

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-131599

(P2021-131599A)

(43) 公開日 令和3年9月9日(2021.9.9)

(51) Int.Cl.
G05B 23/02 (2006.01)F I
G05B 23/02 302Tテーマコード (参考)
3C223

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2020-25142 (P2020-25142)
(22) 出願日 令和2年2月18日 (2020.2.18)(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(74) 代理人 110001807
特許業務法人磯野国際特許商標事務所
(72) 発明者 渡邊 昭信
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 三谷 佳一
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 根尾 敦
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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動体の異常状態監視システム

(57) 【要約】

【課題】複数の移動体（例えば、建設機械、現場作業者）からの収集情報を適切に処理できる移動体の異常状態監視システムを提供する。

【解決手段】移動体の異常状態監視システム100は、複数の移動体から送信された異常状態の非正常情報に基づいて移動体への指示情報を送信する管理装置30と、移動体に備わる移動体側装置10を備え、移動体側装置10は、管理装置30と通信する通信部25と、複数のセンサのセンサ情報を取得するセンサ情報取得部12と、センサ情報が異常であるか否かを判定する異常検知部13と、異常検知部13が異常であると判定した際に、異常レベルを示すフラグと異常状態を示す状態情報とを含めてフラグデータ21として作成し、管理装置にフラグデータ21を送信する異常処理部14と、を有する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の移動体から送信された異常状態の非定常情報に基づいて前記移動体への指示情報を送信する管理装置と、前記移動体に備わる移動体側装置とを備え、
前記移動体側装置は、
前記管理装置と通信する通信手段と、
複数のセンサのセンサ情報を取得するセンサ情報取得手段と、
前記センサ情報が異常であるか否かを判定する異常検知手段と、
前記異常検知手段が異常であると判定した際に、異常レベルを示すフラグと異常状態を示す状態情報とを含めてフラグデータとして作成し、前記管理装置に前記フラグデータを送信する制御手段と、を有する
ことを特徴とする移動体の異常状態監視システム。

10

【請求項 2】

前記管理装置は、
前記異常レベルと前記状態情報と取得データとを関連付けるデータ取得判定テーブルを記憶する記憶部を有し、
前記移動体側装置から前記フラグデータを受信した場合、前記フラグデータの異常レベルに応じて、必要なセンシングデータを取得する指示を、前記移動体側装置に送信する
ことを特徴とする請求項 1 に記載の移動体の異常状態監視システム。

20

【請求項 3】

前記管理装置は、
前記異常レベルと前記状態情報と前記センシングデータとに基づき対処方法を判定する対処方法判定テーブルを前記記憶部に記憶されており、
前記移動体側装置から前記センシングデータを受信した場合、前記対処方法判定テーブルに基づき、前記移動体への対処方法である指示情報を前記移動体側装置に送信する
ことを特徴とする請求項 2 に記載の移動体の異常状態監視システム。

【請求項 4】

前記フラグデータには、
人の異常もしくは人に影響を与えるか否かを判定するための応答性情報と、
周囲環境に大きな影響を与えるか否かを判定する重要性情報と、
遠隔指示のなかでも、エキスパートの介入が必要か否かを判定するための介入性情報と、
を含む
ことを特徴とする請求項 1 に記載の移動体の異常状態監視システム。

30

【請求項 5】

前記移動体は、工事現場の無人建設機械、現場作業者を含んでなる
ことを特徴とする請求項 1 に記載の移動体の異常状態監視システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、複数の移動体からの収集情報を適切に処理できる移動体の異常状態監視システムに関する。

40

【背景技術】**【0002】**

建設機械の分野において、超大型油圧ショベル等に代表される機体重量数百トンクラスの超大型重機は、広大な鉱山での土石掘削作業のために世界各地で稼働している。このような超大型重機は、鉱石採取による生産性向上のために連続稼働が要求されている。この連続稼働を阻止する故障を未然に防ぐために、超大型重機には稼働データ収集装置が搭載され、詳細な稼働データを収集している。また、鉱山各社においても、コスト削減・生産効率の向上が望まれ、その解決策の一つとして自律運転するダンプトラックを採用している場合もある。

50

【 0 0 0 3 】

特許文献 1 では、保守につながる情報の質を低下させることなく収集蓄積する記憶情報量を軽減することにより、建設機械の故障・予兆を示す稼働データを効率的に収集できる建設機械の稼働データ収集装置が提案されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特許第 5 8 4 1 6 1 2 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

10

【 0 0 0 5 】

特許文献 1 は、建設機械に搭載され、建設機械の動作状況を示す複数のセンサの計測値で構成される稼働データを受信して、稼働データ記憶部に記憶する建設機械の稼働データ収集装置において、稼働データの各センサの正常基準値を記憶する正常基準値記憶部と、各センサの正常基準値に対する乖離度を計算する乖離度算出部と、乖離度算出部で計算した各センサの乖離度の大きさに応じて稼働データ記憶部に記憶する稼働データのセンサ項目を動的に変更する記憶センサ項目動的特定部とを備え、記憶センサ項目動的特定部は、各センサの正常基準値に対する乖離度の大きさを相互に比較して、乖離度の大きいセンサのセンサ項目から順番に選択して稼働データ記憶部に記憶することができる特徴を有している。

20

【 0 0 0 6 】

しかしながら、世界各地で稼働している多数の建設機械から、建設機械の動作状況を示す複数のセンサの計測値で構成される稼働データを受信すると、受信する情報の増加に伴い、各建設機械に異常兆候があった場合に、遠隔監視センタから迅速に指示を出すことができない課題がある。また、建設現場には、多数の現場作業者が働いているが、建設機械だけでなく、多数の現場作業者の状況も把握する必要がある。

【 0 0 0 7 】

本発明は、前記した課題を解決するためになされたものであり、複数の移動体（例えば、建設機械、現場作業者）からの収集情報を適切に処理できる移動体の異常状態監視システムを提供することを目的とする。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

前記目的を達成するため、本発明の移動体の異常状態監視システムは、複数の移動体から送信された異常状態の非定常情報に基づいて移動体への指示情報を送信する管理装置と、移動体に備わる移動体側装置とを備え、移動体側装置は、管理装置と通信する通信手段と、複数のセンサのセンサ情報を取得するセンサ情報取得手段と、センサ情報が異常であるか否かを判定する異常検知手段と、異常検知手段が異常であると判定した際に、異常レベルを示すフラグと異常状態を示す状態情報とを含めてフラグデータとして作成し、管理装置にフラグデータを送信する制御手段と、を有することを特徴とする。本発明のその他の態様については、後記する実施形態において説明する。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、複数の移動体からの収集情報を適切に処理できる移動体の異常状態監視システムを提供する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 実施形態に係る移動体の異常状態監視システムの概要を示す図である。

【 図 2 】 移動体の異常状態監視システムの構成を示す図である。

【 図 3 】 フラグデータのデータ構造の例を示す図である。

【 図 4 】 管理装置からの通知データのデータ構造の例を示す図である。

50

【図 5】処理 S 1 の取得データ判定テーブルの例を示す図である。

【図 6】処理 S 2 の指示判定テーブルの例を示す図である。

【図 7】移動体の異常状態監視システムの全体処理を示すフローチャートである。

【図 8】移動体におけるフラグ生成処理を示すフローチャートである。

【図 9】管理装置における複数フラグの優先度判定処理を示すフローチャートである。

【図 10】管理装置における処理 S 1 のセンシングデータ選択処理を示すフローチャートである。

【図 11】管理装置における処理 S 2 のセンシングデータ分析処理を示すフローチャートである。

【図 12】処理 S 2 のフラグデータ及びセンシングデータに基づく指示内容を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

< 移動体の異常状態監視システム 100 の概要 >

図 1 は、実施形態に係る移動体の異常状態監視システム 100 の概要を示す図である。図 2 は、移動体の異常状態監視システムの構成を示す図である。移動体の異常状態監視システム 100 は、世界各地で稼働している多数の建設機械、又はその建設現場で働く人から構成される複数の移動体からの非定常状態を監視する管理装置 30（遠隔監視センタ）と、移動体に備わる移動体側装置 10 とを備える。移動体側装置 10 は、非定常状態（異常状態）が発生すると、後記する非定常状態を示すフラグデータ 21 を、遠隔監視センタの管理装置 30 に送信する。管理装置 30 は、フラグデータ 21 を分析し必要となるセンシングデータを移動体側装置 10 に要求する。移動体側装置 10 は、要求されたセンシングデータを管理装置 30 に送信し、管理装置 30 は、フラグデータ、センシングデータに基づいて、移動体側装置 10 への指示情報を送信する。

20

【0012】

移動体の異常状態監視システム 100 は、M 個のセンサ、N 箇所に設け、P 種類のセンサ情報を用いる。M 個、N 個、P 個は、図 1 に示す無人建設機械に備えたセンサ及びその周辺に設けられたセンサを意味する。いいかえると、M 個、N 個、P 個は、移動体側装置 10 に備えたセンサ及びその周囲に備えられたセンサを意味する。P 種類のセンサには、例えば、画像距離センサ、音声センサ、振動センサ、温度センサ等がある。また、人の場合には、人が所持しているスマートデバイスにセンサ類が備えられていてもよい。

30

【0013】

移動体の例として工事現場で自律走行する無人建設機械の場合について説明する。

無人建設機械は、定常状態においては、プログラムされた計画通りに作業を進めつつ、周囲環境の変化や、自己状態の変化を、複数のセンサで常時センシングし、各センサからの出力結果に、閾値以上の異常値がないかをチェックし続ける。チェックの結果、閾値以上の異常値が検出された場合は、定常状態から、非定常状態へ遷移する。

【0014】

非定常状態に遷移すると、まず、センサの異常値に応じて、あらかじめ設定された応急処置を実行する。次に、各センサからの出力結果をもとに、フラグデータ 21 を生成する。さらに、生成したフラグデータ 21 を、ネットワーク NW を経由して、管理装置 30 へ通知する。フラグデータ 21 を通知した後、管理装置 30 からの指示の受信を待つ。管理装置 30 からの指示には、後記する処理 S 1 による指示と処理 S 2 による指示がある。

40

【0015】

なお、移動体として工事現場の自律走行の無人建設機械について説明したが、現場作業者の場合についても同様である。現場作業者の場合は、移動体側装置 10 として、現場作業者が各種センサ、処理部等を有するスマートデバイス、スマートウォッチ等を有している（身につけている）とよい。

【0016】

50

< 移動体の異常状態監視システム 100 の装置構成 >

次に装置構成について、図 2 を参照して説明する。

管理装置 30 は、処理 S 1 として、フラグデータ 21 を受信すると、必要となるセンシングデータの取得指示を行う。また、管理装置 30 は、処理 S 2 として、センシングデータを受信すると、フラグデータとセンシングデータを分析し、分析結果に応じて、ネットワーク NW を経由して、工事現場の無人建設機械へ最善の対応指示を出すことになる。

【 0017 】

移動体側装置 10 は、移動体の非定常状態を監視する処理部 11、記憶部 20、外部のセンサ 27 及び管理装置 30 と通信する通信部 25、複数の内部のセンサ 26 を有している。処理部 11 には、複数のセンサ 26、27 のセンサ情報を取得するセンサ情報取得部 12 (センサ情報取得手段) と、センサ情報が異常であるか否かを判定する異常検知部 13 (異常検知手段) と、異常検知手段が異常であると判定した際に、異常レベルを示すフラグと異常状態を示す状態情報とを含めてフラグデータ 21 として作成し、管理装置 30 にフラグデータ 21 を送信する異常処理部 14 (制御手段) と、フラグを生成するフラグ生成部 15 等を有する。記憶部 20 には、フラグデータ 21、応急処置判定テーブル 22 等が格納されている。

【 0018 】

図 3 は、フラグデータ 21 のデータ構造の例を示す図である。フラグデータ 21 は、フラグを生成した移動体側装置 10 と通知イベントを識別するための ID 211、フラグデータを生成した時刻を示すタイムスタンプ 212、定常 / 非定常状態を示すステータス 213、センサからの異常値により判定される応答性情報 214、重要性情報 215、介入性情報 216 からなる。応答性情報 214、重要性情報 215、介入性情報 216 は、それぞれの情報のフラグレベルであるレベル 214L、215L、216L と、そのレベルの状態を示す状態情報 214S、215S、216S とから構成されている。

【 0019 】

応答性情報 214 とは、人 (現場作業員) の異常、もしくは人に影響を与えるか否かを判定するための情報である。人の異常もしくは人への影響があると判定されれば、応答性レベルを「1」とする。次に、周囲環境の変化や機械の状態の変化が速いか否かを判定する。早いと判定されれば、応答性レベルを「2」とする。それ以外の場合は、応答性レベルを「3」とする。

【 0020 】

重要性情報 215 とは、周囲環境に大きな影響を与えるか否かを判定する情報である。影響が大きいと判定されれば、重要性レベルを「1」とする。次に、無人建設機械や使用している設備の破損につながるか否かを判定する。破損を引き起こすと判定されれば、応答性レベルを「2」とする。それ以外の場合は、重要性レベルを「3」とする。

【 0021 】

介入性情報 216 とは、遠隔指示のなかでも、エキスパートの介入が必要か否かを判定するための情報である。エキスパートの介入が必要と判定されれば、介入性レベルを「1」とする。次に、人工知能による介入が必要か否かを判定する。必要と判定されれば、介入性レベルを「2」とする。それ以外の場合は、介入性レベルを「3」とする。

【 0022 】

図 2 に戻り、管理装置 30 の構成を説明する。

管理装置 30 は、処理部 31、記憶部 40、入力部 45、表示部 46、通信部 47 を有している。処理部 31 は、複数のフラグデータを受信した際の優先度判定を行う優先度判定部 32、移動体及び周辺環境の状態を監視する移動体状態監視部 33、移動体の状態を把握するためのセンシングデータの指示情報を生成するセンシングデータ選択部 34、移動体への対応指示を生成するセンシングデータ分析部 35 等を有する。

【 0023 】

表示部 46 は、ディスプレイなどであり、管理装置 30 による処理の実行状況や実行結果などを表示する。入力部 45 は、キーボードやマウスなどのコンピュータに指示を入力

10

20

30

40

50

するための装置であり、プログラム起動などの指示を入力する。処理部 31 は、中央演算処理装置 (CPU) であり、記憶部 40 等に格納される各種プログラムを実行する。通信部 47 は、ネットワーク NW を介して、他の装置と各種データやコマンドを交換する。

【0024】

記憶部 40 には、処理 S1 に使用する移動体側装置 10 からのフラグデータ 21 に基づき取得すべき取得データ判定テーブル 41、処理 S2 に使用する移動体側装置 10 への応答指示のための指示判定テーブル 42、フラグデータ 21 及びセンシングデータに基づく指示内容 43、移動体への通知データ 44 等が記憶されている。

【0025】

図 4 は、管理装置 30 からの通知データ 44 のデータ構造の例を示す図である。通知データ 44 は、フラグを生成した移動体側装置 10 と通知イベントを識別するための ID 441、通知を生成した時刻であるタイムスタンプ 442、指示内容 443 等を有する。

【0026】

図 5 は、処理 S1 の取得データ判定テーブル 41 の例を示す図である。取得データ判定テーブル 41 は、フラグのレベル、状態情報、取得データ等を含んでいる。フラグのレベルとは、図 3 に示したレベル 214L, 215L, 216L であり、状態情報とは、図 3 に示した状態情報 214S, 215S, 216S である。

【0027】

フラグのレベル及び状態情報に基づき、取得すべきデータについて、具体例を説明する。行 411 の応答性レベルが「1」で、状態情報として姿勢がゆっくり歩行、顔色が悪いという情報が通知された場合、人の位置座標・動線、人の画像データ、人の距離データ、人の周囲の気温湿度を取得する。

【0028】

行 412 の応答性レベルが「2」で、状態情報として機械と人が急接近という情報が通知された場合、人の位置座標・動線、機械の位置座標・動線を取得する。

【0029】

行 413 の応答性レベルが「3」で、状態情報としてゲリラ豪雨という情報が通知された場合、降雨量、周囲の画像データを取得する。

【0030】

行 414 の重要性レベルが「1」で、状態情報として建設物破壊という情報が通知された場合、人の位置座標・動線、機械の位置座標・動線、周囲の画像データ、周囲の距離データを取得する。

【0031】

行 415 の重要性レベルが「2」で、状態情報として自己破壊という情報が通知された場合、機械の音、機械の温度を取得する。

【0032】

行 416 の重要性レベルが「3」で、状態情報としてメンテナンス要という情報が通知された場合、機械の音、機械の温度、連続稼働時間、周囲の画像データ、周囲の距離データ、機械の位置座標・動線を取得する。

【0033】

行 417 の介入性レベルが「1」で、状態情報として熟練者判断要という情報が通知された場合、人の位置座標・動線、人の画像データ、人の距離データ、人の周囲の気温湿度、機械の位置座標・動線、周囲の画像データ、周囲の距離データ、周囲の気温湿度、降雨量、機械の音、機械の温度を取得する。

【0034】

行 418 の介入性レベルが「2」で、状態情報として人工知能指示要という情報が通知された場合、介入性レベルが「1」の場合と同じデータ群を取得する。

【0035】

行 419 の介入性レベルが「3」で、状態情報として応急処置のみという情報が通知された場合、センシングデータの取得は不要である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

なお、図 5 の例では、応答性、重要性、介入性のレベルの例として各 3 例を示したがこれに限定されるわけではない。例えば、レベルが「 1 」で、状態情報が複数の場合がある。

【 0 0 3 7 】

図 6 は、処理 S 2 の指示判定テーブル 4 2 の例を示す図である。指示判定テーブル 4 2 は、フラグのレベル、状態情報、判定基準等を含んでいる。フラグのレベルとは、図 3 に示したレベル 2 1 4 L , 2 1 5 L , 2 1 6 L であり、状態情報とは、図 3 に示した状態情報 2 1 4 S , 2 1 5 S , 2 1 6 S である。

【 0 0 3 8 】

フラグのレベル及び状態情報、センシングデータに基づき、判定基準について、具体例を説明する。行 4 2 1 の応答性レベルが「 1 」で、状態情報として姿勢がゆっくり歩行、顔色が悪いという情報が通知された場合、人の位置座標・動線から、歩行速度を判定し、人の画像データから、顔色や脈拍や疲労度などのバイタル状態を判定し、人の距離データから、姿勢や疲労度を判定し、人の周囲の気温湿度から、労働環境の快適度を判定する。

【 0 0 3 9 】

判定基準は、疲労度 8 0 % 以上であれば、休憩 1 h 以上要、姿勢が、うずくまっていたり、倒れこんでいれば、救助要、動線と歩行速度が、ふらついていたり、足もつれがあれば、休憩 1 h 以上要、気温 / 湿度が、 3 9 度 / 9 0 % が 1 h であれば、休憩 0 . 5 h 要、である。なお、h は時間の単位である。

【 0 0 4 0 】

行 4 2 2 の応答性レベルが「 2 」で、状態情報として機械と人が急接近という情報が通知された場合、人の位置座標・動線と、機械の位置座標・動線から、最接近予想距離と、最接近予測時刻、を判定する。

【 0 0 4 1 】

判定基準は、最接近距離 3 m / 予測時刻 1 5 s 後であれば、機械を停止させ、その他であれば、人への警報をだし、機械の移動速度を低下させ、ルート変更させる、である。

【 0 0 4 2 】

行 4 2 3 の応答性レベルが「 3 」で、状態情報としてゲリラ豪雨という情報が通知された場合、降雨量と周囲の画像データの降雨状況から、活動継続可否を判定する。判定基準は、降雨計および画像認識の結果により、 5 0 0 mm / h が 0 . 5 h 継続であれば、機械を停止させ、 5 0 0 mm / h が 1 h 継続であれば、機械を退避させる、である。

【 0 0 4 3 】

行 4 2 4 の重要性レベルが「 1 」で、状態情報として建設物破壊という情報が通知された場合、人の位置座標・動線と機械の位置座標・動線から、最接近距離を判定し、周囲の画像データおよび周囲の距離データから、退避要否を判定する。判定基準は、最近接距離 3 m であれば、機械を停止させ、周囲の画像データおよび距離データの画像認識の結果、未認識の物体もしくは接近すべきでない物体が検出されれば、退避要と判定する。

【 0 0 4 4 】

行 4 2 5 の重要性レベルが「 2 」で、状態情報として自己破壊という情報が通知された場合、機械の音から、部品の故障や劣化を予測できる特定の周波数を検知し、温度から、想定以上の高温に達している個所を検知する。判定基準は、機械の音の分析の結果、特定周波数が検知され、 1 分間継続していれば、機械を停止させ、温度の分析の結果、 9 0 度以上の部位が検知され、 1 分間継続していれば、機械を停止させる、である。

【 0 0 4 5 】

行 4 2 6 の重要性レベルが「 3 」で、状態情報としてメンテナンス要という情報が通知された場合、機械の音から、部品の故障や劣化を予測できる特定の周波数を検知し、機械の温度から、想定以上の高温に達している個所を検知し、連続稼働時間から、メンテナンス作業の要否を判定し、周囲の画像データおよび周囲の距離データと、機械の位置座標、動線から、現在地からメンテナンス場所への移動時間を推定する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

判定基準としては、機械の音の分析の結果、特定周波数が検知されれば、メンテナンス要と判定し、機械の温度の分析の結果、90度以上の部位が検知されれば、メンテナンス要と判定し、連続稼働時間が50h以上であれば、メンテナンス要と判定し、自己位置と周囲の画像と距離データから、移動所要時間と残稼働時間を算出する、である。

【 0 0 4 7 】

行427の介入性レベルが「1」で、状態情報として熟練者判断要という情報が通知された場合、人の位置座標・動線、人の画像データ、人の距離データ、人の周囲の気温湿度、機械の位置座標・動線、周囲の画像データ、周囲の距離データ、周囲の気温湿度、降雨量、機械の音、機械の温度をもとに、熟練者が複数異常の発生している場合の対応方法を判断する。例えば、複数フラグ同時発生時の優先度判断や、人/機械の退避先/移動先が競合した時の退避指示である。

10

【 0 0 4 8 】

行428の介入性レベルが「2」で、状態情報として人工知能指示要という情報が通知された場合、介入性レベルが「1」の場合と同じデータ群をもとに、人工知能が応急処理リストに含まれない単独異常が発生しているか場合の対応方法を、データベースから判定する。例えば、画像認識の結果、リストにない未知の物体を認識した場合や、リストにない周波数の異音を検知した場合の対応方法である。

【 0 0 4 9 】

行429の介入性レベルが「3」で、状態情報として応急処置のみという情報が通知された場合、判定処理は不要である。

20

【 0 0 5 0 】

< 移動体の異常状態監視システム100の効果 >

移動体の異常状態監視システム100の効果には下記がある。

(1) 移動体側装置10から管理装置30への通知データ(フラグデータ21(図3参照))のサイズが小さいため、多数の拠点から同時に多数の通知が発生しても、リアルタイムに管理装置30に通知できる。

(2) 移動体側装置10から管理装置30への通知前に緊急性や重要性の判定を行うため、管理装置30側での処理の負担が少ない。また、管理装置30は、優先度を判断しやすく、多数の移動体に対する対応可能である。

30

(3) 移動体側装置10は異常データを検知したら、まず、移動体で応急処置を実行するため、対応遅延が発生しない。

(4) 多種多数のセンサによるセンシングの組み合わせにより、現場の状況を正確に把握できる。例えば、人のセンシングでは、座標(位置)と姿勢や動作、バイタル情報を組み合わせることで、より正確に現場作業者の状態(健康度、疲労度、周辺の機械の安全度、作業環境の快適性)を把握できる。

(5) 詳細なセンシングデータを、管理装置30で分析することで、移動体側装置10での分析よりもより高精度な改善策を作成可能である。

【 0 0 5 1 】

< 移動体の異常状態監視システム100の処理 >

40

以下、移動体の異常状態監視システム100の処理について説明する。

図7は、移動体の異常状態監視システム100の全体処理を示すフローチャートである。適宜図2、図3を参照して説明する。移動体側装置10の異常検知部13は、センサ情報取得部12が取得したセンサ情報が非定常であるか否か(異常であるか否か)を判定し(処理S10)、非定常でなければ(処理S10, No)、処理S10に戻り、非定常であれば(処理S10, Yes)、応急処置を実行する(処理S11)。応急処置は、記憶部20に記憶されている応急処置判定テーブル22に基づき対応する。そして、異常処理部14は、フラグ生成部15を介して、図3に示した応答性情報214、重要性情報215、介入性情報216を得る(処理S13:フラグ生成処理)。次に、異常処理部14は、管理装置30へフラグデータ21(図3参照)を通知する(処理S14)。

50

【 0 0 5 2 】

移動体側装置 1 0 の異常処理部 1 4 は、管理装置 3 0 から指示を受信すると（処理 S 1 5）、センシングデータ収集の指示処理を実行する（処理 S 1 6）。そして、異常処理部 1 4 は、管理装置 3 0 にセンシングデータを送信する（処理 S 1 7）。

【 0 0 5 3 】

移動体側装置 1 0 の異常処理部 1 4 は、管理装置 3 0 から指示を受信すると（処理 S 1 8）、指示の処理を実行し（処理 S 1 9）、処理 S 1 0 に戻る。

【 0 0 5 4 】

一方、管理装置 3 0 の移動体状態監視部 3 3 は、移動体側装置 1 0 からフラグデータ 2 1 を受信すると（処理 S 3 1）、センシングデータ選択部 3 4 を介して、図 5 に示した取得すべきデータの項目を得て（処理 S 3 2）、移動体側装置 1 0 にセンシングデータの取得の指示をする（処理 S 3 3）。

10

【 0 0 5 5 】

その後、管理装置 3 0 の移動体状態監視部 3 3 は、移動体側装置 1 0 からセンシングデータを受信すると（処理 S 3 4）、センシングデータ分析部 3 5 を介して、図 6 に示した判定基準に伴い対応指示を得て（処理 S 3 5）、移動体側装置 1 0 に対応指示をする（処理 S 3 6）。

【 0 0 5 6 】

図 8 は、移動体側装置 1 0 におけるフラグ生成処理（処理 S 1 3）を示すフローチャートである。適宜図 2、図 3 を参照して説明する。移動体側装置 1 0 のフラグ生成部 1 5 は、人（作業員）の異常、もしくは人に影響を与えるか否かを判定し（処理 S 1 3 1）、人の異常もしくは人への影響があると判定されれば（処理 S 1 3 1, Y e s）、応答性のレベル 2 1 4 L を「1」と設定し、状態情報 2 1 4 S を設定し（処理 S 1 3 3）、処理 S 1 3 6 に進む。人の異常もしくは人への影響がないと判定されれば（処理 S 1 3 1, N o）、フラグ生成部 1 5 は、処理 S 1 3 2 に進む。

20

【 0 0 5 7 】

次に、フラグ生成部 1 5 は、周囲環境の変化や機械の状態の変化が速いか（変化が大きい）否かを判定し（処理 S 1 3 2）、早いと判定されれば（処理 S 1 3 2, Y e s）、応答性のレベル 2 1 4 L を「2」と設定し、状態情報 2 1 4 S を設定し（処理 S 1 3 4）、処理 S 1 3 6 に進む。変化が速くなければ、それ以外の場合は（処理 S 1 3 2, N o）、フラグ生成部 1 5 は、応答性のレベル 2 1 4 L を「3」と設定し、状態情報 2 1 4 S を設定し（処理 S 1 3 5）、処理 S 1 3 6 に進む。

30

【 0 0 5 8 】

フラグ生成部 1 5 は、周囲環境に大きな影響を与えるか（環境破壊するか）否かを判定し（処理 S 1 3 6）、影響が大きいと判定されれば（処理 S 1 3 6, Y e s）、重要性のレベル 2 1 5 L を「1」と設定し、状態情報 2 1 5 S を設定し（処理 S 1 3 8）、処理 S 1 4 1 に進む。影響が大きいと判定されなければ（処理 S 1 3 6, N o）、フラグ生成部 1 5 は、処理 S 1 3 7 に進む。

【 0 0 5 9 】

次に、フラグ生成部 1 5 は、建設機械や使用している設備の破損につながるか否かを判定し（処理 S 1 3 7）、破損を引き起こすと判定されれば（処理 S 1 3 7, Y e s）、重要性のレベル 2 1 5 L を「2」と設定し、状態情報 2 1 5 S を設定し（処理 S 1 3 9）、処理 S 1 4 1 に進む。それ以外の場合は（処理 S 1 3 7, N o）、重要性のレベル 2 1 5 L を「3」と設定し、状態情報 2 1 5 S を設定し（処理 S 1 4 0）、処理 S 1 4 1 に進む。

40

【 0 0 6 0 】

さらに、フラグ生成部 1 5 は、応急処理のみで OK であるか否かを判定し（処理 S 1 4 1）、応急処理のみで OK と判定されれば（処理 S 1 4 1, Y e s）、介入性のレベル 2 1 6 L を「3」と設定し、状態情報 2 1 6 S を設定し（処理 S 1 4 3）、フラグ生成処理（処理 S 1 3）を終了する。応急処理のみでは OK でなければ（処理 S 1 4 1, N o）、

50

フラグ生成部 15 は、処理 S 142 に進む。

【0061】

フラグ生成部 15 は、人工知能で対応する必要か否かを判定し（処理 S 142）、人工知能で対応する必要と判定されれば（処理 S 142, Yes）、介入性のレベル 216L を「2」と設定し、状態情報 216S を設定し（処理 S 144）、フラグ生成処理（処理 S 13）を終了する。人工知能で対応する必要がなければ（処理 S 142, No）、フラグ生成部 15 は、介入性のレベル 216L を「1」と設定し、状態情報 216S を設定し（処理 S 145）、フラグ生成処理（処理 S 13）を終了する。

【0062】

図 9 は、管理サーバにおける複数フラグの優先度判定処理（処理 S 32）を示すフローチャートである。適宜図 2、図 3 を参照して説明する。優先度判定処理は、図 7 で示した移動体状態監視部 33 の処理 S 31 ~ 処理 S 36 についてさらに具体的に示したものである。図 7 の処理 S 31, S 34 は、図 9 の処理 S 328 に対応し、図 7 の処理 S 32, S 35 は、図 9 の処理 S 327 に対応する。また、図 7 の処理 S 33, S 36 は、図 9 の処理 S 327 に対応する。

10

【0063】

管理装置 30 の優先度判定部 32 は、各地の移動体から送付されてきた受信キューが残っているか否かを判定し（処理 S 321）、受信キューがある場合（処理 S 321, Yes）、フラグデータ 21 のタイムスタンプ 212 と応答性のレベル 214L から応答期限を生成し（処理 S 322）、処理 S 321 に戻る。受信キューの残りがいない場合（処理 S 321, No）、優先度判定部 32 は、処理 S 323 に進む。

20

【0064】

優先度判定部 32 は、受信キューを応答期限の早い順にソートし（処理 S 323）、処理されていらない受信キューの残りが残っているか否かを判定し（処理 S 324）、受信キューの残りが残っている場合（処理 S 324, Yes）、処理 S 325 に進み、受信キューがない場合（処理 S 324, No）、処理 S 328 に進む。

【0065】

そして、優先度判定部 32 は、受信キューの先頭を取出して（処理 S 325）、処理 S 1 又は処理 S 2 の分析を実施し（処理 S 326）、移動体に指示情報を送信し（処理 S 327）、処理 S 324 に戻る。

30

【0066】

処理 S 328 において、優先度判定部 32 は、移動体側装置 10 からのフラグデータ 21 の受信があるか否かを判定し、フラグデータ 21 の受信がない場合（処理 S 328, No）、処理 S 328 に戻り、フラグデータ 21 の受信がある場合（処理 S 328, Yes）、処理 S 321 に戻る。

【0067】

図 10 は、管理装置 30 における処理 S 1 のセンシングデータ選択処理（処理 S 34）を示すフローチャートである。適宜図 2、図 3 を参照する。センシングデータ選択部 34 は、取得データ判定テーブル 41 に基づき、分析に必要なセンシングデータを選択する。

【0068】

40

センシングデータ選択部 34 は、応答性レベルが「1」か否かを判定し（処理 S 341）、応答性レベルが「1」で、状態情報として姿勢がゆっくり歩行、顔色が悪いという情報が通知された場合（処理 S 341, Yes）、取得データとして、人の位置座標・動線、人の画像データ、人の距離データ、人の周囲の気温湿度を選択し（処理 S 343）。処理 S 346 に進む。応答性レベルが「1」でない場合（処理 S 341, No）、センシングデータ選択部 34 は、処理 S 342 に進む。

【0069】

センシングデータ選択部 34 は、応答性レベルが「2」か否かを判定し（処理 S 342）、応答性レベルが「2」で、状態情報として機械と人が急接近という情報が通知された場合（処理 S 342, Yes）、取得データとして、人の位置座標・動線、機械の位置座

50

標・動線を選択し（処理 S 3 4 4）、処理 S 3 4 6 に進む。応答性レベルが「2」でない場合（処理 S 3 4 2, No）、センシングデータ選択部 3 4 は、処理 S 3 4 5 に進む。

【0070】

処理 S 3 4 5 において、センシングデータ選択部 3 4 は、応答性レベルが「3」で、状態情報としてゲリラ豪雨という情報が通知された場合、取得データとして降雨量、周囲の画像データを選択し、処理 S 3 4 6 に進む。

【0071】

処理 S 3 4 6 において、センシングデータ選択部 3 4 は、重要性レベルが「1」か否かを判定し、重要性レベルが「1」で、状態情報として建設物破壊という情報が通知された場合（処理 S 3 4 6, Yes）、取得データとして、人の位置座標・動線、機械の位置座標・動線、周囲の画像データ、周囲の距離データを選択し（処理 S 3 4 8）、処理 S 3 4 B に進む。重要性レベルが「1」でない場合（処理 S 3 4 6, No）、センシングデータ選択部 3 4 は、処理 S 3 4 7 に進む。

10

【0072】

センシングデータ選択部 3 4 は、重要性レベルが「2」で、状態情報として自己破壊という情報が通知された場合（処理 S 3 4 7, Yes）、取得データとして、機械の音、機械の温度を選択し（処理 S 3 4 9）、処理 S 3 4 B に進む。重要性レベルが「2」でない場合（処理 S 3 4 7, No）、センシングデータ選択部 3 4 は、処理 S 3 4 A に進む。

【0073】

処理 S 3 4 A において、センシングデータ選択部 3 4 は、重要性レベルが「3」で、状態情報としてメンテナンス要という情報が通知された場合、取得データとして、機械の音、機械の温度、連続稼働時間、周囲の画像データ、周囲の距離データ、機械の位置座標・動線を選択し、処理 S 3 4 B に進む。

20

【0074】

処理 S 3 4 B において、センシングデータ選択部 3 4 は、介入性レベルが「1」又は「2」であるか否かを判定し、状態情報として熟練者判断要、人工知能指示要という情報が通知された場合（処理 S 3 4 B, Yes）、取得データとして、人の位置座標・動線、人の画像データ、人の距離データ、人の周囲の気温湿度、機械の位置座標・動線、周囲の画像データ、周囲の距離データ、周囲の気温湿度、降雨量、機械の音、機械の温度を選択し（処理 S 3 4 C）、処理 S 1 のセンシングデータ選択処理（処理 S 3 4）を終了する。介入性レベルが「1」又は「2」でない場合（処理 S 3 4 B, No）、処理 S 1 のセンシングデータ選択処理（処理 S 3 4）を終了する。

30

【0075】

図 1 1 は、管理装置 3 0 における処理 S 2 のセンシングデータ分析処理（処理 S 3 5）を示すフローチャートである。適宜図 2、図 3 を参照する。センシングデータ選択部 3 4 は、フラグデータ 2 1、センシングデータ及び指示判定テーブル 4 2 に基づき、移動体への対応指示を選択する。

【0076】

センシングデータ分析部 3 5 は、移動体が人か否かを判定し（処理 S 3 5 1）、人であるなら、取得したセンシングデータから人座標を分析し（処理 S 3 5 3）、姿勢動作を分析し（処理 S 3 5 4）、バイタルを分析し（処理 S 3 5 5）、人の周囲環境を分析し（処理 S 3 5 6）、その後、指示情報を生成し（処理 S 3 5 7）、処理 S 2 のセンシングデータ分析処理（処理 S 3 5）を終了する。センシングデータ分析部 3 5 は、移動体が人でない場合（処理 S 3 5 1, No）、処理 S 3 5 2 に進む。

40

【0077】

なお、バイタルとは、バイタルサイン（vital signs）の略称である。生命（vital）の兆候（sign）とも訳される、患者の生命に関する最も基本的な情報である。具体的には、脈拍あるいは心拍数・呼吸（数）・血圧・体温の 4 つを指すことが多く、これらの数値情報から、人の現在状況を把握・表現する。

【0078】

50

処理 S 3 5 3 ~ 処理 S 3 4 6 において、応答性レベルが「1」で、状態情報として姿勢がゆっくり歩行、顔色が悪いという情報が通知された場合、センシングデータ分析部 3 5 は、人の位置座標・動線から、歩行速度を判定し、人の画像データから、顔色や脈拍や疲労度などのバイタル状態を判定し、人の距離データから、姿勢や疲労度を判定し、人の周囲の気温湿度から、労働環境の快適度を判定する。

【0079】

処理 S 3 5 7 において、判定基準は、疲労度 80 % 以上であれば、休憩 1 h 以上要、姿勢が、うずくまっていたり、倒れこんでいれば、救助要、動線と歩行速度が、ふらついたり、足もつれがあれば、休憩 1 h 以上要、気温 / 湿度が、39 度 / 90 % が 1 h であれば、休憩 0.5 h 要、である。

10

【0080】

処理 S 3 5 3 ~ 処理 S 3 4 6 において、応答性レベルが「2」で、状態情報として機械と人が急接近という情報が通知された場合、センシングデータ分析部 3 5 は、人の位置座標・動線と、機械の位置座標・動線から、最接近予想距離と、最接近予測時刻、を判定する。

【0081】

処理 S 3 5 7 において、判定基準は、最接近距離 3 m / 予測時刻 15 s 後であれば、機械を停止させ、その他であれば、人への警報をだし、機械の移動速度を低下させ、ルート変更させる、である。

20

【0082】

処理 S 3 5 7 において、応答性レベルが「3」で、状態情報としてゲリラ豪雨という情報が通知された場合、センシングデータ分析部 3 5 は、降雨量と周囲の画像データの降雨状況から、活動継続可否を判定する。判定基準は、降雨計および画像認識の結果により、500 mm / h が 0.5 h 継続であれば、機械を停止させ、500 mm / h が 1 h 継続であれば、機械を退避させる、である。

【0083】

センシングデータ分析部 3 5 は、移動体が無人建設機械か否かを判定し（処理 S 3 5 2）、無人建設機械であるなら（処理 S 3 5 2, Yes）、取得したセンシングデータから機械座標を分析し（処理 S 3 6 0）、周辺環境を分析し（処理 S 3 6 1）、機械状態を分析し（処理 S 3 6 2）、その後、指示情報を生成し（処理 S 3 6 3）、処理 S 2 のセンシングデータ分析処理（処理 S 3 5）を終了する。センシングデータ分析部 3 5 は、移動体が無人建設機械でない場合（処理 S 3 5 2, No）、処理 S 3 6 5 に進む。

30

【0084】

処理 S 3 6 0 ~ 処理 S 3 6 2 において、重要性レベルが「1」で、状態情報として建設物破壊という情報が通知された場合、センシングデータ分析部 3 5 は、人の位置座標・動線と機械の位置座標・動線から、最接近距離を判定し、周囲の画像データおよび周囲の距離データから、退避要否を判定する。

【0085】

処理 S 3 6 3 において、判定基準は、最近接距離 3 m であれば、機械を停止させ、周囲の画像データおよび距離データの画像認識の結果、未認識の物体もしくは接近すべきでない物体が検出されれば、退避要である。

40

【0086】

処理 S 3 6 0 ~ 処理 S 3 6 2 において、重要性レベルが「2」で、状態情報として自己破壊という情報が通知された場合、センシングデータ分析部 3 5 は、機械の音から、部品の故障や劣化を予測できる特定の周波数を検知し、温度から、想定以上の高温に達している個所を検知する。

【0087】

処理 S 3 6 3 において、判定基準は、機械の音の分析の結果、特定周波数が検知され、1 分間継続していれば、機械を停止させ、温度の分析の結果、90 度以上の部位が検知され、1 分間継続していれば、機械を停止させる、である。

50

【 0 0 8 8 】

処理 S 3 6 0 ~ 処理 S 3 6 2 において、重要性レベルが「 3 」で、状態情報としてメンテナンス要という情報が通知された場合、センシングデータ分析部 3 5 は、機械の音から、部品の故障や劣化を予測できる特定の周波数を検知し、温度から、想定以上の高温に達している個所を検知し、連続稼働時間から、メンテナンス作業の要否を判定し、周囲の画像データおよび周囲の距離データと、機械の位置座標、動線から、現在地からメンテナンス場所への移動時間を推定する。

【 0 0 8 9 】

処理 S 3 6 3 において、判定基準としては、機械の音の分析の結果、特定周波数が検知されれば、メンテナンス要と判定し、温度の分析の結果、90 度以上の部位が検知されれば、メンテナンス要と判定し、連続稼働時間が 50 h 以上であれば、メンテナンス要と判定し、自己位置と周囲の画像と距離データから、移動所要時間と残稼働時間を算出する、である。

【 0 0 9 0 】

処理 S 3 6 5 において、センシングデータ分析部 3 5 は、周辺環境を分析し、指示情報を生成し（処理 S 3 6 6）、処理 S 2 のセンシングデータ分析処理（処理 S 3 5）を終了する。

【 0 0 9 1 】

処理 S 3 6 5 において、介入性レベルが「 1 」で、状態情報として熟練者判断要という情報が通知された場合、センシングデータ分析部 3 5 は、人の位置座標・動線、人の画像データ、人の距離データ、人の周囲の気温湿度、機械の位置座標・動線、周囲の画像データ、周囲の距離データ、周囲の気温湿度、降雨量、機械の音、機械の温度をもとに、熟練者が複数異常が発生している場合の対応方法を判断する。例えば、複数フラグ同時発生時の優先度判断や、人 / 機械の退避先 / 移動先が競合した時の退避指示である。

【 0 0 9 2 】

処理 S 3 6 5 において、介入性レベルが「 2 」で、状態情報として人工知能指示要という情報が通知された場合、センシングデータ分析部 3 5 は、介入性レベルが「 1 」の場合と同じデータ群をもとに、人工知能が応急処理リストに含まれない単独異常が発生しているか場合の対応方法を、データベースから判定する。例えば、画像認識の結果、リストにない未知の物体を認識した場合や、リストにない周波数の異音を検知した場合の対応方法である。

【 0 0 9 3 】

処理 S 3 6 5 において、介入性レベルが「 3 」で、状態情報として応急処置のみという情報が通知された場合、センシングデータ分析部 3 5 は、判定処理は不要である。

【 0 0 9 4 】

図 1 2 は、処理 S 2 のフラグデータ及びセンシングデータに基づく指示内容を示す図である。行 4 3 1 は、応答性レベルが「 1 」で、状態情報として、姿勢がゆっくり歩行、顔色が悪いという情報が通知された場合、動線と距離データから、歩行速度が 2 km / h であり、ふらつきながら歩行していると判定し、顔色から疲労度が 90 % というバイタル状態を判定し、気温湿度が 37 度 90 % のため、労働環境の快適度が悪いを判定することから、休憩 1 h 以上要という指示となる。

【 0 0 9 5 】

行 4 3 2 は、応答性レベルが「 2 」で、状態情報として、機械と人が急接近という情報が通知された場合、人の移動速度が 4 km / h、機械の移動速度が 40 km / h であり、人と機械の最接近予想距離が 1 m、最接近予測時刻が 20 秒後である、と判定することから機械の速度低下という指示となる。

【 0 0 9 6 】

行 4 3 3 は、応答性レベルが「 3 」で、状態情報として、ゲリラ豪雨という情報が通知された場合、降雨量 100 mm が 5 時間継続しており、周囲の画像データの降雨状況から降雨が確認され、活動継続不可と判定することから、機械を停止という指示となる。

【 0 0 9 7 】

行 4 3 4 は、重要性レベルが「 1 」で、状態情報として、建設物破壊という情報が通知された場合、人と機械の最接近距離 5 m、画像と距離データの分析結果から、周辺に他機械はあるが、人はいない、と判定することから、機械を退避という指示となる。

【 0 0 9 8 】

行 4 3 5 は、重要性レベルが「 2 」で、状態情報として、自己破壊という情報が通知された場合、機械の音から、特定の周波数 9 0 H z を、1 分間以上検知し、温度から、9 0 度以上に達して 1 分間以上継続している個所を検知することから、機械を停止させるという指示となる。

【 0 0 9 9 】

行 4 3 6 は、重要性レベルが「 3 」で、状態情報として、メンテナンス要という情報が通知された場合、特定周波数 (9 0 H z) を検知し、温度が 9 0 度以上の部位を検知し、連続稼働時間が 5 0 h 以上であり、自己位置と周囲の画像と距離データから、移動所要時間 2 h、残稼働時間 6 h であると判定することから、最長でも 4 時間後に作業終了して、メンテナンス作業に移行するという指示となる。

【 0 1 0 0 】

行 4 3 7 は、介入性レベルが「 1 」で、状態情報として、熟練者判断要という情報が通知された場合、人の位置座標・動線、人の画像データ、人の距離データ、人の周囲の気温湿度、機械の位置座標・動線、周囲の画像データ、周囲の距離データ、周囲の気温湿度、降雨量、機械の音、機械の温度をもとに、熟練者が、機械 2 台が接近しているという、複数異常が発生していることを認識し、かつ、退避先付近に人が存在することを認識することから、機械 3 台を停止させ、人に対して警報を出す、という指示となる。

【 0 1 0 1 】

行 4 3 8 は、介入性レベルが「 2 」で、状態情報として、人工知能指示要という情報が通知された場合、介入性レベルが「 1 」の場合と同じデータ群をもとに、人工知能が画像データのデータベースからの分析結果から、未知物体が、異常侵入車両であると判定することから、機械の停止と、周辺に存在する人および異常侵入車両への警報、という指示となる。

【 0 1 0 2 】

行 4 3 9 は、介入性レベルが「 3 」で、状態情報として、応急処置のみという情報が通知された場合、指示はなしとなる。

【 0 1 0 3 】

以上の実施形態によれば、下記の特徴を有する。

移動体の異常状態監視システム 1 0 0 は、複数の移動体から送信された異常状態の非定常情報に基づいて移動体への指示情報を送信する管理装置 3 0 と、移動体に備わる移動体側装置 1 0 とを備え、移動体側装置 1 0 は、管理装置 3 0 と通信する通信手段 (例えば、通信部 2 5)、複数のセンサのセンサ情報を取得するセンサ情報取得手段 (例えば、センサ情報取得部 1 2) と、センサ情報が異常であるか否かを判定する異常検知手段 (例えば、異常検知部 1 3) と、異常検知手段が異常であると判定した際に、異常レベルを示すフラグと異常状態を示す状態情報とを含めてフラグデータ 2 1 として作成し、管理装置にフラグデータを送信する制御手段 (例えば、異常処理部 1 4、フラグ生成部 1 5) と、を有する。これにより、移動体側装置 1 0 から管理装置 3 0 への通知データ (フラグデータ 2 1 (図 3 参照)) のサイズが小さいため、多数の拠点から同時に多数の通知が発生しても、リアルタイムに管理装置 3 0 に通知できる効果がある。

【 0 1 0 4 】

管理装置 3 0 は、異常レベルと状態情報と取得データとを関連付ける取得データ判定テーブル 4 1 を記憶する記憶部 4 0 を有し、移動体側装置 1 0 からフラグデータ 2 1 を受信した場合、フラグデータ 2 1 の異常レベルに応じて、必要なセンシングデータを取得する指示を、移動体側装置 1 0 に送信することができる。

【 0 1 0 5 】

さらに、管理装置 30 は、異常レベルと状態情報とセンシングデータとに基づき対処方法を判定する対処方法判定テーブルを記憶部 40 に記憶されており、移動体側装置 10 からセンシングデータを受信した場合、対処方法判定テーブル（例えば、指示判定テーブル 42）に基づき、移動体への対処方法である指示情報を移動体側装置 10 に送信することができる。

【0106】

フラグデータ 21 には、人の異常もしくは人に影響を与えるか否かを判定するための応答性情報と、周囲環境に大きな影響を与えるか否かを判定する重要性情報と、遠隔指示のなかでも、エキスパートの介入が必要か否かを判定するための介入性情報と、を有する。これにより、移動体側装置 10 から管理装置 30 への通知前に緊急性や重要性の判定を行うため、管理装置 30 側での処理の負担が少ない。また、管理装置 30 は、優先度を判断しやすく、多数の移動体に対する対応可能である効果がある。

10

【0107】

本実施形態では、移動体は、工事現場の無人建設機械、現場作業者について説明したがこれに限定されるものではない。例えば、倉庫内の荷物搬送を行う無人運搬車、道路上の自動無人車両がある。

【符号の説明】

【0108】

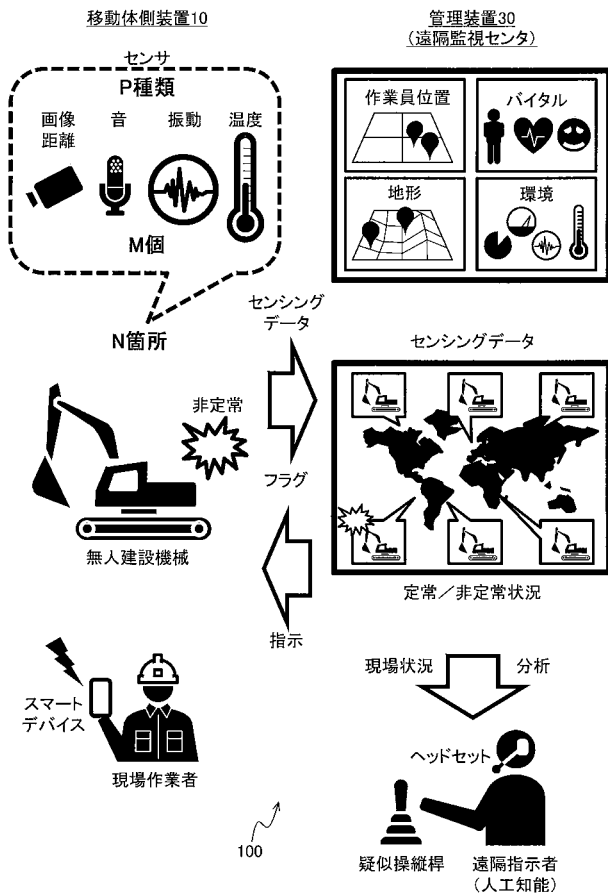
- 10 移動体側装置
- 11 処理部
- 12 センサ情報取得部（センサ情報取得手段）
- 13 異常検知部（異常検知手段）
- 14 異常処理部（制御手段）
- 15 フラグ生成部（制御手段）
- 20 記憶部
- 21 フラグデータ
- 25 通信部（通信手段）
- 26, 27 センサ
- 30 管理装置
- 31 処理部
- 32 優先度判定部
- 33 移動体状態監視部
- 34 センシングデータ選択部
- 35 センシングデータ分析部
- 40 記憶部
- 41 取得データ判定テーブル
- 42 指示判定テーブル（対処方法判定テーブル）
- 43 指示内容
- 44 通知データ
- 100 移動体の異常状態監視システム
- 214 応答性情報
- 215 重要性情報
- 216 介入性情報
- 214L, 215L, 216L レベル
- 214S, 215S, 216S 状態情報

20

30

40

【図 1】



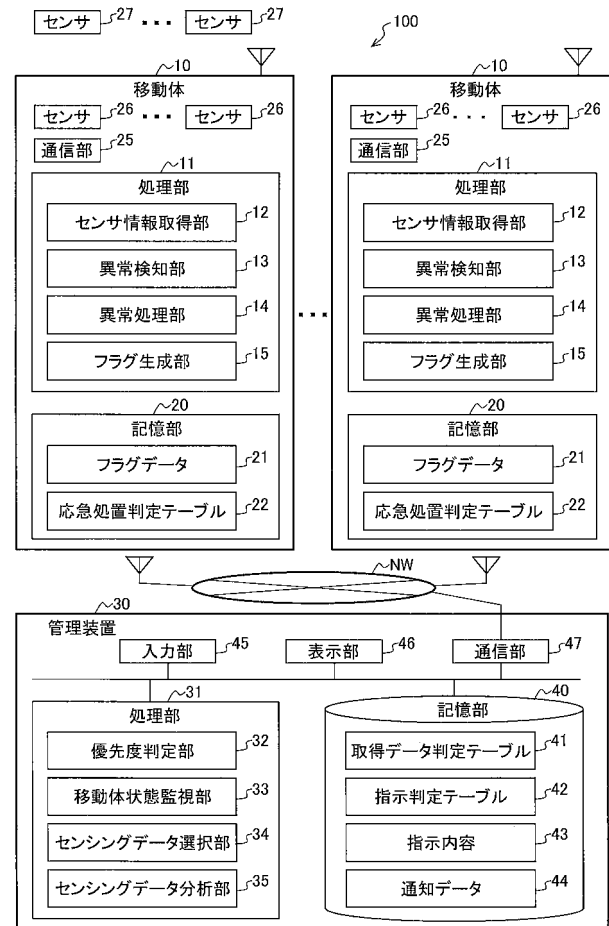
【図 3】

ID	211
タイムスタンプ	212
ステータス	213
応答性: レベル	214L
応答性: 状態情報	214S
重要性: レベル	215L
重要性: 状態情報	215S
介入性: レベル	216L
介入性: 状態情報	216S

【図 4】

ID	441
タイムスタンプ	442
指示内容	443

【図 2】



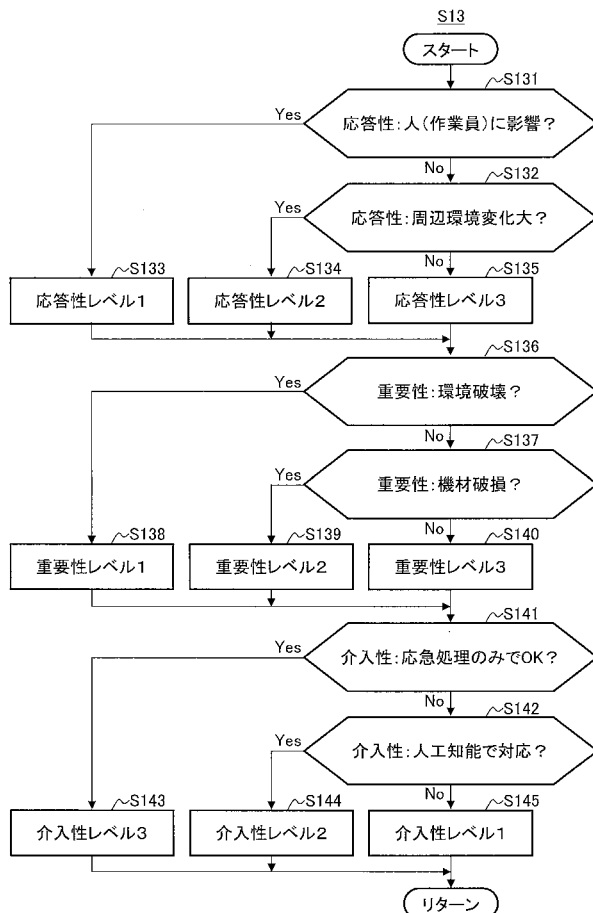
【図 5】

フラグ	状態情報	取得データ
411 応答性1	姿勢: ゆっくり歩行 顔色: 悪い	人の位置座標・動線 人の画像データ 人の距離データ 人の周囲の気温湿度
412 応答性2	機械と人が急接近	人の位置座標・動線 機械の位置座標・動線
413 応答性3	ゲリラ豪雨	降雨量 周囲の画像データ
⋮	⋮	⋮
414 重要性1	建設物破壊	人の位置座標・動線 機械の位置座標・動線 周囲の画像データ 周囲の距離データ
415 重要性2	自己破壊	機械の音 機械の温度
416 重要性3	メンテナンス要	機械の音 機械の温度 連続稼働時間 周囲の画像データ 周囲の距離データ 機械の位置座標・動線
⋮	⋮	⋮
417 介入性1	熟練者判断要	人の位置座標・動線 人の画像データ 人の距離データ 人の周囲の気温湿度 機械の位置座標・動線 周囲の画像データ 周囲の距離データ 周囲の気温湿度 降雨量 機械の音 機械の温度
418 介入性2	人工知能指示要	同上
419 介入性3	応急処置のみ	(なし)
⋮	⋮	⋮

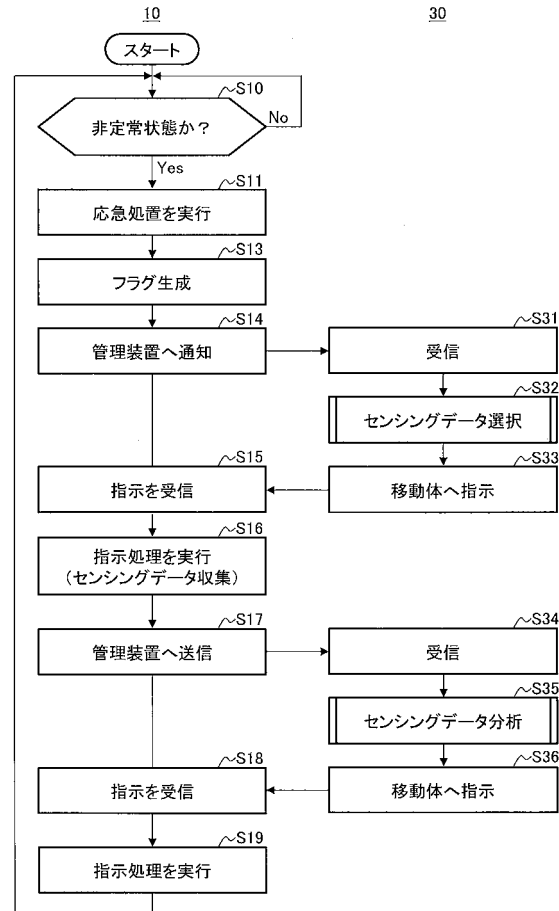
【図6】

42		
フラグ	状態情報	判定基準
421 応答性1	姿勢: ゆっくり歩行 顔色: 悪い	顔色: 疲労度80%以上→休憩1h以上 姿勢: うずくまり、倒れこみ→救助 姿勢: ふらつき、足もつれ→休憩1h以上 気温/湿度: 39度/90%が1h→休憩0.5h
422 応答性2	機械と人が急接近	最近距離3m/予測時刻15s後→停止 その他→警報、速度低下、ルート変更
423 応答性3	ゲリラ豪雨	降雨計および画像認識の結果により、 500mm/hが0.5h継続→停止 500mm/hが1h継続→退避
⋮	⋮	⋮
424 重要性1	建設物破壊	最近距離3m→停止 周囲の画像データに異常あり→退避 周囲の距離データに異常あり→退避
425 重要性2	自己破壊	機械の音: 特定周波数検知あり/1m継続→停止 機械の温度: 90度以上部位あり/1m継続→停止
426 重要性3	メンテナンス要	機械の音: 特定周波数検知あり→メンテ 機械の温度: 90度以上部位あり→メンテ 連続稼働時間: 50h以上→メンテ 自己位置と周囲の画像と距離データから、 移動所要時間と稼働時間を算出
⋮	⋮	⋮
427 介入性1	熟練者判断要	複数異常が発生 例: 複数フラグ同時発生時の優先度判断 例: 人/機械の退避先/移動先が競合した 時の判断
428 介入性2	人工知能指示要	応急処理リストに含まれない単独異常が発生 例: 未知の現象(画像異常、音周波数異常) 検知時の対応
429 介入性3	応急処置のみ	応急処理リストに含まれる単独異常が発生
⋮	⋮	⋮

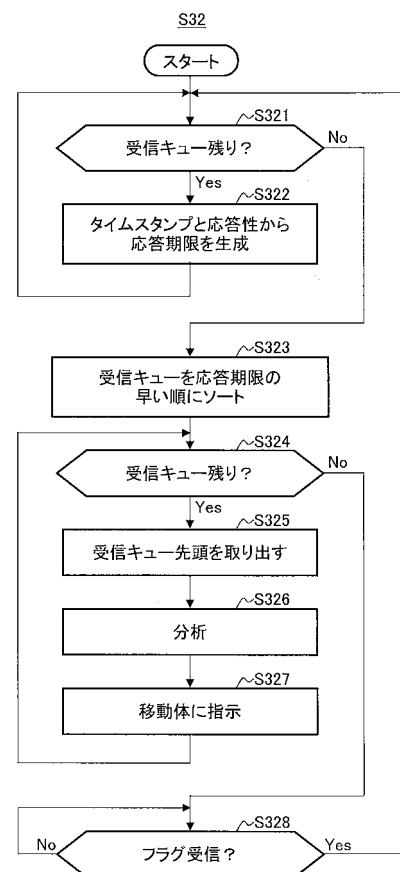
【図8】



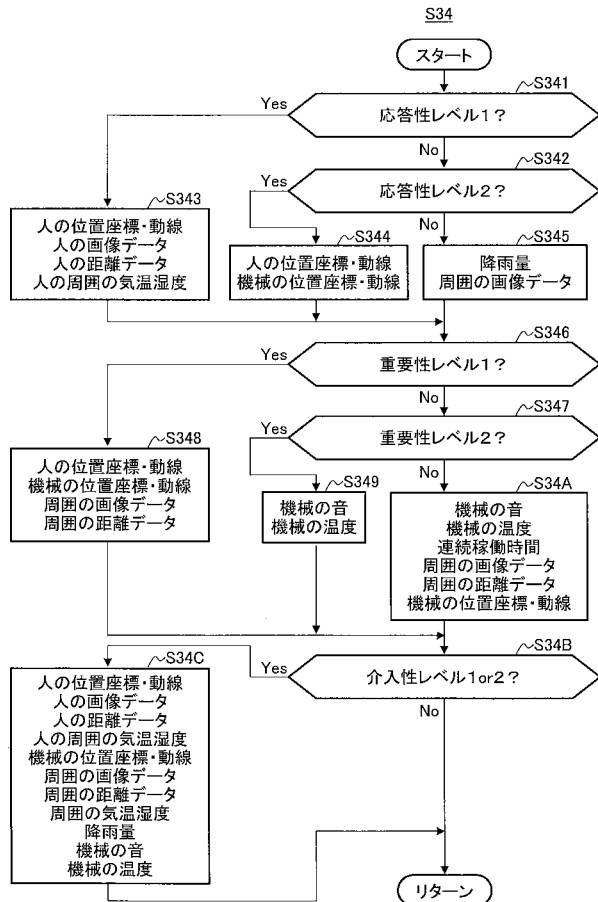
【図7】



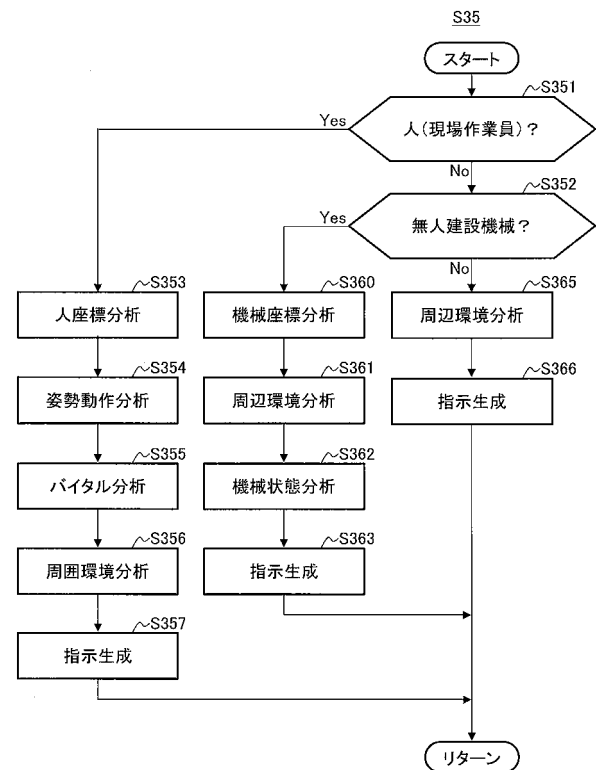
【図9】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

43

フラグ	状態情報	センサデータ	指示
431 応答性1	姿勢: ゆっくり歩行 顔色: 悪い	人の位置座標、動線(X1,Y1)、2km/h 人の画像データ(顔色: 疲労度90%) 人の距離データ(ふらつき) 人の周囲の気温湿度(37度/90%が2h)	休憩1h
432 応答性2	機械と人が急接近	人の位置座標、動線(X1,Y1)、4km/h 機械の位置座標、動線(X2,Y2)、40km/h 最接近距離1m/予測時刻20s後	速度低下
433 応答性3	ゲリラ豪雨	降雨量(現在100mm、継続5h)	停止
⋮	⋮	⋮	⋮
434 重要性1	建設物破壊	最近接近距離5m 画像と距離データに他機械あり、人なし	退避
435 重要性2	自己破壊	特定周波数の異音検知あり/1m継続 90度以上部位あり/1m継続	停止
436 重要性3	メンテナンス要	特定周波数(90Hz)検知あり 90度以上部位あり 連続稼働時間: 50h以上 自己位置と周囲の画像と距離データから、移動所要時間2h、残稼働時間6h	4h後に作業終了してメンテに戻る
⋮	⋮	⋮	⋮
437 介入性1	熟練者判断要	複数フラグ発生(機械2台が接近) 退避先に人が存在	機械3台を停止、警報
438 介入性2	人工知能指示要	未知の現象(画像データに未知物体) 検知→DB照合、物体推定の結果、異常侵入車両ありと判定	停止、警報
439 介入性3	応急処置のみ	(なし)	(なし)
⋮	⋮	⋮	⋮

フロントページの続き

(72)発明者 大内 敏

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

Fターム(参考) 3C223 AA22 BA03 CC02 DD03 EB01 EB02 EB05 FF05 FF14 FF52
GG01 GG02 HH04 HH08 HH22