値・距離データベース 2 5 0 a に記憶させる。

[01 32] 画素値・距離重み計算部 2 4 0 a は、例えば、画素値成分の分散と画素値情報係数  $\alpha$ 、および、距離成分の分散と距離情報係数  $\beta$  をそれぞれ対応付けた、重み決定テーブルを予め有している。この場合、画素値・距離重み計算部 2 4 0 a は、重み決定テーブルを参照して、指定領域ごとに、画素値情報係数  $\alpha$  および距離情報係数  $\beta$  を決定する。

[01 33] 図 1 3 は、重み決定テーブルの内容の一例を示す図である。

[01 34] 図 1 3 に示すように、重み決定テーブル 3 6 0 は、距離成分の分散 3 6 1 と画素値成分の分散 3 6 2 との組み合わせごとに、画素値情報係数 ( $\alpha$ ) 3 6 3 および距離情報係数 ( $\beta$ ) 3 6 4 を記述している。

[01 35] 画素値・距離データベース 2 5 0 a は、上記画素値情報係数  $\alpha$  および距離情報係数  $\beta$  を記憶する。

[01 36] スコア計算部 2 0 0 a は、実施の形態 2 のスコア計算部 2 0 0 と同様の機能を有する。ただし、スコア計算部 2 0 0 a は、画素値成分の類似度 (画素値スコア) に画素値情報係数  $\alpha$  を掛けた値と、距離成分の類似度 (距離スコア) に距離情報係数  $\beta$  を掛けた値とを、加算して得られる値に基づいて、スコアを算出する。

[01 37] 領域分割部 2 1 0 a は、実施の形態 2 の領域分割部 2 1 0 と同様の機能を有する。ただし、領域分割部 2 1 0 a は、画素値情報係数  $\alpha$  および距離情報係数  $\beta$  を適用して得られるスコアに基づいて、対象領域の抽出を行う。

[01 38] 図 1 4 は、本実施の形態における指定領域学習処理 (図 3 のステップ S 5 0 0 0) の一例を示すフローチャートであり、実施の形態 2 の図 9 に対応す

るものである。図 9 と同一部分には、同一ステップ番号を付し、これについての説明を省略する。

[0139] ステップ S 5 3 0 0 a において、分布計算部 2 3 0 a は、指定領域について、画素値成分の分散および距離成分の分散を算出する。

[0140] そして、ステップ S 5 4 0 0 a において、画素値・距離重み計算部 2 4 0 a は、画素値成分の分散および距離成分の分散から、画素値情報係数  $\alpha$  および距離情報係数  $\beta$  を決定する。そして、画素値・距離重み計算部 2 4 0 a は、決定した画素値情報係数  $\alpha$  および距離情報係数  $\beta$  を、画素値・距離データベース 2 5 0 a に記憶させる。

[0141] 図 15 は、本実施の形態における対象領域分割処理（図 3 のステップ S 6 0 0 0）の一例を示すフローチャートであり、実施の形態 2 の図 11 に対応するものである。図 11 と同一部分には同一ステップ番号を付し、これについての説明を省略する。

[0142] ステップ S 6 5 0 0 a において、領域分割部 2 1 0 a は、画素値情報係数  $\alpha$  および距離情報係数  $\beta$  を適用して得られるスコアに基づいて、対象領域の抽出を行う。より具体的には、領域分割部 2 1 0 a は、例えば、以下の式（14）を用いて、式（11）に示したエネルギー計算式の 1 つ目の項の  $g(x_{color}, x_{dist})$  を計算する。

[数 14]

$$g(x_{color}, x_{dist}) = \alpha \cdot \text{score}(p_{color}) + \beta \cdot \text{score}(p_{dist}) \quad \dots (14)$$

[0143] そして、領域分割部 2 1 0 a は、実施の形態 2 と同様に、式（11）で表されるエネルギー  $E(p)$  が最小となるような、左目画像の二分割線を求める。エネルギー  $E(p)$  は、上述の通り、対象領域であることの尤もらしさを示す指標値としてのスコアである。

[0144] このように、本実施の形態に係る画像領域抽出装置 1 0 0 a は、画素値成分の類似度および距離成分の類似度に対して、それぞれの対象領域の特徴に対する寄与度に応じた重み付けを行ってスコアを算出する。そして、本実施の形態に係る画像領域抽出装置 1 0 0 a は、このようにして算出したスコア

に基づいて、対象領域の抽出を行う。すなわち、画像領域抽出装置 100a は、指定領域における画素値成分および距離成分の分布のばらつきに応じて、画素値成分の類似度および距離成分の類似度に対する重み付けを動的に変更させることができる。

[0145] 類似度に対する重み付けは、例えば、指定領域内の距離成分の分散および画素値成分（色成分）の分散の両方が小さい場合、いずれの成分も対象領域の特徴に対する寄与度は高い。したがって、指定領域内の距離成分の分散および画素値成分の分散の両方が小さい場合は、いずれかの成分に偏重させる必要性は低い。

[0146] 一方、例えば、画素値成分の分散が大きい場合、画素値成分については、対象領域の特徴に対する寄与度は低く、指定領域との間の類似度が大きくばらつく可能性が高くなる。このような場合は、安定した類似度が得られる距離成分の類似度に対する重みを大きくすることにより、画素値成分の変動による影響を抑えることができ、領域抽出の安定性を向上させることができる。逆に、距離成分の分散が大きい場合は、同様に、画素成分の類似度に対する重みを大きくすることにより、距離成分の変動による影響を抑えることができ、領域抽出の安定性を向上させることができる。

[0147] したがって、本実施の形態に係る画像領域抽出装置 100a では、領域分割の安定性・精度の向上が期待できる。

[0148] なお、指定画像における距離成分の分散および画素値成分の分散が一定であるような場合、画素値情報係数  $\alpha$  および距離情報係数  $\beta$  は、固定値であってもよい。また、画素値情報係数  $\alpha$  および距離情報係数  $\beta$  は、ユーザ指定など、別の手段により決定されてもよい。

[0149] また、本実施の形態では、画素値成分の類似度および距離成分の類似度に対して重み付けを行う例について説明した。同様に、画像領域抽出装置 100a は、画素値空間パターンの類似度および距離空間パターンの類似度に対して、重み付けを行ってもよい。この重み付けは、画素値成分の類似度および距離成分の類似度に対する重み付けと独立して行われてもよいし、画素値

成分の類似度および距離成分の類似度に対する重み付けと対応する値で行われてもよい。

[0150] なお、以上説明した実施の形態2および実施の形態3では、ステレオ画像からステレオ法により各部分の距離成分を取得する例について説明したが、距離成分の取得手法は、これに限定されない。例えば、画像領域抽出装置は、無線信号による測距を行うことにより、距離成分を取得してもよい。

[0151] また、画像領域抽出装置は、類似度の算出を、画素ごとに行ってもよいし、複数の画素から成る小領域ごとに行ってもよい。

[0152] 以上のように、本開示の画像領域抽出装置は、指定領域に基づいて画像から対象領域を抽出する画像領域抽出装置であって、前記画像の各部分の、画素値成分の空間変化の特徴である画素値変化パターン、および、基準位置から被写体までの距離成分の空間変化の特徴である距離変化パターンを取得する空間変化学習部と、前記指定領域と、前記画像の各部分との間における、前記画素値変化/《ターンおよび前記距離変化/《ターンの類似度、に基づいて、前記対象領域の抽出を行う領域分割部とを有する。

[0153] また、上記画像領域抽出装置において、前記領域分割部は、前記指定領域と前記画像の各部分との間における、前記画素値成分および前記距離成分の類似度に基づいて、前記対象領域の抽出を行ってもよい。

[0154] また、上記画像領域抽出装置は、前記画像から、前記画像の各部分の、前記画素値成分および前記距離成分を取得する距離情報計算部と、前記画素値成分および前記距離成分の類似度を算出する画素値・距離学習部と、前記画素値成分の空間変化および前記距離成分の空間変化を算出する空間変化計算部とを更に有し、前記空間変化学習部は、前記画素値変化パターンおよび前記距離変化/《ターンの類似度を算出してもよい。

[0155] また、上記画像領域抽出装置は、前記画像の部分ごとに、前記空間変化パターンの類似度と、前記画素値成分および前記距離成分の類似度とに基づいて、前記対象領域であることの尤もらしさを示すスコアを算出するスコア計算部を更に有し、前記領域分割部は、前記スコアに基づいて、前記対象領域

の抽出を行ってもよい。

[01 56] また、上記画像領域抽出装置において、前記画素値・距離学習部は、前記指定領域と前記画像の各部分との間における、前記画素値成分の類似度および前記距離成分の類似度を算出し、前記スコア計算部は、前記画素値成分の類似度に第1の重みを掛けた値と、前記距離成分の類似度に第2の重みを掛けた値とを加算して得られる値に基づいて、前記スコアを算出してもよい。

[01 57] また、上記画像領域抽出装置は、前記指定領域における、前記画素値成分の分布および前記距離成分の分布を取得する分布計算部と、前記画素値成分の分布から、前記指定領域の画素値成分の特徴の前記対象領域の特徴に対する寄与度を、前記第1の重みとして決定し、前記距離成分の分布から、前記指定領域の距離成分の特徴の前記対象領域の特徴に対する寄与度を、前記第2の重みとして決定する画素値・距離重み計算部とを更に有してもよい。

[01 58] また、上記画像領域抽出装置において、前記画素値成分の分布は、画素値成分の分散を含み、前記距離成分の分布は、距離成分の分散を含み、前記画素値・距離重み計算部は、前記画素値成分の分散が高いほど、前記第1の重みをより低く決定し、前記距離成分の分散が高いほど、前記第2の重みをより低く決定してもよい。

[01 59] また、上記画像領域抽出装置において、前記画素値・距離学習部は、前記指定領域における前記画素値成分の平均および標準偏差を用いて、前記画素値成分の類似度を算出し、前記指定領域における前記距離成分の平均および標準偏差を用いて、前記距離成分の類似度を算出し、前記空間変化学習部は、前記指定領域における前記画素値変化パターンの平均および標準偏差を用いて、前記画素値変化パターンの類似度を算出し、前記指定領域における前記距離変化/《ターンの平均および標準偏差を用いて、前記距離変化/《ターンの類似度を算出してもよい。

[01 60] また、上記画像領域抽出装置は、前記画像を含むステレオ画像を入力するステレオ画像撮影部と、前記ステレオ画像から、前記画像の各位置について前記距離を算出する距離情報計算部と、前記画像を画面に表示する画像表示

部と、ユーザから前記指定領域の入力を受け付けるユーザ指示入力部と、前記対象領域の抽出の結果を示す情報を出力する結果出力部とを有してもよい。

[01 61] 本開示の画像領域抽出方法は、指定領域に基づいて画像から対象領域を抽出する画像領域抽出方法であって、前記画像の各部分の、画素値成分の空間変化の特徴である画素値変化パターン、および、基準位置から被写体までの距離成分の空間変化の特徴である距離変化パターンを取得するステップと、前記指定領域と、前記画像の各部分との間における、前記画素値変化パターンおよび前記距離変化/《ターンの類似度に基づいて、前記対象領域の抽出を行うステップとを有してもよい。

[01 62] 本開示の画像領域抽出プログラムは、指定領域に基づいて画像から対象領域を抽出する画像領域抽出プログラムであって、コンピュータに、前記画像の各部分の、画素値成分の空間変化の特徴である画素値変化パターン、および、基準位置から被写体までの距離成分の空間変化の特徴である距離変化パターンを取得する処理と、前記指定領域と、前記画像の各部分との間における、前記画素値変化/《ターンおよび前記距離変化/《ターンの類似度に基づいて、前記対象領域の抽出を行う処理とを実行させる。

[01 63] 2011年12月16日出願の特願2011-275877の日本出願に含まれる明細書、図面および要約書の開示内容は、すべて本願に援用される。

#### 産業上の利用可能性

[01 64] 本発明は、指定領域に基づいて対象領域を精度良く抽出することができる、画像領域抽出装置、画像領域抽出方法、および画像領域抽出プログラムとして有用である。例えば、本発明は、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、スマートフォン、タブレット型情報処理端末など、画像処理を行う各種の装置に適用することができる。

#### 符号の説明

[01 65] 100、100a 画像領域抽出装置

- 110 ステレオ画像撮影部
- 120 画像表示部
- 130 ユーザ指示入力部
- 140 距離情報計算部
- 150 画素値・距離学習部
- 160 画素値・距離データベース
- 170 空間変化計算部
- 180 空間変化学習部
- 190 空間変化データベース
- 200、200a スコア計算部
- 210、210a 領域分割部
- 220 結果出力部
- 230a 分布計算部
- 240a 画素値・距離重み計算部
- 250a 画素値・距離データベース

## 請求の範囲

[請求項 1] 指定領域に基づいて画像から対象領域を抽出する画像領域抽出装置であって、

前記画像の各部分の、画素値成分の空間変化の特徴である画素値変化パターン、および、基準位置から被写体までの距離成分の空間変化の特徴である距離変化パターン、を取得する空間変化学習部と、

前記指定領域と、前記画像の各部分との間における、前記画素値変化パターンおよび前記距離変化パターンの類似度、に基づいて、前記対象領域の抽出を行う領域分割部と、を有する、

画像領域抽出装置。

[請求項 2] 前記領域分割部は、

前記指定領域と前記画像の各部分との間における、前記画素値成分および前記距離成分の類似度、に基づいて、前記対象領域の抽出を行う、

請求項 1 記載の画像領域抽出装置。

[請求項 3] 前記画像から、前記画像の各部分の、前記画素値成分および前記距離成分を取得する距離情報計算部と、

前記画素値成分および前記距離成分の類似度を算出する画素値・距離学習部と、

前記画素値成分の空間変化および前記距離成分の空間変化を算出する空間変化計算部と、を更に有し、

前記空間変化学習部は、

前記画素値変化パターンおよび前記距離変化/《ターンの類似度を算出する、

請求項 2 記載の画像領域抽出装置。

[請求項 4] 前記画像の部分ごとに、前記空間変化パターンの類似度と、前記画素値成分および前記距離成分の類似度と、に基づいて、前記対象領域であることの尤もらしさを示すスコアを算出するスコア計算部、を更



に有し、

前記領域分割部は、

前記スコアに基づいて、前記対象領域の抽出を行う、

請求項 3 記載の画像領域抽出装置。

[請求項 5]

前記画素値・距離学習部は、

前記指定領域と前記画像の各部分との間における、前記画素値成分の類似度および前記距離成分の類似度を算出し、

前記スコア計算部は、

前記画素値成分の類似度に第 1 の重みを掛けた値と、前記距離成分の類似度に第 2 の重みを掛けた値と、を加算して得られる値に基づいて、前記スコアを算出する、

請求項 4 記載の画像領域抽出装置。

[請求項 6]

前記指定領域における、前記画素値成分の分布および前記距離成分の分布を取得する分布計算部と、

前記画素値成分の分布から、前記指定領域の画素値成分の特徴の前記対象領域の特徴に対する寄与度を、前記第 1 の重みとして決定し、前記距離成分の分布から、前記指定領域の距離成分の特徴の前記対象領域の特徴に対する寄与度を、前記第 2 の重みとして決定する画素値・距離重み計算部と、を更に有する、

請求項 5 記載の画像領域抽出装置。

[請求項 7]

前記画素値成分の分布は、画素値成分の分散を含み、前記距離成分の分布は、距離成分の分散を含み、

前記画素値・距離重み計算部は、

前記画素値成分の分散が高いほど、前記第 1 の重みをより低く決定し、前記距離成分の分散が高いほど、前記第 2 の重みをより低く決定する、

請求項 6 記載の画像領域抽出装置。

[請求項 8]

前記画素値・距離学習部は、

前記指定領域における前記画素値成分の平均および標準偏差を用いて、前記画素値成分の類似度を算出し、前記指定領域における前記距離成分の平均および標準偏差を用いて、前記距離成分の類似度を算出し、

前記空間変化学習部は、

前記指定領域における前記画素値変化ノ《ターンの平均および標準偏差を用いて、前記画素値変化パターンの類似度を算出し、前記指定領域における前記距離変化ノ《ターンの平均および標準偏差を用いて、前記距離変化ノ《ターンの類似度を算出する、

請求項 7 記載の画像領域抽出装置。

[請求項 9]

前記画像を含むステレオ画像を入力するステレオ画像撮影部と、  
前記ステレオ画像から、前記画像の各位置について前記距離を算出する距離情報計算部と、  
前記画像を画面に表示する画像表示部と、  
ユーザから前記指定領域の入力を受け付けるユーザ指示入力部と、  
前記対象領域の抽出の結果を示す情報を出力する結果出力部と、を有する、

請求項 8 記載の画像領域抽出装置。

[請求項 10]

指定領域に基づいて画像から対象領域を抽出する画像領域抽出方法であって、

前記画像の各部分の、画素値成分の空間変化の特徴である画素値変化パターン、および、基準位置から被写体までの距離成分の空間変化の特徴である距離変化ノ《ターン、を取得するステップと、

前記指定領域と、前記画像の各部分との間における、前記画素値変化パターンおよび前記距離変化パターンの類似度、に基づいて、前記対象領域の抽出を行うステップと、を有する、

画像領域抽出方法。

[請求項 11]

指定領域に基づいて画像から対象領域を抽出する画像領域抽出プロ

グラムであって、

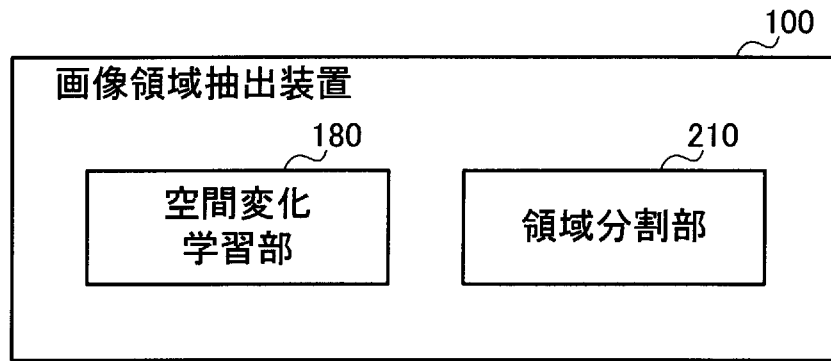
コンピュータに、

前記画像の各部分の、画素値成分の空間変化の特徴である画素値変化パターン、および、基準位置から被写体までの距離成分の空間変化の特徴である距離変化パターン、を取得する処理と、

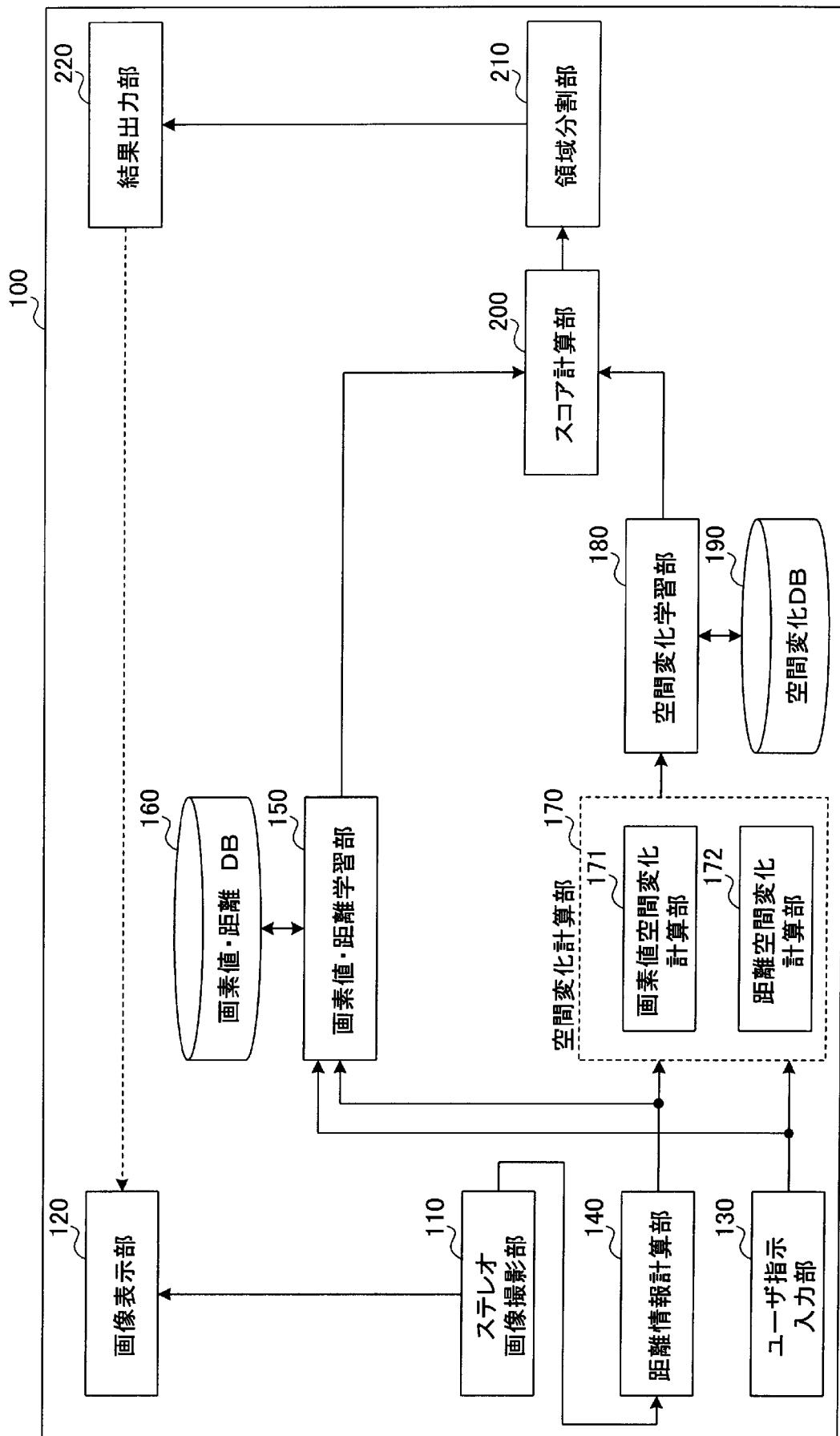
前記指定領域と、前記画像の各部分との間における、前記画素値変化パターンおよび前記距離変化パターンの類似度、に基づいて、前記対象領域の抽出を行う処理と、を実行させる、

画像領域抽出プログラム。

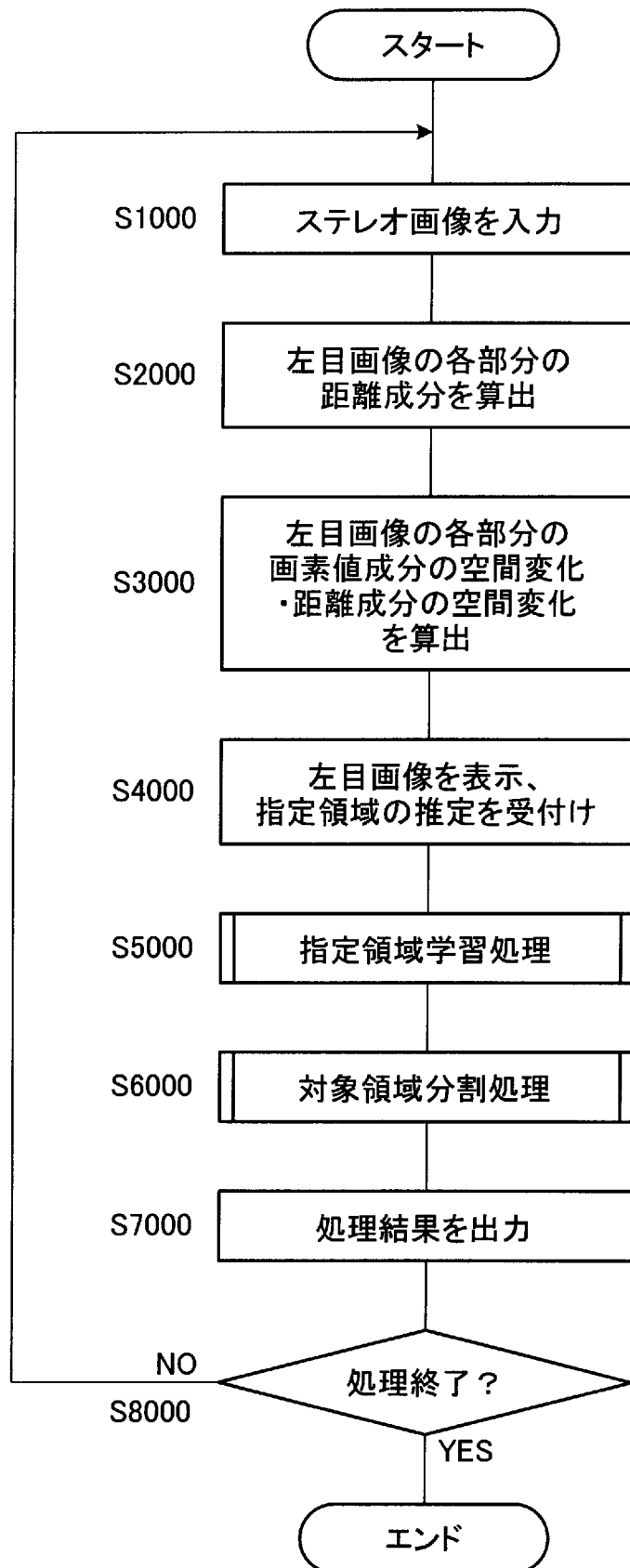
[図1]



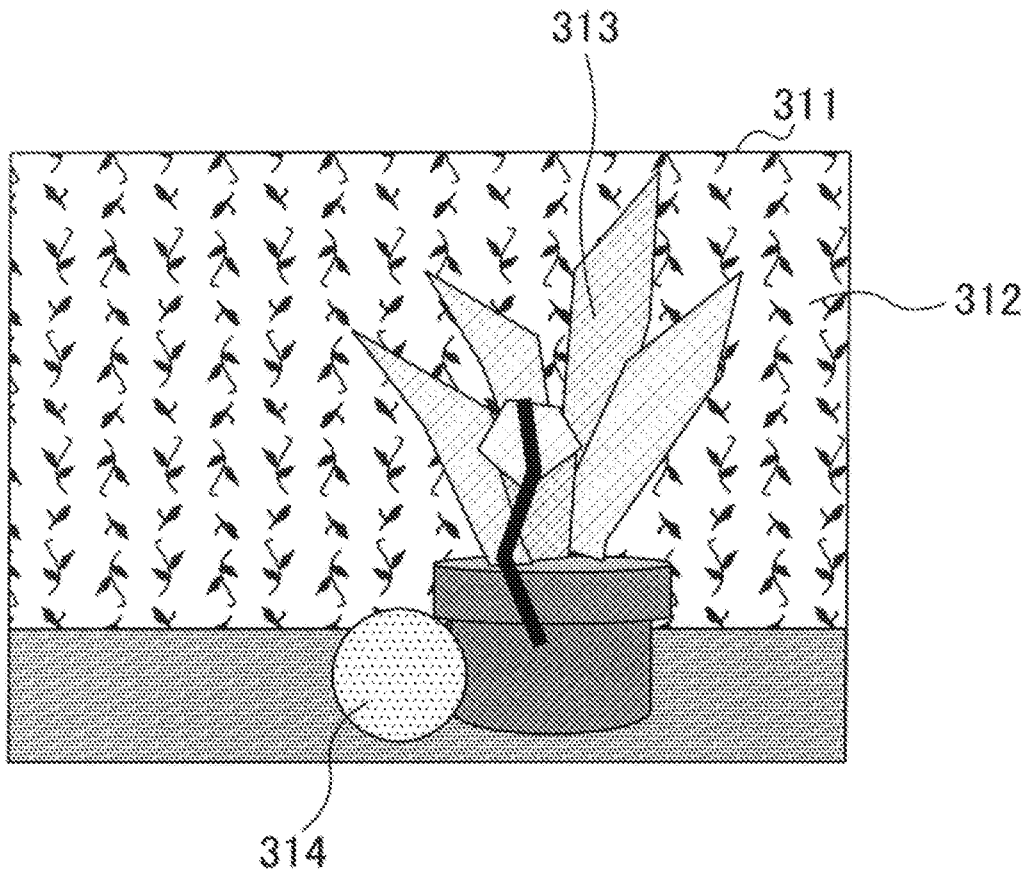
[図2]



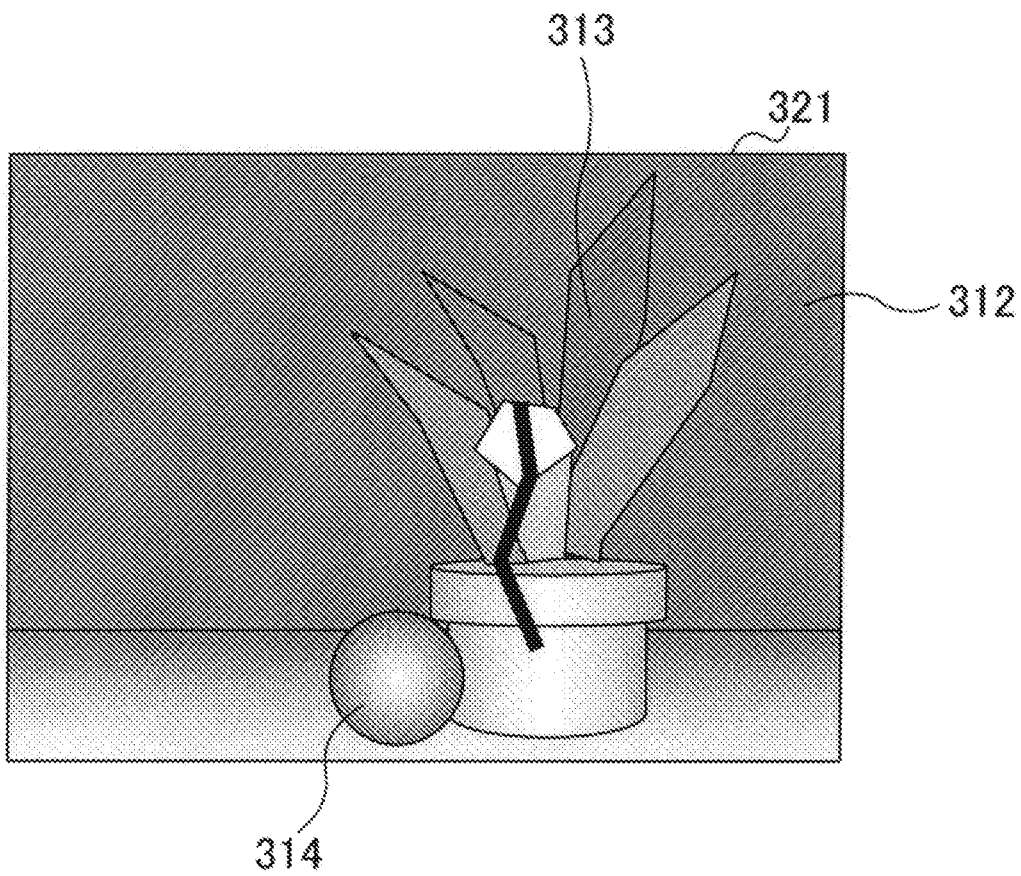
[図3]



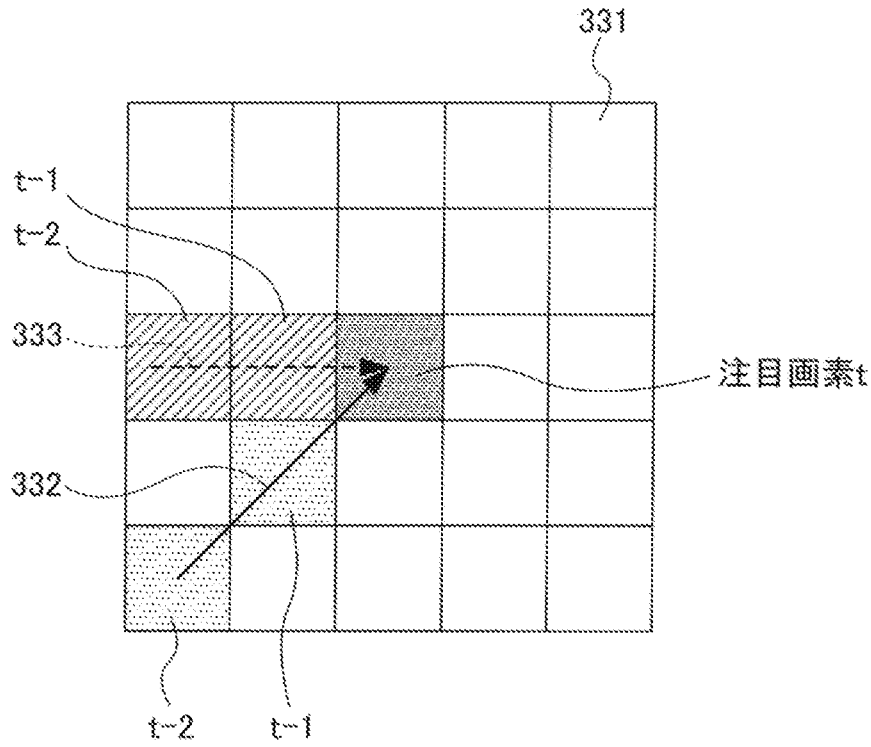
[図4]



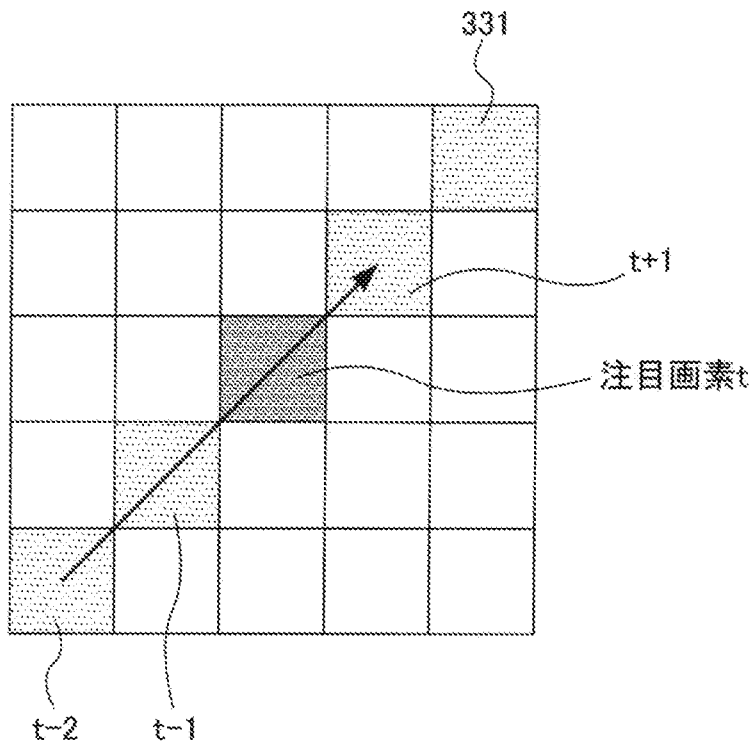
[図5]



[図6]

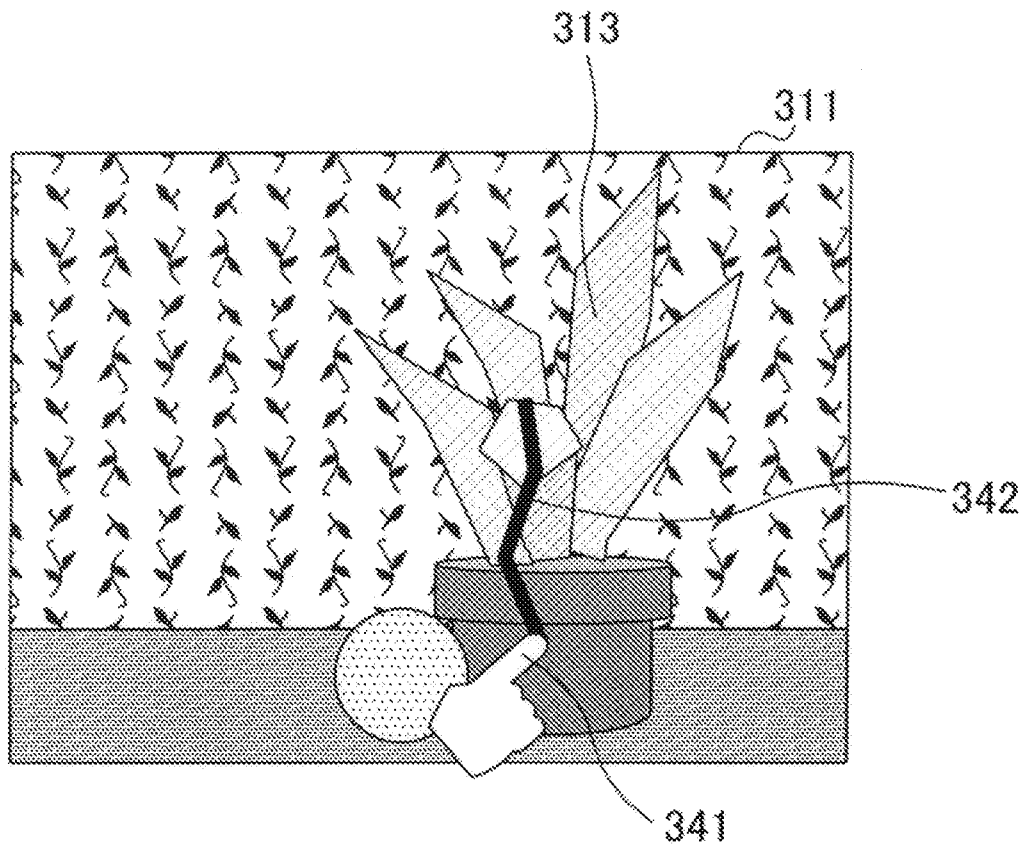


[図7]

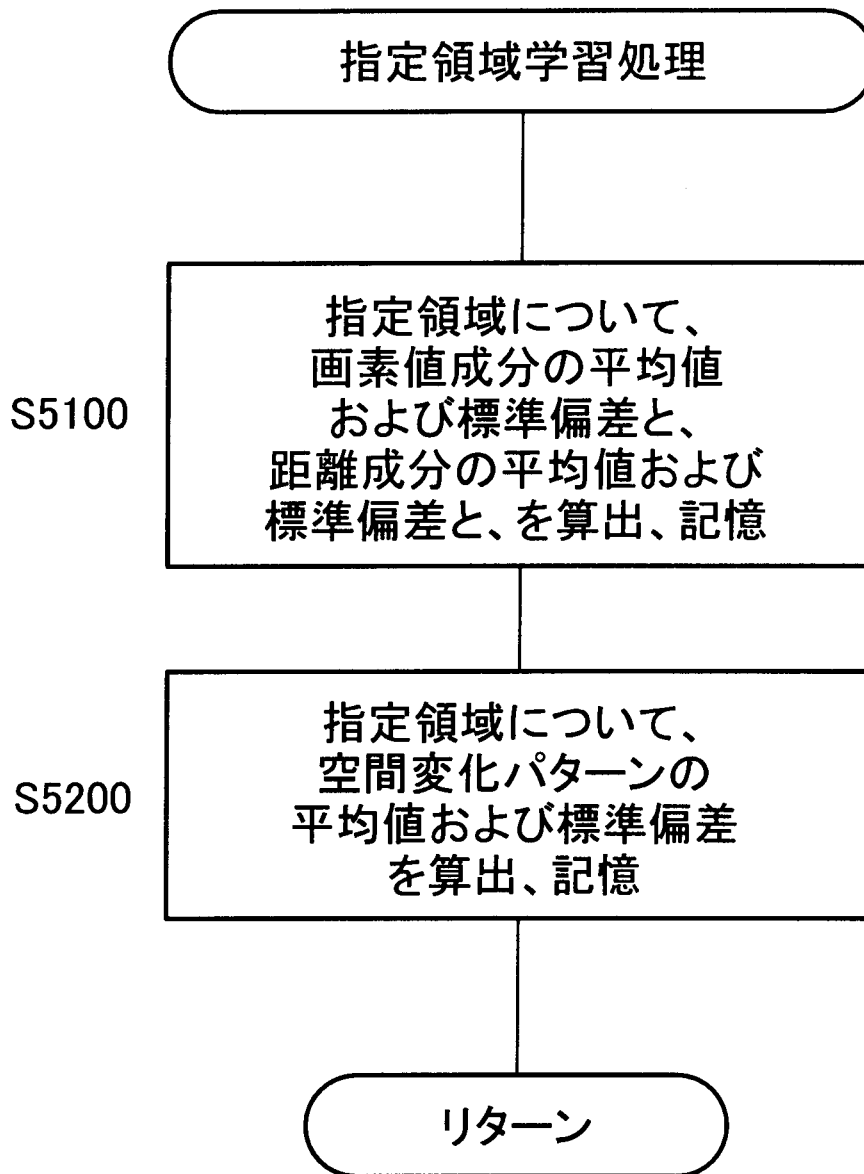




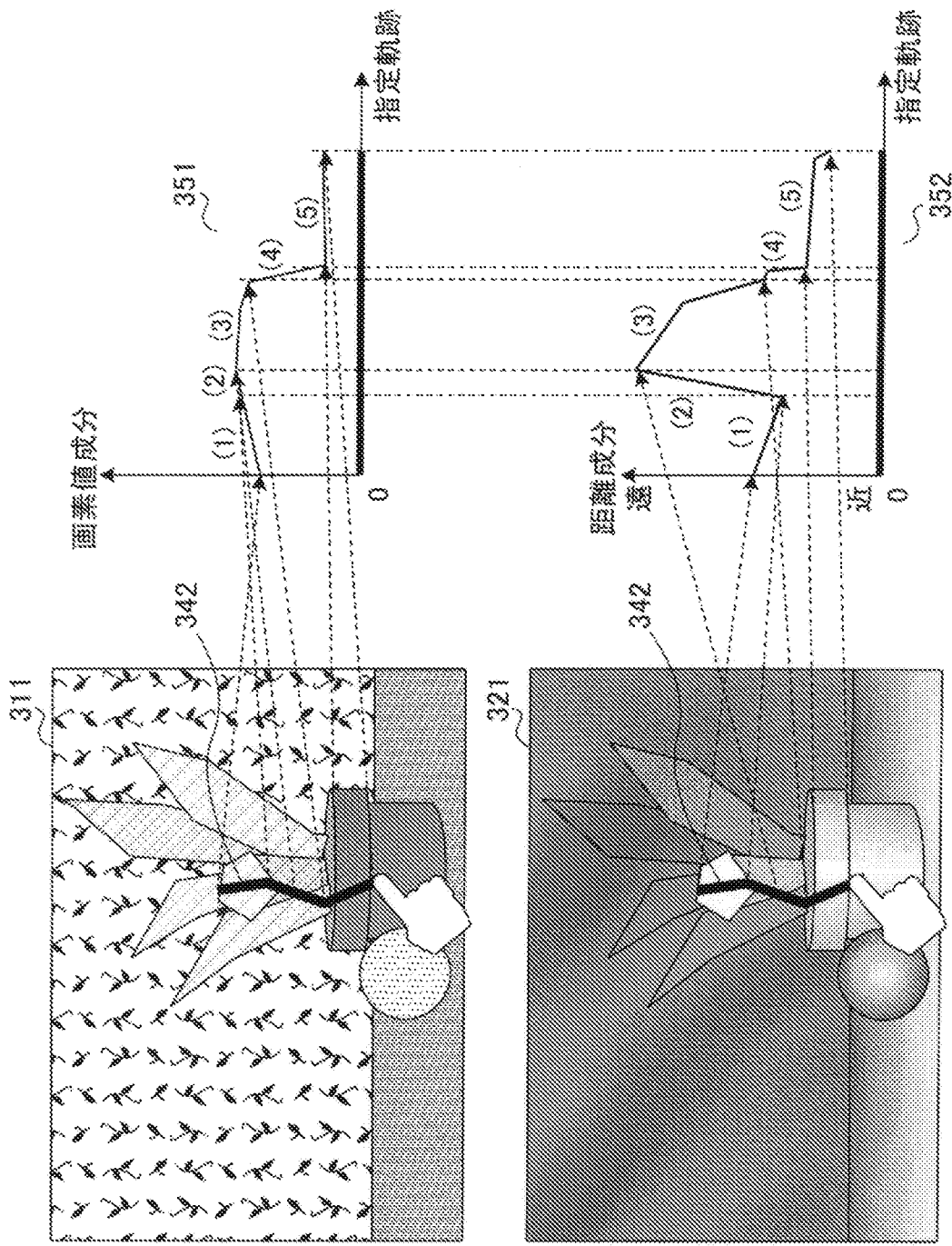
[図8]



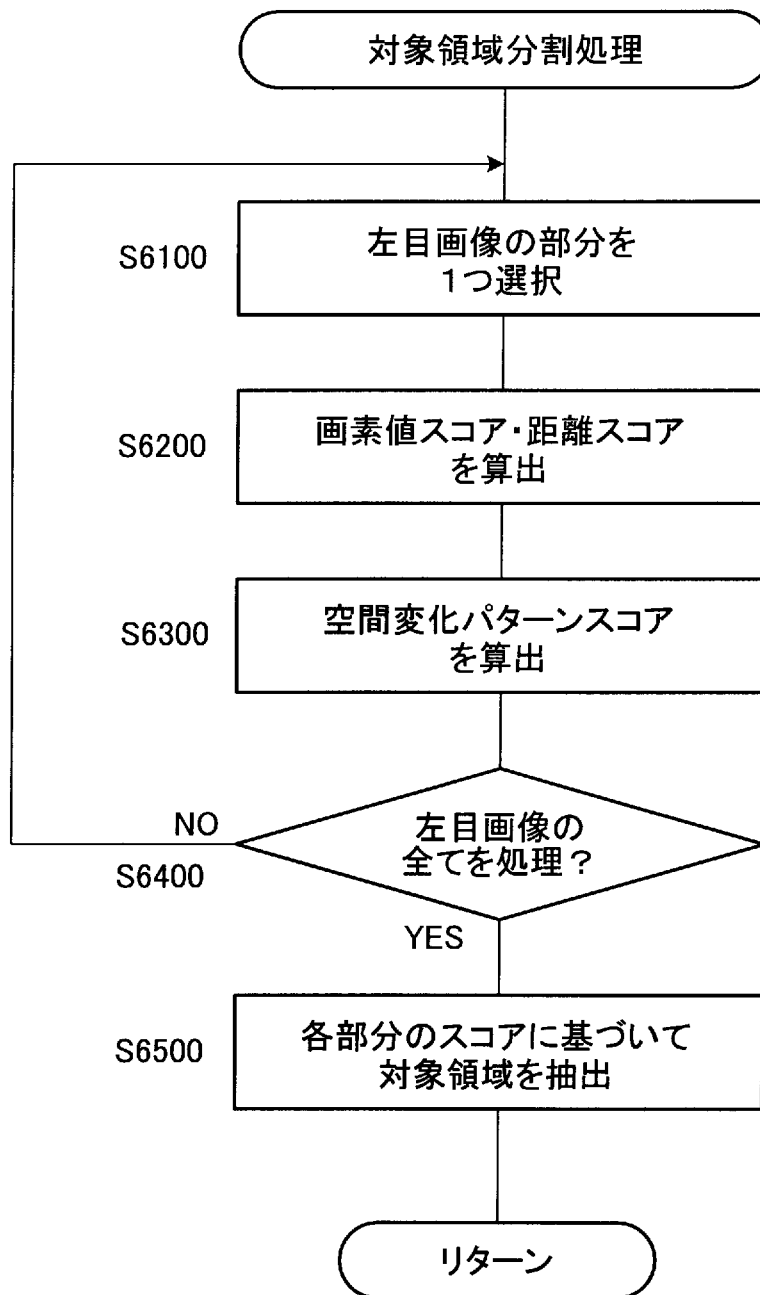
[図9]



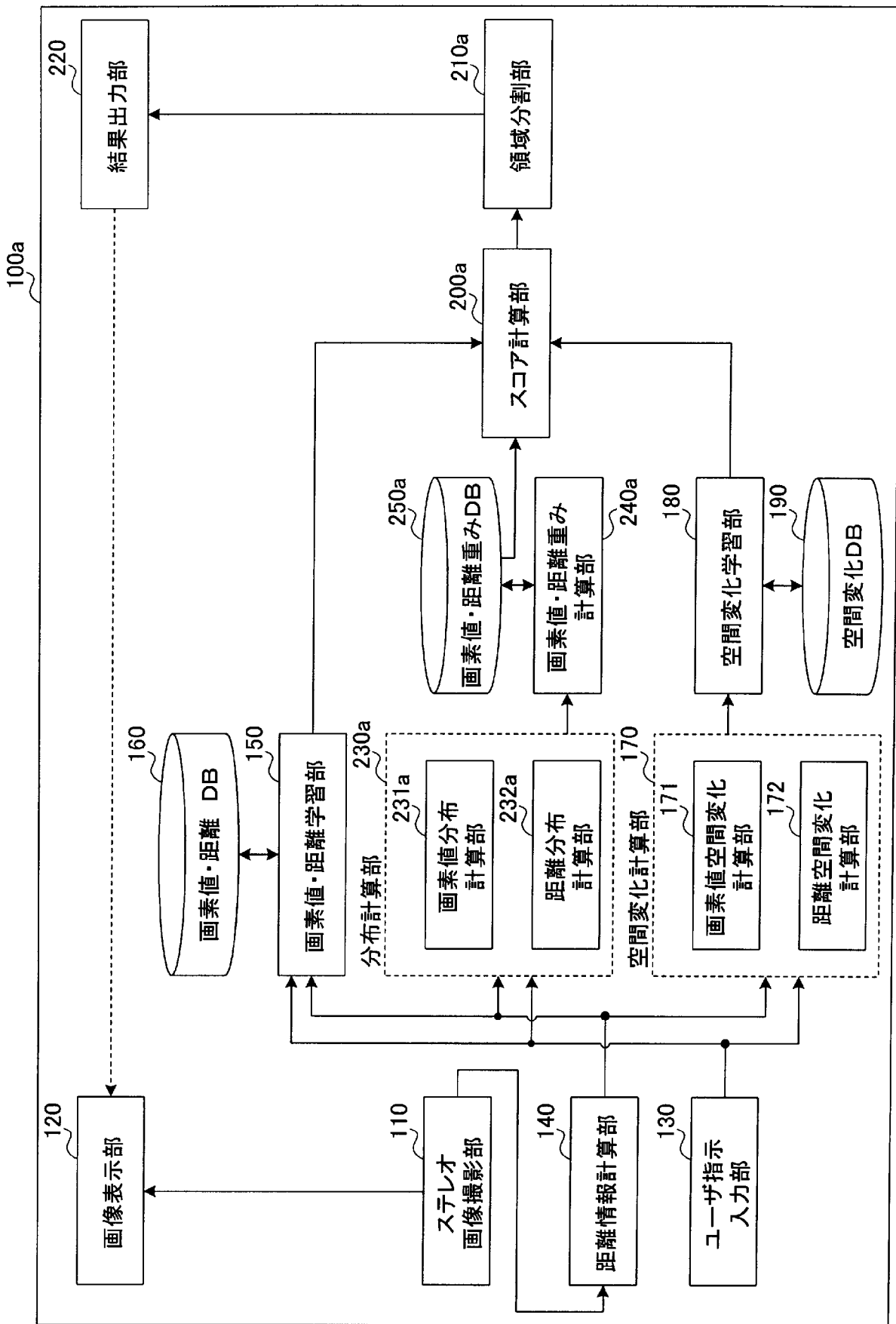
[図10]



[図11]



[図12]

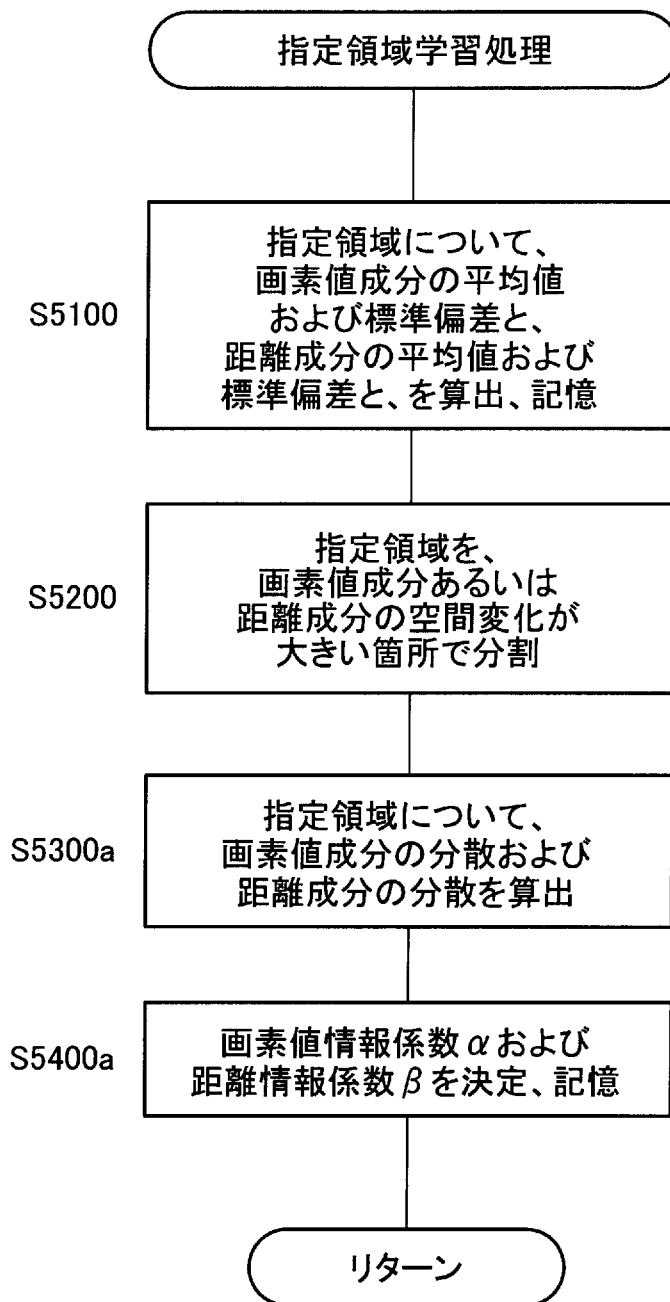


[図13]

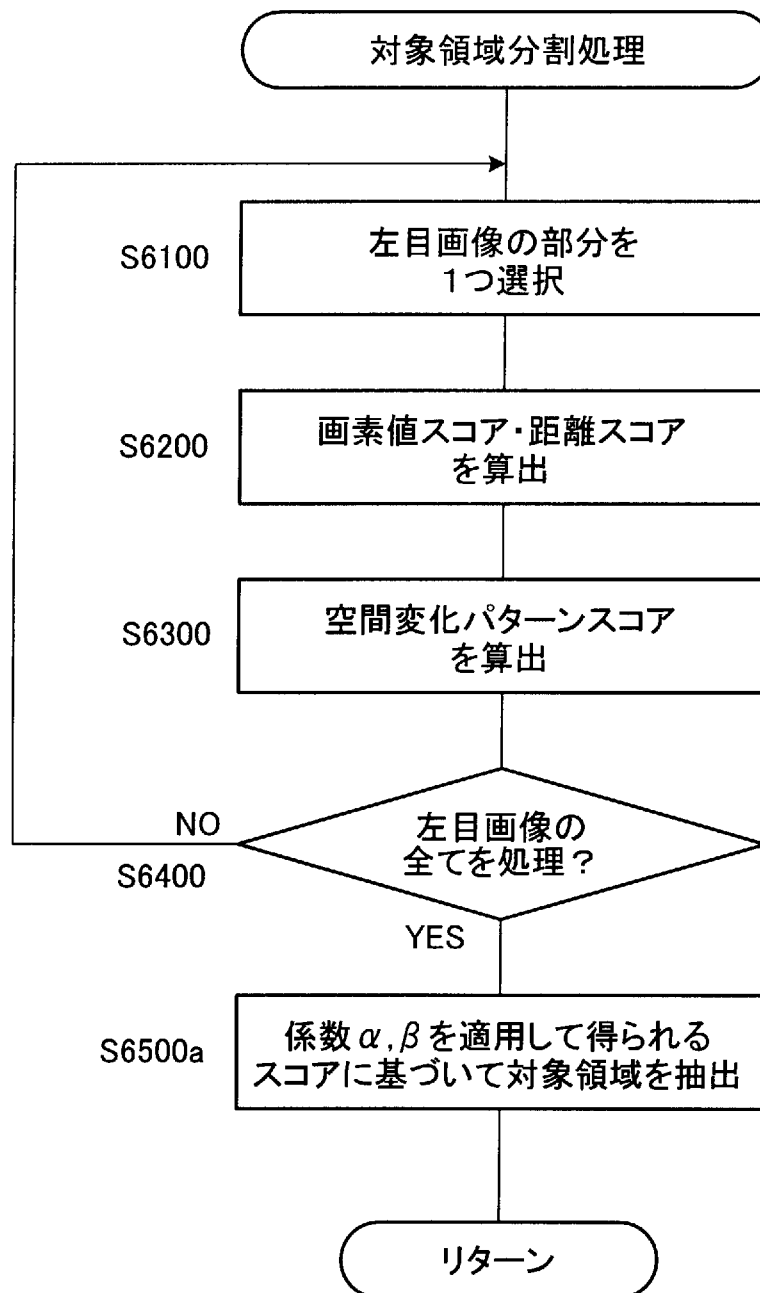
360

361 距離成分の分散	362 画素値成分の分散	363 画素値情報係数 $\alpha$	364 距離情報係数 $\beta$
$\theta d1$ 未満	$\lambda c1$ 未満	0.5	0.5
	$\lambda c1$ 以上 $\lambda c2$ 未満	0.3	0.7
$\theta d1$ 以上	$\lambda c2$ 以上	0.1	0.9
	$\lambda c3$ 未満	0.9	0.1
	$\lambda c3$ 以上 $\lambda c4$ 未満	0.7	0.3
	$\lambda c4$ 以上	0.5	0.5

[図14]



[図15]





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/007713

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T7/40 (2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T7/40, G06T7/00, G06T1/00, G06T11/80

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo	Shinan	Koho	1925-1996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2013	
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2013	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-039999 A (Toyota Motor Corp.), 18 February 2010 (18.02.2010), paragraphs [0036] to [0110] (Family: none)	1-11
A	TP 2000-216979 A (Cion c.), 4 August 2000 (04.08.2000), paragraphs [0024] to [0108] & US 6674905 B1	1-11
A	JP 2005-293367 A (Seiko Epson Corp.), 20 October 2005 (20.10.2005), paragraphs [0025] to [0064] (Family: none)	1-11

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
19 February, 2013 (19.02.13)Date of mailing of the international search report  
05 March, 2013 (05.03.13)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/007713

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-079477 A (Rakuten, Inc.), 08 April 2010 (08.04.2010), paragraphs [0015] to [0067] & EP 2328127 A1 & CA 2737115 A1 & CN 102165487 A & TW 201020973 A & KR 2011-0084405 A	1-11
A	JP 2006-053919 A (Microsoft Corp.), 23 February 2006 (23.02.2006), paragraphs [0001] to [0105] & US 2006/0029275 A1 & EP 1624413 A2	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06T7/40 (2006. 01) i

B. 一 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06T7/40, G06T7/00, G06T1/00, G06T1 1/80

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  
8年

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-039999 A (トヨタ自動車株式会社) 2010. 02. 18, 段落【0036】-【0110】(ファミリーなし)	1 - 1 1
A	JP 2000-216979 A (キャノン株式会社) 2000. 08. 04, 段落【0024】-【0108】& US 6674905 B1	1 - 1 1
A	JP 2005-293367 A (セイコーエプソン株式会社) 2005. 10. 20, 段落【0025】-【0064】(ファミリーなし)	1 - 1 1

c 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

IA」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの  
IE」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
I」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
ro」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
IP」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
IY」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
I&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 9 . 0 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 5 . 0 3 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA / JP)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

板垣 有紀

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

5H

4452

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-079477 A (楽天株式会社) 2010. 04. 08 , 段落 【0015】 - 【0067】 & EP 2328127 A1 & CA 2737115 A1 & CN 102165487 A & TW 201020973 A & KR 2011-0084405 A	1 - 11
A	JP 2006-053919 A (マイクロソフト コーポレーション) 2006. 02. 23 , 段落 【0001】 - 【0105】 & US 2006/0029275 AI & EP 1624413 A2	1 - 11