

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7470539号
(P7470539)

(45)発行日 令和6年4月18日(2024.4.18)

(24)登録日 令和6年4月10日(2024.4.10)

(51)国際特許分類		F I		
G 0 8 G	1/13 (2006.01)	G 0 8 G	1/13	
E 0 2 F	9/20 (2006.01)	E 0 2 F	9/20	N
G 0 8 G	1/09 (2006.01)	G 0 8 G	1/09	P
G 0 6 Q	50/08 (2012.01)	G 0 6 Q	50/08	

請求項の数 7 (全22頁)

(21)出願番号	特願2020-48391(P2020-48391)	(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
(22)出願日	令和2年3月18日(2020.3.18)	(74)代理人	110001829 弁理士法人開知
(65)公開番号	特開2021-149475(P2021-149475 A)	(72)発明者	柴尾 峰貴 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
(43)公開日	令和3年9月27日(2021.9.27)	(72)発明者	坂本 博史 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
審査請求日	令和5年3月15日(2023.3.15)	審査官	高 木 真顕

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 施工履歴情報管理システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の作業機械に搭載された複数の車載コントローラとの通信を行い、前記複数の車載コントローラから送信されるデータである収集データを受信する通信装置と、前記通信装置で受信された収集データが取り込まれるデータベースと、を有するサーバと、を備えた施工履歴情報管理システムにおいて、

前記サーバは、

前記データベースに取り込まれた収集データをそのデータ特性に基づいて、第1カテゴリ及び前記第1カテゴリよりも前記サーバでの利用の優先度の高い第2カテゴリを含む複数のカテゴリのいずれかのカテゴリに分類し、

前記サーバの負荷を示す負荷指標値が所定の負荷閾値を超えたとき、前記第1カテゴリに分類された収集データ及び前記第2カテゴリに分類された収集データのうち前記第1カテゴリに分類された収集データに対してのみアップロード間隔をより長い時間に変更する指令を、前記複数の車載コントローラのうち前記第1カテゴリに分類された収集データを送信した車載コントローラに出力し、前記第1カテゴリに分類された収集データ及び前記第2カテゴリに分類された収集データを収集する

ことを特徴とする施工履歴情報管理システム。

【請求項2】

複数の作業機械に搭載された複数の車載コントローラとの通信を行い、前記複数の車載コントローラから送信されるデータである収集データを受信する通信装置と、前記通信装置

で受信された収集データが取り込まれるデータベースと、前記データベースに取り込まれた収集データに基づいて新たなデータを生成し、その生成したデータを生成データとして前記複数の車載コントローラに前記通信装置を介して送信するサーバと、を備えた施工履歴情報管理システムにおいて、

前記サーバは、

前記データベースに取り込まれた収集データをそのデータ特性に基づいて、第1カテゴリ及び第2カテゴリを含む複数のカテゴリのいずれかのカテゴリに分類し、

前記サーバの負荷を示す負荷指標値が所定の負荷閾値を超えたとき、前記第1カテゴリに分類された収集データのアップロード間隔をより長い時間に変更する指令を、前記複数の車載コントローラのうち前記第1カテゴリに分類された収集データを送信した車載コントローラに出力し、

10

前記負荷指標値が前記所定の負荷閾値を超えたとき、前記第2カテゴリに分類された収集データのアップロード間隔をより短い時間に変更する指令を、前記複数の車載コントローラのうち前記第2カテゴリに分類された収集データを送信した車載コントローラに出力する

ことを特徴とする施工履歴情報管理システム。

【請求項3】

請求項2の施工履歴情報管理システムにおいて、

前記サーバは、前記データベースに取り込まれた収集データのうち前記複数の車載コントローラにおける収集周期が所定の周期閾値より長い収集データを前記第1カテゴリに分類し、前記データベースに取り込まれた収集データのうち前記収集周期が前記周期閾値より短い収集データを前記第2カテゴリに分類する

20

ことを特徴とする施工履歴情報管理システム。

【請求項4】

請求項2の施工履歴情報管理システムにおいて、

前記サーバは、前記データベースに取り込まれた収集データのうち、前記サーバによるリアルタイム処理に利用されない収集データを前記第1カテゴリに分類し、前記サーバによるリアルタイム処理に利用される収集データを前記第2カテゴリに分類する

ことを特徴とする施工履歴情報管理システム。

【請求項5】

30

請求項2の施工履歴情報管理システムにおいて、

前記サーバは、前記データベースに取り込まれた収集データのうち、前記サーバによる前記生成データの生成に際して同時に利用される収集データが存在しない収集データを前記第1カテゴリに分類し、前記サーバによる前記生成データの生成に際して同時に利用される収集データが存在する収集データを前記第2カテゴリに分類する

ことを特徴とする施工履歴情報管理システム。

【請求項6】

請求項2の施工履歴情報管理システムにおいて、

前記サーバによって前記第2カテゴリに分類される収集データには、前記複数の作業機械の姿勢データ、前記複数の作業機械の位置データ、前記複数の作業機械に搭載されたカメラにより撮影されたカメラ画像データ、及び前記複数の作業機械に搭載された距離センサにより取得された距離センサデータの少なくとも1つが含まれており、

40

前記サーバによって前記第1カテゴリに分類される収集データには、前記複数の作業機械が運搬した土量データ、及び前記複数の作業機械の周囲の現況地形データのうち少なくとも1つが含まれている

ことを特徴とする施工履歴情報管理システム。

【請求項7】

請求項1または2の施工履歴情報管理システムにおいて、

前記サーバは、

第1作業機械に搭載されたカメラにより撮影されたカメラ画像データ、前記第1作業

50

機械に搭載された位置センサにより検出された前記第 1 作業機械の位置データ、及び前記第 1 作業機械に搭載された姿勢センサにより検出された前記第 1 作業機械の姿勢データを前記収集データとして受信して前記第 2 カテゴリに分類し、

前記位置データに基づいて前記第 1 作業機械が走行中であると判定した場合、前記カメラ画像データ及び前記姿勢データに基づいて前記第 1 作業機械から障害物までの距離を演算し、演算した前記距離が所定の距離閾値未満のときに前記第 1 作業機械を停止させる指令を前記第 1 作業機械の車載コントローラに出力する

ことを特徴とする施工履歴情報管理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、各作業機械で収集された収集データを蓄積、管理する施工履歴情報管理システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、作業機械による情報化施工の分野では、メーカーやユーザなどの施工管理者の管理下にある複数の作業機械の施工履歴情報を蓄積するために、各作業機械に搭載されたセンサ等で収集された収集データ（作業機械の位置データ、作業機械の姿勢データ、作業機械が運搬した土量データ等）をサーバで蓄積・管理する施工履歴情報管理システムが活用されている。施工管理者は、施工履歴情報管理システムを活用することで、作業員、作業現場及び作業機械毎に施工履歴情報の収集データを効率良く蓄積することができる。

20

【0003】

上記の施工履歴情報管理システムのようにサーバでデータを管理するシステムに関して、特許文献 1 は、複数の車両から送信されるプローブデータ（車両に搭載されたセンサ等で取得されるデータ）を受信するサーバが、受信したプローブデータに基づき、送信した車両の総数と、車両ごとのプローブデータのアップロード時刻とを検出し、検出したアップロード時刻に基づき、車両ごとに、車両の総数に応じたアップロード時刻の補正値を算出し、算出した補正値を、車両に対してそれぞれ送信することを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【文献】国際公開第 2017/037784 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、施工履歴情報管理システムでは、サーバが各作業機械から収集したデータに基づいて各作業機械に送信するデータを新たに生成し、その生成したデータ（生成データ）を送信して各作業機械で利用することがある。例えばサーバが各作業機械から受信した収集データに基づいて各作業機械の制御指令データ（生成データ）を生成・送信して各作業機械を遠隔制御することがある。また、サーバが収集データに基づいて各作業機械の状態や施工履歴に関するデータを生成して施工管理者にモニタなどを介して提示することがある。このような場合、各作業機械のセンサ等で取得された収集データが速やかにサーバに受信されるとみなすと、当該収集データをサーバが受信した時刻と、当該収集データに基づいてサーバが新たにデータを生成した時刻と、生成された生成データをサーバが各作業機械に送信する時刻とは、各作業機械の制御精度や作業効率の観点からは、それぞれできるだけ近い方が好ましくリアルタイム性が要求される。

40

【0006】

しかし、複数の作業機械がサーバの管理下にある場合、各作業機械でのデータの取得タイミング（データ取得周期）や各作業機械からサーバへの送信タイミング（アップロード周期）は各作業機械で独立しており、他の作業機械の取得タイミングや送信タイミングを

50

考慮して設定されていないことが通常である。そのため、各作業機械からの収集データが或る時間にサーバに集中し過ぎると、サーバ負荷（例えば演算処理装置の負荷）が増大する可能性がある。サーバ負荷の増大は、収集データの受信時刻から生成データの送信時刻までの時間の増加を意味し、サーバから各作業機械に送信される生成データの送信遅延に繋がるため、生成データの送信先の作業機械の制御精度や作業効率等が容易に低下し得る。

【0007】

特許文献1の技術は、各車両からのプローブデータのアップロード時刻に対して車両総数に応じた送信間隔延長補正、送信データ数低減補正、及びデータ送信車両低減補正のいずれかを行うことでサーバにプローブデータのアップロードが集中することを防止している。しかし、送信間隔延長補正では、作業機械でのデータ取得タイミングとサーバへの送信タイミングのずれが増大する方向に補正されるので、例えばサーバの制御指令データに基づいて遠隔制御されている作業機械が存在する場合には、当該作業機械の制御精度や作業効率は低下してしまう。また、送信データ数低減補正やデータ送信車両低減補正では本来必要な収集データの収集が不可能になり得るため、サーバで作業機械を遠隔制御する場合に適用する補正として不適切である。このように特許文献1の技術は、作業機械で得られた収集データを遠隔制御などのリアルタイム処理に利用することを前提としたものではない。

10

【0008】

本発明の目的は、複数の作業機械から送信される収集データを用いて所定の演算処理を実行して生成データを生成するサーバを備えた施工履歴情報管理システムにおいて、サーバが収集データを受信した時点から生成データの特性に合わせて遅滞なく演算処理を完了できる施工履歴情報管理システムを提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

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、複数の作業機械に搭載された複数の車載コントローラとの通信を行い、前記複数の車載コントローラから送信されるデータである収集データを受信する通信装置と、前記通信装置で受信された収集データが取り込まれるデータベースと、前記データベースに取り込まれた収集データに基づいて新たなデータを生成し、その生成したデータを生成データとして前記複数の車載コントローラに前記通信装置を介して送信するサーバと、を備えた施工履歴情報管理システムにおいて、前記サーバは、前記データベースに取り込まれた収集データをそのデータ特性に基づいて、第1カテゴリを含む複数のカテゴリのいずれかのカテゴリに分類し、前記サーバの負荷を示す負荷指標値が所定の負荷閾値を超えたとき、前記第1カテゴリに分類された収集データのアップロード間隔をより長い時間に変更する指令を、前記複数の車載コントローラのうち前記第1カテゴリに分類された収集データを送信した車載コントローラに出力するものとする。

30

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、サーバが収集データを受信した時点から生成データの特性に合わせて遅滞なく演算処理を完了できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施形態に係る施工履歴情報管理システムの全体図。

【図2】本発明の実施形態で作業機械として利用される油圧ショベル100の側面図。

【図3】本発明の実施形態に係るサーバ201の概略構成図。

【図4】本発明の実施形態のサーバ201で実行される処理の一例をフローチャートで示した図。

【図5】本実施形態で収集される収集データのデータ特性を示す。

【図6】データベース202における収集データの管理方式の一例を示す図。

【図7】ステップS104において収集データ分類部240が行うカテゴリ分類処理のフ

50

ローチャートの一例を示す図。

【図 8】本発明の実施形態に係る効果の説明図。

【図 9】油圧ショベル 100 が障害物に接近した場合にサーバ 201 が走行禁止指令（生成データ）を演算する処理のフローチャート。

【図 10】図 4 のステップ S104 において収集データ分類部 240 が行うカテゴリ分類処理のフローチャートの他の例を示す図。

【図 11】図 4 のステップ S104 において収集データ分類部 240 が行うカテゴリ分類処理のフローチャートの他の例を示す図。

【図 12】図 4 のステップ S104 において収集データ分類部 240 が行うカテゴリ分類処理のフローチャートの他の例を示す図。

【図 13】本発明の実施形態のサーバ 201 で実行される処理の他の例をフローチャートで示した図。

【図 14】本発明の実施形態に係る効果の説明図。

【図 15】複数の油圧ショベル 100（作業機械）から収集データを受信する場合のタイミングチャート。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。

（システム構成）

図 1 は本発明の実施形態に係る施工履歴情報管理システムの全体図である。本実施形態の施工履歴情報管理システム 200 は、複数の作業機械 100 と、各作業機械 100 に搭載された車載コントローラ 110 と、複数の車載コントローラ 110 から送信される各種データ（収集データ）を受信する通信装置 211 と、通信装置 211 で受信された収集データが取り込まれるデータベース 202 と、データベース 202 に取り込まれた収集データに基づいて新たなデータを生成し、その生成したデータ（生成データ）を複数の車載コントローラ 110 に通信装置 211 を介して送信するサーバ 201 と、サーバ 201 による生成データ等が表示されるモニタ 203 とを備えている。ここでは作業機械 100 として油圧ショベルが利用されている場合について説明するが、ホイールローダ、ダンプトラック、ドーザなど他の作業機械を利用しても良い。

【0013】

（作業機械（油圧ショベル））

図 2 は本実施形態の施工履歴情報管理システムで作業機械として利用される油圧ショベル 100 の側面図である。図 2 の油圧ショベル 100 は、クローラ式の走行体（下部走行体）2 と、走行体 2 の上部に旋回可能に取り付けられた旋回体（上部旋回体）3 と、一端（基端）が旋回体 3 の前方に取り付けられた多関節型のリンク機構よりなるフロント作業装置（単に「作業装置」と称することもある）6 とを備えている。

【0014】

フロント作業装置 6 は、一端が旋回体 3 に連結されたブーム 6A と、一端がブーム 6A の他端に連結されたアーム 6B と、一端がアーム 6B の他端に連結されたバケット 6C とを有しており、これら各フロント部材 6A, 6B, 6C は、それぞれ上下方向に回転するように構成されている。

【0015】

また、各フロント部材 6A, 6B, 6C の回転を行う駆動アクチュエータとして、ブームシリンダ 11A, アームシリンダ 11B, バケットシリンダ 11C が備えられている。旋回体 3 は図示しない旋回モータによって旋回中心軸 O を中心に旋回駆動される。

【0016】

油圧ショベル 1 には、フロント作業装置 6 と旋回体 3 の姿勢を検出するための複数の姿勢センサ 75A, 75B, 75C, 23 が備えられている。本実施形態では各姿勢センサに、角度（または角速度）と加速度を検出可能な慣性計測装置（IMU: Inertial Measurement Unit）を用いている。これら姿勢センサのうち、ブーム

10

20

30

40

50

6 Aにはブーム姿勢センサ75 Aが、アーム6 Bにはアーム姿勢センサ75 Bが、バケット6 Cにはバケット姿勢センサ75 Cが取り付けられている(図2参照)。また、旋回体3には旋回体姿勢センサ23が取り付けられており(図2参照)、それにより旋回体3の傾斜角度(ピッチ角及びロール角)、旋回速度及び旋回角度を計測である。姿勢センサ75 A, 75 B, 75 C, 23の出力(検出信号)は、車載コントローラ40に入力されている。なお、フロント作業装置6の姿勢センサとしては、各フロント部材の回動角度を検出する角度センサを用いても良い。

【0017】

旋回体3には、オペレータによって操作される操作装置(図示せず)、バケット6 Cと施工目標面の位置関係等が表示されるモニタ60が設けられた運転席4と、複数の測位衛星(GNSS衛星)から衛星信号を受信するための2つのGNSSアンテナ50 A, 50 Bと、無線通信NT1を通じてサーバ201とデータを送受信するための無線通信装置7と、2つのGNSSアンテナ50 A, 50 Bのうち少なくとも1つのGNSSアンテナの地理座標系(グローバル座標系)における位置座標と、2つのGNSSアンテナ50 A, 50 B間の方位(すなわち旋回体3の方位)とを演算するGNSS受信機(位置センサ)51と、撮影したカメラ画像データに基づいて油圧ショベル100の周囲の障害物を検出するカメラ62と、油圧ショベル100の周囲の物体までの距離を計測することで距離センサや現況地形取得装置として機能するレーザレーダ(LIDAR)61と、バケット6 C内の作業対象物(例えば土砂)の荷重を演算する際に利用されるブームロッド圧センサ63 a及びブームボトム圧センサ63 bと、油圧ショベル100に搭載された各種センサで取得されたデータをサーバ201に送信し、サーバ201から送信される制御指令に基づいて油圧ショベル100を制御する車載コントローラ110とが備えられている。

【0018】

車載コントローラ110は、GNSS受信機51で演算された上部旋回体3(油圧ショベル100)の位置データと方位データと、複数の姿勢センサ75 A, 75 B, 75 C, 23の検出信号から演算される油圧ショベル100の姿勢データと、カメラ62により撮影されたカメラ画像データと、レーザレーダ61によって取得された距離センサデータと、圧力センサ63 a, 63 bの検出信号から演算される油圧ショベル100の運搬した土量データと、レーザレーダ61によって取得された油圧ショベル100の周囲の現況地形データ(点群で規定された地形データ)とをそれぞれのサンプリング周期(サンプリング間隔)で取得し、それぞれのアップロード周期(アップロード間隔)でサーバ201に無線通信装置7を介して送信する。本稿では、車載コントローラ110からサーバ201に送信されるデータを収集データと称することがある。また、車載コントローラ110は、各油圧ショベル100から受信したデータ(収集データ)に基づいてサーバ201が生成した制御指令(生成データ)を受信し、その受信した制御指令(生成データ)に基づく制御を実行できる。

【0019】

車載コントローラ110は、演算処理装置(例えばCPU(図示せず))、記憶装置(例えば、ROM, RAM等の半導体メモリ)、インタフェース(入出力装置(図示せず))を備えており、記憶装置内に予め保存されているプログラム(ソフトウェア)を演算処理装置で実行し、プログラム内で規定されているデータとインタフェースから入力されたデータに基づいて演算処理装置が演算処理を行い、インタフェースから外部に信号(演算結果)を出力する。

【0020】

車載コントローラ110は、インタフェースを介して、GNSS受信機51、姿勢センサ75 A, 75 B, 75 C, 23、モニタ60、及び無線通信装置7などと接続されており、それらと相互にデータの入出力が可能になっている。

【0021】

車載コントローラ110の記憶装置には、例えば、油圧ショベル100の施工対象である施工目標面の位置を定義した施工目標面データと、車体形状寸法データと、演算処理装

10

20

30

40

50

置によって実行される各種プログラム等が記憶されている。

【 0 0 2 2 】

無線通信 N T 1 としては、衛星通信網、携帯電話通信網、インターネットなどが利用可能である。

【 0 0 2 3 】

(サーバ)

サーバ 2 0 1 は、例えば、C P U 等の演算処理装置 (図示せず) と、R A M , R O M 等の半導体記憶装置又は H D D 等の磁気記憶装置からなる記憶装置 (図示せず) と、外部接続装置との間で情報のやり取りする入出力インタフェース (図示せず) とを備えたコンピュータが利用可能であり、単体または複数のコンピュータから構成できる。

10

【 0 0 2 4 】

図 3 はサーバ 2 0 1 の概略構成図であり、図中にはサーバ 2 0 1 が実行する処理を複数のブロックで示している。

【 0 0 2 5 】

サーバ 2 0 1 には、マウスやキーボードなどの入力装置 2 0 4 と、複数の車載コントローラ 1 1 0 と通信するための通信装置 2 1 1 と、収集データが格納されるデータベース (D B) 2 0 2 と、モニタ 2 0 3 とが接続されている。

【 0 0 2 6 】

サーバ 2 0 1 は、記憶装置に格納されたプログラムを演算処理装置に実行させることで、通信制御部 2 1 0、データ入力部 2 2 0、データ出力部 2 2 2、記憶部 2 3 0、サーバ負荷管理部 2 3 2、データ生成部 2 3 4、収集データ分類部 2 4 0、及びアップロード時刻変更指令演算部 2 4 2 として機能し得る。以下、サーバ 2 0 1 の各部で行われる処理の詳細について説明する。

20

【 0 0 2 7 】

通信制御部 2 1 0 は、車載コントローラ 1 1 0 等の外部端末とデータの送受信を行うために必要な制御を行う部分であり、各車載コントローラ 1 1 0 と無線通信するための通信装置 2 1 1 と接続されている。

【 0 0 2 8 】

データ入力部 2 2 0 は、通信制御部 2 1 0、入力装置 2 0 4 及び D B 2 0 2 等から入力されるデータをサーバ 2 0 1 内に入力するための部分であり、データ出力部 2 2 2 は、サーバ 2 0 1 内で生成されたデータや格納されたデータをモニタ 2 0 3 や D B 2 0 2 等に出力するための部分である。

30

【 0 0 2 9 】

記憶部 2 3 0 は、サーバ 2 0 1 内に取り込まれたデータ、サーバ 2 0 1 外に出力されるデータ、実行中の演算に利用されるデータ等を一時的に記憶するための部分であり、ハードウェアとしては半導体メモリが該当し得る。記憶部 2 3 0 に一時的に記憶されるデータには、D B 2 0 2 に取り込まれた収集データや、通信装置 2 1 1 で受信され D B 2 0 2 に記憶される前の収集データ、D B 2 0 2 に取り込まれた収集データに基づいて演算された生成データ等が含まれる。

【 0 0 3 0 】

(データ生成部 2 3 4)

データ生成部 2 3 4 は、D B 2 0 2 に取り込まれた収集データに基づいて新たなデータである生成データを生成する部分である。生成データには、車載コントローラ 1 1 0 によって作業機械 1 0 0 を制御するための制御指令や、施工管理者に提供される各作業機械 1 0 0 や施工状況に関する情報をモニタ 2 0 3 に表示するための制御指令が含まれる。

40

【 0 0 3 1 】

前者の制御指令としては、作業機械 1 0 0 が障害物に接近した場合に出力される走行停止指令がある。各車載コントローラ 1 1 0 から送信される位置データの時系列から当該車載コントローラ 1 1 0 が搭載された油圧ショベル 1 0 0 が走行中か否かを判定し、走行中であると判定したときには、フロント作業装置 6 の姿勢データと、油圧ショベル 1 0 0 の

50

進行方向に位置する障害物を撮影するカメラデータとを取得して、フロント作業装置 6 と障害物の距離を演算し、演算した距離が所定の距離閾値未満になった場合には、操作レバーによる走行指令の出力の停止又は禁止を行い、速やかに油圧シヨベル 100 を停止させる。

【0032】

(収集データ分類部 240)

収集データ分類部 240 は、DB 202 に取り込まれた収集データをそのデータ特性に基づいて、予め定めた複数のカテゴリのいずれか 1 つのカテゴリに分類する処理 (カテゴリ分類処理) を行う部分である。複数のカテゴリには、第 1 カテゴリ及び第 2 カテゴリが含まれている。なお、本実施形態のカテゴリは、第 1 カテゴリ及び第 2 カテゴリの 2 つとする。また、カテゴリの分類処理は、サーバ負荷管理部 232 でサーバ負荷 (後述) が高い判定された場合に行っても良いし、サーバ負荷と無関係にサーバ 201 が各収集データを受信した際又は受信後に行っても良い。

10

【0033】

第 1 カテゴリは、車載コントローラ 110 からサーバ 201 への或る収集データのアップロード間隔 (アップロード間隔は収集データごとに設定できる) を、その時に設定されている間隔よりも長い間隔に変更され得る収集データが属するカテゴリである。なお、本実施形態では、第 1 カテゴリを間引き要求カテゴリと称することがある。

【0034】

第 2 カテゴリは、車載コントローラ 110 からサーバ 201 への或る収集データのアップロード間隔を、その時に設定されている間隔と同じ又はそれよりも短い間隔に変更され得る収集データが属するカテゴリである。なお、本実施形態では、第 2 カテゴリを即時要求カテゴリと称することがある。

20

【0035】

詳細は後述するが、カテゴリ分類に利用されるデータ特性としては、当該収集データのサンプリング周期 (収集頻度) の長短、当該収集データのリアルタイム処理への利用の有無、当該収集データと同時利用される他の収集データの有無、当該収集データのサーバ 201 での利用の優先度の高低等がある。なお、リアルタイム処理とは、サーバ 201 によって行われる生成データの生成処理のうち、該当する収集データの受信後にサーバ 201 によって遅滞なく速やかに行われる生成処理のことを示す。また、収集データの優先度は当該収集データのサーバ 201 での利用の実態に合わせて任意に設定できる。

30

【0036】

データ特性は、車載コントローラ 110 から送信される収集データに付加しても良い (すなわち、車載コントローラ 110 側で付与しても良い) が、サーバ 201 が収集データを受信する際や受信した後に当該データの特徴を解析することでサーバ 201 が付与しても良い。

【0037】

(サーバ負荷管理部 232)

サーバ負荷管理部 232 は、サーバ 201 の負荷 (サーバ負荷) を管理する処理 (サーバ負荷管理処理) を実行する部分である。本実施形態では、サーバ負荷を示す負荷指標値によりサーバ負荷の程度を把握しており、サーバ負荷管理部 232 は、当該負荷指標値が所定の負荷閾値を超えたときに、サーバ負荷が相対的に高いと判定して高負荷フラグを出力する。負荷指標値としては、例えば、サーバ 201 に搭載された演算処理装置 (例えば CPU) の使用率、同演算処理装置の温度、サーバ 201 に搭載されたメモリ使用量等があり、負荷閾値は負荷指標値ごとに設定可能である。

40

【0038】

(アップロード時刻変更指令演算部 242)

アップロード時刻変更指令演算部 242 は、サーバ負荷管理部 232 によってサーバ 201 の負荷指標値が所定の負荷閾値を超えたと判定されたとき (すなわち、サーバ負荷管理部 232 から高負荷フラグが出力されたとき)、収集データ分類部 240 で各収集デー

50

タが分類されたカテゴリに基づいて、各収集データのアップロード時刻を変更する指令（制御指令）を生成し、生成した指令を該当する車載コントローラ 110 に出力する処理を行う部分である。

【0039】

第1カテゴリに分類された収集データのアップロード間隔を長くする方法としては、（1）対象の収集データのアップロード間隔を、その時設定されている第1アップロード間隔（第1時間）から、当該第1アップロード間隔よりも長い第2アップロード間隔（第2時間）に変更するもの（すなわち、該当の収集データのアップロード間隔を規定する数値を新たな値（補正值）に書き換える指示を出力する方法）や、（2）対象の収集データのアップロード時刻を、その時設定されているアップロード間隔に基づいて決定される次のアップロード時刻から任意の時間だけ遅い時刻を次のアップロード時刻として指定し、それより後のアップロードタイミングについても同様に、当初の間隔よりもアップロード間隔が長くなる任意のアップロード時刻を指定するもの等がある。（2）の場合に、次のアップロード時刻を指定する方法としては、当該次のアップロード時刻より前に、該当する車載コントローラ 110 に対して該当する収集データを指定の時刻（アップロード時刻）にサーバ 201 にアップロードするように指示する指令（アップロード時刻の指定指令）を出力する方法がある。

10

【0040】

第2カテゴリに分類された収集データのアップロード間隔を短くする方法としては、第1カテゴリと同様に、（1）対象の収集データのアップロード間隔を、その時設定されている第3アップロード間隔（第3時間）から、当該第3アップロード間隔よりも短い第4アップロード間隔（第4時間）に変更するもの（アップロード間隔の新たな値（補正值）への書き換え指令）や、（2）対象の収集データのアップロード時刻を、その時設定されているアップロード間隔に基づいて決定される次のアップロード時刻から任意の時間だけ早い時刻を次のアップロード時刻として指定し、それより後のアップロードタイミングについても同様に、当初の間隔よりもアップロード間隔が短くなる任意のアップロード時刻を指定するもの（アップロード時刻の指定指令）等がある。

20

【0041】

（サーバ 201 のフローチャート 1（図 4））

次にサーバ 201 で行われる処理の詳細について具体例を挙げて説明する。図 4 は本実施形態のサーバ 201 で実行される処理の一例をフローチャートで示した図である。この図のフローチャートでは、サーバ高負荷時、第1カテゴリの収集データについてはアップロード間隔を増加する補正処理を行うが、第2カテゴリの収集データについてはアップロード間隔の変更は行わない。

30

【0042】

サーバ 201 は図 4 のフローを開始すると、管理下にある油圧ショベル（作業機械）100 が稼働しているか否かを判定する（S101）。当該判定は、例えば、各車載コントローラ 110 から送信されるデータがあるか否かで判定できる。各車載コントローラ 110 から各油圧ショベルの電源の ON・OFF 状態を送信するようにしても良い。ステップ S101 で稼働中の作業機械が存在しないと判定された場合には処理を終了する。一方、稼働中の作業機械が存在する場合にはステップ S102 に進む。

40

【0043】

ステップ S102 では、サーバ 201 は、各車載コントローラ 110（各油圧ショベル 100）から送信される収集データを通信装置 211 で適宜受信して DB 202 に格納する。各車載コントローラ 110 からの収集データのアップロードタイミングは各車載コントローラ 110 での設定によるが、通常は各作業機械 100 における収集データのサンプリング周期に一致する（すなわち、サンプリング周期とアップロード周期は一致する）。

【0044】

（収集データの特性）

図 5 に本実施形態で収集される収集データのデータ特性を示す。この図に示すように、

50

本実施形態の収集データには、フロント作業装置 6 及び上部旋回体 3 の姿勢データ、油圧シヨベル 1 0 0 の位置データ、カメラ 6 2 によって撮影された油圧シヨベル 1 0 0 の周囲のカメラ画像データ、レーザレーダ 6 1 によって取得された油圧シヨベル 1 0 0 の周囲の障害物の点群データ、フロント作業装置 6 によって掘削された土量データ、レーザレーダ 6 1 によって取得された現況地形データが含まれる。

【 0 0 4 5 】

図 5 に示したデータのうち、姿勢データ、位置データ、カメラ画像データ、及び点群データのデータ取得要求カテゴリは第 2 カテゴリに分類され、土量データと現況地形データの同カテゴリは第 1 カテゴリに分類される。図 5 の場合、カテゴリ分類とリアルタイム処理への利用の有無は一致している。すなわち、姿勢データ、位置データ、カメラ画像データ、及び点群データは、リアルタイム処理への利用があり、土量データ及び現況地形データはリアルタイム処理への利用がない。

10

【 0 0 4 6 】

また図 5 の例では、各収集データの収集頻度（サーバ 2 0 1 へのアップロード間隔やアップロード周期、油圧シヨベル 1 0 0 でのサンプリング周期などとも換言できる）に応じてデータ特性グループを A - E の 5 つに分類している。具体的には、収集頻度が 1 0 m s 以下である姿勢データと位置データはグループ A に分類され、収集頻度が 1 0 m s より大きく 5 0 m s 以下であるカメラ画像データはグループ B に分類され、収集頻度が 5 0 m s より大きく 1 0 0 m s 以下である点群データはグループ C に分類され、収集頻度が 1 0 0 m s を超える現況地形データはグループ D に分類され、収集頻度が設定されていない土量データ（例えば、土量データは旋回ブーム上げ動作の都度計測され得る）はグループ E に分類されている。グループの分類は車載コントローラ 1 1 0 側で行っても良いし、サーバ 2 0 1 側で行っても良い。

20

【 0 0 4 7 】

図 6 は DB 2 0 2 における収集データの管理方式の一例を示す図である。この図の例ではデータ特性グループ（ G r p ）ごとにテーブルを分類しており、所属グループ（ G r p ）と I D の組み合わせからデータの特定が可能である。収集データ分類部 2 4 0 によって収集データがカテゴリ分類された場合には、該当する収集データにカテゴリが付与される。各収集データにはデータを取得したときの油圧シヨベル 1 0 0 の位置データと収集時刻（サンプリング時刻）がリンクされている。また、DB 2 0 2 で保存される収集データは、 K e y と V a l u e を組み合わせた単純な構造からなるデータストアタイプである。そのため、例えば、複数データベースにデータを分散させて格納する分散データストアとしての利用することで、アクセス性能を向上することができる。

30

【 0 0 4 8 】

図 4 の説明に戻る。ステップ S 1 0 3 では、収集データ分類部 2 4 0 による収集データのカテゴリ分類処理と、サーバ負荷管理部 2 3 2 によるサーバ負荷管理処理との制御周期が到来したか否かをチェックする。制御周期が到来した場合にはステップ S 1 0 4 に進み、そうでない場合にはステップ S 1 0 1 に戻る。なお、このフローではカテゴリ分類処理とサーバ負荷管理処理を同じ周期で行うことにしたが、両者は異なる周期で行っても構わない。

40

【 0 0 4 9 】

ステップ S 1 0 4 では、サーバ 2 0 1 （サーバ負荷管理部 2 3 2 ）は、サーバ 2 0 1 に搭載された演算処理装置（例えば C P U ）の使用率が所定の負荷閾値を超えるか否かを判定する。当該使用率が負荷閾値を超えたと判定されたときは、サーバが高負荷状態にあると判定して高負荷フラグを出力してステップ S 1 0 5 に進む。反対に、当該使用率が負荷閾値以下であると判定されたときは、サーバ 2 0 1 は通常負荷状態にある（即ち高負荷状態にない）と判定してステップ S 1 0 1 に戻る。

【 0 0 5 0 】

（カテゴリ分類処理 1 （図 7 ））

ステップ S 1 0 5 では、サーバ 2 0 1 （収集データ分類部 2 4 0 ）は、サーバ 2 0 1 が

50

高負荷状態にあるときに受信した収集データのデータ特性に基づいて、第1カテゴリ及び第2カテゴリのいずれか1つのカテゴリに当該収集データを分類する。ここで図7を用いて収集データ分類部240によるカテゴリ分類処理の詳細について説明する。図7はステップS104において収集データ分類部240が行うカテゴリ分類処理のフローチャートの一例を示す図である。

【0051】

サーバ201（収集データ分類部240）は、ステップS104に到達すると（即ちサーバ負荷管理部232から高負荷フラグが出力されると）図7の処理を開始する。まず、ステップS201において、サーバ201が高負荷状態にあるときに受信したDB202内の複数の収集データの中から収集データを1つ選択し、その選択した収集データの収集頻度（サンプリング周期）が100ms以下か否かを判定する。選択した収集データの収集頻度が100ms以下の場合にはステップS203に進み、その収集データを第2カテゴリに分類する。一方、収集頻度が100msを超える場合にはステップS205に進み、その収集データを第1カテゴリに分類する。

10

【0052】

ステップ207では、サーバ201（収集データ分類部240）は、サーバ201が高負荷状態にあるときに受信した収集データの全てに対してカテゴリ分類が完了したか否かを判定し、未分類の収集データがある場合にはS201に戻り、サーバ201が高負荷状態にあるときに受信した全ての収集データの分類が完了した場合には図7の処理（ステップS105の処理（カテゴリ分類処理））を終了して図4のステップS106に進む。

20

【0053】

ステップS106では、サーバ201（アップロード時刻変更指令演算部242）は、ステップS105でカテゴリ分類された複数の収集データから1つの収集データを選択し、選択した収集データのカテゴリが第1カテゴリ（間引き要求）か否かを判定する。当該収集データのカテゴリが第1カテゴリの場合はステップS107に進み、第2カテゴリ（即時要求）である場合にはステップS108に進む。

【0054】

ステップS107では、サーバ201（アップロード時刻変更指令演算部242）は、ステップS106で選択された第1カテゴリに属する収集データのアップロード間隔（収集頻度）を、その時設定されている第1アップロード間隔（第1時間）から、当該第1アップロード間隔よりも長い第2アップロード間隔（第2時間）に変更する指令（すなわち、選択された収集データのアップロード間隔を新たな値（補正值）に書き換える指令）を演算し、その指令を選択された収集データを送信した車載コントローラ110に出力する。

30

【0055】

アップロード時刻変更指令演算部242による変更後のアップロード間隔は、変更前（現在）のアップロード間隔に1より大きい係数を乗ずれば演算できる。例えば、ステップS106で第1カテゴリに属する現況地形データが選択され、現況地形データのアップロード間隔を長くする場合には、次の式（1）によって補正後の現況地形データのアップロード間隔 $t(I)'$ を演算できる。

【0056】

補正後の現況地形のアップロード間隔（収集周期） $t(I)'$ = 補正前の現況地形のアップロード間隔 $t(I) \times (1 + (\text{位置データのアップロード間隔 } t(P)) / (\text{位置データのアップロード間隔 } t(P) + \text{補正前の現況地形のアップロード間隔 } t(I)))$...式（1）

40

ここで、補正前の現況地形データのアップロード間隔 $t(I) = 1 [s] = 1000 [msec]$ 、位置データのアップロード間隔 = $10 [msec]$ 、とすると、 $t(I)' = 1000 \times (1 + 10 / (10 + 1000)) = 1009.9 [msec]$ となる。すなわち、補正後の現況地形のアップロード間隔 $t(I)'$ は補正前よりも $9.9 [msec]$ 増加する。このときの効果について図8を用いて説明する。

【0057】

50

図8の上の図は或る時刻(便宜上、10[msec]と示す)に姿勢データ、位置データ、カメラ画像データ、点群データ、土量データ、現況地形データが集中した場合(すなわち、アップロード時刻変更指令演算部242によるアップロード間隔の補正前の状況)を示している。この場合、アップロード時刻変更指令演算部242により上記の例のように現況地形データのアップロード間隔を補正すると、現況地形データのアップロード時刻は図8の下図に示すように10[msec]よりも9.9[msec]遅れるので、10[msec]でのデータ集中を緩和することができサーバ負荷を減少できる。サーバ負荷の減少により、サーバ201が収集データを受信した時点から生成データの特性に合わせて遅滞なく演算処理を完了できるようになる。

【0058】

ステップS107が終了したら、サーバ201(アップロード時刻変更指令演算部242)は、ステップS105でカテゴリ分類された全ての収集データについてステップS106の判定を行ったか否かを判定する。全ての収集データについてステップS106の判定を行った場合には、ステップS101に戻り、そうで無い場合にはステップS106に戻る。

【0059】

(生成データの演算例)

図9に本実施形態のサーバ201が実行する生成データの演算処理の一例として、油圧シヨベル100が障害物に接近した場合に走行禁止指令(生成データ)を演算する処理のフローチャートを示す。なお、ここでは、サーバ201の管理下にある複数の油圧シヨベル100のうち、特定の油圧シヨベル100(車載コントローラ110)からの収集データを受信して、当該特定の油圧シヨベル100に生成データ(走行禁止指令)を送信する場合を想定している。

【0060】

ステップS501では、サーバ201は、制御対象の油圧シヨベル100(車載コントローラ110)から位置データを受信(取得)する。

【0061】

ステップS502では、サーバ201は、今回ステップS501で受信した位置データと、今回よりも前(例えば、1周期前のステップS501)に受信した位置データとを比較して、制御対象の油圧シヨベル(第1作業機械)100が走行したか否かを判定する。ここで受信した位置データに変化があった場合には制御対象の油圧シヨベル100は走行したと判定してステップS503に進む。反対に、位置データに変化がない場合には制御対象の油圧シヨベル100は停止していると判定してステップS501に戻る。

【0062】

ステップS503では、サーバ201は、制御対象の油圧シヨベル100から姿勢データを取得し、取得した姿勢データとステップS501で取得した位置データとに基づいて、制御対象の油圧シヨベル100のフロント作業装置6の位置を演算する。

【0063】

ステップS504では、サーバ201は、制御対象の油圧シヨベル100からカメラ画像データを取得して、そのカメラ画像に写った障害物を検出し、カメラ62から当該障害物までの距離を演算する。カメラ画像がステレオカメラ画像(視差画像)であればカメラ62から当該障害物までの距離は容易に演算できる。

【0064】

ステップS505では、サーバ201は、ステップS503で演算したフロント作業装置6の位置と、ステップS504で演算した障害物までの距離(障害物の位置)とに基づいて、フロント作業装置6から障害物までの距離Lを演算する。

【0065】

ステップS506では、サーバ201は、ステップS506で演算した距離Lが所定の距離閾値L1未満か否かを判定する。距離Lが閾値L1未満の場合には、カメラ62で検出した障害物と接触する可能性があるかと判定して制御対象の油圧シヨベル100に対して

10

20

30

40

50

、走行を停止又はオペレータから入力される走行操作を無効にする、走行禁止指令を出力する。これにより例えば制御対象の油圧シヨベル100が走行中でも、その走行動作が停止されて障害物との接触を防止することができる。

【0066】

ステップS506で距離Lが閾値L1以上の場合には、サーバ201は一旦処理を終了し、次の制御周期まで待機する。

【0067】

(作用・効果)

図9のフローで使用されるデータは、グループAに属する位置データ及び姿勢データ(図5参照)と、グループBに属するカメラ画像データ(図5参照)である。そのため、これら3種のデータがサーバ201に受信されるタイミングでサーバ201の負荷が高いと、走行禁止指令の生成に要する時間が増大し、走行禁止指令の基となる3種のデータが制御対象の油圧シヨベル100でサンプリング(収集)された時刻と、サーバ201で生成された走行禁止指令が当該制御対象の油圧シヨベル100に受信される時刻とのギャップが増大する虞がある。両時刻のギャップの増大は油圧シヨベル100の制御精度の低下を意味し、油圧シヨベル100が障害物に衝突する虞が高まる。

10

【0068】

そこで本実施形態では、図4に示したフローを利用することで、サーバへのデータ送信が集中してサーバが高負荷状態になる場合には、リアルタイム処理に利用されるデータの受信を優先する一方で、リアルタイム処理に利用しないデータの受信を遅らせることとした。これにより、サーバ201が、上記3種のデータをほぼ同時刻に受信でき、さらに遅滞なく図9に示したフローを実行することができるので、上記の3種のデータが油圧シヨベル100でサンプリングされた時刻と、走行禁止指令が当該油圧シヨベル100で受信される時刻との間に大きなギャップが生じることが防止でき、油圧シヨベル100を精度良く制御でき障害物との衝突を防止できる。

20

【0069】

(補足)

なお、上記の図4のフローでは、サーバ201が高負荷状態にあるときに収集データのカテゴリ分類処理(ステップS105)を実行したが、サーバ201が通常負荷の場合にカテゴリ分類処理を行っていても構わない。すなわち、例えば、ステップS102とS103の間や、ステップS103とS104の間などでカテゴリ分類処理を行っても良い。また、高負荷状態のときに受信した全ての収集データについてステップS105の処理を行った後にステップS106に遷移したが、高負荷状態のときに受信した収集データのそれぞれについてステップS105及びS106、さらにはステップS107の処理を行っても良い。なお、これらは以降に説明する変形例や他の実施形態でも同様である。

30

【0070】

また、収集データ分類部240による収集データのカテゴリ分類処理は、上記の図7に示した方法に限らず他の方法も利用可能である。次に他のカテゴリ分類処理について説明する。

【0071】

(カテゴリ分類処理2(図10))

図10は、図4のステップS104において収集データ分類部240が行うカテゴリ分類処理のフローチャートの他の例を示す図である。なお、図7と同じ処理は同じ符号を付して説明を省略することがある(これ以降に説明する図についても同様に扱う)。

40

【0072】

サーバ201(収集データ分類部240)は、ステップS104に到達すると(即ちサーバ負荷管理部232から高負荷フラグが出力されると)図10の処理を開始する。

【0073】

まず、ステップS220において、サーバ負荷管理部232によってサーバ201が高負荷状態にあると判定された回数である高負荷回数nを1カウントアップする。なお、図

50

4のフローの開始時の高負荷回数 n の値(初期値)はゼロであり、図4のフローの終了時に高負荷回数 n をゼロリセットする。すなわち、高負荷回数 n は図4のフローが開始されてからサーバ負荷管理部232によってサーバ201が高負荷状態にあると判定された回数(すなわち高負荷フラグが出力された回数)である。

【0074】

ステップS222では、サーバ201(収集データ分類部240)は、サーバ201が高負荷状態にあるときに受信したDB202内の複数の収集データの中から収集データを1つ選択し、その選択した収集データがサーバ201が高負荷状態にあるときに受信した複数の収集データの中で m 番目までに収集頻度(サンプリング間隔)が長いデータか否かを判定する。ただし、 $m = n + c1$ であり、 $c1$ はゼロ以上の整数とする。

10

【0075】

ここでは説明を簡単にするために $c1 = 0$ とする。この場合、 $n = 1$ のときに $m = 1$ となり、ステップS222では、サーバ201(収集データ分類部240)は、選択した収集データが、サーバ高負荷状態のときに受信した収集データの中で最も収集頻度が長いデータか否かを判定する。そして、選択した収集データが最も収集頻度の長いデータの場合にはその収集データを第1カテゴリに分類し(ステップS205)、そうでない場合にはその収集データを第2カテゴリに分類する(ステップS203)。すなわち、これらの処理により、 m 番目に収集頻度が長い収集データまでが第1カテゴリに分類され、残りの収集データ($m + 1$ 番目以降に収集頻度が長い収集データ)は第2カテゴリに分類される。

【0076】

20

このように図10のフローでは、サーバ201(収集データ分類部240)は、DB202に取り込まれた収集データのうち複数の車載コントローラ110における収集頻度(収集周期)が相対的に長い収集データを第1カテゴリに分類し、収集頻度(収集周期)が相対的に短い収集データを第2カテゴリに分類する収集データのカテゴリを分類することとした。このように収集データのカテゴリを分類しても先に説明した効果と同様の効果が発揮できる。

【0077】

ただし、図10の例では、サーバ201が高負荷状態にあると判定された回数の増加に応じて、第1カテゴリに分類される収集データの数が自動的に増加されるため、施工管理者が第1カテゴリに分類する収集データの数を積極的に設定しなくても、サーバ負荷が通常状態で維持される方向にシステムを遷移させることができる点が特徴的なメリットとなる。

30

【0078】

(カテゴリ分類処理3(図11))

図11は、図4のステップS104において収集データ分類部240が行うカテゴリ分類処理のフローチャートの他の例を示す図である。

【0079】

ステップS210において、サーバ201(収集データ分類部240)は、サーバ201が高負荷状態にあるときに受信したDB202内の複数の収集データの中から収集データを1つ選択し、その選択した収集データがリアルタイム処理に利用されるか否かを判定する。選択した収集データがリアルタイム処理に利用される場合にはステップS203に進み、その収集データを第2カテゴリに分類する。一方、リアルタイム処理に利用されない場合にはステップS205に進み、その収集データを第1カテゴリに分類する。各収集データがリアルタイム処理に利用されるか否かは図5の表の「性質」に示している。リアルタイム処理には、図9に示した走行禁止指令を演算する障害物衝突防止処理が含まれる。なお、姿勢データ、位置データ、点群データを利用して障害物衝突防止処理を行っても良い。

40

【0080】

このように図11のフローでは、サーバ201(収集データ分類部240)は、DB202に取り込まれた収集データのうち、サーバ201によるリアルタイム処理に利用され

50

ない収集データを第1カテゴリに分類し、サーバ201によるリアルタイム処理に利用される収集データを第2カテゴリに分類することとした。このように収集データのカテゴリを分類しても図7の処理を行った場合と同様の効果が発揮できる。

【0081】

(カテゴリ分類処理4(図12))

図12は、図4のステップS104において収集データ分類部240が行うカテゴリ分類処理のフローチャートの他の例を示す図である。

【0082】

ステップS212において、サーバ201(収集データ分類部240)は、サーバ201が高負荷状態にあるときに受信したDB202内の複数の収集データの中から収集データを1つ選択し、その選択した収集データとサーバ201で同時処理される収集データが存在するか否かを判定する。選択した収集データと同時処理される収集データが存在する場合にはステップS214に進み、選択した収集データと、その選択した収集データと同時処理される収集データとを第2カテゴリに分類する。一方、同時処理される収集データが存在しない場合にはステップS205に進み、選択した収集データを第1カテゴリに分類する。同時処理される収集データとしては、図9の例に示した姿勢データ、位置データ、カメラ画像データがある。また、姿勢データ、位置データ、点群データを利用して障害物衝突防止処理を行った場合にはこれらも同時処理される収集データとなる。

10

【0083】

このように図12のフローでは、サーバ201(収集データ分類部240)は、DB202に取り込まれた収集データのうち、サーバ201による生成データの生成に際して同時に利用される収集データが存在しない収集データを第1カテゴリに分類し、サーバ201による生成データの生成に際して同時に利用される収集データが存在する収集データを第2カテゴリに分類することとした。このように収集データのカテゴリを分類しても図7の処理を行った場合と同様の効果が発揮できる。

20

【0084】

(サーバ201のフローチャート2(図13))

ところで、上記では、図4に示すように第1カテゴリに分類された収集データのアップロード間隔(収集頻度)を長くする処理を行ったが、それとともに第2カテゴリに分類された収集データのアップロード間隔を短くする処理を行っても良い。次に、その場合にサーバ201で行われる処理について図13を用いて説明する。

30

【0085】

図13は本実施形態のサーバ201で実行される処理の他の例をフローチャートで示した図である。この図のフローチャートでは、サーバ高負荷時、第1カテゴリの収集データについてはアップロード間隔を増加する補正処理を行い、第2カテゴリの収集データについてはアップロード間隔を低減する補正処理を行う。なお、図4のフローとの違いはステップS109だけである。ここではステップS109の処理のみを説明し、他の処理については説明を省略する。

【0086】

ステップS109では、サーバ201(アップロード時刻変更指令演算部242)は、ステップS106で選択された第2カテゴリに属する収集データのアップロード間隔(収集頻度)を、その時設定されている第3アップロード間隔(第3時間)から、当該第3アップロード間隔よりも短い第4アップロード間隔(第4時間)に変更する指令(すなわち、選択された収集データのアップロード間隔を新たな値(補正值)に書き換える指令)を演算し、その指令を選択された収集データを送信した車載コントローラ110に出力する。

40

【0087】

アップロード時刻変更指令演算部242による変更後のアップロード間隔は、変更前(現在)のアップロード間隔に1より小さい係数を乗ずれば演算できる。例えば、ステップS106で第2カテゴリに属するカメラ画像データが選択され、カメラ画像データのアップロード間隔を短くする場合には、次の式(2)によって補正後のカメラ画像データの

50

アップロード間隔 $t(C)'$ を演算できる。

【0088】

補正後のカメラ画像データのアップロード間隔（収集周期） $t(C)'$ = 補正前のカメラ画像データのアップロード間隔 $t(C) \times (1 - (\text{位置データのアップロード間隔 } t(P) / \text{補正前のカメラ画像データのアップロード間隔 } t(C)))$...式(2)

ここで、補正前のカメラ画像データのアップロード間隔 $t(C) = 33$ [msec]、位置データのアップロード間隔 = 10 [msec]、とすると、 $t(C)' = 33 \times (1 + (10 / 33)) = 23$ [msec] となる。すなわち、補正後のカメラ画像データのアップロード間隔 $t(C)'$ は補正前よりも 10 [msec] 低減する。このときの効果を図14に示す。

10

【0089】

図14の上の図は或る時刻（便宜上、 10 [msec] と示す）に姿勢データ、位置データ、カメラ画像データ、点群データ、土量データ、現況地形データが集中した場合（すなわち、アップロード時刻変更指令演算部242によるアップロード間隔の補正前の状況）を示している。この場合、アップロード時刻変更指令演算部242により上記の例のようにカメラ画像データのアップロード間隔を補正して、その補正後のアップロード間隔に準じた時刻に取得したカメラ画像データをサーバ201にアップロードさせる指令（アップロード指令（データ要求））を該当する車載コントローラ110に出力する。このアップロード指令により、カメラ画像データのアップロード時刻は図14の下図に示すように補正前よりも 10 [msec] 早くなり、グループAの姿勢データ及び位置データと同時に利用できる時刻も 10 [msec] 早まるので、例えば所定時間内に障害物衝突防止処理を実行できる回数を補正前よりも向上できる。図14では、障害物衝突防止処理に必要な3種のデータ（グループAの姿勢データ及び位置データと、グループBのカメラ画像データ）が同時に取得できるタイミングを、グループ名を四角で囲うことで示しているが、補正前では 60 [msec] につき2回であったが、補正後では3回に増加している。

20

【0090】

このように図13に示すように第2カテゴリに分類された収集データのアップロード間隔を短くすると、同時処理されるべき複数の収集データを同じタイミングで受信できるようになるので、サーバ201のリアルタイム処理による油圧シヨベル100の制御精度を向上できる。

30

【0091】

なお、図14の例では、同時処理される複数の収集データのうち、アップロード間隔が長い方（グループB）のアップロード間隔を短い方（グループA）に合わせて補正したが、アップロード間隔が短い方（グループA）のアップロード間隔を長い方（グループB）に合わせて補正しても良い。また、図14の例では、サーバ201からアップロード指令を出力することで車載コントローラ110から所望のタイミングで所望の収集データを受信する仕組みを採用したが、先に説明した例のように対象の収集データのアップロード間隔を補正後の値に変更する指令をサーバ201から対象の車載コントローラ110に出力する仕組みを採用しても良い。

【0092】

（複数の作業機械からの収集データの受信）

図15は複数の油圧シヨベル100（作業機械）から収集データを受信する場合のタイミングチャートである。上記では説明を簡略化するために1台の油圧シヨベル100（作業機械）の収集データを受信する場合を例示したが、実際の現場では図15に示すようにサーバ201の管理下にある複数の油圧シヨベル100から多くのデータが送信される。したがって、本実施形態のように各収集データのデータ特性に合わせて受信時刻（車載コントローラ110からのアップロード間隔）を変更する処理を実施してデータ集中によるサーバ負荷の増加を防止することは非常に有益な対応であるといえる。

40

【0093】

また、複数の作業機械からの収集データは、作業効率、作業進捗等の状況を判断するた

50

め、収集された時間通りにサーバ201が収集データを受信できるのが望ましい。しかし、複数の作業機械からデータ収集を行うと、サーバ負荷の増大によって収集データの受信にタイムラグが発生する可能性がある。受信タイムラグの発生が継続すると、収集データの一貫性がなくなるため、複数の作業機械からの収集データの統合管理を行う上で、収集データの時間管理に問題が発生する。しかし、本実施形態のように各収集データのデータ特性に合わせて受信時刻（車載コントローラ110からのアップロード間隔）を変更すれば、データ集中によるサーバ負荷の増大を防止できるので受信タイムラグの発生も防止できる。

【0094】

（その他）

なお、本発明は、上記の実施の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、本発明は、上記の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。

【0095】

また、上記のコントローラ110，サーバ201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、上記のコントローラ110，サーバ201に係る構成は、演算処理装置（例えばCPU）によって読み出し・実行されることでコントローラ110，サーバ201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。

【0096】

また、上記の各実施の形態の説明では、制御線や情報線は、当該実施の形態の説明に必要であると解されるものを示したが、必ずしも製品に係る全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えて良い。

【符号の説明】

【0097】

2...走行体（下部走行体），3...旋回体（上部旋回体），6...フロント作業装置，6A...ブーム，6B...アーム，6C...バケット，7...無線通信装置，11A...ブームシリンダ，11B...アームシリンダ，11C...バケットシリンダ，23...旋回体姿勢センサ，40...車載コントローラ，50A...GNSSアンテナ，50B...GNSSアンテナ，51...GNSS受信機（位置センサ），61...レーザレーダ（LIDAR），62...カメラ，63a...ブームロッド圧センサ，63b...ブームボトム圧センサ，75A...ブーム姿勢センサ，75B...アーム姿勢センサ，75C...バケット姿勢センサ，100...油圧ショベル（作業機械），110...車載コントローラ，110...コントローラ，200...施工履歴情報管理システム，201...サーバ，202...データベース（DB），203...モニタ，204...入力装置，211...通信装置，220...データ入力部，222...データ出力部，230...記憶部，232...サーバ負荷管理部，234...データ生成部，240...収集データ分類部，242...アップロード時刻変更指令演算部

10

20

30

40

50

【 図 5 】

情報分類	性質	データ特性			データ特性グループ	データ取得要求カテゴリ
		内容	容量	頻度		
姿勢	・リアルタイム利用あり	角度値 (Rad)	数100 byte	~10ms	A	即時要求 (第2カテゴリ)
位置	・リアルタイム利用あり	位置情報 (X,Y,Z)	数100 byte	~10ms	A	即時要求 (第2カテゴリ)
カメラ画像	・リアルタイム利用あり	画像	~M byte	~33ms	B	即時要求 (第2カテゴリ)
点群	・リアルタイム利用あり	点群	~M byte	~60ms	C	即時要求 (第2カテゴリ)
土量	・リアルタイム利用なし	履歴	数kbyte	-	E	間引要求 (第1カテゴリ)
現況地形	・リアルタイム利用なし ・作業機械周囲	地形点群	~M byte	1s~	D	間引要求 (第1カテゴリ)

【 図 6 】

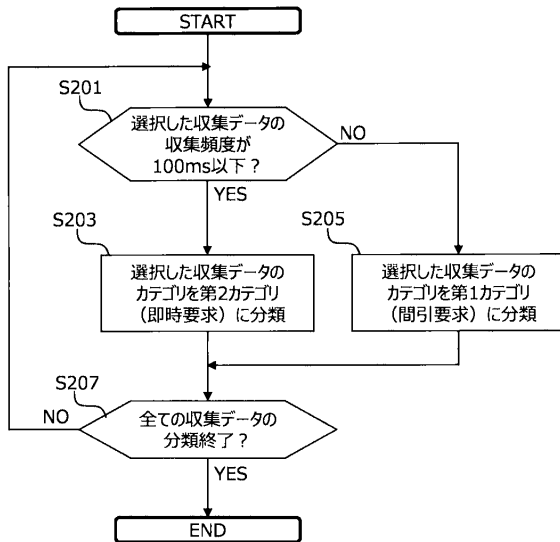
日時 (key)	Grp	ID	カテゴリ	取得データ位置情報			角度値	
				x	y	z	姿勢度	方向度
yyyy-mm-dd hh:mm:ss.sss	A	1						
yyyy-mm-dd hh:mm:ss.sss	A	2						
yyyy-mm-dd hh:mm:ss.sss	A	3						

日時 (key)	Grp	ID	カテゴリ	取得データ位置情報			画像データ		
				x	y	z			
yyyy-mm-dd hh:mm:ss.sss	B	1							
yyyy-mm-dd hh:mm:ss.sss	B	2							

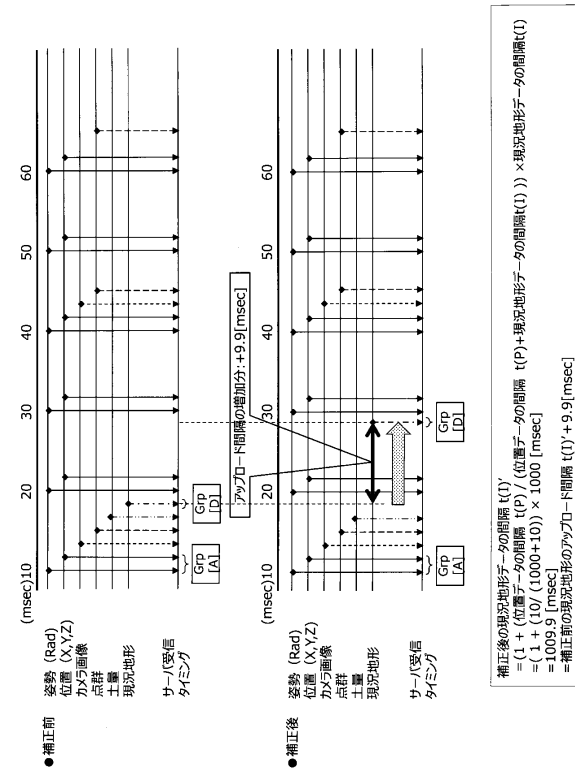
日時 (key)	Grp	ID	カテゴリ	取得データ位置情報			点群データ		
				x	y	z	x	y	z
yyyy-mm-dd hh:mm:ss.sss	C	1							
yyyy-mm-dd hh:mm:ss.sss	C	2							

10

【 図 7 】



【 図 8 】



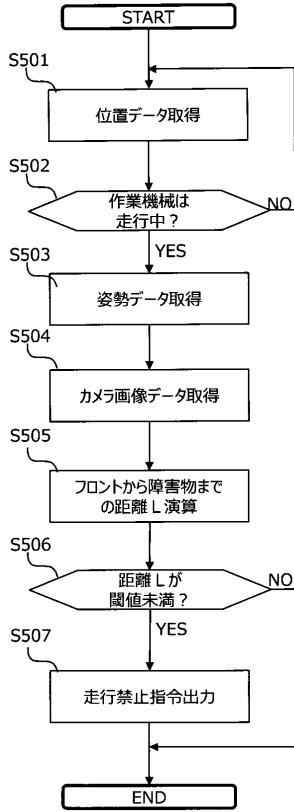
20

30

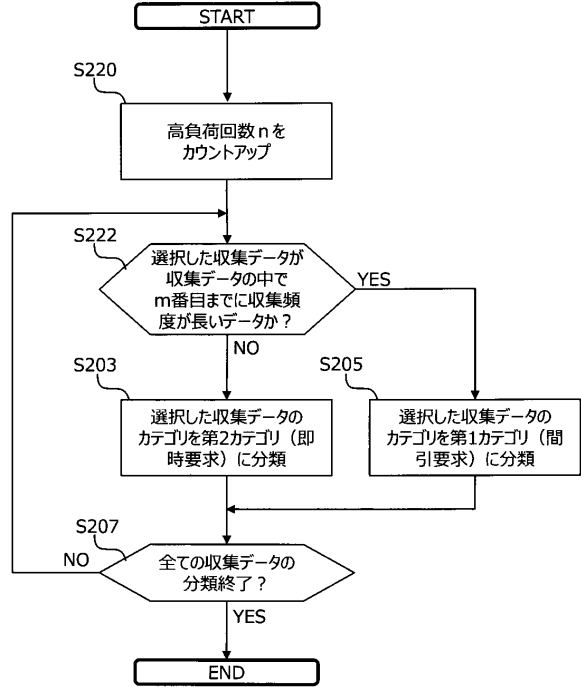
40

50

【 図 9 】



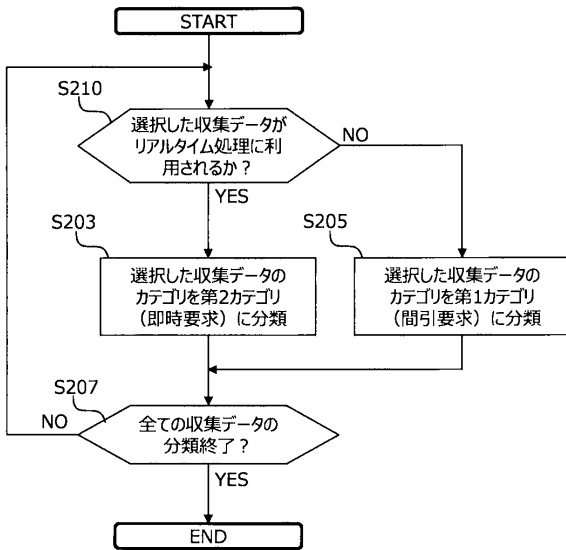
【 図 1 0 】



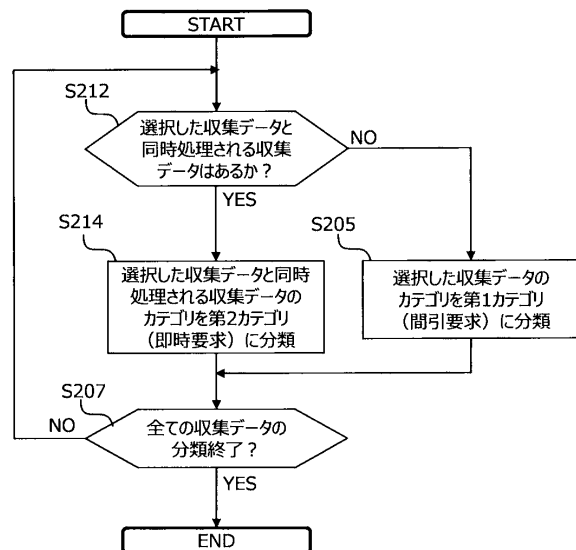
10

20

【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2017/037784(WO,A1)

特開2020-038362(JP,A)

国際公開第2013/161946(WO,A1)

特開2019-159727(JP,A)

特開2016-104925(JP,A)

特開2019-190193(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G08G 1/00 - 99/00

E02F 9/20 - 9/22

G06Q 10/00 - 10/30

G06Q 30/00 - 30/08

G06Q 50/00 - 50/20

G06Q 50/26 - 99/00

G16Z 99/00