

(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
2017年9月21日(21.09.2017)

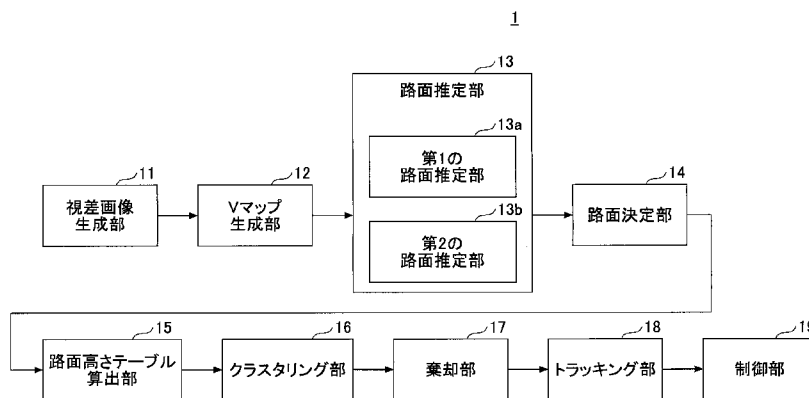


(10) 国際公開番号
WO 2017/159056 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 7/00 (2017.01) **G08G 1/16** (2006.01)
G06T 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/002550
- (22) 国際出願日: 2017年1月25日(25.01.2017)
- (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 2016-053383 2016年3月17日(17.03.2016) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社リコー(RICOH COMPANY, LTD.) [JP/JP]; 〒1438555 東京都大田区中馬込一丁目3番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (71) 出願人(米国についてのみ): 本橋 直樹(MOTOHASHI, Naoki) [JP/JP]; 〒1438555 東京都大田区中馬込一丁目3番6号 株式会社リコー内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (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, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告(条約第21条(3))
— 補正された請求の範囲(条約第19条(1))

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PICKUP DEVICE, MOBILE-BODY APPARATUS CONTROL SYSTEM, IMAGE PROCESSING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像処理装置、撮像装置、移動体機器制御システム、画像処理方法、及びプログラム



- 11 Disparity image generation unit
12 V-Map generation unit
13 Road surface estimation unit
13a First road surface estimation unit
13b Second road surface estimation unit
14 Road surface determination unit
15 Road surface height table calculation unit
16 Clustering unit
17 Rejection unit
18 Tracking unit
19 Control unit

(57) Abstract: Provided is an image processing device that is provided with the following: a generation unit that, on the basis of distance images which have distance values corresponding to the road surface distance in a plurality of captured images picked up by a plurality of imaging units, generates vertical direction distribution data indicating the frequency distribution of the distance values of the distance images in the vertical direction; an estimation unit that, on the basis of the vertical direction distribution data, estimates a plurality of road surfaces; and a determination unit that, on the basis of the road surfaces estimated by the estimation unit, determines the road surface.

(57) 要約: 画像処理装置において、複数の撮像部で各々撮影された複数の撮像画像における路面の距離に応じた距離値を有する距離画像から、前記距離画像の垂直方向に対する距離値の頻度の分布を示す垂直方向分布データを生成する生成部と、前記垂直方向分布データに基づいて、複数の路面を推定する

る推定部と、前記推定部により推定された各路面に基づいて、路面を決定する決定部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

画像処理装置、撮像装置、移動体機器制御システム、画像処理方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、画像処理装置、撮像装置、移動体機器制御システム、画像処理方法、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 自動車の安全性において、従来は歩行者や自動車と衝突したときに、いかに歩行者を守れるか、乗員を保護できるかの観点から自動車のボディー構造などの開発が行われてきた。しかしながら近年、情報処理技術、画像処理技術の発達により、高速に人や自動車等を検出する技術が開発されてきている。これらの技術を応用して、衝突する前に自動的にブレーキをかけ、衝突を未然に防ぐという自動車もすでに発売されている。

[0003] 自動的にブレーキをかけるには人や他車等の物体までの距離を測定する必要があり、そのために、ステレオカメラの画像を用いた測定が実用化されている。

[0004] このステレオカメラの画像を用いた測定では、次のような画像処理を行うことで、人や他車等の物体の認識を行う技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。

[0005] まず、ステレオカメラで撮像した複数の画像から、画像の垂直方向の座標を一方の軸とし、画像の視差(disparity)を他方の軸とし、視差の頻度の値を画素値とするV-Disparity画像を生成する。次に、生成したV-Disparity画像から、路面を検出する。検出した路面を用いてノイズを除去したうえで、画像の水平方向の座標を縦軸とし、画像の視差を横軸とし、視差頻度を画素値とするU-Disparity画像を生成する。そして、生成したU-Disparity画像に基づいて、人や他車等の物体の認識を行う。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2015-075800号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、従来技術には、雨天時の路面の照り返し等により、視差にノイズが発生し、路面が正確に測定できないという問題がある。

[0008] そこで、路面を検出する精度を向上させ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

[0009] 画像処理装置において、複数の撮像部で各々撮影された複数の撮影画像における路面の距離に応じた距離値を有する距離画像から、前記距離画像の垂直方向に対する距離値の頻度の分布を示す垂直方向分布データを生成する生成部と、前記垂直方向分布データに基づいて、複数の路面を推定する推定部と、前記推定部により推定された各路面に基づいて、路面を決定する決定部と、を備える。

発明の効果

[0010] 開示の技術によれば、路面を検出する精度を向上させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施形態に係る車載機器制御システムの構成を示す模式図である。

[図2]撮像ユニット及び画像解析ユニットの構成を示す模式図である。

[図3]移動体機器制御システムの機能ブロック図である。

[図4A]視差画像データ、及びその視差画像データから生成されるVマップについて説明するための図である。

[図4B]視差画像データ、及びその視差画像データから生成されるVマップについて説明するための図である。

[図5A]一方の撮像部で撮像された基準画像としての撮影画像の画像例と、その撮影画像に対応するVマップを示す図である。

[図5B]一方の撮像部で撮像された基準画像としての撮影画像の画像例と、その撮影画像に対応するVマップを示す図である。

[図6A]一方の撮像部で撮像された基準画像としての撮影画像の画像例と、その撮影画像に対応する所定の領域のVマップを示す図である。

[図6B]一方の撮像部で撮像された基準画像としての撮影画像の画像例と、その撮影画像に対応する所定の領域のVマップを示す図である。

[図7A]ノイズが発生した場合の、一方の撮像部で撮像された基準画像としての撮影画像の画像例と、その撮影画像に対応するVマップを示す図である。

[図7B]ノイズが発生した場合の、一方の撮像部で撮像された基準画像としての撮影画像の画像例と、その撮影画像に対応するVマップを示す図である。

[図8]第1の路面推定部の一例を示す機能ブロック図である。

[図9]標本点抽出処理の一例を示すフローチャートである。

[図10]第1のセグメントから、標本点を抽出する処理の一例を説明する図である。

[図11A]第2のセグメントから、標本点を抽出する処理の一例を説明する図である。

[図11B]第2のセグメントから、標本点を抽出する処理の一例を説明する図である。

[図12]第2のセグメントから、標本点を抽出する処理の他の例を説明する図である。

[図13]外れ点除去処理の一例を示すフローチャートである。

[図14]外れ点除去処理を説明する図である。

[図15]第2の路面推定部による路面推定処理について説明する図である。

[図16]路面決定処理の一例を示すフローチャートである。

[図17A]路面決定処理の一例を説明する図である。

[図17B]路面決定処理の一例を説明する図である。

[図18]第2の実施形態に係る路面決定処理のフローチャートの一例を示す図である。

[図19A]第1の路面及び第2の路面を含む矩形等の領域の一例を示す図である。

[図19B]第1の路面及び第2の路面を含む矩形等の領域の一例を示す図である。

[図20]第3の実施形態に係る路面決定処理のフローチャートの一例を示す図である。

[図21]撮影画像または視差画像と、Vマップの対応関係を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、実施形態に係る画像処理装置を有する移動体機器制御システムについて説明する。

[第1の実施形態]

〈車載機器制御システムの構成〉

図1は、本発明の実施形態に係る移動体機器制御システムとしての車載機器制御システムの構成を示す図である。

[0013] この車載機器制御システム1は、移動体である自動車などの自車両100に搭載されており、撮像ユニット500、画像解析ユニット600、表示モニタ103、及び車両走行制御ユニット104からなる。そして、撮像ユニット500で、移動体の前方を撮像した自車両進行方向前方領域（撮像領域）の撮像画像データから、自車両前方の路面（移動面）の相対的な高さ情報（相対的な傾斜状況を示す情報）を検知し、その検知結果から、自車両前方の走行路面の3次元形状を検出し、その検出結果を利用して移動体や各種車載機器の制御を行う。移動体の制御には、例えば、警告の報知、自車両100（自移動体）のハンドルの制御、または自車両100（自移動体）のブレーキが含まれる。

[0014] 撮像ユニット500は、例えば、自車両100のフロントガラス105の

ルームミラー（図示せず）付近に設置される。撮像ユニット５００の撮像によって得られる撮像画像データ等の各種データは、画像処理手段としての画像解析ユニット６００に入力される。

[0015] 画像解析ユニット６００は、撮像ユニット５００から送信されてくるデータを解析して、自車両１００が走行している路面部分（自車両の真下に位置する路面部分）に対する自車両前方の走行路面上の各地点における相対的な高さ（位置情報）を検出し、自車両前方の走行路面の３次元形状を把握する。また、自車両前方の他車両、歩行者、各種障害物などの認識対象物を認識する。

[0016] 画像解析ユニット６００の解析結果は、表示モニタ１０３及び車両走行制御ユニット１０４に送られる。表示モニタ１０３は、撮像ユニット５００で得られた撮像画像データ及び解析結果を表示する。車両走行制御ユニット１０４は、画像解析ユニット６００による自車両前方の他車両、歩行者、各種障害物などの認識対象物の認識結果に基づいて、例えば、自車両１００の運転者へ警告を報知したり、自車両のハンドルやブレーキを制御したりするなどの走行支援制御を行う。

[0017] 〈撮像ユニット５００及び画像解析ユニット６００の構成〉

図２は、撮像ユニット５００及び画像解析ユニット６００の構成を示す図である。

[0018] 撮像ユニット５００は、撮像手段としての２つの撮像部５１０ａ，５１０ｂを備えたステレオカメラで構成されており、２つの撮像部５１０ａ，５１０ｂは同一のものである。各撮像部５１０ａ，５１０ｂは、それぞれ、撮像レンズ５１１ａ，５１１ｂと、受光素子が２次元配置された画像センサ５１３ａ，５１３ｂを含んだセンサ基板５１４ａ，５１４ｂと、センサ基板５１４ａ，５１４ｂから出力されるアナログ電気信号（画像センサ５１３ａ，５１３ｂ上の各受光素子が受光した受光量に対応する電気信号）をデジタル電気信号に変換した撮像画像データを生成して出力する信号処理部５１５ａ，５１５ｂとから構成されている。撮像ユニット５００からは、輝度画像デー

タと視差画像データが出力される。

[0019] また、撮像ユニット500は、FPGA (Field-Programmable Gate Array) 等からなる処理ハードウェア部510を備えている。この処理ハードウェア部510は、各撮像部510a, 510bから出力される輝度画像データから視差画像を得るために、各撮像部510a, 510bでそれぞれ撮像した撮像画像間の対応画像部分の視差値を演算する視差画像情報生成手段としての視差演算部511を備えている。

[0020] ここでいう視差値とは、各撮像部510a, 510bでそれぞれ撮像した撮像画像の一方を基準画像、他方を比較画像とし、撮像領域内の同一地点に対応した基準画像上の画像部分に対する比較画像上の画像部分の位置ズレ量を、当該画像部分の視差値として算出したものである。三角測量の原理を利用することで、この視差値から当該画像部分に対応した撮像領域内の当該同一地点までの距離を算出することができる。

[0021] 画像解析ユニット600は、画像処理基板等から構成され、撮像ユニット500から出力される輝度画像データ及び視差画像データを記憶するRAMやROM等で構成される記憶手段601と、識別対象の認識処理や視差計算制御などを行うためのコンピュータプログラムを実行するCPU (Central Processing Unit) 602と、データI/F (インタフェース) 603と、シリアルI/F 604を備えている。

[0022] 処理ハードウェア部510を構成するFPGAは、画像データに対してリアルタイム性が要求される処理、例えばガンマ補正、ゆがみ補正 (左右の撮像画像の平行化)、ブロックマッチングによる視差演算を行って視差画像の情報を生成し、画像解析ユニット600のRAMに書き出す処理などを行う。画像解析ユニット600のCPU 602は、各撮像部510a, 510bの画像センサコントローラの制御および画像処理基板の全体的な制御を担うとともに、路面の3次元形状の検出処理、ガードレールその他の各種オブジェクト (識別対象物) の検出処理などを実行するプログラムをROMからロードして、RAMに蓄えられた輝度画像データや視差画像データを入力とし

て各種処理を実行し、その処理結果をデータ I / F 6 0 3 やシリアル I / F 6 0 4 から外部へと出力する。このような処理の実行に際し、データ I / F 6 0 3 を利用して、自車両 1 0 0 の車速、加速度（主に自車両前後方向に生じる加速度）、操舵角、ヨーレートなどの車両動作情報を入力し、各種処理のパラメータとして使用することもできる。外部に出力されるデータは、自車両 1 0 0 の各種機器の制御（ブレーキ制御、車速制御、警告制御など）を行うための入力データとして使用される。

[0023] なお、撮像ユニット 5 0 0 及び画像解析ユニット 6 0 0 は、一体の装置である撮像装置 2 として構成してもよい。

[0024] 図 3 は、図 2 における処理ハードウェア部 5 1 0、画像解析ユニット 6 0 0、及び車両走行制御ユニット 1 0 4 で実現される車載機器制御システム 1 の機能ブロック図である。なお、画像解析ユニット 6 0 0 で実現される機能部は、画像解析ユニット 6 0 0 にインストールされた 1 以上のプログラムが、画像解析ユニット 6 0 0 の CPU 6 0 2 に実行させる処理により実現される。

[0025] 以下、本実施形態における処理について説明する。

[0026] 〈視差画像生成処理〉

視差画像生成部 1 1 は、視差画像データ（視差画像情報）を生成する視差画像生成処理を行う。なお、視差画像生成部 1 1 は、例えば視差演算部 5 1 1（図 2）によって構成される。

[0027] 視差画像生成処理では、まず、2つの撮像部 5 1 0 a, 5 1 0 b のうちの一方の撮像部 5 1 0 a の輝度画像データを基準画像データとし、他方の撮像部 5 1 0 b の輝度画像データを比較画像データとし、これらを用いて両者の視差を演算して、視差画像データを生成して出力する。この視差画像データは、基準画像データ上の各画像部分について算出される視差値 d に応じた画素値をそれぞれの画像部分の画素値として表した視差画像を示すものである。

[0028] 具体的には、視差画像生成部 1 1 は、基準画像データのある行について、

一つの注目画素を中心とした複数画素（例えば16画素×1画素）からなるブロックを定義する。一方、比較画像データにおける同じ行において、定義した基準画像データのブロックと同じサイズのブロックを1画素ずつ横ライン方向（x方向）へずらし、基準画像データにおいて定義したブロックの画素値の特徴を示す特徴量と比較画像データにおける各ブロックの画素値の特徴を示す特徴量との相関を示す相関値を、それぞれ算出する。そして、算出した相関値に基づき、比較画像データにおける各ブロックの中で最も基準画像データのブロックと相関があった比較画像データのブロックを選定するマッチング処理を行う。その後、基準画像データのブロックの注目画素と、マッチング処理で選定された比較画像データのブロックの対応画素との位置ズレ量を視差値dとして算出する。このような視差値dを算出する処理を基準画像データの全域又は特定の一領域について行うことで、視差画像データを得ることができる。

[0029] マッチング処理に用いるブロックの特徴量としては、例えば、ブロック内の各画素の値（輝度値）を用いることができ、相関値としては、例えば、基準画像データのブロック内の各画素の値（輝度値）と、これらの画素にそれぞれ対応する比較画像データのブロック内の各画素の値（輝度値）との差分の絶対値の総和を用いることができる。この場合、当該総和が最も小さくなるブロックが最も相関があると言える。

[0030] 視差画像生成部11でのマッチング処理をハードウェア処理によって実現する場合には、例えばSSD（Sum of Squared Difference）、ZSSD（Zero-mean Sum of Squared Difference）、SAD（Sum of Absolute Difference）、ZSAD（Zero-mean Sum of Absolute Difference）、NCC（Normalized cross correlation）などの方法を用いることができる。なお、マッチング処理では画素単位での視差値しか算出できないので、1画素未満のサブピクセルレベルの視差値が必要な場合には推定値を用いる必要がある。その推定方法としては、例えば、等角直線方式、二次曲線方式等を利用することができる。

[0031] 〈Vマップ生成処理〉

Vマップ生成部12は、視差画素データに基づき、Vマップ(V-Disparity Map、「垂直方向分布データ」の一例)を生成するVマップ生成処理を実行する。視差画像データに含まれる各視差画素データは、x方向位置とy方向位置と視差値dとの組(x, y, d)で示される。これを、X軸にd、Y軸にy、Z軸に頻度fを設定した三次元座標情報(d, y, f)に変換したもの、又はこの三次元座標情報(d, y, f)から所定の頻度閾値を超える情報に限定した三次元座標情報(d, y, f)を、視差ヒストグラム情報として生成する。本実施形態の視差ヒストグラム情報は、三次元座標情報(d, y, f)からなり、この三次元ヒストグラム情報をX-Yの2次元座標系に分布させたものを、Vマップと呼ぶ。

[0032] 具体的に説明すると、Vマップ生成部12は、視差画像を上下方向に複数分割して得られる各行領域について、視差値頻度分布を計算する。この視差値頻度分布を示す情報が視差ヒストグラム情報である。

[0033] 図4A、図4Bは視差画像データ、及びその視差画像データから生成されるVマップについて説明するための図である。ここで、図4Aは視差画像の視差値分布の一例を示す図であり、図4Bは、図4Aの視差画像の行毎の視差値頻度分布を示すVマップを示す図である。

[0034] 図4Aに示すような視差値分布をもった視差画像データが入力されたとき、Vマップ生成部12は、行毎の各視差値のデータの個数の分布である視差値頻度分布を計算し、これを視差ヒストグラム情報として出力する。このようにして得られる各行の視差値頻度分布の情報を、Y軸に視差画像上のy方向位置(撮像画像の上下方向位置)をとりX軸に視差値dをとった二次元直交座標系上に表すことで、図4Bに示すようなVマップを得ることができる。このVマップは、頻度fに応じた画素値をもつ画素が前記二次元直交座標系上に分布した画像として表現することもできる。

[0035] 図5A、図5Bは、一方の撮像部で撮像された基準画像としての撮影画像の画像例と、その撮影画像に対応するVマップを示す図である。ここで、図

5 Aが撮影画像であり、図5 BがVマップである。即ち、図5 Aに示すような撮影画像から図5 Bに示すVマップが生成される。Vマップでは、路面より下の領域には視差は検出されないので、斜線で示した領域Aで視差がカウントされることはない。

[0036] 図5 Aに示す画像例では、自車両が走行している路面4 0 1と、自車両の前方に存在する先行車両4 0 2と、路外に存在する電柱4 0 3が映し出されている。また、図5 Bに示すVマップには、画像例に対応して、路面5 0 1、先行車両5 0 2、及び電柱5 0 3がある。

[0037] この画像例は、自車両の前方路面が、相対的に平坦な路面、即ち、自車両の前方路面が自車両の真下の路面部分と平行な面を自車両前方へ延長して得られる仮想の基準路面（仮想基準移動面）に一致している場合のものである。この場合、画像の下部に対応するVマップの下部において、高頻度の点は、画像上方へ向かうほど視差値 d が小さくなるような傾きをもった略直線状に分布する。このような分布を示す画素は、視差画像上の各行においてほぼ同一距離に存在していてかつ最も占有率が高く、しかも画像上方へ向かうほど距離が連続的に遠くなる識別対象物を映し出した画素であると言える。

[0038] 撮像部5 1 0 aでは自車両前方領域を撮像するため、その撮像画像の内容は、図5 Aに示すように、画像上方へ向かうほど路面の視差値 d は小さくなる。また、同じ行（横ライン）内において、路面を映し出す画素はほぼ同じ視差値 d を持つことになる。従って、Vマップ上において上述した略直線状に分布する高頻度の点は、路面（移動面）を映し出す画素が持つ特徴に対応したものである。よって、Vマップ上における高頻度の点を直線近似して得られる近似直線上又はその近傍に分布する点の画素は、高い精度で、路面を映し出している画素であると推定することができる。また、各画素に映し出されている路面部分までの距離は、当該近似直線上の対応点の視差値 d から高精度に求めることができる。

[0039] 図6 A、図6 Bは、一方の撮像部で撮像された基準画像としての撮影画像の画像例と、その撮影画像に対応する所定の領域のVマップを示す図である

。

[0040] Vマップ生成部12は、視差画像における全画素を用いてVマップを生成してもよいし、視差画像（図6Aは、視差画像の基となる撮影画像の例）における所定の領域（例えば、路面が写り得る領域）の画素のみを用いてVマップを生成してもよい。例えば、路面は遠方になるにつれて、消失点に向かって狭くなるため、図6Aに示すように、路面の幅に応じた領域を設定してもよい。これにより、路面が写り得る領域以外の領域に位置する物体（例えば電柱403）によるノイズがVマップに混入しないようにすることができる。

[0041] 図7A、図7Bは、ノイズが発生した場合の、一方の撮像部で撮像された基準画像としての撮影画像の画像例と、その撮影画像に対応するVマップを示す図である。

[0042] 図7Aの例では、図6Aの例と比較して、図7Aに水たまり等による照り返し404と、白線の途切れ405が映し出されている。なお、白線の途切れは、例えば古い道路で白線が消えている場合や、白線間の間隔が長い場合に発生する。

[0043] 図7Bに示すVマップには、水たまり等による照り返し504、及び白線の途切れ505によるノイズが含まれる。図7Bに示すように、水たまり等による照り返し504により、所定値（例えば1）以上の頻度の値を有する画素（視差点）は、横軸方向（視差値の方向）に分散する。

[0044] 〈路面推定〉

路面推定部13は、視差画像生成部11により生成された視差画像に基づき、路面を推定（検出）する。図3に示すように、路面推定部13は、第1の路面推定部13a、及び第2の路面推定部13bを有する。なお、以下では、路面推定部13は、2つの方式で路面を推定する例について説明するが、路面推定部13は、3以上の方式で路面を推定してもよい。

[0045] 図8を参照し、第1の路面推定部13aの機能構成の一例について説明する。図8は、第1の路面推定部13aの一例を示す機能ブロック図である。

[0046] 〈第１の路面の推定〉

第１の路面推定部１３ａは、標本点抽出部１３１、外れ点除去部１３２、路面形状検出部１３３、路面補足部１３４、スムージング処理部１３５、路面決定部１３６、及び路面高さテーブル算出部１５を有する。

[0047] 以下、第１の路面推定部１３ａの各機能部の処理について説明する。

[0048] 《標本点抽出処理》

標本点抽出部１３１は、Ｖマップ生成部１２により生成されたＶマップから、路面の推定に用いる標本点を抽出する。

[0049] なお、以下では、Ｖマップを、視差値（自車両からの距離値）に応じて、複数のセグメントに分割し、後述する標本点抽出処理や路面形状検出処理等を行う例について説明するが、Ｖマップを分割せずに標本点抽出処理や路面形状検出処理等を行ってもよい。

[0050] 次に、図９乃至図１２を参照して、標本点抽出部１３１による標本点抽出処理の詳細例について説明する。図９は、標本点抽出処理の一例を示すフローチャートである。

[0051] まず、標本点抽出部１３１は、Ｖマップの横軸である視差の値に応じて、Ｖマップを複数のセグメントに分割する（ステップＳ１１）。

[0052] 続いて、標本点抽出部１３１は、最も視差値が大きい（自車両からの距離が最も近い）セグメント（第１のセグメント）において、抽出する標本点を探索する範囲（探索範囲）を設定する（ステップＳ１２）。

[0053] 図１０は、第１のセグメントから、標本点を抽出する処理の一例を説明する図である。

[0054] 標本点抽出部１３１は、例えば、第１のセグメントにおいて、デフォルト路面５５１（「予め設定されている路面」）に対応する直線の始点位置５５２を基準点とし、当該基準点に応じた所定範囲を標本点の探索領域５５３として設定する。なお、デフォルト路面のデータは、例えば、ステレオカメラを自車両へ取り付けた際に、予め設定される。例えば、平坦な路面のデータが設定されてもよい。

[0055] 標本点抽出部 131 は、例えば、図 10 のように、基準点を始点とする 2 直線 554, 555 であって、所定の角度で隣のセグメントまで延びる 2 直線 554, 555 の間を探索領域 553 としてもよい。この場合、標本点抽出部 131 は、当該 2 直線 554, 555 を、路面が傾き得る角度に対応して決定してもよい。例えば、下側の直線 554 は、ステレオカメラで撮影可能な下り路面の傾きに対応して決定し、上側の直線 555 は、予め設定された、法律等で規制される上り路面の傾きの上限に対応して決定してもよい。または、標本点抽出部 131 は、探索領域 553 を、例えば、矩形の領域としてもよい。

[0056] 続いて、標本点抽出部 131 は、探索範囲に含まれる画素の中から、標本点を抽出する（ステップ S13）。標本点抽出部 131 は、探索範囲に含まれる画素の中から、例えば、各視差値 d の座標位置毎に一つ以上の標本点を抽出してもよい。または、標本点抽出部 131 は、探索範囲に含まれる画素の中から、各視差値 d の座標位置において、頻度の最も多い最頻点を標本点として抽出してもよい。あるいは、標本点抽出部 131 は、探索範囲に含まれる画素の中から、各視差値 d を含む複数の座標位置（例えば各視差値 d の座標位置と、当該各視差値 d の左及び右の少なくとも一方の 1 以上の座標位置）における頻度の最も多い最頻点を標本点として抽出してもよい。

[0057] 続いて、外れ点除去部 132、路面形状検出部 133、及び路面補足部 134 は、ステップ S13 で抽出した標本点に基づいて、当該標本点を含むセグメントにおける路面を検出する（ステップ S14）。なお、後述する路面決定部 14 により選択された路面を、当該セグメントにおける路面としてもよい。これにより、例えば、路面上に位置する先行車両等の物体の視差により、検出した路面が上方向に引っ張られている場合に、第 2 の路面推定部 13b により検出された路面に基づき、次のセグメントにおける路面を検出できる。

[0058] 続いて、標本点抽出部 131 は、次のセグメント（例えば次に視差値が小さいセグメント）があるか判断し（ステップ S15）、次のセグメントがな

ければ（ステップS 1 5でN O）、処理を終了する。

[0059] 次のセグメントがあれば（ステップS 1 5でY E S）、標本点抽出部 1 3 1 は、ステップS 1 4 で検出した路面の終点位置を取得する（ステップS 1 6）。

[0060] 続いて、標本点抽出部 1 3 1 は、次のセグメントにおいて、ステップS 1 5 で取得した路面の終点位置に基づいて、探索範囲を設定し（ステップS 1 7）、ステップS 1 3 の処理に進む。

[0061] 図 1 1 A、図 1 1 B は、第 1 のセグメント以外の第 2 のセグメントから、標本点を抽出する処理の一例を説明する図である。標本点抽出部 1 3 1 は、例えば、第 2 のセグメントにおいて、前のセグメント（既に路面を検出した、第 2 のセグメントと隣り合うセグメント）の路面 5 6 1 の終点位置（前のセグメントの路面 5 6 1 が、第 2 のセグメントと接する位置）を基準点 5 6 2 とする。そして、標本点抽出部 1 3 1 は、図 1 0 に示すステップS 1 2 の場合と同様に、基準点 5 6 2 に応じた所定範囲を標本点の探索領域 5 6 3 として設定する。

[0062] 標本点抽出部 1 3 1 は、例えば、図 1 1 A のように、基準点を始点とする 2 直線 5 6 4、5 6 5 であって、所定の角度で隣のセグメントまで延びる 2 直線 5 6 4、5 6 5 の間を探索領域 5 6 3 としてもよい。この場合、標本点抽出部 1 3 1 は、当該 2 直線 5 6 4、5 6 5 を、路面が傾き得る角度に対応して決定してもよい。または、標本点抽出部 1 3 1 は、探索領域 5 6 3 を、例えば、図 1 1 B のように、基準点 5 6 2 の y 座標に応じた高さを有する矩形の領域としてもよい。

[0063] <変形例>

図 1 2 は、第 2 のセグメントから、標本点を抽出する処理の他の例を説明する図である。

[0064] 標本点抽出部 1 3 1 は、例えば、第 2 のセグメントにおいて、以前の視差画像のフレームにおいて検出された、第 2 のセグメントと隣り合うセグメントの路面（履歴路面）5 6 1 a の終点位置を基準点 5 6 2 a とする。そして

、標本点抽出部 131 は、基準点 562 a に応じた所定範囲を標本点の探索領域 563 a として設定する。

[0065] これにより、図 12 のように、デフォルト路面と正解（実際）の路面 566 の差異が大きい、例えば下り坂の路面の場合に、図 11 A、図 11 B のような第 1 のセグメントにて検出された路面の終点位置を基準点とする場合と比較して、より適切な探索範囲を設定できる。

[0066] なお、履歴路面は、以前の 1 フレームにおいて検出された路面を使用してもよいし、以前の複数のフレームにおいて検出された路面の平均等を使用してもよい。

[0067] 《外れ点除去処理》

外れ点除去部 132 は、標本点抽出部 131 により抽出された標本点のうち、直線近似に適さない点を除外する。

[0068] 図 13、図 14 を参照して、外れ点除去部 132 による外れ点除去処理について説明する。図 13 は、外れ点除去処理の一例を示すフローチャートである。図 14 は、外れ点除去処理を説明する図である。

[0069] まず、外れ点除去部 132 は、標本点抽出部 131 により抽出された各セグメントの標本点、または、全セグメントの標本点から、近似直線を算出する（ステップ S20）。外れ点除去部 132 は、例えば最小二乗法を用いて近似直線を算出する。図 14 の例では、近似直線 541 が、図 13 のステップ S20 にて算出される。

[0070] 続いて、外れ点除去部 132 は、X 座標の値に応じた閾値を算出する（ステップ S21）。図 14 の例では、所定の X 座標の値 D（例えば自車両からの距離 50 m に相当する視差値）を境界として、D 未満（自車両から所定距離より遠い）は所定の閾値を 2σ 、D 以上（自車両から所定距離以下）を σ としている。これは、視差値が小さい、すなわち自車両からの距離が遠い位置の路面については、ステレオカメラで計測する際の誤差が大きいため、除去する際の閾値を緩くするためである。

[0071] 続いて、外れ点除去部 132 は、算出した近似直線に対し、ユークリッド

距離がステップS 2 1 で算出した閾値以上離れている標本点を除去する（ステップS 2 2）。図 1 4 の例では、D 以上で所定の閾値 σ 以上離れている標本点 5 4 2 を除去する。

[0072] 《路面形状検出処理》

路面形状検出部 1 3 3 は、V マップ生成部 1 2 により生成された V マップの各セグメントから、標本点抽出部 1 3 1 により抽出され、外れ点除去部 1 3 2 により除去されていない標本点に基づき、路面の形状（位置、高さ）を検出する。

[0073] 路面形状検出部 1 3 3 は、例えば最小二乗法により、各セグメントの標本点から近似直線を算出し、算出した近似直線を、路面として検出（推定）する。

[0074] 《路面補足処理》

路面補足部 1 3 4 は、路面形状検出部 1 3 3 により検出（推定）された路面、または、後述する路面決定部 1 4 により選択された路面が不適切か否かを判定し、不適切と判定した場合は、路面を補足する。

[0075] 路面補足部 1 3 4 は、ノイズにより、ステレオカメラにて撮影されることがあり得ない不適切な路面が推定されたかを判定する。そして、路面補足部 1 3 4 は、不適切な路面が推定されたと判定すると、デフォルト路面または、以前のフレームにて推定された路面のデータに基づいて、不適切な路面を補足（補間）する。

[0076] 路面補足部 1 3 4 は、V マップにおいて、例えば一部の勾配が所定値以上である急な右上がりの路面のデータが検出された場合、当該路面は、自転車からの距離が離れるにつれ、勾配が急になる下り坂の路面であると判定する。そして、路面補足部 1 3 4 は、当該路面のデータを除去し、代わりにデフォルト路面等のデータで補足する。

[0077] 《スムージング処理》

スムージング処理部 1 3 5 は、各セグメントで推定された各路面を、当該各路面が連続するように修正する。スムージング処理部 1 3 5 は、隣り合う

2つのセグメントにおいてそれぞれ推定された各路面のうち、一方の路面の終点（端点）と、他方の路面の始点（端点）が一致するよう、各路面の傾きと切片を変更する。

[0078] 〈第2の路面の推定〉

第2の路面推定部13bは、第1の路面推定部13aとは異なる方式により、路面を推定する。

[0079] 図15を参照し、第2の路面推定部13bによる路面推定処理について説明する。図15は、第2の路面推定部13bによる路面推定処理について説明する図である。

[0080] 第2の路面推定部13bは、標本点抽出処理において、例えば、Vマップにおける各視差値dに対する視差点の画素のうち、最も高さの低い画素を標本点571A、・・・、571Nとして抽出する。そして、抽出した標本点に基づき、例えば、上述した外れ点除去処理等の処理により、第2の路面572bを抽出する。なお、この場合、最下点がノイズの場合、誤った路面を推定してしまう可能性があるため、各座標の頻度を使って、ノイズを除去してもよい。

[0081] この場合、路面上に存在する物体の視差の影響を受けないため、例えば、雨天でない（好天時の）場合（シーン）に、適切に路面を検出できる。

[0082] なお、第1の路面推定部13a、または第2の路面推定部13bによる路面推定手法は、上述した例に限定されない。例えば、以前の視差画像の複数のフレームに基づいて推定した、複数の路面の例えば平均により、今回のフレームにおける路面としてもよい。または、Vマップを複数のセグメントに分割し、一のセグメントで推定した路面に基づいて、例えば一のセグメントで推定した路面を他のセグメントにも延長することにより、路面を推定してもよい。あるいは、直線で近似する代わりに、曲線で近似してもよい。

[0083] 〈路面決定処理〉

路面決定部14は、第1の路面推定部13a、及び第2の路面推定部13bにより各々推定された路面に基づき、採用する路面のデータを決定する。

- [0084] 路面決定部 1 4 は、第 1 の路面推定部 1 3 a、及び第 2 の路面推定部 1 3 b により各々推定された路面の中から、一つの路面を選択する。または、路面決定部 1 4 は、第 1 の路面推定部 1 3 a、及び第 2 の路面推定部 1 3 b により各々推定された路面に所定の重み付けを行って合成してもよい。路面決定部 1 4 は、例えば、第 1 の路面推定部 1 3 a、及び第 2 の路面推定部 1 3 b が各々抽出した標本点の数に応じた値を、所定の重み付けの値としてもよい。
- [0085] 次に、図 1 6、図 1 7 A、図 1 7 B を参照し、路面決定部 1 4 による路面決定処理の詳細例について説明する。図 1 6 は、路面決定処理の一例を示すフローチャートである。
- [0086] まず、路面決定部 1 4 は、第 1 の路面推定部 1 3 a より推定された、各セグメントに対する路面（第 1 の路面）を取得する（ステップ S 3 1）。
- [0087] 続いて、路面決定部 1 4 は、第 2 の路面推定部 1 3 b より推定された、各セグメントに対する路面（第 2 の路面）を取得する（ステップ S 3 2）。
- [0088] 続いて、路面決定部 1 4 は、各セグメントにおける第 1 の路面の傾き（勾配）と、第 2 の路面の傾きを算出する（ステップ S 3 3）。
- [0089] 続いて、路面決定部 1 4 は、対象のセグメント（各セグメントに含まれる任意の 1 のセグメント）における第 1 の路面の傾きと、第 2 の路面の傾きとの差が、所定の閾値以上であるか判定する（ステップ S 3 4）。
- [0090] 第 1 の路面の傾きと、第 2 の路面の傾きとの差が、所定の閾値以上である場合（ステップ S 3 4 で YES）、路面決定部 1 4 は、第 1 の路面と第 2 の路面のうち、傾きが小さい方の路面を選択し（ステップ S 3 5）、処理を終了する。
- [0091] 第 1 の路面の傾きと、第 2 の路面の傾きとの差が、所定の閾値以上でない場合（ステップ S 3 4 で NO）、路面決定部 1 4 は、第 1 の路面と第 2 の路面のうち、傾きが大きい方の路面を選択し（ステップ S 3 6）、処理を終了する。
- [0092] 図 1 7 A、図 1 7 B は、路面決定処理の一例を説明する図である。

[0093] 図 1 7 A は、第 1 の路面推定部 1 3 a より推定された、あるセグメント 5 7 3 における第 1 の路面 5 7 2 a が、路面上に位置する先行車両等の物体の視差により、上方向に引っ張られている場合の例である。

[0094] 路面決定部 1 4 は、図 1 6 のステップ S 3 4 において、例えば、以下の条件を満たす場合に、第 1 の路面の傾きと、第 2 の路面の傾きとの差が、所定の閾値以上であると判断する。

[0095] $H1 > A$ かつ、 $H1 / B > H2$

ここで、図 1 7 B に示すように、 $H1$ は、あるセグメント 5 7 3 における第 1 の路面 5 7 2 a の終点の Y 座標と、第 2 の路面 5 7 2 b の終点の Y 座標の差である。 $H2$ は、当該あるセグメントにおける第 1 の路面 5 7 2 a の始点の Y 座標と、第 2 の路面 5 7 2 b の始点の Y 座標の差である。 A 及び B は所定の定数である。

[0096] なお、路面決定部 1 4 は、図 1 6 のステップ S 3 4 において、例えば第 1 の路面が、第 2 の路面よりも上にあり、かつ、対象のセグメントにおける第 1 の路面の傾きと、第 2 の路面の傾きとの差が、所定の閾値以上であるか判定してもよい。

[0097] また、路面決定部 1 4 は、対象のセグメントにおける第 1 の路面と、第 2 の路面がクロスしている場合は、例えば、対象のセグメントにおける終点の Y 座標の上下に基づいて、路面を選択してもよい。

[0098] <第 1 の実施形態の効果>

あるセグメントにおける第 1 の路面と第 2 の路面の傾きが異なる場合、上述した第 1 の路面が、路面上に位置する先行車両等の物体の視差により、上方向に引っ張られている可能性がある。または、上述した第 2 の路面が、図 7 B に示すように、水たまり等による照り返し 5 0 4 により、下方向に引っ張られている可能性がある。

[0099] 例えば、第 1 の路面として、V マップにおける各視差値 d に対し頻点の値が高い画素を標本点として抽出し、第 2 の路面として、V マップにおける各視差値 d に対し最も Y 座標が低く、視差の値を有する画素を標本点として抽

出する場合とする。この場合、上述した実施形態によれば、第１の路面が、物体の視差により上方向に引っ張られている場合に、第２の路面の方を選択（採用）できる。また、第２の路面が、水たまり等による照り返しにより下方向に引っ張られている場合に、第１の路面の方を選択できる。

[0100] <変形例>

上述した実施形態では、路面決定部１４は、第１の路面と第２の路面の傾きに基づいて、採用する路面を選択していた。これに代えて、または加えて、路面決定部１４は、直線近似により第１の路面と第２の路面を推定した際の各々の信頼度（相関係数）に基づいて、採用する路面を選択してもよい。この場合、例えば、第１の路面推定部１３ａ、及び第２の路面推定部１３ｂは、抽出した各標本点に基づいて最小二乗法により近似直線を算出した際、当該近似直線と各標本点との相関係数に基づくスコアを算出する。そして、路面決定部１４は、第１の路面のスコアと第２の路面のスコアに応じて、採用する路面を選択する。この変形例を、上述した路面決定処理に加える場合は、例えば、図１６のステップＳ３６の処理に代えて、この変形例に係る処理を実行してもよい。

[0101] <路面高さテーブル算出処理>

路面高さテーブル算出部１５は、スムージング処理部１３５にて修正された各セグメントにおける路面に基づいて、路面高さ（自車両の真下の路面部分に対する相対的な高さ）を算出してテーブル化する路面高さテーブル算出処理を行う。

[0102] 路面高さテーブル算出部１５は、各セグメントにおける路面の情報から、撮像画像上の各行領域（画像上下方向の各位置）に映し出されている各路面部分までの距離を算出する。なお、自車両の真下に位置する路面部分をその面に平行となるように自車両進行方向前方へ延長した仮想平面の自車両進行方向における各面部分が、撮像画像中のどの各行領域に映し出されるかは予め決まっており、この仮想平面（基準路面）はＶマップ上で直線（基準直線）により表される。路面高さテーブル算出部１５は、各セグメントにおける

路面と、基準直線とを比較することで、自車両前方の各路面部分の高さを得ることができる。簡易的には、各セグメントにおける路面上のY軸位置から、これに対応する視差値から求められる距離だけ自車両前方に存在する路面部分の高さを算出できる。路面高さテーブル算出部15では、近似直線から得られる各路面部分の高さを、必要な視差範囲についてテーブル化する。

[0103] なお、ある視差値dにおいてY軸位置が y' である地点に対応する撮像画像部分に映し出されている物体の路面からの高さは、当該視差値dにおける路面上のY軸位置を y_0 としたとき、 $(y' - y_0)$ から算出することができる。一般に、Vマップ上における座標 (d, y') に対応する物体についての路面からの高さHは、下記の式より算出することができる。ただし、下記の式において、「z」は、視差値dから計算される距離 $(z = BF / (d - offset))$ であり、「f」はカメラの焦点距離を $(y' - y_0)$ の単位と同じ単位に変換した値である。ここで、「BF」は、ステレオカメラの基線長と焦点距離を乗じた値であり、「offset」は無限遠の物体を撮影したときの視差値である。

[0104] $H = z \times (y' - y_0) / f$

〈クラスタリング、棄却、トラッキング〉

クラスタリング部16は、視差画像データに含まれる各視差画素データにおけるx方向位置とy方向位置と視差値dとの組 (x, y, d) を、X軸にx、Y軸にd、Z軸に頻度を設定し、X-Yの2次元ヒストグラム情報（頻度Uマップ）を作成する。

[0105] クラスタリング部16は、路面高さテーブル算出部15によってテーブル化された各路面部分の高さに基づいて、路面からの高さHが所定の高さ範囲（たとえば20cmから3m）にある視差画像の点 (x, y, d) についてだけ頻度Uマップを作成する。この場合、路面から当該所定の高さ範囲に存在する物体を適切に抽出することができる。

[0106] クラスタリング部16は、頻度Uマップにおいて、頻度が所定値よりも多い、視差が密集している領域を物体の領域として検出し、視差画像上の座標

や、物体の実際の大きさ（サイズ）から予測した物体のタイプ（人や歩行者）などの個体情報を付与する。

[0107] 棄却部 17 は、視差画像、頻度マップ、物体の個体情報に基づいて、認識対象ではない物体の情報を棄却する。

[0108] トラッキング部 18 は、検出された物体が複数の視差画像のフレームで連続して出現する場合に、追跡対象であるか否かを判定する。

[0109] 〈走行支援制御〉

制御部 19 は、クラスタリング部 16 による、物体の検出結果に基づいて、例えば、自車両 100 の運転者へ警告を報知したり、自車両のハンドルやブレーキを制御したりするなどの走行支援制御を行う。

[第 2 の実施形態]

第 1 の実施形態では、路面決定部 14 は、第 1 の路面と第 2 の路面の傾きに基づいて、採用する路面を選択していた。第 2 の実施形態では、路面決定部 14 は、第 1 の路面と第 2 の路面を含む所定の領域における視差点の分布形状や数に基づき、採用する路面を選択する。なお、第 2 の実施形態は一部を除いて第 1 の実施形態と同様であるため、適宜説明を省略する。

[0110] 以下では第 2 の実施形態に係る車載機器制御システム 1 の処理の詳細について第 1 の実施形態との差異を説明する。

[0111] 図 18、19 を参照して、第 2 の実施形態の路面決定部 14 による路面決定処理の詳細例を説明する。図 18 は、第 2 の実施形態に係る路面決定処理のフローチャートの一例を示す図である。図 19 A、図 19 B は、第 1 の路面及び第 2 の路面を含む矩形等の領域の一例を示す図である。

[0112] まず、路面決定部 14 は、図 18 に示すように、第 1 の路面推定部 13 a、及び第 2 の路面推定部 13 b がそれぞれ推定した第 1 の路面、及び第 2 の路面を含む例えば矩形等の領域を設定する（ステップ S201）。

[0113] 続いて、路面決定部 14 は、設定した領域に含まれる視差点の数を算出する（ステップ S202）。

[0114] 続いて、路面決定部 14 は、設定した領域における視差点の密度を算出す

る（ステップS203）。例えば、路面決定部14は、設定した領域における視差点を、設定した領域の面積で除算することにより密度を算出する。

[0115] 続いて、路面決定部14は、設定した領域における視差点の密度が、所定の閾値以上であるか判定する（ステップS204）。なお、視差点の密度に代えて、設定する領域の面積を一定とした場合の視差点の数を用いて、所定の閾値以上であるか判定してもよい。

[0116] 設定した領域における視差点の密度が、所定の閾値以上である場合（ステップS204でYES）、図19Aのように、垂直方向の高さが低い下方に存在する第2の路面581aが、雨天時の水たまり等によるノイズの影響を受けている可能性がある。そのため、路面決定部14は、垂直方向の高さが高い上方に存在する第1の路面582aを選択し（ステップS205）、処理を終了する。

[0117] 設定した領域における視差点の密度が、所定の閾値以上でない場合（ステップS204でNO）、路面決定部14は、設定した領域に含まれる視差点の分布形状を取得する（ステップS206）。

[0118] 続いて、路面決定部14は、設定した領域に含まれる視差点の分布形状が、所定の形状であるか判定する（ステップS207）。ここで、所定の形状は、例えば、設定した領域内の右上583及び左下584の少なくとも一方の部分の視差点の分布が所定値以下である形状とする。この場合、路面決定部14は、例えば、設定した領域内の右上583及び左下584の部分の少なくとも一方の視差点の密度または数が、所定値以下である場合に、所定の形状であると判定する。

[0119] 設定した領域に含まれる視差点の分布形状が、所定の形状であれば（ステップS207でYES）、図19Bのように、上方に存在する第1の路面581bが、物体の視差により上方向に引っ張られている可能性がある。そのため、路面決定部14は、下方に存在する第2の路面582bを選択し（ステップS208）、処理を終了する。

[0120] 設定した領域に含まれる視差点の分布形状が、所定の形状でなければ（ス

テップS 2 0 7でNO)、路面決定部14は、例えばステップS 2 0 5と同様に第1の路面を選択し、処理を終了する。または、上述した第1の実施形態における路面決定処理を実行し、路面を選択してもよい。

[0121] <第2の実施形態の効果>

第2の実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果を得られる。

[第3の実施形態]

第3の実施形態では、路面決定部14は、撮影画像（輝度画像）または視差画像の所定領域内を画像認識し、画像認識の結果に基づいて、採用する路面を選択する。なお、第3の実施形態は一部を除いて第1の実施形態と同様であるため、適宜説明を省略する。

[0122] 以下では第3の実施形態に係る車載機器制御システム1の処理の詳細について第1の実施形態との差異を説明する。

[0123] 図20、21を参照して、第3の実施形態の路面決定部14による路面決定処理の詳細例を説明する。図20は、第3の実施形態に係る路面決定処理のフローチャートの一例を示す図である。

[0124] まず、路面決定部14は、撮影画像または視差画像中で、路面が写り得る領域に、各セグメントを設定する（ステップS 3 0 1）。図21は、撮影画像または視差画像と、Vマップの対応関係を説明する図である。図21では、路面が写り得る領域を3つのセグメント591、592、593に分割した場合の例を示している。

[0125] 続いて、路面決定部14は、撮影画像または視差画像の各セグメントを画像認識する（ステップS 3 0 2）。

[0126] なお、ステップS 3 0 2の画像認識の手法としては、任意の手法を使用してもよい。例えば、車両、人、路面、雨滴等の物体用のテンプレートを事前に用意しておき、テンプレートマッチングさせることで物体を認識してもよい。

[0127] また、例えば、「Csurka, G., Bray, C., Dance, C. and Fan, L, "Visual categorization with bags of keypoints," Proc. ECCV Workshop on Stati

stical Learning in Computer Vision, pp.1-22, 2004.」に記載されているような、S I F T (Scale-Invariant Feature Transform)などの局所特徴量を量子化したvisual wordsと称されるベクトルを用いて認識に利用するBag-of-Visual-Words法を用いてもよい。あるいは、「Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, and Geoffrey E Hinton., "Imagenet classification with deep convolutional neural networks," In Advances in neural information processing systems, pp.1097-1105, 2012.」に記載されているような、ニューラルネットを多層化したDeep Learningを用いる方法を用いてもよい。

[0128] また、画像認識する際は、各セグメントを分割し、ラスタスキャンしながら逐次認識処理を実行してもよい。この場合、セグメント全体を認識処理にかけるよりも、ノイズが含まれる領域を除去できるため、認識精度を向上させることができる。

[0129] 続いて、路面決定部14は、ステップS302の画像認識の結果に基づき、雨天（雨のシーン）であるか判定する（ステップS303）。

[0130] 画像認識の結果が雨天である場合（ステップS303でYES）、下方に存在する第2の路面が、雨天時の水たまり等によるノイズの影響を受けている可能性がある。そのため、路面決定部14は、上方に存在する第1の路面を選択し（ステップS304）、処理を終了する。

[0131] 画像認識の結果が雨天でない場合（ステップS303でNO）、路面決定部14は、ステップS302の画像認識の結果に基づき、各セグメントにおいて、先行車両等の物体（図21の594）の画像を認識したか判定する（ステップS305）。

[0132] 先行車両等の物体の画像を認識した場合（ステップS305でYES）、上方に存在する第1の路面が、物体の視差（図21の594a）により上方向に引っ張られている可能性がある。そのため、路面決定部14は、先行車両等の物体の画像を認識したセグメントにおいて、下方に存在する第2の路面582bを選択し（ステップS306）、処理を終了する。

[0133] 先行車両等の物体の画像を認識しない場合（ステップS305でNO）、

路面決定部 14 は、例えばステップ S 204 と同様に第 1 の路面を選択し、処理を終了する。または、上述した各実施形態における路面決定処理を実行し、路面を選択してもよい。

[0134] <まとめ>

雨天時の路面の照り返し等により、視差にノイズが発生すると、推定される路面が正解に対して低すぎたり、逆に高すぎたりする問題が発生する。推定される路面が低すぎる場合、路面の一部を障害物と誤認識する場合がある。推定される路面が高すぎる場合、推定される路面よりも低い障害物等を検出できない場合がある。

[0135] 上述した各実施形態によれば、Vマップに基づいて、複数の路面を推定し、推定された複数の路面に基づいて路面を決定する。それにより、路面を検出する精度を向上させることが可能となる。

[0136] なお、距離の値（距離値）と視差値は等価に扱えることから、本実施形態においては距離画像の一例として視差画像を用いて説明しているが、これに限られない。例えば、ステレオカメラを用いて生成した視差画像に対して、ミリ波レーダやレーザレーダ等の検出装置を用いて生成した距離情報を統合して、距離画像を生成してもよい。また、ステレオカメラと、ミリ波レーダやレーザレーダ等の検出装置を併用し、上述したステレオカメラによる物体の検出結果と組み合わせることにより、検出の精度をさらに高める構成としてもよい。

[0137] 上述した実施形態におけるシステム構成は一例であり、用途や目的に応じて様々なシステム構成例があることは言うまでもない。また、上述した各実施形態の一部又は全部を組み合わせることも可能である。

[0138] 例えば、外れ点除去部 132、路面補足部 134、スムージング処理部 135 等の処理は必須ではないため、これらの機能部を有しない構成としてもよい。

[0139] また、処理ハードウェア部 510、画像解析ユニット 600、及び車両走行制御ユニット 104 の各機能部は、ハードウェアによって実現される構成

としてもよいし、CPUが記憶装置に格納されたプログラムを実行することによって実現される構成としてもよい。このプログラムは、インストール可能な形式又は実行可能な形式のファイルによって、コンピュータで読み取り可能な記録メディアに記録されて流通されるようにしても良い。また、上記記録メディアの例として、CD-R (Compact Disc Recordable)、DVD (Digital Versatile Disk)、ブルーレイディスク等が挙げられる。また、各プログラムが記憶されたCD-ROM等の記録メディア、並びに、これらプログラムが記憶されたHDDは、プログラム製品(Program Product)として、国内又は国外へ提供されることができる。

[0140] 以上、本発明を実施例に基づいて説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載の範囲内で様々な変形が可能である。

[0141] 本願は、日本特許庁に2016年3月17日に出願された基礎出願2016-053383号の優先権を主張するものであり、その全内容を参照によりここに援用する。

符号の説明

[0142] 1 車載機器制御システム（「機器制御システム」の一例）

100 自車両

101 撮像ユニット

103 表示モニタ

106 車両走行制御ユニット（「制御部」の一例）

11 視差画像生成部（「距離画像生成部」の一例）

12 Vマップ生成部（「生成部」の一例）

13 路面推定部（「推定部」の一例）

13a 第1の路面推定部

13b 第2の路面推定部

131 標本点抽出部

132 外れ点除去部

- 1 3 3 路面形状検出部
- 1 3 4 路面補足部
- 1 3 5 スムージング処理部
- 1 4 路面決定部（「決定部」の一例）
- 1 5 路面高さテーブル算出部
- 1 6 クラスタリング部（「物体検出部」の一例）
- 1 7 棄却部
- 1 8 トラッキング部
- 1 9 制御部
- 2 撮像装置
 - 5 1 0 a, 5 1 0 b 撮像部
 - 5 1 0 処理ハードウェア部
 - 6 0 0 画像解析ユニット（「画像処理装置」の一例）

請求の範囲

- [請求項1] 複数の撮像部で各々撮影された複数の撮影画像における路面の距離に応じた距離値を有する距離画像から、前記距離画像の垂直方向に対する距離値の頻度の分布を示す垂直方向分布データを生成する生成部と、
- 前記垂直方向分布データに基づいて、複数の路面を推定する推定部と、
- 前記推定部により推定された各路面に基づいて、路面を決定する決定部と、
- を備えることを特徴とする画像処理装置。
- [請求項2] 前記決定部は、前記推定部により推定された各路面の傾きの差が所定の閾値以上の場合に、傾きが小さい方の路面に決定する、
- ことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記推定部は、前記垂直方向分布データに基づいて、最小二乗法により直線近似により複数の路面を推定し、
- 前記決定部は、前記推定部により直線近似された際の各路面の相関係数に基づいて、路面を決定する、
- ことを特徴とする請求項1または2記載の画像処理装置。
- [請求項4] 前記決定部は、前記推定部により推定された各路面を含む所定の領域における、所定値以上の距離値を有する画素の数または密度が所定の閾値以上である場合に、高さが高い方の路面に決定する、
- ことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載の画像処理装置。
- [請求項5] 前記決定部は、前記推定部により推定された各路面を含む所定の領域における、所定値以上の距離値を有する画素の分布形状が、視差が大きく高さが高い部分、または視差が小さく高さが低い部分の分布が所定値以下である場合に、高さが低い方の路面に決定する、
- ことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の画像処理装

置。

[請求項6] 前記決定部は、前記撮影画像または前記距離画像を画像認識し、路面以外の物体を認識した場合に、高さが低い方の路面に決定する、ことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか一項に記載の画像処理装置。

[請求項7] 前記決定部は、前記撮影画像または前記距離画像を画像認識し、雨滴を認識した場合に、高さが高い方の路面に決定する、ことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか一項に記載の画像処理装置。

[請求項8] 複数の撮像部と、
前記複数の撮像部で各々撮影された複数の撮影画像から、前記複数の撮影画像における物体の視差に応じた距離値を有する距離画像を生成する距離画像生成部と、
前記距離画像の垂直方向に対する距離値の頻度の分布を示す垂直方向分布データを生成する生成部と、
前記垂直方向分布データに基づいて、複数の路面を推定する推定部と、
前記推定部により推定された各路面に基づいて、路面を決定する決定部と、
を備える撮像装置。

[請求項9] 移動体に搭載され、前記移動体の前方を撮像する複数の撮像部と、
前記複数の撮像部で各々撮影された複数の撮影画像から、前記複数の撮影画像における物体の視差に応じた距離値を有する距離画像を生成する距離画像生成部と、
前記距離画像の垂直方向に対する距離値の頻度の分布を示す垂直方向分布データを生成する生成部と、
前記垂直方向分布データに基づいて、複数の移動面を推定する推定部と、

前記推定部により推定された各移動面に基づいて、移動面を決定する決定部と、

前記決定部により決定された移動面、及び前記距離画像に基づいて、前記複数の撮影画像における物体を検出する物体検出部と、

前記物体検出部により検出された物体のデータに基づいて、前記移動体の制御を行う制御部と、

を備える移動体機器制御システム。

[請求項10]

コンピュータが、

複数の撮像部で各々撮影された複数の撮影画像における路面の距離に応じた距離値を有する距離画像から、前記距離画像の垂直方向に対する距離値の頻度の分布を示す垂直方向分布データを生成するステップと、

前記垂直方向分布データに基づいて、複数の路面を推定するステップと、

前記推定された各路面に基づいて、路面を決定するステップと、
を実行する、画像処理方法。

[請求項11]

コンピュータに、

複数の撮像部で各々撮影された複数の撮影画像における路面の距離に応じた距離値を有する距離画像から、前記距離画像の垂直方向に対する距離値の頻度の分布を示す垂直方向分布データを生成するステップと、

前記垂直方向分布データに基づいて、複数の路面を推定するステップと、

前記推定された各路面に基づいて、路面を決定するステップと、
を実行させるプログラム。

補正された請求の範囲
[2017年6月12日(12.06.2017)国際事務局受理]

- [請求項 1] 複数の撮像部で各々撮影された複数の撮影画像における路面の距離に応じた距離値を有する距離画像から、前記距離画像の垂直方向に対する距離値の頻度の分布を示す垂直方向分布データを生成する生成部と、
- 前記垂直方向分布データに基づいて、複数の路面を推定する推定部と、
- 前記推定部により推定された各路面に基づいて、路面を決定する決定部と、
- を備えることを特徴とする画像処理装置。
- [請求項 2] 前記決定部は、前記推定部により推定された各路面の傾きの差が所定の閾値以上の場合に、傾きが小さい方の路面に決定する、
- ことを特徴とする請求項 1 記載の画像処理装置。
- [請求項 3] 前記推定部は、前記垂直方向分布データに基づいて、最小二乗法により直線近似により複数の路面を推定し、
- 前記決定部は、前記推定部により直線近似された際の各路面の相関係数に基づいて、路面を決定する、
- ことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の画像処理装置。
- [請求項 4] 前記決定部は、前記推定部により推定された各路面を含む所定の領域における、所定値以上の距離値を有する画素の数または密度が所定の閾値以上である場合に、高さが高い方の路面に決定する、
- ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の画像処理装置。
- [請求項 5] 前記決定部は、前記推定部により推定された各路面を含む所定の領域における、所定値以上の距離値を有する画素の分布形状が、視差が大きく高さが高い部分、または視差が小さく高さが低い部分の分布が所定値以下である場合に、高さが低い方の路面に決定する、
- ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

置。

[請求項 6] 前記決定部は、前記撮影画像または前記距離画像を画像認識し、路面以外の物体を認識した場合に、高さが低い方の路面に決定する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

[請求項 7] 前記決定部は、前記撮影画像または前記距離画像を画像認識し、雨滴を認識した場合に、高さが高い方の路面に決定する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

[請求項 8] (追加) 前記推定部は、垂直方向分布データの所定の距離値に対応する所定の領域について複数の路面を推定し、

前記決定部は、推定部により推定された複数の路面から前記所定の領域において採用する路面を決定する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

[請求項 9] (追加) 前記推定部は、垂直方向分布データを距離値に応じて複数の領域に分割し、分割した複数の領域のうちの所定の領域について複数の路面を推定し、

前記決定部は、推定部により推定された複数の路面から前記所定の領域において採用する路面を決定する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

[請求項 10] (追加) 前記推定部は、垂直方向分布データを距離値に応じて複数の領域に分割し、分割した複数の領域のうちの所定の領域について第 1 の路面および第 2 の路面を推定し、

前記決定部は、前記所定の領域における前記第 1 の路面の終点の垂直方向位置と前記第 2 の路面の終点の垂直方向位置の差を H_1 、前記所定の領域における前記第 1 の路面の始点の垂直方向位置と前記第 2

の路面の始点の垂直方向位置の差を H_2 とし、予め定められた第1の定数を A 及び予め定められた第2の定数を B とした場合に、 $H_1 > A$ かつ、 $H_1 / B > H_2$ を満たすとき、前記第1の路面および前記第2の路面のうち傾きが小さい方の路面を前記所定の領域において採用する路面に決定することを特徴とする請求項1乃至7のいずれか一項に記載の画像処理装置。

[請求項11] (補正後) 複数の撮像部と、

前記複数の撮像部で各々撮影された複数の撮影画像から、前記複数の撮影画像における物体の視差に応じた距離値を有する距離画像を生成する距離画像生成部と、

前記距離画像の垂直方向に対する距離値の頻度の分布を示す垂直方向分布データを生成する生成部と、

前記垂直方向分布データに基づいて、複数の路面を推定する推定部と、

前記推定部により推定された各路面に基づいて、路面を決定する決定部と、
を備える撮像装置。

[請求項12] (補正後) 移動体に搭載され、前記移動体の前方を撮像する複数の撮像部と、

前記複数の撮像部で各々撮影された複数の撮影画像から、前記複数の撮影画像における物体の視差に応じた距離値を有する距離画像を生成する距離画像生成部と、

前記距離画像の垂直方向に対する距離値の頻度の分布を示す垂直方向分布データを生成する生成部と、

前記垂直方向分布データに基づいて、複数の移動面を推定する推定部と、

前記推定部により推定された各移動面に基づいて、移動面を決定す

る決定部と、

前記決定部により決定された移動面、及び前記距離画像に基づいて、前記複数の撮影画像における物体を検出する物体検出部と、

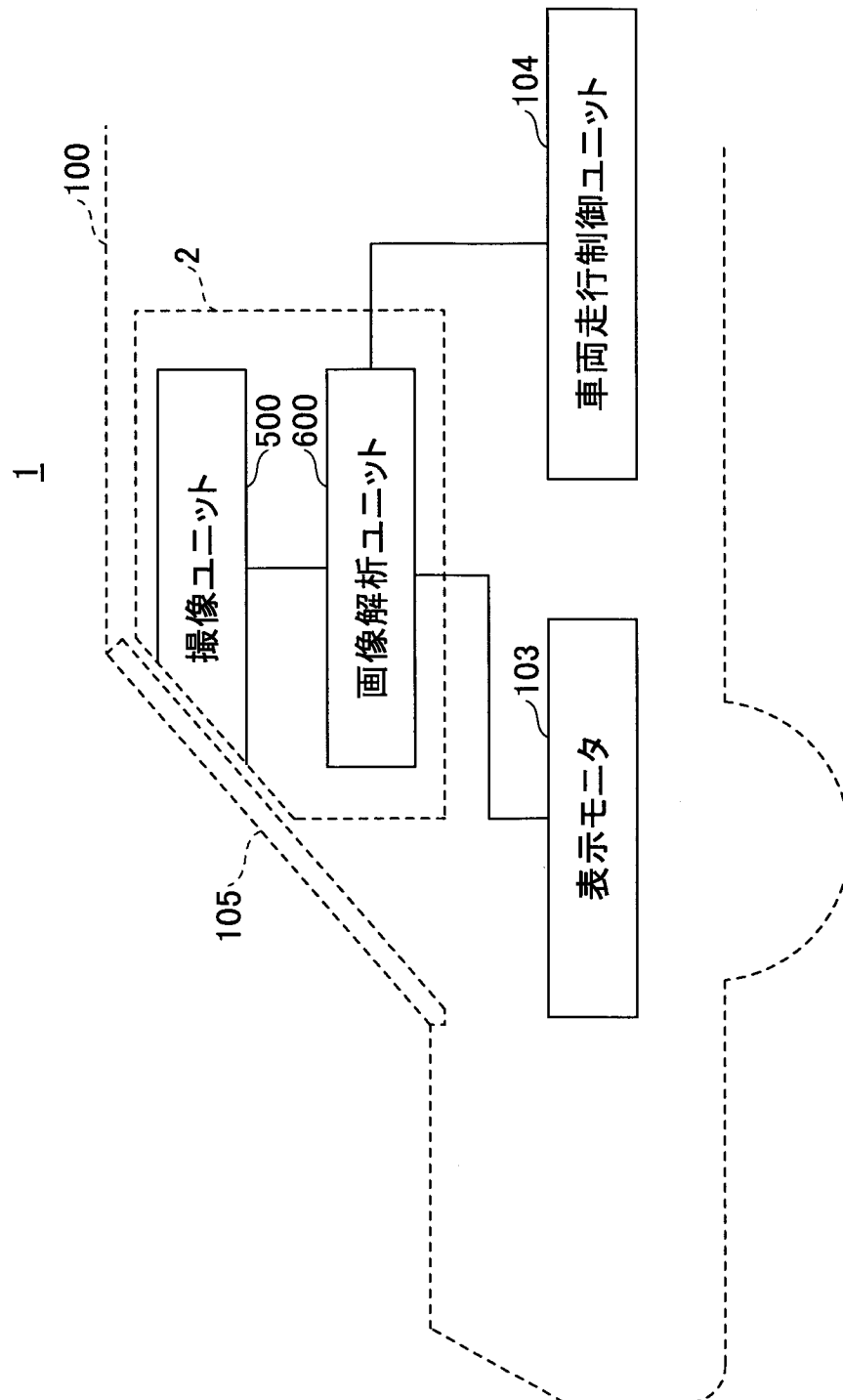
前記物体検出部により検出された物体のデータに基づいて、前記移動体の制御を行う制御部と、
を備える移動体機器制御システム。

[請求項 13] (追加) 請求項 12 に記載の移動体機器制御システムを備え、
前記制御部により制御される
移動体。

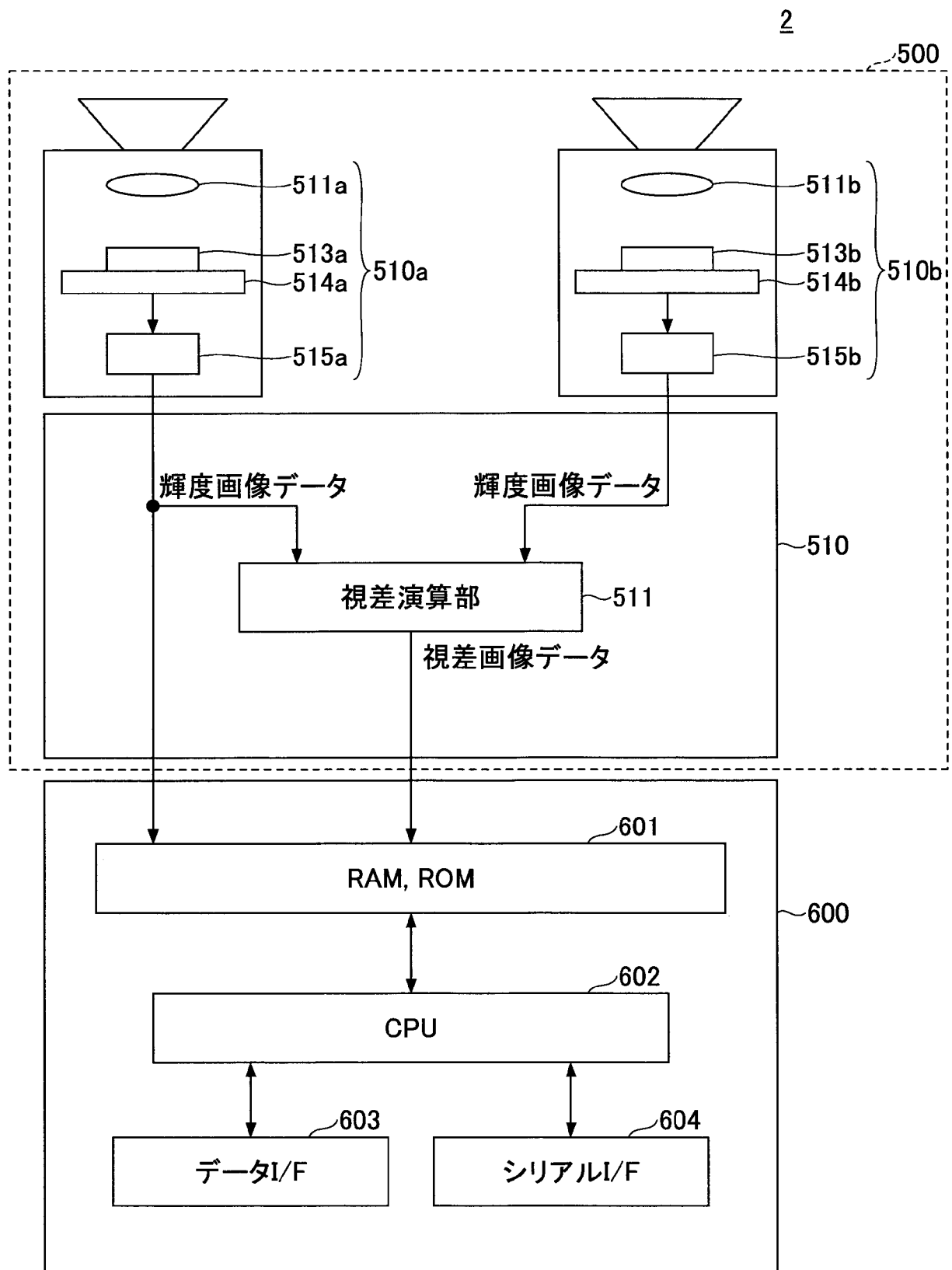
[請求項 14] (補正後) コンピュータが、
複数の撮像部で各々撮影された複数の撮影画像における路面の距離に応じた距離値を有する距離画像から、前記距離画像の垂直方向に対する距離値の頻度の分布を示す垂直方向分布データを生成するステップと、
前記垂直方向分布データに基づいて、複数の路面を推定するステップと、
前記推定された各路面に基づいて、路面を決定するステップと、
を実行する、画像処理方法。

[請求項 15] (補正後) コンピュータに、
複数の撮像部で各々撮影された複数の撮影画像における路面の距離に応じた距離値を有する距離画像から、前記距離画像の垂直方向に対する距離値の頻度の分布を示す垂直方向分布データを生成するステップと、
前記垂直方向分布データに基づいて、複数の路面を推定するステップと、
前記推定された各路面に基づいて、路面を決定するステップと、
を実行させるプログラム。

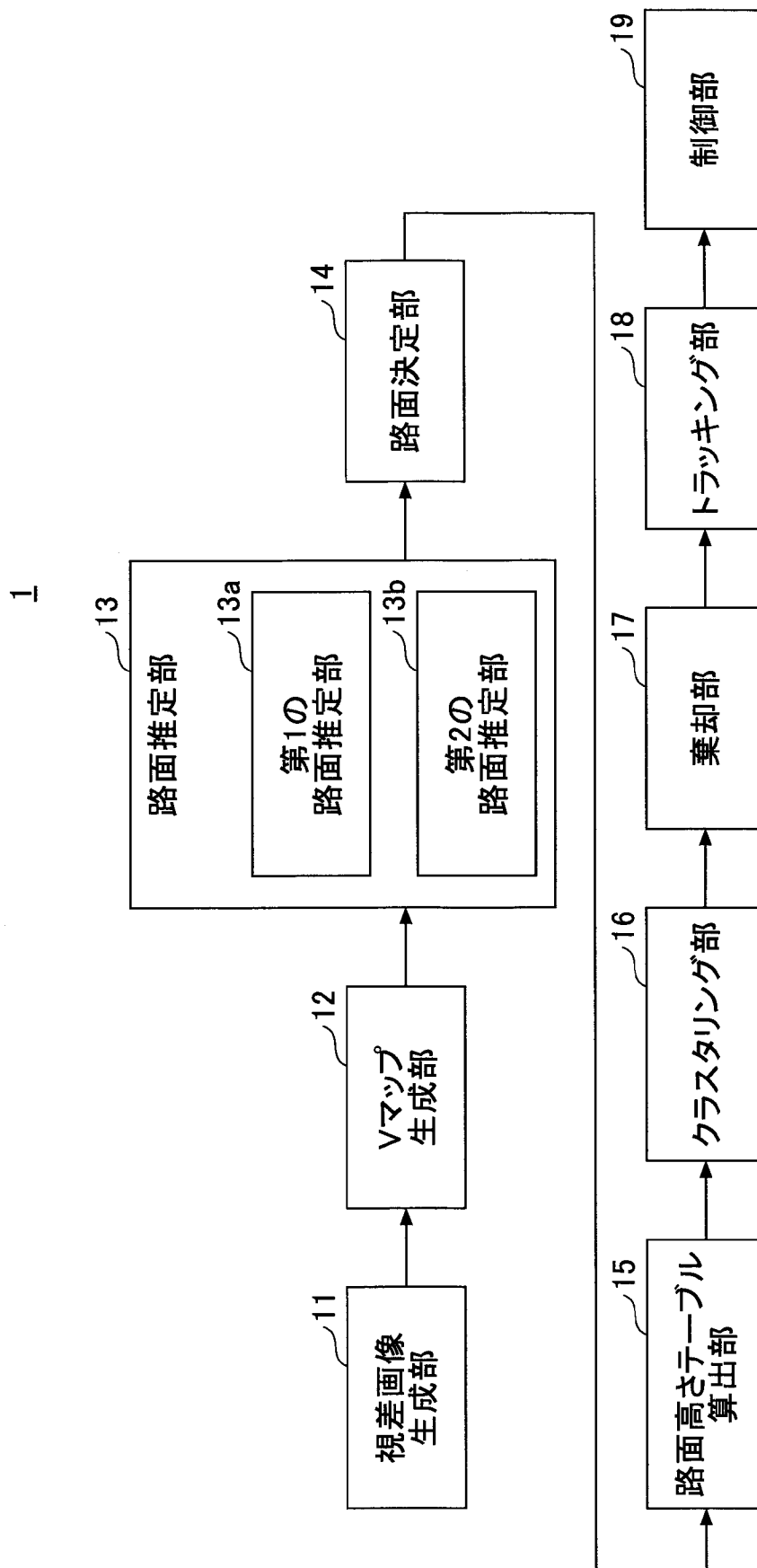
[図1]



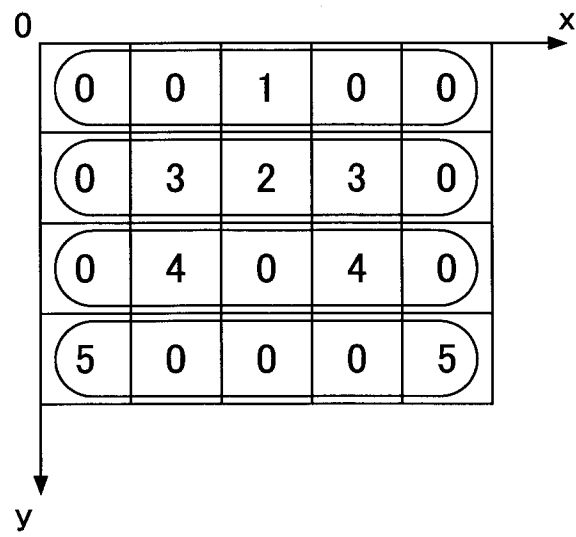
[図2]



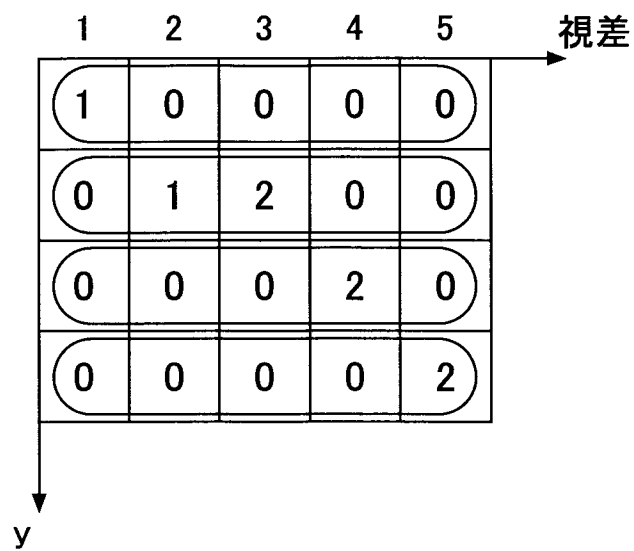
[図3]



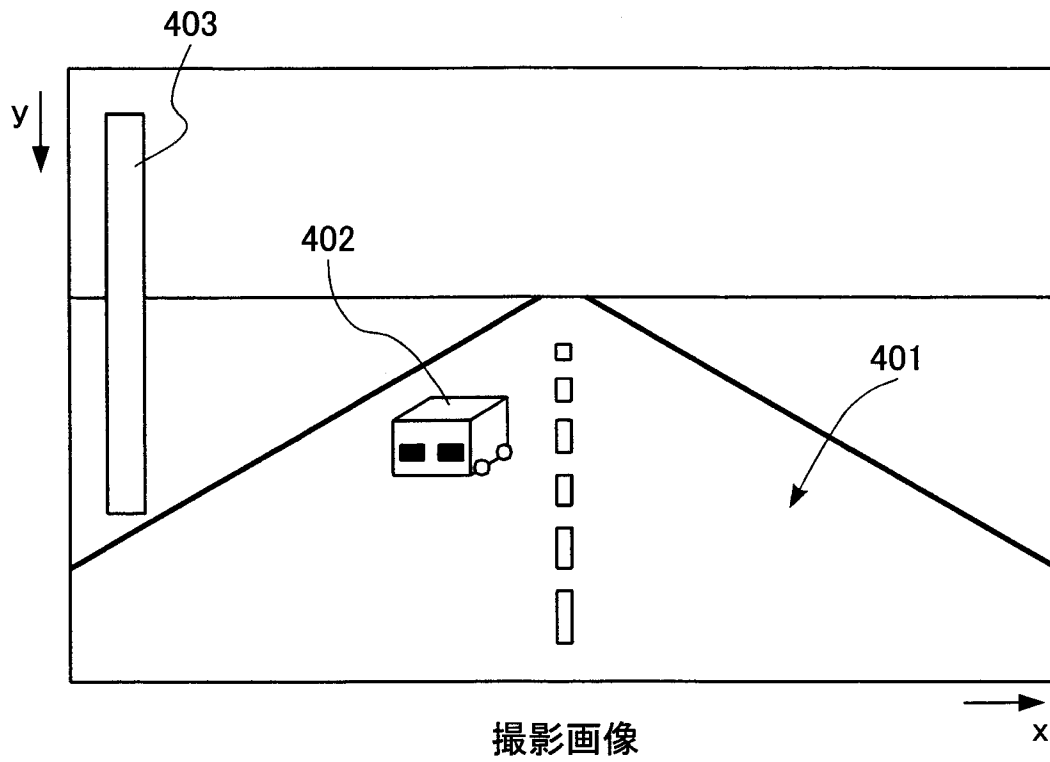
[図4A]



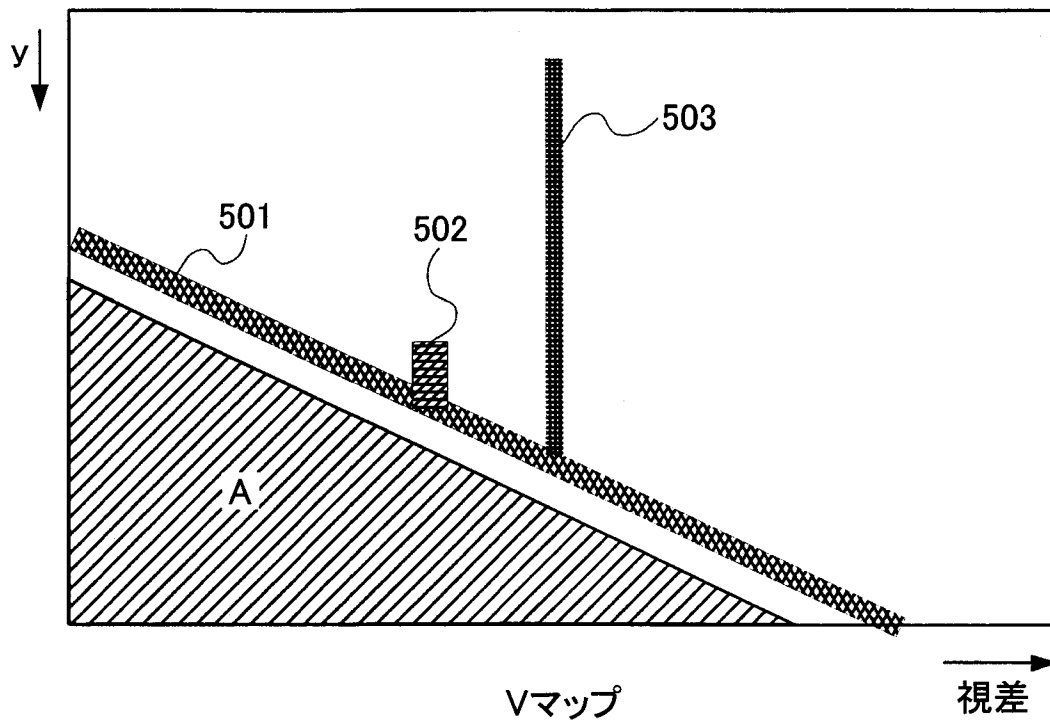
[図4B]



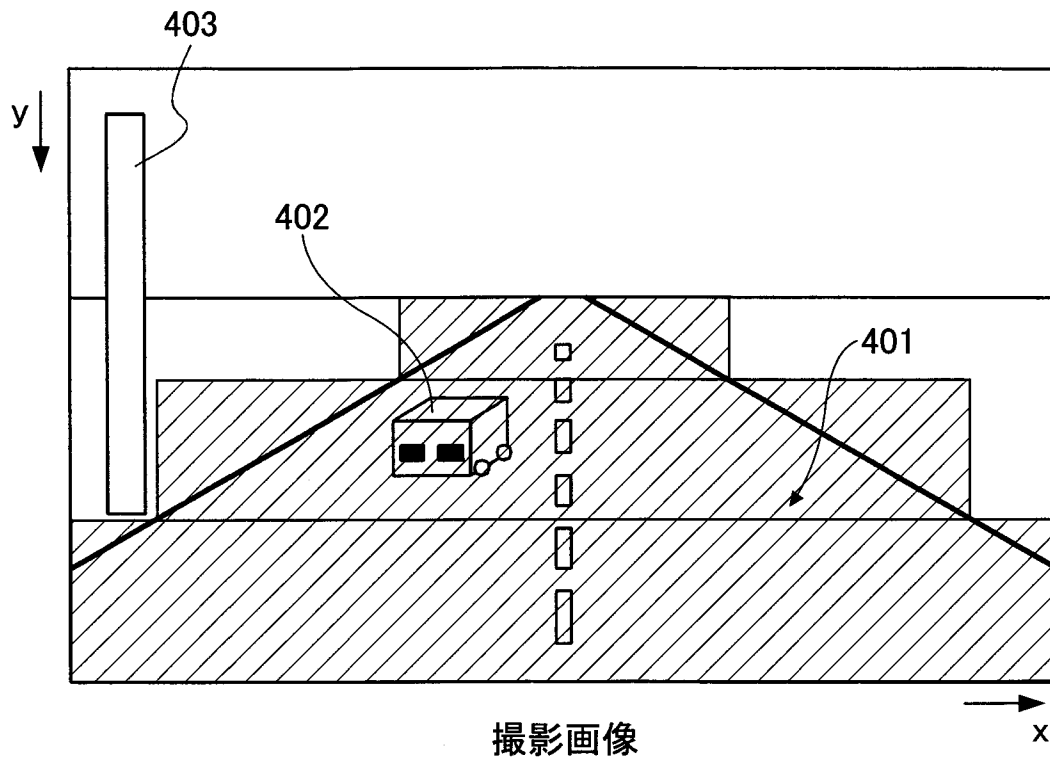
[図5A]



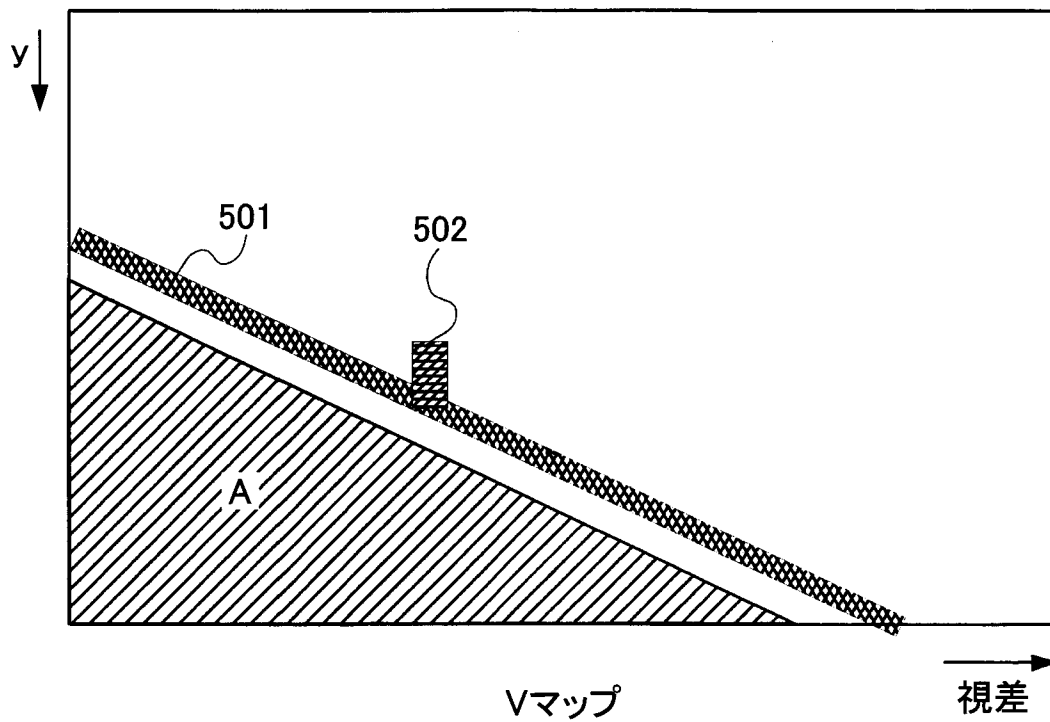
[図5B]



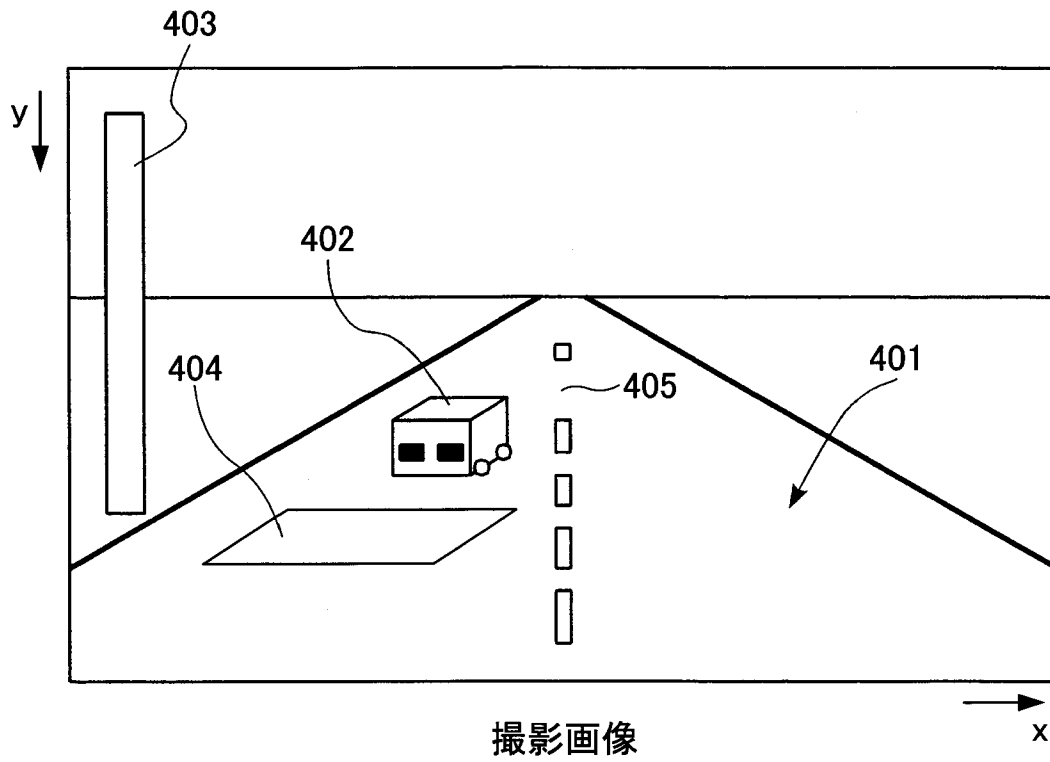
[図6A]



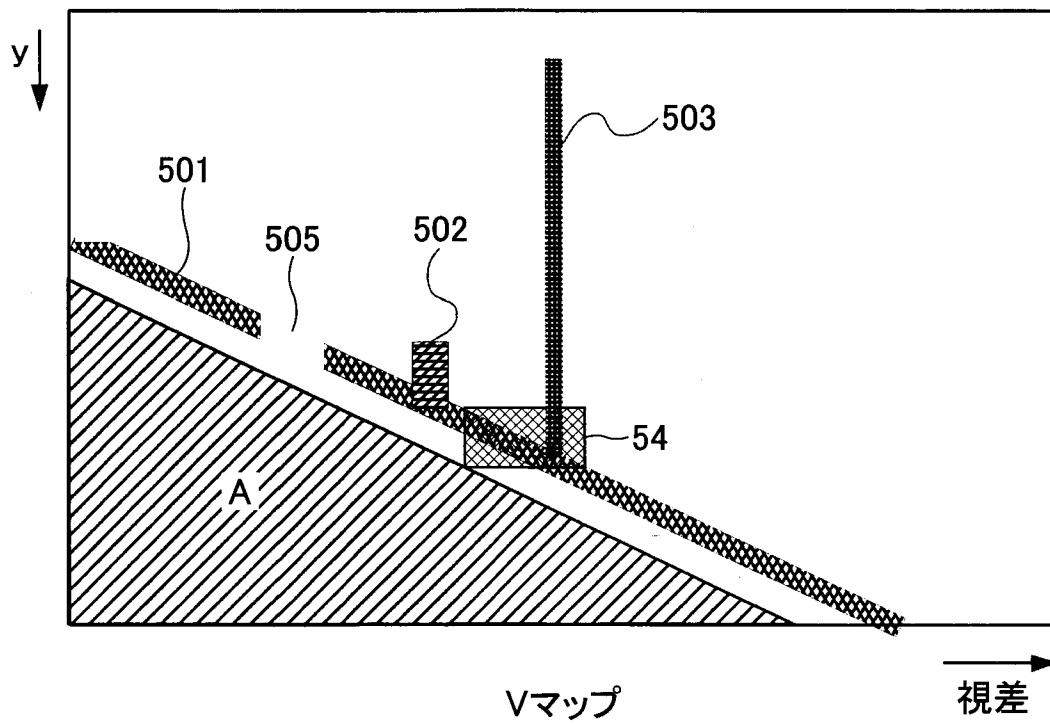
[図6B]



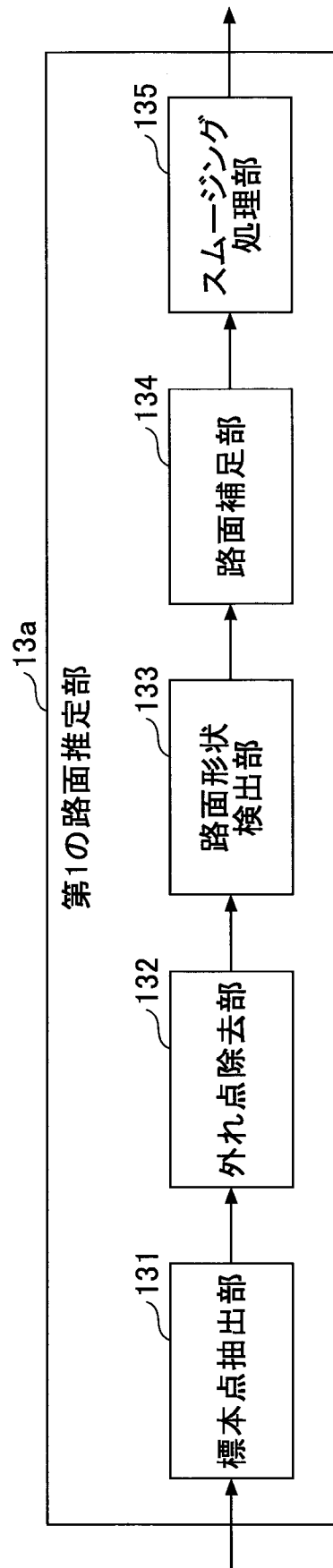
[図7A]



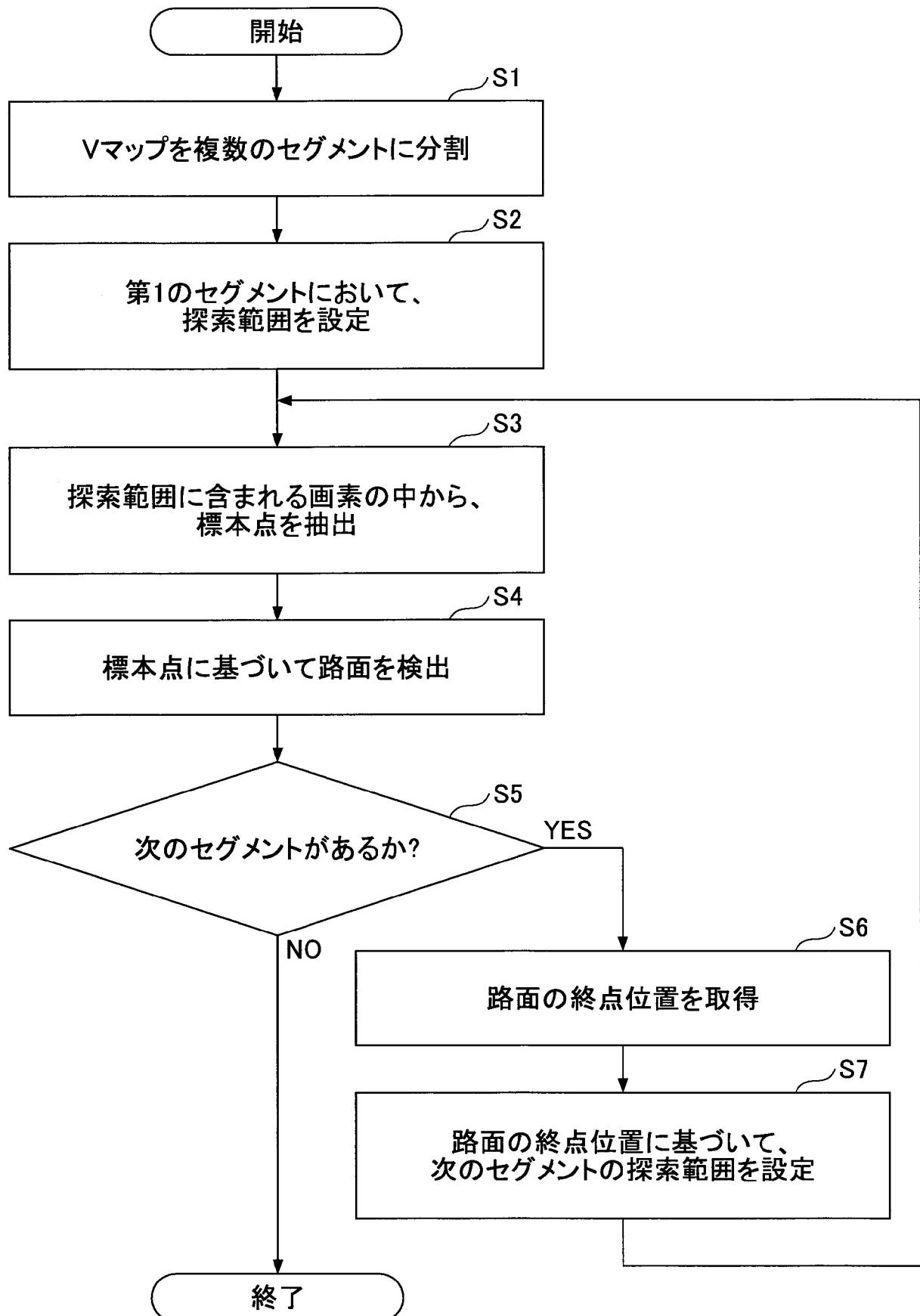
[図7B]



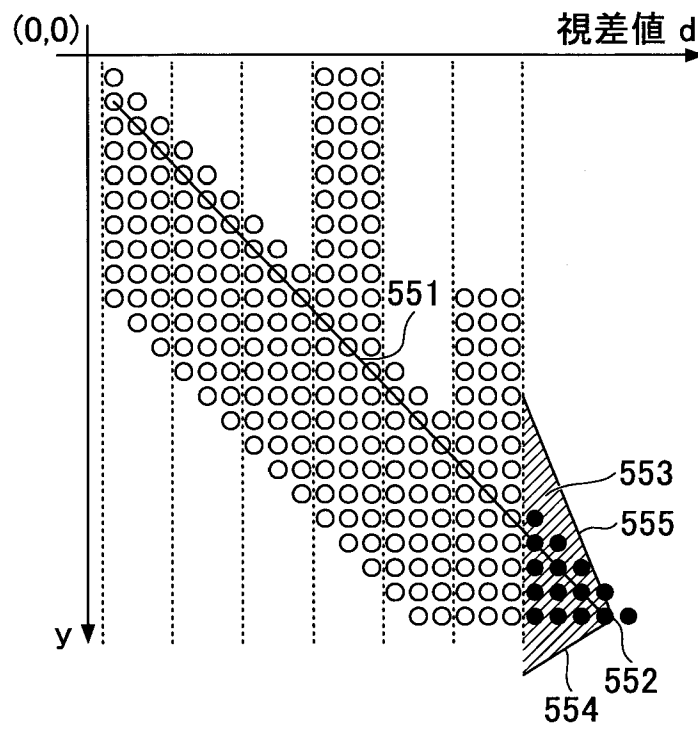
[図8]



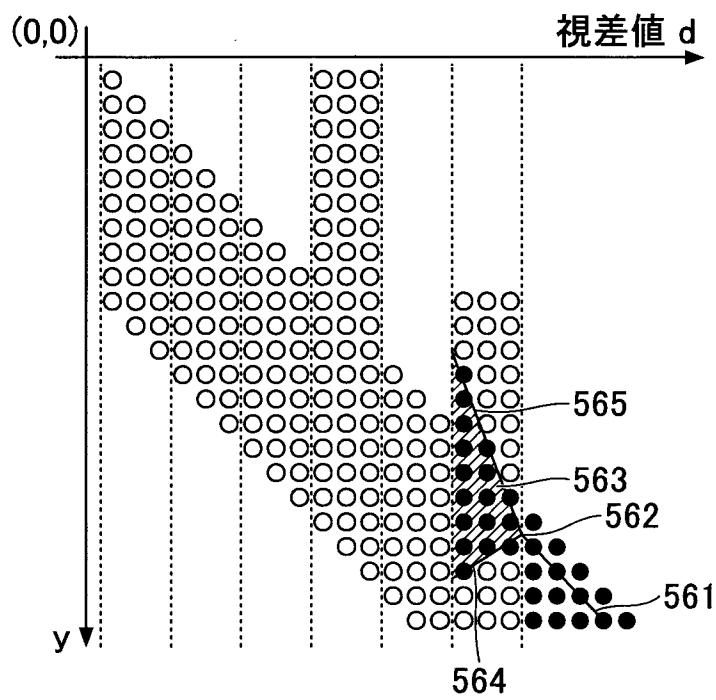
[図9]



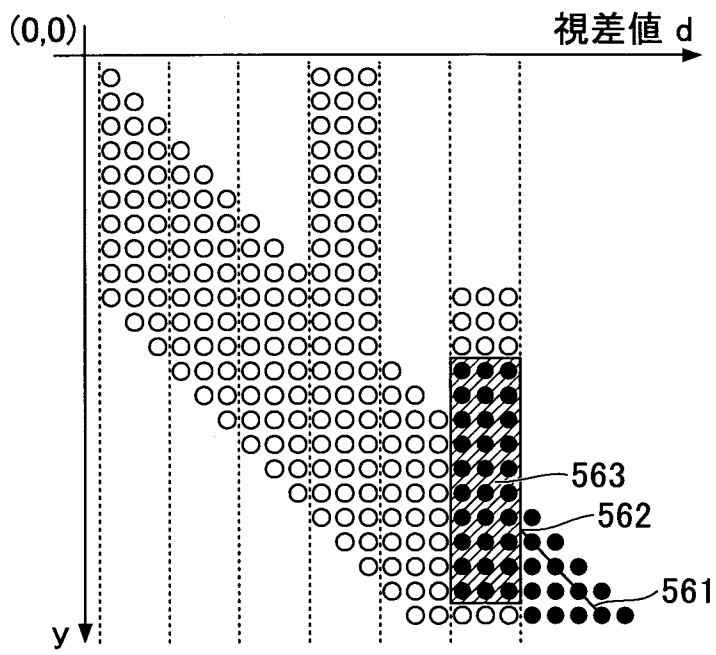
[図10]



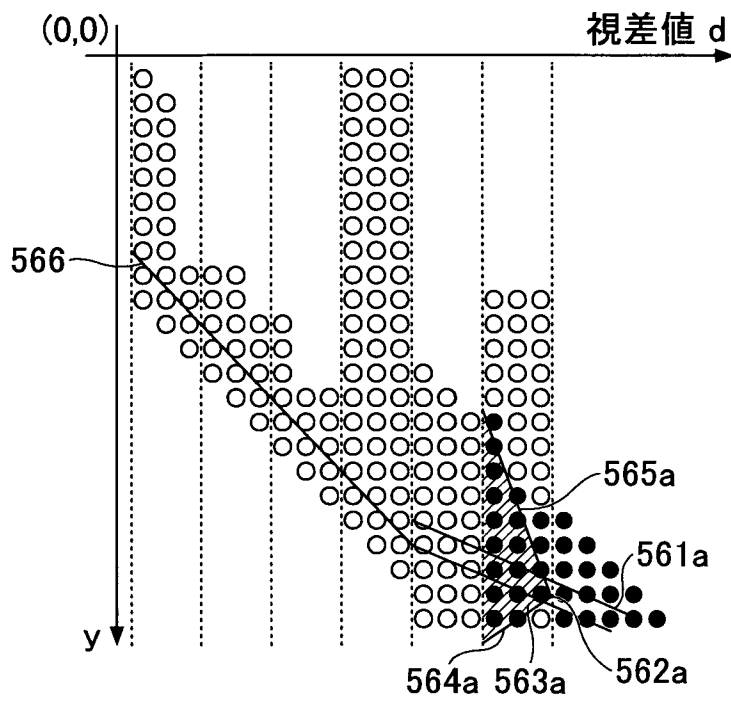
[図11A]



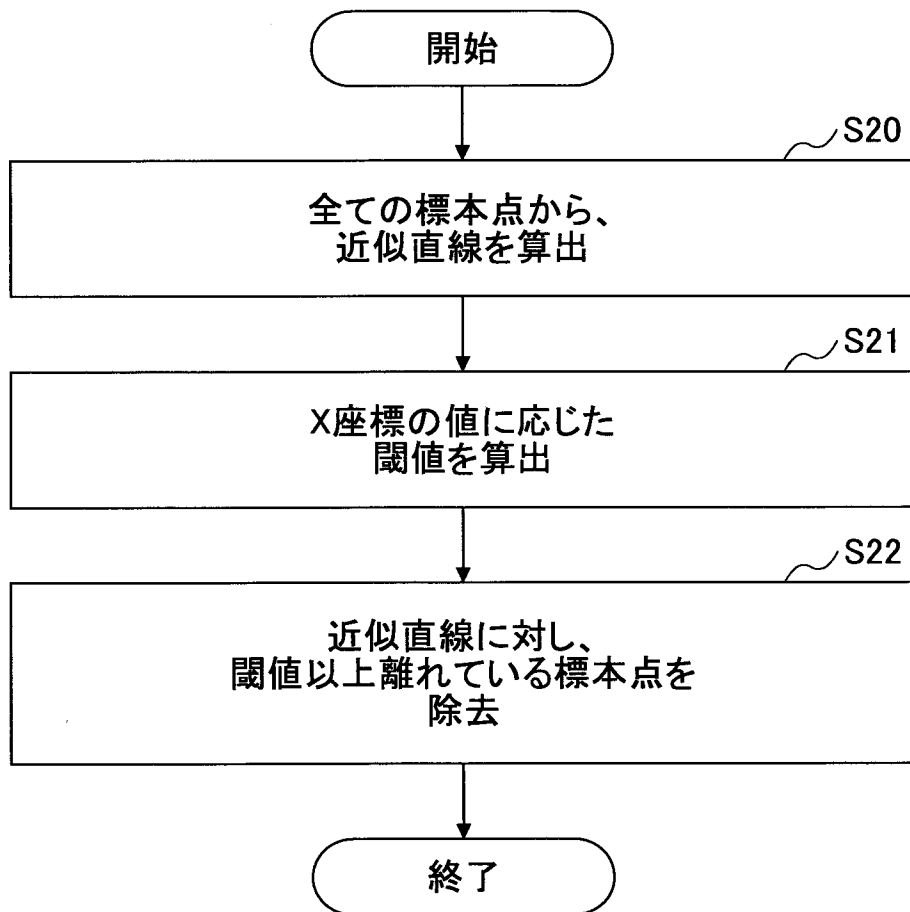
[図11B]



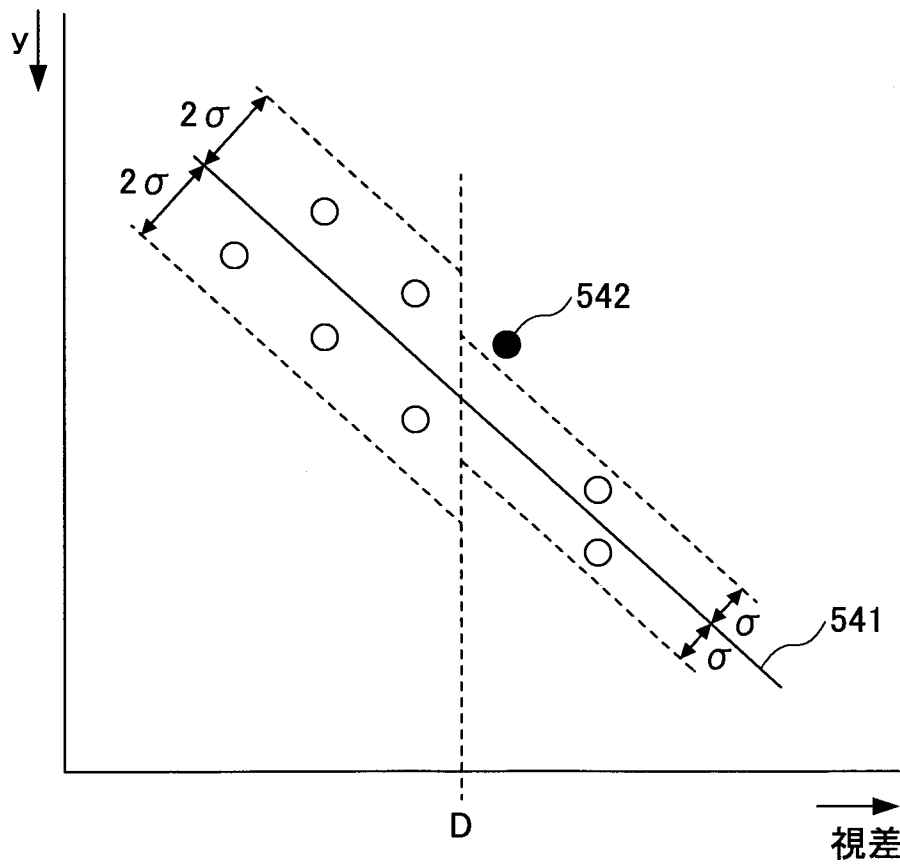
[図12]



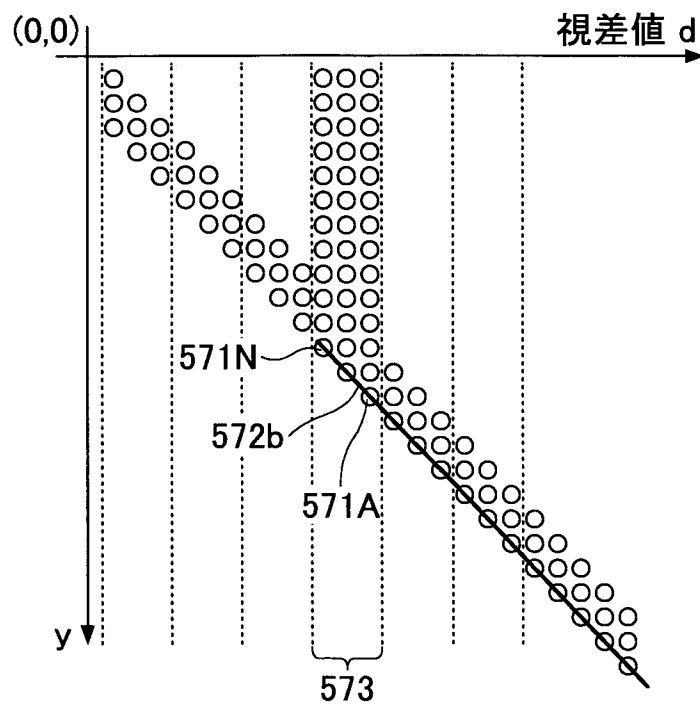
[図13]



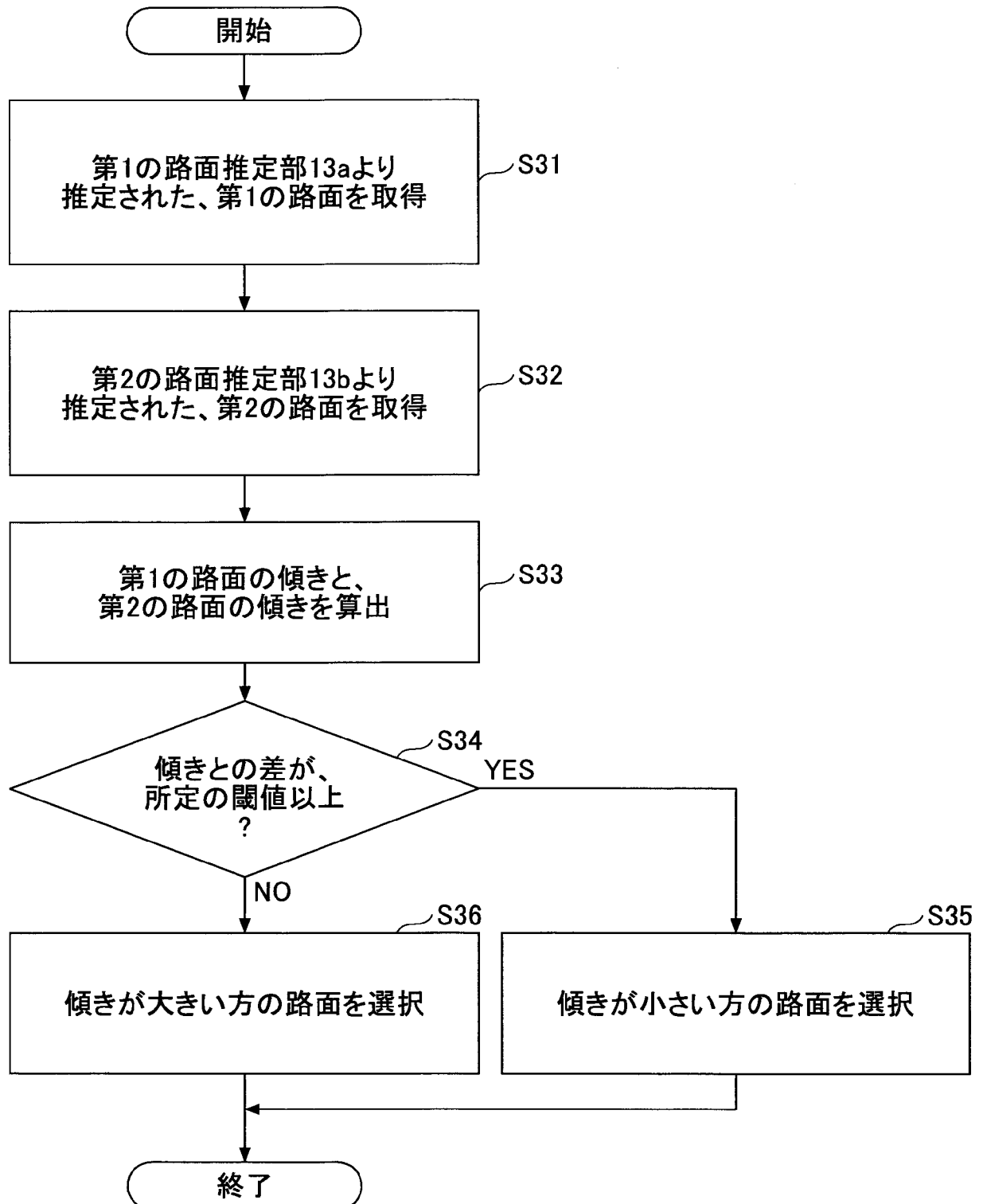
[図14]



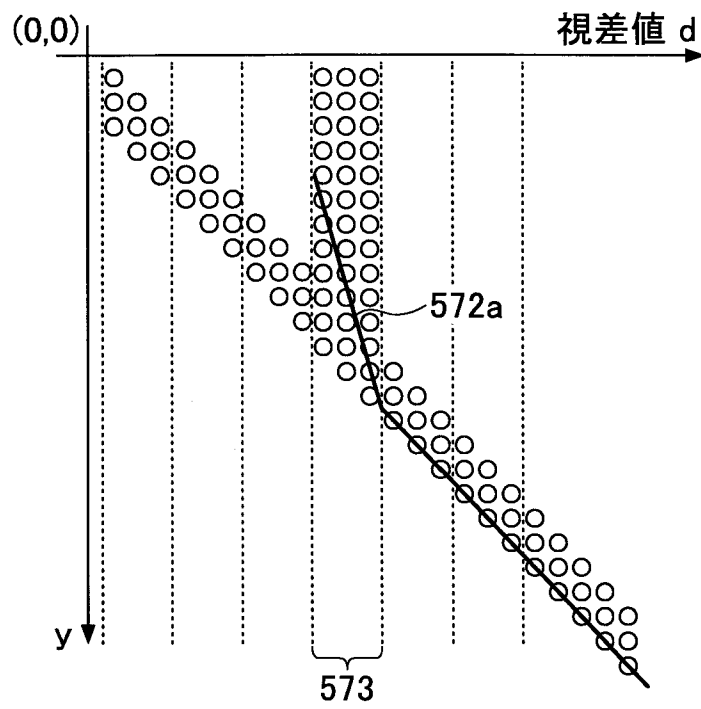
[図15]



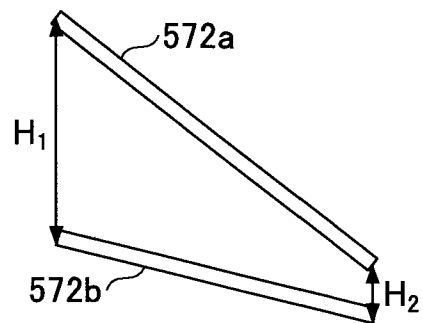
[図16]



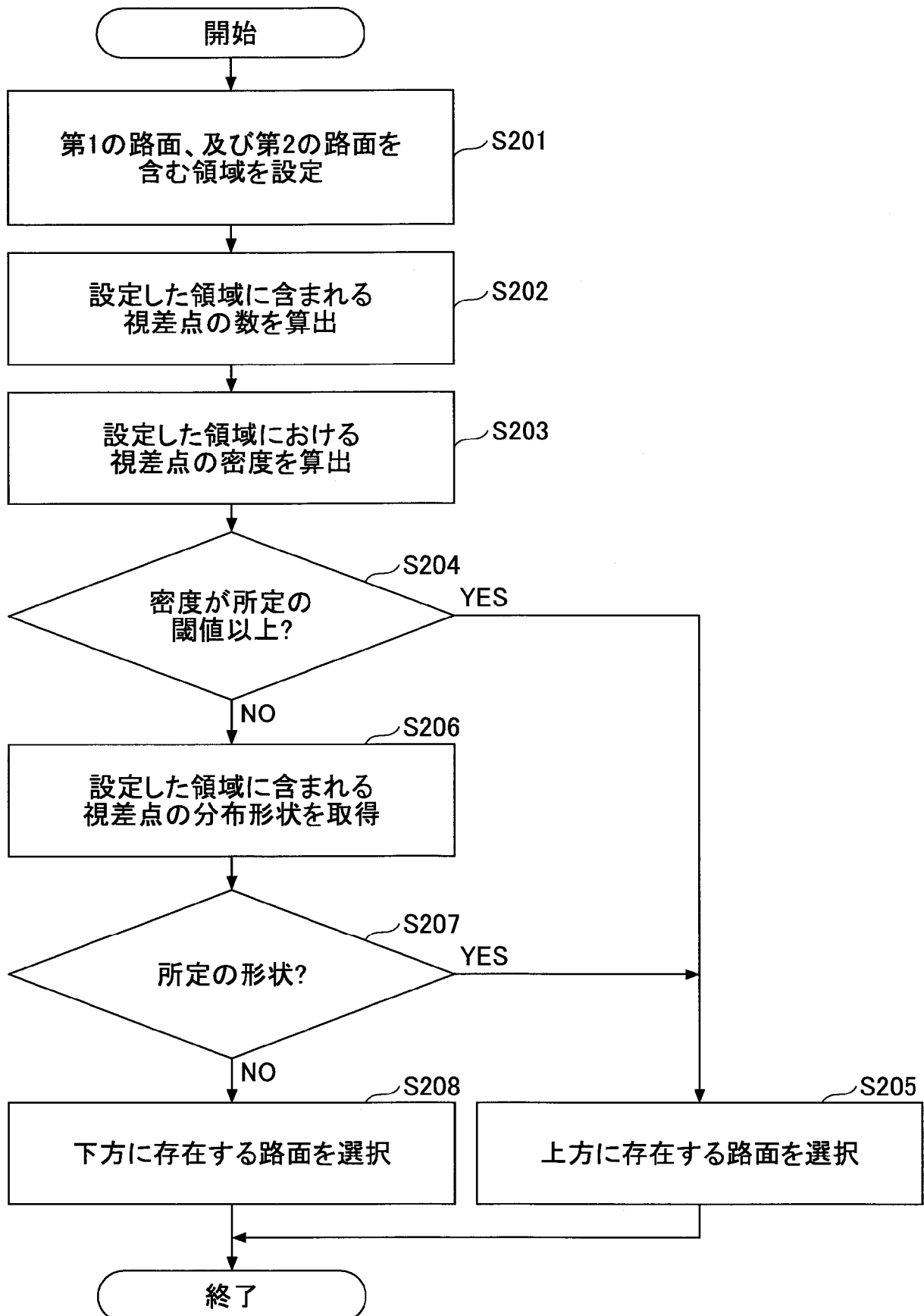
[図17A]



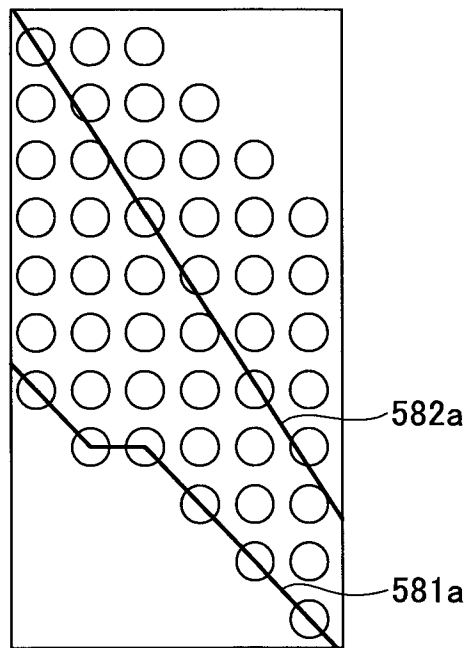
[図17B]



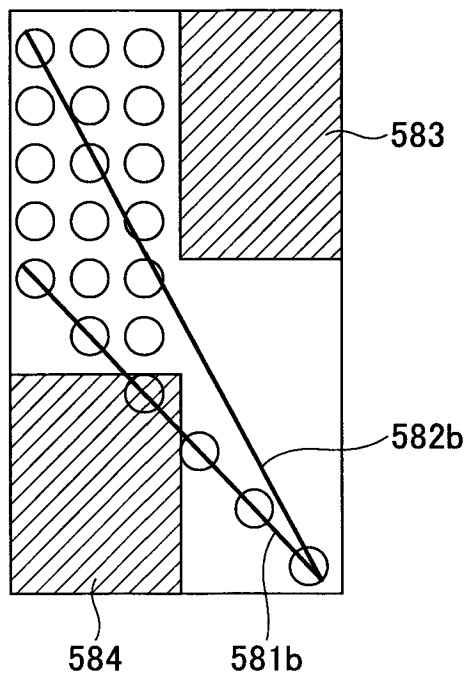
[図18]



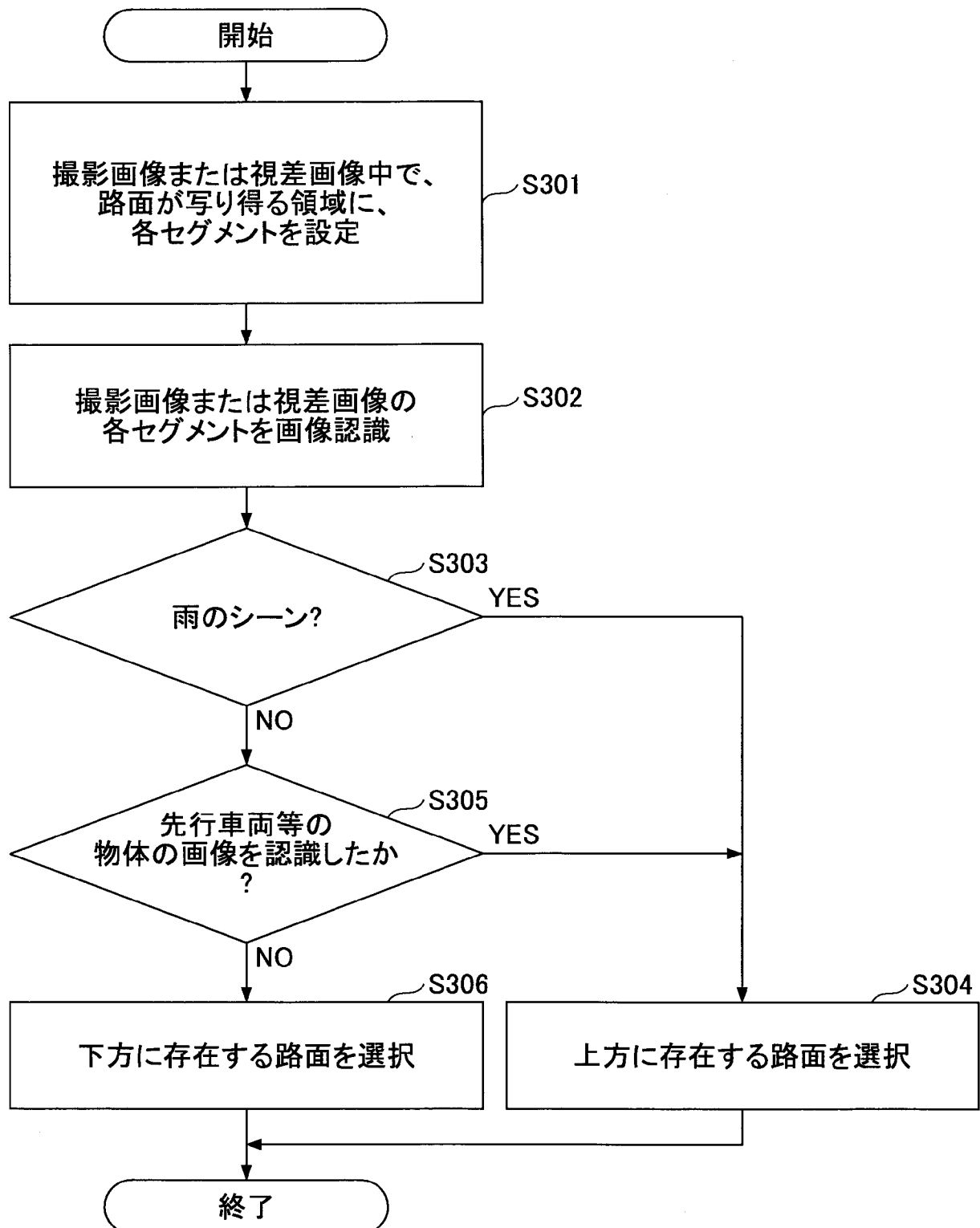
[図19A]



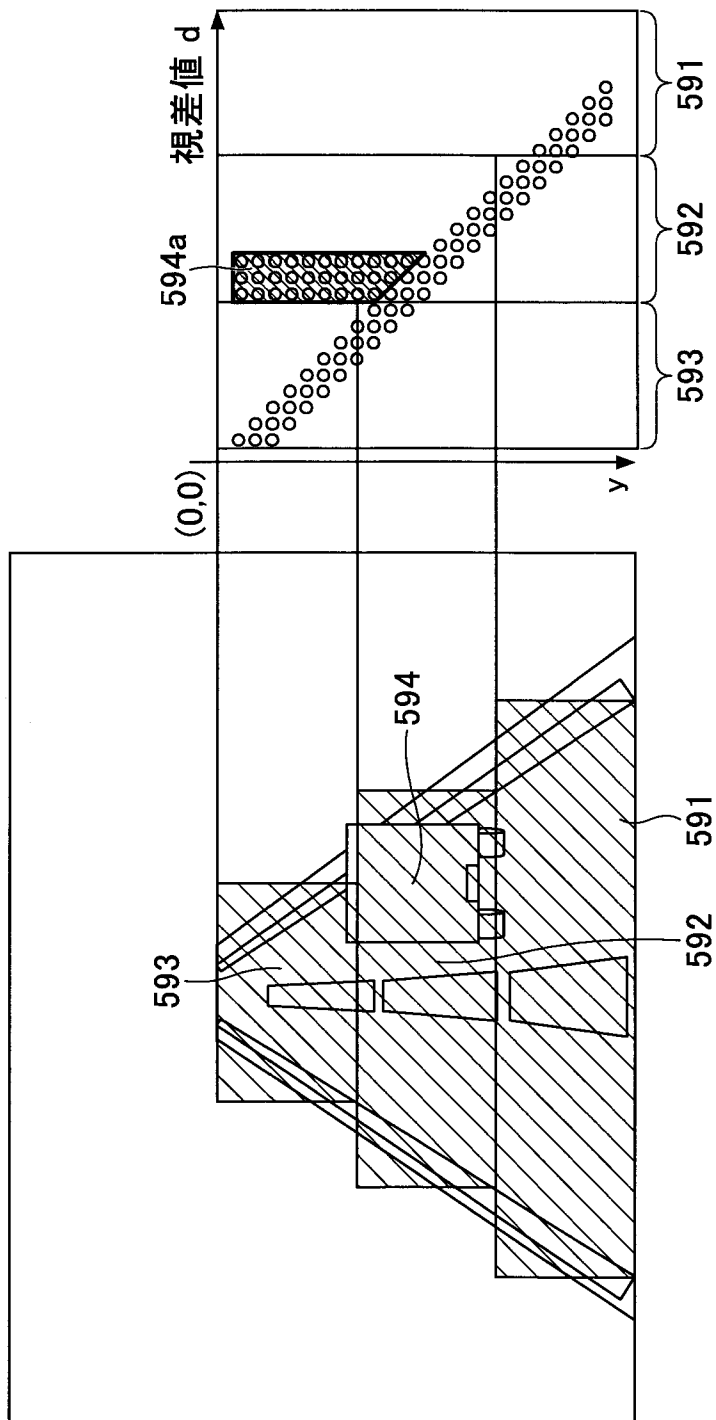
[図19B]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/002550

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T7/00(2017.01)i, G06T1/00(2006.01)i, G08G1/16(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)

G06T7/00, G06T1/00, G08G1/16

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
X A	JP 2015-179302 A (Ricoh Co., Ltd.), 08 October 2015 (08.10.2015), claims 1 to 10; paragraphs [0003], [0101] to [0113]; fig. 28 (Family: none)	1, 8-11 2-7
A	JP 2014-225220 A (Ricoh Co., Ltd.), 04 December 2014 (04.12.2014), paragraphs [0062] to [0108] & EP 2767927 A2 paragraphs [0097] to [0168]	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

"T" 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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 April 2017 (10.04.17)

Date of mailing of the international search report
18 April 2017 (18.04.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06T7/00(2017.01)i, G06T1/00(2006.01)i, G08G1/16(2006.01)i

B. 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. G06T7/00, G06T1/00, G08G1/16

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

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）

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
X	JP 2015-179302 A（株式会社リコー）2015.10.08, [請求項1] - [請求項10], 段落 [0003], [0101] - [0113], [図28]（ファミリーなし）	1, 8-11
A		2-7
A	JP 2014-225220 A（株式会社リコー）2014.12.04, 段落 [0062] - [0108] & EP 2767927 A2, 段落 [0097] - [0168]	1-11

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

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」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
「L」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）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」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
「Y」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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.04.2017

国際調査報告の発送日

18.04.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

佐藤 実

5H

3247

電話番号 03-3581-1101 内線 3531