

明 細 書

発明の名称： 作業車制御端末及び作業車制御方法

技術分野

[0001] 本発明は作業車制御端末及び作業車制御方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、設備工事や建設現場などでは、設置する機器やボルトなどの位置を現場に引かれた黒線に従って行ってきた。よって、この黒線の正確性は非常に重要であり、熟練の職人によって墨打ちという手法で引かれている。

[0003] 近年は、この墨打ちを自律移動型の機械で実施する技術が公開されている。墨打ちを行う墨打ちロボットにおいて、墨打ちロボットを制御するための基準となる位置を算出する技術として特許文献1がある。

[0004] 特許文献1には、「次に作業者は、不図示のプリズムを現場の基準芯の位置に設置し、追尾型トータルステーション2によってその基準芯の位置を計測する（S51）。通信機器3は、追尾型トータルステーション2から無線通信路を介して基準芯の位置情報を受信し、この基準芯の位置情報を墨打ちロボット1に送信する。墨打ちロボット1のPC17は、受信した基準芯の位置情報を設定する（S31）。これにより、PC17は、墨打ちデータ52の座標系を現場の座標系にマッピング可能となる。」と記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2019-196988号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 自律走行を行う墨打ちロボットを利用する場合であっても、人間によって引かれた基準となる黒線（基準芯という）を利用して、設計図面との座標を整合させる作業が発生する。

[0007] 特許文献1では、基準芯に基づいて座標を設定しているが、この基準芯自

身の墨打ちの精度について考慮されていない。このため、現場で墨打ちされた基準芯自身にずれが発生してしまった場合、墨打ちロボットの墨打ちの位置の精度も悪化してしまうという課題がある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、前記課題を解決するために、例えば特許請求の範囲に記載の構成を採用する。本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、予め作成される図面データであって、自律移動する作業車が作業を行う作業座標と、当該作業座標の基準となる線である図面基準芯の位置情報を含む図面データを保持する図面データ保持部と、作業現場に引かれる現場基準芯であって、図面基準芯に対応する現場基準芯の実測位置情報を保持する現場基準芯情報保持部と、図面基準芯の位置情報と現場基準芯の実測位置情報に基づいて、作業座標に対応する位置情報を作業車に送信する位置情報送信部とを有する作業車制御端末であって、情報を表示する表示部と、図面基準芯の位置情報と現場基準芯の実測位置情報に基づいて、図面基準芯と現場基準芯を表示部に重畳表示するデータを出力する基準芯重畳表示出力部とを有することを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、作業現場の所定の位置に自律移動し、所定の作業を行う作業車の作業精度向上の支援を行うことを可能にする。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施例1における全体構成例を示す図である。

[図2]実施例1における全体構成のブロック図である。

[図3]実施例1におけるコントロール端末の画面表示の例を示す図である。

[図4]実施例1における操作と処理を示すフローを示す図である。

[図5]実施例2におけるコントロール端末の画面表示でズレ量の大きい基準芯が存在する例を示す図である。

[図6]実施例3におけるコントロール端末の画面表示で散発的なズレが生じている状態の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

実施例 1

[0012] 自律走行する墨打ちロボットを用いて建設現場等で墨打ちを行う際、設計図面上の墨打ち箇所通りに墨打ちを行うために、基準となる黒線（基準芯）を現場に少なくとも2本引き、それを元に設計図面上の座標と作業現場の座標とをマッチングさせる。これにより、設計図面上に設定された墨打ち箇所の座標に対応する位置情報が算出でき、墨打ちロボットが自律移動し、墨打ちを行う。

[0013] しかしながら、現場の床面が完全な平面であることはありえず、また基準芯は人間（職人）が引く。このため、厳密に設計図面通りの直線、角度とはならないことがある。

[0014] そこで、本発明は、現場で引かれた基準芯と、設計図面上の基準芯とを重ねて表示することで、設計図面上の基準芯と実際に引かれた基準芯とのずれを可視化する。

[0015] 当該ズレを認識することで、少なくともより正確な位置での墨打ちを行うための支援を行うことができる。例えば、ずれが大きいことを認識できれば、ずれを元に現場での墨打ちをやり直すことで、墨打ちロボットの墨打ち箇所の精度向上を支援することができる。また、現場での墨打ちをやり直さない場合であっても、把握したずれを元に墨打ち箇所の座標を補正することで、墨打ち精度の向上に役立てることもできる。

[0016] 以下、本発明の実施例について図面を用いて説明する。

[0017] 図1は、実施例1の全体構成例を示す図である。

測量機101は、黒線（基準芯）104の計測情報を墨出しロボット102に伝えることで、墨出しロボット102は建設現場における測量機101の設置位置を算出し把握する。さらに、コントロール端末103が保有する設計図面上の墨出し点の座標情報と、測量機101で墨出しロボット102の位置を実際に計測した座標情報を元にして墨打ち位置105を特定する。

墨出しロボット１０２が自立移動し地面に印刷をすることで設計図面上に記載した墨出し点通りに、現地にて墨打ちを実施することができる。

[0018] 墨出しロボット１０２は、測量機１０１の測量地点となるプリズムを搭載する。また、走行機能を有し、墨打ち位置１０５に自立移動することができる。さらに、搭載している印刷機構によりプリズムの鉛直方向の床面に墨点を描くことで、墨打ちを実施する。

[0019] コントロール端末１０３は、測量機１０１と墨出しロボット１０２と通信を行い、指示や制御を操作者が行えるようにする装置である。また、その際に必要な測量機１０１や墨出しロボット１０２の状態や墨打ちに必要な座標情報を格納している。実施例１においても、本コントロール端末１０３にて表示される情報を元にして、操作者が適した測量機位置の設定を可能にする。

[0020] 基準芯１０４は、建築現場において各種施工位置の基準にするために作業者によって準備される線で、複数の線が格子状に引かれるのが一般的となっている。

[0021] 墨打ち位置１０５は、設備機器等を施工する際の取り付け場所を示す位置情報で、基準芯１０４からの距離で位置を特定し、十字線等にて描かれる。本図面では、２本の基準芯１０４がＸ軸、Ｙ軸として交差するように描かれている例を示している。

[0022] プリズム１０６は、作業者によって引かれた基準芯１０４と測量機１０１の距離を測定するために、基準芯１０４上に置かれる。１本の基準芯１０４の位置を特定するためには、同じ１本の基準芯１０４上の少なくとも２点で測定する。

[0023] 図２は、実施例１における全体構成のブロック図である。

コントロール端末２０１は、ＣＰＵ２０２、ＲＯＭ２０３、ＲＡＭ２０４、タッチパネルディスプレイ２０５、コントロールアプリ２０６、無線通信部２０７を備える。いわば、設計図面等の表示手段であると共に、当該システムへの設定や指示を行う入力手段でもある。

- [0024] ROM 203は、CPU 202で実行するプログラムや、設計図面データを保存する記憶装置である。RAM 204は、CPU 202でプログラムなどを実行する際の一次記憶装置である。タッチパネルディスプレイ 204は、設計図面データ及び現地で測定した基準芯 104を両方同時に表示可能な表示装置である。
- [0025] コントロールアプリ 206は、墨出しロボット 208への指示や、設計図面と計測した基準芯の重畳表示をおこなうプログラムである。CPU 202は、ROM 203に格納されているプログラムを実行する手段である。無線通信部 207は、墨出しロボット 208や測量機 215と通信を行うためのインターフェースである。
- [0026] 墨出しロボット 208は、PC 209、走行機構 210、印刷機構 211、指向性プリズム 212、墨出しロボ制御アプリ 213、無線通信部 214を備える。PC 209は、墨出しロボット 208の制御手段である。
- [0027] 走行機構 210は、車輪を有し、車輪の回転を制御する走行手段である。印刷機構 211は、インクジェットプリンタ機構を有し、墨出し位置に線や文字の描画手段である。
- [0028] 指向性プリズム 212は、印字機構 211の上部に取付けられ、その位置を測量機 215にて計測することで墨出しロボット 208の位置を特定する。墨出しロボ制御アプリ 213は、墨出し作業を行う為、走行機構 210、印刷機構 211、指向性プリズム 212の方向制御の連携をおこなうプログラムである。
- [0029] 無線通信部 214は、コントロール端末 201や測量機 215と通信を行うためのインターフェースである。墨出しロボット 208は、PC 209、走行機構 210、印刷機構 211、指向性プリズム 212、墨出しロボ制御アプリ 213、無線通信部 214を備える。
- [0030] なお、測量機 215は、測量地点となるプリズム 212の位置情報を計測し通知する機能を備える。
- [0031] 図3は、実施例1のコントロール端末の画面表示例を示す図である。

コントロール端末１０３の画面３０１では、コントロール端末１０３に格納している建築図面データの図面３０２を表示する。測量機１０１による計測で得られた設置位置情報から、コントロール端末１０３の建築図面データの図面３０２上に測量機位置３０３を重畳して示すことができる。十字で示した墨打ち位置３０６は、建築図面データの図面３０２に含まれ、実際に墨打ちロボット１０２によって墨打ちを行う座標位置を示す情報である。

[0032] また、画面３０１上には、設計図面の基準芯３０４と、測量機１０２の設置位置から計測して得られた基準芯３０５とを重畳して表示できる。それぞれの基準芯を同一図面上に表示することで、厳密には一致しない設計図面と現場の差異を可視化することができる。

[0033] 図４は、実施例１の操作と処理を示すフロー図である。

コントロール端末２０１での処理フローを説明する。

S４０１は、墨打ち作業用のデータの読み込みを指示する。この指示は、無線を介して墨出しロボット１０２に送信され読み込まれる。

[0034] S４０２は、基準芯１０４上の任意の位置に設置されたプリズム１０６の位置を、測量機１０１によって計測された結果を受信する。基準芯１本の位置情報を把握するためには、少なくとも基準芯１０４上の異なる２点で計測を行うことで得られる。よって、基準芯２本の位置を測定して描画するためには、それぞれの基準芯ごとに少なくとも２点（基準芯が交わる点にプリズム１０６を設置すれば少なくとも３点）で計測を行い、その計測結果を受信する。

[0035] 計測結果は、無線を介して墨出しロボット１０２にも送信され、計測結果から測量機１０１の位置を把握する。つまり、２本の基準芯１０４を２次元平面上で直行するＸ軸、Ｙ軸に対応すると考えると、上述のように測定を行うことで、測量機１０１のＸ座標、Ｙ座標に相当する情報を取得できる。

[0036] S４０３は、計測結果から測量機１０１の位置と計測した基準芯１０４を設計図面３０２上に重畳して表示する。

[0037] S４０４は、建築図面３０２を固定表示した状態にして、測量機１０１の

座標の上下左右の移動と回転の補正を可能とし、それに連動して測量機 101 によって計測された基準芯 104 が動く。その補正にて、両者の基準芯 104 がより重なり一致する状態にすることを可能にする。墨出しロボット 102 は、その補正情報を受け測量機 101 の位置を把握しなおす。なお、計測して得られた基準芯 305 を固定して、建築図面 302 を動かすことで、両社の基準芯 104 をより重なる位置に補正してもよい。

[0038] S405 は、墨打ちの実行を指示し、墨出しロボット 102 は、設定した測量機 101 の位置情報に基づいて墨打ちを実行する。

[0039] 墨出しロボット 208 での処理フローを説明する。

[0040] S411 は、コントロールアプリ 206 からの指示を受け、墨打ち作業用のデータを読み込む。墨出しロボット 102 は、墨出し作業に必要なとなる図面上の基準芯座標と墨点座標を取得する。

[0041] S412 は、測量機 101 によって計測された結果から測量機 101 の位置を算出し把握する。この位置は、計測された結果の一部（基準芯 104 であれば 2 軸）の情報から算出したもので、本提案方式においては中間生成値である。

[0042] S413 は、S404 で行った補正情報を受けて、S412 で算出した測量機 101 の位置情報に加味して、新たな位置情報として確定する。

[0043] S414 は、S413 の位置情報に基づいて、墨打ち位置 105 に移動と墨点の印刷を繰り返す。

[0044] なお、本発明では、墨打ち箇所の位置の算出に際し、2 つの基準芯 104 と測量機 101 の各々の距離から算出される測量機 101 の位置を基準とし、当該測量機 101 の位置との相対的な位置関係を算出して墨打ちロボット 102 を移動・制御させる例を示しているが、必ずしも測量機 101 の位置を基準とする必要はない。例えば、2 つの基準芯 104 の位置関係が分かれば、2 つの基準芯 104 の交わる点をゼロ座標 (0, 0) と考えて、当該ゼロ座標を基準に、墨打ち箇所の位置を算出し、墨打ちロボット 102 に位置座標を教えてもよい。

実施例 2

[0045] 基準となる黒線（基準芯）は直交する 2 本を元に墨打ちを行う座標を算出する。しかしながら、先にも述べた通り厳密に設計図面通りの直線ではない。複数の黒線を計測し、図面との差異を可視化することで、ずれ量がより大きい基準芯を特定することができ、墨打ちを行う座標をより正確に算出できる基準芯の選択に役立てることができる。

[0046] 以下、本発明の実施例 2 について図面を用いて説明する。

[0047] 図 5 は、実施例 2 のコントロール端末の画面表示例で、ずれ量の大きい基準芯が存在する状態の図である。複数本の基準芯を測定した結果に基づいて図面上に基準芯 501 を描く。設計図面上の基準芯 502 との比較により、基準芯 503 のように大きくずれが生じた基準芯であることが認識できる。大きくずれた基準芯以外の基準芯 504 にて墨打ちを行う座標を算出することで、正確な墨打ちを可能にする。

[0048] このように、墨打ちを行う座標の算出には、少なくとも 2 本の黒線を用いるため、3 本以上の黒線を現場で引ける場合には、重畳表示した場合に、現場のどの黒線のずれが大きいか人が目から分かりやすい。さらに、墨打ちの座標算出の際に用いる基準芯を選ぶことができる。言い換えると、大きくずれた基準芯を、墨打ちの座標算出から除外することができるため、より正確な墨打ちの座標を得ることができる。

[0049] 当該ずれの大きさを可視化するために、重畳表示させた状態で、図面の基準芯と、それに対応する、測定して得られた基準芯とのずれの度合い（距離）に応じて、基準芯自身の色や線、または周辺の色を変えて強調表示させることで、ずれの大きい黒線を把握することができる。

実施例 3

[0050] 複数の黒線を計測し、特定の 1 本だけでなく、散発的にずれが生じている状態においては、いずれかの基準芯を選択し墨打ちを行う座標を算出する方法では、墨打ち結果において大きなずれが生じる部分が発生する可能性がある。実施例 3 では、算出した測量機の位置に補正を加えることで、複数の墨

打ち位置のズレを平均化することを可能にする。

[0051] 以下、本発明の実施例3について図面を用いて説明する。

[0052] 図6は、実施例3のコントロール端末の画面表示例で、散発的なズレが生じている状態の図である。

複数本の基準芯を測定した結果に基づいて図面上に基準芯601を描く。設計図面上の基準芯602との比較により、どの基準芯で墨打ちを行う座標を算出しても、誤差の大きな墨打ち結果となることが判断できる。測量機の位置を補正することで、ズレ量を平均化する状態603を見つけ出すことで、許容できる誤差の範囲で墨打ちを実施できる可能性を広げることができる。

[0053] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。

例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明する為に詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。墨打ちロボットに関しても、床面、壁面、天井の所定の箇所に自律移動し、所定の作業を行う作業車に対して適用することもできる。

[0054] また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置換することも可能である。また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。

[0055] また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。また、各構成を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記録装置、または、ICカード、SDカード、DVD等の記録媒体に置くことができる。

符号の説明

[0056] 101 墨出しロボット

102 追尾型測量機

103 コントロール端末 (タブレットPC)

- 1 0 4 基準芯
- 1 0 5 墨出し位置
- 3 0 1 コントロール端末画面
- 3 0 2 端末に表示された建設設計図面
- 3 0 3 測量機の計測で算出された測量機の設置位置
- 3 0 4 建築設計図面上の基準芯
- 3 0 5 測量機の設置位置と測定結果から算出された基準芯
- 4 0 1 測量機の設置位置と測定結果から算出された基準芯
- 5 0 2 建築設計図面上の基準芯
- 5 0 3 建築設計図面とのズレが認識できる基準芯
- 5 0 4 建築設計図面と一致が認識できる基準芯
- 6 0 1 測量機の設置位置と測定結果から算出された基準芯
- 6 0 2 建築設計図面上の基準芯
- 6 0 3 測量機位置を補正した後における比較状態

請求の範囲

- [請求項1] 予め作成される図面データであって、自律移動する作業車が作業を行う作業座標と、当該作業座標の基準となる線である図面基準芯の位置情報を含む前記図面データを保持する図面データ保持部と、
- 作業現場に引かれる現場基準芯であって、前記図面基準芯に対応する前記現場基準芯の実測位置情報を保持する現場基準芯情報保持部と、
- 、
- 前記図面基準芯の位置情報と前記現場基準芯の実測位置情報に基づいて、前記作業座標に対応する位置情報を前記作業車に送信する位置情報送信部と、を有する作業車制御端末であって、
- 情報を表示する表示部と、
- 前記図面基準芯の位置情報と前記現場基準芯の実測位置情報に基づいて、前記図面基準芯と前記現場基準芯を前記表示部に重畳表示するデータを出力する基準芯重畳表示出力部と、
- をさらに有する作業車制御端末。
- [請求項2] 請求項1に記載の作業車制御端末であって、
- 前記重畳表示する前記図面基準芯と前記作業現場基準芯の少なくともいずれかを、前記表示部上で移動させる命令を受け付ける移動命令入力部を、さらに有し、
- 前記表示部は、
- 受け付けた前記移動の命令に基づいて、前記図面基準芯と前記作業現場基準芯の少なくともいずれかを移動させた後の位置で表示する作業車制御端末。
- [請求項3] 請求項2に記載の作業車制御端末であって、
- 前記位置情報送信部は、
- 前記図面基準芯と前記作業現場基準芯の少なくともいずれかの移動後の位置の差分に基づいて、前記作業車に送信する前記作業座標に対応する位置情報を補正する作業車制御端末。

- [請求項4] 請求項1ないし3のいずれか1項に記載の作業車制御端末であって、
- 前記図面データ保持部は、
- 複数の図面基準芯の位置情報を含んでおり、
- 前記現場基準芯情報保持部は、
- 前記複数の図面基準芯の位置情報に対応する複数の前記現場基準芯の実測位置情報を含んでおり、
- 前記位置情報送信部は、
- 前記作業座標に対応する位置情報を算出するために用いる前記現場基準芯の選択を受け付け、当該選択を受け付けた前記現場基準芯の実測位置情報及び当該選択を受け付けた現場基準芯に対応する前記図面基準芯の位置情報に基づいて、前記作業座標に対応する位置情報を前記作業車に送信する作業車制御端末。
- [請求項5] 請求項1ないし4のいずれか1項に記載の作業車制御端末であって、
- 前記表示部は、
- 前記図面基準芯と前記図面基準芯に対応する前記現場基準芯のいずれの大きさに応じて、前記いずれに対応する位置の前記図面基準芯と前記現場基準芯を強調表示する作業車制御端末。
- [請求項6] 図面データ保持部が、予め作成される図面データであって、自律移動する作業車が作業を行う作業座標と、当該作業座標の基準となる線である図面基準芯の位置情報を含む前記図面データを保持する図面データ保持ステップと、
- 現場基準芯情報保持部が、作業現場に引かれる現場基準芯であって、前記図面基準芯に対応する前記現場基準芯の実測位置情報を保持する現場基準芯情報保持ステップと、
- 位置情報送信部が、前記図面基準芯の位置情報と前記現場基準芯の実測位置情報に基づいて、前記作業座標に対応する位置情報を前記作

業車に送信する位置情報送信ステップと、を有する作業車制御方法であって、

基準芯重畳表示出力部が、前記図面基準芯の位置情報と前記現場基準芯の実測位置情報に基づいて、前記図面基準芯と前記現場基準芯を表示部に重畳表示するデータを出力する基準芯重畳表示出力ステップと、

前記表示部が、前記基準芯重畳表示出力部からの入力に基づいて前記図面基準芯と前記現場基準芯を重畳表示する重畳表示ステップと、
をさらに有する作業車制御方法。