

明 細 書

発明の名称： 作業計画支援装置および作業計画支援方法

技術分野

[0001] 本発明は、クレーンによる吊荷の搬送作業を伴う作業計画を支援するための技術に関する。

背景技術

[0002] オペレータがタッチパネル方式で吊荷移動経路を入力した後に、オペレータが指定する吊荷の位置に基づいて伸縮ブームに沿って形成される断面図を作成し、かつ、モニタに表示させる技術が提案されている（例えば、特許文献1参照）。オペレータにより平面図でタッチされた点に吊荷が存在する際の伸縮ブームの軸方向に沿って形成される、外部構造物のモデル画像の断面図とクレーンのモデル画像とが表示される。入力された移動経路に沿って伸縮ブームが移動する順に、断面図が連続的に切り換えて表示される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許6805781号公報、特に第0059段落および図8

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、作業機械のアタッチメント（例えば、クレーンの伸縮ブーム）には一定の幅があるため、当該アタッチメントの一方側と外部構造物との間隔と、当該アタッチメントの他方側と外部構造物との間隔とが相違している場合がある。しかるに、前記先行技術のように、外部構造物のモデル画像の断面図および作業機械のモデル画像が表示されるだけでは、前記のような間隔の相違に鑑みて、アタッチメントと外部構造物との干渉可能性の推定が困難になる場合がある。

[0005] そこで、本発明は、作業機械のアタッチメントと外部構造物との干渉可能性の推定精度の向上を図ることができる装置等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

[0006] 本発明の作業計画支援装置は、

3次元仮想空間においてモデル化された作業機械において下部構造体に対して鉛直方向に延在する回転軸線まわりに回転可能な上部構造体の前後方向に沿って定義された指定平面群を構成する、相互に離間している複数の指定平面のそれぞれにおける、前記上部構造体およびモデル化された建造物のそれぞれの占有態様が表示されている作業計画支援画像を出力インターフェースに出力させる。

[0007] 当該構成の作業計画支援装置によれば、3次元仮想空間において作業機械および外部構造物がモデル化され、当該3次元空間における空間占有態様が定義されている。また、3次元仮想空間において、作業機械の下部構造体に対して回転軸線まわりに回転可能に設けられている上部構造体の前後方向に沿って、相互に離間している複数の指定平面により構成されている指定平面群が定義されている。一の指定平面群は、一の時点における上部構造体の下部構造体に対する回転角度およびこれに応じた前後方向の延在態様に応じて定義されている。そして、指定平面群を構成する各指定平面における上部構造体および外部構造物のそれぞれの占有態様が表示されている作業計画支援画像が出力インターフェースに出力される。

[0008] このため、出力インターフェースに出力された作業計画支援画像に接したユーザに、各指定平面における上部構造体および外部構造物のそれぞれの占有態様に鑑みて両者の干渉可能性の高低を推定させることができる。例えば、一の指定平面においては上部構造体および外部構造物のそれぞれの占有態様に鑑みて両者の干渉可能性が低いと推定されるような状況でも、他の指定平面においては上部構造体および外部構造物のそれぞれの占有態様に鑑みて両者の干渉可能性が高いことをユーザに推定させることができる。その結果、作業機械の上部構造体と外部構造物との干渉可能性の当該ユーザによる推定精度の向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]本発明の一実施形態としての作業計画支援装置の構成説明図。
- [図2]作業計画支援装置の機能を表わすフローチャート。
- [図3]1次作業計画支援画像に関する説明図。
- [図4]指定平面の定義方法に関する説明図。
- [図5]クレーンおよび建造物の指定平面における2次元空間占有態様を表示する2次作業計画支援画像に関する説明図。
- [図6]図5のW箇所の拡大図。
- [図7A]2次作業計画支援画像の第1変形例に関する説明図。
- [図7B]2次作業計画支援画像の第2変形例に関する説明図。

発明を実施するための形態

[0010] (構成)

図1に示されている本発明の一実施形態としての作業計画支援装置は、情報端末20およびデータベースサーバ102のそれぞれとネットワークを介して相互通信可能な作業計画支援サーバ10により構成されている。作業計画支援サーバ10は、第1計画支援処理要素11と、第2計画支援処理要素12と、を備えている。第1計画支援処理要素11および第2計画支援処理要素12のそれぞれは、演算処理装置(CPU、プロセッサコアなど)および記憶装置(ROM、RAMなどのメモリ)により構成されている。演算処理装置が、記憶装置から必要なデータおよび／またはプログラム(ソフトウェア)を読み取り、当該データに対して当該プログラムにしたがった後述するような演算処理を実行するように設計されている。

- [0011] データベースサーバ102は、3次元仮想空間におけるモデル化されたクレーン(作業機械)および建造物(外部構造物)の空間占有態様(サイズ、位置および姿勢など)を表わすデータなど、情報端末20を作業計画に必要なデータを記憶保持するデータベースを構成する。データベースサーバ102は、作業計画支援サーバ10の構成要素であってもよい。

- [0012] 図1に示されている情報端末20は、スマホ、タブレット端末、パーソナ

ルコンピュータおよびビーコンなどにより構成されている。図1に示されているように、情報端末20は、端末入力インターフェース21および端末出力インターフェース22を備えている。端末入力インターフェース21は、タッチパネルを構成する静電容量型のタッチボタンなどにより構成されている。端末出力インターフェース22は、タッチパネルを構成する画像表示装置のほか、音響出力装置、さらには、無線通信機器により構成されている。当該無線通信機器により、指定信号が情報端末20の外部に送信される。端末制御装置24は、演算処理装置（CPU、プロセッサコアなど）および記憶装置（ROM、RAMなどのメモリ）により構成されている。

[0013] (機能)

前記構成の遠隔操作支援システムおよび撮像機能制御システムの機能について図2に示されているフローチャートを用いて説明する。当該フローチャートにおいて「C●」というブロックは、記載の簡略のために用いられ、データの送信および／または受信を意味し、当該データの送信および／または受信を条件として分岐方向の処理が実行される条件分岐を意味している。

[0014] 情報端末20において、端末入力インターフェース21を通じて指定された第1作業計画因子が端末制御装置24により認識され、作業計画支援サーバ10に対して送信される（図2／STEP212）。「第1作業計画因子」は、異なる複数の作業状況モデルのうちの作業状況モデルである指定作業状況モデルを特定するための因子である。作業状況モデルは、仮想空間における建造物の空間占有態様および運搬候補箇所の配置態様により定義されている。作業状況モデルは、建造物の周囲においてクレーンが配置される可能性がある箇所の地形により定義されていてもよい。作業状況モデルは、現場を行きかう車両および／または作業員の空間占有態様により定義されていてもよい。この際、情報端末20を識別するための端末識別子も作業計画支援サーバ10に対して送信される。

[0015] 作業計画支援サーバ10において第1作業計画因子が受信された場合（図2／C21）、第1計画支援処理要素11により、当該第1作業計画因子に

応じた指定作業状況モデル、ひいては当該指定作業状況モデルを定義する仮想空間における建造物の空間占有態様および複数の運搬候補箇所の配置態様が認識される（図2／STEP212）。

- [0016] 作業状況モデルによれば、例えば、図3に示されている3次元直交座標系（ X 、 Y 、 Z ）により定義されている3次元仮想空間において、略直方体の建造物 Q （外部構造物）の空間占有態様が、3次元領域 $\{X, Y, Z \mid X_{q1} \leq X \leq X_{q2}, f_{q1}(X) \leq Y \leq f_{q2}(Y), g_{q1}(X, Y) \leq Z \leq g_{q2}(X, Y)\}$ または当該3次元領域の輪郭を表わす点群により定義されている。 f_{q1} および f_{q2} は、建造物 Q の Y 方向の広がり態様を定義するための主変数 X の関数（例えば、線形関数）である。 g_{q1} および g_{q2} は、建造物 Q の Z 方向の広がり態様を定義するための主変数 X および Y の関数である。
- [0017] 続いて、第1計画支援処理要素11により、3次元仮想空間における建造物 Q の空間占有態様を表わす1次作業計画支援画像が生成され、かつ、情報端末20に対して送信される（図2／STEP114）。
- [0018] 情報端末20において1次作業計画支援画像が受信された場合（図2／C21）、端末制御装置24により、当該1次作業計画支援画像が端末出力インターフェース22に出力される（図2／STEP214）。これにより、図3に示されているような斜視画像および／または図4に示されているような鳥瞰画像（クレーン M は除く。）が、仮想空間における建造物 Q の空間占有態様を表わす1次作業計画支援画像として端末出力インターフェース22に出力される。
- [0019] 情報端末20において、端末入力インターフェース21を通じて指定された第2作業計画因子が端末制御装置24により認識され、作業計画支援サーバ10に対して送信される（図2／STEP222）。「第2作業計画因子」は、作業状況モデルを定義する仮想空間におけるクレーン M （またはその基体 $M0$ ）の配置態様および諸元を指定するための因子である。例えば、建造物 Q の周囲におけるクレーン M の仮想空間における座標値および方位を示す単位ベクトル、ならびに、当該クレーン M の定格総荷重およびアタッチメ

ントM1のサイズ等を含む諸元などが第2作業計画因子に相当する。この際、情報端末20を識別するための端末識別子も作業計画支援サーバ10に対して送信される。

[0020] 基体M0は、クローラ等により走行機能を有する下部走行体と、当該下部走行体に対して鉛直に延在する旋回軸線に沿って旋回可能な上部旋回体と、により構成されている。アタッチメントM1は、上部旋回体に対して起伏可能に設けられている。基体M0を構成する下部走行体が「下部構造体」に相当し、同じく基体M0を構成する上部旋回体および／またはアタッチメントM1が「上部構造体」に相当する。

[0021] 作業計画支援サーバ10において第2作業計画因子が受信された場合（図2／C22）、第2計画支援処理要素12により、当該第2作業計画因子に応じた仮想空間におけるクレーンMの配置態様および諸元が認識される（図2／STEP122）。

[0022] 例えば、3次仮想空間において、クレーンMの構成要素である基体M0の位置および方位（方位を表わす単位ベクトル）がその配置態様として認識される。図5に示されているように、基体M0ならびにアタッチメントM1を構成するブームM11およびジブM12のそれぞれの形状およびサイズ、ブームM11の旋回角 ϕ および仰角 θ_1 の許容範囲、ジブM12の仰角 θ_2 の許容範囲、ならびに、アタッチメントM1からワイヤM21を介して吊り下げられているフックM22の巻上限界などがクレーンMの諸元として認識される。フックM22には、ブームM11の先端部（例えば、ブームポイントシーブ）から吊り下げられている主フックおよび／またはジブM12の先端部（例えば、ジブポイントシーブ）から吊り下げられている補フックが含まれていてもよい。

[0023] 仰角 θ_1 および θ_2 のそれぞれの許容範囲により、クレーンMの最高到達部位の海拔高さの許容範囲（上限高さおよび下限高さ）が定まるが、クレーンMの構造が相違している場合、その可動部位の位置および／または姿勢を定める状態量の許容範囲により、クレーンMの最高到達部位の海拔高さの許

容範囲（上限高さおよび下限高さ）が定まってもよい。

- [0024] 3次元仮想空間において、モデル化されたクレーンMおよびその構成要素の外形は実際のクレーンよりも簡素化されている、例えば、基体M0が直方体として定義され、ブームM11およびジブM12のそれぞれが四角柱または円柱として定義され、ワイヤM12が線として定義され、フックM22が点として定義されている。フックM22の形状およびサイズは、運搬対象である資材のサイズを包含するように定義されていてもよい。
- [0025] 3次元仮想空間において、アタッチメントM1の空間占有態様が、3次元領域 $\{X, Y, Z \mid X_{M11} \leq X \leq X_{M12}, f_{M11}(X) \leq Y \leq f_{M12}(Y), g_{M11}(X, Y) \leq Z \leq g_{M12}(X, Y)\}$ により定義されている。Xは基体M0の姿勢（方位角）、ブームM11の旋回角 ϕ および仰角 θ_1 、ならびに、ジブM12の仰角 θ_2 の関数である。 f_{M11} および f_{M12} は、アタッチメントM1のY方向の広がり態様を定義するための主変数Xの関数である。 g_{M11} および g_{M12} は、アタッチメントM1のZ方向の広がり態様を定義するための主変数XおよびYの関数である。
- [0026] 端末入力インターフェース21を通じて第2作業計画因子が指定されることにより、さまざまな仕様のクレーンMが選択されてもよい。クレーンMは、クローラクレーン、ホイールクレーン（タイヤ走行するクレーン、ラフテレーンクレーン、トラッククレーン、オールテレーンクレーン）などの移動式クレーンであってもよく、ジブクレーン、クライミングクレーンまたはタワークレーンなどの固定式クレーンであってもよい。クレーンMが、タワークレーンのほか、ラフィングクレーンまたは固定ジブクレーンであってもよい。クレーンMが、ブーム、ジブ、マストおよび／またはストラットをアタッチメントとしてとして備えていてもよい。ブームが、テレスコ（登録商標）（伸縮）ブームのほか、ラチスブームであってもよい。
- [0027] 続いて、第2計画支援処理要素12により、複数の指定平面のそれぞれにおけるクレーンMまたはその構成要素であるアタッチメントM1および建造物Qのそれぞれの2次元空間占有態様が認識される（図2／STEP123

）。

[0028] 具体的には、まず、3次元仮想空間においてモデル化されたクレーンMの基体M0から延在するアタッチメントM1に沿って、相互に離間している複数の指定平面が定義または認識される。当該複数の指定平面が一の指定平面群を構成する。例えば、図4に示されているように、アタッチメントM1を左右側縁部のそれぞれを包含するまたは近接するように、相互に対向する平行な一对の指定平面 P_1 および P_2 が定義される。3次元仮想空間(X, Y, Z)において、例えば、第1指定平面 P_1 が関係式 $Y = aX + b_1$ により定義され、第2指定平面 P_2 が関係式 $Y = aX + b_2$ ($b_2 \neq b_1$)により定義されている。図4に示されているように、第1指定平面 P_1 および第2指定平面 P_2 が、アタッチメントM1の中心を通る中心平面を基準として対称に配置されている。第1指定平面 P_1 および第2指定平面 P_2 が、当該中心平面を基準として非対称に配置されていてもよい。第1指定平面 P_1 および第2指定平面 P_2 が非平行に配置されていてもよい。

[0029] 第1指定平面 P_1 および／または第2指定平面 P_2 が、アタッチメントM1ではなく、基体M0を構成する上部旋回体および／またはカウンタウェイトの左および／または右の側縁に沿って前後方向または略前後方向（例えば、前後方向に対して左右に $\pm 5^\circ$ 以下の範囲で傾斜している方向）に延在するように定義されていてもよい。

[0030] そして、各指定平面 P_1, P_2 におけるアタッチメントM1の断面および／または各指定平面 P_1, P_2 に対する当該指定平面の垂線方向へのアタッチメントM1の各縁部の投影結果が、各指定平面 P_1, P_2 における当該アタッチメントM1の2次元空間占有態様として認識される。例えば、第1指定平面 P_1 におけるアタッチメントM1の2次元空間占有態様は、関係式 $f_{M11}(X) \leq Y = aX + b_1 \leq f_{M12}(Y)$ および $g_{M11}(X, Y) \leq Z \leq g_{M12}(X, Y)$ により定義されている。同様に、第2指定平面 P_2 におけるアタッチメントM1の2次元空間占有態様は、関係式 $f_{M11}(X) \leq Y = aX + b_2 \leq f_{M12}(Y)$ および $g_{M11}(X, Y) \leq Z \leq g_{M12}(X, Y)$ により定義されている。

- [0031] さらに、各指定平面 P_1 、 P_2 における建造物 Q の断面が、各指定平面 P_1 、 P_2 における当該建造物 Q の 2 次元空間占有態様として認識される。例えば、第 1 指定平面 P_1 における建造物 Q の 2 次元空間占有態様は、関係式 $f_{q1}(X) \leq Y = aX + b_1 \leq f_{q2}(Y)$ および $g_{q1}(X, Y) \leq Z \leq g_{q2}(X, Y)$ により定義されている。同様に、第 2 指定平面 P_2 における建造物 Q の 2 次元空間占有態様は、関係式 $f_{m11}(X) \leq Y = aX + b_2 \leq f_{m12}(Y)$ および $g_{q1}(X, Y) \leq Z \leq g_{q2}(X, Y)$ により定義されている。
- [0032] また、第 2 計画支援処理要素 12 により、第 2 計画支援処理要素 12 により、複数の指定平面のそれぞれにおけるクレーン M またはその構成要素であるアタッチメント $M1$ および建造物 Q のそれぞれの 2 次元空間占有態様が表示されている 2 次作業計画支援画像が生成され、かつ、情報端末 20 に対して送信される（図 2 / STEP 124）。
- [0033] 例えば、各指定平面 P_1 、 P_2 におけるクレーン M または少なくともアタッチメント $M1$ の 2 次元空間占有態様が重なるように、平行に配置された一对の指定平面 P_1 および P_2 がそれらの垂線方向に重ねられたような 2 次作業計画支援画像が生成される。図 4 に示されているように、建造物 Q の輪郭線（下縁部）とアタッチメント $M1$ とが傾斜して交差していることに由来して、図 5 に示されているように、2 次作業計画支援画像において、第 1 指定平面 P_1 における建造物 $Q(P_1)$ よりも、第 2 指定平面 P_2 における建造物 $Q(P_2)$ が左方向、すなわち、クレーン M に近づく方向にずれている。各指定平面 P_1 、 P_2 におけるクレーン M または少なくともアタッチメント $M1$ の 2 次元空間占有態様が重ならず左右方向にずれるように、平行に配置された一对の指定平面 P_1 および P_2 がそれらの垂線方向に重ねられたような 2 次作業計画支援画像が生成されてもよい。
- [0034] また、図 5 の W 部分の拡大図である図 6 に示されているように、2 次作業計画支援画像において、クレーン M またはアタッチメント $M1$ と、建造物 $Q(P_1)$ および $Q(P_2)$ との間隔が表示されている 2 次作業計画支援画像が生成されてもよい。

[0035] 情報端末20において2次作業計画支援画像が受信された場合（図2／C22）、端末制御装置24により、当該2次作業計画支援画像が端末出力インターフェース22に出力される（図2／STEP224）。これにより、図5および／または図6に示されているような2次作業計画支援画像が端末出力インターフェース22に出力される。

[0036] （作用効果）

前記機能を発揮する作業計画支援サーバ10（作業計画支援装置）によれば、3次元仮想空間においてクレーンM（作業機械）および建造物Q（外部構造物）がモデル化され、当該3次元空間における空間占有態様が定義されている（図3および図4参照）。また、3次元仮想空間において、クレーンMの基体M0から延在するアタッチメントM1に沿って、相互に離間している複数の指定平面 P_1 および P_2 により構成されている指定平面群が定義されている（図4参照）。一の指定平面群は、一の時点におけるアタッチメントM1の延在態様に応じて定義されている。そして、指定平面群を構成する各指定平面 P_1 、 P_2 におけるアタッチメントおよび建造物のそれぞれの占有態様が表示されている2次作業計画支援画像が端末出力インターフェース22に出力される（図5および図6参照）。

[0037] このため、端末出力インターフェース22に出力された2次作業計画支援画像に接したユーザに、各指定平面 P_1 、 P_2 におけるアタッチメントM1および建造物Qのそれぞれの占有態様に鑑みて両者の干渉可能性の高低を推定させることができる。例えば、一の指定平面 P_1 においてはアタッチメントM1および建造物Qのそれぞれの占有態様に鑑みて両者の干渉可能性が低いと推定されるような状況でも、他の指定平面 P_2 においてはアタッチメントM1および建造物Qのそれぞれの占有態様に鑑みて両者の干渉可能性が高いことをユーザに推定させることができる（図5および図6参照）。その結果、クレーンMのアタッチメントM1と建造物Qとの干渉可能性の当該ユーザによる推定精度の向上を図ることができる。

[0038] また、複数の指定平面 P_1 および P_2 のそれぞれにおけるアタッチメントM1

が重なるように、当該複数の指定平面 P_1 および P_2 のそれぞれにおけるアタッチメント M 1 および建造物 Q のそれぞれの占有態様が表示されている 2 次作業計画支援画像が端末出力インターフェース 2 2 に出力される（図 5 参照）。これにより、各指定平面 P_1 および P_2 におけるクレーン M のアタッチメント M 1 と建造物 Q との干渉可能性のユーザによる一括的な推定の容易が図られる。その結果、クレーン M のアタッチメント M 1 と建造物 Q との干渉可能性の推定精度の向上を図ることができる。

[0039] （本発明の他の実施形態）

前記実施形態では、作業計画支援装置が作業計画支援サーバ 1 0 により構成されていたが、他の実施形態として、作業計画支援装置が情報端末 2 0 により構成されていてもよい。すなわち、第 1 計画支援処理要素 1 1 および／または第 2 計画支援処理要素 1 2 が、端末制御装置 2 4 により構成されていてもよい。

[0040] 複数の指定平面のうち、アタッチメント M 1 および建造物 Q の間隔が最も短い一の指定平面（例えば、第 2 指定平面 P_2 ）におけるアタッチメント M 1 および建造物 Q の占有態様（例えば、 $Q(P_2)$ ）が、他の指定平面（例えば、第 1 指定平面 P_1 ）におけるアタッチメント M 1 および建造物 Q の占有態様（例えば、 $Q(P_1)$ ）とは異なる態様で表示されている 2 次作業計画支援画像が端末出力インターフェース 2 2 に出力されてもよい（図 5 および図 6 参照）。

[0041] 当該構成の作業計画支援装置によれば、アタッチメント M 1 および建造物 Q の間隔に鑑みて、両者の干渉可能性を推定するために最適な一の指定平面 P_2 における両者の占有態様の視認容易性の向上が図られる。その結果、クレーン M のアタッチメント M 1 と建造物 Q との干渉可能性の推定精度の向上を図ることができる。

[0042] 複数の指定平面のうち、基体 M 0 における回転軸線まわりにアタッチメント M 1 が回転する方向について端にある一の指定平面（例えば、図 4 においてアタッチメント M 1 が反時計回りに回転する場合は第 2 指定平面 P_2 ）にお

けるアタッチメントM1および建造物Qの占有態様（例えば、 $Q(P_2)$ ）が、他の指定平面（例えば、第1指定平面 P_1 ）におけるアタッチメントM1および建造物Qの占有態様（例えば、 $Q(P_1)$ ）とは異なる態様で表示されている2次作業計画支援画像が端末出力インターフェース22に出力されてもよい。

- [0043] 当該構成の作業計画支援装置によれば、クレーンMのアタッチメントM1の旋回方向に鑑みて、当該アタッチメントM1と建造物Qとの以後の干渉可能性をユーザが推定するために最適な一の指定平面における両者の占有態様の視認容易性の向上が図られる。その結果、クレーンMのアタッチメントM1と建造物Qとの干渉可能性の推定精度の向上を図ることができる。
- [0044] 3次元仮想空間におけるアタッチメントM1の空間占有態様の時系列に応じた複数の指定平面群のそれぞれを構成する複数の指定平面のそれぞれにおける、アタッチメントM1および建造物Qのそれぞれの占有態様が表示されている複数の2次作業計画支援画像群を逐次的または同時に端末出力インターフェース22に出力されてもよい。
- [0045] 当該構成の作業計画支援装置によれば、端末出力インターフェース22に逐次的または同時に出力された複数の時点のそれぞれに対応する複数の2次作業計画支援画像群に接したユーザに、各2次作業計画支援画像群を構成する各指定平面におけるアタッチメントM1および建造物Qの干渉可能性の高低を推定させることができる。その結果、クレーンMのアタッチメントM1と建造物Qとの干渉可能性の当該ユーザによる推定精度の向上を図ることができる。
- [0046] 複数の指定平面のそれぞれにおけるアタッチメントM1および建造物Qのそれぞれの占有態様が、アタッチメントM1および建造物Qのそれぞれの3次元仮想空間における占有態様とともに表示されている2次作業計画支援画像が端末出力インターフェース22に出力されてもよい。例えば、図7Aに示されているように、モデル化されたアタッチメントM1および建造物Qのそれぞれの空間占有態様と、一対の指定平面 P_1 および P_2 のそれぞれにおける

アタッチメントM1および建造物Qのそれぞれの占有態様が、3次元仮想空間における斜視図のように表示されている2次作業計画支援画像が端末出力インターフェース22に出力されてもよい。端末入力インターフェース21を通じて、アタッチメントM1および建造物Qの斜視図を定義する視点および視線方向がユーザにより任意に変更されてもよい。

[0047] 当該構成の作業計画支援装置によれば、端末出力インターフェース22に出力された作業計画支援画像に接したユーザに、各指定平面 P_1 、 P_2 におけるアタッチメントM1および建造物Qのそれぞれの占有態様に加えて、3次元仮想空間においてモデル化されたアタッチメントM1および建造物Qのそれぞれの立体的な空間占有態様を認識させることができる。すなわち、各指定平面 P_1 、 P_2 におけるクレーンMのアタッチメントM1および建造物Qの2次元的な空間占有態様に加えて、当該アタッチメントM1および当該建造物Qの3次元的な空間占有態様または拡がり態様をユーザに認識させることができる。その結果、クレーンMのアタッチメントM1と建造物Qとの干渉可能性の当該ユーザによる推定精度の向上を図ることができる。

[0048] 複数の指定平面のそれぞれにおけるアタッチメントM1および建造物Qのそれぞれの占有態様が、3次元仮想空間において指定平面で分断されたアタッチメントM1および建造物Qのそれぞれの断面として表示されている2次作業計画支援画像が端末出力インターフェース22に出力されてもよい。例えば、図7Bに示されているように、モデル化されたアタッチメントM1および建造物Qのそれぞれの空間占有態様が、一対の指定平面 P_1 および P_2 のうち1つ（例えば、第1指定平面 P_1 ）で分断されたアタッチメントM1および建造物Qのそれぞれの断面として表示されている2次作業計画支援画像が端末出力インターフェース22に出力されてもよい。端末入力インターフェース21を通じて、アタッチメントM1および建造物Qの斜視図を定義する視点および視線方向がユーザにより任意に変更されてもよい。

[0049] 当該構成の作業計画支援装置によれば、各指定平面におけるクレーンMのアタッチメントM1および建造物Qの2次元的な空間占有態様を、3次元仮

想空間における当該アタッチメントM1および当該建造物Qに相当する立体物の断面としてユーザによる視認容易性の向上が図られる。その結果、クレーンMのアタッチメントM1と建造物Qとの干渉可能性の当該ユーザによる推定精度の向上を図ることができる。

[0050] 指定平面を基準として基体における旋回軸線まわりのアタッチメントM1の変位方向に存在する部分の、3次元仮想空間における空間占有態様が表現されている2次作業計画支援画像が端末出力インターフェース22に出力させてもよい。例えば、図4においてアタッチメントM1が反時計回りに旋回する場合、図7Bに示されているように、アタッチメントM1および建造物Qのうち、一对の指定平面 P_1 および P_2 のうち1つ（例えば、第1指定平面 P_1 ）で分断された、当該旋回方向に存在する部分の空間占有態様が表示されている2次作業計画支援画像が端末出力インターフェース22に出力されてもよい。

[0051] 当該構成の作業計画支援装置によれば、クレーンMのアタッチメントM1の旋回方向に鑑みて、当該アタッチメントM1と建造物Qとの以後の干渉可能性を推定するために最適な立体物の一部の3次元的な空間占有態様の視認容易性の向上が図られる。その結果、クレーンMのアタッチメントM1の旋回方向に鑑みて、クレーンMのアタッチメントM1と建造物Qとの干渉可能性のユーザによる推定精度の向上を図ることができる。

[0052] 前記構成の作業計画支援装置において、
前記複数の指定平面のうち、前記上部構造体および前記建造物の間隔が最も短い一の指定平面における前記上部構造体および前記建造物の占有態様が、他の指定平面における前記上部構造体および前記建造物の占有態様とは異なる態様で表示されている前記作業計画支援画像を前記出力インターフェースに出力させることが好ましい。

[0053] 当該構成の作業計画支援装置によれば、上部構造体および外部建造物の間隔に鑑みて、両者の干渉可能性を推定するために最適な一の指定平面における両者の占有態様の視認容易性の向上が図られる。その結果、作業機械の上

部構造体と外部構造物との干渉可能性の推定精度の向上を図ることができる。

[0054] 前記構成の作業計画支援装置において、

前記複数の指定平面のうち、前記上部構造体が旋回する方向について端にある一の指定平面における前記上部構造体および前記建造物の占有態様が、他の指定平面における前記上部構造体および前記建造物の占有態様とは異なる態様で表示されている前記作業計画支援画像を前記出力インターフェースに出力させることが好ましい。

[0055] 当該構成の作業計画支援装置によれば、作業機械の上部構造体の旋回方向に鑑みて、当該上部構造体と外部構造物との以後の干渉可能性をユーザが推定するために最適な一の指定平面における両者の占有態様の視認容易性の向上が図られる。その結果、作業機械の上部構造体と外部構造物との干渉可能性の推定精度の向上を図ることができる。

[0056] 前記構成の作業計画支援装置において、

前記複数の指定平面のそれぞれにおける前記上部構造体が重なるように、前記複数の指定平面のそれぞれにおける前記上部構造体および前記建造物のそれぞれの占有態様が表示されている前記作業計画支援画像を出力インターフェースに出力させることが好ましい。

[0057] 当該構成の作業計画支援装置によれば、各指定平面における作業機械の上部構造体と外部構造物との干渉可能性のユーザによる一括的な推定の容易が図られる。その結果、作業機械の上部構造体と外部構造物との干渉可能性の推定精度の向上を図ることができる。

[0058] 前記構成の作業計画支援装置において、

前記3次元仮想空間における前記上部構造体の空間占有態様の時系列に応じた複数の前記指定平面群のそれぞれを構成する前記複数の指定平面のそれぞれにおける、前記上部構造体および前記建造物のそれぞれの占有態様が表示されている複数の作業計画支援画像群を逐次的または同時に前記出力インターフェースに出力させることが好ましい。

[0059] 当該構成の作業計画支援装置によれば、出力インターフェースに逐次的または同時に出力された複数の時点のそれぞれに対応する複数の作業計画支援画像群に接したユーザに、各作業計画支援画像群を構成する各指定平面における上部構造体および外部構造物の干渉可能性の高低を推定させることができる。その結果、作業機械の上部構造体と外部構造物との干渉可能性の当該ユーザによる推定精度の向上を図ることができる。

[0060] 前記構成の作業計画支援装置において、

前記複数の指定平面のそれぞれにおける前記上部構造体および前記建造物のそれぞれの占有態様が、前記上部構造体および前記建造物のそれぞれの前記3次元仮想空間における占有態様とともに表示されている前記作業計画支援画像を前記出力インターフェースに出力させることが好ましい。

[0061] 当該構成の作業計画支援装置によれば、出力インターフェースに出力された作業計画支援画像に接したユーザに、各指定平面における上部構造体および外部構造物のそれぞれの占有態様に加えて、3次元仮想空間においてモデル化された上部構造体および外部構造物のそれぞれの立体的な空間占有態様を認識させることができる。すなわち、各指定平面における作業機械の上部構造体および外部構造物の2次元的な空間占有態様に加えて、当該上部構造体および当該外部構造物の3次元的な空間占有態様または拡がり態様をユーザに認識させることができる。その結果、作業機械の上部構造体と外部構造物との干渉可能性の当該ユーザによる推定精度の向上を図ることができる。

[0062] 前記構成の作業計画支援装置において、

前記複数の指定平面のそれぞれにおける前記上部構造体および前記建造物のそれぞれの占有態様が、前記3次元仮想空間において前記指定平面で分断された前記上部構造体および前記建造物のそれぞれの断面として表示されている前記作業計画支援画像を前記出力インターフェースに出力させることが好ましい。

[0063] 当該構成の作業計画支援装置によれば、各指定平面における作業機械の上部構造体および外部構造物の2次元的な空間占有態様を、3次元仮想空間に

おける当該上部構造体および当該外部構造物に相当する立体物の断面としてユーザによる視認容易性の向上が図られる。その結果、作業機械の上部構造体と外部構造物との干渉可能性の当該ユーザによる推定精度の向上を図ることができる。

[0064] 前記構成の作業計画支援装置において、

前記指定平面を基準として前記回転軸線まわりの前記上部構造体の変位方向に存在する部分の、前記３次元仮想空間における空間占有態様が表現されている前記作業計画支援画像を前記出力インターフェースに出力させることが好ましい。

[0065] 当該構成の作業計画支援装置によれば、作業機械における上部構造体の下部構造体に対する回転方向に鑑みて、当該上部構造体と外部構造物との以後の干渉可能性を推定するために最適な立体物の一部の３次元的な空間占有態様の視認容易性の向上が図られる。その結果、作業機械の上部構造体の回転方向に鑑みて、作業機械の上部構造体と外部構造物との干渉可能性のユーザによる推定精度の向上を図ることができる。

符号の説明

[0066] １０…作業計画支援サーバ（作業計画支援装置）、１１…第１計画支援処理要素、１２…第２計画支援処理要素、２０…情報端末、２１…端末入力インターフェース、２２…端末出力インターフェース、Ａｎ…配置候補箇所、Ｂｍ…配置候補箇所、Ｍ…クレーン、Ｍ０…基体、Ｍ１…アタッチメント、Ｍ１１…ブーム、Ｍ１２…ジブ、Ｍ２１…ワイヤ、Ｍ２２…フック。

請求の範囲

- [請求項1] 3次元仮想空間においてモデル化された作業機械において下部構造体に対して鉛直方向に延在する旋回軸線まわりに旋回可能な上部構造体の前後方向に沿って定義された指定平面群を構成する、相互に離間している複数の指定平面のそれぞれにおける、前記上部構造体およびモデル化された建造物のそれぞれの占有態様が表示されている作業計画支援画像を出力インターフェースに出力させる作業計画支援装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の作業計画支援装置において、
前記複数の指定平面のうち、前記上部構造体および前記建造物の間隔が最も短い一の指定平面における前記上部構造体および前記建造物の占有態様が、他の指定平面における前記上部構造体および前記建造物の占有態様とは異なる態様で表示されている前記作業計画支援画像を前記出力インターフェースに出力させる作業計画支援装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の作業計画支援装置において、
前記複数の指定平面のうち、前記上部構造体が旋回する方向について端にある一の指定平面における前記上部構造体および前記建造物の占有態様が、他の指定平面における前記上部構造体および前記建造物の占有態様とは異なる態様で表示されている前記作業計画支援画像を前記出力インターフェースに出力させる作業計画支援装置。
- [請求項4] 請求項1～3のうちいずれか1項に記載の作業計画支援装置において、
前記複数の指定平面のそれぞれにおける前記上部構造体が重なるように、前記複数の指定平面のそれぞれにおける前記上部構造体および前記建造物のそれぞれの占有態様が表示されている前記作業計画支援画像を出力インターフェースに出力させる

作業計画支援装置。

[請求項5] 請求項 1 ～ 4 のうちいずれか 1 項に記載の作業計画支援装置において、

前記 3 次元仮想空間における前記上部構造体の空間占有態様の時系列に応じた複数の前記指定平面群のそれぞれを構成する前記複数の指定平面のそれぞれにおける、前記上部構造体および前記建造物のそれぞれの占有態様が表示されている複数の作業計画支援画像群を逐次的または同時に前記出力インターフェースに出力させる
作業計画支援装置。

[請求項6] 請求項 1 ～ 5 のうちいずれか 1 項に記載の作業計画支援装置において、

前記複数の指定平面のそれぞれにおける前記上部構造体および前記建造物のそれぞれの占有態様が、前記上部構造体および前記建造物のそれぞれの前記 3 次元仮想空間における占有態様とともに表示されている前記作業計画支援画像を前記出力インターフェースに出力させる
作業計画支援装置。

[請求項7] 請求項 6 に記載の作業計画支援装置において、

前記複数の指定平面のそれぞれにおける前記上部構造体および前記建造物のそれぞれの占有態様が、前記 3 次元仮想空間において前記指定平面で分断された前記上部構造体および前記建造物のそれぞれの断面として表示されている前記作業計画支援画像を前記出力インターフェースに出力させる
作業計画支援装置。

[請求項8] 請求項 7 に記載の作業計画支援装置において、

前記指定平面を基準として前記旋回軸線まわりの前記上部構造体の変位方向に存在する部分の、前記 3 次元仮想空間における空間占有態様が表現されている前記作業計画支援画像を前記出力インターフェースに出力させる

作業計画支援装置。

[請求項9]

3次元仮想空間においてモデル化された作業機械において鉛直方向に延在する旋回軸線まわりに旋回可能な上部構造体の前後方向に沿って定義された指定平面群を構成する、相互に離間している複数の指定平面のそれぞれにおける、前記上部構造体およびモデル化された建造物のそれぞれの占有態様が表示されている作業計画支援画像を出力インターフェースに出力させる工程を含んでいる作業計画支援方法。