

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年9月27日(27.09.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/174262 A1

- (51) 国際特許分類:
H04Q 9/00 (2006.01) G08C 15/00 (2006.01)
G05B 23/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/011836
- (22) 国際出願日: 2018年3月23日(23.03.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-059450 2017年3月24日(24.03.2017) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.)
- [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 武多 一 浩 (TAKEDA Kazuhiro); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 山科 勇輔 (YAMASHINA Yusuke); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 松沼 泰史, 外 (MATSUNUMA Yasushi et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) Title: MONITORING SYSTEM, PROCESSING DEVICE, AND MONITORING DEVICE

(54) 発明の名称: 監視システム、処理装置および監視装置

[図2]

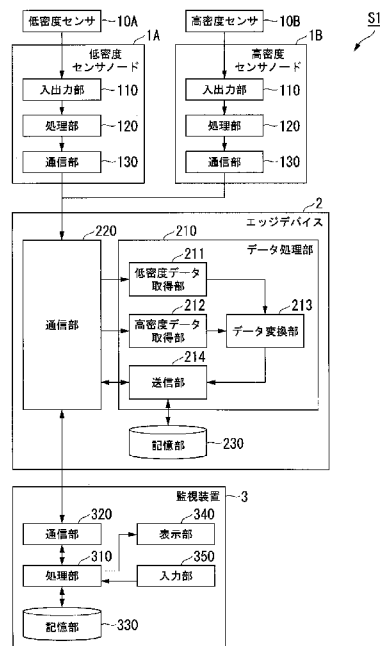


FIG. 2:
1A Low-density sensor node
1B High-density sensor node
2 Edge device
3 Monitoring device
10A Low-density sensor
10B High-density sensor
110 Input/output unit
120, 310 Processing unit
130, 220, 320 Communication unit
210 Data processing unit
211 Low-density data acquisition unit
212 High-density data acquisition unit
213 Data conversion unit
214 Transmission unit
230, 330 Storage unit
340 Display unit
350 Input unit

(57) Abstract: A monitoring system for monitoring a facility to be monitored via communications using a monitoring device connected with the internet. The facility to be monitored is provided with a facility body and a data processing unit which processes acquired data acquired from the facility body. The data processing unit is provided with: a low-density data acquisition unit which acquires low-density data from among the acquired data; a high-density data acquisition unit which acquires from among the acquired data high-density data having a greater per-time data amount than the low-density



CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

data; a data conversion unit which converts the high-density data into feature quantity data by reducing the density of the high-density data; and a transmission unit which transmits monitoring data including the low-density data and the feature quantity data. The monitoring device performs monitoring on the basis of the monitoring data transmitted from the transmission unit of the data processing unit of the facility to be monitored.

(57) 要約: 監視対象設備と通信でインターネットと接続された監視装置によって監視を行う監視システムであって、監視対象設備は、設備本体と、設備本体から取得された取得データを処理するデータ処理部とを備え、データ処理部は、取得データのうち、低密度データを取得する低密度データ取得部と、取得データのうち、低密度データよりも時間当たりのデータ量が大きい高密度データを取得する高密度データ取得部と、高密度データの密度を低密度化した特徴量データに変換するデータ変換部と、低密度データ及び特徴量データを含む監視データを送信する送信部とを備え、監視装置は、監視対象設備のデータ処理部における送信部から送信された監視データに基づいて監視を行う。

明 細 書

発明の名称 ： 監視システム、処理装置および監視装置

技術分野

[0001] 本発明は、監視システム、処理装置、監視装置、監視方法およびプログラムに関する。

本願は、２０１７年３月２４日に日本に出願された特願２０１７－０５９４５０号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来技術では、発電プラントや化学プラントといった各種のプラントや機械設備などの各種設備では、設備が正常に運転されているか否かを監視するため、温度や、圧力といったセンサデータをその運転状態として取得し、監視する。遠隔監視・診断システムでは、現地、現場にある監視対象設備の運転状態をセンサデータで検知し、このデータが収集、集約されてデータセンタ（クラウド）に通信で転送される（例えば、特許文献１参照）。そして、複数の機械設備、監視対象設備のデータが集約された後に、監視・診断のアクションを実行する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２００２－１５２８６２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] より詳細な診断をするためには、診断に用いるセンサデータのデータ量（センサ数、データサンプリングレート的高速化、振動・画像・音声などの大容量のデータ等）を増やす必要がある。しかしながら、特許文献１に記載の技術では、全てのデータをデータセンタに転送しており、データ量を増やすと、データの転送に時間がかかるとともに、通信コストがかかるという問題がある。さらに、大量のデータを転送するとネットワーク帯域を圧迫する。

[0005] 上述の各実施形態によれば、送信するデータ量を低減しつつ、より詳細に監視対象設備を監視することができる監視システム、処理装置、監視装置、監視方法およびプログラムを提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第1の態様によれば、監視対象設備と通信でインターネットに接続された監視装置によって監視を行う監視システムであって、前記監視対象設備は、設備本体と、前記設備本体から取得された取得データを処理するデータ処理部とを備え、前記データ処理部は、前記取得データのうち、低密度データを取得する低密度データ取得部と、前記取得データのうち、前記低密度データよりも時間当たりのデータ量が大きい高密度データを取得する高密度データ取得部と、前記高密度データの密度を低密度化した特徴量データに変換するデータ変換部と、前記低密度データ及び前記特徴量データを含む監視データを送信する送信部とを備え、前記監視装置は、前記監視対象設備の前記データ処理部における前記送信部から送信された前記監視データに基づいて監視を行う監視システムである。

[0007] 前記監視装置は、前記監視データに基づいて詳細データを前記監視対象設備に要求し、前記送信部は、前記監視装置から要求があった場合には、前記高密度データ、前記低密度データまたは前記特徴量データのうち少なくとも1つを含む詳細データを送信するようにしてもよい。

[0008] 前記監視装置は、前記低密度データまたは前記特徴量データに基づく前記設備本体の異常度が所定の閾値以上である場合に、前記詳細データを前記監視対象設備に要求するようにしてもよい。

[0009] 前記高密度データは、例えば、サンプリング周期が100Hzから1MHzのもの、または100万画素30フレームレート以上の動画データである。

[0010] 本発明の第2の態様によれば、監視対象設備と通信でインターネットに接続された監視装置によって監視を行う監視システムにおける前記監視対象設備が備える処理装置であって、設備本体から取得された取得データを処理す

るデータ処理部を備え、前記データ処理部は、前記取得データのうち、低密度データを取得する低密度データ取得部と、前記取得データのうち、前記低密度データよりも時間当たりのデータ量が大きい高密度データを取得する高密度データ取得部と、前記高密度データの密度を低密度化した特徴量データに変換するデータ変換部と、前記低密度データ及び前記特徴量データを含む監視データを送信する送信部と、を備える処理装置である。

[0011] 本発明の第3の態様によれば、監視対象設備と通信でインターネットに接続された監視装置によって監視を行う監視システムにおける前記監視装置であって、設備本体から取得された取得データのうち低密度データと、前記取得データのうち前記低密度データよりも時間当たりのデータ量が大きい高密度データの密度を低密度化した特徴量データとを含む監視データを受信し、受信した前記監視データに基づいて監視を行う監視装置である。

[0012] 上記した監視システム、処理装置および監視装置によれば、送信するデータ量を低減しつつ、より詳細に監視対象設備を監視することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の一実施形態における監視システムの概略図である。

[図2]同実施形態における監視システムの機能構成を示す概略ブロック図である。

[図3]同実施形態におけるエッジデバイスが実行する処理を説明するための図である。

[図4]同実施形態におけるエッジデバイスが生成する異常診断結果データの一例を示す図である。

[図5]同実施形態におけるセンサノードがセンサデータを取得する処理手順の例を示すフローチャートである。

[図6]同実施形態におけるエッジデバイスが監視データを送信する処理手順の例を示すフローチャートである。

[図7]同実施形態における監視装置が監視する処理手順の例を示すフローチャートである。

[図8]同実施形態におけるエッジデバイスが詳細データを送信する処理手順の例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施形態を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0015] 図1は、本発明の一実施形態における監視システムS1の概略図である。監視システムS1は、複数の工場それぞれに設置された監視対象設備である各プラント100の運転中の状態を、工場から遠隔地にある遠隔監視センタに設置された監視装置3で監視するシステムである。プラント100は、設備本体と、設備本体から取得された取得データを処理するエッジデバイス2とを備える。各エッジデバイス2は、インターネット等の公衆通信網で監視装置3と接続される。設備本体としては、例えばプラント100が火力発電プラントであった場合には、ガスタービン、圧縮機、燃料ガス供給設備、排ガス処理設備等、火力発電に係わり当該プラント内に設置される複数の設備類が含まれる。

[0016] 図2は、監視システムS1の機能構成を示す概略ブロック図である。同図において、監視システムS1は、低密度センサ10Aと、低密度センサノード1Aと、高密度センサ10Bと、高密度センサノード1Bと、エッジデバイス2（処理装置）と、監視装置3とを備える。以下、低密度センサ10Aと高密度センサ10Bとを区別しない場合には、センサ10と称する。また、低密度センサノード1Aと高密度センサノード1Bとを区別しない場合には、センサノード1と称する。

[0017] なお、低密度センサ10Aと低密度センサノード1Aとの組み合わせ、及び、高密度センサ10Bと高密度センサノード1Bとの組み合わせは、各プラント100に複数組あってもよい。

[0018] センサ10、センサノード1およびエッジデバイス2は、プラント100に設置される。センサ10とセンサノード1とは、I/O（入出力部）によ

り接続する。各センサノード1とエッジデバイス2とは、LAN (Local Area Network) 等により通信する。または、各センサノード1の入力を電気信号としてエッジデバイスのI/O (入出力部) に直接接続して入力してもよい。また、監視装置3とエッジデバイス2とは、インターネット等の公衆通信網を介して通信する。

[0019] センサ10は、プラント100の状態量を検出して取得し、取得した状態量を示すセンサデータ (取得データ) をセンサノード1に出力する。低密度センサ10Aは、取得データが低密度データになる状態量を取得する。低密度センサ10Aは、例えば、状態量を検出するサンプリング周期が長い (例えば、0.1秒から1秒) ものである。例えば、低密度センサ10Aは、プラント100の圧力、温度、流量、回転数、又は、ガス/油の分析データを検出するセンサである。

[0020] 高密度センサ10Bは、取得データが低密度データよりも時間当たりのデータ量が大きい高密度データになる状態量を取得する。例えば、高密度センサ10Bは、状態量を検出するサンプリング周期が短い (例えば、100Hzから1MHz)、コンプレッサ等の振動やAE (Acoustic Emission) 等を検出するセンサである。例えば、振動を検出する振動センサを用いることにより、コンプレッサ等の破損を診断することができる。しかし、そのためには、コンプレッサ等の回転数 (例えば、6000RPM (Revolution Per Minute)) の約10倍のデータが必要になる。そのため、振動センサのサンプリング周期は102~105Hzであり、データサイズは200B (バイト) ~200kBである。また、AEを検出するAEセンサのサンプリング周期は103~106Hzであり、データサイズは2kB~2MBである。或いは、高密度センサ10Bは、1サンプリング当たりのデータ量が大きい画像や音声等を検出するセンサであってもよい。画像を撮像する画像センサが生成する画像データのサイズは、例えば、800×600×24bit=1.4MBである。

[0021] センサノード1は、センサ10が取得したセンサデータをエッジデバイス

2に送信する。センサノード1は、入出力部110と、処理部120と、通信部130とを備える。入出力部110は、センサ10との間でデータを入出力する。処理部120は、センサ10から入出力部110に入力されたセンサデータを通信部130からエッジデバイス2に送信する。通信部130は、エッジデバイス2と通信する。

[0022] 低密度センサノード1Aは、低密度センサ10Aから低密度データを取得し、エッジデバイス2に送信する。高密度センサノード1Bは、高密度センサ10Bから高密度データを取得し、エッジデバイス2に送信する。

[0023] エッジデバイス2は、プラント100のネットワーク上に置かれた計算機であり、ルータ、あるいはインターネットゲートウェイの機能を持っていてもよい。前記エッジデバイス2は、データ処理部210と、通信部220と、記憶部230とを備える。データ処理部210は、CPU (Central Processing Unit) とメモリとを組み合わせで構成され、エッジデバイス2を統括して制御する。データ処理部210は、低密度データ取得部211と、高密度データ取得部212と、データ変換部213と、送信部214とを備え、設備本体から取得された取得データを処理する。

[0024] 低密度データ取得部211は、通信部220を介して、低密度センサノード1Aから低密度データを受信して取得し、取得した低密度データをデータ変換部213に出力する。高密度データ取得部212は、通信部220を介して、高密度センサノード1Bから高密度データを受信して取得し、取得した高密度データをデータ変換部213に出力する。

[0025] データ変換部213は、高密度データ取得部212が取得した高密度データの密度を低密度化した特徴量データに変換する。低密度化とは、時間当たりのデータ量を小さくする処理である。本実施形態では、低密度データと同程度まで低密度化しており、例えば、サンプリング間隔を低密度データに合わせるように処理を行っている。また、データ変換部213は、低密度データ取得部211が取得した低密度データと、変換した特徴量データとに基づいて、プラント100の異常を診断し、診断結果を示す異常診断結果データ

と、低密度データと、特徴量データとを送信部 214 に出力する。データ変換部 213 における処理の詳細は後述する。

[0026] 送信部 214 は、通信部 220 を介して、異常診断結果データと低密度データと特徴量データとを含む監視データを監視装置 3 に送信する。また、送信部 214 は、監視装置 3 から要求があった場合には、高密度データ、低密度データ又は特徴量データのうち少なくとも 1 つを含む詳細データを監視装置 3 に送信する。

[0027] 通信部 220 は、センサノード 1 または監視装置 3 と通信する。記憶部 230 は、種々の情報を記憶する。例えば、記憶部 230 は、低密度データ及び高密度データの生波形データを記憶する時系列・生波形データベースとして機能する。また、記憶部 230 は、時系列の特徴量データを記憶する時系列・特徴量データベースとして機能する。また、記憶部 230 は、異常診断結果データを記憶する。記憶部 230 は、短期間における履歴を記憶する短期履歴データベースとして機能し、短期間（例えば、直近 1 カ月分）のデータ（低密度データ、高密度データ、特徴量データ、及び異常診断結果データ）を記憶する。また、記憶部 230 は、異常を診断する際に使用する、各センサ 10 の正常時のセンサデータ（以下、正常時データとする）を記憶する。

[0028] 監視装置 3 は、遠隔監視センタに設置されたコンピュータであり、処理部 310 と、通信部 320 と、記憶部 330 と、表示部 340 と、入力部 350 とを備える。処理部 310 は、CPU とメモリとを組み合わせで構成され、監視装置 3 全体を統括して制御する。例えば、処理部 310 は、通信部 320 を介してエッジデバイス 2 から受信した監視データを表示部 340 に表示して監視する。また、処理部 310 は、監視データに基づいて詳細データをエッジデバイス 2 に要求する。

[0029] 通信部 320 は、エッジデバイス 2 と通信する。記憶部 330 は、種々の情報を記憶する。例えば、記憶部 330 は、エッジデバイス 2 から受信した監視データを記憶する。記憶部 330 は、長期間の履歴を記憶する長期履歴

データベースとして機能し、長期間（例えば、直近数年分）の監視データを記憶する。表示部340は、液晶ディスプレイ（LCD、Liquid Crystal Display）や有機EL（Electro-Luminescence）ディスプレイ等であり、様々な情報を表示する。入力部350は、マウスやキーボードやタッチパネル等であり、入力を受け付ける。

[0030] 次に、本実施形態による監視システムS1における動作を説明する。監視システムS1では、エッジデバイス2がセンサノード1から取得したセンサデータに基づく監視データを監視装置3に送信する。監視装置3は、エッジデバイス2から受信した監視データを表示する等してプラント100を監視する。

[0031] 図3は、エッジデバイス2が実行する処理を説明するための図である。まず、低密度データ取得部211が、通信部220を介して、低密度センサノード1Aから低密度データを取得し、取得した低密度データを記憶部230に書き込んで記憶する。また、高密度データ取得部212が、通信部220を介して、高密度センサノード1Bから高密度データを取得する。

[0032] 続いて、データ変換部213が、高密度データをクレンジングする。具体的には、例えば、データ変換部213は、データが欠落し、“N/A（Not Available）”データになっている部分がある場合には、欠落部分を前後データの平均値にする。また、データ変換部213は、同じ時間にデータが重複して複数入力された場合には、最初のデータを採用する。また、データ変換部213は、センサ10のノイズで異常値（最大値や最小値（0（ゼロ）値））になっている場合には、異常値になっているデータを前後データの平均値にする。そして、データ変換部213は、クレンジング後の高密度データを記憶部230に書き込んで記憶する。なお、データ変換部213は、低密度データに対してもクレンジングする処理を実行してもよい。

[0033] 続いて、データ変換部213は、クレンジング後の高密度データから特徴量を抽出して、高密度データのサンプリング間隔を低密度データのサンプリング間隔に合わせた特徴量データに変換する。高密度データのサンプリング

間隔を低密度データのサンプリング間隔に合わせることで、高密度データと低密度データとの診断頻度を合わせることができる。例えば、データ変換部213は、連続するデータを読み込み、FFT (Fast Fourier Transform) で周波数分析を行い、周波数レンジ毎の振幅を抽出する周波数解析を実行する。また、データ変換部213は、センサデータが回転数である場合には、回転数の1倍、2倍、…、または0.5倍の周波数成分のゲインや位相を抽出する回転数成分解析を実行する。また、データ変換部213は、センサデータが振動である場合には、90度に設置した2台の振動センサの変位の平均値から軸の中心位置を算出する軸芯位置解析を実行する。そして、データ変換部213は、解析結果（周波数解析のデータや、ナイキスト線図や、ボード線図等）から得られるバンド毎のピーク値を特徴量として抽出し、特徴量データとして記憶部230に書き込んで記憶する。

[0034] 続いて、データ変換部213は、低密度データ及び特徴量データに基づいて、異常を診断する。具体的には、まず、データ変換部213は、時系列のデータ分析手法によりデータを分析する。例えば、データ変換部213は、各センサ10に閾値を設定し、閾値を超えたら異常とし、閾値を超えた量に応じて異常度を大きくする閾値管理により異常度を算出する。或いは、データ変換部213は、正常時データに基づいて多次元空間の中に基準となる点の座標を決め、その座標と各データの座標をマハラノビス距離とで算出し、この距離が大きくなるほど異常度が大きいとするMT (マハラノビス・タグチ) 法により異常度を算出する。或いは、データ変換部213は、あるデータから別の最も近くにあるデータ（最近傍点）までの距離がある閾値を超えたらその点は異常値であると判定するK近傍法により異常度を算出する。なお、データ変換部213は、分析後のデータを特徴量データとして記憶部230に書き込んで記憶してもよい。

[0035] そして、データ変換部213は、算出した異常度が予め設定された所定の閾値 α 以下である場合には、異常が無いと判定する。また、データ変換部2

13は、異常度が閾値 α より大きい場合には、異常があると判定し、異常の原因を分析する。例えば、データ変換部213は、エキスパートシステムに代表される、いろいろな経験値を「If Then」の形式で表現し、異常原因を診断するルールベースにより異常の原因を分析する。或いは、データ変換部213は、データを直交表に割り当てて、望大特性のSN比（単位はdB（デシベル））を算出し、SN比が高いものを異常原因に関連する項目として選択するMT法により異常の原因を分析する。或いは、データ変換部213は、故障原因として抽出されたセンサデータを予め対象機械用に作成したFMEA（Failure Mode and Effect Analysis）の故障モードに照らし合わせて、故障原因を抽出するFMEAにより異常の原因を分析する。

[0036] そして、データ変換部213は、異常診断結果データを生成する。図4は、エッジデバイス2が生成する異常診断結果データの一例を示す図である。図4（A）は、MT法による算出結果であるMD（マハラノビス距離）値を示すグラフである。本図に示すグラフの横軸は時間であり、縦軸はMD値である。また、図4（B）は、各要因（異常の原因）の異常度スコア及び異常要因ランキングを示す。異常要因ランキングは、異常度スコアの高い要因のランキングである。図示する例では、要因A、要因B、要因C、要因D、要因Eの順に異常度スコアが高く、異常要因ランキングはその順である。

[0037] その後、送信部214が、通信部220を介して、異常診断結果データと低密度データと特徴量データとを含む監視データを監視装置3に送信する。監視装置3は、受信した監視データ（例えば、MD値を示すグラフや、異常度スコアや、異常要因ランキング等）を表示する等して、プラント100を監視する。

[0038] また、監視装置3は、異常度スコアが高い（予め設定された所定の閾値 β より大きい）場合には、警報（アラーム）を出力し、より詳細なデータをエッジデバイス2に要求する。ここで、監視装置3が異常度スコアと比較する閾値 β は、エッジデバイス2で比較する閾値 α と異なる値であってもよい。

具体的には、処理部 310 は、通信部 320 を介して、詳細データを要求する詳細データ要求をエッジデバイス 2 に送信する。詳細データは、低密度データ、高密度データ、特徴量データのうち少なくとも 1 つを含む。詳細データ要求には、データの種類（センサ 10 が検出する状態量の種類）と、取得する期間と、データの形式（生波形データ（低密度データ又は高密度データ）や特徴量データ等）とが含まれる。

[0039] エッジデバイス 2 は、監視装置 3 から詳細データ要求を受信すると、受信した詳細データ要求に合致する詳細データを監視装置 3 に返信する。具体的には、送信部 214 は、通信部 220 を介して、詳細データ要求を監視装置 3 から受信すると、受信した詳細データに含まれるデータの種類の、期間と、データの形式とに合致するデータを記憶部 230 から検索する。そして、送信部 214 は、通信部 220 を介して、検索した結果である詳細データを監視装置 3 に送信する。

[0040] 監視装置 3 の処理部 310 は、エッジデバイス 2 から詳細データを受信すると、受信した詳細データを表示部 340 に表示する。これにより、異常度の高いプラント 100 の詳細な運転状況を監視装置 3 において確認することができる。また、処理部 310 は、受信した詳細データに基づいて、異常を診断してもよい。なお、処理部 310 における異常を診断する方法は、エッジデバイス 2 における異常を診断する方法と異なるものであってもよい。

[0041] 図 5 は、センサノード 1 がセンサデータを取得する処理手順の例を示すフローチャートである。

まず、処理部 120 は、センサ 10 からセンサデータを読み込む（ステップ S101）。その後、処理部 120 は、読み込んだセンサデータを通信部 130 からエッジデバイス 2 に送信する（ステップ S102）。その後、処理部 120 は、センサデータを読み込むサンプリング周期のタイマの時間待ち（ステップ S103）した後、S101 の処理に戻る。

[0042] 図 6 は、エッジデバイス 2 が監視データを送信する処理手順の例を示すフローチャートである。

まず、高密度データ取得部 212 が、通信部 220 を介して、高密度センサノード 1B から高密度データを受信する（ステップ S201）。また、低密度データ取得部 211 が、通信部 220 を介して、低密度センサノード 1A から低密度データを受信する（ステップ S202）。

[0043] 続いて、データ変換部 213 が、高密度データをクレンジングする（ステップ S203）。その後、データ変換部 213 は、クレンジングした高密度データの特徴量を抽出して特徴量データを生成する（ステップ S204）。

[0044] 続いて、データ変換部 213 が、特徴量データ及び低密度データを分析する（ステップ S205）。続いて、データ変換部 213 は、異常度を算出する（ステップ S206）。そして、データ変換部 213 は、算出した異常度が閾値 α より大きいかな否かを判定する（ステップ S207）。

[0045] データ変換部 213 は、異常度が閾値 α より大きいと判定した場合（ステップ S207：Yes）には、異常の原因を分析する（ステップ S208）。

[0046] 一方、異常度が閾値 α 以下であると判定した場合（ステップ S207：No）、或いは、ステップ S208 に続いて、送信部 214 は、通信部 220 を介して、データ変換部 213 による異常診断結果データを含む監視データを監視装置 3 に送信し（ステップ S209）、ステップ S201 の処理に戻る。

[0047] 図 7 は、監視装置 3 が監視する処理手順の例を示すフローチャートである。

まず、処理部 310 は、通信部 320 を介して、エッジデバイス 2 から異常診断結果データを含む監視データを受信する（ステップ S301）。続いて、処理部 310 は、受信した異常診断結果データを表示部 340 に表示する（ステップ S302）。

[0048] 続いて、処理部 310 は、受信した異常診断結果データに含まれる異常度が閾値 β より大きいかな否かを判定する（ステップ S303）。処理部 310 は、異常度が閾値 β 以下であると判定した場合（ステップ S303：No）

には、ステップS301の処理に戻る。

[0049] 一方、処理部310は、異常度が閾値 β より大きいと判定した場合（ステップS303：Yes）には、通信部320を介して、詳細データ要求をエッジデバイス2に送信する（ステップS304）。その後、処理部310は、通信部320を介して、詳細データを受信する（ステップS305）。その後、処理部310は、受信した詳細データを表示部340に表示し（ステップS306）、ステップS301の処理に戻る。

[0050] 図8は、エッジデバイス2が詳細データを送信する処理手順の例を示すフローチャートである。

まず、送信部214は、通信部220を介して、詳細データ要求を監視装置3から受信する（ステップS401）。続いて、送信部214は、詳細データ要求に合致するデータを記憶部230から検索する（ステップS402）。続いて、送信部214は、通信部220を介して、検索した詳細データを監視装置3に送信し（ステップS403）、ステップS401の処理に戻る。

[0051] 以上のように、監視システムS1は、プラント100とインターネットで接続された監視装置3によってプラント100の監視を行う。プラント100は、設備本体と、設備本体から取得された取得データを処理するデータ処理部210とを備える。データ処理部210は、取得データのうち、低密度データを取得する低密度データ取得部211と、取得データのうち、低密度データよりも時間当たりのデータ量が多い高密度データを取得する高密度データ取得部212と、高密度データの密度を低密度化した特徴量データに変換するデータ変換部213と、低密度データ及び特徴量データを含む監視データを送信する送信部214とを備える。監視装置3は、データ処理部210における送信部214から送信された監視データに基づいて監視を行う。

[0052] このように、高密度データを低密度化した特徴量データを監視装置3に送信しているため、監視装置3に送信するデータ量を削減することができる。

よって、データの転送時間を短縮し、通信コストを低減することができ、ネットワーク帯域の圧迫を低減することができる。また、データの転送量に伴い、データが盗まれるセキュリティの脅威が大きくなるが、データ量を削減することによりデータの秘匿性が高まり、盗難リスクを低減することができる。また、データ転送に伴いデータの破損や遅延が起きた場合にはデータ修正や復旧をしなければならないが、データ量を削減することによりデータの破損や遅延を低減することができる。また、プラント１００と監視装置３とが別の国にあり、国境をまたぐ長距離のデータ転送をする場合には、輸出入規制などのコンプライアンスリスクを伴うが、データ量を削減し、また、異なる状態量に変換することにより、そのリスクを低減することができる。

[0053] また、高密度データを低密度化した特徴量データを用いてプラント１００の異常を診断することができるため、詳細な診断をすることが可能となる。よって、監視装置３に送信するデータ量を低減しつつ、より詳細にプラントを監視することができる。

[0054] また、監視装置３は、低密度データまたは特徴量データに基づくプラント１００の異常度が所定の閾値以上である場合に、詳細データを要求し、送信部２１４は、監視装置３から要求があった場合には、高密度データ、低密度データまたは特徴量データのうち少なくとも１つを含む詳細データを送信する。これにより、異常度が高い場合にはより詳細な情報を取得することができるため、異常が発生した際のプラント１００のより詳細な運転状況を監視装置３で確認することができる。

[0055] また、高密度データは、例えば、サンプリング周期が１００Ｈｚから１ＭＨｚのものである。よって、サンプリング周期が短く、時間当たりのデータ量が大きいデータを用いて診断することができるため、より詳細な診断をすることができる。

[0056] なお、上述した実施形態におけるエッジデバイス２のデータ処理部２１０または監視装置３の処理部３１０の機能全体あるいはその一部は、これらの機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に

記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現しても良い。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

[0057] また、「コンピュータシステム」は、WWWシステムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）も含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶部のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでも良い。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであっても良い。

[0058] 以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

[0059] 例えば、上述した実施形態では、エッジデバイス2がプラント100の異常を診断しているが、これに限らず、エッジデバイス2は低密度データ及び特徴量データのみを送信し、監視装置3が低密度データ及び特徴量データに基づいてプラント100の異常を診断してもよい。このときエッジデバイス2が送信する特徴量データは、上述したステップS205におけるデータ分析後のデータであってもよいし、上述したステップS204における特徴量抽出後のデータであってもよい。

[0060] また、上述した実施形態では、エッジデバイス2がルータである場合を例

に説明したが、これに限らず、エッジデバイス2のデータ処理部210の機能はプラント100のLANに接続された装置が備えていればよく、例えば、プラント100本体にその機能が設置されていてもよいし、工場内にあるコンピュータがその機能を備えていてもよい。

[0061] また、上述した実施形態では、監視装置3は、異常度スコアが高い場合には、自動的に詳細データをエッジデバイス2に要求しているが、これに限らず、警報（アラーム）を出力するのみでもよい。この場合には、監視装置3のユーザが警報に応じて、手動で詳細データを要求する操作を入力部350に入力する。監視装置3の処理部310は、入力部350が詳細データを要求する操作の入力を受け付けた場合に、通信部320を介して、詳細データ要求をエッジデバイス2に送信する。その際、詳細データ要求に含まれるデータの種類、取得する期間、及びデータの形式等をユーザが指定できるようにしてもよい。

[0062] また、上述した実施形態では、監視装置3が長期履歴データベースを備える場合について説明したが、これに限らず、監視装置3とは別の装置、例えば、データセンタ（クラウド）等にあるデータサーバ等が長期履歴データベースを備えていてもよい。この場合には、データセンタが各プラント100の監視データを各エッジデバイス2から収集し、長期履歴データベースに蓄積する。そして、監視装置3は、データセンサから監視データを取得する。

[0063] また、上述した実施形態では、エッジデバイス2は、低密度データ及び特徴量データをまとめて監視データとして送信しているが、これに限らず、低密度データと特徴量データとを別々に送信してもよい。例えば、低密度データは順次、高密度データは特徴量データとして生成される毎に、それぞれ監視データを構成する各データとして送信してもよい。

[0064] また、データをクレンジングする方法や特徴量を抽出する方法は、上述した実施形態のものに限られず、高密度データの密度を低密度化できるものであれば他の方法であってもよい。

[0065] また、異常を診断する方法は、上述した実施形態のものに限られず、プラ

ント１００の異常を診断できるものであれば他の方法であってもよい。さらに、上述した実施形態では、監視対象設備として、複数の機械設備等で構成されるプラント１００について説明したがこれに限るものではない。例えば、工場内に設置された機械設備単体や、建物自体など設備全般を監視対象として適用することができる。

[0066] センサ１０が取得するプラント１００の取得データとは、例えば、プラント１００の振動に関するデータ、音に関するデータ、及び画像に関するデータ等である。これらの取得データを基に、低密度データ及び特徴量データが生成される。生成された低密度データ及び特徴量データを基に、エッジデバイス２又は監視装置３が異常度を算出し、原因分析を行う。

振動に関するデータ等のように、取得データのサイズが大きい場合であっても低密度化することにより、エッジデバイス２のみならず、監視装置３でも適切に異常度の算出等を行うことが可能となる。

ここで、特徴量データは、所定の期間における取得データ（振動に関するデータ、音に関するデータ、画像に関するデータ）の周波数分析結果、平均値、分散値、最大値、及び最小値等でもよい。

[0067] 所定の期間における任意のタイミングで温度、圧力、及び流量等の測定を行い、測定結果の平均値、又は瞬時値等を低密度データとすることに加えて、当該所定の期間内でより高周期に測定を行い、高密度データを生成し、かかる高密度データにおける最大値、分散値、及び最小値等を特徴量としてもよい。これにより、エッジデバイス２等でより高度な異常度の算出、及び原因分析を行うことができる。

[0068] エッジデバイス２で、異常度の算出及び原因分析等を行い、監視装置３に異常診断の結果を通知してもよい。この場合、エッジデバイス２から監視装置３に低密度データ及び特徴量データ等の送信が不要であるため、エッジデバイス２と監視装置３との間の通信環境の影響を受け難く、迅速に異常診断の結果を通知することが可能となる。このような構成にすることで、監視装置３側で早期に異常を検知し、適切な対策を講じることができる。

産業上の利用可能性

[0069] 送信するデータ量を低減しつつ、より詳細に監視対象設備を監視することができる監視システム、処理装置、監視装置、監視方法およびプログラムを提供する。

符号の説明

[0070] S 1 監視システム

- 1 センサノード
- 2 エッジデバイス
- 3 監視装置
- 1 0 センサ
- 1 0 0 プラント（監視対象設備）
- 1 1 0 入出力部
- 1 2 0 処理部
- 1 3 0 通信部
- 2 1 0 データ処理部
- 2 1 1 低密度データ取得部
- 2 1 2 高密度データ取得部
- 2 1 3 データ変換部
- 2 1 4 送信部
- 2 2 0 通信部
- 2 3 0 記憶部
- 3 1 0 処理部
- 3 2 0 通信部
- 3 3 0 記憶部
- 3 4 0 表示部
- 3 5 0 入力部

請求の範囲

- [請求項1] 監視対象設備と通信でインターネットに接続された監視装置によって監視を行う監視システムであって、
前記監視対象設備は、
設備本体と、
前記設備本体から取得された取得データを処理するデータ処理部とを備え、
前記データ処理部は、
前記取得データのうち、低密度データを取得する低密度データ取得部と、
前記取得データのうち、前記低密度データよりも時間当たりのデータ量が大きい高密度データを取得する高密度データ取得部と、
前記高密度データの密度を低密度化した特徴量データに変換するデータ変換部と、
前記低密度データ及び前記特徴量データを含む監視データを送信する送信部とを備え、 前記監視装置は、
前記監視対象設備の前記データ処理部における前記送信部から送信された前記監視データに基づいて監視を行う監視システム。
- [請求項2] 前記監視装置は、前記監視データに基づいて詳細データを前記監視対象設備に要求し、 前記送信部は、前記監視装置から要求があった場合には、前記高密度データ、前記低密度データまたは前記特徴量データのうち少なくとも1つを含む詳細データを送信する
請求項1に記載の監視システム。
- [請求項3] 前記監視装置は、前記低密度データまたは前記特徴量データに基づく前記設備本体の異常度が所定の閾値以上である場合に、前記詳細データを前記監視対象設備に要求する
請求項2に記載の監視システム。
- [請求項4] 前記高密度データは、サンプリング周期が100Hzから1MHz

のものである

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の監視システム。

[請求項5] 監視対象設備とインターネットで接続された監視装置によって監視を行う監視システムにおける前記監視対象設備が備える処理装置であって、

設備本体から取得された取得データを処理するデータ処理部を備え

、

前記データ処理部は、

前記取得データのうち、低密度データを取得する低密度データ取得部と、

前記取得データのうち、前記低密度データよりも時間当たりのデータ量が大きい高密度データを取得する高密度データ取得部と、

前記高密度データの密度を低密度化した特徴量データに変換するデータ変換部と、

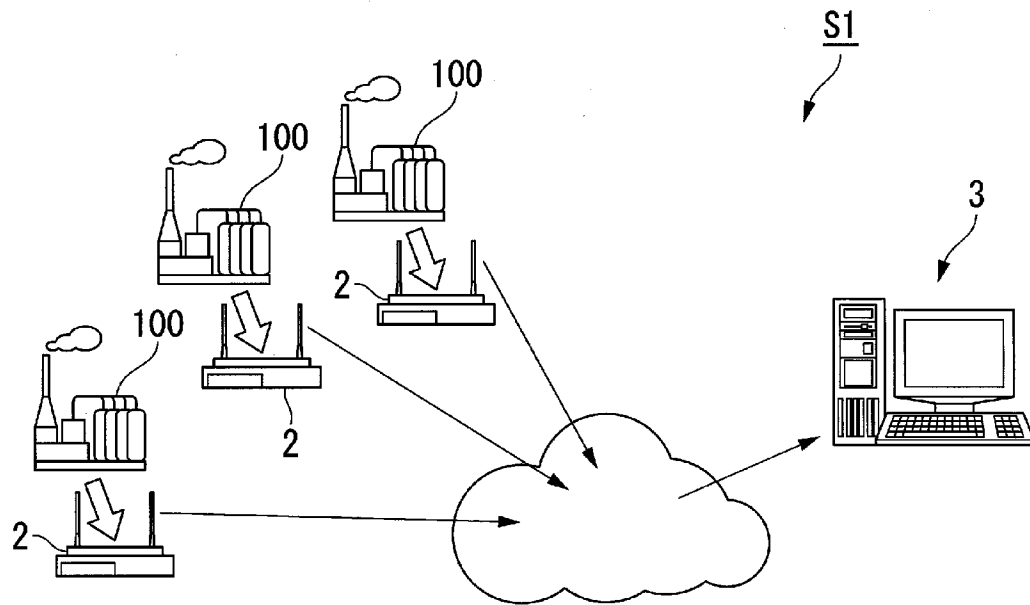
前記低密度データ及び前記特徴量データを含む監視データを送信する送信部と、

を備える処理装置。

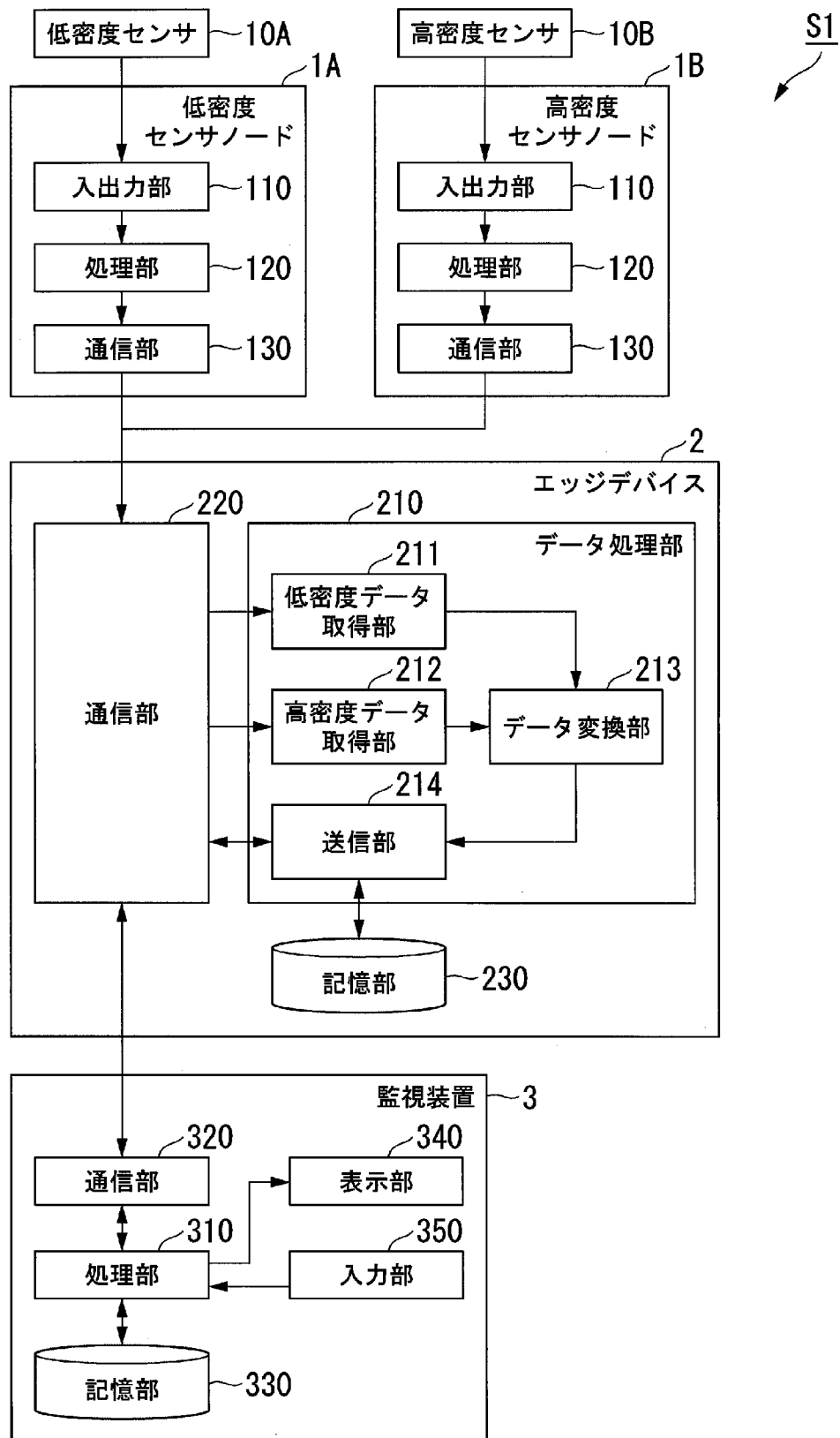
[請求項6] 監視対象設備とインターネットで接続された監視装置によって監視を行う監視システムにおける前記監視装置であって、

設備本体から取得された取得データのうち低密度データと、前記取得データのうち前記低密度データよりも時間当たりのデータ量が大きい高密度データの密度を低密度化した特徴量データとを含む監視データを受信し、受信した前記監視データに基づいて監視を行う監視装置。

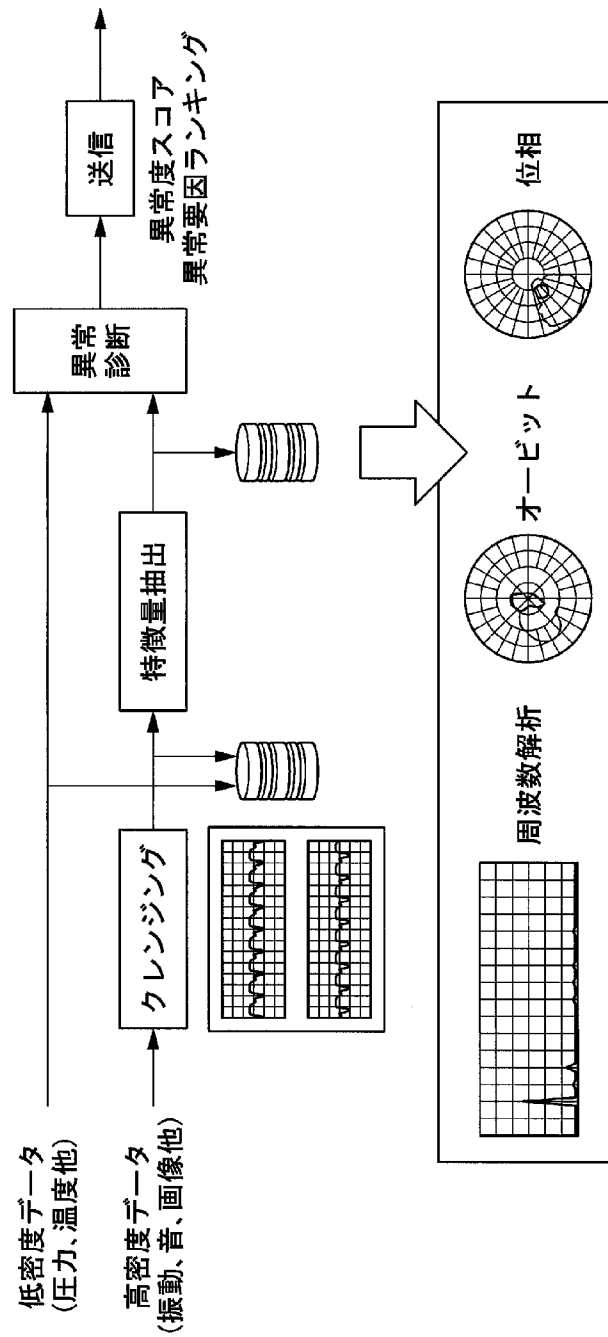
[図1]



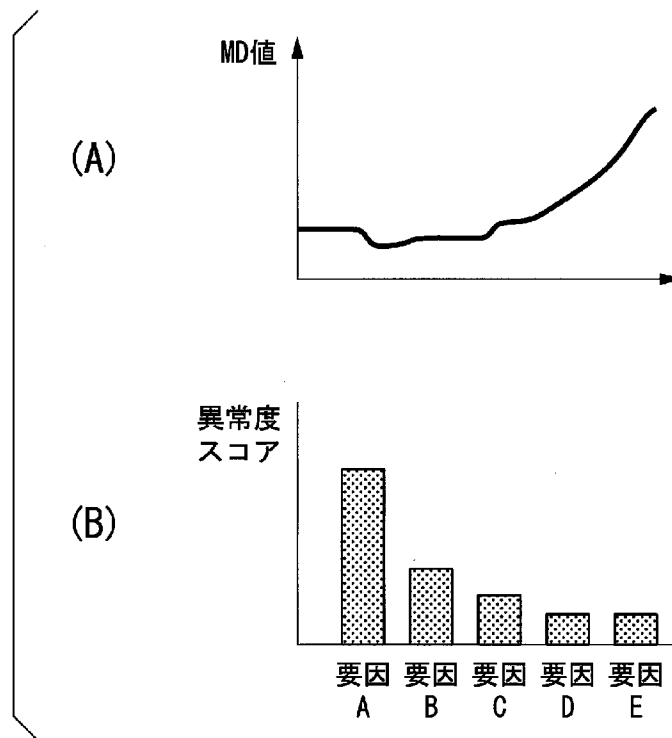
[図2]



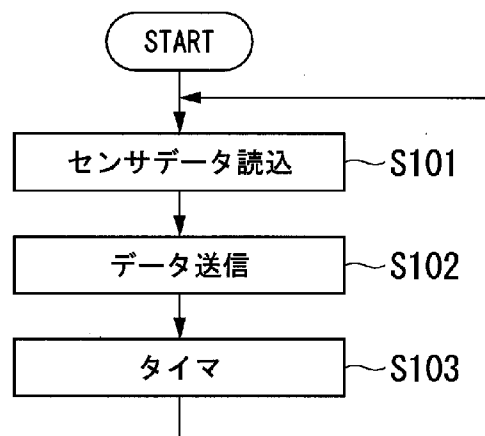
[図3]



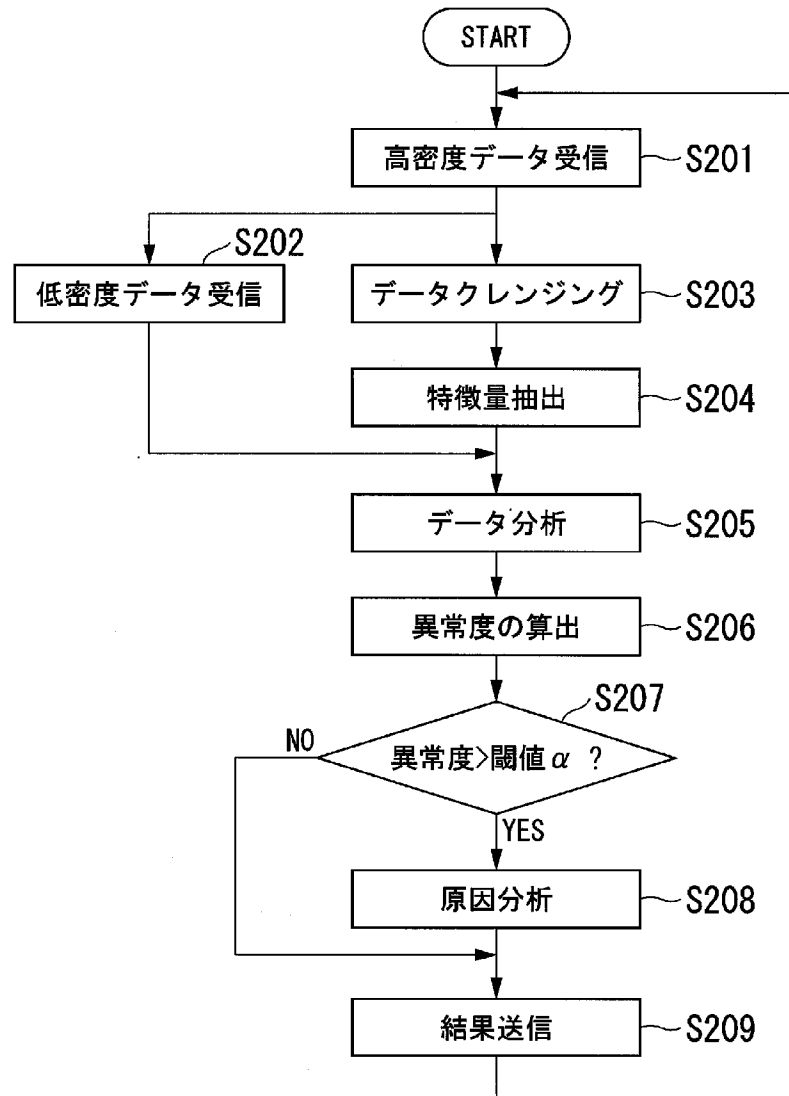
[図4]



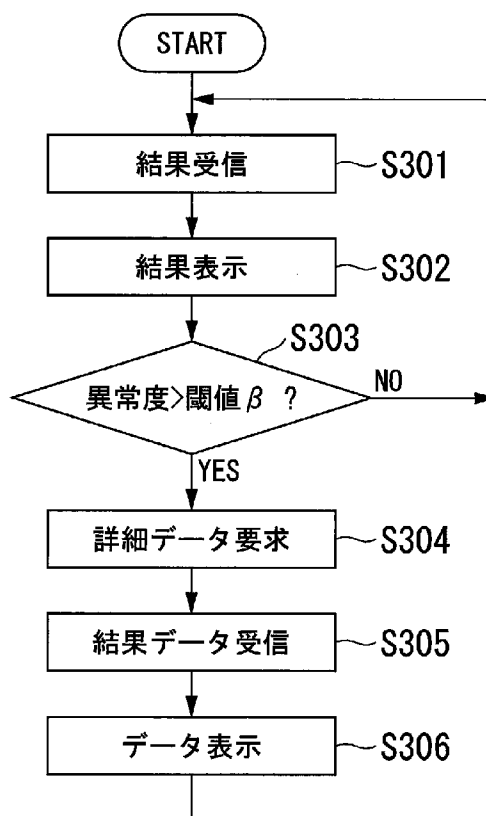
[図5]



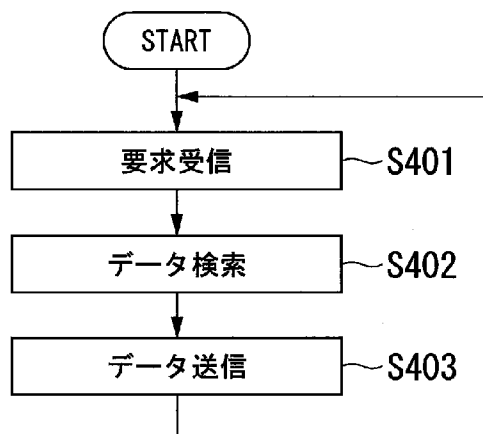
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/011836

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H04Q9/00 (2006.01) i, G05B23/02 (2006.01) i, G08C15/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H04Q9/00, G05B23/02, G08C15/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-292439 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 19 October 2001, paragraphs [0028]-[0044], fig. 1-3 (Family: none)	1-6
Y	JP 2016-208475 A (KAWAMURA ELECTRIC INC.) 08 December 2016, paragraph [0010], fig. 1 & CN 106101609 A, paragraph [0031], fig. 1	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 10.04.2018	Date of mailing of the international search report 24.04.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/011836

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-509268 A (THOMSON MULTIMEDIA) 26 March 2002, paragraphs [0009]-[0018], [0025]-[0033], fig. 1, 3 & WO 1999/031844 A1, page 2, line 13 to page 3, line 27, page 4, line 27 to page 6, line 8, fig. 1, 3	1-6
Y	JP 4-37277 A (FUJITSU GENERAL LIMITED) 07 February 1992, page 2, lower right column, line 18 to page 3, upper left column, line 4 (Family: none)	4
Y	JP 8-205130 A (MATSUSHITA JOHO SYST KK) 09 August 1996, paragraph [0032] (Family: none)	4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04Q9/00(2006.01)i, G05B23/02(2006.01)i, G08C15/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04Q9/00, G05B23/02, G08C15/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 8 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2001-292439 A（三菱重工業株式会社）2001.10.19, 段落 [0 0 2 8] - [0 0 4 4], [図 1] - [図 3]（ファミリーなし）	1 - 6
Y	JP 2016-208475 A（河村電器産業株式会社）2016.12.08, 段落 [0 0 1 0], [図 1] & CN 106101609 A, 段落 [0 0 3 1], [図 1]	1 - 6

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 0 . 0 4 . 2 0 1 8

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 4 . 2 0 1 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

松平 英

5 J

3 1 4 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2002-509268 A (トムソン マルチメディア) 2002.03.26, 段落 [0009] - [0018], [0025] - [0033], [図1], [図3] & WO 1999/031844 A1, 第2頁第13行-第3頁第27行, 第4頁第27行~第6頁第8行, FIG. 1, FIG. 3	1 - 6
Y	JP 4-37277 A (株式会社富士通ゼネラル) 1992.02.07, 第2頁右下 欄第18行~第3頁左上欄第4行 (ファミリーなし)	4
Y	JP 8-205130 A (松下情報システム株式会社) 1996.08.09, 段落 [0 032] (ファミリーなし)	4