

## 明 細 書

発明の名称： 情報取得システム

### 技術分野

[0001] 本発明は、ブーム、ジブ、ストラット、マスト等のアタッチメントと該アタッチメントを支持する支持部（旋回体等）を有するクレーン等の作業機械において、アタッチメントおよびアタッチメントに吊り下げられている吊荷のうち少なくとも一方と外部物体との干渉可能性に関する情報を取得するための情報取得システムに関する。

### 背景技術

[0002] 吊荷を吊り上げ可能なクレーンにおいて、図10に示すように、ブーム等のアタッチメントは支持部のクレーン本体の前部に回動可能に取り付けられる。クレーン本体に備えられた巻き上げウインチによってワイヤロープが巻き上げられると、ワイヤロープに接続されアタッチメントのジブ先端から垂下されたフックによって、地上の吊荷が吊り上げられる。長尺のアタッチメントは自重と吊荷によって変形する。すなわち、吊荷を吊っているときや吊ろうとロープを巻き上げたときにアタッチメントが撓む。吊荷を吊った状態でロープを巻き上げた場合、アタッチメントは前方に撓むので吊り荷位置が前側に移動し、作業半径すなわち作業領域が変化することになる。なお、アタッチメントとしては通常、ブーム、ジブ、ストラット、マスト等が含まれる。

[0003] クレーンによる地切り作業において、吊荷を吊り下げたフック及び吊荷重によりブームが撓み、これにより、図10に示すように、ブーム等のアタッチメントが撓んでいない状態よりもクレーンの作業半径が増大してしまう。

[0004] クレーンのシミュレーション装置として、特許文献1に示されるように、クレーンの動きをシミュレートする際に、該クレーンの動きに追従して、その都度変化する定格総荷重等を効率良く求めシミュレートを行う技術が提案されている。該技術における表示部に表示したクレーンが操作部によって入

力操作された際に、該入力操作に応答して表示部に表示したクレーンの表示態様を更新するとともに、定格総荷重算定部が、クレーンが作業し得る定格総荷重を算定して表示部に表示し、荷重入力ウインドウから所望の定格総荷重を入力したならば、作業半径等算定部が該定格総荷重に適合する作業領域を算定し、表示部上に表示する。

- [0005] 特許文献2は、クレーンにおいて安全性の向上を図るクレーンの制御装置を提案している。該クレーン制御装置において、ブームのたわみ量によって変化する現在の作業半径 $X$ 、揚程 $Y$ をフィードバック量として、目標値 $X_r$ 、 $Y_r$ を得るためのブーム制御信号 $\alpha_r$ 、ウインチ制御信号 $\beta_r$ が、駆動部30のブーム駆動部とウインチ駆動部に同時に出力され、ブーム起伏角とロープ長が同時に制御される。

## 先行技術文献

### 特許文献

- [0006] 特許文献1：特開平11-119640号公報

特許文献2：特開平7-187568号公報

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0007] 特許文献1に記載のように、クレーン等の建設機械による施工のための施工計画シミュレーションシステム用のソフトウェアの開発が行われているが、従来の施工計画シミュレーションシステムを用いたクレーン施工シミュレーションでは吊荷重によるブームやその他構造物の変形を表現できていないため、シミュレーションと実作業で作業半径や揚程などに大きな差異が生じるという問題が一例として挙げられる。

- [0008] 本発明は以上の従来技術の問題点に鑑みなされたものであり、本発明の目的は、施工計画シミュレーションシステムに吊り荷の重さによるアタッチメントの変形を演算して表示させる機能を持たせることで、シミュレーションと実作業の差を少なくし、より現実に近いシミュレーションが可能な情報取

得システムを提供することである。

### 課題を解決するための手段

[0009] 本発明の情報取得システムは、支持部及び前記支持部に支持され荷物を吊り下げるアタッチメントを有する作業機械の前記アタッチメント及び前記アタッチメントに吊り下げられている吊荷の少なくとも1つと外部物体との干渉可能性に関する情報を取得するための情報取得システムであって、

前記アタッチメント及び前記吊荷の質量を第1入力として取得する第1入力取得部と、

前記アタッチメントの姿勢に関する情報を第2入力として取得する第2入力取得部と、

前記第1入力及び前記第2入力に基づき、前記アタッチメント及び前記吊荷の少なくとも1つの位置を推定する位置推定部と、

前記位置推定部により推定された前記アタッチメント及び前記吊荷の少なくとも1つの位置に基づき、前記アタッチメント及び前記吊荷の少なくとも1つと外部物体との干渉可能性に関する情報を導出する情報導出部と、を有することを特徴とする。

[0010] 本発明の情報取得システムによれば、前記第1入力及び前記第2入力に基づき、前記アタッチメントおよび前記吊荷のうち少なくとも一方の位置を推定する位置推定部を有する故に、シミュレーションと実ブーム作業における変形を考慮することで、作業中の実際の作業機械の様子を忠実に再現し、現実に近い作業のシミュレーションを提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]第1の実施例の情報取得システムのハードウェアとして用いられるコンピュータの基本構成を示した構成図である。

[図2]第1の実施例の情報取得システムの機能構成を示したブロック図である。

[図3]第1の実施例の情報取得システムのモデル化した対象のクレーンを説明するためのクレーンの側面図である。

[図4]図3示すクレーンの上面図である。

[図5]第1の実施例の情報取得システムのデータ部におけるクレーン情報の一例としての揚重性能データに基づくクレーンのブーム長さと吊荷運搬作業可能な旋回中心からの距離との関係を示す図表データを説明する説明図である。

[図6]第1の実施例の情報取得システムのデータ部におけるクレーン情報の一例としてクレーンのブーム長さ及び吊荷運搬作業半径と最大許容荷重との関係を示す定格総荷重表の説明図である。

[図7]第1の実施例のシミュレーション装置において3次元モデルとしてモデル化されたクレーン及び建築現場を模式的に示した仮想空間における上面図である。

[図8]第1の実施例の情報取得システムが実行する一例としてのクレーンによるクレーンシミュレーションの概略を示すフロー図である。

[図9]第2の実施例の情報取得システムが実行する一例としてのクレーンによるクレーンシミュレーションの概略を示すフロー図である。

[図10]クレーンのブームが変形する様子を概略的に説明するためのクレーンの側面図である。

### 発明を実施するための形態

[0012] 本発明の実施例の情報取得システムは、以下、図面を参照しながら説明される。作業機械を用いたクレーン作業による建築工程計画のシミュレーションシステムを一例として、本実施例の情報取得システムは説明される。なお、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。また、実施例において、実質的に同一の機能及び構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0013] 以下の説明において、「取得する」とは、当該構成要素が情報を受信すること、データベースやメモリから探索又は読み出すこと、受信又は検知等した基礎情報に対して指定の演算処理を実行することによって情報を算定、測定、推定、設定、決定、探索、予測等すること、受信等されたパケットをデ

コードして情報を顕在化させること、さらには算定等した情報をメモリに保存すること等、他の情報処理のために当該情報を準備するためのあらゆる情報処理を実行することを意味する。

### 実施例 1

[0014] 図1は、第1の実施例の情報取得システムのハードウェアとして用いられるコンピュータによるシミュレーションシステム装置21の基本構成を示した構成図である。本実施例の情報取得システムは一般的なコンピュータが作業領域シミュレーションプログラムに従う処理を行うことにより実現される。

[0015] コンピュータによるシミュレーションシステム装置21は、各種データ及び作業領域シミュレーションプログラムを記憶する不揮発性フラッシュメモリやハードディスク等のメモリ装置11と、メモリ装置11に記憶されている当該プログラムに従い各種データの処理を行うCPU12と、外部のコンピュータ等の外部装置（図示せず）との間でデータ通信を行う例えば有線のEthernet（登録商標）規格のデバイスや無線LAN等のデバイスを含む通信装置13と、操作するユーザに対し画像を表示する液晶ディスプレイ等の表示装置14と、ユーザの操作を受付けるキーボード、マウス、タッチパネル等の操作装置15と、USB（Universal Serial Bus）デバイス等の周辺機器を接続する周辺機器接続装置16とを備える。

[0016] 図2は、シミュレーションシステム装置21で構成される情報取得システム10の機能構成を示したブロック図である。

[0017] 図2に示す情報取得システム10は、機能部として、各種データを受付する入力受付部22と、モデリング部23と、各種データを記憶するデータ部24と、演算部25と、シミュレーション表示部26と、通信部27とを備える。これらの機能部は、上記作業領域シミュレーションプログラムが、メモリ装置11中に展開され、随時CPU12による演算が行われることにより実現されている。作業領域クレーンシミュレーションを実行する情報取得システム10の機能部は以下において、順に説明される。

## [0018] [入力受付部 2 2]

入力受付部 2 2 は、作業シミュレーションに必要な各種データ（クレーン情報、資材情報、障害物を含む環境情報等のデータ部 2 4 に格納されるデータ）を外部から入力を受付ける。なお、入力受付部 2 2 は、操作装置 1 5（図 1 を参照）を介したユーザによるデータ入力を受付け、更に、周辺機器接続装置 1 6（図 1 を参照）や通信装置 1 3（図 1 を参照）を介したデータ入力を受付ける。また、情報取得システム 1 0 は、入力受付部 2 2 を介さずに、メモリ装置 1 1（図 1 を参照）に予め記憶されている作業シミュレーションに必要な各種データを利用してもよい。また、入力受付は最初だけでなく、入力受付部 2 2 を介してモデリング部 2 3 やデータ部 2 4 へ随時データ入力を受付けてもよい。

## [0019] [モデリング部 2 3]

モデリング部 2 3 は、入力受付部 2 2 で受け付けられた各種データ、資材情報（吊荷 W を含む）、障害物を含む環境情報等に対応する計算用モデルデータ、例えばポリゴンデータ／ボクセルデータ等を生成して、後述のデータ部 2 4 に格納する処理（当該データの更新処理も含む）を行う。なお、モデリング部 2 3 は、外部から入力受付部 2 2 を介して取得した実物のデータがそのまま計算用に使える場合、当該取得されたデータをそのままデータ部 2 4 に格納する。

[0020] モデリング部 2 3 は、重心算定機能を有する。該重心算定機能は、データ部 2 4 に記憶した資材情報、クレーン情報に基づいて、各資材やクレーン部位の重心を算定し、当該算定された重心を含む重心情報を資材の各々に関連付けてデータ部 2 4 に格納する。

[0021] 例えば、資材をクレーンで運搬する際に、該資材の重心の位置によって吊り上げた資材の姿勢が変位するため、かかるモデリング部 2 3 の重心算定機能では、資材情報を補完するデータとして重心を算定する。このモデリング部 2 3 の重心算定機能が算定した各資材やクレーン部位の重心情報は、演算部 2 5 におけるたわみ量計算や、経路候補の作成に使用される。

## [0022] [データ部24]

図2に示すように、本実施例の情報取得システム10のデータ部24には、クレーン情報、資材情報、運搬情報及び環境情報が含まれる。これらの情報は、以下において、順に説明される。

## [0023] (クレーン情報)

クレーン情報は、クレーンCRNの種類、大きさ、重さ（ブーム等の各部位の重量情報を含む）、最大作業半径、吊り上げ能力等の仕様データや、クレーン制御情報（クレーンの吊り上げ速度やクレーンの旋回速度等）、ブーム等の各部位の姿勢を含む姿勢に関する姿勢情報、クレーン配置位置、その他の情報なども含む。クレーン情報は、対象のクレーンを3Dモデル化された際に用いられる。クレーン情報は、実際のクレーン仕様データとそれに基づいて3Dモデル化された3Dデータがクレーンごとの識別子に関連付けられて（識別子を付されて）格納される。クレーン情報のモデル用データはモデリング部23で生成される。クレーンCRNのモデル化のためモデリング部23により、クレーン情報のうちのクレーン位置情報に基づいて、基準座標系が設定される。基準座標系（直交XYZ軸）のZ軸（鉛直方向）に基づいて種々部位の位置（座標）等を示すデータがデータ部24に姿勢情報として格納される。

[0024] 図3は、モデル化した対象のクレーンを説明するためのクレーンCRNの側面図である。図4は、図3に示すクレーンCRNの上面図である。図に示すように、以下の説明の基準座標系においては、X：第1方向（吊荷Wの前方向、すなわち吊荷Wの初期位置を通る半径方向）、Y：第2方向（吊荷Wの横方向、すなわち初期位置における旋回円の接線方向）、Z：第3方向（吊荷Wの垂直方向、すなわち鉛直方向）を基本座標とする。クレーンCRNにより吊荷Wを移動させる操作が可能な方向は、ブーム34の第1角度 $\theta$ （旋回角度）と、第2角度 $\phi$ （起伏角度：傾斜角）で規定される。例えば、図4にて、ブーム34の第1回転姿勢角度（ $\theta$ ）によるZ軸周りの所定角度（ $\theta$ ）の回転後の座標（ $X_w$ 、 $Y_w$ 、 $Z_w$ ）は、第2回転姿勢角度（ $\phi$ ）によ

るY軸周りの所定角度( $\phi$ )の回転後の座標となる。

- [0025] 作業機械としてのクレーンCRNは、下部走行体30と、その上の旋回装置31を介して旋回可能に搭載された支持部としての上部旋回体32と有している。クレーンCRNには、上部旋回体32の前部に運転室を構成するキャビンCABが設けられているとともに、その後部にはカウンタウエイトCWが設けられている。クレーンCRNは、上部旋回体32の上部に設けられ外側に起伏可能に延伸するアタッチメントとしてのブーム34を備えている。ブーム34は、その基端(下端)がブームフットピンBFP回りに起伏可能に上部旋回体32に支持されている。ブーム34の上部先端は、ワイヤロープWRによりガントリGTを介して起伏可能に支えられている。クレーンCRNは、さらにブーム34の先端部から真下へと垂れ下がるワイヤロープ35と、ワイヤロープ35の先端に取り付けられたフック部36を備える。クレーンCRNのフック部36に吊荷Wとしての資材が玉掛ロープ37を介して取り付けられ、運搬される。ワイヤロープ35は、図示しないウインチにより、繰り入れ(巻き上げ)及び繰り出し(巻き下げ)される。
- [0026] モデル化した対象のクレーンは、ブーム34の上部先端から真下を撮像するカメラ(図示せず)の映像から、操作者が、ブーム34の先端部の真下付近の作業者、重機等の位置や形状、吊荷Wの位置を目視で確認しながら、旋回装置31及びブーム34等を操作して、ブーム34の旋回、起伏及びワイヤロープ35の繰り出し及び巻き上げの各種操作を行うことができるように、構成されている。
- [0027] 更に、モデル化した対象のクレーンは、ブーム34の上部先端に、加速度センサ(図示せず)又はジャイロセンサ(図示せず)が設けられているように、構成されている。シミュレーションにおいて加速度センサは例えば起伏時等に当該上部先端の1秒における速度変化(3軸方向(X軸・Y軸・Z軸))の加速度を検出し、ジャイロセンサは例えば起伏時等に基準軸に対して1秒間に角度が何度変化している加速度を検出する。
- [0028] クレーンCRNのモデル化するためのクレーン情報における大きさのデー

タとして、 $L_j 1$ （地面からブームフットピンBFPまでの旋回中心であるZ軸上の距離）、 $L_j 2$ （旋回装置31の旋回中心であるZ軸からブーム34の先端部の距離）、 $L_j 3$ （ブーム34の先端部からの吊荷Wまでの距離）が情報取得システム10に入力される。更に、クレーンCRNのモデル化するための姿勢情報として、最大及び最小の作業半径、揚程、定格速度（巻き上げ、旋回）も情報取得システム10のデータ部24に入力される。姿勢情報としては、吊荷Wの巻き上げ時の巻き上げ速度および吊荷Wの巻き下げ時の巻き下げ速度のうち少なくとも一方や、下降速度を制御しながらの巻き下げ（フリーフォール）速度を含む。ブーム34の起伏時及び旋回時の加速度並びに巻き上げ及び下げ速度も時刻ごとにデータ部24に格納（又は更新）される。

[0029] データ部24に格納されるクレーン情報としては、図5に示すクレーン揚重性能データに基づくクレーンCRNのブーム長さや吊荷運搬作業可能な旋回中心からの距離との関係を示す図表データと、図6に示すクレーンCRNのブーム長及び吊荷運搬作業半径と最大許容荷重との関係を示す定格総荷重表データ（変形状態規定テーブル）が含まれる。変形状態規定テーブルとしての当該定格総荷重表におけるセルごとに、クレーンCRNのブームの変形状態が規定されている。すなわち、データ部24は、定格総荷重表の条件ごとにブーム変形データを持っており、クレーン情報と吊荷情報から該当する変形データが特定できるようになされている。データ部24は、所定の時間（複数の時刻間）に亘るブーム34の姿勢の変化に関する姿勢変化情報も保持している。姿勢変化情報はブーム34の起伏時及び旋回時の加速度を含む。

[0030] （資材情報）

資材情報は吊荷Wの資材の特徴を示す、重量（重量情報）、大きさ、形状、資材の重心の位置、その他である。対象のクレーンをモデル化する上で、施工建物（目的物）の施工のために用いられる実際の資材のデータとこれを基にモデル化したデータが資材ごとに識別子に関連付けられてデータ部24

に格納される。資材情報のモデル用データはモデリング部23で生成される。

[0031] (運搬情報)

環境情報は、吊荷Wの運搬の始点及び終点や、途中に経路すべき通過点の運搬経路情報（吊荷Wの位置情報）を含み、さらに、各資材が運搬される時間等々の時間情報を含む。

[0032] (環境情報)

データ部24に格納される環境情報としては、例えば、図7に示す3次元モデルとしてモデル化されたクレーンCRN及び建築現場をシミュレーションした仮想空間のデータ（仮想空間における上面図）が含まれる。環境情報すなわち環境データは、例えば図7に示すモデルの実際のクレーンCRNの周りの外部物体である障害物（建築現場BLSの資材（図示せず）やフェンスF、施工中の施工建物CBL自体、資材運搬トラックTRK、現場事務所SOF並びに既存の現場周囲の建物BL1、BL2及びBL3、（複数クレーンがある場合の他のクレーン））の緯度経度の位置データを含む。

[0033] 障害物の環境情報の内の不動産等に関するデータは、例えば、国土地理院による基盤地図情報（地理空間情報）や、地方公共団体、民間事業者等の様々な関係者によって作成された地理空間情報から取得する。

[0034] また、本実施例を建物情報モデルBIM（Building Information Modeling）のシミュレーションシステムに結合させた場合、該BIMシミュレーションシステム側に、環境情報があればそれが取得される。本実施例がBIMシミュレーションシステムに結合されていない場合、出入力装置を介して環境情報が入力される。対象の建築現場BLSをモデル化する上で、環境データとこれを基にモデル化したモデル用データが障害物ごとに識別子に関連付けてデータ部24に格納される。

[0035] 環境情報のモデル用データはモデリング部23で生成される。このモデル用データと共に環境情報すなわち環境データは、演算部25におけるたわみ量計算や、経路候補の作成に使用される。その演算結果、図7に示すように

ブーム 3 4 のたわみによって半径が変化したブーム 3 4 の作業半径  $R_S$  のシミュレーションが実行できる。ここで、図 7 に示すように、シミュレーションのブーム 3 4 の作業半径  $R_S$  は、吊荷  $W$  を吊り下げたフック及び吊荷重によりブーム 3 4 がたわむので、ブーム 3 4 がたわまない状態の作業半径  $R_R$  よりもが増大している。

[0036]     〔演算部 2 5〕

演算部 2 5 は、ブーム 3 4 や上部旋回体 3 2 の変形量を推定する算出式等の様々な演算式を保持しており、モデリング部 2 3 により認識されデータ部 2 4 に格納された情報に基づき、作業領域シミュレーションのための演算処理を行う。演算部 2 5 は、対象のブーム 3 4 を有するクレーン  $C R N$  が作業することが可能な作業領域をシミュレーションするために、重量情報取得部 2 5 a と、姿勢情報取得部 2 5 b と、クレーン  $C R N$  以外の外部物体の位置に関する情報をデータ部 2 4 から取得する外部物体位置取得部 2 5 c と、重量情報取得部 2 5 a 及び姿勢情報取得部 2 5 b からの情報に基づきブーム 3 4 と吊荷  $W$  の位置を推定する位置推定部 2 5 d と、ブーム 3 4 および吊荷  $W$  のうち少なくとも一方と当該外部物体との干渉可能性に関する情報を導出する情報導出部 2 5 e と、を有する。

[0037]     重量情報取得部 2 5 a は、ブーム 3 4 の重量（質量）とクレーン  $C R N$  が吊り上げる吊荷  $W$  の重量（質量）とを含む重量情報をデータ部 2 4 から取得する第 1 入力取得部である。

[0038]     姿勢情報取得部 2 5 b は、クレーン  $C R N$  のブーム 3 4 の姿勢を含む姿勢情報をデータ部 2 4 から取得する第 2 入力取得部である。また、姿勢情報取得部 2 5 b は、ブーム 3 4 の所定の時間（複数の時刻間）に亘る当該姿勢の変化に関する姿勢変化情報も第 2 入力としてデータ部 2 4 から取得する。

[0039]     位置推定部 2 5 d は、第 1 入力の重量情報及び第 2 入力の姿勢情報に基づき、ブーム 3 4 および吊荷  $W$  のうち少なくとも一方の位置を推定する。すなわち、位置推定部 2 5 d は、止まっているブーム 3 4 の吊荷  $W$  の重さと、ブーム 3 4 の姿勢情報のみからブーム 3 4 のたわみ量を演算できる。例えば、

位置推定部 25 d は、姿勢情報におけるブーム 34 の起伏角度に基づいてブーム 34 および吊荷 W のうち少なくとも一方の位置を推定する。

[0040] また、位置推定部 25 d は、ブーム 34 の吊荷の巻き上げ時の巻き上げ速度および巻き下げ時の巻き下げ速度のうち少なくとも一方に基づいてブーム 34 および吊荷 W のうち少なくとも一方の位置を推定することができる。さらに、位置推定部 25 d は、姿勢情報と吊荷 W の質量毎にブーム 34 の変形状態を規定した変形状態規定テーブル（定格総荷重表データ）とに基づいて、ブーム 34 の変形量を推定し、当該変形量に応じてブーム 34 および吊荷 W のうち少なくとも一方の位置を推定することができる。

[0041] 情報導出部 25 e は、位置推定部 25 d により推定されたブーム 34 および吊荷 W のうち少なくとも一方の位置に基づき、ブーム 34 および吊荷 W のうち少なくとも一方と外部物体との干渉可能性に関する情報を導出する。

[0042] さらに、位置推定部 25 d は、第 1 入力の重量情報及び第 2 入力の姿勢情報に基づき、上部旋回体 32 の変形量（例えば、下部走行体 30 に対する上部旋回体 32 の傾き）及びブーム 34 の変形量を推定し、当該変形量に応じて定まるブーム 34 および吊荷 W のうち少なくとも一方の位置を推定することもできる。例えば、位置推定部 25 d は、第 1 入力の重量情報及び第 2 入力のブーム 34 の姿勢の変化に関する姿勢情報に基づき、ブーム 34 および吊荷 W のうち少なくとも一方の位置を所定の時間に亘って推定することができる。すなわち、位置推定部 25 d は、上部旋回体 32 の変形量及びブーム 34 の変形量を所定の時間に亘って推定し、当該変形量に応じて定まるブーム 34 および吊荷 W のうち少なくとも一方の位置を推定することができる。

[0043] 姿勢変化情報がブーム 34 の起伏時の加速度を含む場合、位置推定部 25 d は起伏時の加速度に基づいてブーム 34 および吊荷 W のうち少なくとも一方の位置を推定することができる。

[0044] 姿勢変化情報がブーム 34 の旋回時の加速度を含む場合、位置推定部 25 d は旋回時の加速度に基づいてブーム 34 および吊荷 W のうち少なくとも一方の位置を推定することができる。

- [0045] 姿勢変化情報が吊荷Wの巻き上げ時の巻き上げ速度および吊荷Wの巻き下げ時の巻き下げ速度のうち少なくとも一方を含む場合、位置推定部25dは巻き上げ時の巻き上げ速度に基づいて位置を推定することができる。
- [0046] 位置推定部25dは、ブーム34の姿勢及び吊荷Wの質量毎にブーム34の変形状態を規定した変形状態規定テーブルに基づいて、ブーム34の変形量を所定の時間に亘って推定し、当該変形量に応じて定まるブーム34および吊荷Wのうち少なくとも一方の位置を推定することができる。
- [0047] また、姿勢変化情報がブーム34の巻き上げ時の巻き上げ速度および巻き下げ時の巻き下げ速度のうち少なくとも一方を含む場合、位置推定部25dは、ブーム34の吊荷の巻き上げ時の巻き上げ速度および巻き下げ時の巻き下げ速度のうち少なくとも一方に基づいてブーム34および吊荷Wのうち少なくとも一方の位置を推定することができる。さらに、位置推定部25dは、姿勢情報と吊荷Wの質量毎にブーム34の変形状態を規定した変形状態規定テーブル（定格総荷重表データ）とに基づいて、ブーム34の変形量を推定し、当該変形量に応じてブーム34および吊荷Wのうち少なくとも一方の位置を推定することができる。
- [0048] 図8は、CPU12（図2）が演算部25として実行する作業領域シミュレーションの一例としてのクレーンによるクレーンシミュレーションの概略を示すフローである。
- [0049] ステップS1：CPU12は、ブームの重量情報を取得してメモリ装置11（図2）に保持する。ブーム重量情報には、例えば、ブーム34や吊荷Wの資材の重量、大きさ、形状等の情報が含まれる。ブーム重量情報は、クレーンの動作速度（例えば、クレーンの吊り上げ速度やクレーンの旋回速度等）の基準となるクレーン制御情報に含まれる。
- [0050] ステップS2：CPU12はブーム34の重量情報を取得してメモリ装置11に保持する。ブームの姿勢情報には、例えば、クレーンのブーム34の位置情報として第1回転姿勢角度（ $\theta$ ）や第2回転姿勢角度（ $\phi$ ）等を含む。

- [0051] ステップS3：CPU12は、ブーム34のブーム重量情報と姿勢情報に基づき、ブーム34および吊荷Wのうち少なくとも一方の位置を推定して、その結果をメモリ装置11に保持する。
- [0052] ステップS4：CPU12は上記推定されたブーム34および吊荷Wのうち少なくとも一方の位置に基づき、ブーム34および吊荷Wのうち少なくとも一方と外部物体との干渉可能性に関する情報を導出、すなわちメモリ装置11においてシミュレーションする。当該シミュレーションは所定のブームの変形量算出式を用いて実行される。
- [0053] ステップS5：CPU12はシミュレーション導出結果を、シミュレーション表示部26を介して表示装置14へ送信する。
- [0054] 演算部25は、更に、モデリング部23により認識されデータ部24に格納された情報に基づき、吊荷Wが障害物に接触しない吊荷Wの運搬経路を算出して経路候補を生成し、各経路候補での運搬時間を予測することができる。すなわち、演算部25は、クレーン情報と資材情報及び運搬経路情報（例えば、ユーザから入力された吊荷としての資材の始点、通過点及び終点の位置等）に基づいて、資材の運搬経路と運搬時間を演算することができる。
- [0055] [シミュレーション表示部26]  
シミュレーション表示部26は、演算部25の演算結果の吊荷Wの運搬経路や、データ部24における種々の情報の表示を表示装置14（図2）に対し指示する。
- [0056] [通信部27]  
通信部27は、モデリング部23による、入力受付部22のデータ入力としミュレーション表示部26のデータ出力を通信装置13（図2）に対し指示する。

## 実施例 2

- [0057] 第2の実施例の構成は、システムにおけるCPU12（図2）が実行する図8に示す作業領域シミュレーションの一部が異なる以外、第1の実施例のものと同一である。

[0058] 図9は、第2の実施例のCPU12（図2）が演算部25として実行する作業領域シミュレーションの一例としてのクレーンによるクレーンシミュレーションの概略を示すフローチャートである。図9のクレーンシミュレーションフローは、ステップS2とステップS3の間にステップS2aを実行する以外、第1の実施例の図8のクレーンシミュレーションフローと同一である。よって、第1の実施例と異なる第2の実施例のステップS2aのみを説明する。

[0059] ステップS2aでは、CPU12は変形状態規定テーブル（図6、参照）からブームの変形状態を取得してメモリ装置11に保持する。そして、ステップS3にて、CPU12は、ブーム34のブーム重量情報と姿勢情報と変形状態に基づき、ブーム34および吊荷Wのうち少なくとも一方の位置を推定して、その結果をメモリ装置11に保持する。

[0060] なお、いずれの実施例も、アタッチメントが、テレスコ（登録商標）（伸縮）ブーム、ラチスブームの場合でも上記実施例の情報取得システムを適用できる。また、いずれの実施例も、アタッチメントとしてブーム以外のマスト、ストラットを用いた場合でも、上記実施例の情報取得システムを適用できる。さらに、いずれの実施例も、ホイールクレーン（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）や、クローラクレーン等の移動式クレーンや、ジブクレーン、クライミングクレーン、タワークレーン等の固定式クレーンや、ラフティング仕様クレーン、固定ジブ仕様クレーンにおいても、上記実施例の情報取得システムを適用することが可能である。

[0061] 以上、本発明によれば、建設現場に所在する構造部等に関する環境情報と、資材情報と、該資材を運搬する際に用いる建設機械情報（例えばクレーン情報）とがデータ部に格納される。該データ部に格納した建設機械情報と環境情報から算出した吊荷が通れる空間と資材情報と建設機械情報とに基づいて、該資材を運搬することができる複数の経路が算出され、算出した複数の経路のいずれかを用いて、資材を運搬するシミュレーションを行う構成がな

される。これにより、クレーン操作者の熟練度に左右されることなく、吊荷が通れる空間内に収まる経路を迅速に決定することが可能となり、得られたシミュレーションを利用した自動クレーン操作が可能となり、さらに、施工計画に要する時間を短縮することが可能となる等の効果が得られる。

### 符号の説明

- [0062]    1 0    情報取得システム  
          2 2    入力受付部  
          2 3    モデリング部  
          2 4    データ部  
          2 5    演算部  
          2 6    シミュレーション表示部  
          2 7    通信部  
          3 0    下部走行体  
          3 1    旋回装置  
          3 2    上部旋回体  
          3 4    ブーム  
          3 5    ワイヤロープ  
          3 6    フック部  
          3 7    玉掛ロープ  
W    吊荷  
C R N    クレーン  
C A B    キャビン

### 請求の範囲

- [請求項1]        支持部及び前記支持部に支持され荷物を吊り下げるアタッチメントを有する作業機械の前記アタッチメント及び前記アタッチメントに吊り下げられている吊荷の少なくとも1つと外部物体との干渉可能性に関する情報を取得するための情報取得システムであって、
- 前記アタッチメント及び前記吊荷の質量を第1入力として取得する第1入力取得部と、
- 前記アタッチメントの姿勢に関する情報を第2入力として取得する第2入力取得部と、
- 前記第1入力及び前記第2入力に基づき、前記アタッチメント及び前記吊荷の少なくとも1つの位置を推定する位置推定部と、
- 前記位置推定部により推定された前記アタッチメント及び前記吊荷の少なくとも1つの位置に基づき、前記アタッチメント及び前記吊荷の少なくとも1つと外部物体との干渉可能性に関する情報を導出する情報導出部と、
- を有することを特徴する情報取得システム。
- [請求項2]        前記位置推定部は、前記第1入力及び前記第2入力に基づいて前記支持部の変形量及び前記アタッチメントの変形量を推定し、当該変形量に応じて定まる前記アタッチメント及び前記吊荷の少なくとも1つの位置を推定することを特徴する請求項1に記載の情報取得システム。
- [請求項3]        前記姿勢に関する情報は、前記アタッチメントの起伏角度を含み、前記位置推定部は前記起伏角度に基づいて前記アタッチメント及び前記吊荷の少なくとも1つの位置を推定することを特徴とする請求項1又は2に記載の情報取得システム。
- [請求項4]        前記姿勢に関する情報は、前記吊荷の巻き上げ時の巻き上げ速度及び前記吊荷の巻き下げ時の巻き下げ速度の少なくとも1つを含み、前記位置推定部は前記巻き上げ速度及び前記巻き下げ速度の少なくとも

1 つに基づいて前記アタッチメント及び前記吊荷の少なくとも 1 つの位置を推定することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の情報取得システム。

[請求項5] 前記位置推定部は、前記姿勢に関する情報及び前記吊荷の質量毎に前記アタッチメントの変形状態を規定した変形状態規定テーブルに基づいて前記アタッチメントの変形量を推定し、当該変形量に応じて前記アタッチメント及び前記吊荷の少なくとも 1 つの位置を推定することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の情報取得システム。

[請求項6] 支持部及び前記支持部に支持され荷物を吊り下げるアタッチメントを有する作業機械の前記アタッチメント及び前記アタッチメントに吊り下げられている吊荷の少なくとも 1 つと外部物体との干渉可能性に関する情報を取得するための情報取得システムであって、

前記アタッチメント及び前記吊荷の質量を第 1 入力として取得する第 1 入力取得部と、

前記アタッチメントの所定の時間に亘る姿勢の変化に関する情報を第 2 入力として取得する第 2 入力取得部と、

前記第 1 入力及び前記第 2 入力に基づき、前記アタッチメント及び前記吊荷の少なくとも 1 つの位置を所定の時間に亘って推定する位置推定部と、

前記位置推定部により推定された前記アタッチメント及び前記吊荷の少なくとも 1 つの位置に基づき、前記アタッチメント及び前記吊荷の少なくとも 1 つと外部物体との干渉可能性に関する情報を導出する情報導出部と、

を有する情報取得システム。

[請求項7] 前記位置推定部は、前記第 1 入力及び前記第 2 入力に基づいて前記支持部の変形量及び前記アタッチメントの変形量を前記所定の時間に亘って推定し、当該変形量に応じて定まる前記アタッチメント及び前

記吊荷の少なくとも 1 つの位置を推定することを特徴する請求項 6 に記載の情報取得システム。

[請求項8] 前記姿勢の変化に関する情報は、前記アタッチメントの起伏時の加速度を含み、前記位置推定部は前記起伏時の加速度に基づいて前記アタッチメント及び前記吊荷の少なくとも 1 つの位置を推定することを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の情報取得システム。

[請求項9] 前記姿勢の変化に関する情報は、前記アタッチメントの旋回時の加速度を含み、前記位置推定部は前記旋回時の加速度に基づいて前記位置を推定することを特徴とする請求項 6 乃至 8 のいずれか一項に記載の情報取得システム。

[請求項10] 前記姿勢の変化に関する情報は、前記吊荷の巻き上げ時の巻き上げ速度及び前記吊荷の巻き下げ時の巻き下げ速度の少なくとも 1 つを含み、前記位置推定部は前記巻き上げ時の巻き上げ速度又は前記巻き下げ時の巻き下げ速度に基づいて前記位置を推定することを特徴とする請求項 6 乃至 9 のいずれか一項に記載の情報取得システム。

[請求項11] 前記位置推定部は、前記アタッチメントの姿勢及び吊荷の質量毎に前記アタッチメントの変形状態を規定した変形状態規定テーブルに基づいて、前記アタッチメントの変形量を前記所定の時間に亘って推定し、当該変形量に応じて定まる前記アタッチメント及び前記吊荷の少なくとも 1 つの位置を推定することを特徴とする請求項 6 乃至 10 のいずれか一項に記載の情報取得システム。