(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
2024年1月11日(11.01.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/009803 A1

(51) 国際特許分類:
G06T 7/60 (2017.01) *G06T 7/00* (2017.01)
G05D 1/02 (2020.01) *G06T 7/11* (2017.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/023283

(22) 国際出願日： 2023年6月23日(23.06.2023)

(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 2022-107769 2022年7月4日(04.07.2022) JP

(71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(**SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION**) [JP/JP]; 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).

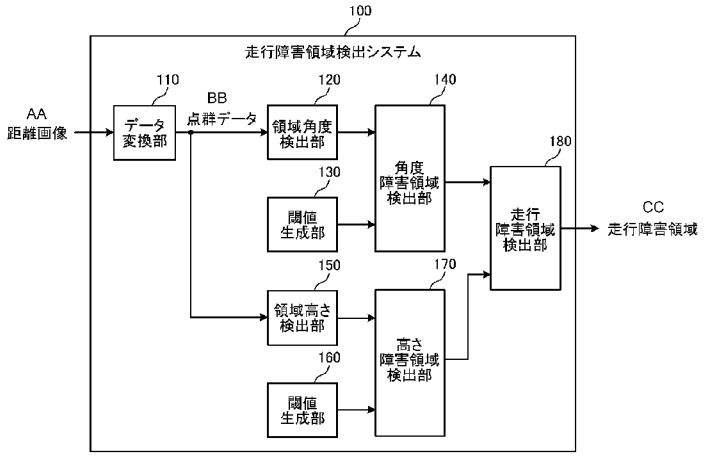
(72) 発明者: 川手 颯海 (**KAWATE, Hayami**); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人酒井国際特許事務所 (**SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE**); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) **Title:** SYSTEM AND PROGRAM

(54) 発明の名称： システム及びプログラム



100 Travel obstacle region detection system
110 Data conversion unit
120 Region angle detection unit
130, 160 Threshold generation unit
140 Angle obstacle region detection unit
150 Region height detection unit
170 Height obstacle region detection unit
180 Travel obstacle region detection unit
AA Distance image
BB Point group data
CC Travel obstacle region

(57) **Abstract:** The present invention improves the capability of detecting an obstacle region. A system of the present disclosure is for detecting a travel obstacle region which is a region that becomes an obstacle for traveling for a working machine, and comprises: a region angle detection unit; a region height detection unit; an angle obstacle region detection unit; a height obstacle region detection unit; and a travel obstacle region detection unit. The region angle detection unit detects the angle of a travel surface on the basis of a distance image around the working machine. The region height

WO 2024/009803 A1

[続葉有]

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

detection unit detects the height of the travel surface on the basis of the distance image. The angle obstacle region detection unit detects an angle obstacle region which is an obstacle region based on the detected angle. The height obstacle region detection unit detects a height obstacle region which is an obstacle region based on the detected height. The travel obstacle region detection unit detects the travel obstacle region on the basis of the detected angle obstacle region and the detected height obstacle region.

(57) 要約:障害領域の検出能力を向上させる。本開示のシステムは、作業機械の走行の障害となる領域である走行障害領域を検出するシステムであって、領域角度検出部と、領域高さ検出部と、角度障害領域検出部と、高さ障害領域検出部と、走行障害領域検出部とを有する。領域角度検出部は、作業機械の周囲の距離画像に基づいて走行面の角度を検出する。領域高さ検出部は、距離画像に基づいて走行面の高さを検出する。角度障害領域検出部は、検出した角度に基づく障害領域である角度障害領域を検出する。高さ障害領域検出部は、検出した高さに基づく障害領域である高さ障害領域を検出する。走行障害領域検出部は、検出された角度障害領域及び検出された高さ障害領域に基づいて走行障害領域を検出する。

明　細　書

発明の名称 ： システム及びプログラム

技術分野

[0001]　本開示は、システム及びプログラムに関する。

背景技術

[0002]　土木工事現場等においてショベルカー等の作業装置が走行する際の転倒等の事故を防止するシステムが提案されている。例えば、作業現場を撮影して３次元マップを生成し、当該３次元マップから路面の勾配角度を認識して作業装置の登坂能力と比較することにより走行可能か否かを判断するクレーンが提案されている（例えば、特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１８－０９５３６５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　しかしながら、上記の従来技術では、自身のショベルカーと路面とが接触するか否かに基づいて危険領域を判断するため、障害領域を十分に検出できないという問題がある。

[0005]　そこで、本開示では、障害領域の検出能力を向上させるシステム及びプログラムを提案する。

課題を解決するための手段

[0006]　本開示に係るシステムは、作業機械の走行の障害となる領域である走行障害領域を検出するシステムであって、領域角度検出部と、領域高さ検出部と、角度障害領域検出部と、高さ障害領域検出部と、走行障害領域検出部とを有する。領域角度検出部は、上記作業機械の周囲の距離画像に基づいて走行面の角度を検出する。領域高さ検出部は、上記距離画像に基づいて上記走行面の高さを検出する。角度障害領域検出部は、上記検出した角度に基づく障

害領域である角度障害領域を検出する。高さ障害領域検出部は、上記検出した高さに基づく障害領域である高さ障害領域を検出する。走行障害領域検出部は、上記検出された角度障害領域及び上記検出された高さ障害領域に基づいて上記走行障害領域を検出する。

[0007] また、本開示のプログラムは、作業機械の走行の障害となる領域である走行障害領域を検出するプログラムであって、上記作業機械の周囲の距離画像に基づいて走行面の角度を検出する領域角度検出手順と、上記距離画像に基づいて上記走行面の高さを検出する領域高さ検出手順と、上記検出した角度に基づく障害領域である角度障害領域を検出する角度障害領域検出手順と、上記検出した高さに基づく障害領域である高さ障害領域を検出する高さ障害領域検出手順と、上記検出された角度障害領域及び上記検出された高さ障害領域に基づいて上記走行障害領域を検出する走行障害領域検出手順とを含む。

図面の簡単な説明

[0008] [図1A]本開示の実施形態に係る作業装置の走行路の一例を示す図である。

[図1B]本開示の実施形態に係る走行路の一例を示す図である。

[図2]本開示の実施形態に係る走行障害領域検出システムの構成例を示す図である。

[図3]本開示の実施形態に係るデータ変換処理の一例を示す図である。

[図4]本開示の実施形態に係る角度検出処理の一例を示す図である。

[図5]本開示の実施形態に係る隣接ベクトル生成処理の一例を示す図である。

[図6]本開示の実施形態に係る法線ベクトル生成処理の一例を示す図である。

[図7]本開示の実施形態に係る角度算出処理の一例を示す図である。

[図8]本開示の実施形態に係る検出角度の一例を示す図である。

[図9]本開示の実施形態に係る角度障害領域検出処理の一例を示す図である。

[図10]本開示の実施形態に係る角度障害領域の一例を示す図である。

[図11]本開示の実施形態に係る高さ障害領域検出処理の一例を示す図である。

[図12]本開示の実施形態に係る高さ障害領域の一例を示す図である。

[図13]本開示の実施形態に係る走行障害領域検出部の構成例を示す図である。

[図14]本開示の実施形態に係る走行障害領域検出処理の一例を示す図である。

[図15]本開示の実施形態に係るオクルージョン領域の一例を示す図である。

[図16]本開示の実施形態に係る走行障害領域検出処理の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に、本開示の実施形態について図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態において、同一の部位には同一の符号を付することにより重複する説明を省略する。

[0010] ［作業装置の走行路］

図１Ａ及び１Ｂは、本開示の実施形態に係る作業装置の走行路の一例を示す図である。図１Ａは、作業機械１０の走行路の一例を表す図である。同図の作業機械１０は、キャタピラ１１により走行するショベルカーを想定したものである。作業機械１０は、土木工事現場等において土砂等の物体を運搬する作業を行う。工事現場等には、急勾配の坂や地面に形成された溝等の走行の障害となる領域である走行障害領域が存在する場合がある。この走行障害領域として、同図には、物体２１、坂２２及び２３並びに溝２６を記載した。物体２１は、角度９０°の側面を有する立方体である。坂２２は角度２５°の斜面を想定し、坂２３は角度５０°の斜面を想定したものである。また、溝２６は、幅２ｍ、深さ１ｍの溝を想定したものである。この溝２６は、底面２５及び角度９０°の法面２４を有する。なお、同図の地面２０は、角度０°の面に相当する。

[0011] このような走行障害領域を検出し、使用者に提示することにより、衝突や転倒等の事故の発生を低減することができる。本開示の走行障害領域検出システムは、このような走行障害領域を検出する。同図の作業機械１０にはセ

ンサ１２が配置される。このセンサ１２により作業機械１０の周囲の画像を取得し、走行障害領域検出システムに入力する。センサ１２には、例えば、距離画像を生成する測距センサを使用することができる。ここで、距離画像は、深度マップ（Depth　Map）とも称され、距離の情報が画素毎に反映された画像である。

[0012]　図１Ｂは、図１Ａの走行路の画像を模式的に表した図である。同図の画像３０１には、平坦な地面２０、物体２１、坂２２及び２３並びに溝２６の法面２４及び底面２５を配置した。この画像３０１を走行路の例に挙げて、本開示の走行障害領域検出システムの動作を説明する。

[0013]　［走行障害領域検出システム］

図２は、本開示の実施形態に係る走行障害領域検出システムの構成例を示す図である。同図は、走行障害領域検出システム１００の構成例を表すブロック図である。走行障害領域検出システム１００は、データ変換部１１０と、領域角度検出部１２０と、角度障害領域検出部１４０と、領域高さ検出部１５０と、高さ障害領域検出部１７０と、閾値生成部１３０及び１６０と、走行障害領域検出部１８０とを備える。

[0014]　データ変換部１１０は、入力データである距離画像を点群データに変換するものである。点群データは、領域角度検出部１２０及び領域高さ検出部１５０に対して出力される。

[0015]　領域角度検出部１２０は、点群データに基づいて走行面の角度を検出するものである。検出した角度は、角度障害領域検出部１４０に対して出力される。

[0016]　角度障害領域検出部１４０は、走行面の角度に基づく障害領域である角度障害領域を検出するものである。検出した角度障害領域は、走行障害領域検出部１８０に対して出力される。

[0017]　閾値生成部１３０は、角度障害領域検出部１４０における角度障害領域の検出に使用する閾値を生成するものである。

[0018]　領域高さ検出部１５０は、点群データに基づいて走行面の高さを検出する

ものである。検出した高さは、高さ障害領域検出部１７０に対して出力される。

[0019] 高さ障害領域検出部１７０は、走行面の高さに基づく障害領域である高さ障害領域を検出するものである。検出した高さ障害領域は、走行障害領域検出部１８０に対して出力される。

[0020] 閾値生成部１６０は、高さ障害領域検出部１７０における高さ障害領域の検出に使用する閾値を生成するものである。

[0021] 走行障害領域検出部１８０は、角度障害領域及び高さ障害領域に基づいて走行障害領域を検出するものである。検出した走行障害領域は、外部の装置、例えば、表示装置に対して出力される。

[0022] 以下、各部の処理の詳細について説明する。

[0023] ［データ変換処理］

図３は、本開示の実施形態に係るデータ変換処理の一例を示す図である。同図は、データ変換部１１０におけるデータ変換処理（Ｓ１１０）の一例を表す流れ図である。まず、入力される距離画像の正規化を行う（ステップＳ１１１）。この正規化は、距離画像を点群データに変換するものである。この点群データは、それぞれの点のｘ、ｙ及びｚ軸の座標の配列により構成される。距離画像の点群データへの変換には、公知の方法を適用することができる。

[0024] 次に、点群データに対してダウンサンプリングを行う（ステップＳ１１２）。このダウンサンプリングは、ｘ、ｙ及びｚ軸の座標の配列のそれぞれに対して行及び列のデータを間引く処理である。このダウンサンプリングにより処理量低減及びノイズの低減を行うことができる。

[0025] 次に、ダウンサンプリング後の点群データに対して座標補正を行う（ステップＳ１１３）。この座標補正は、点群データをグローバル座標に変換する処理である。図１Ａに表したセンサ１２は、作業機械１０の車体に取り付けられる。このセンサ１２の取りつけ高さ及び取り付け角度に応じて点群データの補正を行う。

[0026] ［角度検出処理］

図４は、本開示の実施形態に係る角度検出処理の一例を示す図である。同図は、領域角度検出部１２０における角度検出処理（Ｓ１２０）の一例を表す流れ図である。まず、領域角度検出部１２０は、点群データの注目点を選択する（ステップＳ１２１）。次に、領域角度検出部１２０は、選択した注目点に対して隣接ベクトルを生成する（ステップＳ１２２）。これは、注目点の行方向及び列方向に隣接する２つの点に向かうベクトルを生成する処理である。次に、領域角度検出部１２０は、法線ベクトルを生成する（ステップＳ１２３）。これは、隣接する２つのベクトルの外積を算出することにより生成することができる。次に、領域角度検出部１２０は、全ての点について法線ベクトルを算出したかを判断する（ステップＳ１２４）。領域角度検出部１２０は、全ての点について法線ベクトルを生成した場合には（ステップＳ１２４，Ｙｅｓ）ステップＳ１２５に移行し、法線ベクトルを生成していない点が存在する場合には（ステップＳ１２４，Ｎｏ）他の注目点を選択する（ステップＳ１２１）。

[0027] ステップＳ１２５において、領域角度検出部１２０は、点群データの注目点を選択する（ステップＳ１２５）。次に、領域角度検出部１２０は、選択した注目点に対して角度を算出する（ステップＳ１２６）。これは、法線とｙ軸方向の単位ベクトルの内積を算出することにより行うことができる。次に、領域角度検出部１２０は、角度符号の調整を行う（ステップＳ１２７）。これは、斜面角度が俯角の場合に角度の符号を反転するものである。これは、点のｚ軸配列の値に基づいて行うことができる。具体的には、ｚ軸配列の値が正の値の場合に角度の符号を反転する。次に、領域角度検出部１２０は、全ての点について角度を算出したかを判断する（ステップＳ１２８）。領域角度検出部１２０は、全ての点について角度を算出した場合には（ステップＳ１２８，Ｙｅｓ）処理を終了し、角度を算出していない点が存在する場合には（ステップＳ１２８，Ｎｏ）他の注目点を選択する（ステップＳ１２５）。

[0028] ［隣接ベクトル生成処理］

図５は、本開示の実施形態に係る隣接ベクトル生成処理の一例を示す図である。同図の「ｘ」、「ｙ」及び「ｚ」は、それぞれ点群のｘ、ｙ及びｚ軸の座標の配列を表す。これらうち注目点３１０を選択し、この注目点３１０の行方向に隣接する点３１１及び列方向に隣接する点３１２を選択する。そして注目点３１０から点３１１に向かうＷベクトル３１３及び注目点３１０から点３１２に向かうＨベクトル３１４を生成する。

[0029] ［法線ベクトル生成処理］

図６は、本開示の実施形態に係る法線ベクトル生成処理の一例を示す図である。同図に表したように、Ｗベクトル及びＨベクトルの外積Ａを算出し、ノルム「１」にて規格化することにより、法線ベクトルＡを算出することができる。

[0030] ［角度算出処理］

図７は、本開示の実施形態に係る角度算出処理の一例を示す図である。同図に表したように、法線ベクトルＡとｙ軸方向の単位ベクトル「ｙ」の内積を算出することにより、斜面の水平方向に対する角度を算出することができる。算出した角度は、角度データ配列に保存される。

[0031] ［検出角度］

図８は、本開示の実施形態に係る検出角度の一例を示す図である。同図は、領域角度検出部１２０により検出した角度を図１Ｂの画像３０１に重ね合わせて表示した図である。同図の画像３１７において、坂２２及び２３には、それぞれ２５°及び５０°の角度が付加される。また、物体２１の側面及び溝２６の法面２４には、９０°の角度が付加される。これら以外の領域には、０°が付加される。

[0032] ［角度障害領域検出処理］

図９は、本開示の実施形態に係る角度障害領域検出処理の一例を示す図である。同図は、角度障害領域検出部１４０における角度障害領域検出処理Ｓ１３０の一例を表す流れ図である。まず、角度障害領域検出部１４０は、絶

対角度を算出する（ステップＳ１３１）。これは、作業機械１０の傾きに基づいて角度を補正することにより行うことができる。

[0033] 次に、角度障害領域検出部１４０は、角度障害領域を検出する（ステップＳ１３２）。角度障害領域検出部１４０は、閾値生成部１３０により生成された閾値に基づいて角度障害領域を検出する。閾値生成部１３０は、閾値として所定の値、例えば３０°を出力することができる。角度障害領域検出部１４０は、この閾値より高い角度の領域を角度障害領域として検出することができる。

[0034] 閾値生成部１３０は、作業機械１０の情報に応じて閾値を調整することができる。この作業機械１０の情報には、例えば、作業機械１０の重量、大きさ、重心、自身の角度、進行方向(ハンドル情報)及び速度等が該当する。また、閾値生成部１３０は、周囲環境の情報に応じて閾値を調整することができる。この周囲環境の情報には、例えば、天候、気温、湿度及び走行面の地質等が該当する。なお、作業機械１０の情報や周囲環境の情報は、外部の装置、例えば、クラウドサーバから取得することができる。

[0035] [角度障害領域]

図１０は、本開示の実施形態に係る角度障害領域の一例を示す図である。同図は、図８の画像３１７に角度障害領域を重ね合わせて表示した図である。同図の画像３２１において点線により表した領域が角度障害領域に該当する。同図に表したように、角度５０°の坂２３及び角度９０°の物体２１の側面に角度障害領域３２２が付加され、角度９０°の法面２４に角度障害領域３２３が付加される。

[0036] [高さ障害領域検出処理]

図１１は、本開示の実施形態に係る高さ障害領域検出処理の一例を示す図である。同図は、高さ障害領域検出部１７０における高さ障害領域検出処理（Ｓ１４０）の一例を表す流れ図である。なお、同図の処理には、領域高さ検出部１５０における領域高さ検出処理が含まれる。

[0037] まず、領域高さ検出部１５０は、高さマップを生成する（ステップＳ１４

１）。この高さマップは、領域毎の高さを表す配列である。高さマップには、図５において説明したｙ軸の座標の配列を適用することができる。

[0038] 次に、高さ障害領域検出部１７０は、高位置障害領域を検出する（ステップＳ１４２）。具体的には、高さ障害領域検出部１７０は、閾値生成部１６０により生成された高位置閾値より高い位置の領域を高位置障害領域として検出する。また、高さ障害領域検出部１７０は、低位置障害領域を検出する（ステップＳ１４３）。具体的には、高さ障害領域検出部１７０は、閾値生成部１６０により生成された低位置閾値より低い位置の領域を低位置障害領域として検出する。閾値生成部１３０は、閾値として所定の値、例えば、高位置閾値０．５ｍ及び低位置閾値－０．５ｍを出力することができる。このように、高位置障害領域及び低位置障害領域を分けて検出することにより、これら高位置障害領域及び低位置障害領域についてそれぞれ異なる処理を行うことができる。

[0039] なお、閾値生成部１６０は、作業機械１０の情報に応じて閾値を調整することができる。この作業機械１０の情報には、例えば、作業機械１０の大きさ等が該当する。

[0040] [高さ障害領域]

図１２は、本開示の実施形態に係る高さ障害領域の一例を示す図である。同図は、図８の画像３１７に高さ障害領域を重ね合わせて表示した図である。同図の画像３３１において一点鎖線により表した領域が高位置障害領域３３２に該当する。また、同図の画像３３１において二点鎖線により表した領域が低位置障害領域３３３に該当する。同図に表したように、坂２２及び２３の高位置の領域並びに物体２１の上面に高位置障害領域３３２が付加される。また、法面２４の低位置の領域及び底面２５に低位置障害領域３３３が付加される。

[0041] [走行障害領域検出部]

図１３は、本開示の実施形態に係る走行障害領域検出部の構成例を示す図である。同図は、走行障害領域検出部１８０の構成例を表すブロック図であ

る。走行障害領域検出部１８０は、例外領域検出部１８１と、物体検出部１８２と、オクルージョン領域検出部１８３とを備える。

[0042] 例外領域検出部１８１は、角度障害領域及び高さ障害領域のうちの例外領域を検出するものである。この例外領域検出部１８１により検出された例外領域以外の角度障害領域及び高さ障害領域が走行障害領域となる。

[0043] 物体検出部１８２は、走行面に載置された物体を検出するものである。物体検出部１８２は、人物や他の作業機械１０等の走行の障害となる物体を検出する。

[0044] オクルージョン領域検出部１８３は、オクルージョン領域を検出するものである。このオクルージョン領域は、走行面における角度及び高さを検出できない領域である。例えば、崖等により隠れた領域がオクルージョン領域に該当する。このオクルージョン領域を障害領域として検出することにより、作業機械１０の安全性を向上させることができる。

[0045] [走行障害領域検出処理]

図１４は、本開示の実施形態に係る走行障害領域検出処理の一例を示す図である。同図は、走行障害領域検出部１８０における処理の一例を表すブロック図である。まず、例外領域検出部１８１が角度障害領域の例外領域を検出する（ステップＳ１５１）。この例外領域には、例えば、所定の閾値より低い高さの坂の領域が該当する。急峻な角度の斜面であっても、作業機械１０のキャタピラ１１の高さと比較して低い高さの領域であれば乗り越えられるためである。検出された例外領域は、角度障害領域から除外される。

[0046] 次に、例外領域検出部１８１が高さ障害領域の例外領域を検出する（ステップＳ１５２）。この例外領域には、例えば、所定の閾値より狭い幅の領域が該当する。比較的狭い幅の溝２６等であれば、乗り越えられるためである。検出された例外領域は、高さ障害領域から除外される。

[0047] 次に、物体検出部１８２が物体を検出する（ステップＳ１５３）。検出された物体の領域は、走行障害領域に追加される。

[0048] 次に、オクルージョン領域検出部１８３がオクルージョン領域を検出する

（ステップＳ１５４）。検出されたオクルージョン領域は、走行障害領域に追加される。

[0049] ［オクルージョン領域］

図１５は、本開示の実施形態に係るオクルージョン領域の一例を示す図である。同図は、作業機械１０のセンサ１２により走行面の距離画像を検出する様子を表した図である。同図の点線は、センサ１２の視野を表す。同図の地面２０には、段差２９が存在する。センサ１２から見た段差２９の上部の崖３１に隠れた領域がオクルージョン領域３０となる。同図の一点鎖線は、センサ１２と崖３１とを結ぶ線である。この一点鎖線が崖３１下の地面２０と交わる位置３２とすると、距離画像において崖３１から位置３２において距離が不連続の部分を生じる。オクルージョン領域検出部１８３は、この距離が不連続の領域をオクルージョン領域３０として検出することができる。

[0050] ［走行障害検出処理］

図１６は、本開示の実施形態に係る走行障害領域検出処理の一例を示す図である。同図は、走行障害領域検出システム１００における処理の一例を表す流れ図である。まず、データ変換部１１０がデータ変換処理（ステップＳ１１０）を行う。次に、領域角度検出部１２０が領域角度検出処理（ステップＳ１２０）を行う。次に、角度障害領域検出部１４０が角度障害領域検出処理（ステップＳ１３０）を行う。次に、領域高さ検出部１５０及び高さ障害領域検出部１７０が高さ障害領域検出処理（ステップＳ１４０）を行う。次に、走行障害領域検出部１８０が、走行障害領域検出処理（ステップＳ１５０）を行う。以上の処理により走行障害領域を検出することができる。検出した走行障害領域は、外部の装置に対して出力される。

[0051] このように、本開示の走行障害領域検出システム１００は、走行面の角度及び高さに基づいて走行障害領域を検出するため、障害領域の検出能力を向上させることができる。

[0052] なお、本開示の走行障害領域検出システム１００は、土木工事現場の作業装置の他に、例えば、一般車両、建築用機械、農業用機械、林業用機械、災

害救助用機械、介護や掃除の用途の家庭用機械、海底探査機及び惑星探査機に適用することができる。

[0053] （その他の変形例）

本実施形態の走行障害領域検出システム１００は、専用のコンピュータシステムにより実現してもよいし、汎用のコンピュータシステムによって実現してもよい。

[0054] 例えば、上述の動作を実行するためのプログラムを、光ディスク、半導体メモリ、磁気テープ、フレキシブルディスク等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納して配布する。そして、例えば、該プログラムをコンピュータにインストールし、上述の処理を実行することによって制御装置を構成する。

[0055] また、上記通信プログラムをインターネット等のネットワーク上のサーバ装置が備えるディスク装置に格納しておき、コンピュータにダウンロード等できるようにしてもよい。また、上述の機能を、ＯＳ（Operating System）とアプリケーションソフトとの協働により実現してもよい。この場合には、ＯＳ以外の部分を媒体に格納して配布してもよいし、ＯＳ以外の部分をサーバ装置に格納しておき、コンピュータにダウンロード等できるようにしてもよい。

[0056] また、上記実施形態において説明した各処理のうち、自動的に行われるものとして説明した処理の全部又は一部を手動的に行うこともでき、あるいは、手動的に行われるものとして説明した処理の全部又は一部を公知の方法で自動的に行うこともできる。この他、上記文書中や図面中で示した処理手順、具体的名称、各種のデータやパラメータを含む情報については、特記する場合を除いて任意に変更することができる。例えば、各図に示した各種情報は、図示した情報に限られない。

[0057] また、図示した各装置の各構成要素は機能概念的なものであり、必ずしも物理的に図示の如く構成されていることを要しない。すなわち、各装置の分散・統合の具体的形態は図示のものに限られず、その全部又は一部を、各種

の負荷や使用状況などに応じて、任意の単位で機能的又は物理的に分散・統合して構成することができる。なお、この分散・統合による構成は動的に行われてもよい。

[0058] また、上述の実施形態は、処理内容を矛盾させない領域で適宜組み合わせることが可能である。また、上述の実施形態の流れずに示された各ステップは、適宜順序を変更することが可能である。

[0059] また、例えば、本実施形態は、装置またはシステムを構成するあらゆる構成、例えば、システムＬＳＩ（Large Scale Integration）等としてのプロセッサ、複数のプロセッサ等を用いるモジュール、複数のモジュール等を用いるユニット、ユニットにさらにその他の機能を付加したセット等（すなわち、装置の一部の構成）として実施することもできる。

[0060] なお、本実施形態において、システムとは、複数の構成要素（装置、モジュール（部品）等）の集合を意味し、全ての構成要素が同一筐体中にあるか否かは問わない。従って、別個の筐体に収納され、ネットワークを介して接続されている複数の装置、及び、１つの筐体の中に複数のモジュールが収納されている１つの装置は、いずれも、システムである。

[0061] また、例えば、本実施形態は、１つの機能を、ネットワークを介して複数の装置で分担、共同して処理するクラウドコンピューティングの構成をとることができる。

[0062] 以上、本開示の各実施形態について説明したが、本開示の技術的範囲は、上述の各実施形態そのままに限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。また、異なる実施形態及び変形例にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

[0063] また、上述の実施の形態において説明した処理手順は、これら一連の手順を有する方法として捉えてもよく、また、これら一連の手順をコンピュータに実行させるためのプログラム又はそのプログラムを記憶する記録媒体として捉えてもよい。この記録媒体として、例えば、フレキシブルディスク、ＣＤ－ＲＯＭ(Compact Disc Read Only Memory)、ＭＯ(Magnet optical)

ディスク、ＤＶＤ(Digital Versatile Disc)、ブルーレイディスク（Blu-ray（登録商標） Disc）、磁気ディスク、半導体メモリ及びメモリカード等を用いることができる。

[0064] なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものでは無く、また他の効果があってもよい。

[0065] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

（１）

作業機械の走行の障害となる領域である走行障害領域を検出するシステムであって、

前記作業機械の周囲の距離画像に基づいて走行面の角度を検出する領域角度検出部と、

前記距離画像に基づいて前記走行面の高さを検出する領域高さ検出部と、

前記検出した角度に基づく障害領域である角度障害領域を検出する角度障害領域検出部と、

前記検出した高さに基づく障害領域である高さ障害領域を検出する高さ障害領域検出部と、

前記検出された角度障害領域及び前記検出された高さ障害領域に基づいて前記走行障害領域を検出する走行障害領域検出部と

を有するシステム。

（２）

前記角度障害領域検出部は、前記角度の閾値に基づいて前記角度障害領域を検出する前記（１）に記載のシステム。

（３）

前記角度障害領域検出部は、前記作業機械の情報に応じて調整された前記閾値に基づいて前記角度障害領域を検出する前記（２）に記載のシステム。

（４）

前記角度障害領域検出部は、周囲環境の情報に応じて調整された前記閾値に基づいて前記角度障害領域を検出する前記（２）に記載のシステム。

（５）

前記高さ障害領域検出部は、前記高さの閾値に基づいて前記高さ障害領域を検出する前記（１）から（４）の何れかに記載のシステム。

（６）

前記走行障害領域検出部は、前記検出された角度障害領域のうち所定の高さの領域を除外することにより前記走行障害領域を検出する前記（１）から（５）の何れかに記載のシステム。

（７）

前記走行障害領域検出部は、前記検出された高さ障害領域のうち所定の幅の領域を除外することにより前記走行障害領域を検出する前記（１）から（６）の何れかに記載のシステム。

（８）

前記走行面に載置された物体を検出する物体検出部

を更に有し、

前記走行障害領域検出部は、前記検出された物体の領域を前記走行障害領域として更に検出する

前記（１）から（７）の何れかに記載のシステム。

（９）

前記走行面における前記角度及び前記高さを検出できない領域であるオクルージョン領域を検出するオクルージョン領域検出部を

更に有し、

前記走行障害領域検出部は、前記検出されたオクルージョン領域を前記走行障害領域として更に検出する

前記（１）から（８）の何れかに記載のシステム。

（１０）

作業機械の走行の障害となる領域である走行障害領域を検出するプログラムであって、

前記作業機械の周囲の距離画像に基づいて走行面の角度を検出する領域角

度検出手順と、

前記距離画像に基づいて前記走行面の高さを検出する領域高さ検出手順と、

前記検出した角度に基づく障害領域である角度障害領域を検出する角度障害領域検出手順と、

前記検出した高さに基づく障害領域である高さ障害領域を検出する高さ障害領域検出手順と、

前記検出された角度障害領域及び前記検出された高さ障害領域に基づいて前記走行障害領域を検出する走行障害領域検出手順と

を含むプログラム。

符号の説明

[0066] １０　作業機械

１２　センサ

１００　走行障害領域検出システム

１１０　データ変換部

１２０　領域角度検出部

１３０　閾値生成部

１４０　角度障害領域検出部

１５０　領域高さ検出部

１６０　閾値生成部

１７０　高さ障害領域検出部

１８０　走行障害領域検出部

１８１　例外領域検出部

１８２　物体検出部

１８３　オクルージョン領域検出部

請求の範囲

[請求項1] 作業機械の走行の障害となる領域である走行障害領域を検出するシステムであって、

前記作業機械の周囲の距離画像に基づいて走行面の角度を検出する領域角度検出部と、

前記距離画像に基づいて前記走行面の高さを検出する領域高さ検出部と、

前記検出した角度に基づく障害領域である角度障害領域を検出する角度障害領域検出部と、

前記検出した高さに基づく障害領域である高さ障害領域を検出する高さ障害領域検出部と、

前記検出された角度障害領域及び前記検出された高さ障害領域に基づいて前記走行障害領域を検出する走行障害領域検出部と

を有するシステム。

[請求項2] 前記角度障害領域検出部は、前記角度の閾値に基づいて前記角度障害領域を検出する請求項１に記載のシステム。

[請求項3] 前記角度障害領域検出部は、前記作業機械の情報に応じて調整された前記閾値に基づいて前記角度障害領域を検出する請求項２に記載のシステム。

[請求項4] 前記角度障害領域検出部は、周囲環境の情報に応じて調整された前記閾値に基づいて前記角度障害領域を検出する請求項２に記載のシステム。

[請求項5] 前記高さ障害領域検出部は、前記高さの閾値に基づいて前記高さ障害領域を検出する請求項１に記載のシステム。

[請求項6] 前記走行障害領域検出部は、前記検出された角度障害領域のうち所定の高さの領域を除外することにより前記走行障害領域を検出する請求項１に記載のシステム。

[請求項7] 前記走行障害領域検出部は、前記検出された高さ障害領域のうち所

定の幅の領域を除外することにより前記走行障害領域を検出する請求項１に記載のシステム。

[請求項8] 前記走行面に載置された物体を検出する物体検出部

を更に有し、

前記走行障害領域検出部は、前記検出された物体の領域を前記走行障害領域として更に検出する

請求項１に記載のシステム。

[請求項9] 前記走行面における前記角度及び前記高さを検出できない領域であるオクルージョン領域を検出するオクルージョン領域検出部

を更に有し、

前記走行障害領域検出部は、前記検出されたオクルージョン領域を前記走行障害領域として更に検出する

請求項１に記載のシステム。

[請求項10] 作業機械の走行の障害となる領域である走行障害領域を検出するプログラムであって、

前記作業機械の周囲の距離画像に基づいて走行面の角度を検出する領域角度検出手順と、

前記距離画像に基づいて前記走行面の高さを検出する領域高さ検出手順と、

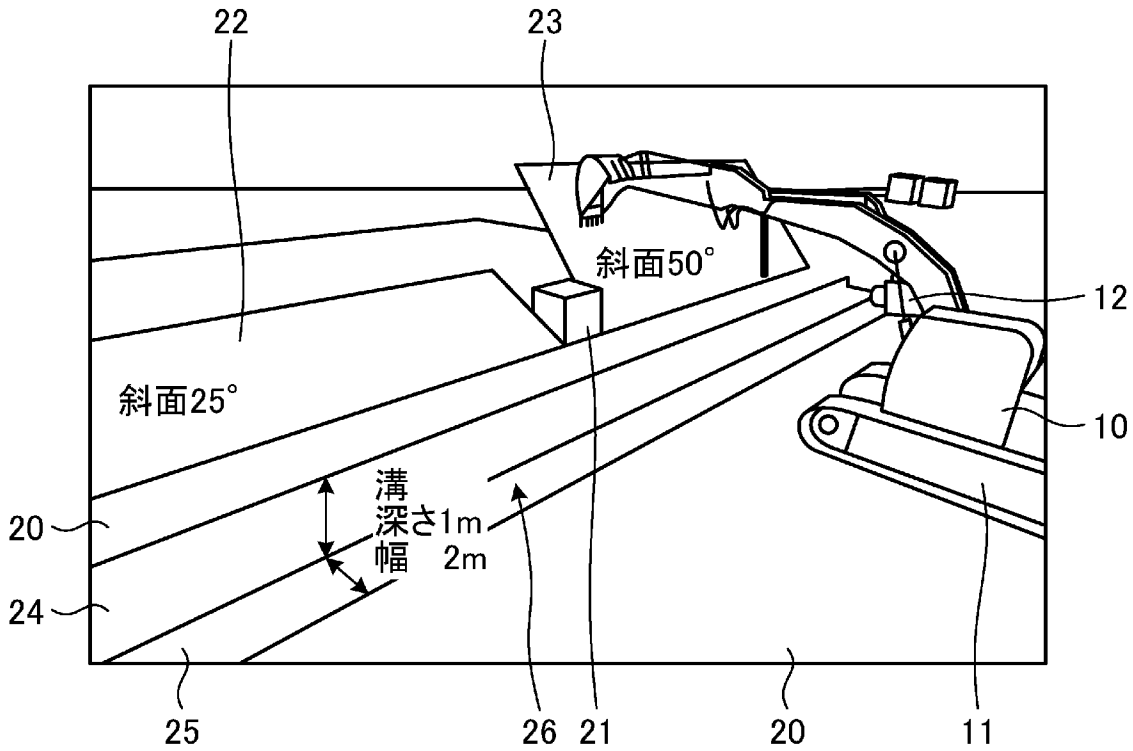
前記検出した角度に基づく障害領域である角度障害領域を検出する角度障害領域検出手順と、

前記検出した高さに基づく障害領域である高さ障害領域を検出する高さ障害領域検出手順と、

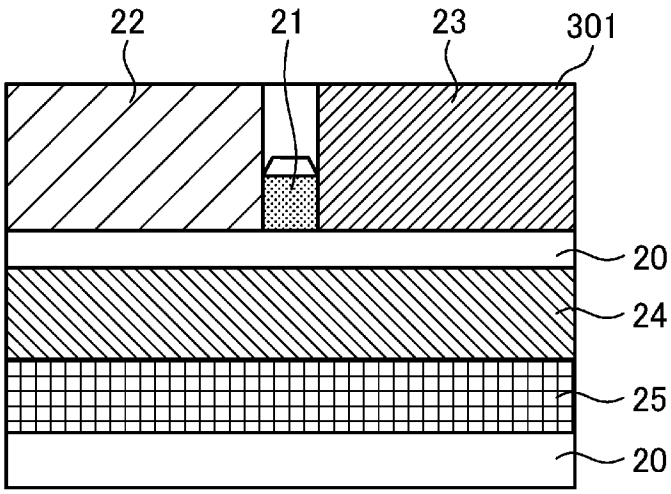
前記検出された角度障害領域及び前記検出された高さ障害領域に基づいて前記走行障害領域を検出する走行障害領域検出手順と

を含むプログラム。

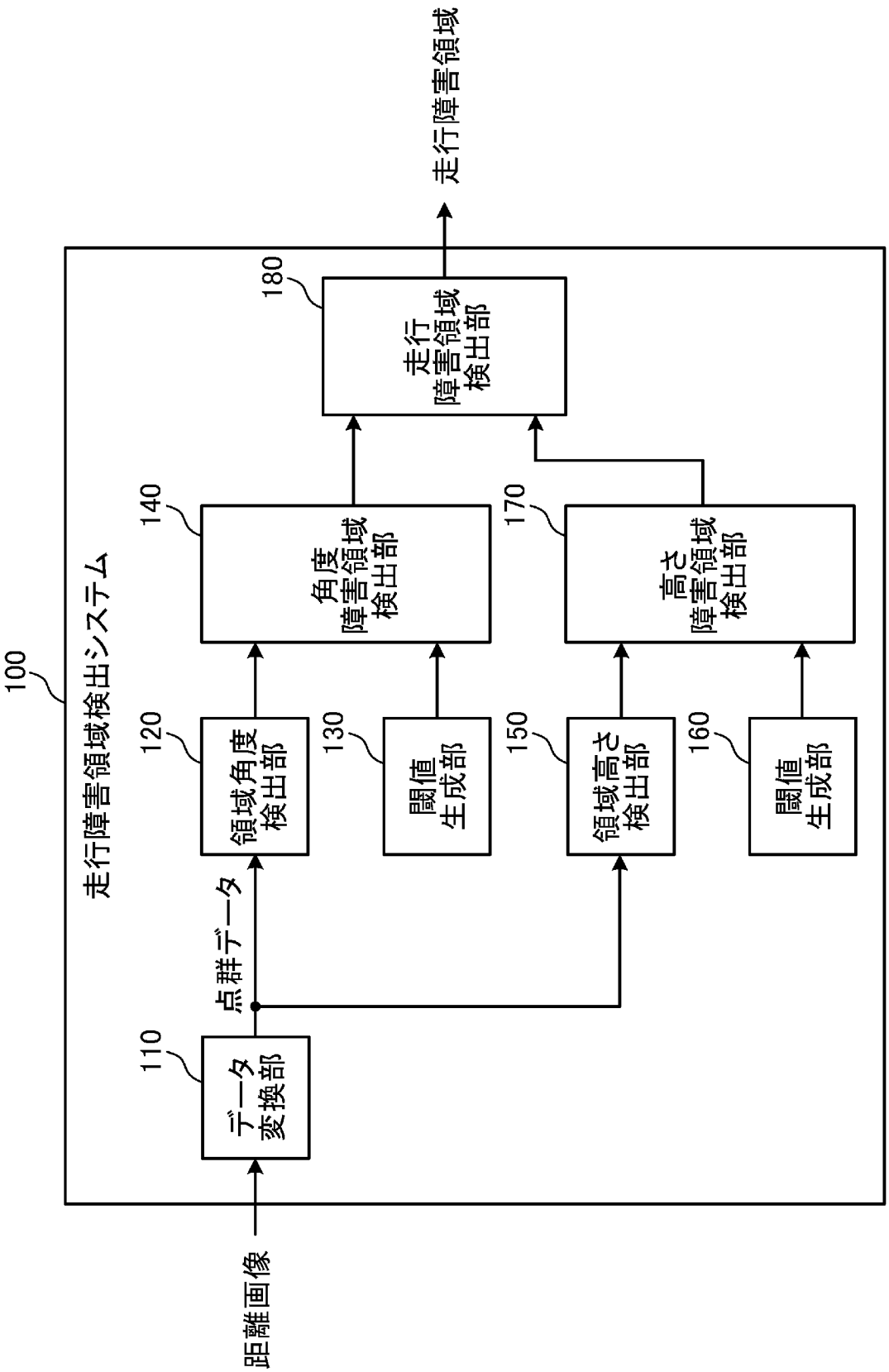
[図1A]


22
23
斜面50°
12
斜面25°
10
溝
深さ1m
幅 2m
20
24
25
26
21
20
11

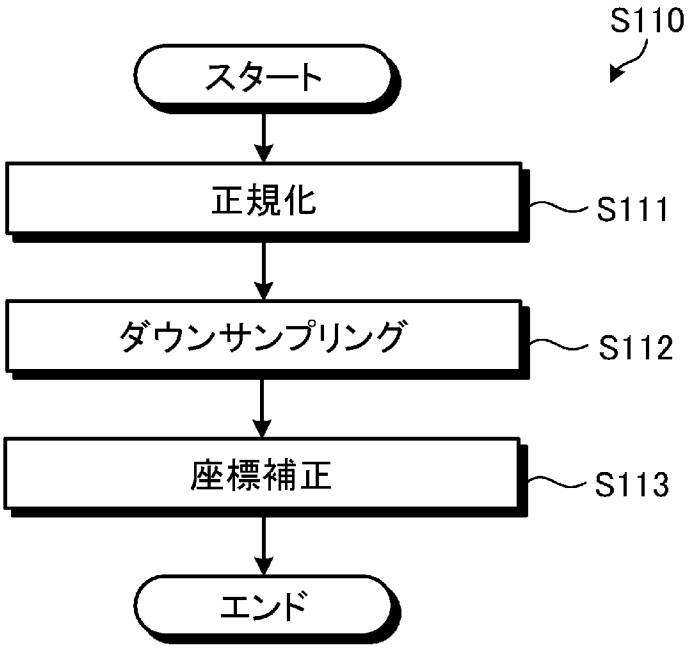
[図1B]


22
21
23
301
20
24
25
20

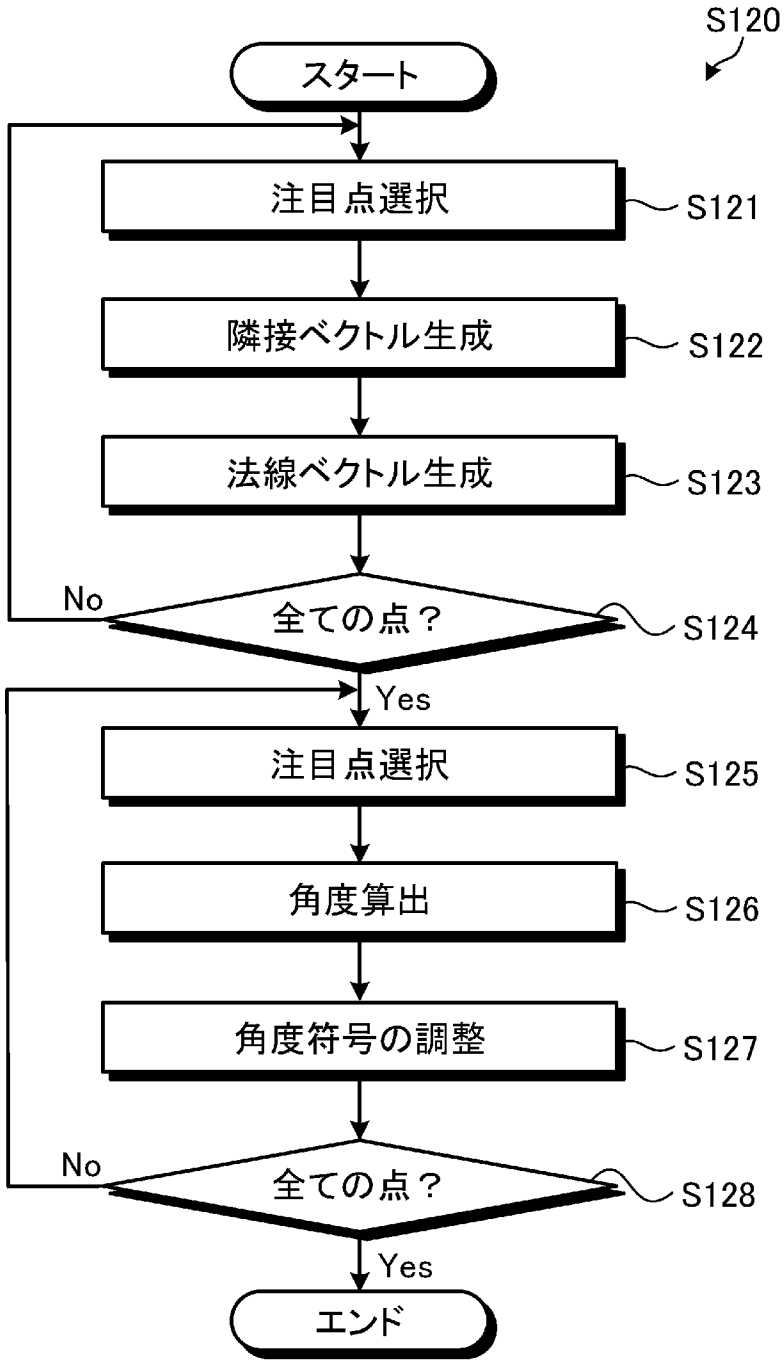
[図2]


走行障害領域
180
走行
障害領域
検出部
140
角度
障害領域
検出部
170
高さ
障害領域
検出部
100
走行障害領域検出システム
120
領域角度
検出部
130
閾値
生成部
150
領域高さ
検出部
160
閾値
生成部
点群データ
110
データ
変換部
距離画像

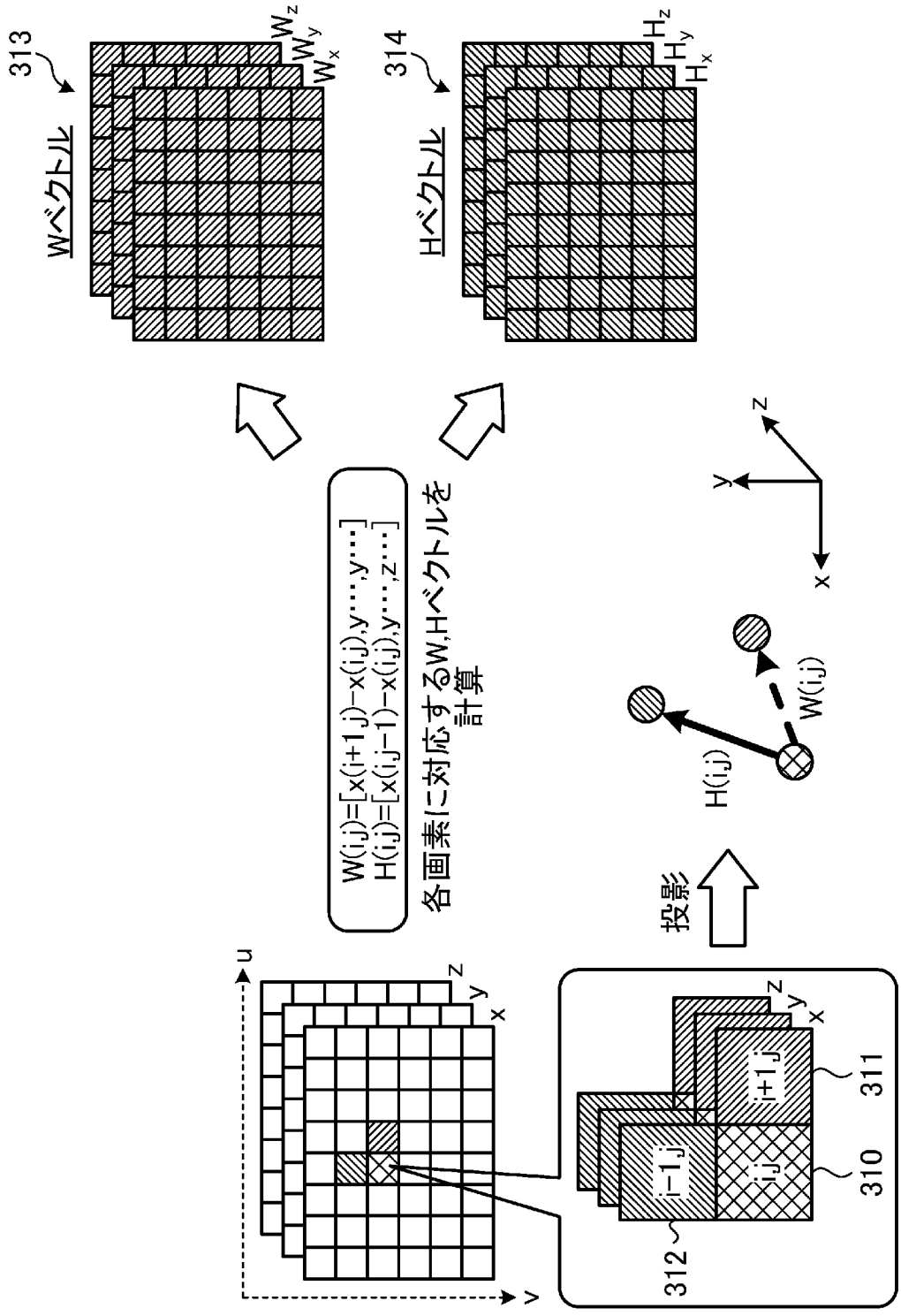
[図3]



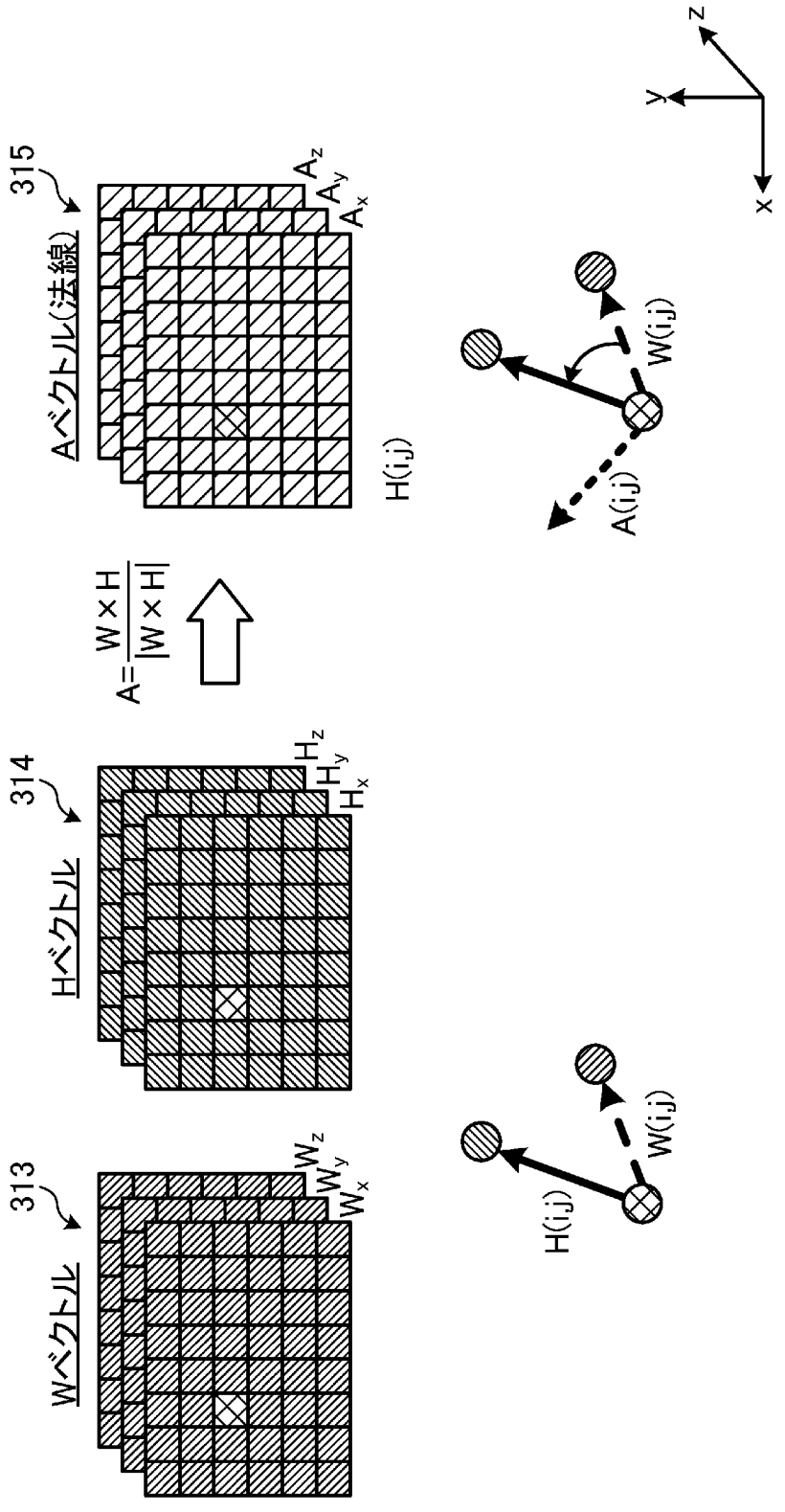
[図4]


S120
スタート
注目点選択
S121
隣接ベクトル生成
S122
法線ベクトル生成
S123
No
全ての点？
S124
Yes
注目点選択
S125
角度算出
S126
角度符号の調整
S127
No
全ての点？
S128
Yes
エンド

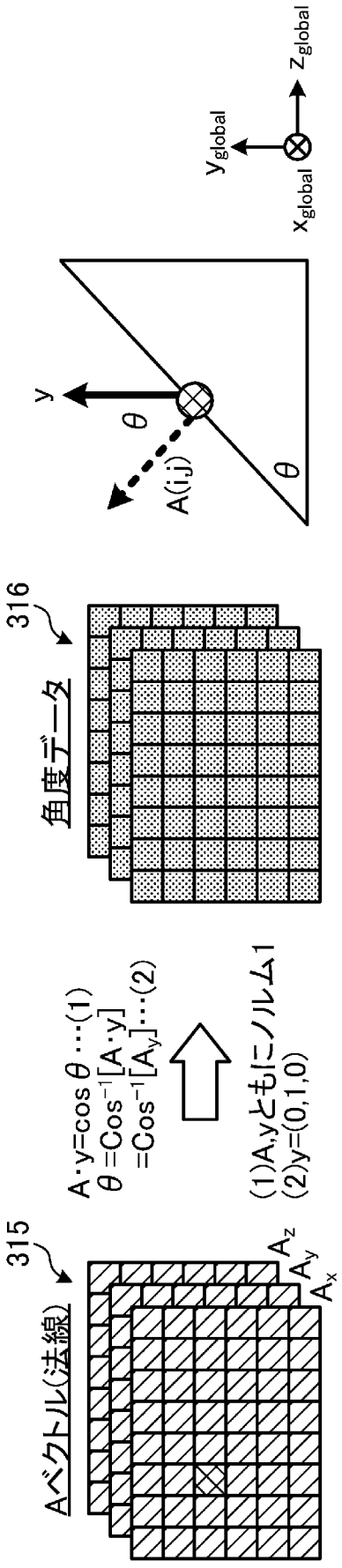
[図5]


313
Wベクトル
W_z
W_y
W_x
314
Hベクトル
H_z
H_y
H_x
W(i,j)=[x(i+1,j)−x(i,j),y⋯,y⋯]
H(i,j)=[x(i,j−1)−x(i,j),y⋯,z⋯]
各画素に対応するW,Hベクトルを
計算
投影
H(i,j)
W(i,j)
z
y
x
u
v
i−1,j
i,j
i+1,j
310
311
312

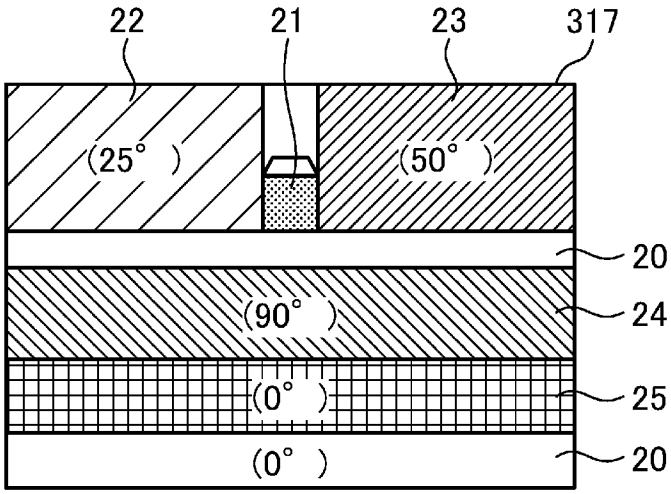
[図6]


315
Aベクトル(法線)
A_z
A_y
A_x
H(i,j)
$A=\frac{W\times H}{|W\times H|}$
314
Hベクトル
H_z
H_y
H_x
313
Wベクトル
W_z
W_y
W_x
z
y
x
W(i,j)
A(i,j)
H(i,j)
W(i,j)

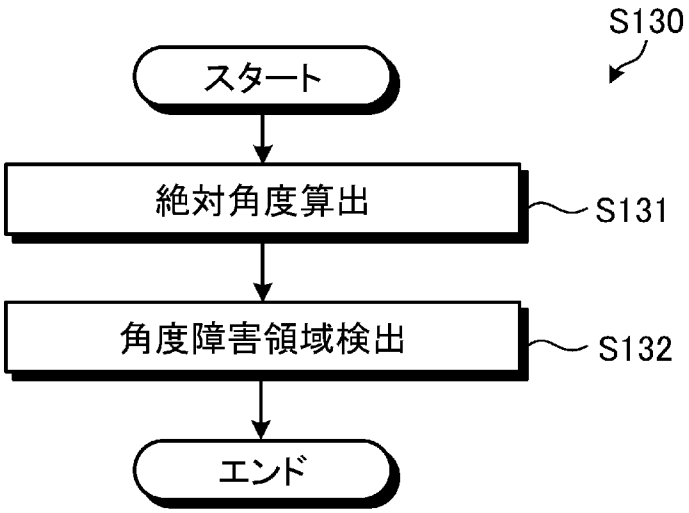
[図7]


315
Aベクトル(法線)
A_z
A_y
A_x
A·y=cos θ …(1)
θ =Cos⁻¹[A·y]
=Cos⁻¹[A_y]…(2)
(1)A,yともにノルム1
(2)y=(0,1,0)
316
角度データ
θ
A(i,j)
y
θ
y_{global}
z_{global}
x_{global}

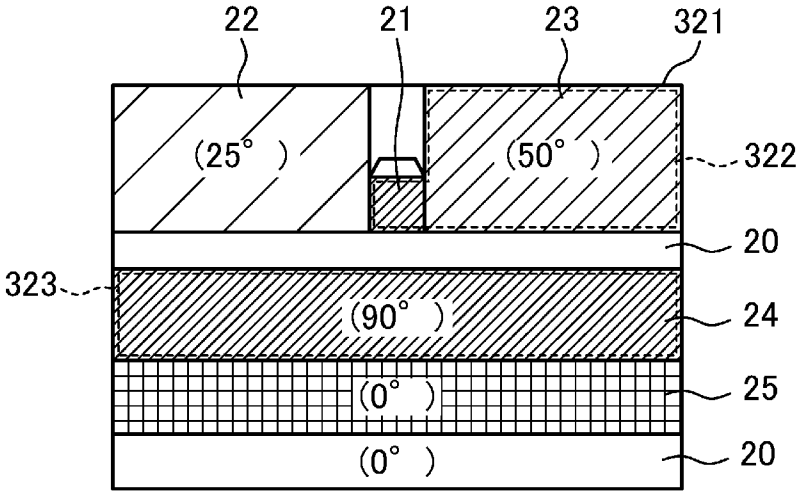
[図8]


22
21
23
317
(25°)
(50°)
20
(90°)
24
(0°)
25
(0°)
20

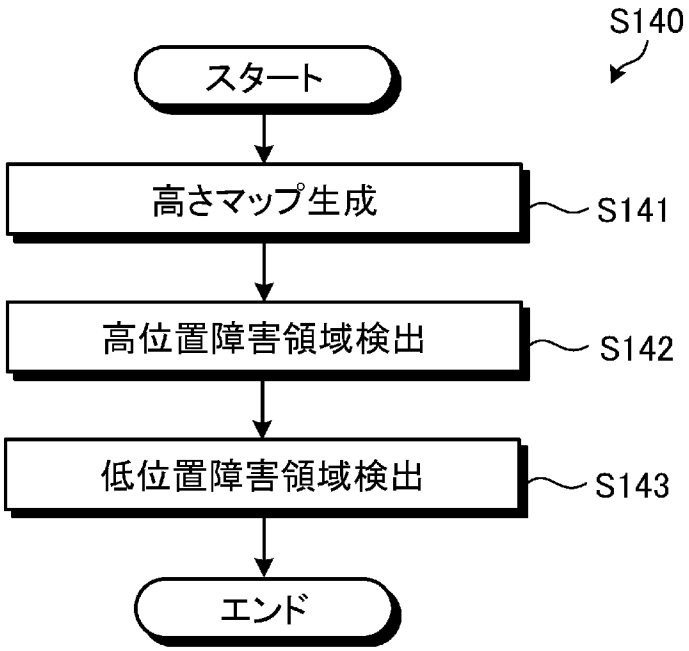
[図9]


S130
スタート
絶対角度算出
S131
角度障害領域検出
S132
エンド

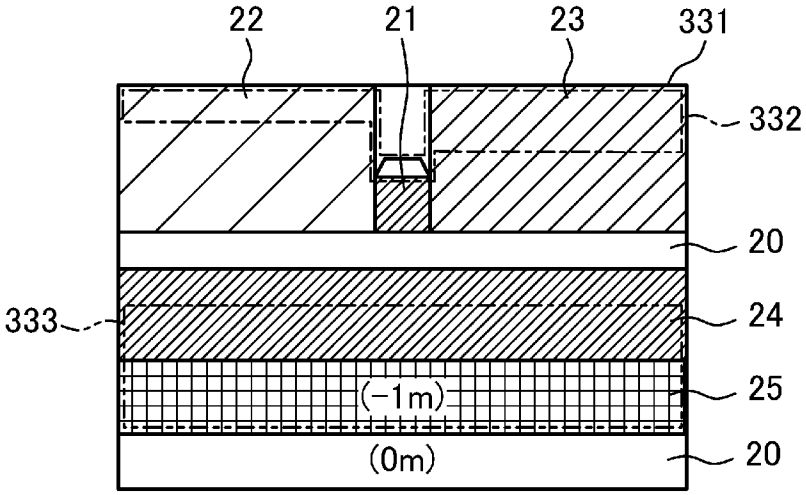
[図10]


22
21
23
321
(25°)
(50°)
322
20
323
(90°)
24
25
(0°)
(0°)
20

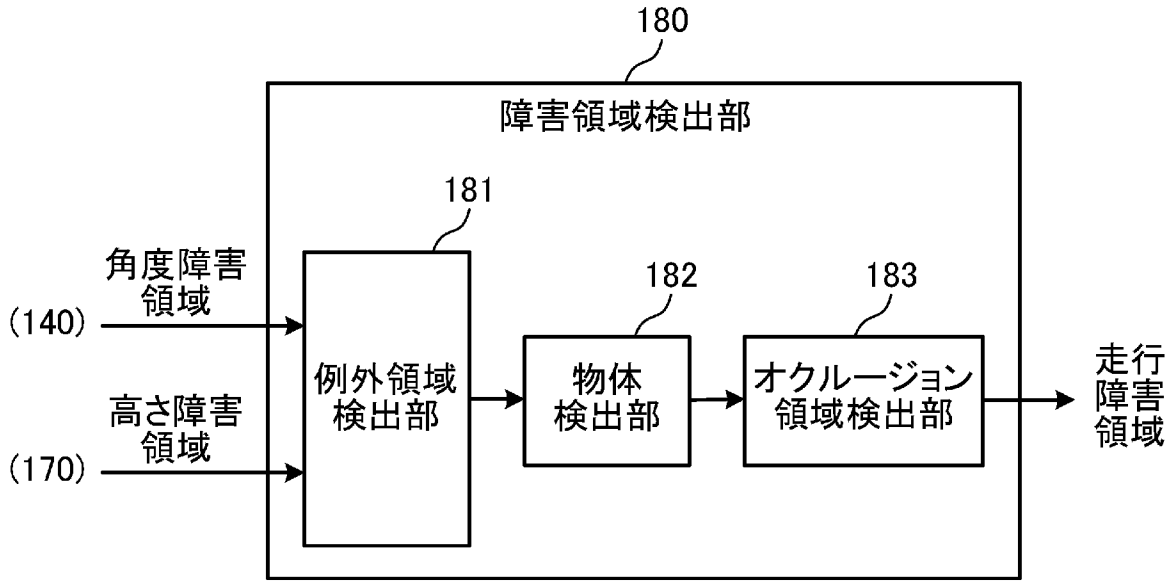
[図11]


S140
スタート
高さマップ生成
S141
高位置障害領域検出
S142
低位置障害領域検出
S143
エンド

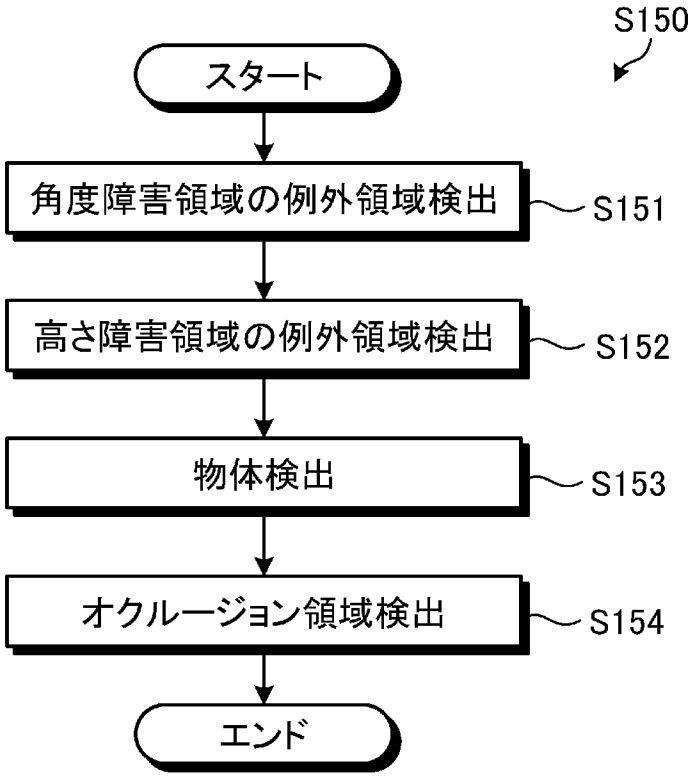
[図12]


22
21
23
331
332
20
333
24
25
(-1m)
(0m)
20

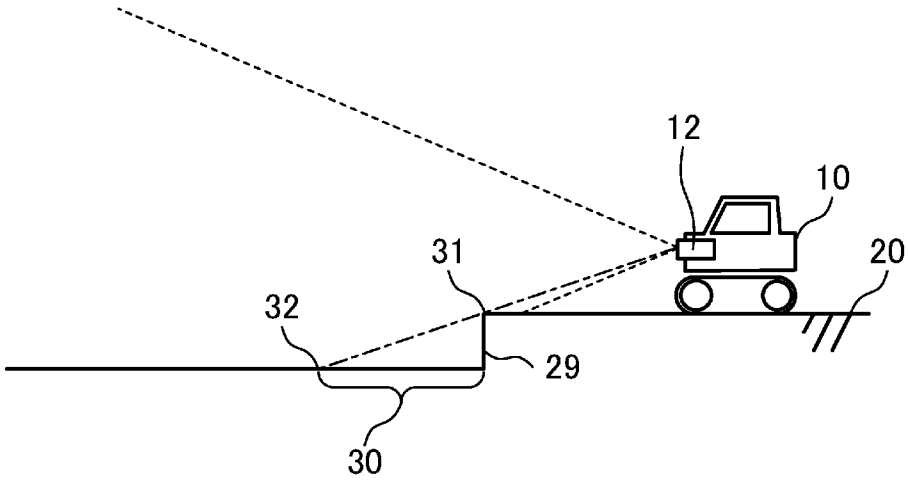
[図13]


180
障害領域検出部
181
角度障害
領域
(140)
高さ障害
領域
(170)
例外領域
検出部
182
物体
検出部
183
オクルージョン
領域検出部
走行
障害
領域

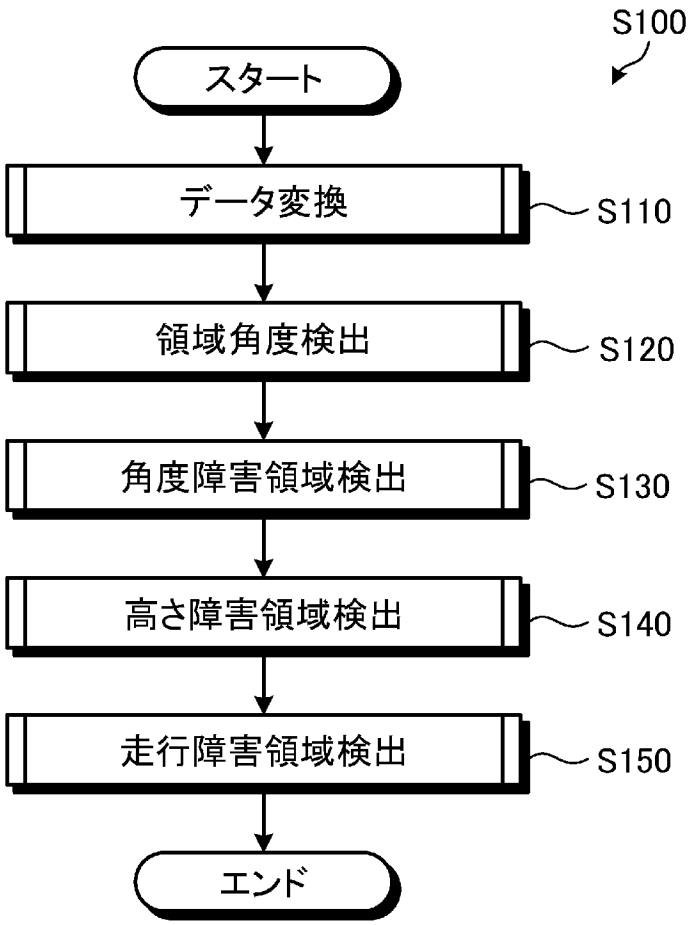
[図14]


S150
スタート
角度障害領域の例外領域検出
S151
高さ障害領域の例外領域検出
S152
物体検出
S153
オクルージョン領域検出
S154
エンド

[図15]


12
10
31
20
32
29
30

[図16]


S100
スタート
データ変換
S110
領域角度検出
S120
角度障害領域検出
S130
高さ障害領域検出
S140
走行障害領域検出
S150
エンド

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/023283

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 7/60(2017.01)i; ***G05D 1/02***(2020.01)i; ***G06T 7/00***(2017.01)i; ***G06T 7/11***(2017.01)i
FI: G06T7/60 150Z; G05D1/02 S; G06T7/00 650A; G06T7/11

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)

G06T 7/00 - 7/90, G06V10/00 - 20/90, G06V30/418, G06V40/16, G06V40/20, G05D 1/00 - 1/12

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	JP 2021-077003 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 20 May 2021 (2021-05-20) paragraphs [0002], [0020], [0024], [0027]-[0036], [0038], [0039], [0046], fig. 1, 3-5, 7	1-3, 5, 8, 10
Y		7, 9
A		4, 6
Y	JP 2006-146376 A (MITSUBISHI HEAVY IND., LTD.) 08 June 2006 (2006-06-08) paragraph [0006]	7
Y	JP 2015-219802 A (ADVANCED TELECOMMUNICATION RESEARCH INST. INTERNATIONAL) 07 December 2015 (2015-12-07) paragraphs [0025], [0026], [0028], [0036], [0061], [0062], [0064], [0069], [0070], fig. 1-4, 13, 14	9

☐ 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	Date of mailing of the international search report
14 July 2023	**01 August 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/023283

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2021-077003 A	20 May 2021	(Family: none)	
JP 2006-146376 A	08 June 2006	(Family: none)	
JP 2015-219802 A	07 December 2015	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/023283

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G06T 7/60(2017.01)i; G05D 1/02(2020.01)i; G06T 7/00(2017.01)i; G06T 7/11(2017.01)i
FI: G06T7/60 150Z; G05D1/02 S; G06T7/00 650A; G06T7/11

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））

G06T 7/00 - 7/90, G06V10/00 - 20/90, G06V30/418, G06V40/16, G06V40/20, G05D 1/00 - 1/12

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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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 2021-077003 A (本田技研工業株式会社) 20.05.2021 (2021-05-20) 段落[0002],[0020],[0024],[0027]～[0036],[0038]～[0039],[0046],図1,3～5,7	1-3,5,8,10
Y		7,9
A		4,6
Y	JP 2006-146376 A (三菱重工業株式会社) 08.06.2006 (2006-06-08) 段落[0006]	7
Y	JP 2015-219802 A (株式会社国際電気通信基礎技術研究所) 07.12.2015 (2015-12-07) 段落[0025]～[0026],[0028],[0036],[0061]～[0062],[0064],[0069]～[0070],図1～4,13～14	9

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
14.07.2023	01.08.2023

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
伊知地　和之　5H 9291

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/023283

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2021-077003 A	20.05.2021	（ファミリーなし）	
JP 2006-146376 A	08.06.2006	（ファミリーなし）	
JP 2015-219802 A	07.12.2015	（ファミリーなし）	