

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6522441号
(P6522441)

(45) 発行日 令和1年5月29日(2019.5.29)

(24) 登録日 令和1年5月10日(2019.5.10)

(51) Int.Cl.

F 1

E O 2 F 9/20 (2006.01)
E O 2 F 9/26 (2006.01)E O 2 F 9/20 Q
E O 2 F 9/26 B

請求項の数 4 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2015-129815 (P2015-129815)
 (22) 出願日 平成27年6月29日(2015.6.29)
 (65) 公開番号 特開2017-14726 (P2017-14726A)
 (43) 公開日 平成29年1月19日(2017.1.19)
 審査請求日 平成30年6月27日(2018.6.27)

(73) 特許権者 000005522
 日立建機株式会社
 東京都台東区東上野二丁目16番1号
 (74) 代理人 110001829
 特許業務法人開知国際特許事務所
 (72) 発明者 中村 哲司
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 株式会社日立製作所
 内
 (72) 発明者 石井 啓範
 茨城県土浦市神立町650番地
 日立建機株式会社
 土浦工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 作業機械の作業支援システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自走可能な作業機械の作業支援システムにおいて、

前記作業機械の1回の掘削動作による想定掘削量に基づいて、前記作業機械の1回の掘削動作により掘削対象から前記想定掘削量が得られる領域を掘削領域として決定し、当該掘削領域に基づいて次回の掘削動作を行う際の前記作業機械の作業位置を算出するように構成された制御装置と、

前記作業位置に関する情報を表示する表示装置とを備え、

前記掘削対象は、前記作業機械が掘削作業時に載る上面と、当該上面に接続する下り傾斜面である掘削面とを有し、

前記制御装置は、前記上面の基準面からの高さと同記想定掘削量に基づいて前記掘削領域を決定し、前記上面と前記掘削面の境界部に定義された基準点から前記作業位置までの距離を前記掘削領域に基づいて算出し、前記距離に基づいて前記作業位置を算出するように構成されていることを特徴とする作業機械の作業支援システム。

【請求項 2】

請求項1に記載の作業機械の作業支援システムにおいて、

前記掘削対象の表面形状を検出する形状検出装置をさらに備え、

前記制御装置は、前記形状検出装置により検出された前記表面形状に基づいて前記掘削対象の表面形状画像を作成するように構成されており、

前記表示装置は、さらに、前記表面形状画像上に前記掘削領域を表示することを特徴と

する作業機械の作業支援システム。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の作業機械の作業支援システムにおいて、

前記制御装置は、前記作業機械が動作したとき、前記作業機械の操作装置に入力があったとき、及び、前記表面形状が変化したときの少なくとも 1 つが確認されたとき、前記作業機械の作業位置を改めて算出するように構成されており、

前記表示装置は、前記改めて算出された作業位置に関する情報を表示することを特徴とする作業機械の作業支援システム。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の作業機械の作業支援システムにおいて、

前記制御装置は、前記掘削対象の安定角に基づいて前記上面の上に前記作業機械の他の作業位置をさらに算出し、

前記表示装置は、前記作業位置と前記他の作業位置のうち前記基準点からの距離が大きいほうに関する情報を表示することを特徴とする作業機械の作業支援システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自走可能な作業機械の作業位置決めを支援する作業機械の作業支援システムに関する。

【背景技術】

【0002】

油圧ショベル等の自走可能な作業機械と掘削対象の位置関係を提供して、作業機械の作業を支援するシステムが知られている。この種のシステムとして例えば特許 5 2 0 2 6 6 7 号（特許文献 1）には、油圧ショベルの作業具が到達可能な範囲である作業可能範囲と目標作業面の形状に基づき、目標作業面と作業可能範囲の重なり面積が最大となる油圧ショベルの位置を最適作業位置として表示する油圧ショベルの位置誘導システムが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 5 2 0 2 6 6 7 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、油圧ショベルによる掘削作業には、油圧ショベルが掘削対象上に載り、掘削対象上面の端部からショベルの走行体よりも低い高さまで作業装置（作業腕）を伸ばして行う掘削動作と、掘削動作後のショベルの後退動作とを繰り返す荒掘削を実施する場合がある。この場合にショベルが載る掘削対象の高さ（ベンチ高さ）は場所、状況及び作業の進捗等によって変化することがある。掘削対象の高さが異なっても 1 回の掘削動作による掘削量を保持して作業効率の維持を図ろうとすると、掘削対象の高さが低い場合の方が掘削対象上面の端部からショベルをより離れた位置で掘削する必要がある。このように掘削対象の高さが低くなるほど最適な掘削位置は掘削対象上面の端部から離れることになるが、ショベル上からオペレータが掘削対象の高さを目視することが困難な場合や目視できても正確な高さ把握ができない場合が多く、掘削対象の高さ変化に応じて最適な掘削位置にショベルを停止しながら掘削を継続することは困難である。

【0005】

なお、上記のような状況で行われる作業の具体例としては、露天掘り鉱山におけるベンチカット法（階段採掘法）による掘削が該当し、この場合の掘削対象は、1 段以上の階段状に形成され、ベンチと呼ばれる。

【0006】

この課題に関し、特許文献１の油圧ショベルの位置誘導システムは、目標作業面と作業可能範囲（作業具の可動範囲）の重なり面積が最大となる油圧ショベルの位置を最適作業位置とするため、上記のようにベンチカット法による掘削が実施される状況下で各掘削動作の掘削量を保持するのに適した位置を算出することは難しい。

【０００７】

本発明は、掘削対象上に載って作業を行う場合に掘削対象の高さが変化しても、作業量の保持に適した位置まで作業機械を誘導できる作業機械の作業支援システムの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

このような課題を解決するために、本発明の作業機械の作業支援システムは、前記作業機械の１回の掘削動作による想定掘削量に基づいて、前記作業機械の１回の掘削動作により掘削対象から前記想定掘削量が得られる領域を掘削領域として決定し、当該掘削領域に基づいて次回の掘削動作を行う際の前記作業機械の作業位置を算出するように構成された制御装置と、前記作業位置に関する情報を表示する表示装置とを備え、前記掘削対象は、前記作業機械が掘削作業時に載る上面と、当該上面に接続する下り傾斜面である掘削面とを有し、前記制御装置は、前記上面の基準面からの高さと同記想定掘削量に基づいて前記掘削領域を決定し、前記上面と前記掘削面の境界部に定義された基準点から前記作業位置までの距離を前記掘削領域に基づいて算出し、前記距離に基づいて前記作業位置を算出するように構成されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【０００９】

本発明によれば、掘削量が保持されるように掘削対象の高さに合わせて停止位置が算出されるので、当該停止位置まで作業機械を容易に誘導でき、高作業効率を維持できる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】本発明を適用した油圧ショベルの構成例を示す外観図である。

【図２】本発明の第１実施形態に係る作業支援システムのシステム構成を示す概略図である。

【図３】コントローラ１８のハードウェア構成図である。

【図４】油圧ショベルの掘削作業の一例を示す俯瞰図であり、油圧ショベルが掘削対象

【図５】油圧ショベルの掘削作業の一例を示す俯瞰図であり、油圧ショベルが掘削終了後に旋回し運搬機械の荷台上にバケットを移動し、掘削物を放出している状態を示す俯瞰図である。

【図６】掘削領域を基準として作業位置を設定する方法を示す側方断面図である。

【図７】本発明の第１実施形態における作業位置を表示する方法を示すフローチャートである。

【図８】作業位置を示す表示画面例を示す図である。

【図９】本発明の第２実施形態に係る作業支援システムのシステム構成を示す概略図である。

【図１０】掘削対象の安定度を基準として作業位置を設定する方法を示す側方断面図である。

【図１１】掘削対象の形状を取得する方法を示す側方断面図である。

【図１２】掘削対象の形状を取得する異なる方法を示す側方断面図である。

【図１３】掘削対象の高さに対する作業位置を示すグラフである。

【図１４】本発明の第２実施形態における作業位置を表示する方法を示すフローチャートである。

【図１５】本発明の第３実施形態における作業位置を表示する方法を示すフローチャートである。

【図１６】本発明の第４実施形態における作業位置を表示する方法を示すフローチャート

10

20

30

40

50

である。

【図 17】作業機械の作業範囲を示す概略図である。

【図 18】掘削対象端基準線と掘削対象端 P b の関係を示す俯瞰図である。

【図 19】掘削対象端基準線と掘削対象端 P b の関係を示す上面図である。

【図 20】他の掘削対象端 P b の設定方法を示す上面図である。

【図 21】ヘッドアップディスプレイを用いて作業位置を示す場合に操作室の内部から油圧ショベル前方を俯瞰した図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、発明の実施形態について図面を用いて説明する。

10

【0012】

< 第 1 実施形態 >

図 1 及び図 2 を用いて、作業機械、および作業機械に備えられる作業支援システムの構成について説明する。

【0013】

図 1 は自走可能な作業機械の一例である油圧ショベル 1 の外観図である。油圧ショベル 1 は下部走行体 10 と、下部走行体 10 に旋回可能に設けられた上部旋回体 11 と、上部旋回体 11 の前方に回動可能に設けられたブーム 13 と、ブーム 13 の先端に回動可能に設けられたアーム 14 と、アーム 14 の先端に回動可能に設けられたバケット 15 と、ブーム 13、アーム 14、バケット 15 によって構成される多関節型のフロント作業装置（作業装置）12 と、操作者が乗り込みショベル 1 を操作する操作室 17 と、操作室 17 内に設けられ油圧ショベル 1 を操作するための操作レバー（操作装置）19（図 9 参照）と、操作レバー 19 の出力（油圧信号または電気信号）に基づいて油圧ショベル 1 の動作を制御するコントローラ 18 によって構成されている。

20

【0014】

本実施の形態はベンチカット法による掘削を想定しており、油圧ショベル 1 の掘削対象は階段状に形成されたベンチである。ベンチは、油圧ショベル 1 が掘削作業時に載る平面であるベンチ上面（フロア）85 と、ベンチ上面 85 に接続する下り傾斜面（ベンチ側面）である掘削面 4 を備えている。図 1 のベンチでは、ベンチ上面 85 と掘削面 4 の境界部にエッジ 86 が表れている。掘削作業に際し、油圧ショベル 1 は、エッジ 86 がショベル前方に位置するようにベンチの上面 85 に載り、その位置からフロント作業装置 12 を適宜伸縮させて掘削面 4 を掘削する。

30

【0015】

操作室 17 の前方には、周囲物体までの距離を測定する距離センサであって、主として掘削対象（ベンチ）の表面形状を検出するための形状検出装置であるレーザー距離計 24 がショベル接地面 85 に対して所定の角度（レーザー距離計取り付け角度） α （図 11 参照）で固定されている。操作室 17 の内部には、モニタ 21 と、設定入力装置 20 と、作業位置表示スイッチ 27（いずれも後述）が備えられている。また、上部旋回体 11 には外部の機器やコンピュータと通信を行うための通信装置である無線装置 26 と、油圧ショベル 1 に関する各種情報処理を実行するように構成されたコンピュータ（例えばマイクロコンピュータ）であるコントローラ（制御装置）18 が備えられている。

40

【0016】

図 2 は油圧ショベル 1 に搭載され、作業位置を表示する作業機械の作業支援システムのシステム構成を示す概観図である。先の図と同じ部分には同じ符号を付して説明を省略することがある（後の図も同様とする）。

【0017】

作業支援システムは、作業支援システムの各種設定を変更するための入力装置（キーボード、マウス、複数のボタン、タッチパネルなど）である設定入力装置 20 と、コントローラ 18 内でプログラムとして構成され、次の掘削動作を行う際の油圧ショベル 1 の停止位置（「作業位置」と称することがある）を算出する作業位置算出部 30 と、作業位置

50

Pw（後述の図6参照）または作業位置Pwに関する情報（例えば下部走行体10の先端Cf（図6参照）から作業位置Pwまでの水平距離Lw（図6参照）等）を表示するモニタ（表示装置）21と、モニタ21への作業位置の表示のON/OFF（作業位置算出部30による作業位置算出のON/OFFでも良い）を択一的に切換指示する作業位置表示スイッチ27とを備えている。

【0018】

図3にコントローラ18のハードウェア構成を示す。コントローラ18は、入力部91と、プロセッサである中央処理装置（CPU）92と、記憶装置であるリードオンリーメモリ（ROM）93及びランダムアクセスメモリ（RAM）94と、出力部95とを有している。入力部91は、外部装置（例えば、設定入力装置20、レーザー距離計24および作業位置表示スイッチ27）からの情報や信号を入力し、必要に応じてA/D変換を行う。ROM93は、プログラム等が記憶された記録媒体であり、CPU92は、ROM93に記憶されたプログラムに従って入力部91及びメモリ93、94から取り入れた信号に対して所定の演算処理を行う。出力部95は、CPU92での演算結果に応じた出力用の信号を作成し、その信号を外部装置（例えば、モニタ21）に出力する。なお、図3のコントローラ18は、記憶装置としてROM93及びRAM94という半導体メモリを備えているが、ハードディスクドライブ等の磁気記憶装置を備え、これにプログラムを記憶しても良い。

【0019】

図2に戻り、作業位置算出部30は、地形データ取得部31と、掘削領域決定部32と、作業位置演算部34を備えている。

【0020】

地形データ取得部31は、レーザー距離計24から出力される距離情報に基づいて、ベンチ上面85のエッジ86上の点である掘削対象端Pb（図6参照）の位置と、掘削基準面82からのベンチ上面85の高さH（図6参照）を取得する部分である。掘削対象端Pbは、作業位置Pwを算出する際の基準点であり、ベンチ上面85と掘削面4の境界部に定義すれば良く、図6等のように必ずしもエッジ86上に定義する必要は無い（詳細は後述の図19、20参照）。

【0021】

本実施の形態では、「掘削対象端Pb」を、ショベル1の旋回中心と作業装置12の中心を通過する面がベンチ上面85のエッジ86と交差する点とし、「基準面82」を、ショベル1が載っているベンチ上面85より一段下のベンチ上面又は最下段のベンチの底面とした。

【0022】

掘削領域決定部32は、地形データ取得部31の取得結果に基づいて、ショベル1の1回の掘削動作（後述）により掘削対象から想定掘削量（後述）が得られる掘削対象における領域（「掘削領域S」と称することがある）を決定する部分である。詳細は後述するが、本実施の形態では、ベンチ上面85の高さHと、想定掘削量から導出できる面積sb（後述）に基づいて掘削領域Sを決定している。

【0023】

本稿における「1回の掘削動作」とは、ベンチの掘削に際して、バケット15の爪先が掘削面4に触れた状態からバケット15の爪先の高さがベンチ上面85に達した状態までの間に行われる一連の動作のことを言う。

【0024】

また、「想定掘削量」は、バケット15の容量（バケット容量）を基準に設定されている。バケット容量は油圧ショベル1の機種により異なる。具体的な想定掘削量としては、例えば、バケットの上縁で擦り切りで掘削物を入れたときの容量（平積み容量）や、掘削物を平積みにした状態のバケットに対して掘削物をさらに山状に盛り上げたときの容量（山積み容量）が利用できる。作業効率を最大化する観点からは山積み容量を想定掘削量として採用することが好ましいが、想定掘削量に特に限定は無く最大容量以下の任意の値が

10

20

30

40

50

採用できる。本実施の形態では山積み容量を想定掘削量とする。

【 0 0 2 5 】

作業位置演算部 3 4 は、掘削領域決定部 3 2 の決定した掘削領域 S に基づいて次回の掘削動作を行う際の油圧ショベル 1 の作業位置（停止位置）を算出する部分である。詳細は後述するが、本実施の形態では、ベンチ上面 8 5 と掘削面 4 の境界部に定義された基準点（掘削対象端 P b）から作業位置 P w までの距離 L w を掘削領域 S に基づいて算出し、距離 L w に基づいて作業位置 P w を算出している。

【 0 0 2 6 】

次に本発明の実施形態の一例である作業機械の作業支援システムが作業位置を設定する手順と作業位置の表示例を図 4 乃至図 8 を用いて説明する。

10

【 0 0 2 7 】

図 4 は油圧ショベル 1 の作業の一例を示す概観図であり、油圧ショベル 1 が 1 回の掘削動作により掘削面 4 の掘削を終了しバケット 1 5 内部に掘削物 5 を積載している状態を示す概観図である。図 5 は油圧ショベル 1 が 1 回の掘削動作終了後に旋回し運搬機械（ダンプトラック）2 の荷台上にバケット 1 5 を移動し、掘削物 5 を放出している状態を示す概観図である。通常、油圧ショベル 1 は運搬機械 2 の荷台が満杯になるまで図 4、図 5 に示す掘削作業と積込作業を交互に繰り返す。また、油圧ショベル 1 の前方でエッジ 8 6 の方向に亘って存在する前後方向掘削幅 W d の領域の掘削作業が完了すると、油圧ショベル 1 は後退し、再度掘削作業と積込作業を繰り返す。このとき、各掘削動作で所定の掘削量を保持しようとする場合、油圧ショベル 1 と掘削対象端 7 の位置が近いと、1 度の掘削動作終了時のバケット 1 5 の位置が油圧ショベル 1 の足場に及ぶことを防ぐために、当該所定の掘削量を確保できないことがある。

20

【 0 0 2 8 】

図 6 は油圧ショベル 1 と掘削面 4 の位置関係を示す側方断面図（油圧ショベル 1 の旋回中心と作業装置 1 2 の中心を通過する面によるベンチ断面図）である。図 7 は作業位置算出部 3 0 の処理を示すフローチャートである。次に、図 6 を参照しながら図 7 を用いて作業位置 P w までの距離 L w をモニタ 2 1 に表示する手順について説明する。

【 0 0 2 9 】

図 7 の処理が開始されると、作業位置算出部 3 0 は、まずステップ S 1 0 0 にて作業位置表示スイッチ 2 7 が ON となっているか判定する。作業位置表示スイッチ 2 7 が ON でない場合、モニタ 2 1 に何も表示せず処理を終了する。

30

【 0 0 3 0 】

一方、作業位置表示スイッチ 2 7 が ON の場合、ステップ 1 0 1 にて掘削領域決定部 3 2 は地形データ取得部 3 1 から高さ H および掘削対象端 P b の位置を取得し、ステップ 1 0 2 に進む。

【 0 0 3 1 】

ステップ 1 0 2 では、まず、掘削領域決定部 3 2 が、図 6 の側方断面図における掘削領域 S の面積 s b と、地形データ取得部 3 1 で取得される高さ H とに基づいて掘削領域 S を決定して、これにより掘削量設定距離 L s が算出される。本実施の形態では、掘削領域 S を、図 6 に示すように、掘削面 4 に関連する 2 点 P b、P u を通過し、面積 s b が一定の平行四辺形状として単純化している。掘削領域 S の面積 s b は想定掘削量から決定され、高さ H の値に応じて平行四辺形の左上の頂点 P a の位置（換言すれば平行四辺形の上辺及び底辺の長さ）が変化する。そのため、平行四辺形状の掘削領域 S の上辺及び底辺の長さである掘削量設定距離 L s は、下記式（1）により s b と H から算出できる。

40

$$L s = s b / H \dots \text{式 (1)}$$

【 0 0 3 2 】

つぎに、作業位置演算部 3 4 は、下記式（2）により掘削対象端 P b から作業位置 P w までの距離 W d（「前後方向掘削幅」と称することがある）を算出する。さらに作業位置演算部 3 4 は、距離 W d と掘削対象端 P b の位置から作業位置 P w を算出する。式（2）における L m はマージン距離である。本実施の形態の作業位置演算部 3 4 では、作業位置

50

P_wを点P_aではなく、設定入力装置20によって設定されたマージン距離L_mを点P_aから油圧ショベル1側に移動した位置として演算している。

$$W_d = L_s + L_m \dots \text{式(2)}$$

【0033】

さらに、作業位置演算部34は、油圧ショベル1の下部走行体10の先端C_fから作業位置P_wまでの水平距離である作業位置距離L_wを演算する。作業位置距離L_wは、油圧ショベル1の下部走行体10の先端C_fから掘削対象端P_bまでの距離L_b(「掘削対象端距離」と称することがある)を用いて下記式(3)により表される。距離L_bは、レーザー距離計24又は無線装置26を介して地形データ取得部31により取得する。

$$L_w = L_b - W_d \dots \text{式(3)}$$

10

【0034】

上記のように掘削領域Sを平行四辺形に設定すると、掘削対象端P_bの位置と高さHの値が取得できれば、作業位置P_wの特定と作業位置距離L_wの算出が可能であるというメリットがある。

【0035】

なお、前後方向掘削幅W_dは上述の算出方法に限定されるものではなく、設定入力装置20によって異なる計算式に基づいて設定されるように構成しても良い。

【0036】

作業位置算出部30は、最後にステップ103にて距離L_wをモニタ21に出力して処理を終了する。

20

【0037】

図8は操作室17の内部に備え付けられたモニタ21における作業位置P_wまでの距離L_wの表示例の1つを示した図である。図8を用いて、作業位置P_wの表示方法について説明する。

【0038】

図8に示したモニタ21の画面には表示領域としてモニタ上部22とモニタ下部23が設けられている。

【0039】

モニタ上部22には、図7で説明した作業位置算出部30の出力に基づいて、下部走行体10の先端から作業位置までの作業位置距離L_wが数値として表示される。図8の例における「前端まで」という文字列の右側に表示された数値(-0.5m)が作業位置P_wまでの距離L_wを示している。

30

【0040】

図8の例では、距離L_wは負の値になっている。図8の例のように距離L_wが負であるということは、下部走行体10の先端C_fが作業位置P_wを越えており、油圧ショベル1を後退すべきことを示す。反対に距離L_wが正の場合には、下部走行体10の先端C_fが作業位置P_wまで達しておらず、油圧ショベル1を前進すべきことを示す。距離L_wが負の場合には、図8に示すように警告画像42を画面上に表示してオペレータに注意喚起することが好ましい。警告画像42に代えて警告メッセージを表示しても良い。また、同様の場合に警告画像42に代えて警告音又は警告音声を出力する音声出力装置を追加設置しても良い。

40

【0041】

モニタ下部23には、図6と同様の油圧ショベル1の側方断面図の画像(掘削対象の表面形状画像)が表示されている。モニタ下部23の表示では、作業位置算出部30の出力に基づいて、作業位置P_wを示す作業位置表示線84と、掘削領域Sと、油圧ショベル1の画像が側方断面図の画像に重ねて表示されている。側方断面図の画像は、レーザー距離計24により検出された掘削対象の表面形状に基づいてコントローラ18により作成されている。モニタ下部23上における油圧ショベルの画像位置及び作業装置の画像の姿勢は、実機の位置及び姿勢に連動するように構成することが好ましい。

【0042】

50

このように作業位置 P_w と油圧ショベル 1 の画像を表示すると、両者の位置関係を容易に把握することができる。また、掘削領域 S を表示すると、次回の掘削動作時のバケット 15 の爪先の目標軌道が把握できるので、掘削容量の最大化と高作業効率維持に寄与する。

【0043】

上記のように、本実施の形態に係る作業機械の作業支援システムは、複数回の掘削動作のそれぞれで掘削される領域の断面積 s_b が一定に保持されるように、ベンチ高さ H および想定掘削量に基づいて掘削領域 S を決定し、次回の掘削動作で掘削するのに適したショベル 1 の位置を掘削領域 S に基づいて作業位置 P_w として算出するように構成した。そして、油圧ショベル 1 の下部走行体 10 の最前端 C_f から作業位置 P_w までの距離 L_w を算出してモニタ 21 に表示することとした。このように距離 L_w を表示すると、ベンチ高さ H に適した作業位置と油圧ショベル 1 の位置関係をオペレータが容易に把握できる。これにより、ベンチ高さが変化しても、掘削量の保持に適した位置まで油圧ショベル 1 を誘導できるので高作業効率を維持できる。

【0044】

なお、掘削領域 S の形状は図 6 に示した平行四辺形に限定されるものではなく、設定入力装置 20 によって他の形状に変更可能に構成しても良い。この場合には掘削量設定距離 L_s を上記式 (1) 以外の式で算出することとなるが、掘削領域 S の形状が予め決定していれば面積 s_b (想定掘削量) と掘削対象の形状から L_s は算出可能である。例えば、ショベル接地面 85 の一部を上底、基準面 82 の一部を下底とし、ショベル接地面 85 に対する垂線と掘削面 4 を脚とする台形を掘削領域 S として設定するように構成してもよい。また、断面積が s_b となる領域を 1 回の掘削動作で掘削する際のバケット 15 の爪先の移動軌跡のひな形を高さ H ごとに記憶しておき、当該移動軌跡のひな形及び高さ H に基づいて掘削領域 S の形状を適宜選択するように構成しても良い。

【0045】

上記では、掘削面 4 の下端に位置する点 P_u にバケット 15 の爪先を当てて掘削動作が開始することを想定して説明したが、ベンチ高さ H が高く点 P_u がバケット 15 の可動範囲外に位置する場合には、バケット 15 の可動範囲の最大範囲と掘削面 4 の交点が掘削動作の開始点となるように掘削領域 S を設定するものとする。つまり、本実施の形態はバケット 15 の爪先が点 P_u に到達しない場合にも適用可能である。

【0046】

掘削面 4 の具体的な表面形状が把握可能な場合 (レーザー距離計 24 等でその場で把握可能な場合や、施工図等の情報から事前に把握可能な場合) には、掘削領域 S の推定と作業位置 P_w を算出に際し、当該表面形状を掘削面 4 の形状として利用しても良い。この場合には掘削領域 S の推定精度が向上するため、作業位置 P_w の精度も向上する。また、モニタ下部 23 に表示する側方断面図の精度を向上できる。

【0047】

掘削対象の形状を取得する装置はレーザー距離計 24 に限定されるものではなく、掘削対象の形状を取得できる他の構成であっても良い。例えば、測距カメラや超音波センサによる代用が可能である。また、無線装置 26 を介して外部のコンピュータから取得した地形データを利用して作業位置設定を行うように構成しても良い。例えば、高さ H の取得に際して、現場管理者から取得した作業計画に基づいて高さ H を設定するように構成しても良く、また運搬機械 2 で掘削対象の下方から高さ H を計測し油圧ショベル 1 に送信するように構成してもよい。さらに、油圧ショベル 1 の爪先軌跡から次回掘削時の掘削面 4 の形状を推定するように構成しても良い。

【0048】

前後方向掘削幅 W_d (作業位置 P_w) の算出に際し、マージン距離 L_m は、必ずしも設定する必要は無く、ゼロに設定しても良い。マージン距離 L_m がゼロの場合、掘削対象端 P_b と作業位置 P_w の距離は掘削量設定距離 L_s に一致し最小となる。

【0049】

10

20

30

40

50

モニタ 21 への表示は、先述した内容に限定されるものではなく、例えばモニタ下部 23 に掘削面 4 及び接地面 85 を含む掘削対象と油圧ショベル 1 の上面図を表示し、これに作業位置 P_w 、 P_{ws} を重ねて表示するように構成しても良い。

【0050】

< 第 2 実施形態 >

図 9 は油圧ショベル 1 に搭載され、作業位置を表示する作業機械の作業支援システムの他の構成を示す概観図である。この図の作業位置算出部 30 は、図 2 に示した作業位置算出部 30 が備える構成に加えて、安定領域設定部 33 と、走行判定部 35 と、表示更新部 36 を備えている。

【0051】

地形データ取得部 31 は、レーザ距離計 24 から出力される距離情報又は無線装置 26 によりもたらされる地形データに基づいて掘削対象の形状を取得し、さらに掘削対象の高さ H と掘削対象端 P_b の位置と掘削面 4 の形状等を取得する部分である。安定領域設定部 33 は、掘削対象の表面形状及び安定角 a_s (図 10 参照) に基づいて、掘削対象の上面において油圧ショベル 1 が安定して掘削作業を実施可能な領域(「安定領域」と称することがある)を算出する部分である。作業位置演算部 34 は、油圧ショベル 1 の作業位置(P_w 又は P_{ws})を演算する部分である。走行判定部 35 は、操作レバー(操作装置)19 の出力に基づいて油圧ショベル 1 に対して走行指示がされたか否か判定する部分である。表示更新部 36 は、走行判定部 35 の判定に基づいて作業位置演算部 34 から出力され、モニタ 21 に表示される作業位置(P_w 又は P_{ws})と掘削領域に関する情報(例えば、作業位置 P_w までの距離 L_w 、作業位置 P_{ws} までの距離 L_{ws})を更新する部分である。

【0052】

図 10 は第 2 実施形態における油圧ショベル 1 と掘削面 4 の位置関係を示す側方断面図である。安定領域に基づいて決定される第 2 の作業位置 P_{ws} を算出する方法について図 10 を用いて説明する。

【0053】

掘削面 4 の下側のエッジ上に位置する第 2 の掘削対象端 P_u は地形データ取得部 31 によって取得される。次に、地形データ取得部 31 が第 2 の掘削対象端 P_u を含む掘削面 4 の表面形状を取得する方法について図 11 を用いて説明する。

【0054】

図 11 は油圧ショベル 1 とレーザ距離計 24 と掘削面 4 の位置関係を示す側方断面図である。レーザ距離計 24 は掘削面 4 を点群に分割し、各点のレーザ距離計 24 に対する相対水平距離である点郡相対水平距離 L_n と点郡相対鉛直距離 H_n を出力する。地形データ取得部 31 は、レーザ距離計 24 のレーザ距離計取り付け長さ L_d と、ショベル接地面 85 に対するレーザ距離計取り付け高さ H_d と、ショベル接地面 85 に対するレーザ距離計取り付け角度 a_d を記憶している。地形データ取得部 31 は、レーザ距離計 24 の取り付け位置情報(長さ L_d 、高さ H_d 及び角度 a_d)に基づいて、レーザ距離計 24 の出力(点郡相対水平距離 L_n と点郡相対鉛直距離 H_n)を下部走行体 10 の先端 C_f に対する点郡水平距離 L_n' と点郡鉛直距離 H_n' に変換する。 L_n' と H_n' は回転行列を用いて以下の(7)式によって変換される。

$$L_n' = L_n \times \cos(a_d) - H_n \times \sin(a_d) - L_d$$

$$H_n' = L_n \times \sin(a_d) + H_n \times \cos(a_d) - H_d \quad \cdots (7)$$

【0055】

同様の計算を点群に含まれる全ての点について行うことにより下部走行体 10 の先端 C_f に対する掘削対象の表面形状を取得する。なお、図 11 を用いた説明では掘削面 4 の形状を側方断面における 2 次元形状として説明しているが、3 次元の回転行列を用いることにより掘削対象の 3 次元形状に変換しても良い。

【0056】

地形データ取得部 31 は掘削面 4 を構成する点郡のうち、隣接する 2 点群間の傾きを全

10

20

30

40

50

て計算し、傾きが急激に変化する点 P_{top} と P_{btm} を検出する。 P_{top} と P_{btm} はその点の標高に基づいて、標高が高い点 P_{top} を掘削対象端 P_b 、標高が低い P_{btm} を第 2 の掘削対象端 P_u として出力・記憶する。また、点 P_{top} と P_{btm} の標高の差分を高さ H として出力・記憶する。

【0057】

次に掘削対象端 P_b と第 2 の掘削対象端 P_u の位置を取得する他の方法について図 12 を用いて説明する。図 12 は掘削作業におけるバケット 15 の爪先軌跡に基づいて掘削対象端 P_b 、 P_u の位置を取得する方法を示す側方断面図である。

【0058】

フロント作業装置 12 には、ブーム 13、アーム 14、バケット 15 の回動角度を測定するブーム角度センサ 28-1 (図示せず)、アーム角度センサ 28-2 及びバケット角度センサ 28-3 と、アームシリンダ 16 内の圧力を計測するアームシリンダ圧力センサ 29 が備えられている。また、コントローラ 18 はブーム 13、アーム 14 およびバケット 15 の寸法を記憶しており、これらの寸法と角度センサ 28-1, 28-2, 28-3 の出力に基づいてバケット 15 の爪先位置を演算可能なように構成されている。

【0059】

掘削対象端 P_b と第 2 の掘削対象端 P_u の位置取得に際して、まず、コントローラ 18 は圧力センサ 29 の出力を監視し、アームシリンダ 16 の負荷が増大し、所定値より大きくなった時を掘削開始と判断し、その時のバケット 15 の爪先位置を第 2 の掘削対象端 P_u として設定する。続いて、コントローラ 18 は掘削開始後のバケット 15 の爪先位置を監視し、バケット 15 の爪先の高さがショベル設置面 85 の高さより高くなった時を掘削終了と判断し、その時のバケット 15 の爪先位置を掘削対象端 P_b として設定する。

【0060】

図 10 に戻り、安定角 (安息角) a_s は、ベンチの掘削面 4 が自発的に崩れることなく安定する掘削面 4 の最大傾斜角度であり、第 2 の掘削対象端 P_u に設定される。安定角 a_s の値は、ベンチの土質によって異なり、設定入力装置 20 等を介してコントローラ 18 内の記憶装置に予め格納されている。安定領域設定部 33 は、第 2 の掘削対象端 P_u から掘削対象が安定となる位置 P_{ws} までの水平距離 L_{st} (「掘削対象安定距離」と称することがある) を安定角度 a_s と高さ H を利用して下記式 (4) に基づいて算出する。

$$L_{st} = H / \tan(a_s) \dots \text{式 (4)}$$

【0061】

続いて作業位置演算部 34 は、下部走行体 10 の先端 C_f から第 2 の作業位置 P_{ws} までの水平距離 L_{ws} (「第 2 の作業位置距離」と称することがある) を算出する。第 2 の作業位置距離 L_{ws} は、下部走行体 10 の先端 C_f から第 2 の掘削対象端 P_u までの水平距離 L_u を用いて下記式 (5) で表される。なお、水平距離 L_u は、レーザー距離計 24 又は無線装置 26 を介して地形データ取得部 31 により取得する。

$$L_{ws} = L_u - L_{st} \dots \text{式 (5)}$$

【0062】

このとき、掘削対象端 P_b から第 2 の作業位置 P_{ws} までの水平距離 W_{ds} (「第 2 の前後方向掘削幅」と称することがある) は油圧ショベル 1 の下部走行体 10 の先端 C_f から掘削対象端 P_b までの水平距離 L_b (「掘削対象端距離」と称することがある) を用いて、下記式 (6) で表される。

$$W_{ds} = L_b - L_{ws} \dots \text{式 (6)}$$

【0063】

作業位置演算部 34 は、第 2 の前後方向掘削幅 W_{ds} と前後方向掘削幅 W_d の大きさを比較し、大きい方を作業位置として設定する。例えば、第 2 の前後方向掘削幅が大きい場合は、第 2 の前後方向掘削幅 W_{ds} を用いた位置 P_{ws} を作業位置として設定する。

【0064】

図 13 は、高さ H に対する前後方向掘削幅 W_d 及び第 2 の前後方向掘削幅 W_{ds} の値を示すグラフである。図 10 を用いて高さ H により、先述した方法に基づいて算出される前

10

20

30

40

50

後方向掘削幅 W_d 及び第 2 の前後方向掘削幅 W_{ds} の変化を説明する。

【 0 0 6 5 】

既述のとおり、高さ H が小さいほど、所定面積 s_b を確保するために必要な作業位置距離 L_s が大きくなるので、前後方向掘削幅 W_d も同時に大きくなり、作業位置 P_w は掘削対象端 P_b から離れる。一方で、高さ H が大きいほど、所定面積 s_b を確保するために必要な掘削量設定距離 L_s が小さくなり、前後方向掘削幅 W_d も同時に小さくなるので、作業位置 P_w は掘削対象端 P_b に近づく。

【 0 0 6 6 】

掘削対象安定距離 L_{st} は、高さ H が増大するにつれ増大するため、第 2 の前後方向掘削幅 W_{ds} は高さ H が増大するにつれ増大する。作業位置演算部 34 は、上述した前後方向掘削幅 W_d と第 2 の前後方向掘削幅 W_{ds} を比較し、値の大きい方を作業位置とする。図 13 に示すように、(A) 高さ H が H_2 より小さい領域では、前後方向掘削幅 W_d が大きいため、前後方向掘削幅 W_d を用いた作業位置 P_w が出力される。(B) 高さ H が H_2 のときには、前後方向掘削幅 W_d と第 2 の前後方向掘削幅 W_{ds} が一致するため、便宜的に前後方向掘削幅 W_d を用いた作業位置 P_w を出力する(第 2 の作業位置 P_{ws} を出力しても良い)。(C) 高さ H が H_2 より大きい領域では、第 2 の前後方向掘削幅 W_{ds} が大きいため、第 2 の前後方向掘削幅 W_{ds} を用いた第 2 の作業位置 P_{ws} が出力される。

【 0 0 6 7 】

図 14 は第 2 実施形態に係る作業位置算出部 30 の処理を示すフローチャートである。図 14 を用いて作業位置を表示する方法を説明する。先の図(図 7)のフローチャートと同じ処理については同じ番号を付して説明を省略することがある(後続するフローチャートも同様とする。)。

【 0 0 6 8 】

作業位置表示スイッチ 27 が ON の場合、ステップ 101A にて掘削領域決定部 32 と安定領域設定部 33 はそれぞれ作業位置 P_w , P_{ws} の決定と前後方向掘削幅 W_d , W_{ds} の演算に必要な地形データ(例えば、高さ H 、掘削対象端 P_b , P_u の位置、水平距離 L_u 、掘削面 4 の形状)を地形データ取得部 31 から取得する。

【 0 0 6 9 】

続いてステップ 102A にて、掘削領域決定部 32 は既述の方法により掘削領域 S を推定する。そして、作業位置演算部 34 は、面積 s_b 及び高さ H と上記式(1)を利用して掘削量設定距離 L_s を算出し、これにマージン L_m を加算して前後方向掘削幅 W_d を算出する(上記式(2))。

【 0 0 7 0 】

また、安定領域設定部 33 は、上記式(4)を利用して掘削対象安定距離 L_{st} を算出する。そして、作業位置演算部 34 は、上記式(5)を利用して第 2 の作業位置距離 L_w を算出し、上記式(6)を利用して第 2 の前後方向掘削幅 W_{ds} を算出する。

【 0 0 7 1 】

さらに、作業位置演算部 34 は、2つの前後方向掘削幅 W_d , W_{ds} の大小を比較し、大きい方に係る作業位置(P_w 又は P_{ws})までの距離(L_w 又は L_{ws})を演算し、これを表示更新部 36 に出力する。

【 0 0 7 2 】

最後にステップ 103A にて、表示更新部 36 は、距離(L_w 又は L_{ws})をモニタ 21 に出力して処理を終了する。なお、モニタ 21 への距離(L_w 又は L_{ws})の表示形態は、図 8 に示したものと同一とし、説明は省略する。

【 0 0 7 3 】

上記のように、本実施の形態に係る作業機械の作業支援システムは、掘削領域 S に基づいて導出される前後方向掘削幅 W_d と、掘削対象の安定角 a_s に基づいて導出される第 2 の前後方向掘削幅 W_{ds} の大小を比較し、大きい方に係る作業位置(P_w または P_{ws})までの距離(L_w 又は L_{ws})をモニタ 21 に表示することとした。このように構成すると、油圧ショベル 1 が常に安定領域内に配置されるので、安定した掘削作業の継続が確保さ

10

20

30

40

50

れる。

【 0 0 7 4 】

< 第 3 実施形態 >

本実施形態に係る作業機械の作業支援システムの構成は図 9 と同じとする。図 1 5 は第 3 実施形態に係る作業位置算出部 3 0 の処理を示すフローチャートである。

【 0 0 7 5 】

ステップ 1 0 1 A までは先のフローチャートと同様である。ステップ 1 1 2 にて地形データ取得部 3 1 はステップ 1 0 1 A で取得した地形データに基づいて掘削対象の表面形状が変化しているか否かを判定する。掘削対象の表面形状が変化していない場合はステップ S 1 0 0 に戻る。掘削対象の表面形状が変化した場合は、ステップ 1 0 2 A とステップ 1 0 3 A に進み、表示更新部 3 6 が距離 L w 又は距離 L w s をモニタ 2 1 に表示して表示画面を更新する。モニタ 2 1 の表示画面を更新した後はステップ S 1 0 0 に戻り、既述の各処理を繰り返す。

10

【 0 0 7 6 】

このように、本実施の形態に係る作業機械の作業支援システムでは、掘削対象の表面形状が変化したことが確認された場合に、次回の掘削動作における作業位置までの距離 (L w 又は L w s) のモニタ表示を更新することとした。このようにシステムを構成すると、掘削対象の形状変化とともに作業位置までの距離が自動的に更新されるので、作業効率を向上できる。

【 0 0 7 7 】

< 第 4 実施形態 >

本実施形態に係る作業機械の作業支援システムの構成も図 9 と同じとする。図 1 6 は第 4 実施形態に係る作業位置算出部 3 0 の処理を示すフローチャートである。

20

【 0 0 7 8 】

ステップ 1 0 1 A までは先のフローチャートと同様である。ステップ 1 2 2 にて、走行判定部 3 5 は操作レバー 1 9 を介して走行を指示するレバー (走行レバー) の入力があったか否かを判定する。走行レバーの入力 (下部走行体 1 0 による前進 / 後退の指示) がなかった場合は、次回の掘削動作における作業位置までの距離 (L w 又は L w s) のモニタ 2 1 への表示を維持した状態でステップ S 1 0 0 に戻る。走行レバーの入力があった場合は、ステップ 1 0 2 A とステップ 1 0 3 A に進み、表示更新部 3 6 が距離 L w 又は距離 L w s をモニタ 2 1 に表示して表示画面を更新する。モニタ 2 1 の表示画面を更新した後はステップ S 1 0 0 に戻り、既述の各処理を繰り返す。

30

【 0 0 7 9 】

このように、本実施の形態に係る作業機械の作業支援システムでは、走行レバーの入力がある間、次回の掘削動作における作業位置までの距離 (L w 又は L w s) のモニタ表示を更新し続けることとした。このようにシステムを構成すると、走行レバーによる油圧シヨベル 1 の移動とともに作業位置までの距離が自動的に更新されるので、作業効率を向上できる。

【 0 0 8 0 】

なお、本実施の形態では操作レバー 1 9 のレバー入力の有無に基づいて距離を更新する構成を採用したが、油圧シヨベル 1 の走行装置である下部走行体 1 0 の動作を検出して距離を更新する構成を採用しても良い。また同様に下部走行体 1 0 の駆動源 (油圧モータまたは電動モータ) の動作を検出して距離を更新する構成を採用しても良い。また、例えば、運搬機械 (ダンプトラック) の位置を監視し、運搬機械の移動開始が検出されたタイミングで更新してもよい。さらに表示更新のトリガーとなる動作は走行に限定されるものではなく、その他の動作を基準にしても良い。例えば、油圧シヨベルの動作を掘削、旋回、積込に分類し、積込動作を検出した後に作業位置を更新するように構成しても良い。

40

【 0 0 8 1 】

上記の第 3 実施形態と第 4 実施形態は組み合わせることができる。つまり、掘削対象の表面形状が変化したとき、走行レバーの入力があったとき、及び、下部走行体 1 0 が動作

50

したとき（油圧ショベル１が動作したとき）のうち少なくとも１つが確認されたとき、次の掘削動作における作業位置までの距離を改めて算出し、その算出結果をモニタ２１に表示する構成としても良い。

【００８２】

ところで掘削対象端Ｐｂ、Ｐｕの設定方法は上述の方法に限定されない。図１７乃至１９を用いて地形データ取得部３１が掘削対象端Ｐｂを設定する他の方法について説明する。図１７は油圧ショベル１と掘削面４に対する作業範囲を示す俯瞰図である。図１８は油圧ショベル１のショベル接地面８５に対して基準面（基準標高面）８２を設定した場合に、基準面８２と掘削面４の交差によって生成される掘削対象端基準線８３を示す俯瞰図である。図１９は油圧ショベル１と図１８で示した掘削対象端基準線８３と掘削対象端Ｐｂの関係を示す上面図である。

10

【００８３】

図１７に示すように、地形データ取得部３１は、設定入力装置２０の設定値に基づいて、油圧ショベル１が掘削面４の方向を向いたときの左右方向における７移動可能範囲を規定する作業範囲８１を互いに平行な２面で設定する。次に図１８に示すように、ショベル接地面８５を代替する面として、接地面８５の近傍の高さに掘削面４と交差するように水平面（基準面）８２を設定入力装置２０で設定する。そして、作業範囲８１を規定する２面の間に位置し、掘削面４と基準面８２が交差して生成される掘削対象端基準線８３を取得する。次に図１９に示すように油圧ショベル１の旋回中心Ｐｏを通り、作業範囲８１を規定する２面と平行な平面８９と、掘削対象端基準線８３の交点を掘削対象端Ｐｂとして設定する。

20

【００８４】

このように基準面８２を設定して掘削対象端Ｐｂを設定すると、例えば、レーザー距離計２４等ではベンチ上面のエッジ８６（図１参照）が検出できない場合（例えば接地面８５が掘削面４になだらかに移行している場合）にも掘削対象端Ｐｂを設定することができる。

【００８５】

また、掘削対象端Ｐｂは、図２０に示すように、掘削対象端基準線８３上の他の位置を用いて設定してもよい。図２０は異なる掘削対象端Ｐｂの設定方法を示す上面図である。この図の例では、地形データ取得部３１は、掘削対象端基準線８３上において下部走行体１０の先端Ｃｆからの水平距離（図２０中の上下方向距離）が最小となる点を掘削対象端Ｐｂとして設定している。図６及び図１０で述べた側方断面図は、図２０に示す油圧ショベル１の旋回中心Ｐｏと掘削対象端Ｐｂを通過する平面９０を用いるように構成してもよい。また、このように掘削対象端Ｐｂを設定した場合、距離Ｌｗではなく、距離Ｌｗ'をモニタ２１に表示するように構成しても良い。距離Ｌｗ'は、作業位置Ｐｗと下部走行体１０の先端Ｃｆの間の油圧ショベル１の正面方向における作業位置距離である。

30

【００８６】

また、掘削対象端Ｐｂは掘削対象端基準線８３の水平方向が最小となる位置とする構成に限定されるものではなく、例えば、先述した水平方向距離の平均や最大を取る位置を掘削対象端Ｐｂとする構成にしても良い。また、設定入力装置２０により上記の各方法を適宜組み合わせる適用できるように構成しても良い。また、第２の掘削対象端Ｐｕは、基準面８２と異なる基準面を設定し、当該異なる基準面を利用して掘削対象端Ｐｂと同様に定めるように構成しても良い。

40

【００８７】

作業位置算出部３０がモニタ２１に出力する作業位置は１つに限定されるものではなく、例えば、作業位置距離Ｌｗと、安定作業位置距離Ｌｗｓを同時に表示しても良い。

【００８８】

作業位置算出部３０は、油圧ショベル１に取付けられたコントローラでの実施に限定されるものではなく、油圧ショベル１の停止位置の算出・表示に必要な名処理を外部のコンピュータで行い、結果を油圧ショベル１に無線装置２６を介して送信するように構成しても

50

よい。また、設定入力装置 20 は操作室 17 内への取り付けに限定されるものではなく、作業現場の監督者等が携帯可能な携帯情報端末で構成し、無線装置 26 を介して油圧ショベル 1 に各種情報を送信するように構成しても良い。

【0089】

ところで、作業位置 P_w 、 P_{ws} にショベル 1 を停止するための誘導表示装置は先述したモニタ 21 に限定されるものではない。図 21 は操作室 17 の内部から油圧ショベル 1 の前方を俯瞰した図である。図 21 を用いて、作業位置 P_w 、 P_{ws} にショベル 1 を誘導するための他の方法について説明する。

【0090】

図 21 において、映像表示に関する制御処理を行うコンピュータを内蔵し、操作室 17 の正面の風防ガラス 62 に仮想映像を重ねて表示するヘッドアップディスプレイ 25 が操作室 17 の上部に取付けられている。地形データ取得部 31 はショベル接地面 85 のエッジ 86 の形状をヘッドアップディスプレイ 25 に出力する。ヘッドアップディスプレイ 25 は地形データ取得部 31 から出力されるエッジ 86 の形状をショベル側に向かって作業位置距離 L_w (又は L_{ws}) だけオフセットした目標端形状 87 を操作室 17 の正面の風防ガラス 62 に表示する。オペレータは正面の実象を目視しながら目標端形状 87 と掘削面 4 のエッジ 86 が一致するようにショベル 1 を移動して停止させる。これによりショベル 1 を作業位置 P_w 、 P_{ws} に停止させることができる。

【0091】

なお、作業位置 P_w 、 P_{ws} にショベル 1 を誘導するための誘導表示装置はモニタ 21 やヘッドアップディスプレイ 25 に限定されるものではなく、オペレータが装着するヘッドマウントディスプレイや、風防ガラスをモニタに置き換えて外部カメラの映像と作業位置情報を合成して表示する装置など、その他の表示装置の利用が可能である。

【0092】

ところで、上記では主に下部走行体 10 の先端 C_f から作業位置までの距離 L_w 、 L_{ws} をモニタ 21 に表示する場合について説明したが、図 21 に示した目標端形状 87 の例も含め、作業位置に関する情報であれば他のものを表示しても良い。さらに、作業位置の出力結果は「表示」に限定されるものではなく、「操作の支援」に用いてもよい。例えば、作業位置に到達した場合、走行レバーの出力をカットするように構成してもよく、また、特定の入力を加えることで作業位置まで自動的に移動するように構成しても良い。

【0093】

なお、本発明は上記した各実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内の様々な変形例が含まれる。例えば、油圧ショベル 1 は上部旋回体 11、ブーム 13、アーム 14、バケット 15 を有しているが、作業装置の構成はこれに限らず、接地面よりも下方に位置する掘削対象を掘削可能な作業装置を備えるものであれば本実施の形態は適用可能である。また、本発明は、上記の各実施の形態で説明した全ての構成を備えるものに限定されず、その構成の一部を削除したものも含まれる。また、ある実施の形態に係る構成の一部を、他の実施の形態に係る構成に追加又は置換することが可能である。

【0094】

上記のコントローラ 18 に係る各構成や当該各構成の機能及び実行処理等は、それらの一部又は全部をハードウェア (例えば各機能を実行するロジックを集積回路で設計する等) で実現しても良い。また、設置される場所が同じ又は異なる複数のコンピュータで分散処理しても良い。また、上記のコントローラ 18 に係る構成は、演算処理装置 (例えば CPU) によって読み出し・実行されることで当該コントローラ 18 の構成に係る各機能が実現されるプログラム (ソフトウェア) としてもよい。当該プログラムに係る情報は、例えば、半導体メモリ (フラッシュメモリ、SSD 等)、磁気記憶装置 (ハードディスクドライブ等) 及び記録媒体 (磁気ディスク、光ディスク等) 等に記憶することができる。

【符号の説明】

【0095】

1 ... 油圧ショベル、10 ... 下部走行体、12 ... フロント作業装置、17 ... 操作室、18

10

20

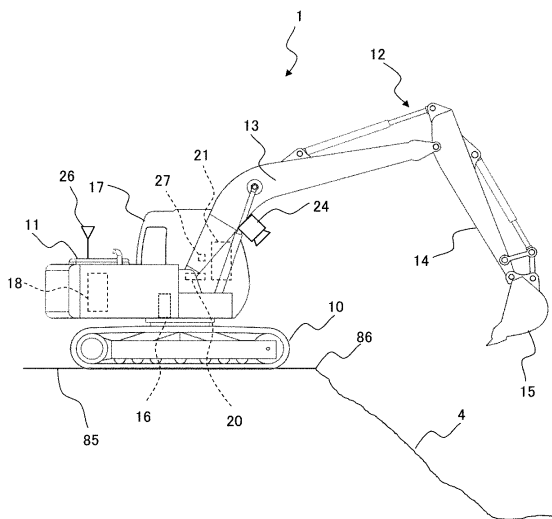
30

40

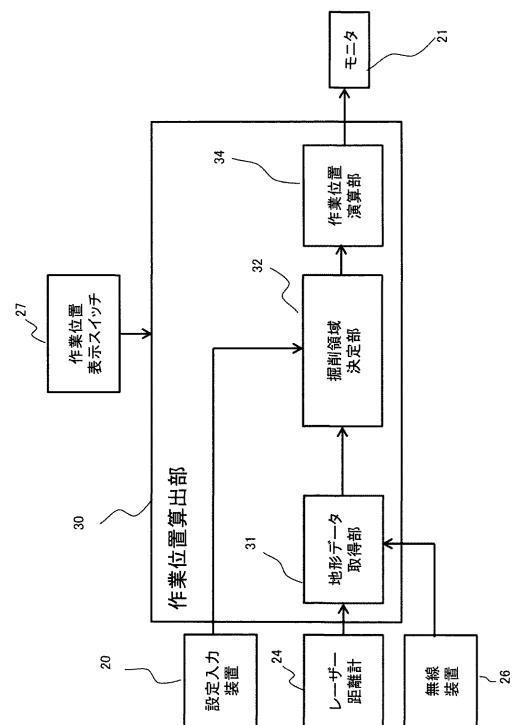
50

...コントローラ（制御装置）、１９...制御レバー（操作装置）、２１...モニタ（表示装置）、２４...レーザー距離計（形状検出装置）、３０...作業位置算出部、３１...地形データ取得部、３２...掘削領域決定部、３４...作業位置演算部、３５...走行判定部、３６...表示更新部、８２...基準面、８３...掘削対象端基準線、８５...ベンチ上面（上面）、 H ...基準面８２からの高さ、 a_s ...安定角、 S ...掘削領域、 P_b ...掘削対象端（基準点）、 P_w 、 P_{ws} ...作業位置、 L_w 、 L_{ws} ...作業位置距離

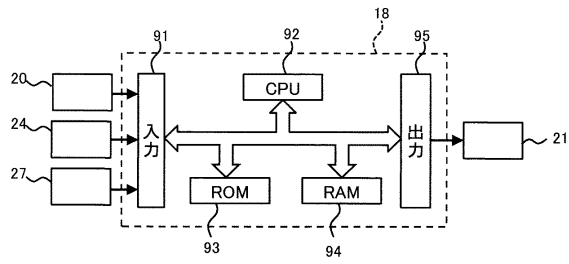
【図１】



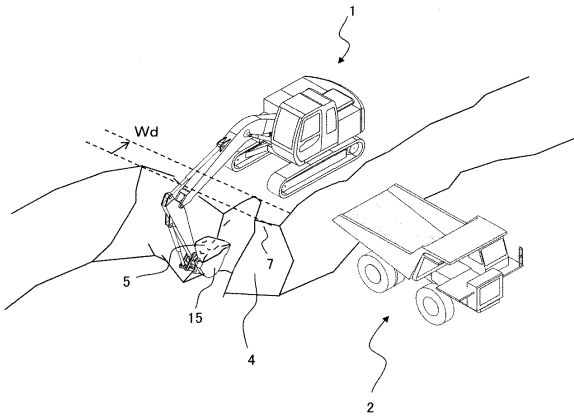
【図２】



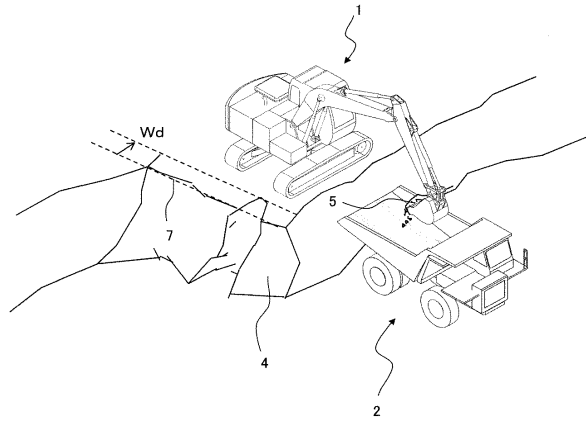
【図 3】



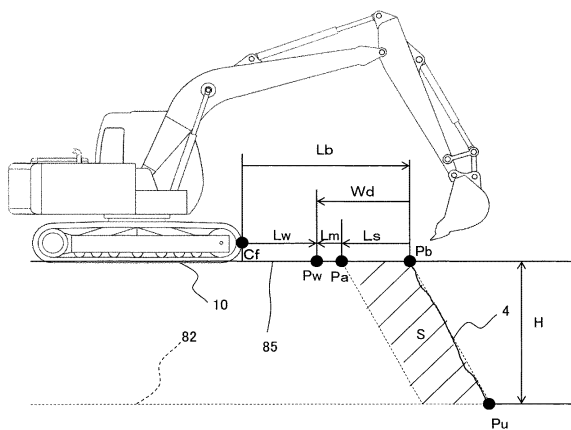
【図 4】



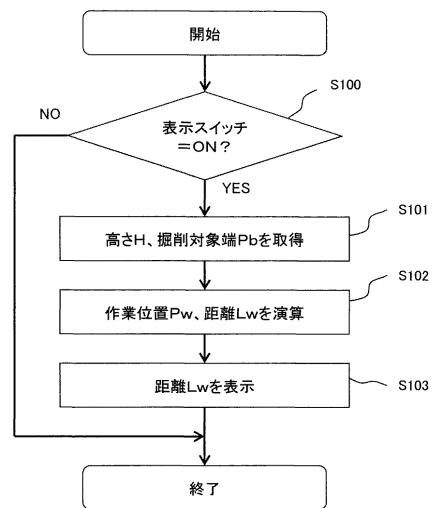
【図 5】



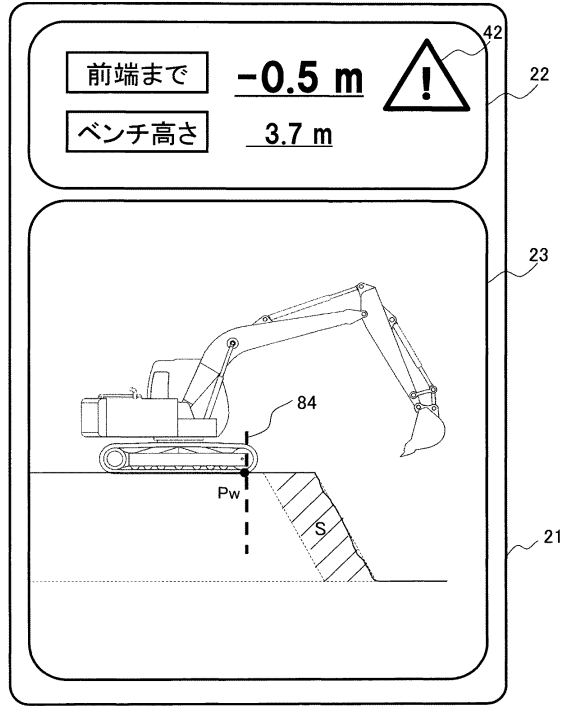
【図 6】



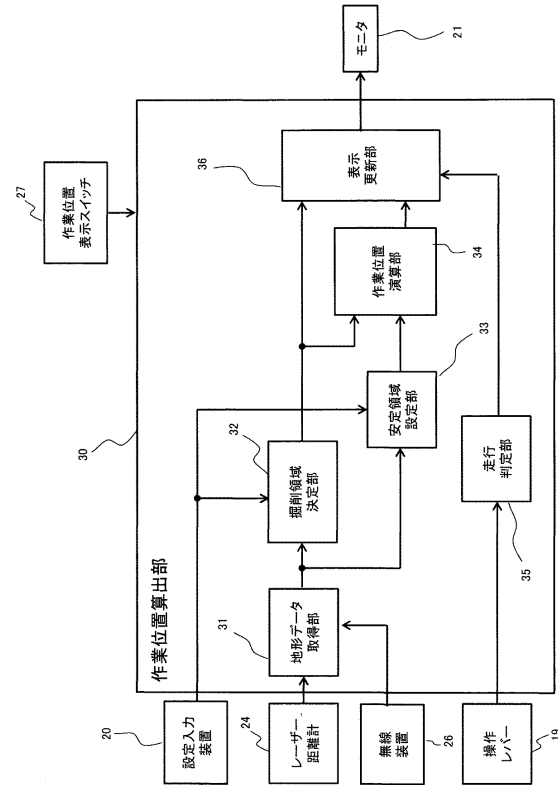
【図 7】



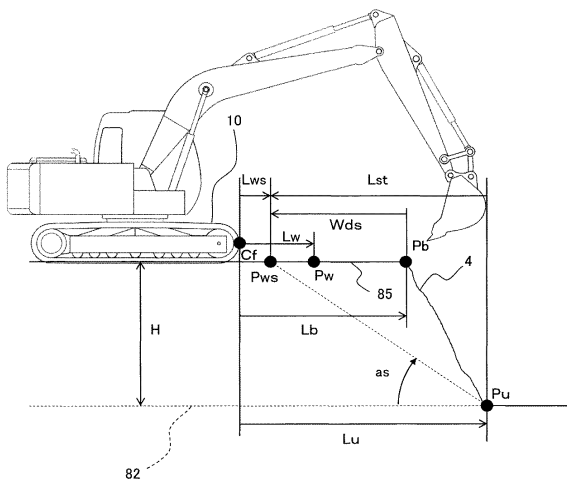
【図 8】



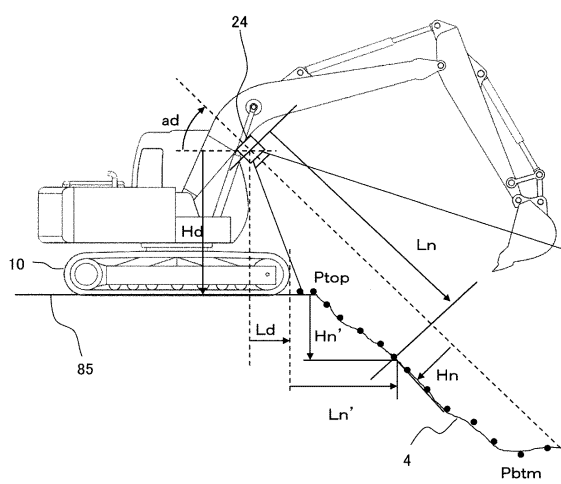
【図 9】



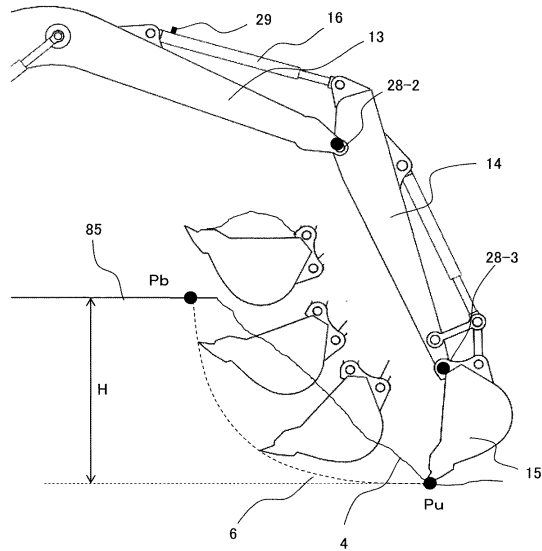
【図 10】



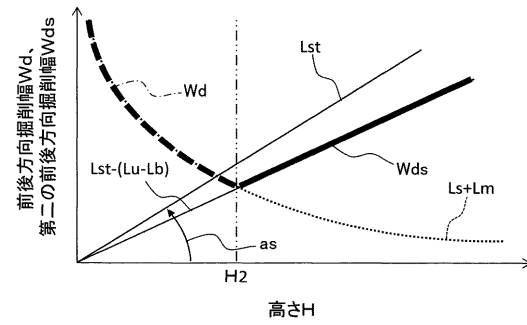
【図 11】



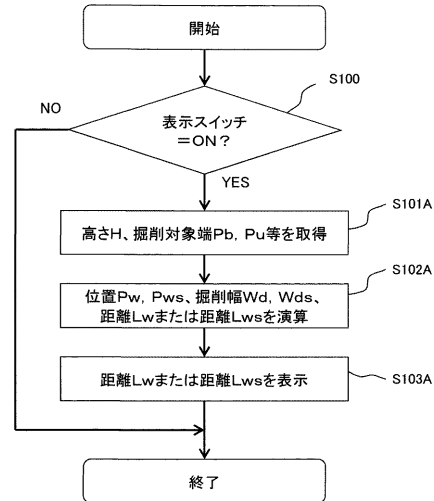
【図 12】



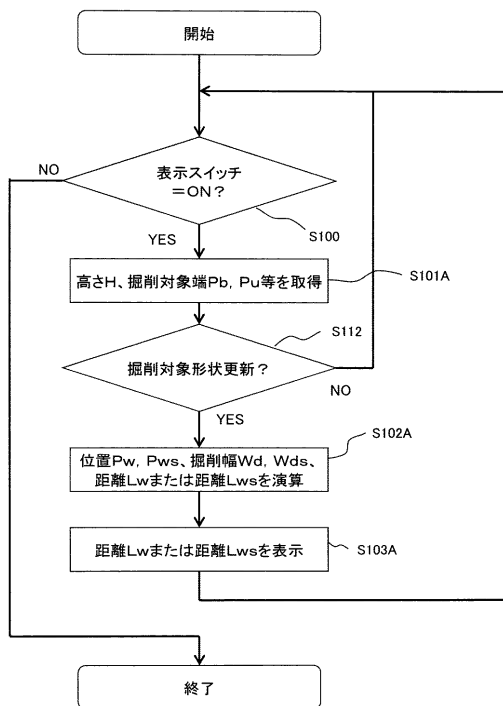
【図 13】



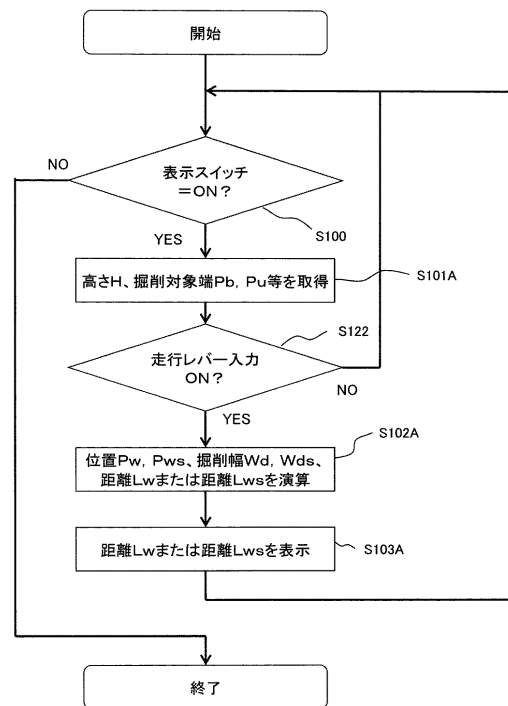
【図 14】



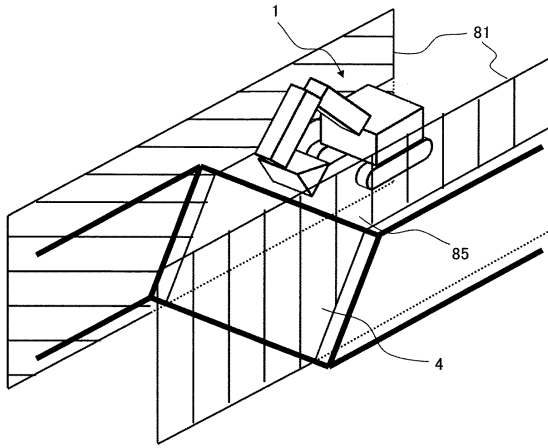
【図 15】



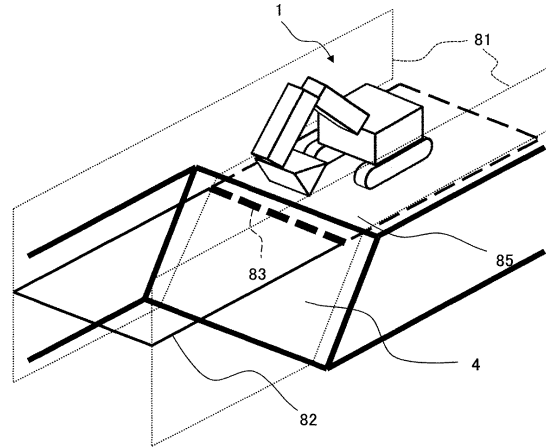
【図 16】



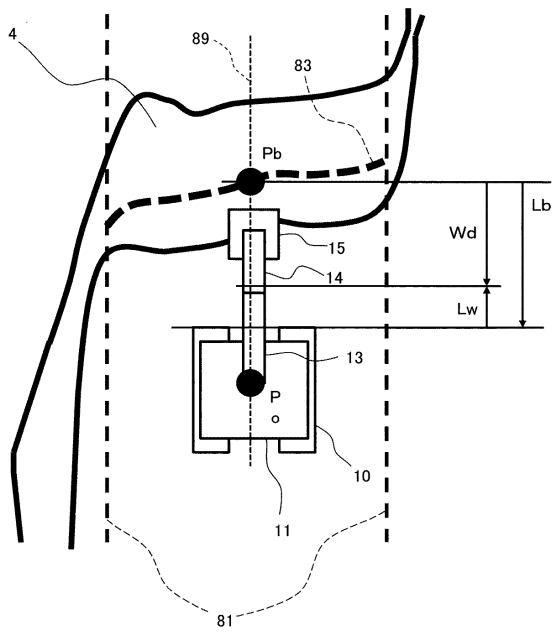
【図 17】



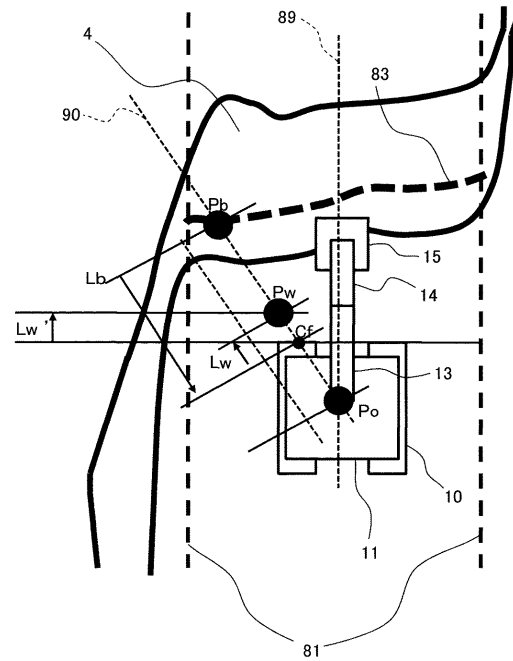
【図 18】



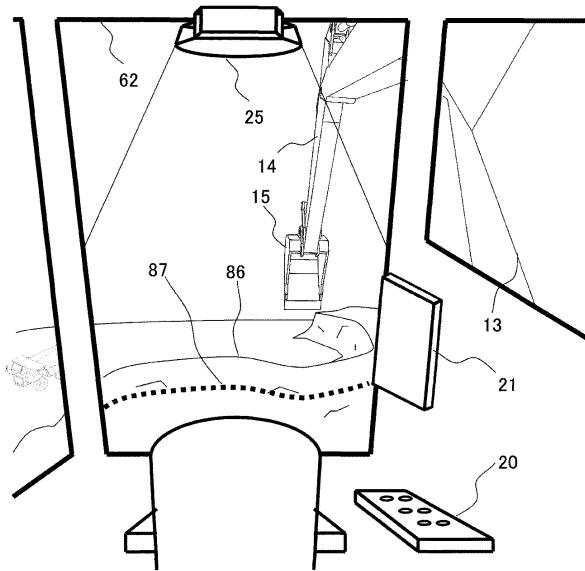
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

- (72)発明者 富田 邦嗣
茨城県土浦市神立町650番地
日立建機株式会社 土浦工場内
- (72)発明者 稲田 高洋
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
株式会社日立製作所内
- (72)発明者 柄川 索
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
株式会社日立製作所内

審査官 西田 光宏

- (56)参考文献 特開2012-172428(JP,A)
特開2000-291076(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0034419(US,A1)
特開2011-043002(JP,A)
特開2005-068764(JP,A)
特開平10-212740(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
E02F 9/20
E02F 9/26