

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-155491

(P2017-155491A)

(43) 公開日 平成29年9月7日(2017.9.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
E O 2 F 3/43 (2006.01)	E O 2 F 3/43 M	2 D 0 0 3
E O 2 F 9/26 (2006.01)	E O 2 F 9/26 A	2 D 0 1 5
E O 2 F 9/24 (2006.01)	E O 2 F 9/24 B	2 F 1 1 2
G O 1 C 3/06 (2006.01)	G O 1 C 3/06 1 1 O A	3 D 0 2 0
B 6 O R 11/02 (2006.01)	G O 1 C 3/06 1 1 O V	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-40045 (P2016-40045)
 (22) 出願日 平成28年3月2日 (2016.3.2)

(71) 出願人 000001199
 株式会社神戸製鋼所
 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号
 (71) 出願人 000246273
 コベルコ建機株式会社
 広島県広島市佐伯区五日市港2丁目2番1号
 (74) 代理人 100067828
 弁理士 小谷 悦司
 (74) 代理人 100115381
 弁理士 小谷 昌崇
 (74) 代理人 100118049
 弁理士 西谷 浩治

最終頁に続く

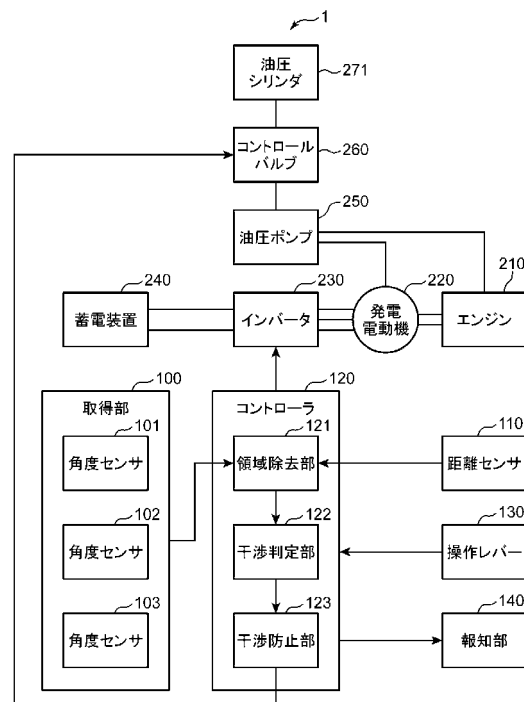
(54) 【発明の名称】 建設機械の干渉防止装置

(57) 【要約】

【課題】距離センサの検出範囲を狭くしなくても、干渉のおそれがない可動部が、干渉対象物として誤検出されることを防止する。

【解決手段】領域除去部121は、取得部100により取得された姿勢情報を用いて、ブーム15の距離画像データ内の領域を示す座標領域を決定し、決定した座標領域を構成する画素データを距離画像データから除去する。干渉判定部122は、座標領域を構成する画素データが除去された距離画像データを用いて、作業装置4又は作業装置4の把持物である干渉対象物を検出し、検出した干渉対象物の運転室31への干渉の危険性を判定する。干渉防止部123は、干渉判定部122により干渉の危険性が有ると判定された場合、オペレータへの警告及び作業装置4の動作制限の少なくとも一方を行う。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の可動部を備え、姿勢が変更可能な作業装置と、運転室と、前記作業装置及び前記運転室が搭載された本体部とを備える建設機械の干渉防止装置であって、

前記運転室の周辺環境の距離分布を示す距離画像データを取得する距離センサと、

前記距離センサによって計測された距離画像データを用いて、前記作業装置又は前記作業装置の把持物である干渉対象物を検出し、前記検出した干渉対象物の前記運転室への干渉の危険性を判定する干渉判定部と、

前記干渉判定部により前記干渉の危険性が有ると判定された場合、乗車者へ警告及び前記建設機械の動作制限の少なくとも一方を行う干渉防止部と、

前記作業装置の姿勢を示す姿勢情報を取得する取得部と、

前記取得部により取得された姿勢情報を用いて、前記距離画像データにおいて、前記複数の可動部のうち前記運転室に干渉しない特定可動部に対応する画素データを決定し、前記決定した画素データを前記距離画像データから除去する領域除去部とを備え、

前記干渉判定部は、前記特定可動部に対応する画素データが除去された距離画像データを用いて、前記干渉の危険性を判定する建設機械の干渉防止装置。

【請求項 2】

前記領域除去部は、前記姿勢情報に応じて、前記特定可動部が前記距離画像データ内での座標領域に位置するかを予め示す対応情報を用いて、前記特定可動部に対応する画素データを決定する請求項 1 に記載の建設機械の干渉防止装置。

【請求項 3】

前記領域除去部は、前記取得部により取得された姿勢情報を用いて、前記距離センサの 3 次元座標系における前記特定可動部の 3 次元領域を算出し、前記対応情報を用いて決定した画素データのうち、前記 3 次元領域に含まれる画素データを前記距離画像データから除去し、前記 3 次元領域に含まれない画素データを前記距離画像データに残存させる請求項 2 に記載の建設機械の干渉防止装置。

【請求項 4】

前記領域除去部は、前記取得部により取得された姿勢情報を用いて、前記距離センサの 3 次元座標系における前記特定可動部の 3 次元領域を算出し、前記距離画像データを構成する画素データのうち、前記 3 次元領域に含まれる画素データを前記距離画像データから除去し、前記 3 次元領域に含まれない画素データを前記距離画像データに残存させる請求項 1 に記載の建設機械の干渉防止装置。

【請求項 5】

前記特定可動部は、前記本体部において前記運転室に隣接して起伏可能に接続されたブームである請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の建設機械の干渉防止装置。

【請求項 6】

前記ブームは、前記本体部において前記運転室に隣接して起伏可能に接続された第 1 ブームと、前記第 1 ブームに対して前記第 1 ブームの起伏方向と交差する方向に揺動可能に取り付けられた第 2 ブームとを備える請求項 5 に記載の建設機械の干渉防止装置。

【請求項 7】

前記距離センサは、赤外線を照射する光源と、前記赤外線の反射光を受光するカメラとを備える請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の建設機械の干渉防止装置。

【請求項 8】

前記距離センサは、ステレオカメラを備える請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の建設機械の干渉防止装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、建設機械の作業装置又は作業装置の把持物などの干渉対象物の建設機械本体への干渉を防止する建設機械の干渉防止装置に関するものである。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

建設機械においては、建設機械の製造者が想定しているアタッチメント以外のアタッチメントがユーザーによって取り付けられることがある。また、解体機などの建設機械では、解体した建物などの部材が把持されることがある。これらの場合、アタッチメントや解体した建物の部材等が干渉対象物となって運転室に干渉する可能性が高まるので、それを未然に防止する必要がある。そこで、建設機械の本体にセンサを取付け、運転室と干渉対象物との距離を検知することで、干渉対象物による運転室への干渉防止が図られている。

【0003】

例えば、特許文献1には、図9に示すように、複数の超音波センサ(11)を用いて、運転室(32)の前方に設定された干渉危険領域にバケット(37)が侵入したか否かを判定する干渉防止装置が開示されている。

10

【0004】

特許文献2には、図10に示すように、広域カメラ(1)で作業者が装着している安全ベストの色を検出し、この色が検出できた場合、作業者が稼働範囲に存在するかをレーザ距離計(2)を用いて判断し、広域カメラ(1)及び工事車両(8)の3次元姿勢を3次元姿勢センサ(3)で測定し、測定結果を用いて工事車両(8)の姿勢によって変化するレーザ距離計(2)の測定範囲を補正し、測定結果をモニタする作業者検出装置が開示されている。

【0005】

20

特許文献3には、図11に示すように、油圧ショベル(520)のキャビンの正面方向の上部に、所要の間隔を隔てて、第1ステレオカメラ(21)及び第2ステレオカメラ(22)取り付け、これらのステレオカメラによって得られたステレオ画像に基づいて、障害物を検出する技術が開示されている。この特許文献3では、複数のステレオカメラを取り付けることで、広範囲な領域について障害物の位置を計測できることに加え、ステレオカメラの計測領域の一部が重ね合わせられているので、正確なキャリブレーションを行うことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

30

【特許文献1】特開2001-64992号公報

【特許文献2】特開2012-225111号公報

【特許文献3】特開2014-215039号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、建設機械は、設計上、運転室に近い可動部であっても運転室との干渉のおそれのない可動部を備えている。例えば、ショベルカーは、運転室から順にブーム、アーム、及びバケットが取り付けられているが、少なくともブームは、運転室の横に起伏可能に取り付けられ、且つ、把持物を把持するものではないので、運転室と干渉するおそれはない。

40

【0008】

しかし、特許文献1～3に示されたこれらの従来技術は、運転室と干渉のおそれがない可動部を考慮したセンシングが行われていないので、この可動部が干渉対象物として誤検出され、干渉回避のための動作停止や、無用な警告が頻発されるといった課題がある。

【0009】

一方、このような誤検出を回避するために、干渉のおそれがない可動部が検出範囲から除外されるように距離センサを配置すると、距離センサの検出範囲が狭くなり、本来検出したい干渉対象物の検出ができなくなるという安全上の課題が発生する。

【0010】

50

本発明は、距離センサの検出範囲を狭くしなくても、干渉のおそれがない可動部が、干渉対象物として検出され、無用な動作停止や警告が頻発することを防止できる建設機械の干渉防止装置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】

【0011】

本発明の一態様による建設機械の干渉防止装置は、複数の可動部を備え、姿勢が変更可能な作業装置と、運転室と、前記作業装置及び前記運転室が搭載された本体部とを備える建設機械の干渉防止装置であって、

前記運転室の周辺環境の距離分布を示す距離画像データを取得する距離センサと、

前記距離センサによって計測された距離画像データを用いて、前記作業装置又は前記作業装置の把持物である干渉対象物を検出し、前記検出した干渉対象物の前記運転室への干渉の危険性を判定する干渉判定部と、

前記干渉判定部により前記干渉の危険性が有ると判定された場合、乗車者へ警告及び前記建設機械の動作制限の少なくとも一方を行う干渉防止部と、

前記作業装置の姿勢を示す姿勢情報を取得する取得部と、

前記取得部により取得された姿勢情報を用いて、前記距離画像データにおいて、前記複数の可動部のうち前記運転室に干渉しない特定可動部に対応する画素データを決定し、前記決定した画素データを前記距離画像データから除去する領域除去部とを備え、

前記干渉判定部は、前記特定可動部に対応する画素データが除去された距離画像データを用いて、前記干渉の危険性を判定する。

【0012】

本態様によれば、取得部により取得された作業装置の姿勢情報を用いて、作業装置を構成する複数の可動部のうち、運転室に干渉しない特定可動部に対応する距離画像データ内の画素データが決定され、この画素データが距離画像データから除去される。そして、干渉判定部は、特定可動部に対応する画素データが除去された距離画像データを用いて、作業装置又は作業装置の把持物である干渉対象物による運転室への干渉の危険性を判定する。

【0013】

そのため、特定可動部が距離センサの検出範囲に侵入したとしても、特定可動部が干渉対象物として誤検知されることを防止でき、無用な動作制限及び警告の発報が防止できる。また、特定可動部が検出範囲から除外されるように、距離センサを配置する必要がないので、検出範囲が狭くなり、本来検出したい干渉対象物が検出できなくなることを防止できる。

【0014】

上記態様において、前記領域除去部は、前記姿勢情報に応じて、前記特定可動部が前記距離画像データ内でどの座標領域に位置するかを予め示す対応情報を用いて、前記特定可動部に対応する画素データを決定してもよい。

【0015】

本態様によれば、姿勢情報に応じて、特定可動部が距離画像データ内でどの座標領域に位置するかを予め示す対応情報を用いて、特定可動部に対応する画素データが決定されているので、距離画像データから特定可動部に対応する画素データを除去する場合の処理負担を低下させることができる。

【0016】

上記態様において、前記領域除去部は、前記取得部により取得された姿勢情報を用いて、前記距離センサの3次元座標系における前記特定可動部の3次元領域を算出し、前記対応情報を用いて決定した画素データのうち、前記3次元領域に含まれる画素データを前記距離画像データから除去し、前記3次元領域に含まれない画素データを前記距離画像データに残存させてもよい。

【0017】

対応情報を用いて距離画像データから特定可動部に対応する画素データを一律に除去し

10

20

30

40

50

た場合、特定可動部の手前に位置するために、距離画像データ内において特定可動部と重畳して映り込んでいる干渉対象物が、距離画像データから除去されるおそれがある。

【 0 0 1 8 】

本態様では、距離センサの 3 次元座標系にける特定可動部の 3 次元領域が姿勢情報を用いて算出され、対応情報を用いて決定された画素データのうち、3 次元領域に含まれる画素データは距離画像データから除去され、3 次元領域に含まれない画素データは距離画像データに残存される。そのため、距離画像データ内において、干渉対象物が特定可動部と重畳している場合であっても、干渉対象物が距離画像データから除去されることを防止できる。

【 0 0 1 9 】

上記態様において、前記領域除去部は、前記取得部により取得された姿勢情報を用いて、前記距離センサの 3 次元座標系における前記特定可動部の 3 次元領域を算出し、前記距離画像データを構成する画素データのうち、前記 3 次元領域に含まれる画素データを前記距離画像データから除去し、前記 3 次元領域に含まれない画素データを前記距離画像データに残存させてもよい。

【 0 0 2 0 】

本態様によれば、距離センサの 3 次元座標系にける特定可動部の 3 次元領域が姿勢情報を用いて算出され、距離画像データを構成する画素データのうち、3 次元領域に含まれる画素データは距離画像データから除去され、3 次元領域に含まれない画素データは、距離画像データに残存される。そのため、距離画像データ内において、干渉対象物が特定可動部と重畳している場合であっても、干渉対象物が距離画像データから除去されることを防止できる。

【 0 0 2 1 】

上記態様において、前記特定可動部は、前記本体部において前記運転室に隣接して起伏可能に接続されたブームであってもよい。

【 0 0 2 2 】

本態様によれば、運転室の干渉のおそれがないブームの情報が距離画像データから除去されるので、ブームが干渉対象物として検出されることを防止できる。

【 0 0 2 3 】

上記態様において、前記ブームは、前記本体部において前記運転室に隣接して起伏可能に接続された第 1 ブームと、前記第 1 ブームに対して前記第 1 ブームの起伏方向と交差する方向に揺動可能に取り付けられた第 2 ブームとを備えてもよい。

【 0 0 2 4 】

第 1 ブームに加えて、第 1 ブームの起伏領域と交差する方向に揺動可能に取り付けられた第 2 ブームを備える作業装置は、取り得る姿勢の自由度が高いので、いずれかのブームが距離センサの検出範囲内に侵入する頻度が高い。

【 0 0 2 5 】

本態様では、第 1、第 2 ブームが特定可動部とされているので、両ブームの情報が距離画像データから除去される。そのため、両ブームが干渉対象物として誤検出されることが防止でき、無用な動作制限や警告の頻発を防止できる。

【 0 0 2 6 】

上記態様において、前記距離センサは、赤外線を照射する光源と、前記赤外線の反射光を受光するカメラとを備えてもよい。

【 0 0 2 7 】

赤外線を照射する光源と、赤外線の反射光を受光するカメラとを備える距離センサは、近年、コンシューマゲーム向けの入力インターフェースとして実用化が進んでおり、信頼性が高い。本態様ではこのような距離センサが採用されているので、信頼性の高い距離計測を実現できる。

【 0 0 2 8 】

上記態様において、前記距離センサは、ステレオカメラを備えてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

ステレオカメラを備える距離センサは、近年、車載用途などで実用化が進んでおり、信頼性が高い。本態様では、このような距離センサが採用されているので、信頼性の高い距離計測を実現できる。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 0 】

本発明によれば、特定可動部が距離センサの検出範囲に侵入したとしても、特定可動部が干渉対象物として誤検知されることを防止でき、無用な動作停止及び警告の発報が防止できる。また、特定可動部が検出範囲から除外されるように、距離センサを配置する必要がないので、検出範囲が狭くなり、本来検出したい干渉対象物が検出できなくなることを防止できる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 1 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態における干渉防止装置が適用された建設機械の外観図である。

【 図 2 】 図 1 に示す建設機械のシステム構成の一例を示すブロック図である。

【 図 3 】 作業装置を簡略化して示した図である。

【 図 4 】 距離画像データから座標領域が除去される処理の説明図である。

【 図 5 】 図 1 に示す建設機械の処理を示すフローチャートである。

【 図 6 】 座標領域に重畳して干渉対象物が映り込んだ距離画像データを示す図である。

20

【 図 7 】 変形例 1 における領域除去部の処理の説明図である。

【 図 8 】 変形例 3 における作業装置を簡略的に示した図である。

【 図 9 】 従来技術を示す図である。

【 図 1 0 】 従来技術を示す図である。

【 図 1 1 】 従来技術を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 2 】

図 1 は、本発明の実施の形態における干渉防止装置が適用された建設機械 1 の外観図である。ここでは、建設機械 1 としてハイブリッドショベルを例に挙げるが、これ以外のショベルカー、クレーン等の建設機械に干渉防止装置は適用されてもよい。以下、運転室 3 1 の前側の方向を前方と記述し、運転室 3 1 の後側の方向を後方と記述し、運転室 3 1 の上側の方向を上方と記述し、運転室 3 1 の下側の方向を下方と記述する。また、前方と後方とを総称して前後方向と記述し、上方と下方とを総称して上下方向と記述する。また、運転室 3 1 から前方を見て左側の方向を左方と記述し、右方向を右方と記述する。また、左方と右方とを総称して左右方向と記述する。

30

【 0 0 3 3 】

建設機械 1 は、クローラ式の下部走行体 2 と、下部走行体 2 上に旋回可能に設けられた上部旋回体 3 (本体部の一例) と、上部旋回体 3 に取り付けられ、姿勢が変更可能な作業装置 4 とを備えている。

【 0 0 3 4 】

40

作業装置 4 は、上部旋回体 3 に対し、運転室 3 1 の例えば右方に隣接して起伏可能に取り付けられたブーム 1 5 と、ブーム 1 5 の先端部に対して揺動可能に取り付けられたアーム 1 6 と、アーム 1 6 の先端部に対して揺動可能に取り付けられたアタッチメント 1 7 とを備えている。ここで、ブーム 1 5 、アーム 1 6 、及びアタッチメント 1 7 は、複数の可動部の一例に相当する。また、以下の説明では、ブーム 1 5 が、運転室 3 1 に干渉しない特定可動部の一例に相当するものとして説明する。アタッチメント 1 7 としては、バケット、破碎機、解体機などが採用できる。

【 0 0 3 5 】

上部旋回体 3 は、箱体で構成され、オペレータが搭乗する運転室 3 1 を備える。運転室 3 1 において、前方側の面を前面 3 1 a 、上方側の面を上面 3 1 b と記述する。

50

【 0 0 3 6 】

運転室 3 1 の前方には、前方側から順に警告領域 D 1 及び自動運転領域 D 2 が設定されている。警告領域 D 1 は、干渉対象物が侵入した場合、干渉対象物が運転室 3 1 に接近しており、危険が迫っていることをオペレータに報知したり、作業装置 4 の動作を制限させたりするための領域である。自動運転領域 D 2 は、干渉対象物が侵入した場合、作業装置 4 の動作を自動停止或いは制限させるための領域である。

【 0 0 3 7 】

警告領域 D 1 は、境界面 L 1 と境界面 L 2 とによって区画される。境界面 L 1 は、前面 3 1 a を臨む境界面 L 1 1 と上面 3 1 b を臨む境界面 L 1 2 とで構成される。境界面 L 1 1 は、前面 3 1 a から前方に距離 d 1 1 離れた位置において、前面 3 1 a と平行に設定された平面である。境界面 L 1 2 は、上面 3 1 b から上方に距離 d 1 1 離れた位置において、上面 3 1 b と平行に設定された平面である。

10

【 0 0 3 8 】

自動運転領域 D 2 は、境界面 L 2 と前面 3 1 a 及び上面 3 1 b とで区画される。境界面 L 2 は、前面 3 1 a を臨む境界面 L 2 1 と上面 3 1 b を臨む境界面 L 2 2 とで構成される。境界面 L 2 1 は、前面 3 1 a から前方に距離 d 1 2 (< d 1 1) 離れた位置において、前面 3 1 a と平行に設定された平面である。境界面 L 2 2 は、上面 3 1 b から上方に距離 d 1 2 離れて設定された平面である。

【 0 0 3 9 】

なお、警告領域 D 1 及び自動運転領域 D 2 の最下端は、例えば、運転室 3 1 の下部の前方に設けられている。また、警告領域 D 1 及び自動運転領域 D 2 の左右方向の幅は、例えば、前面 3 1 a の左右方向の幅或いはその幅に多少のマージンを設けた幅に設定されている。但し、これらは、一例であり、警告領域 D 1 及び自動運転領域 D 2 の最下端、及び左右方向の幅は規定されていなくてもよい。また、警告領域 D 1 及び自動運転領域 D 2 は、前面 3 1 a の前方にのみ設けられ、上面 3 1 b の上方には設けられていなくてもよい。以下、警告領域 D 1 及び自動運転領域 D 2 が設定されている 3 次元座標系を建設機械 1 の 3 次元座標系と記述する。

20

【 0 0 4 0 】

前面 3 1 a の所定の位置（ここでは、上端）には距離センサ 1 1 0 が設けられている。距離センサ 1 1 0 は、計測範囲が少なくとも境界面 L 2 1 の全域をカバーできるように、前面 3 1 a に設置されている。これにより、前面 3 1 a に対向する警告領域 D 1 において距離センサ 1 1 0 の死角が発生せず、干渉対象物が自動運転領域 D 2 に侵入するまでに建設機械 1 は、オペレータに警告を発することが可能となる。

30

【 0 0 4 1 】

建設機械 1 は、更に、角度センサ 1 0 1 , 1 0 2 , 1 0 3 を備える。角度センサ 1 0 1 は、ブーム 1 5 の回転支点に設けられ、ブーム 1 5 の回転角度を計測する。角度センサ 1 0 2 は、アーム 1 6 の回転支点に設けられ、アーム 1 6 の回転角度を計測する。角度センサ 1 0 3 は、アタッチメント 1 7 の回転支点に設けられ、アタッチメント 1 7 の回転角度を計測する。

【 0 0 4 2 】

上部旋回体 3 には、距離センサ 1 1 0 と電氣的に接続され、建設機械 1 の全体を制御するコントローラ 1 2 0 が設けられている。また、運転室 3 1 内には、コントローラ 1 2 0 の制御の下、建設機械 1 の状態等をオペレータに報知する報知部 1 4 0 が設けられている。

40

【 0 0 4 3 】

図 2 は、図 1 に示す建設機械 1 のシステム構成の一例を示すブロック図である。建設機械 1 は、エンジン 2 1 0 と、エンジン 2 1 0 の出力軸に連結された油圧ポンプ 2 5 0 及び発電電動機 2 2 0 と、油圧ポンプ 2 5 0 から油圧シリンダ 2 7 1 に対する作動油の給排を制御するコントロールバルブ 2 6 0 と、発電電動機 2 2 0 により発電された電力が充電可能な蓄電装置 2 4 0 と、蓄電装置 2 4 0 と発電電動機 2 2 0 との電力の変換を行うインバ

50

ータ 230 とを備えている。

【0044】

油圧ポンプ 250 は、エンジン 210 の動力により作動して、作動油を吐出する。油圧ポンプ 250 から吐出された作動油は、コントロールバルブ 260 によって流量制御された状態で、油圧シリンダ 271 に導かれる。

【0045】

コントロールバルブ 260 は、コントローラ 120 の制御の下、操作レバー 130 の操作量に応じた開度に弁の開度を設定する。

【0046】

油圧シリンダ 271 は、作動油の供給を受けて伸縮することにより、上部旋回体 3 に対してブーム 15 を起伏させるブームシリンダと、作動油の供給を受けて伸縮することにより、ブーム 15 に対してアーム 16 を揺動させるアームシリンダと、作動油の供給を受けて伸縮することにより、アーム 16 に対してアタッチメント 17 揺動させるバケットシリンダとを含む。

【0047】

発電電動機 220 は、エンジン 210 の動力を電力に変換する発電機としての構成と、蓄電装置 240 が蓄える電力を動力に変換する電動機としての構成とを備えている。図 2 の例では、発電電動機 220 は例えば三相モータで構成されているが、これは一例であり、単相モータで構成されていてもよい。

【0048】

蓄電装置 240 は、例えば、リチウムイオンバッテリー、ニッケル水素バッテリー、電気二重層キャパシタ、及び鉛バッテリーといった種々の二次電池で構成される。

【0049】

インバータ 230 は、コントローラ 120 の制御の下、発電電動機 220 の発電機としての作動と、発電電動機 220 の電動機としての作動との切り換えを制御する。また、インバータ 230 は、コントローラ 120 の制御の下、発電電動機 220 に対する電流及び発電電動機 220 のトルクを制御する。図 2 の例では、インバータ 230 は例えば、3 相インバータで構成されているが、これは一例であり単相インバータで構成されていてもよい。

【0050】

更に、建設機械 1 は、取得部 100 と、図 1 に示した距離センサ 110、コントローラ 120、及び報知部 140 と、作業装置 4 の姿勢を変更するためのオペレータによる操作を受け付ける操作レバー 130 とを備えている。

【0051】

取得部 100 は、図 1 で説明した角度センサ 101、102、103 を備え、作業装置 4 の姿勢を示す姿勢情報を取得する。ここでは、ブーム 15 の回転角度、アーム 16 の回転角度、及びアタッチメント 17 の回転角度が姿勢情報に該当する。

【0052】

距離センサ 110 は、自身から、運転室 31 の周囲に位置する物体までの距離を計測する。本実施の形態では、距離センサ 110 としては、例えば、赤外線を照射する光源と、赤外線及び可視光が受光可能なカメラと、カメラが撮像した画像データを処理するプロセスとを備える深度センサで構成されている。

【0053】

距離センサ 110 は、例えば、一定の時間毎（例えば 30 f p s）で赤外線を照射し、赤外線を照射してから反射光を受信するまでの時間を画素単位で計測する深度センサで構成され、運転室 31 の周辺環境の距離分布を示す距離画像データを取得する。

【0054】

赤外線を照射する深度センサは、距離計測手段として近年実用化例が増えてきており、ゲームなどでゼスチャ入力を行うための入力インターフェースとして活用されている。また、建設機械 1 は夜間に使用されることもあるので、赤外線を用いた深度センサは建設機

10

20

30

40

50

械 1 にとって有用である。なお、赤外線を照射する深度センサにおいては、上記のように赤外線を照射してから反射光を受信するまでの時間を計測する方式は T o F (T i m e o f f l i g h t) 方式として知られている。その他、深度センサとしては、特定パターンを照射した際の反射光の受光パターンから距離を計測するパターン照射方式が知られており、このパターン照射方式の深度センサが採用されてもよい。建設機械 1 は屋外で作業することが多いため、太陽光との干渉に強いレーザー走査 T o F 方式の深度センサが採用されてもよい。

【 0 0 5 5 】

ここでは、距離センサ 1 1 0 として深度センサを用いたが、本発明はこれに限定されず、深度センサに比べて比較的安価なステレオカメラで距離センサ 1 1 0 は構成されてもよい。この場合、距離センサ 1 1 0 は、例えば、ステレオカメラと、ステレオカメラを構成する複数のカメラで撮像された複数枚の画像データから物体までの距離分布を算出するプロセッサとで構成される。

【 0 0 5 6 】

操作レバー 1 3 0 は、例えば、オペレータによって操作され、操作量を示す信号をコントローラ 1 2 0 に出力する。

【 0 0 5 7 】

コントローラ 1 2 0 は、例えば、マイクロコントローラ等のプロセッサ及びプログラム等を記憶する記憶装置で構成されている。そして、コントローラ 1 2 0 は、領域除去部 1 2 1、干渉判定部 1 2 2、及び干渉防止部 1 2 3 を備えている。領域除去部 1 2 1 ~ 干渉防止部 1 2 3 は、専用のハードウェア回路で構成されてもよいし、C P U がプログラムを実行することで実現されてもよい。

【 0 0 5 8 】

領域除去部 1 2 1 は、取得部 1 0 0 により取得された姿勢情報を用いて、距離画像データにおいて、ブーム 1 5 に対応する画素データを決定し、決定した画素データを距離画像データから除去する。以下、ブーム 1 5 に対応する画素データが除去された距離画像データを有効処理データと記述する。

【 0 0 5 9 】

図 3 は、作業装置 4 を簡略化して示した図である。図 3 において、ブーム 1 5、アーム 1 6、及びアタッチメント 1 7 は説明を簡略化するために直線で示されている。図 3 の例では、建設機械 1 の座標系は、前面 3 1 a が前後方向の原点に設定され、基準面 S E が上下方向の原点に設定され、前面 3 1 a の左右方向の中心が左右方向の原点に設定されている。

【 0 0 6 0 】

ブーム 1 5、アーム 1 6、及びアタッチメント 1 7 の長さは既知である。また、運転室 3 1 の前面 3 1 a と角度センサ 1 0 1 との前後方向の距離 d_{α} も既知である。よって、ブーム 1 5 の前面 3 1 a に対する回転角度 θ_1 、アーム 1 6 のブーム 1 5 に対する回転角度 θ_2 、及びアタッチメント 1 7 のアーム 1 6 に対する回転角度 θ_3 が分かれば、三角関数を用いることで、作業装置 4 の代表的な点 P (例えば、アタッチメント 1 7 の先端 P 1 や、アームの先端 P 2 や、ブームの先端 P 3) の高度 d_y 及び深度 d_z を算出できる。ここで、高度 d_y とは、例えば、前後方向と平行な基準面 S E から点 P までの上下方向の距離を指し、深度 d_z とは、例えば、前面 3 1 a から点 P までの前後方向の距離を指す。

【 0 0 6 1 】

したがって、回転角度 $\theta_1 \sim \theta_3$ が分かれば、建設機械 1 の 3 次元座標系、すなわち、実空間での点 P の位置を特定できる。そして、点 P が分かれば、距離センサ 1 1 0 の画角、取り付け位置、及び光軸の角度から、距離センサ 1 1 0 で計測される距離画像データのどの座標領域にブーム 1 5、アーム 1 6、及びアタッチメント 1 7 が表れているのかを判断することができる。

【 0 0 6 2 】

そこで、本実施の形態では、図 2 に示す領域除去部 1 2 1 は、姿勢情報に応じて、ブー

10

20

30

40

50

ム 1 5 が距離画像データ内でどの座標領域に位置するかを予め示す対応情報を備えている。そして、領域除去部 1 2 1 は、対応情報を用いて、距離センサ 1 1 0 が計測した姿勢情報に応じたブーム 1 5 に対応する画素データを決定する。

【 0 0 6 3 】

対応情報としては、例えば、ブーム 1 5 の回転角度 $\theta 1$ と、回転角度 $\theta 1$ に応じた座標領域の外縁の複数の代表点の座標とが対応付けられたデータが採用できる。代表点としては、例えば、座標領域の頂点の座標が採用できる。なお、図 4 に示す距離画像データ G 4 0 1 の例では、座標領域 4 1 1 はブーム 1 5 を示しているが、この座標領域 4 1 1 には頂点が含まれていない。この場合、代表点としては、例えば、距離画像データ G 4 0 1 に表れている三角形の座標領域 4 1 1 の 3 つの頂点の座標が採用できる。

10

【 0 0 6 4 】

干渉判定部 1 2 2 は、有効処理データを用いて、作業装置 4 又は作業装置 4 の把持物である干渉対象物を検出し、検出した干渉対象物の運転室 3 1 への干渉の危険性を判定する。

【 0 0 6 5 】

ここで、干渉判定部 1 2 2 は、検出した干渉対象物の深度が警告領域 D 1 或いは自動運転領域 D 2 に侵入しているか否かにより、干渉対象物による干渉の危険性を判定する。

【 0 0 6 6 】

具体的には、干渉判定部 1 2 2 は、有効処理データにおいて深度が最小の座標に干渉対象物が位置すると判定し、その座標の深度を干渉対象物の深度として検出すればよい。

20

【 0 0 6 7 】

そして、干渉判定部 1 2 2 は、検出した干渉対象物の高さ及び深度を、距離センサ 1 1 0 の 3 次元座標系から建設機械 1 の 3 次元座標系に変換し、変換した高さ及び深度が警告領域 D 1 或いは自動運転領域 D 2 に侵入しているか否かを判定すればよい。

【 0 0 6 8 】

或いは、干渉判定部 1 2 2 は、深度のみを用いて干渉対象物が警告領域 D 1 或いは自動運転領域 D 2 に侵入しているか否かを判定してもよい。この場合、干渉判定部 1 2 2 は、距離画像データ内の最小の深度を建設機械 1 の 3 次元座標系に座標変換し、得られた深度が前面 3 1 a から距離 d 1 2 の範囲内に位置すれば自動運転領域 D 2 に侵入していると判定し、得られた深度が前面 3 1 a から距離 d 1 2 以上、距離 d 1 1 の範囲内に位置すれば警告領域 D 1 に侵入していると判定すればよい。

30

【 0 0 6 9 】

干渉防止部 1 2 3 は、干渉判定部 1 2 2 により干渉の危険性が有ると判定された場合、オペレータへの警告及び作業装置 4 の動作制限の少なくとも一方を行う。具体的には、干渉判定部 1 2 2 により、干渉対象物が警告領域 D 1 に位置すると判定された場合、干渉防止部 1 2 3 は、報知部 1 4 0 に警告をさせる。

【 0 0 7 0 】

警告の態様としては、ブザーを鳴動させる態様や、警告ランプを点灯又は点滅させる態様や、表示パネルに警告のメッセージを表示させる態様が採用できる。或いは、これらの態様を組み合わせた態様が警告の態様として採用されてもよい。

40

【 0 0 7 1 】

また、干渉判定部 1 2 2 により、干渉対象物が自動運転領域 D 2 に位置すると判定された場合、干渉防止部 1 2 3 は、作業装置 4 を減速させる或いは自動停止させることで、作業装置 4 の動作を制限する。

【 0 0 7 2 】

この場合、干渉防止部 1 2 3 は、操作レバー 1 3 0 の操作量に応じて設定されるコントロールバルブ 2 6 0 の弁の開度を作業装置 4 を減速させる方向に補正することで、作業装置 4 を減速させればよい。更に、この場合、干渉防止部 1 2 3 は、干渉対象物の深度が運転室 3 1 に近づくにつれて作業装置 4 の減速量を増大させてもよい。

【 0 0 7 3 】

50

報知部 140 は、運転室 31 の内部に設けられたブザー、表示パネル、及び警告ランプを備え、干渉防止部 123 の制御の下、オペレータに警告を行う。

【0074】

次に、図 1 に示す建設機械 1 の処理について説明する。図 5 は、図 1 に示す建設機械 1 の処理を示すフローチャートである。

【0075】

建設機械 1 が掘削や解体動作を開始した時にこのフローチャートは、開始される。切削や解体動作の開始は、操作レバー 130 の操作量から判断されればよい。まず、建設機械 1 のモードが干渉防止モードに設定されていれば (S501 で YES)、処理は S502 に進められ、干渉防止モードに設定されていなければ (S501 で NO)、処理は終了される。ここで、干渉防止モードとは、干渉対象物が運転室 31 に近づいた場合に警告や動作制限を行うモードである。

【0076】

S502 では、角度センサ 101 は、ブーム 15 の回転角度 $\theta 1$ を計測する。次に、領域除去部 121 は、対応情報を用いて、回転角度 $\theta 1$ に応じた座標領域を決定する (S503)。

【0077】

次に、領域除去部 121 は、決定した座標領域を構成する画素データを距離画像データから除去し、残りの距離画像データを有効処理データとして決定する (S504)。

【0078】

次に、干渉判定部 122 は、有効処理データ内で深度の最小値を干渉対象物の深度として検出する (S505)。

【0079】

ここで、雨、雪、虫など意図しない障害物が距離画像データ内に映り込むこともある。そして、意図しない障害物の深度が干渉対象物の深度よりも小さければ、意図しない障害物が干渉対象物として誤検出されてしまう可能性がある。そこで、この誤検出を防止するために、S505 の処理の前段に意図しない障害物を除去する処理を設けてもよい。この場合、干渉判定部 122 は、例えば、有効処理データに含まれる 1 以上の物体のうち、一定の面積以下の物体を除去するといった処理やスムージング処理を行えばよい。

【0080】

次に、干渉判定部 122 は、干渉対象物の深度が警告領域 D1 或いは自動運転領域 D2 に侵入しているか否かにより干渉の危険性を判定する (S506)。ここで、干渉判定部 122 は、現在から過去一定期間の距離画像データ (過去フレーム) を用いて、干渉対象物の速度を求め、この速度を考慮して干渉の危険性を判定してもよい。例えば、干渉対象物の深度が警告領域 D1 に位置していても、干渉対象物の速度が運転室 31 から離れる方向を向いているのであれば、干渉判定部 122 は、干渉の危険性はないと判定してもよい。

【0081】

次に、干渉判定部 122 により干渉の危険性があると判定された場合 (S507 で YES)、干渉防止部 123 は、警告或いは動作制限を行い (S508)、処理を S501 に戻す。一方、干渉の危険性がないと判定された場合 (S507 で NO)、処理は S501 に戻される。

【0082】

なお、上記フローチャートでは、干渉対象物が警告領域 D1 に侵入したと判定した場合、警告のみが行われているが、作業装置 4 が減速されてもよい。そして、干渉対象物が自動運転領域 D2 に侵入したと判定した場合、干渉防止部 123 は、作業装置 4 を自動停止させてもよい。或いは、干渉対象物が警告領域 D1 に侵入したと判定した場合、操作レバー 130 の操作量に拘わらず、干渉防止部 123 は、自動運転領域 D2 内に干渉対象物が侵入しないように作業装置 4 の動作を制限してもよい。図 5 に示すフローチャートは干渉防止モードが有効である限り繰り返し続けられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 3 】

次に、有効処理データを決定する処理について詳しく説明する。図 4 は、距離画像データから座標領域 4 1 1 を構成する画素データが除去される処理の説明図である。図 4 において、セクション (a) は座標領域 4 1 1 を構成する画素データが除去されない場合の距離画像データ G 4 0 1 を示し、セクション (b) は座標領域 4 1 1 を構成する画素データが除去された場合の距離画像データ G 4 0 1 を示す。

【 0 0 8 4 】

図 4 において、座標領域 4 1 1 は、距離画像データ G 4 0 1 において、ブーム 1 5 が表れている領域を示している。また、アーム領域 4 1 2 は、距離画像データ G 4 0 1 において、アーム 1 6 が表れている領域を示し、アタッチメント領域 4 1 3 は、アタッチメント 1 7 が表れている領域を示している。

10

【 0 0 8 5 】

セクション (a) の例では、距離画像データ G 4 0 1 から座標領域 4 1 1 を構成する画素データが除去されていない。そのため、干渉判定部 1 2 2 は、距離画像データ G 4 0 1 に表れている座標領域 4 1 1 の下端の点 P 4 0 1 を深度が最小の位置として検出してしまう。これは、ブーム 1 5 は上部旋回体 3 から上方に向けて延びるように上部旋回体 3 に取り付けられており、座標領域 4 1 1 の下方ほど深度が小さくなるからである。

【 0 0 8 6 】

しかし、点 P 4 0 1 を干渉対象物の最接近ポイントと認識してしまうと、本来は建設機械 1 の設計上、干渉するおそれがないブーム 1 5 に対して干渉の危険性が判断されてしまい、無用な警告や動作制限が行われてしまい、実用的ではない。

20

【 0 0 8 7 】

一方、図 4 のセクション (b) では、距離画像データ G 4 0 1 から座標領域 4 1 1 を構成する画素データが除去されている。そのため、干渉判定部 1 2 2 は、距離画像データ G 4 0 1 に表れているアタッチメント領域 4 1 3 の先端の点 P 4 0 2 を深度が最小の位置として検出している。

【 0 0 8 8 】

これにより、本来検出したかった干渉対象物であるアタッチメント 1 7 の先端の点 P 4 0 2 が最接近ポイントとして検出される。

【 0 0 8 9 】

30

このように、本実施の形態では、建設機械 1 のブーム 1 5 が距離センサ 1 1 0 の計測範囲に侵入したとしても、ブーム 1 5 が干渉対象物として誤検知されることを防止できる。一方、ブーム 1 5 が距離センサ 1 1 0 の計測範囲に侵入していない場合は、建設機械 1 の運転室 3 1 の前方の広範囲の領域から干渉対象物を検出することができ、建設機械 1 の安全性を高めることができる。

【 0 0 9 0 】

(変形例 1)

変形例 1 は、ブーム 1 5 の手前に干渉対象物が位置しており、距離画像データ内にブーム 1 5 の座標領域と干渉対象物の領域とが重畳して映り込んでいる場合において、座標領域の除去に伴って、干渉対象物の領域が除去されることを防止するものである。

40

【 0 0 9 1 】

図 6 は、座標領域 8 1 1 に重畳して干渉対象物が映り込んだ距離画像データ G 8 0 1 を示す図である。図 6 の例では、把持物を示す把持物領域 8 1 3 の一部とアタッチメント 1 7 を示すアタッチメント領域 8 1 2 の一部とが座標領域 8 1 1 に重なっている。この場合、対応情報から特定される座標領域 8 1 1 を構成する画素データを距離画像データ G 8 0 1 から一律に除去すると、把持物領域 8 1 3 のうち座標領域 8 1 1 と重畳する重畳領域 8 1 4 (ハッチングで示す領域)と、アタッチメント領域 8 1 2 のうち座標領域 8 1 1 と重畳する重畳領域 8 1 5 (ハッチングで示す領域)とを構成する画素データが、距離画像データ G 8 0 1 から除去されてしまい、干渉対象物の最接近ポイントが正確に検出できなくなる。

50

【 0 0 9 2 】

そこで、変形例 1 において、領域除去部 1 2 1 は、以下の処理を行う。図 7 は、変形例 1 における領域除去部 1 2 1 の処理の説明図である。図 7 では、距離センサ 1 1 0 の 3 次元座標系 7 0 0 が示されている。図 7 において、縦軸は上方を示し、横軸は右方を示し、奥側に向かう軸は前方を示す。

【 0 0 9 3 】

まず、領域除去部 1 2 1 は、角度センサ 1 0 1 により計測されたブーム 1 5 の回転角度 $\theta 1$ を用いて、3 次元座標系 7 0 0 におけるブーム 1 5 の 3 次元領域 7 1 0 を算出する。ここで、3 次元座標系 7 0 0 において、ブーム 1 5 の長さ及び断面積は既知であり、ブーム 1 5 の基端 7 3 0 の位置も既知とする。この場合、領域除去部 1 2 1 は、基端 7 3 0 から回転角度 $\theta 1$ の方向にブーム 1 5 の断面積及び長さを持つ角柱を設定することで、3 次元領域 7 1 0 を算出すればよい。

10

【 0 0 9 4 】

次に、領域除去部 1 2 1 は、対応情報を用いて、回転角度 $\theta 1$ に応じた座標領域を距離画像データ内から決定する。次に、領域除去部 1 2 1 は、決定した座標領域を構成する画素データのうち、3 次元領域 7 1 0 に含まれる画素データを抽出し、抽出した画素データを距離画像データから除去する。具体的には、領域除去部 1 2 1 は、座標領域から 1 つずつ所定の順序で画素データを取り出し、取り出した画素データが 3 次元領域 7 1 0 内に位置していれば、その画素データは 3 次元領域 7 1 0 に含まれる画素データと判定すればよい。

20

【 0 0 9 5 】

この場合、図 6 に示すように、座標領域 8 1 1 から重畳領域 8 1 4 , 8 1 5 を除く領域が除去されるが、重畳領域 8 1 4 , 8 1 5 は残存する。そのため、把持物領域 8 1 3 及びアタッチメント領域 8 1 2 の全域が有効処理データに残存し、干渉対象物の最接近ポイントを検出できなくなることを防止できる。

【 0 0 9 6 】

(変形例 2)

変形例 1 では、座標領域を構成する画素データの中から 3 次元領域 7 1 0 に含まれる画素データが抽出され、その画素データが距離画像データから除去されていた。変形例 2 は、距離画像データを構成する画素データの中から 3 次元領域 7 1 0 に含まれる画素データを抽出し、その画素データを距離画像データから除去する。

30

【 0 0 9 7 】

変形例 2 において、領域除去部 1 2 1 は、まず、図 7 を用いて説明した手法を用いて 3 次元領域 7 1 0 を算出する。そして、領域除去部 1 2 1 は、距離画像データを構成する画素データのうち 3 次元領域 7 1 0 に含まれる画素データを抽出し、抽出した画素データを距離画像データから除去する。具体的には、領域除去部 1 2 1 は、距離画像データから 1 つずつ所定の順序で画素データを取り出し、取り出した画素データが 3 次元領域 7 1 0 内に位置していれば、その画素データは 3 次元領域 7 1 0 に含まれる画素データと判定すればよい。

【 0 0 9 8 】

変形例 2 の手法では、距離画像データのうち 3 次元領域 7 1 0 に含まれる画素データ以外は除去されないので、図 6 に示すように、把持物領域 8 1 3 とアタッチメント領域 8 1 2 とが座標領域 8 1 1 に重畳していたとしても、重畳領域 8 1 4 , 8 1 5 は除去されない。そのため、干渉対象物の最接近ポイントを正確に検出できる。

40

【 0 0 9 9 】

(変形例 3)

図 8 は、変形例 3 における作業装置 4 1 を簡略的に示した図である。作業装置 4 1 は、ブーム 1 5 (第 1 ブームの一例) とアーム 1 6 との間に設けられたオフセットブーム 1 5 1 (第 2 ブームの一例) を備えている。オフセットブーム 1 5 1 は、ブーム 1 5 の起伏方向 D 1 5 と交差する方向に揺動可能に取り付けられている。具体的には、起伏方向 D 5 1

50

を含む面と直交する平面内において揺動方向 D 1 5 1 に揺動可能に取り付けられている。ここで、オフセットブーム 1 5 1 の揺動位置には図略の角度センサが取り付けられ、この角度センサを用いてオフセットブーム 1 5 1 の回転角度 $\theta 4$ が検出される。また、アーム 1 6 は、オフセットブーム 1 5 1 に対して、揺動可能に取り付けられている。

【0100】

このような作業装置 4 1 は、取り得る姿勢の自由度が高いので、アタッチメント 1 7 或いはアタッチメント 1 7 の把持物が、運転室 3 1 から見てブーム 1 5 の手前に位置決めされることがある。

【0101】

そのため、作業装置 4 1 を備えている建設機械 1 においては、特に、変形例 1、2 で示した手法を用いることが有用となる。

【0102】

また、作業装置 4 1 を備えている建設機械 1 においては、オフセットブーム 1 5 1 も、設計上、運転室 3 1 との干渉がないと考えられる。したがって、作業装置 4 1 においては、ブーム 1 5 に加えてオフセットブーム 1 5 1 も特定可動部として取り扱われても良い。

【0103】

この場合、領域除去部 1 2 1 はブーム 1 5 の回転角度 $\theta 1$ に加えて、オフセットブーム 1 5 1 の回転角度 $\theta 4$ を用いてブーム 1 5 及びオフセットブーム 1 5 1 の姿勢を特定し、特定した姿勢から距離画像データにおけるブーム 1 5 及びオフセットブーム 1 5 1 に対応する画素データを決定し、距離画像データから除去すればよい。

【0104】

この場合、領域除去部 1 2 1 は、回転角度 $\theta 1$ とブーム 1 5 の座標領域との対応関係を示す対応情報に加えて、回転角度 $\theta 4$ とオフセットブーム 1 5 1 の座標領域との対応関係を示す対応情報を予め備えておけばよい。そして、領域除去部 1 2 1 は、これらの対応情報を用いて、回転角度 $\theta 1$ 、 $\theta 4$ に応じた座標領域を決定し、座標領域を構成する画素データを距離画像データから除去すればよい。

【0105】

変形例 3 に変形例 1 の手法を適用する場合、領域除去部 1 2 1 は、オフセットブーム 1 5 1 の断面及び長さが既知であるものとし、オフセットブーム 1 5 1 の 3 次元領域の先端から回転角度 $\theta 4$ の方向にオフセットブームの長さ分延ばした角柱をオフセットブーム 1 5 1 の 3 次元領域として算出すればよい。

【0106】

そして、領域除去部 1 2 1 は、座標領域を構成する画素データのうち、ブーム 1 5 及びオフセットブーム 1 5 1 の 3 次元領域に含まれる画素データを距離画像データから除去し、ブーム 1 5 及びオフセットブーム 1 5 1 の 3 次元領域に含まれない画素データを距離画像データに残存させればよい。これによって、ブーム 1 5 及びオフセットブーム 1 5 1 の手前に位置する干渉対象物が距離画像データから除去されることを防止できる。

【0107】

また、変形例 3 に変形例 2 の手法を適用させる場合、領域除去部 1 2 1 は、上述の手法を用いてブーム 1 5 及びオフセットブーム 1 5 1 の 3 次元領域を算出し、距離画像データを構成する画素データのうち 3 次元領域に含まれる画素データは距離画像データから除去し、3 次元領域に含まれない画素データは距離画像データに残存させればよい。

【0108】

なお、変形例 3 では、オフセットブーム 1 5 1 が特定可動部に含まれているが、建設機械 1 が下部走行体 2 にドーザーを備えているのであれば、このドーザーが特定可動部に含まれても良い。

【0109】

(変形例 4)

本発明において、特定可動部に対応する画素データを距離画像データから除去する態様には、特定可動部に対応する画素データを実際には除去せずに、無効画素データとして設

10

20

30

40

50

定し、干渉判定部 1 2 2 が干渉の危険性を判定するに際し、無視する態様も含まれる。

【符号の説明】

【0 1 1 0】

$\theta 1$, $\theta 2$, $\theta 3$, $\theta 4$ 回転角度

1 建設機械

2 下部走行体

3 上部旋回体

4 作業装置

1 5 ブーム

1 6 アーム

10

1 7 アタッチメント

3 1 運転室

4 1 作業装置

1 0 0 取得部

1 0 1 , 1 0 2 , 1 0 3 角度センサ

1 1 0 距離センサ

1 2 0 コントローラ

1 2 1 領域除去部

1 2 2 干渉判定部

1 2 3 干渉防止部

20

1 3 0 操作レバー

1 4 0 報知部

1 5 1 オフセットブーム

4 1 1 , 8 1 1 座標領域

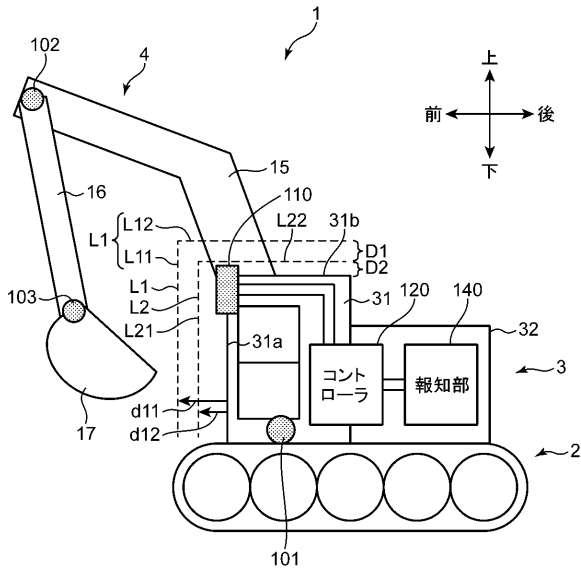
4 1 2 アーム領域

4 1 3 アタッチメント領域

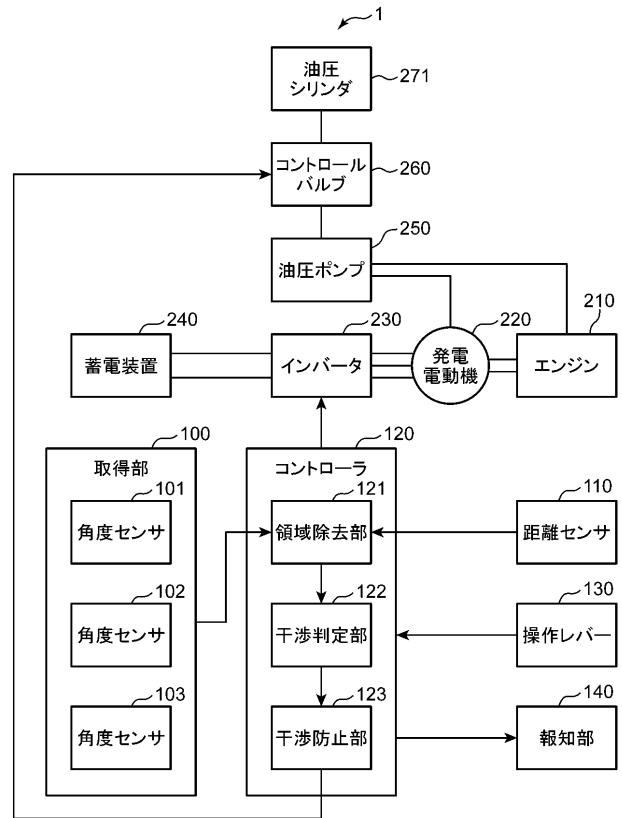
7 0 0 3次元座標系

7 1 0 3次元領域

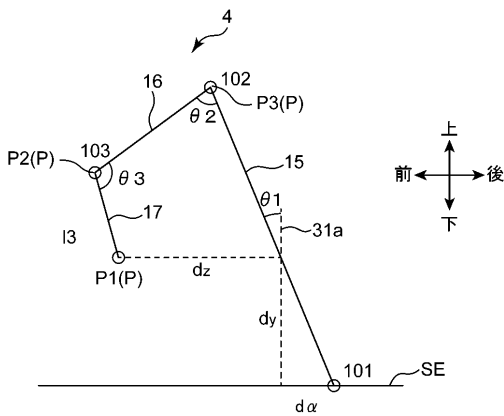
【図 1】



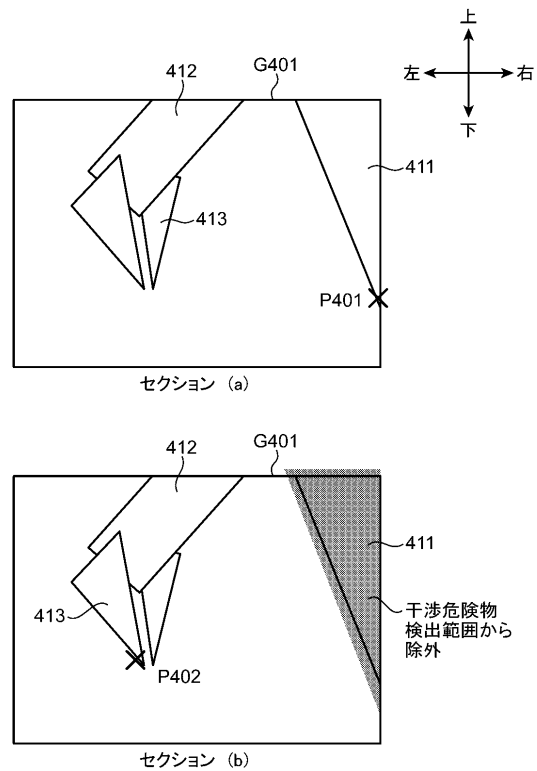
【図 2】



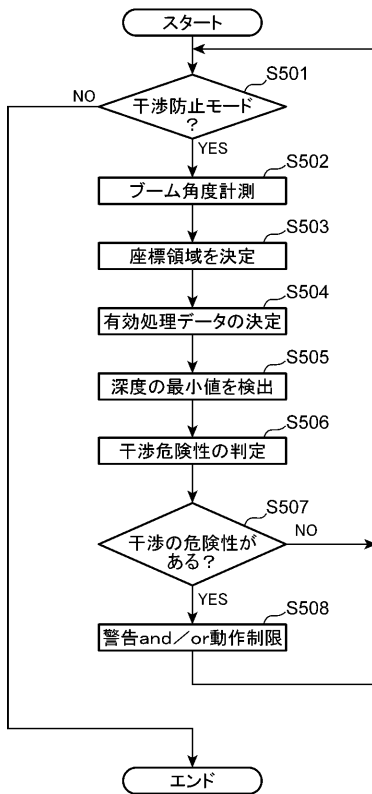
【図 3】



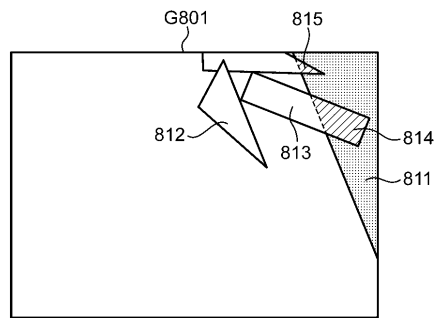
【図 4】



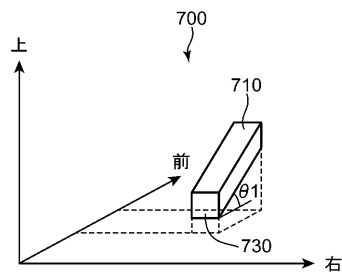
【図 5】



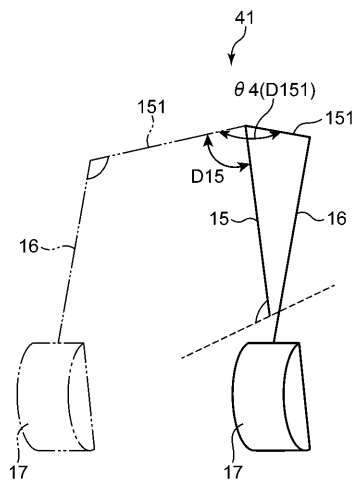
【図 6】



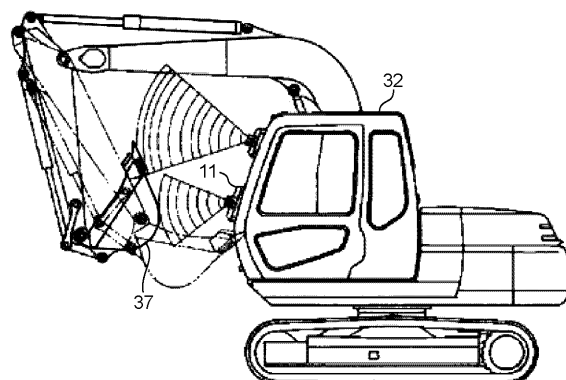
【図 7】



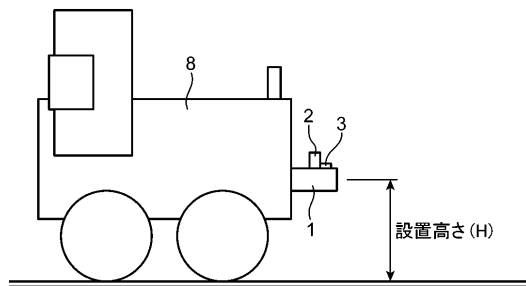
【図 8】



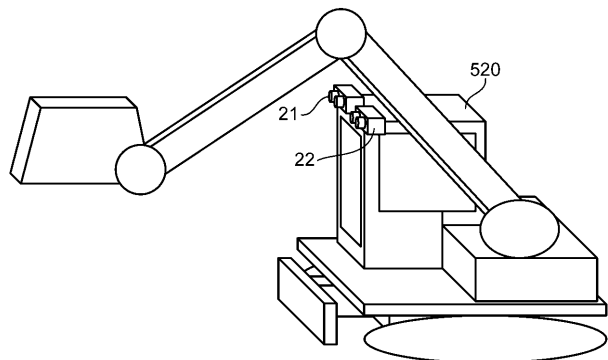
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
	G 0 1 C 3/06 1 4 0	
	B 6 0 R 11/02 C	

(72)発明者 稗方 孝之

兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

F ターム(参考) 2D003 AA01 AB03 AB04 BA06 BA07 CA02 DA04 DB04 DB05
2D015 GA03 GB04 HA03
2F112 AA09 AC06 BA03 BA18 CA12 DA21 DA24 FA35
3D020 BA20 BB07 BE03