

【書類名】 明細書

【発明の名称】 クレーン自動運転システム

【技術分野】

【0001】

本開示は、クレーン自動運転システムに関する。

【背景技術】

【0002】

特開平10-258989号公報には、クレーンの自動運転装置が開示されている。この自動運転装置は、基礎構造物上に固定されたマストと、マスト上に左右に旋回可能に設けられた旋回体と、旋回体に上下に起伏可能に設けられたジブと、ジブ先端部から吊り下げられるフックブロックとを備えたタワークレーンを自動運転する。タワークレーンを自動運転する場合、旋回体上の操作室にいる操作者は、運転スケジュール入力装置に吊り荷（フックブロック）の移動の始点と終点とを入力するとともに、障害物がある場合には、障害物の配置を入力する。操作者に入力された始点と終点と障害物の配置とは、運転スケジュール入力装置から自動運転制御装置に入力される。自動運転制御装置は、始点と終点と障害物の配置とから吊り荷の始点から終点までの移動経路を算出し、実際の吊り荷の移動を行う。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、建設現場には、吊り荷の移動の始点位置となる荷取り場及び移動の終点位置となる荷降ろし場は複数存在し、また、揚重作業の対象物（吊り荷）も様々であるので、新たな揚重作業を行う場合には、操作室の操作者（以下、単に「操作者」という。）は、これらの情報をクレーンの自動運転装置に入力する必要がある。しかし、タワークレーンの操作室は比較的高い位置にあり、また、操作室の下方には、建設中の建物等が存在する場合が多いので、操作者は、次の揚重作業の対象物の情報（種類、大きさ、重さ等）や始点位置及び終点位置を、操作室から視認することは難しい。このため、次の揚重作業の対象物の情報や始点位置及び終点位置を、新たな始点位置または終点位置にいる玉掛者等の作業員から操作者へトランシーバー等によって伝えて、その内容を操作者がクレーン自動運転システムに入力することが行われている。

【0004】

しかし、揚重作業の対象物の情報や始点位置及び終点位置を、玉掛者等の作業員から操作者へ伝えると、作業効率が低下するとともに、伝達ミス等のヒューマンエラーが発生するおそれがあるので、操作者の負担が増大する。

【0005】

本開示の目的は、作業効率を向上させることができ、ヒューマンエラーの発生を抑えることが可能なクレーン自動運転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】

【0006】

第1の態様では、吊荷を支持可能なクレーンの吊荷支持部を始点位置から終点位置へ移動させるクレーン自動運転システムを提供する。前記クレーン自動運転システムは、前記クレーンの駆動装置を制御するように構成されている制御装置と、前記制御装置に通信可能に接続される端末とを備え、前記端末は、前記始点位置及び前記終点位置の少なくとも一方についての位置情報である吊荷位置情報を設定する吊荷位置設定手段と、吊荷に関する吊荷情報を設定する吊荷情報設定手段と、を有し、設定した前記吊荷位置情報及び前記吊荷情報を前記制御装置へ送信するように構成されており、前記制御装置は、前記端末から受信した前記吊荷位置情報及び前記吊荷情報に基づいて前記始点位置から前記終点位置への経路を作成する経路作成手段と、前記経路に基づいて前記クレーンの前記吊荷支持部を移動させるように前記駆動装置を自動制御するクレーン制御手段と、を有する。

【0007】

一実施形態では、前記端末は、表示部と、建設現場の状態を表す三次元情報を取得する三次元情報取得手段と、前記三次元情報に基づいて前記建設現場を仮想空間に再現して前記表示部に三次元表示させる表示処理手段と、をさらに有してよく、前記端末の前記吊荷位置設定手段は、前記表示部に表示される仮想空間上の前記建設現場において指定された位置を前記吊荷位置情報に設定するように構成されてよい。

【0008】

一実施形態では、前記端末は、前記端末の現在位置である端末位置情報を取得する端末位置取得手段をさらに有し、前記端末位置情報を前記制御装置へ送信するように構成されていてよく、前記制御装置は、前記端末から受信した前記端末位置情報と前記吊荷位置情報とに基づいて、前記端末の現在位置と前記吊荷位置情報が示す位置とが所定の距離以上離間しているか否かを判定する端末位置判定手段をさらに有してよく、前記クレーン制御手段は、前記端末の現在位置と前記吊荷位置情報が示す位置とが前記所定の距離以上離間していると前記端末位置判定手段が判定した場合には、前記駆動装置の自動制御を実行しないように構成されていてよい。

【0009】

一実施形態では、前記端末は、前記端末の現在位置である端末位置情報取得する端末位置取得手段をさらに有してよく、前記端末の前記吊荷情報設定手段は、前記端末位置情報を前記吊荷位置情報に設定するように構成されている。

【図面の簡単な説明】

【0010】

図1は、一実施形態に係るクレーン自動運転システムの模式的な全体構成図である。

図2は、クレーン自動運転システムのブロック図である。

図3は、ハードウェア構成の一例を示す説明図である。

図4は、端末の表示部の一例を示す説明図である。

図5は、クレーン自動運転システムの処理のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。

【0012】

本発明の一実施形態に係るクレーン自動運転システム100は、吊荷Oを支持可能なクレーン1の吊荷支持部2を始点位置から終点位置へ移動させるシステムである。

【0013】

図1に示すように、本実施形態のクレーン1は、固定式のタワークレーンであって、基礎3に対して固定されて上下方向に延びるマスト4と、マスト4の上部に旋回可能に支持される旋回体5と、旋回体5に起伏可能に支持されるジブ6と、ジブ6の先端から吊り下げられた吊荷支持部2とを備える。なお、マスト4は、建設物に対して固定されていてもよい。

【0014】

旋回体5は、旋回装置（駆動装置）7を介してマスト4の上部に旋回可能に支持される。旋回体5は、上下方向に延びる軸（旋回軸）を中心として旋回可能である。なお、旋回体5は、マスト4に上下方向に昇降可能に支持されていてもよい。

【0015】

旋回体5には、ジブ6を起伏可能にする起伏ウィンチ（駆動装置）8と、吊荷支持部2を昇降可能にする昇降ウィンチ（駆動装置）9と、旋回体5から起立する支持フレーム10とが設けられる。

【0016】

起伏ウィンチ8には、起伏ワイヤロープ11が巻回される。起伏ワイヤロープ11は、起伏ウィンチ8から支持フレーム10を介してジブ6まで延びてジブ6の先端部に連結される。起伏ウィンチ8を駆動することによって、起伏ワイヤロープ11が巻き取られ、又は送り出されて、ジブ6が基端側を支点に起伏可能となっている。

【0017】

昇降ウィンチ9には、昇降ワイヤロープ12が巻回される。昇降ワイヤロープ12は、昇降ウィンチ9から支持フレーム10及びジブ6の先端部を介して、ジブ6の先端部から下方へ延びる。昇降ワイヤロープ12の先端には、吊荷支持部2が連結される。昇降ウィンチ9を駆動することによって、昇降ワイヤロープ12が巻き取られ、又は送り出されて、吊荷支持部2が鉛直方向に昇降移動可能となっている。吊荷支持部2は、吊荷Oを支持可能であれば特に限定されるものではなく、例えば、フックブロックであってもよいし、或いはバケットであってもよい。

【0018】

図1及び図2に示すように、クレーン1には、クレーン1の各種状態量を取得する各種センサが設けられる。本実施形態では、旋回体5の旋回角を取得する旋回角エンコーダ13と、ジブ6の起伏角を取得する起伏角エンコーダ14と、吊荷支持部2の昇降位置を取得する昇降位置エンコーダ15とを有する。旋回角エンコーダ13は、旋回装置7の回転数から旋回体5の旋回角を取得する。これにより、ジブ6の旋回角を取得することができる。起伏角エンコーダ14は、起伏ウィンチ8の回転数からジブ6の起伏角を取得する。昇降位置エンコーダ15は、昇降ウィンチ9の回転数から吊荷支持部2の昇降位置を取得する。クレーン1は、固定式のタワークレーンであるので、その設置位置（緯度・経度・高度）は特定される。また、マスト4の高さ及びジブ6の長さも特定される。このため、クレーン1の所定の基準位置（例えば、マスト4の頂部の旋回軸中心位置）と、クレーン1の各種状態量とを取得することによって、その時のジブ6の先端の位置（緯度・経度・高度）を特定することができる。

【0019】

なお、本実施形態では、クレーン1の各種状態量を、旋回角エンコーダ13、起伏角エンコーダ14、及び昇降位置エンコーダ15からの情報によって取得したが、これに限定されるものではなく、種々の方法でクレーン1の各種状態量を取得することができる。例えば、クレーン1の各種状態量を、ジブ6の先端や吊荷支持部2に設けたGPS（Global Positioning System）、或いはGNSS（Global Navigation Satellite System）等によって取得してもよい。

【0020】

図1及び図2に示すように、クレーン自動運転システム100は、クレーン1を制御する制御装置20と、制御装置20に通信可能に接続される端末30とを備える。制御装置20は、上記各種センサからのクレーン1の各種状態量（旋回体5の旋回角、ジブ6の起伏角、及び吊荷支持部2の昇降位置）に基づいて、クレーン1の旋回装置7、起伏ウィンチ8、及び昇降ウィンチ9等の駆動装置を制御する。

【0021】

図3に示すように、制御装置20及び端末30は、コンピュータ等の演算を行う装置であり、CPU41と、RAM42と、ROM43と、表示部44と、通信部45と、を備えており、それらがバス46でアクセス可能に接続されている。

【0022】

CPU (Central Processing Unit) 41は、ROM43に記憶されているプログラムをRAM42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。

【0023】

RAM (Random Access Memory) 42は、各種のデータ、CPU41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。

【0024】

ROM (Read Only Memory) 43は、プログラム等（例えば、本実施形態のクレーン自動運転システム100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。

【0025】

表示部44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44は、表示機能に加えて、各種の入力を行う入力部としても機能する。なお、制御装置20及び端末30は、表示部44とは別に入力部を備えていてもよい。

【0026】

通信部45は、外部の装置との通信を制御するための通信インターフェースであり、例えば、ネットワークインターフェースや無線インターフェース等である。本実施形態の制御装置20及び端末30の通信部45は、ネットワークNを介して互いに通信可能に接続される。ネットワークNは、クローズドネットワークであってもよいし、オープンネットワークであってもよい。

【0027】

なお、以下の説明では、制御装置 20 に設けられる CPU 41 等のハードウェア構成を表す場合には、「制御装置 20 の CPU」等といい、端末 30 に設けられる CPU 41 等のハードウェア構成を表す場合には、「端末 30 の CPU」等という。

【0028】

図 1 及び図 2 に示すように、端末 30 は、作業員 P が持ち運び可能なタブレット等の携帯端末である。端末 30 は、端末位置取得部（端末位置取得手段）31 と、吊荷位置設定部（吊荷位置設定手段）32 と、吊荷情報設定部（吊荷情報設定手段）33 と、三次元情報取得部（三次元情報取得手段）34 と、表示処理部（表示処理手段）35 とを有する。端末 30 の CPU は、端末 30 の ROM に記憶されたプログラムなどのソフトウェアと協働して情報処理を実行することによって、端末位置取得手段、吊荷位置設定手段、吊荷情報設定手段、三次元情報取得手段、及び表示処理手段として機能する。なお、本実施形態では、端末位置取得部 31、三次元情報取得部 34、及び表示処理部 35 を端末 30 に設けているが、これらを設けなくてもよい。

【0029】

端末位置取得部 31 は、端末 30 の現在位置である端末位置情報を取得する。端末位置情報は、三次元座標情報（X 座標、Y 座標、Z 座標）である。例えば、端末位置取得部 31 は、端末 30 に設けられた GPS の情報（緯度・経度・高度）を、端末 30 の端末位置情報として取得してもよい。或いは、端末位置取得部 31 は、作業員 P が携帯する GNSS の情報（緯度・経度・高度）を受信し、端末 30 の端末位置情報として取得してもよい。

【0030】

吊荷位置設定部 32 は、吊荷 O を移動する際の始点位置及び終点位置の少なくとも一方（本実施形態では双方）の位置情報である吊荷位置情報を、制御装置 20 に対して設定する。吊荷位置設定部 32 は、吊荷位置情報の入力又は取得を受け付け、入力された又は取得した吊荷位置情報を制御装置 20 へ送信する。例えば、本実施形態では、吊荷位置設定部 32 は、端末 30 の表示部に表示される後述する仮想空間 VS 上の建設現場の三次元モデルで指定された（入力された）位置の位置情報を、吊荷位置情報として制御装置 20 に設定する。他の実施形態としては、始点位置及び終点位置のいずれか一方で玉掛け作業等を行う作業員 P が端末 30 を操作することを前提とし、端末位置取得部 31 が取得した端末位置情報を、吊荷位置情報として制御装置 20 に設定してもよい。

【0031】

吊荷位置情報は、制御装置 20 側で位置を特定可能な情報であればよく、例えば、三次元の座標情報（X 座標、Y 座標、Z 座標）であってもよい。或いは、制御装置 20 が、位置又はエリア毎に設定されたエリア ID と、その位置又はエリアの三次元座標情報とを対応付けて予め記憶している場合には、エリア ID を吊荷位置情報としてもよい。また、吊荷位置情報としての三次元座標情報は、ピンポイントの位置を表す三次元座標情報（X 座標、Y 座標、Z 座標）であってもよいし、或いは、2 次元又は 3 次元の所定の範囲（エリア）を表す三次元座標情報（X1－X2 座標、Y1－Y2 座標、Z1－Z2 座標）であってもよい。また、三次元座標情報は、緯度・経度・高度を示す情報であってもよいし、或いは、後述する仮想空間 VS 上の建設現場の三次元モデルに対応する座標情報（X 座標、Y 座標、Z 座標）であってもよい。

【0032】

なお、本実施形態では、吊荷位置設定部 32 は、始点位置及び終点位置の双方の吊荷位置情報を、制御装置 20 に対して設定するが、これに限定されるものではない。例えば、始点位置及び終点位置の一方が変化しない特定の位置であり、制御装置 20 側に予め設定されている場合には、吊荷位置設定部 32 は、上記一方の吊荷位置情報を制御装置 20 に対して設定する必要はなく、他方の吊荷位置情報のみを、制御装置 20 に対して設定してもよい。

【0033】

吊荷情報設定部 33 は、吊荷 O に関する吊荷情報を、制御装置 20 に対して設定する。吊荷情報は、吊荷 O に関する様々な情報であって、その大きさ及び重量を制御装置 20 側で特定できる情報であることが好ましい。吊荷情報設定部 33 は、吊荷情報の入力を受け付け、入力された吊荷情報を制御装置 20 へ送信する。例えば、予め吊荷 O 毎に対応付けられている ID 番号があり、ID 番号が分かればその吊荷 O の情報（大きさ及び重量等）が得られる場合には、吊荷情報設定部 33 は、入力された ID 番号を吊荷情報としてもよい。

【0034】

三次元情報取得部 34 は、建設現場を仮想空間 VS に再現して端末 30 の表示部に三次元表示させるための三次元情報を所定の記憶手段から取得する。この三次元情報を記憶する上記所定の記憶手段は、端末 30 の所定の記憶部（ストレージ）であってもよいし、或いはデータベースサーバに構築されてもよい。データベースサーバに構築される場合、当該データベースサーバをローカルネットワーク上に配置してもよいし、或いはインターネット経由で情報を保存するクラウドサーバとしてもよい。

【0035】

建設現場を仮想空間VSに再現して端末30の表示部に三次元表示させるための三次元情報は、例えば、建設現場の点群データであってもよいし、建設現場の点群データに基づき生成されるデジタルツインであってもよいし、建設現場のデジタルツインに属性情報を付加したBIM (Building Information Modeling) モデルまたはCIM (Construction Information Modeling) モデル (以下、「BIM/CIMモデル」という。) であってもよい。点群データとは、例えば、三次元座標のそれぞれに対応付けられた点の集合を示すデータである。また、デジタルツインとは、例えば、物理空間から取得した情報をもとに、デジタル空間 (仮想空間) に物理空間のコピーを再現したデータである。また、BIM/CIMモデルとは、建築物や建設工事現場に関する三次元モデルである。

【0036】

本実施形態では、三次元情報取得部34は、ネットワークNを介して接続される図示しないクラウドサーバから、その時の施工進捗に応じた建設現場の状態を表す三次元情報を取得する。クラウドサーバに記憶される三次元情報は、例えば、クレーン1のジブ6の先端に設けた3D-LiDAR (Light Detection and Ranging) で取得した情報から求められる三次元情報であってもよい。3D-LiDARは、クレーン1の周囲の建設対象物を含む建設現場の情報を3次元点群データとして取得する。3D-LiDARが取得する点群データは、その時の施工進捗に応じた建設現場の状態を表すデータであり、例えば、施工進捗に応じて梁や柱等の躯体等が設置されると、点群データから新たに設置された梁や柱等の躯体等を検出できる。3D-LiDARで取得したデータは、ネットワークNを介してクラウドサーバに送信される。

【0037】

クレーン1のジブ6の先端に3D-LiDARが設けられている場合、クレーン1のジブ6の先端の位置 (緯度・経度・高度) に基づいて、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る。これにより、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、その時の施工進捗に応じた建設現場の状態 (三次元情報) を把握することができる。なお、3次元点群データの緯度・経度・高度の基準となる座標を取得するために、クレーン1 (例えばジブ6の先端) にGNSSを設置してもよい。また、三次元情報取得部34が建設現場の状態を表す三次元情報を取得する方法は、上記に限定されるものではなく、施工進捗に応じた建設現場の状態を表す三次元情報を取得可能な他の様々な方法を適用することができる。

【0038】

図4に示すように、表示処理部35は、三次元情報取得部34が取得した三次元情報に基づいて建設現場を仮想空間VSに再現して端末30の表示部に表示させる。なお、以下では、三次元情報に基づいて仮想空間VSに再現されるモデルを「3次元モデル」と称する。

【0039】

図1及び図2に示すように、制御装置20は、クレーン1の各種状態量（旋回体5の旋回角、ジブ6の起伏角、及び吊荷支持部2の昇降位置）に基づいて、クレーン1の駆動装置を制御する。制御装置20は、始点位置から終点位置への経路を作成する経路作成部（経路作成手段）21と、クレーン1の駆動装置を自動制御して吊荷支持部2を移動させるクレーン制御部（クレーン制御手段）22と、端末30が正しい位置に存在するか否かを判定する端末位置判定部（端末位置判定手段）23とを有する。制御装置20のCPUは、制御装置20のROMに記憶されたプログラムなどのソフトウェアと協働して情報処理を実行することによって、経路作成手段、クレーン制御手段、及び端末位置判定手段として機能する。また、本実施形態の制御装置20は、端末30の三次元情報取得部34と同様に、三次元情報取得部24を有する。なお、本実施形態では、制御装置20に端末位置判定部23を設けたが、これに限定されるものではなく、端末位置判定部23を設けなくてもよい。また、制御装置20のCPUの機能の一部を抽出して、抽出した機能を他の情報処理装置に設け、複数の情報処理装置を用いて処理を実行してもよい。

【0040】

三次元情報取得部24は、端末30の三次元情報取得部34と略同様であるので、その説明を省略する。

【0041】

経路作成部21は、端末30から設定された始点位置及び終点位置の吊荷位置情報と、端末30から設定された吊荷情報とに基づいて、吊荷Oの経路（搬送経路）を作成する。経路作成部21は、三次元情報取得部24が取得した三次元情報に基づいて再現される建設現場の3次元モデルを利用して、吊荷Oの経路を作成する。吊荷Oの経路は、始点位置から終点位置への吊荷支持部2の経路である。制御装置20は、吊荷Oの大きさに応じて、建設現場の3次元モデル上で、周囲の障害物（建設済みの建物等）に吊荷Oが接触しないように、始点位置から終点位置までの安全な搬送経路を作成する。

【0042】

クレーン制御部22は、経路作成部21が作成した経路と、端末30から設定された吊荷情報とに基づいて、クレーン1の駆動装置を自動制御して吊荷支

持部 2 を移動させる。クレーン制御部 2 2 は、経路作成部 2 1 が作成した経路と吊荷情報とから、荷振れ（吊荷の揺動）が少ない制御パラメータ（加速度及び減速度）を決定する。例えば、クレーン制御部 2 2 は、制御装置 2 0 に予め記憶される速度決定テーブルを用いて、吊荷 O の大きさ及び重量に応じた搬送速度を決定する。クレーン制御部 2 2 は、旋回体 5 の旋回角、ジブ 6 の起伏角、及び吊荷支持部 2 の昇降位置を、旋回角エンコーダ 1 3、起伏角エンコーダ 1 4、及び昇降位置エンコーダ 1 5 から取得しつつ、クレーン 1 の旋回装置 7、起伏ウィンチ 8、及び昇降ウィンチ 9 を自動制御して、経路作成部 2 1 が作成した経路に沿って、吊荷支持部 2 を始点位置から終点位置へ決定した速度で移動させる。なお、クレーン制御部 2 2 は、外的要因（例えば、クレーン 1 に設けた風速センサからの情報や荷振れ等）に基づいて制御パラメータを補正しつつ、クレーン 1 の駆動装置を自動制御してもよい。

【0043】

端末位置判定部 2 3 は、端末 3 0 から受信した端末位置情報と吊荷位置情報とに基づいて、端末 3 0 の現在位置と吊荷位置情報が示す位置とが所定の距離（例えば 10 m）以上離間しているか否かを判定する。例えば、吊荷位置情報がピンポイントの位置を表す情報である場合、端末位置判定部 2 3 は、当該吊荷位置情報を中心として上記所定の距離を半径とする球体状の判定エリア内に端末 3 0 が位置しているか否かを判定する。一方、吊荷位置情報が所定の範囲（エリア）を表す情報である場合、端末位置判定部 2 3 は、上記所定のエリア（判定エリア）内に端末 3 0 が位置しているか否かを判定してもよいし、或いは、上記所定のエリアを各方向（X 座標方向、Y 座標方向、Z 座標方向）の両側へ上記所定の距離だけ広げた判定エリア内に、端末 3 0 が位置しているか否かを判定してもよい。端末位置判定部 2 3 は、端末 3 0 が上記判定エリア内に位置していない場合に、端末 3 0 の現在位置と吊荷位置情報が示す位置とが上記所定の距離以上離間していると判定する。

【0044】

端末位置判定部 2 3 が、端末 3 0 の現在位置と吊荷位置情報が示す位置とが上記所定の距離以上離間していると判定した場合、クレーン制御部 2 2 は、上述したクレーン 1 の駆動装置の自動制御を実行しない。一方、端末位置判定部 2 3 が、端末 3 0 の現在位置と吊荷位置情報が示す位置とが上記所定の距離以上離間していないと判定した場合、クレーン制御部 2 2 は、上述したクレーン 1 の駆動装置の自動制御を実行する。

【0045】

（入力モード切り替え）

経路作成部 21 は、端末 30 から設定された吊荷位置情報及び吊荷情報のみならず、制御装置 20 に直接設定された吊荷位置情報及び吊荷情報に基づいて、吊荷 O の経路を作成可能であってもよい。例えば、本実施形態の制御装置 20 は、上記端末 30 と同様の三次元情報取得部及び表示処理部を有しており、制御装置 20 の表示部に表示される仮想空間 VS 上の建設現場の三次元モデルで指定された（入力された）吊荷位置情報、及び制御装置 20 の表示部から入力された吊荷情報に基づいて、吊荷 O の経路を作成可能である。本実施形態では、制御装置 20 の表示部に表示される三次元モデルから吊荷位置情報及び吊荷情報を入力する場合として、クレーン操作者による入力を想定しているため、制御装置 20 をクレーン 1 の旋回体 5 上に設けられる操作室に配置している。なお、制御装置 20 の配置位置は、クレーン 1 の旋回体 5 上の操作室に限定されるものではない。

【0046】

本実施形態の制御装置 20 では、吊荷位置情報及び吊荷情報を端末 30 から入力する遠隔入力モードと、制御装置 20 に直接入力する直接入力モードとを切り替え可能である。端末 30 から設定された吊荷位置情報及び吊荷情報に基づいて吊荷 O の経路を作成する場合には、遠隔入力モードを ON（直接入力モードは OFF）にし、制御装置 20 に直接入力された吊荷位置情報及び吊荷情報に基づいて吊荷 O の経路を作成する場合には、直接入力モードを ON（遠隔入力モードは OFF）にする。

【0047】

本実施形態のクレーン 1 の駆動装置は、クレーン 1 の旋回体 5 上に設けられる操作室の操作レバー等を介してクレーン操作者等による手動制御も可能である。このため、制御装置 20 には、クレーン 1 の手動制御と自動制御とを切り替えるための自動運転スイッチが設けられている。

【0048】

（吊荷位置情報及び吊荷情報の設定）

次に、端末 30 から吊荷位置情報及び吊荷情報を設定する場合の一例について説明する。この例では、図 4 に示すように、地上のエリア A から建設途中の建物上のエリア B へ資材 C を揚重する場合について説明する。なお、この場合、端末 30 を操作する者は、地上のエリア A 又は建物上のエリア B で玉掛け作業を行う作業員 P（以下、「操作者 P」という場合がある。）となる。

【0049】

図 4 に示すように、本実施形態の端末 30 の表示部には、仮想空間 VS 上の建設現場の三次元モデル（以下、単に「建設現場の三次元モデル」という。）が表示される。端末 30 の操作者 P は、端末 30 の表示部の建設現場の三次元

モデルにおいて、エリアA内に配置される資材C、Dのうちの資材Cの三次元モデルをタップする。これにより、端末30の吊荷位置設定部32は、エリアAの位置情報を始点位置の吊荷位置情報として、制御装置20に送信して設定する。また、端末30の吊荷情報設定部33は、資材CのID番号を吊荷情報として、制御装置20に送信して設定する。次に、端末30の操作者Pは、端末30の表示部の建設現場の三次元モデルにおいて、エリアBをタップする。これにより、端末30の吊荷位置設定部32は、エリアBの位置情報を終点位置の吊荷位置情報として、制御装置20に送信して設定する。すなわち、端末30の吊荷位置設定部32は、表示部に表示される仮想空間VS上の建設現場の三次元モデルで指定された位置を吊荷位置情報に設定する。

【0050】

なお、本実施形態では、端末30に三次元情報取得部34及び表示処理部35を設け、吊荷位置情報及び吊荷情報を建設現場の三次元モデル上で指定したが、これに限定されるものではない。例えば、複数のエリアを予め準備し、各エリア名又はエリアIDと、そのエリアの三次元座標情報等の位置情報とを対応付けて予め記憶しておき、エリア名又はエリアIDを端末30の表示部から入力し、又はリスト等から選択することによって、吊荷位置情報を制御装置20に対して設定してもよい。また、吊荷情報も同様に、様々な資材毎にID番号を設定しておき、ID番号と、その資材に関する吊荷情報とを対応付けて予め記憶しておき、資材のID番号を端末30の表示部から入力し、又はリスト等から選択することによって、吊荷情報を制御装置20に対して設定してもよい。

【0051】

また、端末30から吊荷位置情報を設定する場合の他の例としては、端末30の操作者Pは、端末位置取得部31が取得した端末位置情報（GPS又はGNSSで取得した情報）を、制御装置20に送信し、始点位置及び終点位置の一方の吊荷位置情報として設定してもよい。なお、この場合、始点位置及び終点位置の他方の吊荷位置情報や吊荷情報は、上述したエリアIDや資材のID番号の指定によって制御装置20に対して設定してもよい。

【0052】

（自動運転処理）

次に、クレーン自動運転システム100が実行する自動運転処理について、図5に基づいて説明する。自動運転処理は、クレーン自動運転システム100が起動されてから停止されるまで、繰り返し実行される。

【0053】

図5に示すように、自動運転処理では、先ず、制御装置20は、自動運転スイッチがONであるか否かを判定する（ステップS1）。自動運転スイッチがONではない（OFFである）場合（ステップS1：NO）、クレーン1が手動制御可能となっているので、クレーン1の自動制御は実行されず、ステップS1の判定を繰り返す。

【0054】

一方、制御装置20は、自動運転スイッチがONである場合、遠隔入力モードがONであるか否かを判定する（ステップS2）。遠隔入力モードがONである場合、（ステップS2：YES）、制御装置20は、端末30から吊荷位置情報及び吊荷情報を取得したか否かを判定する（ステップS3）。なお、遠隔入力モードがONではない（OFFである）場合（ステップS2：NO）については後述する。

【0055】

制御装置20は、端末30から吊荷位置情報及び吊荷情報を取得すると（ステップS3：YES）、端末位置判定部23による判定を行う（ステップS4）。一方、端末30から吊荷位置情報及び吊荷情報を取得しない場合（ステップS3：NO）、ステップS1に戻る。すなわち、制御装置20は、端末30からの吊荷位置情報及び吊荷情報の入力を待っている間も、自動運転スイッチがONであるか否かの判定（ステップS1）、及び遠隔入力モードがONであるか否かの判定（ステップS2）を行うことになる。

【0056】

ステップS4における端末位置判定部23による判定は、端末30から受信した端末位置情報と吊荷位置情報とに基づいて、端末30の現在位置と吊荷位置情報が示す位置とが上記所定の距離以上離間しているか否かの判定である。端末位置判定部23が、端末30の現在位置と吊荷位置情報が示す位置とが上記所定の距離以上離間していると判定した場合（ステップS4：NO）、端末30を操作している操作者Pが始点位置又は終点位置から離れていると考えられる。この場合（ステップS4：NO）、端末30の操作者Pが始点位置又は終点位置における作業の監督をできない可能性があるので、安全性を確保するために、クレーン制御部22によるクレーン1の駆動装置の自動制御は実行されず、ステップS1に戻る。なお、本実施形態では、端末位置判定部23が、端末30の現在位置と吊荷位置情報が示す位置とが上記所定の距離以上離間していると判定した場合（ステップS4：NO）、経路作成部21による吊荷Oの経路の作成も行われないが、これに限定されるものではなく、経路作成部21による吊荷Oの経路の作成は行われてもよい。

【0057】

一方、端末位置判定部 23 が、端末 30 の現在位置と吊荷位置情報が示す位置とが上記所定の距離以上離間していない判定した場合（ステップ S4：YES）、端末 30 を操作している操作者 P が始点位置又は終点位置の近くに居ると考えられる。この場合（ステップ S4：YES）、端末 30 の操作者 P が始点位置又は終点位置における作業の監督を行うことができると推認され、安全性を確保できるので、経路作成部 21 による吊荷 O の経路の作成が実行され（ステップ S5）、クレーン制御部 22 によるクレーン 1 の駆動装置の自動制御が開始される（ステップ S6）。

【0058】

クレーン制御部 22 によるクレーン 1 の駆動装置の自動制御が開始されると、制御装置 20 は、クレーン 1 の吊荷支持部 2 が終点位置に到着したか否かを判定する（ステップ S7）。制御装置 20 は、クレーン 1 の吊荷支持部 2 が終点位置に到達しない間（ステップ S7：NO）、クレーン制御部 22 によるクレーン 1 の駆動装置の自動制御を継続する。そして、制御装置 20 は、クレーン 1 の吊荷支持部 2 が終点位置に到達すると（ステップ S7：YES）、本処理を終了する。

【0059】

また、ステップ S2 において、遠隔入力モードが ON ではない（OFF である）場合（ステップ S2：NO）、制御装置 20 は、制御装置 20 の表示部からの吊荷位置情報及び吊荷情報の入力受付を許容する（ステップ S8）。例えば、遠隔入力モードが ON である場合には、制御装置 20 の表示部からの吊荷位置情報及び吊荷情報の入力受付（直接入力）を無効としておき、遠隔入力モードが OFF である場合には、制御装置 20 の表示部からの吊荷位置情報及び吊荷情報の入力受付（直接入力）を有効にしてもよい。

【0060】

制御装置 20 の表示部からの吊荷位置情報及び吊荷情報の入力受付が許容されると（ステップ S8）、制御装置 20 は、制御装置 20 の表示部からの吊荷位置情報及び吊荷情報の入力が有ったか否かを判定する（ステップ S9）。制御装置 20 の表示部からの吊荷位置情報及び吊荷情報の入力がない場合（ステップ S9：NO）、ステップ S1 に戻る。すなわち、制御装置 20 は、制御装置 20 の表示部からの吊荷位置情報及び吊荷情報の入力を待っている間も、自動運転スイッチが ON であるか否かの判定（ステップ S1）、及び遠隔入力モードが ON であるか否かの判定（ステップ S2）を行うことになる。一方、制御装置 20 の表示部からの吊荷位置情報及び吊荷情報の入力があった場合（ステップ S9：YES）、制御装置 20 の経路作成部 21 は、吊荷 O の経路を作

成し（ステップS5）、クレーン制御部22によるクレーン1の駆動装置の自動制御を開始する（ステップS6）。

【0061】

上記のように構成されたクレーン自動運転システム100は、クレーン1の駆動装置を制御する制御装置20と、制御装置20に通信可能に接続される端末30とを備える。制御装置20の経路作成部21は、端末30から受信した吊荷位置情報及び吊荷情報に基づいて始点位置から終点位置への経路を作成し、クレーン制御部22は、経路作成部21が作成した経路に基づいてクレーン1の駆動装置を自動制御してクレーン1の吊荷支持部2を移動させる。このように、クレーン自動運転システム100では、吊荷位置情報及び吊荷情報を端末30から制御装置20に設定可能であるので、吊荷Oの情報（種類、大きさ、重さ等）や始点位置及び終点位置を、クレーン1の旋回体5上の操作室に居るクレーン操作者から視認することが難しい場合であっても、比較的正確な吊荷位置情報及び吊荷情報を制御装置20に設定することができる。

【0062】

また、吊荷位置情報及び吊荷情報を端末30から制御装置20に設定可能であるので、吊荷位置情報及び吊荷情報を始点位置または終点位置にいる玉掛者等の作業員から操作者へトランシーバー等によって伝える場合とは異なり、作業効率を向上させることができ、ヒューマンエラーの発生を抑えることができる。これにより、クレーン操作者の負担も抑えることができる。

【0063】

このように、本実施形態によれば、作業効率を向上させることができ、ヒューマンエラーの発生を抑えることが可能なクレーン自動運転システム100を提供することができる。

【0064】

また、端末30は、表示部と、三次元情報取得部34と、表示処理部35とを有し、端末30の吊荷位置設定部32は、表示部に表示される仮想空間VS上の建設現場で指定された位置を吊荷位置情報に設定する。このため、始点位置及び終点位置を建設現場の三次元モデルで視認した上で指定することができるので、指定位置の間違いを抑えることができる。

【0065】

また、制御装置20のクレーン制御部22は、端末30の現在位置と吊荷位置情報が示す位置とが上記所定の距離以上離間していると端末位置判定部23が判定した場合、クレーン1の駆動装置の自動制御を実行しない。このように、端末30を操作している操作者Pが始点位置又は終点位置から離れていると

考えられる場合には、クレーン 1 の駆動装置の自動制御が実行されないので、安全性を確保することができる。

【0066】

また、端末 30 の端末位置取得部 31 が取得した端末位置情報を、始点位置及び終点位置の一方の吊荷位置情報として設定する場合には、始点位置又は終点位置の吊荷位置情報の正確性を確保でき、かつ吊荷位置情報の入力が容易となる。また、設定された始点位置又は終点位置には、必ず端末 30 が存在し、操作者 P が存在するので、当該位置における作業の安全性を確保できる。

【0067】

以上、本発明について、上記実施形態に基づいて説明を行ったが、本発明は上記実施形態の内容に限定されるものではなく、当然に本発明を逸脱しない範囲で適宜変更が可能である。すなわち、この実施形態に基づいて当業者等によりなされる他の実施形態、実施例及び運用技術等は全て本発明の範疇に含まれることは勿論である。

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

吊荷を支持可能なクレーンの吊荷支持部を始点位置から終点位置へ移動させるクレーン自動運転システムであって、

前記クレーンの駆動装置を制御するように構成されている制御装置と、前記制御装置に通信可能に接続される端末とを備え、

前記端末は、前記始点位置及び前記終点位置の少なくとも一方についての位置情報である吊荷位置情報を設定する吊荷位置設定手段と、吊荷に関する吊荷情報を設定する吊荷情報設定手段と、を有し、設定した前記吊荷位置情報及び前記吊荷情報を前記制御装置へ送信するように構成されており、

前記制御装置は、前記端末から受信した前記吊荷位置情報及び前記吊荷情報に基づいて前記始点位置から前記終点位置への経路を作成する経路作成手段と、作成した前記経路に基づいて前記クレーンの前記吊荷支持部を移動させるように前記駆動装置を自動制御するクレーン制御手段と、を有する

クレーン自動運転システム。

【請求項 2】

前記端末は、表示部と、建設現場の状態を表す三次元情報を取得する三次元情報取得手段と、前記三次元情報に基づいて前記建設現場を仮想空間に再現して前記表示部に三次元表示させる表示処理手段と、をさらに有し、

前記端末の前記吊荷位置設定手段は、前記表示部に表示される仮想空間上の前記建設現場において指定された位置を前記吊荷位置情報に設定するように構成されている

請求項 1 に記載のクレーン自動運転システム。

【請求項 3】

前記端末は、前記端末の現在位置である端末位置情報を取得する端末位置取得手段をさらに有し、前記端末位置情報を前記制御装置へ送信するように構成されており、

前記制御装置は、前記端末から受信した前記端末位置情報と前記吊荷位置情報とに基づいて、前記端末の現在位置と前記吊荷位置情報が示す位置とが所定の距離以上離間しているか否かを判定する端末位置判定手段をさらに有し、

前記クレーン制御手段は、前記端末の現在位置と前記吊荷位置情報が示す位置とが前記所定の距離以上離間していると前記端末位置判定手段が判定した場合には、前記駆動装置の自動制御を実行しないように構成されている、

請求項 1 又は 2 に記載のクレーン自動運転システム。

【請求項 4】

前記端末は、前記端末の現在位置である端末位置情報を取得する端末位置取得手段をさらに有し、

前記端末の前記吊荷情報設定手段は、前記端末位置情報を前記吊荷位置情報に設定するように構成されている

請求項 1 に記載のクレーン自動運転システム。