

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7364033号
(P7364033)

(45)発行日 令和5年10月18日(2023.10.18)

(24)登録日 令和5年10月10日(2023.10.10)

(51)国際特許分類 F I
 G 0 1 B 11/03 (2006.01) G 0 1 B 11/03 H
 G 0 1 B 11/28 (2006.01) G 0 1 B 11/28 H

請求項の数 10 (全23頁)

| | | | |
|-------------|-----------------------------|----------|--|
| (21)出願番号 | 特願2022-503049(P2022-503049) | (73)特許権者 | 000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号 |
| (86)(22)出願日 | 令和2年2月28日(2020.2.28) | (74)代理人 | 100106909 弁理士 棚井 澄雄 |
| (86)国際出願番号 | PCT/JP2020/008506 | (74)代理人 | 100134544 弁理士 森 隆一郎 |
| (87)国際公開番号 | WO2021/171610 | (74)代理人 | 100149548 弁理士 松沼 泰史 |
| (87)国際公開日 | 令和3年9月2日(2021.9.2) | (74)代理人 | 100162868 弁理士 伊藤 英輔 |
| 審査請求日 | 令和4年8月2日(2022.8.2) | (72)発明者 | 安田 真也 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 |
| | | 審査官 | 續山 浩二 |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 測量方法、測量装置、測量システム、プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮影可能エリアに対象物を含まない第1の画像情報と前記撮影可能エリアに前記対象物を含む第2の画像情報とに基づいて、前記第1の画像情報から前記第2の画像情報において変化が生じた領域を示す対象物包含領域を特定し、

高さ情報と、前記対象物包含領域における特徴点と、前記特徴点と水平位置が対応する前記対象物の所定の高さにおける対応点とに基づいて、前記第2の画像情報での前記所定の高さにおける前記対象物の二次元サイズを示す特定領域を特定する

測量方法。

【請求項2】

前記対象物包含領域が含まれる、前記第2の画像情報内の分割された分割領域を特定し、前記特定された前記対象物包含領域を含む前記分割領域にさらに基づいて、前記第2の画像情報において前記二次元サイズを示す特定領域を特定する

請求項1に記載の測量方法。

【請求項3】

前記対象物包含領域における特徴点と当該特徴点の高さ情報の関係と、前記特徴点と水平位置が対応する前記所定の高さにおける対応点と前記所定の高さが示す高さ情報との関係に基づいて、前記所定の高さにおける前記二次元サイズの特定に用いる前記対応点を算出し、

当該対応点に基づいて、前記第2の画像情報において前記二次元サイズを示す特定領域

を特定する

請求項 1 または請求項 2 に記載の測量方法。

【請求項 4】

前記特定領域に基づいて前記対象物の接触位置を特定する

請求項 3 に記載の測量方法。

【請求項 5】

撮影可能エリアに対象物を含まない第 1 の画像情報と前記撮影可能エリアに前記対象物を含む第 2 の画像情報とに基づいて、前記第 1 の画像情報から前記第 2 の画像情報において変化が生じた領域を示す対象物包含領域を特定し、

高さ情報と、前記対象物包含領域における特徴点と、前記特徴点と水平位置が対応する前記対象物の所定の高さにおける対応点とに基づいて、前記第 2 の画像情報での前記所定の高さにおける前記対象物の二次元サイズを示す特定領域を特定する

測量装置。

【請求項 6】

撮影可能エリアに対象物を含まない第 1 の画像情報と前記撮影可能エリアに前記対象物を含む第 2 の画像情報とに基づいて、前記第 1 の画像情報から前記第 2 の画像情報において変化が生じた領域を示す対象物包含領域を特定し、

高さ情報と、前記対象物包含領域における特徴点と、前記特徴点と水平位置が対応する前記対象物の所定の高さにおける対応点とに基づいて、前記第 2 の画像情報での前記所定の高さにおける前記対象物の二次元サイズを示す特定領域を特定する

測量システム。

【請求項 7】

前記対象物包含領域が含まれる、前記第 2 の画像情報内の分割された分割領域を特定し、

前記特定された前記対象物包含領域を含む前記分割領域にさらに基づいて、前記第 2 の画像情報において前記二次元サイズを示す特定領域を特定する

請求項 6 に記載の測量システム。

【請求項 8】

前記対象物包含領域における特徴点と当該特徴点の高さ情報の関係と、前記特徴点と水平位置が対応する前記所定の高さにおける対応点と前記所定の高さが示す高さ情報との関係に基づいて、前記所定の高さにおける前記二次元サイズの特定に用いる前記対応点を算出し、

当該対応点に基づいて、前記第 2 の画像情報において前記二次元サイズを示す特定領域を特定する

請求項 6 または請求項 7 に記載の測量システム。

【請求項 9】

前記特定領域に基づいて前記対象物の接触位置を特定する

請求項 8 に記載の測量システム。

【請求項 10】

測量装置のコンピュータを、

撮影可能エリアに対象物を含まない第 1 の画像情報と前記撮影可能エリアに前記対象物を含む第 2 の画像情報とに基づいて、前記第 1 の画像情報から前記第 2 の画像情報において変化が生じた領域を示す対象物包含領域を特定する手段、

高さ情報と、前記対象物包含領域における特徴点と、前記特徴点と水平位置が対応する前記対象物の所定の高さにおける対応点とに基づいて、前記第 2 の画像情報での前記所定の高さにおける前記対象物の二次元サイズを示す特定領域を特定する手段、

として機能させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測量方法、測量装置、測量システム、プログラムに関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

対象物をロボットなどが扱う場合、対象物の精度の高い位置やサイズの特定が必要となる。特許文献1には、撮影画像に写っている撮影対象のサイズを簡易な方法で推定することのできる技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2017-211691号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

対象物を測定する場合にステレオカメラで生成した距離画像を用いる場合がある。しかしながらステレオカメラで生成された距離画像はノイズが大きい。従って、対象物の所定の高さにおける領域を検出することが困難であった。

【0005】

そこでこの発明は、上述の課題を解決する測量方法、測量装置、測量システム、プログラムを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1の態様によれば、測量方法は、撮影可能エリアに対象物を含まない第1の画像情報と前記撮影可能エリアに前記対象物を含む第2の画像情報とに基づいて、前記第1の画像情報から前記第2の画像情報において変化が生じた領域を示す対象物包含領域を特定し、前記対象物包含領域と高さ情報とに基づいて、前記対象物包含領域に含まれる前記対象物の二次元サイズを特定する。

【0007】

本発明の第2の態様によれば、測量装置は、撮影可能エリアに対象物を含まない第1の画像情報と前記撮影可能エリアに前記対象物を含む第2の画像情報とに基づいて、前記第1の画像情報から前記第2の画像情報において変化が生じた領域を示す対象物包含領域を特定し、前記対象物包含領域と高さ情報とに基づいて、前記対象物包含領域に含まれる前記対象物の二次元サイズを特定する。

【0008】

本発明の第3の態様によれば、測量システムは、撮影可能エリアに対象物を含まない第1の画像情報と前記撮影可能エリアに前記対象物を含む第2の画像情報とに基づいて、前記第1の画像情報から前記第2の画像情報において変化が生じた領域を示す対象物包含領域を特定し、前記対象物包含領域と高さ情報とに基づいて、前記対象物包含領域に含まれる前記対象物の二次元サイズを特定する。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、所定の高さにおける対象物のサイズを特定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の一実施形態による測量システムの概略構成図である。

【図2】本発明の一実施形態による制御装置のハードウェア構成図である。

【図3】本発明の一実施形態による制御装置の機能ブロック図である。

【図4】本発明の一実施形態による測量システムの処理フローを示す図である。

【図5】本発明の一実施形態による接棒Rを検出した位置のパターンを示す図である。

【図6】本発明の一実施形態による外接棒Rの位置が第一パターンである場合の搬送物の撮影状態を示す図である。

【図7】本発明の一実施形態による外接棒Rの位置が第二パターンまたは第三パターンで

10

20

30

40

50

ある場合の搬送物の撮影状態を示す図である。

【図 8】本発明の一実施形態による接触位置の特定概要を示す図である。

【図 9】本発明の一実施形態による表示情報の例を示す図である。

【図 10】本発明の一実施形態による所定の高さにおける搬送物の位置の算出概要を示す図である。

【図 11】本発明の一実施形態による第一パターンにおける外接枠 R と特定領域との関係を示す図である。

【図 12】本発明の一実施形態による第二パターンにおける外接枠 R と特定領域との関係を示す第一の図である。

【図 13】本発明の一実施形態による第二パターンにおける外接枠 R と特定領域との関係を示す第二の図である。

【図 14】本発明の一実施形態による第三パターンにおける外接枠 R と特定領域との関係を示す第一の図である。

【図 15】本発明の一実施形態による第三パターンにおける外接枠 R と特定領域との関係を示す第二の図である。

【図 16】本発明の第 2 の実施形態における制御装置を備えた制御システムの概略構成図である。

【図 17】本発明の第 2 の実施形態において、測量する対象物となる荷物の荷物置場における配置関係を示す例の図である。

【図 18】本発明の第 3 の実施形態に係る測量システムの概略構成である。

【図 19】本発明の第 3 の実施形態に係る制御装置の機能ブロック図である。

【図 20】本発明の第 3 の実施形態に係る制御装置による処理フローを示す図である。

【図 21】本発明の第 3 の実施形態に係る制御装置の処理概要を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の一実施形態による測量システムを図面を参照して説明する。

図 1 は、本実施形態による測量システムの概略構成図である。

図 1 で示すように、測量システム 100 は、制御装置 1、センサ 2、搬送車 3 を含んで構成される。

センサ 2 は搬送物 4 に関する情報を測定する。センサ 2 は、測定した搬送物 4 に関する情報を制御装置 1 へ送信する。センサ 2 は、より詳細には、搬送車 3 が移動可能なフィールド内を撮像する装置である。センサ 2 とは、例えば、デプスカメラやステレオカメラである。センサ 2 は搬送車 3 が走行する床面を撮影する。本実施形態においてセンサ 2 は、センサ 2 の設置された天井近傍から床面へ向けた下方の軸を中心とする範囲の画像情報と距離情報を測定する。センサ 2 は、センサ 2 の撮影可能エリアを示す測定範囲を撮影した画像情報と、センサ 2 の測定範囲の各位置までの距離を示す距離情報を生成する。距離情報は、例えば測定範囲の画像情報の各画素に対応するセンサ 2 からの距離を示す。

【0012】

制御装置 1 は搬送車 3 を制御する。制御装置 1 は、取得する情報を基に、搬送車 3 を制御する。制御装置 1 は、搬送物 4 を測定するセンサ 2、搬送車 3 と通信接続する。制御装置 1 はセンサ 2 から画像情報と距離情報を取得する。制御装置 1 は搬送物 4 に関する情報（画像情報と距離情報）に基づいて搬送車 3 が搬送物 4 の搬送の際に当該搬送物 4 に接触する位置を特定し、その接触する位置に基づいて搬送車 3 を制御する。制御装置 1 は一台の搬送車 3 を制御してもよいし、複数台の搬送車 3 を制御してもよい。搬送車 3 はロボットの一態様である。

【0013】

図 2 は、本実施形態による制御装置のハードウェア構成図である。

図 2 で示すように、制御装置 1 は、演算処理部 101、ROM (Read Only Memory) 102、RAM (Random Access Memory) 103、記憶部 104、通信モジュール 105 等の各ハードウェアを備えたコンピュータサーバである。

10

20

30

40

50

演算処理部 101 は、例えば CPU (Central Processing Unit) や GPU (Graphics Processing Unit) 等である。記憶部 104 は、例えば HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive)、またはメモリカード等である。また、記憶部 104 は、RAM や ROM 等のメモリであってもよい。通信モジュール 105 は、外部の装置との間でデータを送受信する。例えば、通信モジュール 105 は、有線通信路または無線通信路を介して外部装置と通信する。

【0014】

図 3 は、本実施形態による制御装置の機能ブロック図である。

制御装置 1 は、電源が投入されると起動し、予め記憶する制御プログラムを実行する。これにより制御装置 1 は、画像情報取得部 11、距離情報取得部 12、差分検出部 13、
10 測量部 14、接触位置特定部 15、搬送制御部 16、表示部 17 の各機能を発揮する。

【0015】

搬送物 4 は、搬送される対象物であり、一例としては、荷物が載せられたカートや台車などである。搬送車 3 は、制御装置 1 の制御に基づいて、搬送物 4 を搬送する。搬送車 3 は、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する位置を示す接触位置の情報を制御装置 1 から受信し、当該接触位置を押すまたは引くなどして搬送物 4 を搬送する。

【0016】

ここで、センサ 2 が上方から下方にある搬送物 4 を撮影した場合、センサ 2 と搬送物 4 の位置関係によって、搬送物 4 の側面が撮影画像に含まれない場合と、含まれる場合とがある。例えば、センサ 2 の測定範囲の中心近傍に搬送物 4 がある場合、搬送物 4 の上面が
20 撮影画像に映り、側面は映らない。他方、センサ 2 の測定範囲の中心から離れた位置に搬送物 4 がある場合、斜め上方から搬送物 4 を撮影することとなるため、搬送物 4 の上面と側面とが撮影画像に映る。つまり、制御装置 1 が撮影画像を用いて搬送物 4 が映る撮影画像内の領域を検出する際、搬送物 4 の位置に応じて、その領域に側面が含まれない場合と含まれる場合が発生する。また搬送物 4 までの距離がセンサ 2 に近いほど、上面の領域が広く撮影画像に映る。従って、搬送物 4 の高さ(センサ 2 からの距離)や、搬送物 4 とセンサ 2 との位置関係に応じて撮影画像に映る搬送物 4 の全体の領域が異なる場合であっても、制御装置は、搬送車 3 が搬送物 4 に接触できる予め規定された高さにおける接触位置を、精度高く算出する必要がある。

【0017】

図 4 は、本実施形態による測量システムの処理フローを示す図である。

次に、測量システム 100 の処理フローについて順を追って説明する。

まず、センサ 2 は毎秒 30 フレームなどの数の画像情報を制御装置 1 へ送信する。またセンサ 2 は毎秒 30 フレームなどの数の距離情報を制御装置 1 へ送信する。センサ 2 が送信する画像情報と距離情報のタイミングは一致しているものとする。画像情報と距離情報とは同じ領域の情報を示す。制御装置 1 の画像情報取得部 11 は、画像情報を取得する(ステップ S101)。制御装置 1 の距離情報取得部 12 は距離情報を取得する(ステップ S102)。
30

【0018】

画像情報取得部 11 は、画像情報に基づいて背景画像を生成し、RAM 103 等の記憶部に記録する。背景画像の生成および記録は、搬送物 4 を検出するより前に行われてよい。例えば、画像情報取得部 11 は、測量システム 100 が動作を開始した時点で行われても良いし、測量システム 100 の管理者が記録を指示したタイミングで行われても良い。背景画像は搬送車 3 や搬送物 4 やその他の異物が測定範囲に含まれない場合の画像情報である。画像情報取得部 11 は、記憶部に背景画像が記憶されている場合には、センサ 2 から受信した画像情報を差分検出部 13 へ出力する。距離情報取得部 12 はセンサ 2 から受信した距離情報を RAM 103 等の記憶部に記録する。なお画像情報取得部 11 と距離情報取得部 12 は、センサ 2 の送信タイミングが対応する画像情報と距離情報の関係が紐づくようにそれぞれに ID 等を付与してよい。
40

【0019】

10

20

30

40

50

差分検出部 13 は、画像情報取得部 11 から受信した画像情報と背景画像との差分を示す差分情報を生成する。具体的には、差分検出部 13 は画像情報を取得すると、その画像情報と背景画像とを比較する。差分検出部 13 は、画像情報と背景画像とで変化が生じている領域を示す差分情報を生成する（ステップ S103）。差分検出部 13 は、例えば、画像情報と背景画像とをそれぞれ各画素の輝度に基づいて「0」と「1」を示す画素に 2 値化し、それら 2 値化した画像情報と、2 値化した背景画像との各画素の差分を示す差分情報を生成する。この差分情報において差分が「1」を示す画素は、何らかの物体が測定範囲に位置していることを示す。差分検出部 13 は、差分情報を測量部 14 へ出力する。

【0020】

測量部 14 は、取得した差分情報に、搬送物 4 が含まれるかを判定する（ステップ S104）。例えば、測量部 14 は、搬送車 3 が測定範囲に位置するかを判定し、差分情報に搬送車 3 以外の情報が含まれる場合に、搬送物 4 が含まれていると判定する。

搬送車 3 の位置情報は、搬送車 3 が検出して制御装置 1 へ送信してもよいし、測定するセンサ 2 が搬送車 3 の位置を検出して制御装置 1 へ送信してもよい。測量部 14 は、搬送車 3 の位置情報と、予め記憶しているセンサ 2 が測定する測定範囲の位置情報と比較することで、搬送車 3 が測定範囲に位置するかを判定する。

また、測量部 14 は、予め記憶している搬送車 3 の特徴（輝度、大きさ等）を用いて、画像情報から搬送車 3 の位置を検出し、測定範囲内に位置するかを特定してもよい。なお、測量部 14 が搬送車 3 の位置を検出する方法は、上記に限られるものではない。

測量部 14 は搬送車 3 が測定範囲に位置する場合には、差分情報が示す測定範囲における搬送車 3 の領域をマスクして、差分情報を生成するようにしてもよい。

【0021】

なお、上記では測量部 14 が、搬送車 3 が測定範囲に位置するかを判定し、差分検出部 13 から取得した差分情報に搬送車 3 以外の情報が含まれる場合に、搬送物 4 が含まれるかを判定したが、搬送物 4 が含まれるかの特定は上記に限らない。

例えば、測量部 14 は、搬送物 4 や搬送車 3 が測定範囲に含まれる場合であっても、搬送物 4 の規定の大きさの情報に基づいて、差分情報に、搬送物 4 が含まれるかを判定するようにしてもよい。

測量部 14 は、搬送物 4 を包含する包含領域を特定する。例えば、測量部 14 は、差分情報において差分があることを示す画素の纏まりの領域の大きさを判定する。測量部 14 は、差分情報において差分が 1 を示す画素の纏まりの領域が、一定以上の大きさを有する場合、その領域の外枠を搬送物 4 の外接枠 R であると特定する（ステップ S105）。外接枠 R は、測定対象である搬送物 4 の上面や側面を包含する包含領域の枠を示す。なお、概説枠 R の特定方法は、上記の方法に限られず、測量部 14 は他の手法により差分情報に含まれる搬送物 4 の領域の外接枠 R を判定してよい。

【0022】

図 5 は、測定範囲において外接枠 R を検出した位置のパターンを示す図である。

本実施形態において測量部 14 が検出した外接枠 R の撮影画像における位置のパターンが、第一パターンから第三パターンの何れのパターンかを判定する（ステップ S106）。以降、センサ 2 による測定範囲を、測定範囲の中心を通る垂直線 51 と水平線 52 で区分けして、右上を第一領域、左上を第二領域、左下を第三領域、右下を第四領域として説明する。

図 5（1）は、外接枠 R の位置の第一パターンを示している。第一パターンは、外接枠 R の 4 つの頂点が、第一から第四領域のそれぞれに含まれるパターンである。第一パターンは、搬送物 4 を含む外接枠 R が中央に位置する場合に現れるパターンである。

【0023】

図 5（2）は、外接枠 R の位置の第二パターンを示している。第二パターンは、外接枠 R の 4 つの頂点全てが、第一領域から第四領域のうちの一つの領域に含まれるパターンである。第二パターンは、搬送物 4 を含む外接枠 R が第一領域～第四領域のうちの一つの領域のみに現れるパターンである。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

図 5 (3) , 図 5 (4) は、外接枠 R の位置の第三パターンを示している。第三パターンは、外接枠 R の 4 つの頂点が、 2 つの領域にそれぞれ位置するパターンである。図 5 (3) で示す第三パターンは、搬送物 4 を含む外接枠 R が第一領域と第二領域に跨る場合と、第三領域と第四領域にまたがる場合が含まれる。図 5 (4) で示す第三パターンは、搬送物 4 を含む外接枠 R が第二領域と第三領域に跨る場合と、第一領域と第四領域にまたがる場合が含まれる。

【 0 0 2 5 】

図 6 は、外接枠 R の位置が第一パターンである場合の搬送物の撮影状態を示す図である。測量部 1 4 が検出した外接枠 R の位置が第一パターンである場合、搬送物 4 の上面が撮影画像に映り、側面は撮影画像に映らない。また搬送物 4 の上面がセンサ 2 に近いほど、上面の撮影画像における領域は広がる。

10

【 0 0 2 6 】

図 7 は、外接枠 R の位置が第二パターンまたは第三パターンである場合の搬送物の撮影状態を示す図である。

測量部 1 4 が検出した外接枠 R の位置が第二パターンである場合、図 7 (2) で示すように、搬送物 4 の上面と、センサ 2 の位置と直線で結ぶことのできる搬送物 4 の面とが、撮影画像に映る。測量部 1 4 が検出した外接枠 R の位置が第三パターンである場合には図 7 (3)、図 7 (4) のように撮影画像に映る。

【 0 0 2 7 】

測量部 1 4 は、外接枠 R の範囲内の画素の座標が、測定範囲の中心を通る垂直線と水平線で分けられる第一領域～第四領域の 4 つの領域全てに含まれる場合、第一パターンであると判定する。測量部 1 4 は、外接枠 R の範囲内の画素の座標の全てが、測定範囲の中心を通る垂直線と水平線で分けられる第一領域～第四領域の 4 つの領域のうちの一つの領域のみに含まれる場合、第二パターンであると判定する。測量部 1 4 は、外接枠 R の範囲内の画素の座標が、測定範囲の中心を通る垂直線 5 1 を隔てた 2 つの領域に位置する場合、または外接枠 R の範囲内の画素の座標が、測定範囲の中心を通る水平線 5 2 を隔てた 2 つの領域に位置する場合、第三パターンであると判定する。

20

【 0 0 2 8 】

測量部 1 4 は、撮影画像中の搬送物 4 の上面を示す第一特定領域 R 1 を特定する (ステップ S 1 0 7)。具体的には、測量部 1 4 は、外接枠 R において特定した複数の外接枠 R の撮影画像に現れている特徴点と当該複数の外接枠 R の特徴点の高さ情報との関係と、外接枠 R の特徴点の水平方向の座標 (水平位置) に一致し、かつ高さの座標が異なる所定の高さにおける撮影画像に現れている対応点とその所定の高さが示す高さ情報との関係と、に基づいて、所定の高さにおける対象物の面を構成する複数の対応点を算出する。所定の高さにおける対象物の面を構成する複数の対応点は、撮影画像に現れていない推定した対応点を含む。測量部 1 4 は、当該複数の対応点に基づいて撮影画像中の搬送物 4 の上面を示す第一特定領域 R 1 を特定する。

30

【 0 0 2 9 】

測量部 1 4 は第一特定領域に基づいて、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さにおける搬送物 4 の領域を撮影画像において示す第二特定領域 R 2 を特定する (ステップ S 1 0 8)。

40

接触位置特定部 1 5 は、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さ h' における搬送物 4 の領域を撮影画像において示す第二特定領域 R 2 の情報を取得する。接触位置特定部 1 5 は第二特定領域 R 2 が示す特徴点の情報を取得する。接触位置特定部 1 5 は、第二特定領域 R 2 が示す特徴点の情報に基づいて、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する撮影画像における位置を特定する (ステップ S 1 0 9)。

【 0 0 3 0 】

図 8 は、接触位置の特定概要を示す図である。

一例として、接触位置特定部 1 5 は、第二特定領域 R 2 の矩形が特徴点 P 2 1、P 2 2、P 2 3、P 2 4 を示す場合、第二特定領域 R 2 のいずれかの辺の中央を、搬送車 3 が搬

50

送物 4 に接触する撮影画像における接触位置 T 1 と特定する。例えば、接触位置特定部 1 5 は、搬送方向 D 側の特徴点 P 2 1 と P 2 2 を結ぶ第一の辺と、特徴点 P 2 2 と P 2 3 とを結ぶ第二の辺を特定し、それら辺の法線のうち、搬送方向 D との成す角度が小さい第二の辺の中央を、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する撮影画像における接触位置 T 1 と特定する。接触位置特定部 1 5 は、搬送制御部 1 6 に、接触位置 T 1 を出力する。例えば、搬送車 3 は、搬送物 4 の接触位置 T 1 において搬送物 4 に接触し、搬送方向 D に搬送物 4 をけん引する。

【 0 0 3 1 】

接触位置特定部 1 5 は、第二特定領域 R 2 の辺のうち、搬送方向 D と反対側であって搬送方向との成す角度が小さい法線を有する辺の中央 T 2 を、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する撮影画像における接触位置 P と特定してもよい。つまり、接触位置特定部 1 5 は、搬送方向 D と反対側の特徴点 P 2 1 と P 2 4 を結ぶ第三の辺と、特徴点 P 2 4 と P 2 3 とを結ぶ第四の辺を特定し、その辺のうち、搬送方向 D との成す角度が小さい法線を有する第三の辺の中央を、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する撮影画像における接触位置 T 2 と特定する。接触位置特定部 1 5 は、搬送制御部 1 6 に、接触位置 T 2 を出力する。この場合、搬送車 3 は、搬送物 4 の接触位置において搬送物 4 と接触し、搬送方向 D に搬送物 4 を押し進む。

10

【 0 0 3 2 】

搬送制御部 1 6 は、撮影画像における接触位置 T 1 と T 2 を実空間における接触位置 T 1 ' と T 2 ' に変換する (ステップ S 1 1 0)。例えば、搬送制御部 1 6 は、撮影画像が表示する仮想空間における座標と、実空間の座標との関係を予め記憶しておき、該対応関係に基づいて、接触位置 T 1 と T 2 を実空間における接触位置 T 1 ' と T 2 ' に変換する。

20

搬送制御部 1 6 は、実空間における接触位置 T 1 ' と T 2 ' と、搬送物 4 の搬送方向とを、搬送車 3 へ送信する (ステップ S 1 1 1)。搬送車 3 は、接触位置 T 1 ' と T 2 ' に向けて移動し、当該接触位置 T 1 ' , T 2 ' に対して接触し、搬送物を搬送方向へ搬送する。

【 0 0 3 3 】

上記の説明において、搬送物 4 は 2 台の搬送車 3 で搬送することで説明したが、複数台の搬送車 3 が測量システム 1 0 0 に通信接続し、複数台の搬送車 3 で搬送物 4 を搬送してもよいし、1 台の搬送車が測量システム 1 0 0 に通信接続し、1 台の搬送車 3 で搬送物 4 を搬送しても良い。例えば、搬送物 4 を 4 台の搬送車 3 で、搬送物 4 に四方から接触して搬送してもよいし、1 台の搬送車 3 が搬送物 4 の何れかの面に接触してけん引または押し込むように搬送しても良い。例えば、図 8 の例を用いて説明すると、搬送制御部 1 6 は、第一の搬送車 3 に接触位置 T 1 を送信し、第二の搬送車 3 に接触位置 T 3 を送信する。また搬送制御部 1 6 は、搬送方向 D を第一の搬送車 3 と第二の搬送車 3 に送信する。第一の搬送車 3 は搬送物 4 の接触位置 T 1 に接触する。第二の搬送車 3 は搬送物 4 の接触位置 T 2 に接触する。第一の搬送車 3 と第二の搬送車 3 は、搬送物 4 を互いに挟み込んで搬送方向へ搬送物 4 を搬送する。

30

【 0 0 3 4 】

上記の説明において、搬送車 3 は搬送物 4 に接触すると記載したが、搬送車 3 が搬送物 4 に作用する方法を限定するものではない。搬送車 3 は、例えば、搬送物 4 に搬送車の器具を押し当ててもよいし、搬送物 4 の凹みや突起に器具を接続したり押し込み(はめ込み)したり、搬送物 4 からの衝撃を受け止めるようにしたりしてもよいし。また、搬送車 3 は、2 方向から搬送物 4 を挟み込む器具で搬送物 4 を掴み、けん引してもよい。

40

例えば、第一の搬送車 3 と第二の搬送車 3 がそれぞれ搬送物 4 に接触して搬送物 4 を搬送する場合には、第二の搬送車 3 は接触位置 T 2 に第一の力 F 1 を加えて進行方向に進む。第一の搬送車 3 は接触位置 T 1 に第一の力 F 1 よりも小さい第二の力 F 2 を加えて第一の搬送車 3 と同じ速度で同じ搬送方向に進む。これにより、第一の搬送車 3 と第二の搬送車 3 の 2 第で搬送物 4 を搬送する。また例えば、第一の搬送車 3 が接触位置 T 1 に接続してけん引し、第二の搬送車 3 が接触位置 T 2 に力を加えて搬送物 4 にふらつきが無いよう制御しながら搬送方向に進んでもよい。または第二の搬送車 3 が接触位置 T 2 に接続して

50

搬送方向に押し込み、第一の搬送車 3 が接触位置 T 1 に力を加えて搬送物 4 にふらつきが無いよう制御しながら搬送方向に進んでもよい。

【 0 0 3 5 】

上述の測量システムの処理によれば、搬送車が搬送物に接触する位置を特定することができる。また上述の測量システムの処理によれば、搬送車が搬送物に接触位置をより精度高く特定することができる。さらに上述の測量システム 1 0 0 の処理によれば、搬送物 4 の高さ（センサ 2 からの距離）や、搬送物 4 とセンサ 2 との位置関係に応じて撮影画像に映る搬送物 4 の領域が異なる場合であっても、搬送車 3 が搬送物 4 に接触できる予め規定された高さにおける接触位置を、より精度高く算出することができる。

【 0 0 3 6 】

図 9 は、表示情報の例を示す図である。

表示部 1 7 は、制御装置 1 にて特定された情報を所定の出力先に出力する。表示部 1 7 は、例えば、処理対象となった撮影画像、測量部 1 4 から外接枠 R、第一特定領域 R 1、第二特定領域 R 2 を取得する。また表示部 1 7 は当該第二特定領域 R 2 に基づいて算出された接触位置を取得する。表示部 1 7 は、撮影画像と、外接枠 R、第一特定領域 R 1、第二特定領域 R 2、接触位置の情報と表示する表示情報を生成する。表示部 1 7 は所定の出力先に表示情報を出力する。例えば表示部 1 7 は、制御装置 1 に備わる LCD (Liquid Crystal Display)、CRT (Cathode Ray Tube) ディスプレイ、モニタや、制御装置 1 に通信接続する端末に、表示情報を出力する。これにより、管理者等が、現在の測量システムの制御状態を確認することができる。なお、表示部 1 7 は、表示情報として、外接枠 R、第一特定領域 R 1、第二特定領域 R 2、接触位置の情報を重ねて表示してもよいし、それぞれの情報を別々に表示したり、作業に携わる作業者が選択した任意の情報を重ねて表示するような表示情報を生成してよい。

【 0 0 3 7 】

第一特定領域と、第二特定領域とを算出する測量部 1 4 の処理について以下に詳細に説明する。

（第一パターンにおける測量部 1 4 の処理）

測量部 1 4 は、搬送物 4 の外接枠 R の位置が第一パターンであると判定した場合、外接枠 R が搬送物 4 の上面であると判定する。測量部 1 4 は、外接枠 R とその高さ情報とに基づいて外接枠 R の領域に含まれる搬送物 4 の所定の高さにおける特定領域（第一特定領域、第二特定領域）を特定する。

【 0 0 3 8 】

図 1 0 は、所定の高さにおける搬送物の位置の算出概要を示す図である。

図 1 0 で示すように、センサ 2 が画像情報を撮像する場合の焦点距離 f 、搬送物 4 の実空間における上面の任意の特徴点 $P 1$ 、特徴点 $P 1$ と水平方向の座標 X が一致する搬送物 4 の実空間における対応点 $P 2$ 、特徴点 $P 1$ に対応する撮影画像中の点 $x 1$ 、対応点 $P 2$ に対応する撮影画像中の点 $x 2$ とする。実空間における特徴点 $P 1$ のセンサ 2 からの高さ方向の距離を z 、対応点 $P 2$ のセンサ 2 からの高さ方向の距離を h 、特徴点 $P 1$ と対応点 $P 2$ のセンサ 2 からの水平方向の距離を X とする。この場合、実空間におけるセンサ 2 からの高さ方向の距離と水平方向の距離との関係と、撮影画像における焦点距離と撮影画像の中心点からの各点の水平方向の距離との関係に基づいて以下の式 (1)、式 (2) 2 つの式を導くことができる。

【 0 0 3 9 】

$$x 1 / f = X / z \quad \dots (1)$$

【 0 0 4 0 】

$$x 2 / f = X / h \quad \dots (2)$$

【 0 0 4 1 】

上述の式 (1)、(2) をそれぞれ変形すると、

【 0 0 4 2 】

$$X \cdot f = z \cdot x 1 \quad \dots (3)$$

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

$$X \cdot f = h \cdot x_2 \quad \dots (4)$$

【 0 0 4 4 】

のように、式 (3)、式 (4) が得られる。従って、

【 0 0 4 5 】

$$z \cdot x_1 = h \cdot x_2 \quad \dots (5)$$

【 0 0 4 6 】

で示す式 (5) を導くことができる。撮影画像中において上面の特徴点 P 1 に対応する点 x_1 と、実空間における z 、高さ h は、センサ 2 によって取得可能である。従って、式 (5) を用いて実空間における任意の対応点 P 2 に対応する撮影画像中の点 x_2 を算出することができる。なお、高さ h の値は、センサ 2 が任意のタイミングで測定しても良いし、センサ 2 を設置する際に初期値として設定しても良く、その取得方法は限定されるものではない。上述の各式において「 / 」は除算を示す。また上述の各式において「 \cdot 」は乗算を示す。

10

【 0 0 4 7 】

図 1 1 は、第一パターンにおける外接枠 R と特定領域との関係を示す図である。

図 1 1 (1) は撮影画像に写る搬送物 4 を示し、図 1 1 (2) は対応する搬送物 4 の斜視図を示す。ここで、搬送物 4 の所定の高さ h' を、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さとする。搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さは、搬送車 3 の規格によって既知の値である。今、撮影画像において搬送物 4 の上面の外接枠 R が特定されている。測量部 1 4 は、搬送物 4 の位置が第一パターンであると特定した場合、外接枠 R を第一特定領域 R 1 と特定する。第一パターンにおける第一特定領域 R 1 は搬送物 4 の上面を示すと推定される領域である。

20

【 0 0 4 8 】

測量部 1 4 は、搬送物 4 の外接枠 R の特定に用いた撮影画像に対応する距離画像を記憶部等から取得する。測量部 1 4 は、その距離画像における外接枠 R の特徴点 P 1 1 , P 1 2 , P 1 3 , P 1 4 の高さ情報 z (第一特定領域 R 1 の高さ情報) を取得する。測量部 1 4 は、式 (5) に外接枠 R において特定した特徴点 P 1 1 , P 1 2 , P 1 3 , P 1 4 の位置 x_1 と、高さ h' を式 (5) の h に、高さ z を式 (5) の z に入力し、高さ h' における搬送物 4 の領域を構成する対応点 P 2 1 , P 2 2 , P 2 3 , P 2 4 に対応する撮影画像中の点 x_2 を算出する。

30

【 0 0 4 9 】

測量部 1 4 は、一例として外接枠 R が矩形である場合、4 つの頂点を特徴点 P 1 1 , P 1 2 , P 1 3 , P 1 4 と特定し、特徴点 P 1 1 , P 1 2 , P 1 3 , P 1 4 に対応する、高さ h' の対応点 P 2 1 , P 2 2 , P 2 3 , P 2 4 を、式 (5) を用いて算出する。この時、特徴点 P 1 1 , P 1 2 , P 1 3 , P 1 4 の高さは、外接枠 R の各画素の距離情報から得られる。また対応点 P 2 1 , P 2 2 , P 2 3 , P 2 4 の高さは、予め規定された搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さ h' である。測量部 1 4 は、対応点 P 2 1 , P 2 2 , P 2 3 , P 2 4 を結ぶ領域を、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さ h' における搬送物 4 の領域を撮影画像において示す第二特定領域 R 2 として算出する。なお、測量部 1 4 は、矩形以外の形状の外接枠 R に基づいて、その外接枠 R の複数の特徴点を特定し、その複数の特徴点に対応する対応点を結ぶ領域を、第二特定領域 R 2 と算出してもよい。測量部 1 4 は、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さ h' における搬送物 4 の領域を撮影画像において示す第二特定領域 R 2 の情報を、接触位置特定部 1 5 へ出力する。

40

【 0 0 5 0 】

(第二パターンにおける測量部 1 4 の処理)

測量部 1 4 は、搬送物 4 の外接枠 R の位置が第二パターンであると判定した場合、外接枠 R には搬送物 4 の上面と側面とが含まれる。従って、測量部 1 4 は、外接枠 R が示す領域に含まれる搬送物 4 の上面を示す第一特定領域 R 1 を、以下のように特定する。

【 0 0 5 1 】

50

図 1 2 は、第二パターンにおける外接枠 R と特定領域との関係を示す第一の図である。

具体的には、測量部 1 4 は、外接枠 R の形状と、外接枠 R の位置に応じたパターンに基づいて、外接枠 R における特徴点の位置を予め定められた手法によって特定する。例えば、外接枠 R が矩形であり、当該外接枠 R の位置が第二パターンである場合、外接枠 R の 4 つの頂点 P 1 1、P 1 2、P 1 3、P 1 4 を特徴点と特定する。

【 0 0 5 2 】

測量部 1 4 は外接枠 R において特定した特徴点 P 1 1、P 1 2、P 1 3、P 1 4 のうち最も撮影画像の中心に近い特徴点 P 1 3 の高さ情報を示す距離 h (特徴点 P 1 3 の実空間の高さとセンサ 2 の高さとの距離) を、距離画像や背景画像または記憶部から取得する。距離画像や背景画像において搬送物 4 や搬送車 3 の領域以外の画素が示す高さ方向の情報

10

【 0 0 5 3 】

測量部 1 4 は外接枠 R において特定した特徴点 P 1 1、P 1 2、P 1 3、P 1 4 のうち最も撮影画像の中心から遠い特徴点 P 1 1 の高さとの差である距離 z を、外接枠 R を特定した撮影画像に対応する距離画像から取得する。距離 z は特徴点 P 1 1 に対応する実空間上の点を含む搬送物 4 の上面の各点の高さを示す情報でもある。測量部 1 4 は、撮影画像中の外接枠 R において特定した特徴点 P 1 3 を式 (5) の x 2 と設定し、特徴点 P 1 3 の実空間における高さ情報を式 (5) の h と設定し、実空間において特徴点 P 1 3 の水平方向の位置が対応する上面の未知の対応点 P 2 3 の高さ情報 (特徴点 P 1 1 の高さを示す情報に一致) を式 (5) の z に設定し、撮影画像中の未知の対応点 P 2 3

20

(式 (5) の x 1 に相当) を算出する。測量部 1 4 は、さらに、特徴点 P 1 2 の座標を式 (5) の x 2 と設定し、特徴点 P 1 2 の実空間における高さ情報を式 (5) の h と設定し、実空間に置いて特徴点 P 1 2 の水平方向の位置が対応する、高さ z の図示しない点 P 2 0 の座標 (式 (5) の x 1 に相当) を求め、P 2 0 と P 2 3 を結ぶ線分と、P 1 1 と P 1 2 を結ぶ線分の交点として、点 P 2 2 の座標を算出する。点 P 1 1、点 P 2 2、点 P 2 3 で張られる矩形の残りの 1 点を点 P 2 4 として求める。

【 0 0 5 4 】

測量部 1 4 は、実空間において特徴点 P 1 3 に対応する点と水平方向の位置が対応する上面の点を示す撮影画像中の対応点 P 2 3 を含み、特徴点 P 1 2、P 1 3、P 1 4 が結ぶ

30

【 0 0 5 5 】

図 1 3 は第二パターンにおける外接枠 R と特定領域との関係を示す第二の図である。

測量部 1 4 は、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さ h ' の対応点 P 3 1、P 3 2、P 3 3、P 3 4 を算出し、第二特定領域を特定する。

測量部 1 4 は、搬送物 4 の外接枠 R の特定に用いた撮影画像に対応する距離画像を記憶部等から取得する。測量部 1 4 は、その距離画像における第一特定領域 R 1 の特徴点 P 1 1 の高さ情報 z を取得する。測量部 1 4 は、第一特定領域 R 1 において特定した特徴点 P 1 1 に対応する撮影画像の位置を式 (5) 中の x 1 と設定し、搬送物 4 の上面を示す特徴点 P 1 1 の高さ情報を式 (5) の z と設定し、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さ h ' を式 (5) の h に設定し、それらを式 (5) に入力する。これにより測量部 1 4 は、特徴点 P 1 1 に対応する実空間において水平方向の位置が対応する対応点 P 3 1 に対応する撮影画像中の位置 x 2 を算出することができる。

40

【 0 0 5 6 】

測量部 1 4 は、特徴点 P 2 2、P 2 3、P 2 4 に対応する、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さ h ' の対応点 P 3 2、P 3 3、P 3 4 を、同様に式 (5) を用いて算出する。測量

50

部 1 4 は、対応点 P 3 1 , P 3 2 , P 3 3 , P 3 4 (第二対応点) を結ぶ領域を、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さ h' における搬送物 4 の領域を撮影画像において示す第二特定領域 R 2 と算出する。なお、測量部 1 4 は、矩形以外の形状の外接枠 R に基づいて、その外接枠 R の複数の特徴点を特定し、その複数の特徴点に対応する対応点を結ぶ領域を、第二特定領域 R 2 と算出してもよい。測量部 1 4 は、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さ h' における搬送物 4 の領域を撮影画像において示す第二特定領域 R 2 の情報を、接触位置特定部 1 5 へ出力する。

【 0 0 5 7 】

(第三パターンにおける測量部 1 4 の第一の処理)

測量部 1 4 は、搬送物 4 の外接枠 R の位置が第三パターンであると判定した場合、外接枠 R には搬送物 4 の上面と側面とが含まれる。従って、測量部 1 4 は、外接枠 R が示す領域に含まれる搬送物 4 の上面を示す第一特定領域 R 1 を、以下のように特定する。

【 0 0 5 8 】

図 1 4 は、第三パターンにおける外接枠 R と特定領域との関係を示す第一の図である。

具体的には、測量部 1 4 は、外接枠 R の形状と、外接枠 R の位置に応じたパターンに基づいて、外接枠 R における特徴点の位置を予め定められた手法によって特定する。例えば、外接枠 R が矩形であり、当該外接枠 R の位置が第三パターンである場合、外接枠 R の 4 つの頂点 P 1 1、P 1 2、P 1 3、P 1 4 を特徴点と特定する。

【 0 0 5 9 】

測量部 1 4 は外接枠 R において特定した特徴点 P 1 1、P 1 2、P 1 3、P 1 4 のうち最も撮影画像の中心に近い特徴点 P 1 3 または P 1 4 の高さ情報を示す距離 h (特徴点 P 1 3 または P 1 4 の実空間の高さとセンサ 2 の高さとの距離) を、距離画像や背景画像または記憶部から取得する。距離画像や背景画像において搬送物 4 や搬送車 3 の領域以外の画素が示す高さ方向の情報は、床面の高さとセンサ 2 の高さとの鉛直方向の距離を示す。

【 0 0 6 0 】

測量部 1 4 は外接枠 R において特定した特徴点 P 1 1、P 1 2、P 1 3、P 1 4 のうち最も撮影画像の中心から遠い特徴点 P 1 1 または P 1 2 の高ささとセンサ 2 の高さとの差である距離 z を、外接枠 R を特定した撮影画像に対応する距離画像から取得する。距離 z は特徴点 P 1 1 または P 1 2 に対応する実空間上の点を含む搬送物 4 の上面の各点の高さを示す情報でもある。測量部 1 4 は、撮影画像中の外接枠 R において特定した特徴点 P 1 3 を式 (5) の x_2 と設定し、特徴点 P 1 3 の実空間における高さ情報を式 (5) の h と設定し、実空間において特徴点 P 1 3 の水平方向の位置が対応する上面の未知の対応点 P 2 3 の高さ情報 (特徴点 P 1 1 の高さを示す情報に一致) を式 (5) の z に設定し、撮影画像中の未知の対応点 P 2 3 (式 (5) の x_1 に相当) を算出する。また測量部 1 4 は、撮影画像中の外接枠 R において特定した特徴点 P 1 4 を式 (5) の x_2 と設定し、特徴点 P 1 4 の実空間における高さ情報を式 (5) の h と設定し、実空間において特徴点 P 1 4 の水平方向の位置が対応する上面の未知の対応点 P 2 4 の高さ情報 (特徴点 P 1 1 の高さを示す情報に一致) を式 (5) の z に設定し、撮影画像中の未知の対応点 P 2 4 (式 (5) の x_1 に相当) を算出する。

【 0 0 6 1 】

測量部 1 4 は、対応点 P 2 3 と対応点 P 2 4 の直線が外接枠 R に交わる対応点 P 2 3' , P 2 4' を、搬送物 4 の上面の点に対応する撮影画像中の対応点と特定する。測量部 1 4 は、対応点 P 2 3' , P 2 4' と、上面を示す特徴点 P 1 1 , P 1 2 とを結ぶ矩形の領域を、第三パターンにおいて搬送物 4 の上面を示すと推定される第一特定領域 R 1 と特定する。測量部は P 1 1、P 1 2、P 2 3'、P 2 4' を第一特定領域 R 1 の特徴点 (第一対応点) と設定する。

【 0 0 6 2 】

測量部 1 4 は、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さ h' の対応点 P 3 1、P 3 2、P 3 3、P 3 4 を算出し、第二特定領域を特定する

測量部 1 4 は、搬送物 4 の外接枠 R の特定に用いた撮影画像に対応する距離画像を記憶

10

20

30

40

50

部等から取得する。測量部 1 4 は、その距離画像における第一特定領域 R 1 の特徴点 P 1 1 の高さ情報 z を取得する。測量部 1 4 は、第一特定領域 R 1 において特定した特徴点 P 1 1 に対応する撮影画像の位置を式 (5) 中の x_1 と設定し、搬送物 4 の上面を示す特徴点 P 1 1 の高さ情報を式 (5) の z と設定し、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さ h ' を式 (5) の h に設定し、それらを式 (5) に入力する。これにより測量部 1 4 は、特徴点 P 1 1 に対応する実空間において水平方向の位置が対応する対応点 P 3 1 に対応する撮影画像中の位置 x_2 を算出することができる。

【 0 0 6 3 】

測量部 1 4 は、特徴点 P 1 2、P 2 3 '、P 2 4 ' に対応する、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さ h ' の対応点 P 3 2、P 3 3、P 3 4 を、同様に式 (5) を用いて算出する。測量部 1 4 は、対応点 P 3 1、P 3 2、P 3 3、P 3 4 (第二対応点) を結ぶ領域を、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さ h ' における搬送物 4 の領域を撮影画像において示す第二特定領域 R 2 と算出する。なお、測量部 1 4 は、矩形以外の形状の外接枠 R に基づいて、その外接枠 R の複数の特徴点を特定し、その複数の特徴点に対応する対応点を結ぶ領域を、第二特定領域 R 2 と算出してもよい。測量部 1 4 は、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さ h ' における搬送物 4 の領域を撮影画像において示す第二特定領域 R 2 の情報を、接触位置特定部 1 5 へ出力する。

【 0 0 6 4 】

(第三パターンにおける測量部 1 4 の第二の処理)

測量部 1 4 は、搬送物 4 の外接枠 R の位置が第三パターンであると判定した場合、外接枠 R には搬送物 4 の上面と側面とが含まれる。従って、測量部 1 4 は、外接枠 R が示す領域に含まれる搬送物 4 の上面を示す第一特定領域 R 1 を、以下のように特定する。

【 0 0 6 5 】

図 1 5 は、第三パターンにおける外接枠 R と特定領域との関係を示す第二の図である。

具体的には、測量部 1 4 は、外接枠 R の形状と、外接枠 R の位置に応じたパターンに基づいて、外接枠 R における特徴点の位置を予め定められた手法によって特定する。例えば、外接枠 R が矩形であり、当該外接枠 R の位置が第三パターンである場合、外接枠 R の 4 つの頂点 P 1 1、P 1 2、P 1 3、P 1 4 を特徴点と特定する。

【 0 0 6 6 】

測量部 1 4 は外接枠 R において特定した特徴点 P 1 1、P 1 2、P 1 3、P 1 4 のうち最も撮影画像の中心に近い特徴点 P 1 2 または P 1 3 の高さ情報を示す距離 h (特徴点 P 1 2 または P 1 3 の実空間の高さとセンサ 2 の高さとの距離) を、距離画像や背景画像または記憶部から取得する。距離画像や背景画像において搬送物 4 や搬送車 3 の領域以外の画素が示す高さ方向の情報は、床面の高さとセンサ 2 の高さとの鉛直方向の距離を示す。

【 0 0 6 7 】

測量部 1 4 は外接枠 R において特定した特徴点 P 1 1、P 1 2、P 1 3、P 1 4 のうち最も撮影画像の中心から遠い特徴点 P 1 1 または P 1 4 の高さ情報とセンサ 2 の高さとの差である距離 z を、外接枠 R を特定した撮影画像に対応する距離画像から取得する。距離 z は特徴点 P 1 1 または P 1 4 に対応する実空間上の点を含む搬送物 4 の上面の各点の高さを示す情報でもある。測量部 1 4 は、撮影画像中の外接枠 R において特定した特徴点 P 1 2 を式 (5) の x_2 と設定し、特徴点 P 1 2 の実空間における高さ情報を式 (5) の h と設定し、実空間において特徴点 P 1 4 の水平方向の位置が対応する上面の未知の対応点 P 2 4 の高さ情報 (特徴点 P 1 1 の高さを示す情報に一致) を式 (5) の z に設定し、撮影画像中の未知の対応点 P 2 2 (式 (5) の x_1 に相当) を算出する。また測量部 1 4 は、撮影画像中の外接枠 R において特定した特徴点 P 1 3 を式 (5) の x_2 と設定し、特徴点 P 1 3 の実空間における高さ情報を式 (5) の h と設定し、実空間において特徴点 P 1 3 の水平方向の位置が対応する上面の未知の対応点 P 2 3 の高さ情報 (特徴点 P 1 1 の高さを示す情報に一致) を式 (5) の z に設定し、撮影画像中の未知の対応点 P 2 3 (式 (5) の x_1 に相当) を算出する。

【 0 0 6 8 】

10

20

30

40

50

測量部 14 は、対応点 P 2 2 と対応点 P 2 3 の直線が外接枠 R に交わる対応点 P 2 2' , P 2 3' を、搬送物 4 の上面の点に対応する撮影画像中の対応点と特定する。測量部 14 は、対応点 P 2 2' , P 2 3' と、上面を示す特徴点 P 1 1 , P 1 4 とを結ぶ矩形の領域を、第三パターンにおいて搬送物 4 の上面を示すと推定される第一特定領域 R 1 と特定する。測量部 14 は P 1 1、P 2 2' , P 2 3'、P 1 4 を第一特定領域 R 1 の特徴点（第一対応点）と設定する。

【0069】

測量部 14 は、搬送物 4 の外接枠 R の特定に用いた撮影画像に対応する距離画像を記憶部等から取得する。測量部 14 は、その距離画像における第一特定領域 R 1 の特徴点 P 1 1 の高さ情報 z を取得する。測量部 14 は、第一特定領域 R 1 において特定した特徴点 P 1 1 に対応する撮影画像の位置を式(5)中の x_1 と設定し、搬送物 4 の上面を示す特徴点 P 1 1 の高さ情報を式(5)の z と設定し、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さを式(5)の h に設定し、それらを式(5)に入力する。これにより測量部 14 は、特徴点 P 1 1 に対応する実空間において水平方向の位置が対応する対応点 P 3 1 に対応する撮影画像中の位置 x_2 を算出することができる。

10

【0070】

測量部 14 は、特徴点 P 2 2' , P 2 3'、P 1 4 に対応する、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さ h' の対応点 P 3 2 , P 3 3 , P 3 4 を、同様に式(5)を用いて算出する。測量部 14 は、対応点 P 3 1 , P 3 2 , P 3 3 , P 3 4 (第二対応点)を結ぶ領域を、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さ h' における搬送物 4 の領域を撮影画像において示す第二特定領域 R 2 と算出する。なお、測量部 14 は、矩形以外の形状の外接枠 R に基づいて、その外接枠 R の複数の特徴点を特定し、その複数の特徴点に対応する対応点を結ぶ領域を、第二特定領域 R 2 と算出してもよい。測量部 14 は、搬送車 3 が搬送物 4 に接触する高さ h' における搬送物 4 の領域を撮影画像において示す第二特定領域 R 2 の情報を、接触位置特定部 15 へ出力する。

20

【0071】

上述した第二パターンと第三パターンにおける測量部 14 の第一特定領域 R 1 の処理は、外接枠 R (対象物包含領域)における 4 つの特徴点と当該 4 つの特徴点の高さ情報の関係と、外接枠 R の特徴点の水平方向の座標(水平位置)に一致し、かつ高さの座標が異なる対象物の 2 つまたは 3 つの対応点と上面の高さが示す高さ情報との関係に基づいて、上面の高さにおける 4 つの第一対応点を算出し、当該 4 つの第一対応点に基づいて特定領域のうち上面の高さに対応する対象物の領域を示す第一特定領域を特定する処理の一態様である。

30

また、上述した第二パターンと第三パターンにおける測量部 14 の第二特定領域 R 2 の処理は、第一特定領域における 4 つの第一対応点と当該 4 つの第一対応点の高さ情報の関係と、第二の所定の高さである対象物の接触位置の高さにおける第一対応点の水平座標が一致し、かつ高さの座標が接触位置の高さの座標を示す 4 つの第二対応点と接触位置の高さが示す高さ情報との関係に基づいて、接触位置の高さにおける 4 つの第二対応点を算出し、当該 4 つの第二対応点に基づいて特定領域のうち接触位置の高さに対応する対象物の領域を示す第二特定領域を特定する処理の一態様である。

40

【0072】

<第2の実施形態>

上述の実施形態においては、測量システム 100 が、測定の対象物となる搬送物 4 の所定の高さにおける接触位置やサイズを特定している。しかしながら、測量システム 100 の用途はこれに限られない。

【0073】

図 16 は、第 2 の実施形態における制御装置を備えた制御システムの概略構成図である。

例えば、制御システムに備わるベルトコンベア 5 に搬送物 4 が載置され移動しており、制御システムに含まれる制御装置が、この搬送物 4 に対する接触位置を特定し、制御システムに備わるロボット 6 を、搬送物 4 の接触位置に基づいて制御するようにしてもよい。

50

【 0 0 7 4 】

この場合も第一実施形態のように、制御装置 1 が、センサ 2 から得た搬送物 4 を含まない画像情報と搬送物 4 を含む画像情報の変化に基づいて、搬送物 4 を含む画像情報において搬送物 4 を含む画素情報が変化した領域を示す外接枠 R (対象物包含領域) を特定する。そして、第一実施形態と同様に制御装置 1 が搬送物 4 の外接枠 R、第一特定領域 R 1 (上面の領域)、第二特定領域 R 2 (接触位置の高さの領域) を特定し、第二特定領域 R 2 に基づいて接触位置を特定する。一例としてはロボット 6 の搬送物 4 の接触位置は、第二特定領域 R 2 が矩形である場合には、ベルトコンベア 5 の進行方向と、当該矩形の辺との成す角度が小さい対抗する 2 辺を特定し、その 2 辺それぞれの中央を接触位置と特定してよい。制御装置 1 はロボット 6 がその接触位置を把持するよう制御するものであってよい。

10

【 0 0 7 5 】

例えば、測量システム 1 0 0 は、測量の対象物となる荷物の荷物置場における領域から、荷物置場の占有率や荷物のサイズを特定しても良い。

図 1 7 は、他の実施形態において、測量する対象物となる荷物の荷物置場における配置関係を示す例の図である。

測量システム 1 0 0 に備わるセンサ 2 は、荷物置場 1 6 1 における荷物 1 6 2 の撮影画像を上方から下方に向けて撮影する。測量システム 1 0 0 に備わる制御装置 1 は、その撮影画像に基づいて検出した各荷物の外接枠 R、第一特定領域 R 1 (上面の領域)、第二特定領域 R 2 (所定の高さの領域) を、上述の他の実施形態と同様に特定する。制御装置 1 は、撮影画像に基づいて検出した荷物 1 6 2 の第二特定領域 R 2 と、撮影画像における荷物置場 1 6 1 におけるスペース (空きスペース 1 6 3 や、通路スペース 1 6 4) を算出してもよい。この場合、制御装置 1 は、予め、荷物置場の領域を記憶しておき、荷物 1 6 2 の所定の高さにおける第二特定領域 R 2 が検出されない領域を特定する。制御装置 1 は、第二特定領域 R 2 が検出されない領域を、空きスペース 1 6 3 または通路スペース 1 6 4 と特定してよい。

20

また、測量システム 1 0 0 は、対象物のサイズと当該対象物が通過する通路のサイズを特定して、通行の可否を判定したり、通行可能な経路を抽出して搬送場所までの搬送経路を決定しても良い。測量システム 1 0 0 は、作業員や現場管理者が遠隔で対象物のサイズを把握したり、ベルトコンベヤを流れる荷物のサイズを特定するものであってよい。

【 0 0 7 6 】

< 第 3 の実施形態 >

図 1 8 は、第 3 の実施形態に係る測量システムの概略構成である。

図 1 8 を参照すると測量システム 1 0 0 は、制御装置 1 と、センサ 2 と、搬送物 4 とを含む。制御装置 1 は、ネットワークを介して通信可能に接続している。

図 1 8 は、第 3 の実施形態に係る制御装置 1 の概略構成図である。制御装置 1 は、例えばコンピュータ等の情報処理装置である。

30

【 0 0 7 7 】

図 1 9 は、第 3 の実施形態に係る制御装置の機能ブロック図である。

制御装置 1 は、クラウドコンピューティングによって実現されてもよい。制御装置 1 は、差分検出部 1 3 と、測量部 1 4 とを備える。

40

差分検出部 1 3 は、撮影可能エリアに対象物を含まない第 1 の画像情報と撮影可能エリアに前記対象物を含む第 2 の画像情報とに基づいて、第 1 の画像情報から第 2 の画像情報において変化が生じた領域を検出する。

測量部 1 4 はその変化が生じた領域を示す対象物包含領域を特定し、対象物包含領域と高さ情報とに基づいて、対象物包含領域に含まれる対象物の二次元サイズを特定する。

【 0 0 7 8 】

図 2 0 は、第 3 の実施形態に係る制御装置による処理フローを示す図である。

対象物の高さ情報と前記対象物の画像情報とを取得するセンサに通信接続する制御装置 1 は、少なくとも、差分検出部 1 3 と、測量部 1 4 を備える。

差分検出部 1 3 は、記対象物を含まない画像情報と対象物を含む画像情報の変化に基づ

50

いて、対象物を含む画像情報において対象物を含む画素情報が変化した領域を検出する（ステップS181）。

測量部14は、当該画像情報が変化した領域を示す対象物包含領域と、所定の高さ情報とに基づいて対象物包含領域に含まれる対象物の二次元サイズを特定する（ステップS182）。

【0079】

図21は、第3の実施形態に係る制御装置の処理概要を示す図である。

測量部14は、搬送物4の上面の二次元サイズを特定する場合、画像情報に映る対象物の領域を全て含む対象物包含領域（R）における特徴点（P12, P13, P14）と当該特徴点（P12, P13, P14）の高さ情報の関係を検出する。P12, P13, P14の高さ情報は、センサ2の出力した距離情報から明らかである。また測量部14は、特徴点（P12, P13, P14）と水平位置（水平方向の座標）が対応する所定の高さ（例えば上面の高さ）における対応点（P22, P23, P24）と所定の高さ（上面の高さ）が示す高さ情報との関係を検出する。上面の高さ情報は、センサ2の出力したP11の距離情報から明らかである。測量部14は、それらの関係に基づいて、上面の高さにおける対応点（P11, P22, P23, P24）を算出する。測量部14は、これらP11, P12, P23, P24を含む領域が上面のサイズを示す特定領域（第一特定領域）と特定する。第一特定領域は、対象物の二次元サイズを示す領域の一例である。

【0080】

また測量部14は、搬送物4の接触位置の二次元サイズを特定する場合、上面のサイズを示す特定領域（第一特定領域）の特徴点（P11, P22, P23, P24）と当該特徴点（P11, P22, P23, P24）の高さ情報の関係を検出する。P11, P22, P23, P24の高さ情報は、センサ2の出力した距離情報から明らかである。また測量部14は、特徴点（P11, P22, P23, P24）と水平位置（水平方向の座標）が対応する所定の高さ（例えば搬送車が搬送物に接触する接触位置の高さ）における対応点（P31, 32, 33, 34）と所定の高さ（接触位置の高さ）が示す高さ情報との関係を検出する。接触位置の高さ情報は予め規定されている。測量部14は、それらの関係に基づいて、接触位置の高さにおける対応点（P31, 32, 33, 34）を算出する。測量部14は、これらP31, 32, 33, 34を含む領域が上面のサイズを示す特定領域（第二特定領域）と特定する。第二特定領域も、対象物の二次元サイズを示す領域の一例である。

【0081】

上述の制御装置1は内部に、コンピュータシステムを有している。そして、上述した各処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記処理が行われる。ここでコンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしても良い。

【0082】

また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良い。さらに、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であっても良い。

【符号の説明】

【0083】

- 1・・・制御装置（測量装置）
- 2・・・センサ
- 3・・・搬送車
- 4・・・搬送物（対象物）
- 5・・・ベルトコンベア

10

20

30

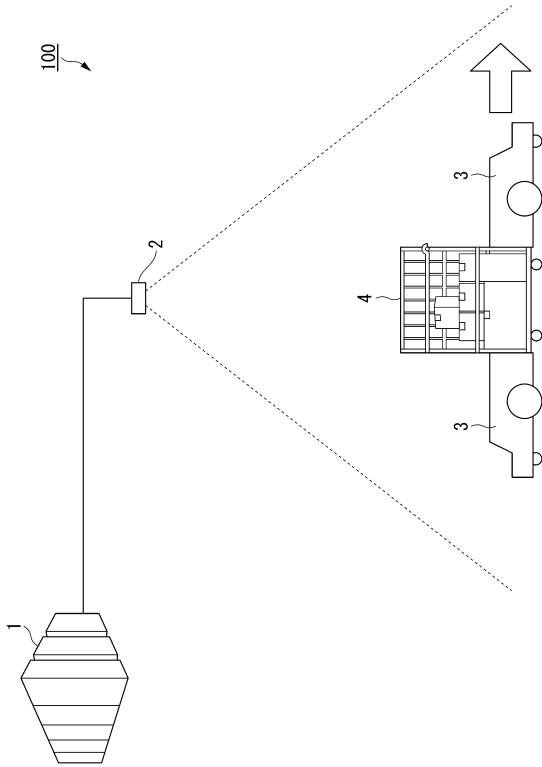
40

50

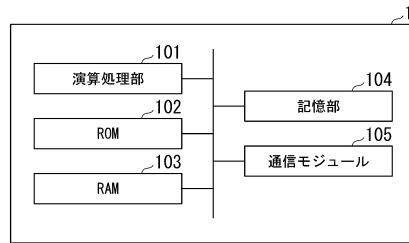
- 6 ロボット
- 11 画像情報取得部
- 12 距離情報取得部
- 13 差分検出部
- 14 測量部
- 15 接触位置特定部
- 16 搬送制御部
- 17 表示部
- 100 測量システム

【図面】

【図1】



【図2】



10

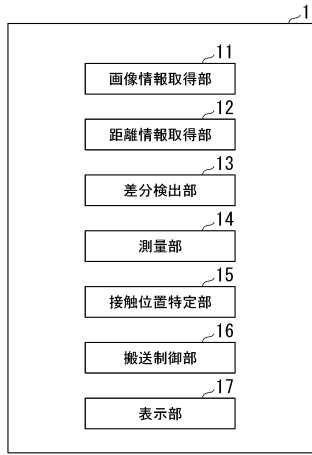
20

30

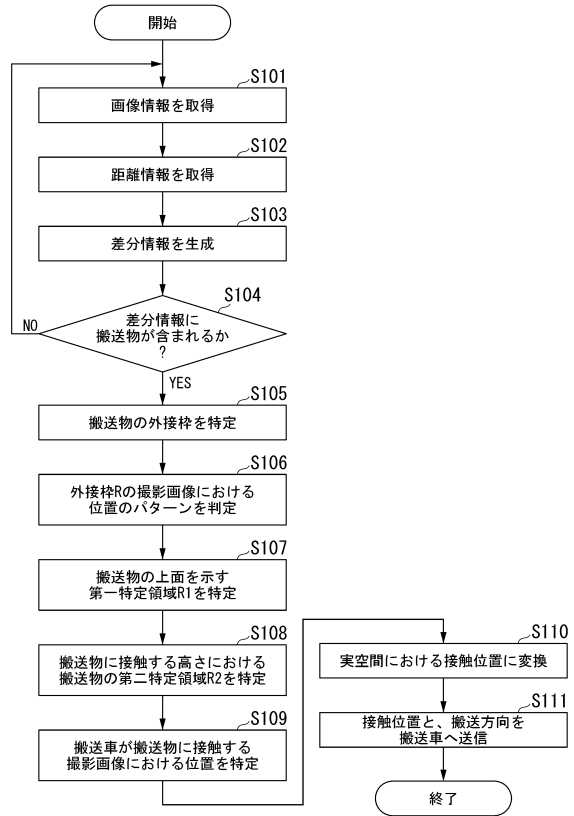
40

50

【図3】



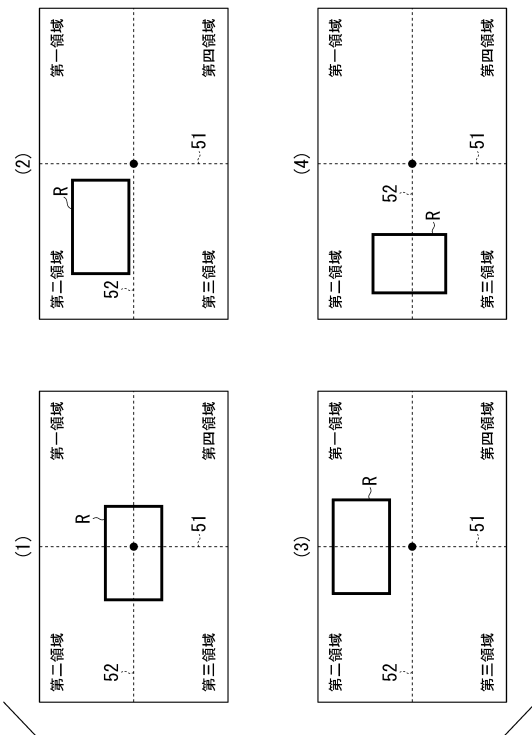
【図4】



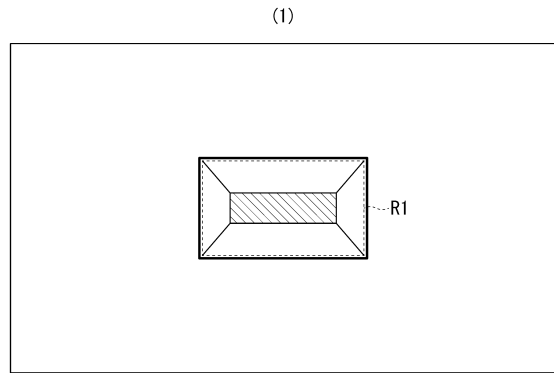
10

20

【図5】



【図6】

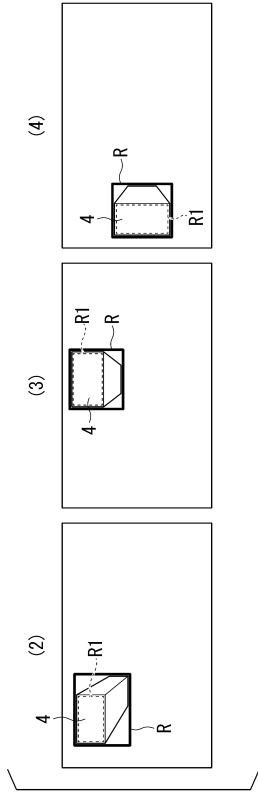


30

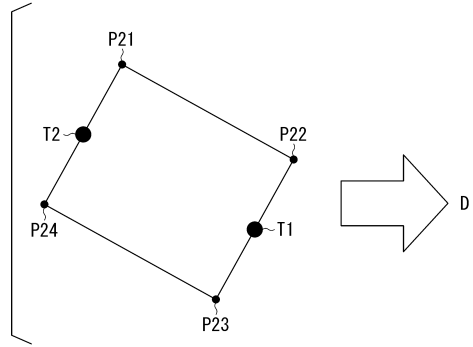
40

50

【 図 7 】



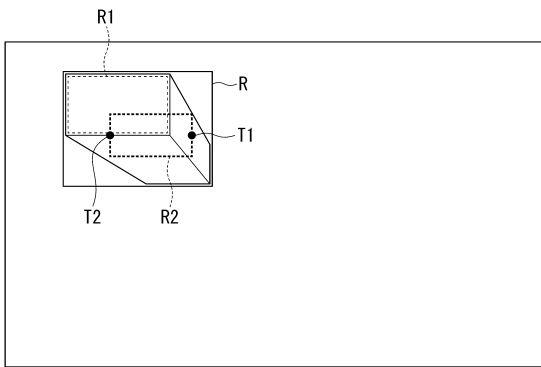
【 図 8 】



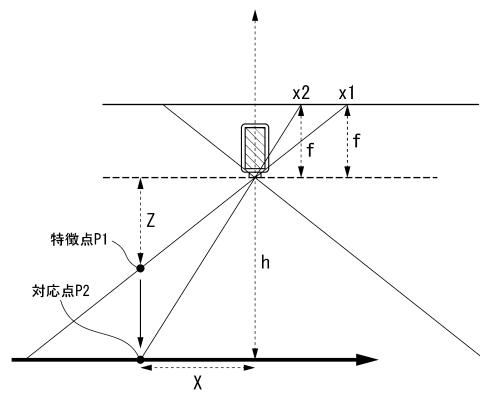
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

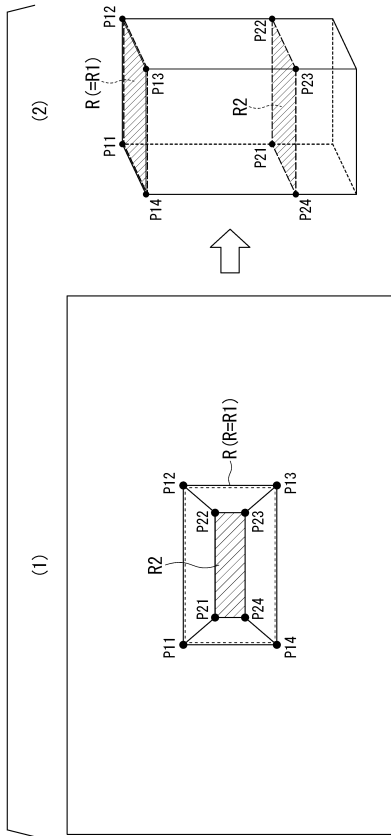


30

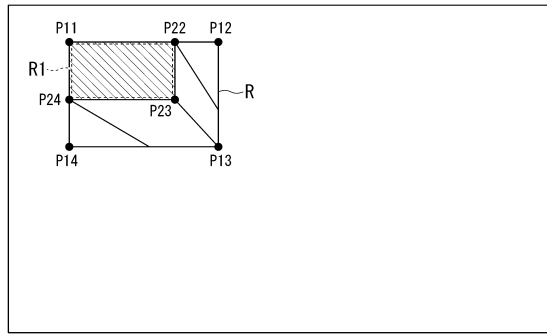
40

50

【図 1 1】

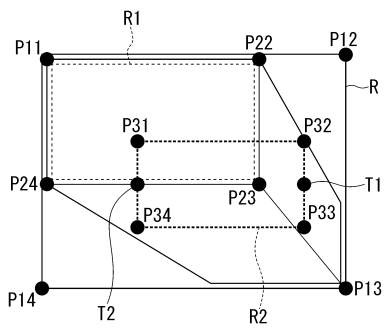


【図 1 2】

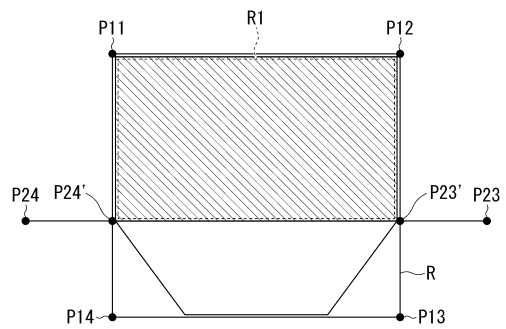


10

【図 1 3】



【図 1 4】

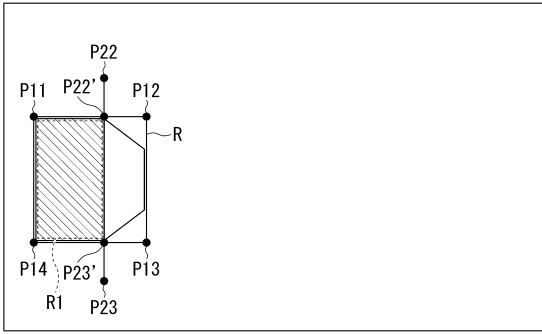


30

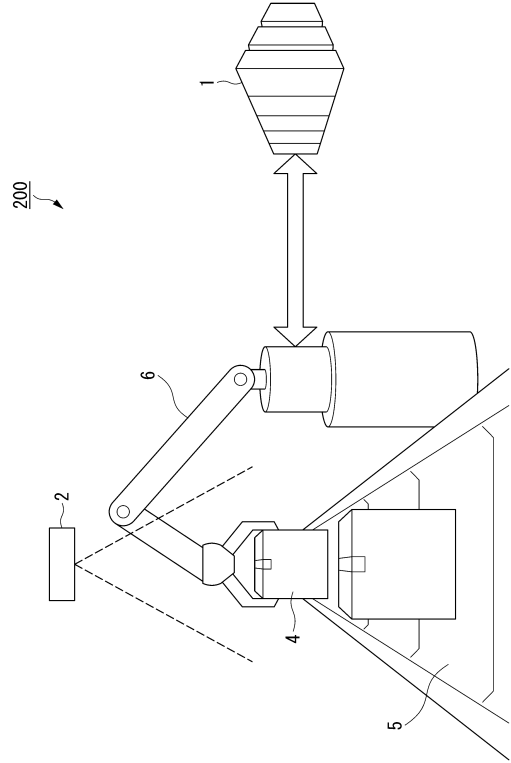
40

50

【 図 1 5 】



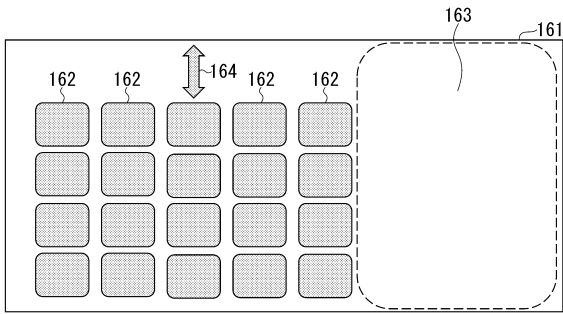
【 図 1 6 】



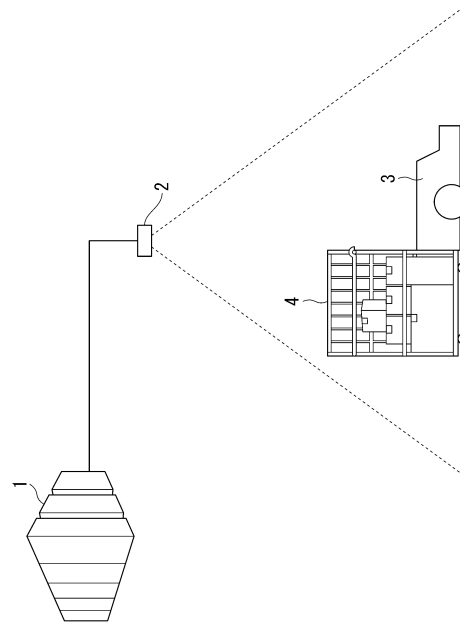
10

20

【 図 1 7 】



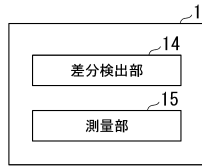
【 図 1 8 】



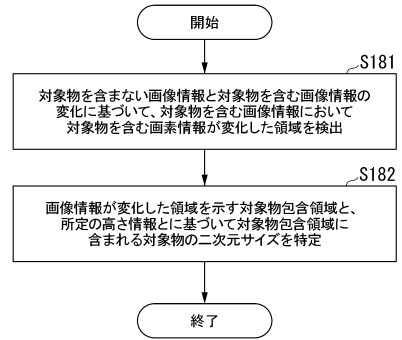
30

40

【図 19】

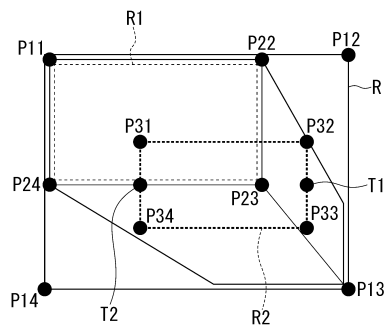


【図 20】



10

【図 21】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08 - 026611 (JP, A)
特開2017 - 010535 (JP, A)
特開平05 - 240446 (JP, A)
特開2019 - 020307 (JP, A)
特開2019 - 126875 (JP, A)
特開2020 - 021212 (JP, A)
特開2014 - 219874 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01B 11 / 03
G01B 11 / 28