

【書類名】明細書

【発明の名称】可視化システム、及び、吊荷状態検出セット

【技術分野】

【０００１】

本発明は、揚重作業の吊荷の状態を仮想空間上において可視化する可視化システム、及び、それに用いることができる吊荷状態検出セットに関する。

【背景技術】

【０００２】

特開２０１４－１３１９４０号公報には、ワイヤーで吊られた吊物を旋回させることによって旋回方向の位置決めを行なうための吊物旋回装置が開示されている。この吊物旋回装置では、フライホイールを回転可能に支持するジンバル枠に、フライホイールを傾動可能に支持するためのジンバル軸が一体で設けられている。この吊物旋回装置は、フライホイールが中心軸周りに回転しつつ傾動することによって生じるジャイロ効果を利用して吊物を旋回させる。

【０００３】

吊物を荷下ろし場所に着地させる場合には、オペレータが吊物旋回装置を操作する必要がある。更に、玉掛け作業者が、吊物に取り付けられた介添えロープを用いて、吊物を目的位置に誘導することもある。そのため、特開２０２３－１５６１０７号公報に開示されているように、荷下ろし場所では、作業に手間が掛かっていた。

【０００４】

そこで、特開２０２３－１５６１０７号公報に開示の揚重支援システムでは、制御部は、吊物を吊り下げる吊物旋回装置に接続されており、吊物旋回装置における異なる位置に設置された複数の測位装置からそれぞれ測位情報を取得する。制御部は、それらの測位情報を用いて、吊物旋回装置の現在配置を特定し、現在配置と吊物の着地方向とに応じて、吊物旋回装置の旋回を指示する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

ところで、クレーン等の揚重作業では、吊荷の状態を現場の一部の作業者しか確認できないときもある。例えば、吊荷がクレーン等を操縦するオペレータの死角に位置する場合、オペレータが吊荷の状態を確認できない。

【０００６】

このように監視できる者が限られる状況では、危険な状態を見逃すおそれがある。より安全な作業に取り組める環境を実現することが求められる。

【０００７】

本発明の目的は、より安全な作業に取組める環境を実現するために、揚重作業の吊荷の状態を仮想空間に反映させることで作業状況を共有することができる可視化システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の可視化システムは、揚重作業の吊荷の状態を仮想空間上において可視化する可視化システムであって、前記可視化システムは、前記仮想空間を制御するように構成されている制御部と、前記吊荷の方位を検出するように構成されている方位検出部と、前記吊荷の形状を取得するように構成されている形状取得部と、を備え、前記方位検出部は、吊荷形状の特定方向の方位を検出することで前記吊荷の方位を検出し、前記制御部は、前記吊荷の状態を前記吊荷に対応する前記仮想空間上の仮想吊荷に反映させる吊荷状態反映処理を行い、前記吊荷状態反映処理では、前記特定方向の方位が変化することに応じて、前記特定方向に対応する前記仮想吊荷の仮想特定方向の仮想方位を前記特定方向の方位に合わせるように変化させることによって、前記特定方向の方位の変化を前記仮想空間における前記仮想吊荷の表示形状に反映させる。

【0009】

本発明の吊荷状態検出セットは、揚重作業の吊荷の状態を仮想空間に反映させるために用いる吊荷状態検出セットであって、前記吊荷状態検出セットは、吊り天秤又は吊荷に設けられ、前記吊荷の位置及び方位を検出するように構成されている測位装置と、前記吊荷の形状を検出可能な位置に設けられる形状検出装置と、を備える。

【図面の簡単な説明】

【0010】

図1は、第1実施形態の可視化システムを説明するための図である。

図2は、第1実施形態のクレーンに関する部分を説明するための図である。

。

図3は、図2の点線丸囲み部を矢印の方向から見た矢視図である。

図4は、第1実施形態の現場端末のハードウェア構成を示す図である。

図5は、第1実施形態の表示部での設定入力を説明するための図である。

図6は、第2実施形態の吊荷状態検出セットを説明するための図である。

図7は、第3実施形態の吊荷状態検出セットを説明するための斜視図である。

。

図8は、第3実施形態の吊荷状態検出セットを説明するための側方から見た平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための形態（以下、「実施形態」と称する。）について詳細に説明する。

なお、実施形態の説明の全体を通して同じ要素には同じ番号又は符号を付している。

【0012】

第1実施形態の可視化システム1について、図1から図5を参照しながら説明する。

【0013】

図1は、第1実施形態の可視化システム1を説明するための図である。

なお、図1では、見やすさを考慮し、クレーン2の番号、符号についての付与をほぼ省略しており、クレーン2に関する番号、符号については、図2を参照されたい。

【0014】

図2は、第1実施形態のクレーン2に関する部分を説明するための図である。

図2のクレーン2自体は図1のクレーン2と同様であるが、吊荷SLを吊るための構成等も含めた図示としている。

また、図2では、吊荷SLを含めた構成部分の番号、符号についての付与をほぼ省略しており、吊荷SLを含めた構成部分の番号、符号については、図3を参照されたい。

【0015】

図3は、図2の点線丸囲み部を矢印の方向から見た矢視図である。

【0016】

可視化システム1は、建設現場CSでクレーン2等を用いて揚重作業を行う場合の吊荷SLの状態を仮想空間上において可視化し、皆で揚重作業の状況を共有できるようにすることで、より適切な危険予知等を可能とする。

なお、本実施形態では、クレーン2として、クローラ式のクレーンを示しているが、クレーンはホール式でもよく、移動しないジブクレーン等であってもよい。

【0017】

本実施形態の可視化システム1は、図1に示すように、オペレータ等が使用する現場端末3と、監視センターMC等にいる工事関係者等が利用する遠隔端末4と、設計室DO等に設けられる設計端末5と、揚重作業の吊荷SL（図2、図3参照）の状態を仮想空間に反映させるために用いる吊荷状態検出セット

6（図3参照）と、建設現場の状況を仮想空間上に再現するクラウドサーバ7と、を備えている。

【0018】

なお、後ほど説明するが、クレーン2（後述の通信部23C）、現場端末3、遠隔端末4、設計端末5、及び、クラウドサーバ7は、インターネットINを介して通信可能に接続されている。

また、クレーン2と現場端末3の間は、インターネットINを介することなく通信できるように接続されている。

【0019】

図2に示すように、クレーン2は、本体部21と、本体部21に対して起伏可能に設けられた腕部22Aを有する作動部22と、クレーン2の駆動状態全般を検出する駆動検出部23と、施工進捗に応じた建設対象物の状態を検出する建設状態検出部24と、を備えている。

【0020】

本体部21は、クローラ式の走行体21Aと、走行体21Aに旋回部を介して旋回可能に設けられ、運転室等を有する旋回体21Bと、を備えている。

【0021】

作動部22は、資材等の搬送（揚重）のために駆動する部分であり、上述の腕部22Aと、腕部22Aの先端に上下動可能に設けられたフック部22Bと、を備えている。腕部22Aの基端部は、腕部22Aが旋回体21Bに対し起伏可能であるように、旋回体21Bに対し接続されている。

【0022】

腕部22Aは、本実施形態では、ブームだけになっているが、これに限定される必要はなく、ブームの先端に起伏可能に基端部が接続されたジブを有していてもよい。

【0023】

フック部22Bは、旋回体21Bの後方部分に設けられたウインチ（図示せず）からのワイヤロープWR1に接続されており、ウインチによるワイヤロープWR1の巻上げ、巻下げによって、腕部22Aの先端での上下動が可能になっている。

【0024】

なお、旋回体21Bが旋回するときの旋回中心に対して腕部22A側が旋回体21Bの前方であり、旋回中心を挟んで腕部22Aと反対側が旋回体21Bの後方であり、以降も同様である。旋回体21Bの向きとは、旋回体21Bの後方から前方への向きである。

【0025】

駆動検出部 23 は、旋回体 21 B の後方部分に設けられ、本体部 21 の位置、及び、旋回体 21 B の向いている方位等を検出する一対の GNSS (Global Navigation Satellite System) 23 A と、腕部 22 A の傾きを検出する傾斜センサ 23 B と、GNSS 23 A、及び、傾斜センサ 23 B からの検出結果を受信し、クラウドサーバ 7 に送信する通信部 23 C 等を含む。

【0026】

なお、本実施形態では、GNSS 23 A、及び、傾斜センサ 23 B が Wi-Fi (登録商標) 等の無線通信機能を有しているが、通信部 23 C への検出結果の送信が可能であればよいので、有線通信機能であってもよい。

【0027】

また、本実施形態では、GNSS 23 A、及び、傾斜センサ 23 B は、電源ケーブルで電源に接続するものを用いているが、2次電池(バッテリー)を内蔵してもよい。

ただし、個別の充電の手間が省けるため、電源ケーブルでクレーン 2 の有する電源に接続できる方が好適である。

【0028】

左右一対の GNSS 23 A は、旋回体 21 B の後方部分において、旋回体 21 B の前後軸線を挟んで左右方向に離れて設けられている。両 GNSS 23 は前後軸線からほぼ等距離離れている。

【0029】

なお、旋回体 21 B の前後軸線とは、旋回体 21 B が旋回するときの旋回中心を通り旋回体 21 B の後方から前方に延びる軸線を意味する。左右方向とは、前後軸線に直交する旋回体 21 B の水平方向である。旋回体 21 B の後方から前方を見た時の右側を旋回体 21 B の右側(右ともいう)、左側を旋回体 21 B の左側(左ともいう)とし、以降においても同様である。

【0030】

また、図 2 がクレーン 2 の旋回体 21 B の右側から見た図示になっているため、図 2 では、右側の GNSS 23 A しか見えていないが、それと重なる紙面奥方向の旋回体 21 B の左側にも左側の GNSS 23 A がある。

【0031】

そして、左右の GNSS 23 A は、設置用の台座上に固定されている。その台座の底部には磁石が設けられており、この磁石の磁力によって、GNSS 23 A は旋回体 21 B に着脱可能に設けられている。このようにして、GNSS 23 A を有しないクレーンに対し、GNSS 23 A を簡単に設置できる。

【0032】

左右のそれぞれのGNSS 23Aは、緯度・経度・高度を検出している。その検出結果から左から右のGNSS 23Aに向かう方向を求めることができ、旋回体21Bの向きを求めることができる。例えば、左から右のGNSS 23Aに向かう方向を、左右のGNSS 23Aの中間点を中心に反時計回りに90度回転させた方向が、該中心に対して腕部22Aのある旋回体21Bの前方部分が位置する方向となる。

【0033】

そして、一旦、左右のGNSS 23Aが設置されれば、左右のGNSS 23Aと腕部22Aの基端部（旋回体21Bに対する接続位置）との位置関係は変化しない。

【0034】

このため、左右のGNSS 23Aを設置した時の左右のGNSS 23Aと腕部22Aの基端部との位置関係を、あらかじめ求めておけば、それ以降は、左右のGNSS 23Aの位置の検出結果を基に、腕部22Aの基端部の位置を求めることができる。

【0035】

したがって、左右のGNSS 23Aからの位置及び方位の検出結果から、腕部22Aの起伏動作の起点位置（旋回体21Bに対する接続位置）と起伏動作の方向を求めることができる。

【0036】

なお、実際には、クレーン2の機種ごとに、あらかじめGNSSを設置すべき位置が決められており、クラウドサーバ7側の仮想クレーンVR2（後述）も、その決められた設置位置での位置の検出が行われているものとして、検出結果を仮想空間上に反映する。

【0037】

ただし、あらかじめ設置位置を決めておくことに限定される必要はなく、設置位置を任意にしておいて、GNSSの設置後、それに応じてクラウドサーバ7側の仮想クレーンVR2のどこが検出位置に対応するのかを設定してもよい。

【0038】

さらに、左右のGNSS 23Aの検出する緯度・経度によって、クレーン2の位置も検出できるとともに、その緯度・経度の変化によりクレーン2の移動を検出することもできる。

【0039】

そして、左右のGNSS 23 Aからの位置及び方位の検出結果（データ）は、通信部 23 Cからインターネット I Nを介して、クラウドサーバ 7に送信される。

【0040】

この結果、クラウドサーバ 7においても、腕部 22 Aの起伏動作の起点位置、及び、腕部 22 Aの起伏動作の方向、及び、クレーン 2の位置や移動状態を求めることができる。

【0041】

傾斜センサ 23 Bは、ベルトやテープ等で着脱可能に腕部 22 Aに設けられ、腕部 22 Aの傾き角度（傾斜角度ともいう）を検出する。

したがって、傾斜センサ 23 Bを有しないクレーンであっても簡単に設置できる。

【0042】

そして、腕部 22 Aの長さは既知であり、先ほど説明したとおり、腕部 22 Aの起伏動作の起点位置、及び、腕部 22 Aの向いている方向（旋回体 21 Bの向いている方位）も得られるから、この傾斜センサ 23 Bの検出する検出結果（傾斜角度）に基づいて、腕部 22 Aの起伏動作の起点位置を基準に、どの方位に、どのように腕部 22 Aが伸びているのかを求めることができる。

【0043】

なお、さらに、腕部 22 Aが、ブームの先端に起伏可能に基端部が接続されたジブを有する場合には、ジブにも傾斜センサ 23 Bを設けることによって、どのように、ブームとジブとを有する腕部 22 Aが前方に伸びているのかを求めることができる。

【0044】

具体的には、ブームのどこにジブの基端部が接続されているかは既知であるため、腕部 22 Aの起伏動作の起点位置とブームの傾斜角度が分かれば、ジブの基端部（起伏動作の起点位置）が分かる。また、ジブの長さも既知であることから、ジブの傾斜角度が分かれば、ブームの時と同様に、どのようにジブが前方に伸びているのかを求めることができる。

【0045】

そして、傾斜センサ 23 Bからの傾斜角度の検出結果（データ）は、通信部 23 Cからインターネット I Nを介して、クラウドサーバ 7に送信される。

【0046】

したがって、クラウドサーバ 7は、腕部 22 Aの起伏動作の起点位置を基準に、どのように腕部 22 Aが前方に伸びているのか、つまり、どのように腕部 22 Aが動作しているのかを求めることができる。

【0047】

なお、本実施形態では、旋回体21Bの運転室近くに設置されているクレーン2の制御盤（図示せず）を収容する制御ボックス（図示せず）内にジャイロ（図示せず）も設けており、クレーン2全体の傾きも検出できる。

【0048】

このため、傾斜センサ23Bの検出する傾斜角度を、さらに、クレーン2全体の傾きを考慮して補正できる。ジャイロ（図示せず）の検出するクレーン2全体の傾き角度のデータも、通信部23CからインターネットINを介して、クラウドサーバ7に送信される。

【0049】

したがって、クラウドサーバ7では、クレーン2全体の傾きも考慮した腕部22Aの動作を求めることができるようになっている。

【0050】

通信部23Cは、GNSS23A、傾斜センサ23B、及び、建設状態検出部24との間の通信（例えば、無線又は有線通信）、現場端末3との間の通信（例えば、無線通信）、吊荷状態検出セット6との間の通信（例えば、無線又は有線通信）、及び、インターネットINを介した通信等を行う通信インターフェースである。

【0051】

通信部23Cは、先に触れたように、GNSS23A、傾斜センサ23B、及び、建設状態検出部24からの検出結果（データ）を受信し、クラウドサーバ7に送信する。

また、吊荷状態検出セット6からの揚重作業の吊荷SLの状態を仮想空間に反映させるために検出される検出結果（データ）を受信して、クラウドサーバ7に送信する。

【0052】

そして、通信部23Cからのデータをクラウドサーバ7が受信すると、その受信したデータに基づいて、後述のように仮想空間の制御が行われる。

【0053】

建設状態検出部24は、図2に示すように、本実施形態では、腕部22Aの先端に設けられた3D-LiDAR（Light Detection and Ranging）であり、建設対象物の各構造物を3次元点群データとして取得する。

【0054】

なお、本実施形態では、建設状態検出部 2 4 が腕部 2 2 A の先端に設けられているが、施工進捗に応じて梁や柱等の躯体等が設置されるのを視野に収められる位置であれば、腕部 2 2 A の先端である必要はない。

ただし、腕部 2 2 A の先端は、躯体等の設置場所を視野に収めやすいので建設状態検出部 2 4 を設ける位置として好適である。

【0055】

また、本実施形態では、3D-L i D A R は、W i - F i （登録商標）等の無線通信機能を有しているが、通信部 2 3 C への検出結果の送信が可能であればよいので、有線通信機能を有してもよい。

【0056】

さらに、本実施形態では、3D-L i D A R は、電源ケーブルで電源に接続するものを用いているが、2次電池（バッテリー）を内蔵してもよい。

ただし、個別の充電の手間が省けるため、電源ケーブルでクレーン 2 の有する電源に接続できる方が好適である。

【0057】

この 3D-L i D A R が取得する点群データは、施工進捗に応じて梁や柱等の躯体等が設置されると検出される、施工進捗に応じた建設対象物の状態を検出している検出結果（データ）であり、通信部 2 3 C を介して、クラウドサーバ 7 に送信される。

【0058】

そして、クレーン 2 の腕部 2 2 A の先端に 3D-L i D A R が設けられている場合、クレーン 2 の腕部 2 2 A の先端の位置（緯度・経度・高度）に基づいて、3D-L i D A R による X、Y、Z 座標で規定される 3 次元点群データを、緯度・経度・高度に変換することで、施工進捗に応じて、どの位置（緯度・経度・高度）に構造物が出現したのかを求めることができる。

【0059】

なお、クレーン 2 の腕部 2 2 A の先端の位置は、腕部 2 2 A の起伏動作の起点位置、腕部 2 2 A の傾斜角度、腕部 2 2 A の長さ、及び、腕部 2 2 A の向いている方向によって求められる。

【0060】

そして、腕部 2 2 A の長さは既知の情報であり、腕部 2 2 A の起伏動作の起点位置、腕部 2 2 A の傾斜角度、及び、腕部 2 2 A の向いている方向が、GNSS 2 3 A、及び、傾斜センサ 2 3 B によって検出されることは、先に説明したとおりであるが、その検出された検出結果等は、クラウドサーバ 7 に送信され、クラウドサーバ 7 でも共有されている。

【0061】

このため、クラウドサーバ7は、3D-LiDARによるX、Y、Z座標で規定される3次元点群データを、緯度・経度・高度に変換することができ、高さを含むどの位置に構造物が出現したのかといった、施工進捗に応じた建設対象物の状態を把握することができる。

【0062】

現場端末3は、クレーン2を操縦するオペレータがクレーン2の運転室に持ち込んで利用できる、いわゆるタブレット端末である。

なお、現場端末3は、1つである必要はなく、さらに、オペレータ以外の現場作業員に持たせる現場端末3があってもよい。

【0063】

具体的には、現場端末3は、揚重作業の吊荷SLの状態を反映させた仮想空間の画像を表示可能な端末であり、例えば、オペレータの死角に吊荷SLが位置するときに、オペレータが吊荷SLの状態を確認するために好適に用いることができる。

【0064】

図4は、第1実施形態の現場端末3のハードウェア構成を示す図である。

現場端末3は、図4に示すように、CPU31と、RAM32と、ROM33と、表示部34と、通信部35と、を備えており、それらがバス36を介して相互にアクセス可能に接続されている。

なお、CPU31、RAM32、及び、ROM33に代えて集積回路等を用いてもよい。

【0065】

CPU31は、ROM33に記憶されているプログラムをRAM32に展開し、プログラムに従った各種の制御、演算処理を司る中央処理演算装置である。

【0066】

RAM32は、各種のデータ、CPU31による演算結果等を一時的に記憶する揮発性メモリである。

【0067】

ROM33は、プログラム等（例えば、本実施形態の可視化システム1に対応したアプリケーション等）が記憶される不揮発性メモリである。

【0068】

表示部34は、各種の設定入力に対応できるタッチパネル式の表示装置である。

表示部34は、仮想空間の画像を表示する機能に加え、後ほど説明する可視化システム1を利用するための設定等を行うことができる。

図 5 を参照して、可視化システム 1 を利用するための設定について説明する

。

図 5 は、第 1 実施形態の表示部 3 4 での設定入力を説明するための図である

。

【 0 0 6 9 】

表示部 3 4 をタッチ操作して、可視化システム 1 のアプリケーションを動作させると、クラウドサーバ 7 との通信接続が行われ、入力画面 3 4 1 が表示部 3 4 に表示される。

入力画面 3 4 1 には、タッチ操作で選択可能なボタン（機種、現場、吊荷等）が設けられている。

【 0 0 7 0 】

例えば、タッチ操作で「現場」のボタンを選択すると、点線吹き出し内に示すような建設工事の工事現場を設定する設定画面 3 4 1 A が表示部 3 4 に表示される。

【 0 0 7 1 】

そして、プルダウン形式で表示される一覧から、工事名等の名称を選択し、「終了」をタッチすると、表示部 3 4 に、その選択した名称に対応した工事現場を再現した仮想空間の画像が表示される。

【 0 0 7 2 】

具体的には、通信部 3 5 からクラウドサーバ 7 に、選択した名称が送信され、クラウドサーバ 7 が名称を受信すると、その受信した名称に対応する工事現場の仮想空間の画像の現場端末 3 への送信が開始される。

【 0 0 7 3 】

そして、クラウドサーバ 7 から送信される仮想空間の画像を通信部 3 5 が受信し、その受信した仮想空間の画像が現場端末 3 の表示部 3 4 に表示される。

【 0 0 7 4 】

また、タッチ操作で「機種」のボタンを選択すると、点線吹き出し内に示すようなクレーン 2 の機種を設定する設定画面 3 4 1 B が表示部 3 4 に表示される。

【 0 0 7 5 】

なお、クレーン 2 の認識は、認識クレーン反映処理により行われる。クレーン 2 の制御部（図示せず）を起動させると、GNSS 2 3 A、及び、傾斜センサ 2 3 B の検出結果が通信部 2 3 C からクラウドサーバ 7 に送信される。その検出結果を受信すると、クラウドサーバ 7 は、クレーン 2 の位置及び方位等に基づいて、認識したクレーン 2 に対応する仮想空間上の仮想クレーン VR 2 を表示するように反映する。

【0076】

そして、可視化システム1のアプリケーションの動作開始後、「機種」の選択が行われていない仮想クレーンVR2に対しては「UN」の表示が行われている。その「UN」の表示を指Fでタッチして、その仮想クレーンVR2に対応するクレーン2の「機種」を設定画面341Bで、プルダウン形式で表示される一覧から選択し、「終了」をタッチする。この設定が終われば「UN」の表示は行われなくなる。

【0077】

選択された「機種」の情報は、タッチされた仮想クレーンVR2の表示部34上での画素座標（表示部34の画面を構成する画素の座標）とともに、通信部35からクラウドサーバ7に送信される。

【0078】

そして、画素座標と「機種」の情報を受信すると、クラウドサーバ7は、受信した表示部34の画素座標に対応する位置にある仮想空間の画像上の仮想クレーンVR2がタッチされたことを検出して、「機種」で選択された種類のクレーン2の情報を、選択された仮想クレーンVR2に反映（適用）するクレーン情報反映処理を行う。

【0079】

具体的には、後述のデータベースDBには、「機種」に関連付けられて本体部21、腕部22A等の実サイズの情報（データ）が記憶されている。クレーン情報反映処理では、この情報（データ）に基づき、本体部21、腕部22A等の実サイズを仮想クレーンVR2に反映（適用）する。

【0080】

タッチ操作で「吊荷」のボタンを選択すると、点線吹き出し内に示すような吊荷SLが何であるのかを設定する設定画面341Cが表示部34に表示される。

建設工事のための設計を行った段階で、梁や柱等の躯体に、どのような資材を使用するかが決まっているので、資材一覧を表示するプルダウンメニューが予め準備されている。

【0081】

そこで、今から揚重作業を行う資材をプルダウン形式で表示される一覧から選択し、その資材の揚重を行うクレーン2に対応する仮想クレーンVR2をタッチ後、終了すると、タッチされた仮想クレーンVR2の表示部34上での画素座標（表示部34の画面を構成する画素の座標）とともに、選択された「資材」の情報が送信される。

【0082】

そして、画素座標と「資材」の情報を受信すると、クラウドサーバ7は、受信した表示部34の画素座標に対応する位置にある仮想空間の画像上の仮想クレーンVR2がタッチされたことを検出して、その仮想クレーンVR2に対応するクレーン2が「吊荷」で選択された資材の揚重作業を開始することを認識する。

【0083】

なお、本実施形態では、吊荷SLが何であるのかを設定する設定画面341Cを利用して、揚重する資材を選択する場合について説明したが、例えば、吊荷SLを撮像するカメラを設けておき、画像認識で形状等の特徴から自動的に揚重する資材の種類を特定することによって、設定画面341Cを利用しないで吊荷の情報が設定されてもよい。

【0084】

なお、上記タッチ操作で「終了」をタッチすると、設定画面341A、設定画面341B、及び、設定画面341Cは、いずれも表示部34に表示されなくなる。

【0085】

通信部35は、外部等との通信を行うための無線通信インターフェースである。

既に、触れたように、通信部35は、表示部34の操作で設定された設定等を、クラウドサーバ7に、インターネットINを介して送信するとともに、クラウドサーバ7から送信される仮想空間の画像を受信する。

【0086】

遠隔端末4は、建設現場CSから離れたところにある、例えば、監視センターMC等にいる工事関係者等が揚重作業の状況を共有するための端末であり、このため、仮想空間の画像を表示する表示部41（例えば、モニタ）を有している。

【0087】

図1では、遠隔端末4として、パーソナルコンピュータを用いた場合について示しているが、遠隔端末4は表示部41だけからなる端末であってもよい。

基本的に、遠隔端末4のハードウェア構成は、現場端末3と類似であるため、説明は省略する。

【0088】

設計端末5は、建設対象物の設計を行うための端末であり、具体的には、完成状態の建設対象物の3次元モデル（例えば、BIM（Building Information Modeling）／CIM（Constructi

on Information Modeling/Management)
を構築する端末である。

【0089】

本実施形態では、完成状態の建設対象物の3次元モデルを3次元の地図データ上に合成するところまでを行った完成状態の建設対象物の3次元モデル（「建設現場3次元モデル」ともいう）を、インターネットINを介して、クラウドサーバ7に送信し、データベースDBに保存する。

【0090】

この建設現場3次元モデルには、工事名等の名称が付与されており、その名称が、先に説明した入力画面341にプルダウン形式で表示される一覧に利用されている。

【0091】

そして、入力画面341に表示される一覧から名称を選択し、「終了」をタッチすると、その選択した名称に基づいて、クラウドサーバ7が読み出した建設現場3次元モデルの仮想空間の画像が表示部34に表示される。

【0092】

なお、データベースDBには、建設現場3次元モデルとして施工進捗を反映した最新の建設現場3次元モデルも保存されている。この場合は、入力画面341に表示される一覧から名称を選択し、「終了」をタッチした時に、その選択した名称に基づいて、クラウドサーバ7は、最新の建設現場3次元モデルをデータベースDBから読み出す。このため、表示部34には、施工進捗が反映された仮想空間の画像が表示される。

【0093】

なお、3次元の地図データとの合成は、必ずしも、設計端末5で行う必要はない。

例えば、現場端末3が、Web上で提供されている地図情報提供サービス（例えば、Google Maps（登録商標）等）から建設現場の周辺を含む3次元の地図データ（3Dマップデータともいう）を取得し、クラウドサーバ7に送信して、クラウドサーバ7が合成してもよい。

【0094】

また、本実施形態では、設計端末5で、完成状態の建設対象物の3次元モデルを作成した際に、使用予定の資材の3次元形状データと「資材」の情報とをインターネットINを介して、クラウドサーバ7に送信する。クラウドサーバ7は、受信した資材の3次元形状データと「資材」の情報とを関連付けてデータベースDBに保存する。

なお、「資材」の情報は、例えば、資材等の識別のために与えられている品番等の識別子であり、本実施形態では、その識別子によって資材の３次元形状データとの関連付けが行われている。

具体的には、識別子をファイル名として、その資材の３次元形状データを保存しているので、「資材」の情報（識別子）と同じファイル名のデータを読み出すことで「資材」の情報の吊荷ＳＬに対する３次元形状データを取り出すことができる。

【００９５】

したがって、先に現場端末３で選択され、クラウドサーバ７に送信される「資材」の情報を、クラウドサーバ７が受信すると、クラウドサーバ７は、その「資材」の情報に基づいて、吊荷ＳＬの形状を取得することができる。

【００９６】

図３を参照しながら吊荷状態検出セット６について説明する。

図３に示すように、吊荷状態検出セット６は、吊り天秤６１と、吊り天秤６１に着脱可能に設けられ、吊荷ＳＬの方位を検出する方位検出部６２と、を備えている。

【００９７】

吊り天秤６１は、棒状の天秤本体部６１Ａと、天秤本体部６１Ａのフック部２２Ｂ側に設けられ、天秤本体部６１Ａの長手方向中央に位置するフック部側吊りピース６１Ｂと、天秤本体部６１Ａの吊荷ＳＬ側に設けられ、天秤本体部６１Ａの長手方向中央からほぼ等距離離れた位置に、天秤本体部６１Ａの長手方向中央を挟んで設けられた一対の吊荷側吊りピース６１Ｃと、を備えている。

【００９８】

なお、本実施形態では、フック部２２Ｂとフック部側吊りピース６１Ｂとが、重量を測定するロードセルＬＣを介して接続されているが、フック部２２Ｂを、直接、フック部側吊りピース６１Ｂに接続してもよい。

【００９９】

方位検出部６２は、一対のＧＮＳＳ６２Ａ（測位装置ともいう）と、台座６２Ｂと、を備えている。一対のＧＮＳＳ６２Ａは、天秤本体部６１Ａのフック部２２Ｂ側において、天秤本体部６１Ａの長手方向（図中の左右方向）中央（吊り中央軸線ＣＡ）を挟んで設けられている。両ＧＮＳＳ６２Ａは吊り中央軸線ＣＡからほぼ等距離離れている。台座６２Ｂは、ＧＮＳＳ６２Ａを天秤本体部６１Ａに設置する磁石を底面に備えている。

上記吊り中央軸線ＣＡは、フック部２２Ｂの吊り中心を通る鉛直軸線であり、以降も同様である。

なお、GNSS 6 2 Aは、2次電池（バッテリー）内蔵型である点がGNSS 2 3 Aと異なるだけであり、その他は同様である。

【0100】

本実施形態では、台座6 2 Bを用いてGNSS 6 2 Aを着脱可能に設置できるが、はじめから天秤本体部6 1 AにGNSS 6 2 Aを設置する構造を設けておいて、台座6 2 Bを不要としてもよい。

【0101】

また、本実施形態では、GNSS 6 2 Aを天秤本体部6 1 Aに設置しているが、点線で示すGNSS 6 2 A'のように、吊荷SL上に設置してもよい。

この場合も、先ほどと同様に、吊り中央軸線CAを挟んで吊り中央軸線CAからはぼ等距離離れた位置に一对のGNSS 6 2 A'を設置すればよい。

【0102】

そして、玉掛けする際には、吊荷SLを吊っているワイヤロープWR 2から吊荷SLが滑り落ちるのを防止するため等、安全な揚重作業のために、吊荷SLの重心Gが、ほぼ吊り中央軸線CA上に位置するようにされる。そのため、天秤本体部6 1 Aに対して、吊荷SLがどのようにワイヤロープWR 2で吊られるのかは、おおむね決まっている。

【0103】

そこで、ワイヤロープWR 2で吊られた時に、吊荷SLの形状（吊荷形状ともいう）の天秤本体部6 1 Aの長手方向に沿う方向を特定方向とする。

【0104】

そうすると、その特定方向の方位は、一方のGNSS 6 2 Aから他方のGNSS 6 2 Aに向かう方位として検出することができ、この一对のGNSS 6 2 Aが検出する緯度、経度、高度といった検出結果（データ）は、通信部2 3 Cを介してクラウドサーバ7に送信される。

【0105】

このため、クラウドサーバ7は、受信した一对のGNSS 6 2 Aからの検出結果から、特定方向の方位を求めることで、吊荷SLの特定方向の方位を取得することができる。

【0106】

したがって、クラウドサーバ7では、変化する特定方向の方位に基づいて、吊荷SLの特定方向に対応する仮想吊荷の仮想特定方向の方位に合わせるように、仮想空間に仮想吊荷形状を反映させる方位反映処理を行うことができる。すなわち、吊荷SLの特定方向の方位が変化することに応じて、仮想吊荷の仮想特定方向の仮想方位を特定方向の方位に合わせるように変化させることによ

って、特定方向の方位の変化を仮想空間における仮想吊荷の表示形状に反映させる。

【0107】

また、吊荷SLをワイヤロープWR2で吊り天秤61に繋いだ段階で、一対のGNSS62Aから吊荷SLまでの距離も定まるため、例えば、現場端末3から、その距離をクラウドサーバ7に送信すれば、クラウドサーバ7は、受信した一対のGNSS62Aからの検出結果から吊荷SLの高度を求めることができる。

なお、直接、吊荷SL上に方位検出部62としての一対のGNSS62Aを設置する場合には、高度の補正は必要ない。

【0108】

さらに、クラウドサーバ7は、受信した一対のGNSS62Aからの検出結果から吊荷SLの緯度・経度も求めることができる。

【0109】

したがって、クラウドサーバ7では、受信した一対のGNSS62Aからの検出結果（変化する吊荷SLの高度（高さ方向における位置）を含む位置）に基づいて、吊荷SLに対応する仮想空間上の仮想吊荷の仮想位置を吊荷SLの位置に合わせるように反映する位置反映処理を行うことができる。すなわち、吊荷SLの位置の変化に応じて、仮想空間における仮想吊荷の仮想位置を吊荷SLの位置に合わせるように変化させることによって、吊荷SLの位置の変化を仮想位置に反映させる。

【0110】

このように、吊荷状態検出セット6は、揚重作業の吊荷SLの状態を仮想空間に反映させるために使用される。

【0111】

クラウドサーバ7は、データベースDBと、物理コンピュータと同様の機能をソフトウェアで実現した仮想コンピュータと、を備えている。

【0112】

なお、本実施形態では、仮想コンピューティングを用いたクラウドサーバ7の場合について示している。

しかし、クラウドサーバ7に代えて、クラウドサーバ7と同様の処理が可能な物理コンピュータで構成した物理サーバとしてもよい。

【0113】

データベースDBは、クラウドコンピューティングサービスを提供する事業者等が設置しているデータ保存領域であり、先に触れたように、3Dマップデ

ータ上に完成状態の建設対象物の３次元モデルの反映された建設現場３次元モデルや使用予定の資材の３次元形状データ等が保存される。

【０１１４】

また、仮想空間上に再現された建設現場の状態（施工進捗）を反映した最新の建設現場３次元モデルについても保存される。

このため、翌日の建設工事再開時等には、データベースＤＢから施工進捗に応じた最新の状態の仮想空間のデータを読み出すことができる。

【０１１５】

さらに、「機種」の情報に関連付けたクレーン２の本体部２１、腕部２２Ａ等の実サイズのディメンションデータを保存している。

なお、「機種」の情報は、例えば、クレーン２の機種名であり、本実施形態では、その機種名によってクレーン２の本体部２１、腕部２２Ａ等の実サイズのディメンションデータとの関連付けが行われている。

【０１１６】

具体的には、機種名をファイル名として、その機種名のクレーン２の本体部２１、腕部２２Ａ等の実サイズのディメンションデータを保存しているので、「機種」の情報（機種名）と同じファイル名のデータを読み出すことで、「機種」の情報のクレーン２に対応するクレーン２の本体部２１、腕部２２Ａ等の実サイズのディメンションデータを取り出すことができる。

【０１１７】

仮想コンピュータは、ソフトウェアで実現された機能構成として、クラウド通信部７１と、仮想空間を制御する制御部としての空間制御部７２と、を備えている。

【０１１８】

クラウド通信部７１は、外部等との通信を行うための通信機能を発揮する機能インターフェースである。

【０１１９】

例えば、クラウド通信部７１は、クレーン２の駆動状態全般を検出する駆動検出部２３で検出された検出結果、施工進捗に応じた建設対象物の状態を検出する建設状態検出部２４で検出された検出結果、及び、現場端末３から送信される工事名等の名称、「機種」の情報、「資材」の情報等を受信する。

【０１２０】

また、クラウド通信部７１は、吊荷状態検出セット６から送信される揚重作業の吊荷ＳＬの状態を仮想空間に反映させるために検出される検出結果を受信する。

【０１２１】

一方、クラウド通信部 7 1 は、受信した検出結果等に基づいて、建設現場の状況（クレーン 2 の動作全般、吊荷 S L の状態、建設対象物の状態）を仮想空間に反映した仮想空間の画像を現場端末 3、遠隔端末 4 等に送信する。

【0 1 2 2】

空間制御部 7 2 は、クラウド上の仮想空間に建設現場の状況を再現するための制御全般を司る制御部であり、主に、（A）認識クレーン反映処理と、（B）クレーン情報反映処理と、（C）建設状態反映処理と、（D）クレーン駆動状態反映処理と、（E）吊荷状態反映処理と、を行う。

【0 1 2 3】

（A）認識クレーン反映処理：

認識クレーン反映処理は、クレーン 2 の制御部（図示せず）を起動させ、G N S S 2 3 A、及び、傾斜センサ 2 3 B の検出結果が通信部 2 3 C からクラウドサーバ 7 に送信され、その検出結果をクラウドサーバ 7 が受信すると行われる処理であり、先に説明したように、クレーン 2 の位置及び方位等に基づいて、クレーン 2 に対応する仮想空間上の仮想クレーン V R 2 を表示する処理である。

【0 1 2 4】

（B）クレーン情報反映処理：

クレーン情報反映処理は、画素座標と「機種」の情報が現場端末 3 からクラウドサーバ 7 に送信され、クラウドサーバ 7 が画素座標と「機種」の情報を受信すると行われる処理であり、先に説明したように、データベース D B から「機種」に関連付けられた本体部 2 1、腕部 2 2 A 等の実サイズの情報（データ）を取得し、受信した表示部 3 4 の画素座標に対応する位置にある仮想クレーン V R 2 の本体部、腕部 2 2 A 等にクレーン 2 の本体部 2 1、腕部 2 2 A 等の実サイズを反映する処理である。

【0 1 2 5】

（C）建設状態反映処理：

建設状態反映処理は、建設状態検出部 2 4 の検出結果が通信部 2 3 C からクラウドサーバ 7 に送信され、クラウドサーバ 7 がその検出結果を受信すると行われる処理である。

【0 1 2 6】

より詳細に説明すると、先に説明したように、現場端末 3 で設定され、表示部 3 4 に表示される工事名等の名称に対応する工事現場の仮想空間の画像は、データベース D B に保存されている建設現場 3 次元モデルに基づく画像である。

【0 1 2 7】

この建設現場 3 次元モデルは、完成状態の建設対象物の 3 次元モデル（例えば、B I M / C I M）を含んでいるが、工事開始前の状態では、建設対象物に対応する仮想空間上での仮想建設対象物 V R B（図 5 参照）は、透明（半透明でもよい）状態で表示され、仮想空間上では、あたかも仮想建設対象物 V R B が無いかのような画像としている。

【0128】

そして、建設状態検出部 2 4 の検出結果から点群データが出現した位置に対応する仮想空間上の仮想建設対象物 V R B の部分を視認できる透明ではない状態の表示にし、仮想空間の画像に構造物が現れるようにしている。

【0129】

つまり、建設状態反映処理は、建設状態検出部 2 4 の検出結果に基づいて、建設対象物の施工進捗を、建設対象物に対応する仮想空間上の仮想建設対象物 V R B に反映する処理である。

【0130】

なお、本実施形態では、建設状態反映処理は、1 秒間に 1 回以上の頻度で建設状態検出部 2 4 の検出結果を受信し、1 秒間に 1 回以上の頻度で建設対象物の施工進捗を、建設対象物に対応する仮想空間上の仮想建設対象物 V R B に反映するリアルタイム処理としている。

【0131】

(D) クレーン駆動状態反映処理：

クレーン駆動状態反映処理は、駆動検出部 2 3（一対の G N S S 2 3 A、傾斜センサ 2 3 B）の検出結果が通信部 2 3 C からクラウドサーバ 7 に送信され、クラウドサーバ 7 がその検出結果を受信すると行われる処理であり、先に説明したように、クレーン 2 の位置や移動状態、及び、腕部 2 2 A の動作を、クレーン 2 に対応する仮想空間上の仮想クレーン V R 2 の位置や移動状態、及び、腕部 2 2 A の動作に反映する処理である。

【0132】

なお、本実施形態では、クレーン駆動状態反映処理は、1 秒間に 1 回以上の頻度で駆動検出部 2 3 の検出結果を受信し、1 秒間に 1 回以上の頻度でクレーン 2 に対応する仮想空間上の仮想クレーン V R 2 の位置や移動状態、及び、腕部 2 2 A の動作に反映するリアルタイム処理である。

【0133】

(E) 吊荷状態反映処理：

吊荷状態反映処理は、方位検出部 6 2（一対の G N S S 6 2 A）の検出結果が通信部 2 3 C からクラウドサーバ 7 に送信され、クラウドサーバ 7 がその検

出結果を受信すると行われる処理である。吊荷状態反映処理では、先に説明した、方位反映処理と、位置反映処理と、が行われる。

【0134】

具体的には、吊荷状態反映処理では、変化する特定方向の方位（方位検出部62が検出する吊荷SLの形状（吊荷形状）の天秤本体部61Aの長手方向に沿う特定方向の方位の変化）に基づいて、吊荷SLの特定方向に対応する仮想吊荷の仮想特定方向の方位に合わせるように、仮想空間に仮想吊荷形状を反映させる方位反映処理が行われる。

【0135】

なお、本実施形態では、天秤本体部61Aの長手方向に沿う方向を特定方向としているが、天秤本体部61Aの長手方向に直交する水平方向を特定方向とした場合には、一方のGNSS62Aから他方のGNSS62Aに向かう方向を90°回転させることによって天秤本体部61Aの長手方向に沿う方向を求めることができるので、特定方向を長手方向に沿う方向に限定する必要はない。

【0136】

先に説明したとおり、この仮想吊荷形状（吊荷SLに対する3次元形状データ）は、データベースDBから「資材」の情報（識別子）と同じファイル名のデータを読み出すことで取得できる。

【0137】

そして、空間制御部72が、現場端末3の表示部34に表示される吊荷SLが何であるのかを設定する設定画面341Cで設定された「資材」の情報（識別子）に基づいて、データベースDBから仮想吊荷形状（吊荷SLに対する3次元形状データ）を取得して、仮想吊荷に反映させるので、空間制御部72は、本実施形態の形状取得部である。

【0138】

また、吊荷状態反映処理では、変化する吊荷SLの位置（方位検出部62が検出する吊荷SLの高度を含む位置の変化）に基づいて、仮想空間上の仮想吊荷の仮想位置を吊荷SLの位置に合わせるように変化させる位置反映処理が行われる。

【0139】

なお、本実施形態では、吊荷状態反映処理は、1秒間に1回以上の頻度で方位検出部62の検出結果を受信し、1秒間に1回以上の頻度で揚重作業の吊荷SLの状態（高さを含む位置、及び、吊荷SLがどの方向を向いているか）を仮想空間上の仮想吊荷の状態に反映するリアルタイム処理としている。

【0140】

以上のように、本実施形態によれば、吊荷状態反映処理によって、揚重作業の吊荷 S L の状態を仮想空間上に反映させて可視化でき、より安全な作業に取り組める環境を実現するために、皆で揚重作業の吊荷 S L の状態を共有することができる。

【0141】

また、さらに、本実施形態では、クレーン 2 に対応する仮想空間上での仮想クレーン V R 2 にも、現実のクレーン 2 の動作等を反映させているため、仮想吊荷の状態だけが変化するような違和感を与えない仮想空間の画像を構築することができる。

【0142】

第 2 実施形態の可視化システム 1 について、図 6 を参照しながら説明する。

第 2 実施形態の基本的な構成は第 1 実施形態と同様であるため、第 1 実施形態と同様の部分については、説明を省略し、主に異なる点について説明する。

【0143】

第 1 実施形態では、現場端末 3 を操作して「資材」の情報（識別子）を設定する必要があったが、第 2 実施形態では、揚重作業の吊荷 S L の状態を仮想空間に反映させるために用いる吊荷状態検出セット 6 に、さらに、吊荷の形状を検出する形状検出装置 6 3 を設けることで、その手間を無くしたものとする。

【0144】

図 6 は、第 2 実施形態の吊荷状態検出セット 6 を説明するための図である。

図 6 に示すように、本実施形態の吊荷状態検出セット 6 は、吊り天秤 6 1 と、吊り天秤 6 1 に着脱可能に設けられ、吊荷 S L の方位を検出する方位検出部 6 2 と、に加え、さらに、吊荷 S L の形状を検出可能な吊り天秤 6 1 の位置に着脱可能に設けられ、吊荷 S L の形状を検出する形状検出装置 6 3 を備えている。

【0145】

本実施形態の形状検出装置 6 3 は、天秤本体部 6 1 A の吊荷 S L 側に設けられた 3 D - L i D A R であり、3 D - L i D A R は、例えば、吊荷 S L の真上の位置から吊荷 S L の特定方向に直交する方向にオフセットした位置に設けられている。

【0146】

具体的には、天秤本体部 6 1 A は、天秤本体部 6 1 A の長手方向の中央部であって、吊り中央軸線 C A に直交する水平方向の天秤本体部 6 1 A の両側面から外側に延在する一対の設置部 6 1 D を備えている。

そして、その一対の設置部 6 1 D の吊荷 S L 側に向く面に、それぞれ形状検出装置 6 3 となる 3 D - L i D A R が設けられている。

【0147】

つまり、本実施形態の形状検出装置63は、吊り中央軸線CAを挟んで吊荷SLの真上の位置から吊荷SLの特定方向に直交する水平方向にオフセット（図6の紙面奥側と手前側）した一対の3D-LiDARであり、吊荷SLを左右の斜め側方から見下ろす視野で形状の検出を行うことで、おおむね全体的な形状を検出できる。

【0148】

このように第2実施形態では、形状取得部が、吊荷SLの形状を検出可能な吊り天秤61の位置に設けられた形状検出装置63（3D-LiDAR）である。

【0149】

なお、より正確に吊荷SLの形状を検出するために、例えば、クレーン2の旋回体21Bに下側の斜め側方から吊荷SLを見上げるような視野で吊荷SLの形状の検出を行う形状検出装置63としての3D-LiDARを、さらに、加えてもよい。

【0150】

そして、形状検出装置63は、第2実施形態の形状検出部としての役目を果たし、形状検出装置63によって検出された検出結果（吊荷SLの形状を表す3次元点群データ）は、通信部23Cからクラウドサーバ7に送信され、方位反映処理で仮想吊荷の仮想吊荷形状に反映される。

【0151】

なお、一対のGNSS62Aと一対の形状検出装置63（3D-LiDAR）の位置関係は、設置した時点で既知となるため、3次元点群データを位置（緯度・経度・高度）に変換して取り扱うことは、建設状態検出部24について説明したのと同様である。

【0152】

このように第2実施形態では、吊荷SLの形状を検出する形状検出装置63を加えたことにより、「資材」の情報（識別子）の設定を行う手間が省かれるとともに、データベースDBに吊荷SLに対応した仮想吊荷の形状である仮想吊荷形状の3次元形状データを保存する手間も省ける。

【0153】

なお、上記実施形態では、吊荷SLの形状を検出する形状検出装置63として、3D-LiDARを用いた場合について説明したが、例えば、形状検出装置63をステレオカメラ等にして、吊荷SLのサイズ等を含めた吊荷SLの形状を検出してもよい。

また、形状検出装置 6 3 が、3 D - L i D A R とステレオカメラの両方を備える形態であってもよい。

【0 1 5 4】

第 3 実施形態の可視化システム 1 について、図 7、8 を参照しながら説明する。

第 3 実施形態の基本的な構成は第 2 実施形態と同様であるため、第 2 実施形態と同様の部分については、説明を省略し、主に異なる点について説明する。

図 7 は、第 3 実施形態の吊荷状態検出セット 6 を説明するための斜視図である。

図 8 は、第 3 実施形態の吊荷状態検出セット 6 を説明するための側方から見た平面図である。

【0 1 5 5】

図 7、及び、図 8 に示したように、第 3 実施形態は、吊り天秤 6 1 の天秤本体部 6 1 A が容器構造を有し、その容器構造内に図示しない吊荷 S L（図示せず）を回転するための回転機構（図示せず）と回転機構を駆動させる 2 次電池（図示せず）が内蔵されている点で第 2 実施形態と異なる。

【0 1 5 6】

なお、図 8 に示すように、形状検出装置 6 3 は、容器構造の外側底面に設けられており、2 次電池（バッテリー）は自動車等で用いられるものを複数内蔵している。

【0 1 5 7】

そして、回転機構（図示せず）では、フライホイールを回転可能に支持するジンバル枠に、フライホイールを傾動可能に支持するためのジンバル軸が一体で設けられている。この回転機構は、フライホイールが中心軸周りに回転しつつ傾動することによって生じるジャイロ効果を利用する。例えば、天秤本体部 6 1 A を含むクレーン 2 のフック部 2 2 B の回動可能部分より下側全体が回転する。

【0 1 5 8】

このように第 3 実施形態では、積極的に、吊荷 S L の方位を制御することができるとともに、天秤本体部 6 1 A 内に大型のバッテリーを多数備えているので、そのバッテリーから方位検出部 6 2、及び、形状検出装置 6 3 が電力供給を受ける形態として、個別に充電する手間を省くことができる。

【0 1 5 9】

以上、具体的な実施形態を基に本発明の説明を行ってきたが、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。

例えば、第1実施形態、第2実施形態で示した吊荷S Lの旋回機構を有しない吊り天秤6 1に、自動車等で用いられている充電容量の大きな12ボルト型の2次電池（バッテリー）を設け、方位検出部6 2、及び、形状検出装置6 3に電源供給ができる吊り天秤6 1としてもよい。

【0160】

このように、本発明は、実施形態に限定されるものではなく、実施形態に変更や改良を行ったものも発明の技術的範囲に含まれるものであり、そのことは当業者にとって特許請求の範囲の記載から明らかである。

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

揚重作業の吊荷の状態を仮想空間上において可視化する可視化システムであって、

前記可視化システムは、

前記仮想空間を制御するように構成されている制御部と、

前記吊荷の方位を検出するように構成されている方位検出部と、

前記吊荷の形状を取得するように構成されている形状取得部と、を備え、

前記方位検出部は、吊荷形状の特定方向の方位を検出することで前記吊荷の方位を検出し、

前記制御部は、前記吊荷の状態を前記吊荷に対応する前記仮想空間上の仮想吊荷に反映させる吊荷状態反映処理を行い、

前記吊荷状態反映処理では、前記特定方向の方位が変化することに応じて、前記特定方向に対応する前記仮想吊荷の仮想特定方向の仮想方位を前記特定方向の方位に合わせるように変化させることによって、前記特定方向の方位の変化を前記仮想空間における前記仮想吊荷の表示形状に反映させる、可視化システム。

【請求項 2】

前記方位検出部は、前記吊荷の高さを含む位置を検出するようにさらに構成されており、

前記吊荷状態反映処理では、前記位置の変化に応じて、前記仮想空間における前記仮想吊荷の仮想位置を前記位置に合わせるように変化させることによって、前記位置の変化を前記仮想位置に反映させる、請求項 1 に記載の可視化システム。

【請求項 3】

前記可視化システムは、吊り天秤をさらに備え、

前記方位検出部が、前記吊り天秤に設けられた測位装置であり、

前記形状取得部は、前記吊荷の形状を検出可能な前記吊り天秤の位置に設けられた形状検出装置である、請求項 1 又は請求項 2 に記載の可視化システム。

【請求項 4】

揚重作業の吊荷の状態を仮想空間に反映させるために用いる吊荷状態検出セットであって、

前記吊荷状態検出セットは、

吊り天秤又は吊荷に設けられ、前記吊荷の位置及び方位を検出するように構成されている測位装置と、

前記吊荷の形状を検出可能な位置に設けられる形状検出装置と、

を備える吊荷状態検出セット。

【請求項 5】

前記吊荷状態検出セットは、前記吊り天秤をさらに備え、
前記測位装置、及び、前記形状検出装置は、前記吊り天秤に設けられている
、請求項 4 に記載の吊荷状態検出セット。