

(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2020-80014

(P2020-80014A)

(43) 公開日 令和2年5月28日(2020.5.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 5 B 23/02 (2006.01)	G O 5 B 23/02	V 3 C 2 2 3
H 0 4 L 12/66 (2006.01)	H O 4 L 12/66	B 5 K 0 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2018-212479 (P2018-212479)	(71) 出願人	000006208
(22) 出願日	平成30年11月12日 (2018.11.12)		
			三菱重工業株式会社
			東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
		(74) 代理人	100149548
			弁理士 松沼 泰史
		(74) 代理人	100162868
			弁理士 伊藤 英輔
		(74) 代理人	100161702
			弁理士 橋本 宏之
		(74) 代理人	100189348
			弁理士 古部 智
		(74) 代理人	100196689
			弁理士 鎌田 康一郎
		(74) 代理人	100210572
			弁理士 長谷川 太一

最終頁に続く

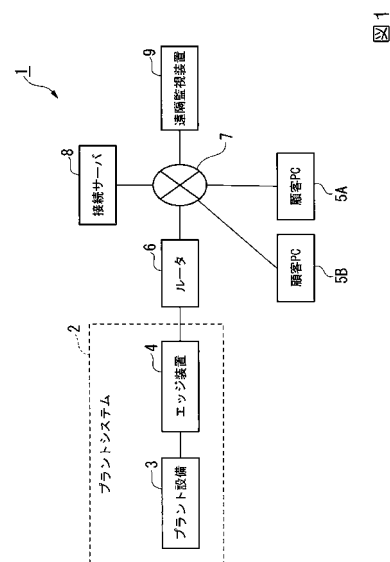
(54) 【発明の名称】 エッジ装置、接続確立システム、接続確立方法及びプログラム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】プラント内で異常が発生した場合に、遠隔監視装置との間に自動で接続を確立するエッジ装置を提供する。

【解決手段】エッジ装置4は、観測対象装置3に関するデータに基づいて異常を検知するように構成された制御部と、制御部が異常を検知し、検知した該異常が所定の条件に合致すると判定された場合、遠隔監視装置9がリモートアクセス可能となるように、遠隔監視装置との間に接続を確立するように構成された接続確立部と、を備える。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

観測対象装置に関するデータに基づいて異常を検知するように構成された制御部と、
前記制御部が異常を検知し、検知した該異常が所定の条件に合致すると判定された場合、
遠隔監視装置がリモートアクセス可能となるように、前記遠隔監視装置との間に接続を
確立するように構成された接続確立部と、
を備える、エッジ装置。

【請求項 2】

前記観測対象装置に関するデータ又は前記異常に関する情報を送信するように構成され
た送信部をさらに備える、
請求項 1 に記載のエッジ装置。

10

【請求項 3】

前記制御部は、
前記観測対象装置に関するデータに基づいて異常の度合いを判定するように構成されて
おり、
前記制御部が判定した異常の前記度合いが重度である場合、前記接続確立部は、前記接
続を確立するように構成されており、
前記制御部が判定した異常の前記度合いが重度でない場合、前記送信部は、前記異常に
関する情報を予め設定された宛先アドレスに送信するように構成されている、
請求項 2 に記載のエッジ装置。

20

【請求項 4】

異常の各度合いは、予め設定された宛先アドレスに対応付けられており、
前記送信部は、
前記制御部が判定した異常の前記度合いに対応する宛先アドレスに、予め設定されたデ
ータ内容を送信するように構成されている、
請求項 2 に記載のエッジ装置。

【請求項 5】

異常の各度合いは、予め設定されたデータ内容に対応付けられており、
前記送信部は、
前記制御部が判定した異常の前記度合いに対応するデータ内容を、予め設定された宛先
アドレスに送信するように構成されている、
請求項 2 または請求項 3 に記載のエッジ装置。

30

【請求項 6】

異常の各度合いは、予め設定された期間に対応付けられており、
前記送信部は、
前記制御部が判定した異常の前記度合いに対応する期間のデータを、予め設定された宛
先アドレスに送信するように構成されている、
請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載のエッジ装置。

【請求項 7】

前記観測対象装置に関するデータは、観測値と、予測アルゴリズムとを記憶しており、
前記制御部は、
前記予測アルゴリズムに基づく予測値と、前記観測値との誤差が許容値よりも大きいか
否かを判定するように構成されており、
前記接続確立部は、
前記誤差が前記許容値よりも大きい場合、前記遠隔監視装置との間に接続を確立するよ
うに構成されており、
前記送信部は、
前記誤差に関する情報を前記遠隔監視装置に送信するように構成されており、
前記エッジ装置は、
前記遠隔監視装置によって前記誤差に関する情報を使用して生成された予測アルゴリズム

40

50

ムの更新情報を、前記遠隔監視装置から受信するように構成された受信部をさらに備え、
前記制御部は、
前記更新情報を使用して、前記予測アルゴリズムを更新するように構成されている、
請求項 2 に記載のエッジ装置。

【請求項 8】

前記観測対象装置に関するデータは、観測値と、予測アルゴリズムとを記憶しており、
前記制御部は、
前記予測アルゴリズムに基づく予測値と、前記観測値との誤差が許容値よりも大きい
否かを判定するように構成されており、
前記接続確立部は、
前記誤差が前記許容値よりも大きい場合、前記遠隔監視装置との間に接続を確立する
ように構成されており、
前記送信部は、
前記誤差に関する通知を前記遠隔監視装置に送信するように構成されており、
前記遠隔監視装置は、前記エッジ装置にリモートアクセスし、前記誤差に関する情報
を使用して前記予測アルゴリズムを更新可能である、
請求項 2 に記載のエッジ装置。

10

【請求項 9】

外部ネットワークとの間の接続を確立するルータにさらに接続され、
前記ルータの電源は、通常はオフ状態であり、
前記接続確立部は、
前記制御部が異常を検知した場合、前記ルータを起動し、前記外部ネットワークとの
間の接続を確立するように構成されている、
請求項 1 に記載のエッジ装置。

20

【請求項 10】

前記観測対象装置に関するデータを表示するように構成された表示部をさらに備える、
請求項 1 に記載のエッジ装置。

【請求項 11】

遠隔監視装置と、
請求項 1 に記載のエッジ装置と、
を備える、接続確立システム。

30

【請求項 12】

観測対象装置に関するデータに基づいて異常を検知するステップと、
異常が検知され、検知した該異常が所定の条件に合致すると判定された場合、遠隔監視
装置がリモートアクセス可能となるように、前記遠隔監視装置との間に接続を確立するス
テップと、
を備える、接続確立方法。

【請求項 13】

エッジ装置のコンピュータに、
観測対象装置に関するデータに基づいて異常を検知するステップと、
異常が検知され、検知した該異常が所定の条件に合致すると判定された場合、遠隔監視
装置がリモートアクセス可能となるように、前記遠隔監視装置との間に接続を確立するス
テップと、
を実行させるプログラム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、エッジ装置、接続確立システム、接続確立方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

プラントでは、コンプレッサ、ポンプ、紙工機械等の回転部を伴う機械が使用されることが多い。これらの機械から得られる振動データ等のいわゆる操業データは、プラントの運営に関わる重要なデータである。そのため、プラント運営者は、この操業データが外部へ漏洩することを恐れ、プラントと外部ネットワークとの接続を遮断している場合が少なくない。特許文献 1 では、セキュリティゲートウェイを設けることで、状況に応じてデータ送信情報を選択する技術が開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

10

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 6 - 0 3 4 0 6 6 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

従来では、外部ネットワークとの接続を遮断しているようなプラント内で、機械に異常が発生した場合には、現地に修復担当者が直接行かなければならなかった。

本発明の少なくとも一実施形態は、プラント内で異常が発生した場合のみ、遠隔監視装置がリモートアクセス可能となるように、遠隔監視装置との間に自動で接続を確立することが可能なエッジ装置、接続確立システム、接続確立方法及びプログラムを提供することを目的とする。

20

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

本発明の第 1 の態様によれば、エッジ装置は、データベースに記憶されたデータに基づいて異常を検知するように構成された制御部と、前記制御部が異常を検知し、検知した該異常が所定の条件に合致すると判定された場合、遠隔監視装置がリモートアクセス可能となるように、前記遠隔監視装置との間に接続を確立するように構成された接続確立部と、を備える。

【 0 0 0 6 】

本発明の第 2 の態様によれば、前記エッジ装置は、前記観測対象装置に関するデータまたは又は前記異常に関する情報を送信するように構成された送信部をさらに備える。

30

【 0 0 0 7 】

本発明の第 3 の態様によれば、前記制御部は、前記観測対象装置に関するデータに基づいて異常の度合いを判定するように構成されており、前記制御部が判定した異常の前記度合いが重度である場合、前記接続確立部は、前記接続を確立するように構成されており、前記制御部が判定した異常の前記度合いが重度でない場合、前記送信部は、前記異常に関する情報を予め設定された宛先アドレスに送信するように構成されている。

【 0 0 0 8 】

本発明の第 4 の態様によれば、異常の各度合いは、予め設定された宛先アドレスに対応付けられており、前記送信部は、前記制御部が判定した異常の前記度合いに対応する宛先アドレスに、予め設定されたデータ内容を送信するように構成されている。

40

【 0 0 0 9 】

本発明の第 5 の態様によれば、異常の各度合いは、予め設定されたデータ内容に対応付けられており、前記送信部は、前記制御部が判定した異常の前記度合いに対応するデータ内容を、予め設定された宛先アドレスに送信するように構成されている。

【 0 0 1 0 】

本発明の第 6 の態様によれば、異常の各度合いは、予め設定された期間に対応付けられており、前記送信部は、前記制御部が判定した異常の前記度合いに対応する期間のデータを、予め設定された宛先アドレスに送信するように構成されている。

【 0 0 1 1 】

本発明の第 7 の態様によれば、前記観測対象装置に関するデータは、観測値と、予測ア

50

ルゴリズムとを記憶しており、前記制御部は、前記予測アルゴリズムに基づく予測値と、前記観測値との誤差が許容値よりも大きいかなかを判定し、前記接続確立部は、前記誤差が前記許容値よりも大きい場合、前記遠隔監視装置との間に接続を確立するように構成されており、前記送信部は、前記誤差に関する情報を前記遠隔監視装置に送信するように構成されており、前記エッジ装置は、前記遠隔監視装置によって前記誤差に関する情報を使用して生成された予測アルゴリズムの更新情報を、前記遠隔監視装置から受信する受信部をさらに備え、前記制御部は、前記更新情報を使用して、前記予測アルゴリズムを更新するように構成されている。

【 0 0 1 2 】

本発明の第 8 の態様によれば、前記観測対象装置に関するデータは、観測値と、予測アルゴリズムとを記憶しており、前記制御部は、前記予測アルゴリズムに基づく予測値と、前記観測値との誤差が許容値よりも大きいかなかを判定するように構成されており、前記接続確立部は、前記誤差が前記許容値よりも大きい場合、前記遠隔監視装置との間に接続を確立するように構成されており、前記送信部は、前記誤差に関する通知を前記遠隔監視装置に送信するように構成されており、前記遠隔監視装置は、前記エッジ装置にリモートアクセスし、前記誤差に関する情報を使用して前記予測アルゴリズムを更新可能である。

10

【 0 0 1 3 】

本発明の第 9 の態様によれば、前記エッジ装置は、外部ネットワークとの間の接続を確立するルータにさらに接続され、前記ルータの電源は、通常はオフ状態であり、前記接続確立部は、前記制御部が異常を検知した場合、前記ルータを起動し、前記外部ネットワークとの間の接続を確立するように構成されている。

20

【 0 0 1 4 】

本発明の第 10 の態様によれば、前記エッジ装置は、前記観測対象装置に関するデータを表示するように構成された表示部をさらに備える。

【 0 0 1 5 】

本発明の第 11 の態様によれば、接続確立システムは、遠隔監視装置と、本発明の第 1 の態様のエッジ装置とを備える。

【 0 0 1 6 】

本発明の第 12 の態様によれば、接続確立方法は、観測対象装置に関するデータに基づいて異常を検知するステップと、異常が検知され、検知した該異常が所定の条件に合致すると判定された場合、遠隔監視装置がリモートアクセス可能となるように、前記遠隔監視装置との間に接続を確立するステップと、を備える。

30

【 0 0 1 7 】

本発明の第 13 の態様によれば、プログラムは、エッジ装置のコンピュータに、観測対象装置に関するデータに基づいて異常を検知するステップと、異常が検知され、検知した該異常が所定の条件に合致すると判定された場合、遠隔監視装置がリモートアクセス可能となるように、前記遠隔監視装置との間に接続を確立するステップと、を実行させる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

上記態様のうち少なくともいずれかの態様によれば、プラント内で異常が発生した場合のみ、遠隔監視装置からリモートアクセス可能となり、現地に修復担当者が行かなくても相当な対処をすることが可能となる。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】 第 1 の実施形態に係るエッジ装置を含む接続確立システムの全体構成を示す図である。

【 図 2 】 第 1 の実施形態に係るプラント設備の機能構成を示す図である。

【 図 3 】 第 1 の実施形態に係るエッジ装置の機能構成を示す図である。

【 図 4 】 第 1 の実施形態に係るエッジ装置の処理フローを示す図である。

【 図 5 】 第 2 の実施形態に係るエッジ装置を含む接続確立システムの全体構成を示す図で

50

ある。

【図 6】第 2 の実施形態に係るエッジ装置の処理フローを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

< 第 1 の実施形態 >

以下、第 1 の実施形態に係るエッジ装置 4 について、図 1 から図 4 を参照しながら説明する。

【0021】

(全体構成)

図 1 は、第 1 の実施形態に係るエッジ装置 4 を含む接続確立システム 1 の全体構成を示す図である。

10

接続確立システム 1 は、プラントシステム 2 と、ルータ 6 と、外部ネットワーク 7 と、接続サーバ 8 と、遠隔監視装置 9 とを備える。プラントシステム 2 は、プラント設備 3 と、エッジ装置 4 とを備える。プラント設備 3 は、例えば、コンプレッサ、ポンプ、紙工機械等の回転部を伴う機械を備える。

【0022】

エッジ装置 4 は、プラント設備 3 と、ルータ 6 とに接続されている。これらの間の接続は、無線接続又は有線接続であってよい。ルータ 6 は、モバイルルータであってもよい。エッジ装置 4 は、プラント設備 3 で収集されたデータを分析する機能が含まれる。そのため、エッジ装置 4 は、顧客 PC 5 A 及び 5 B から直接アクセスできないように構成されている。すなわち、顧客 PC 5 A 及び 5 B は、エッジ装置 4 に接続するための ID 及びパスワードを知らず、遠隔監視装置 9 のみが、この ID 及びパスワードを知っている。

20

一方で、遠隔監視装置 9 が、リモートデスクトップ (RDP) 等でエッジ装置 4 に自由に接続できると、遠隔監視装置 9 は、プラント設備 3 のデータを自由に取得できてしまう。これを防ぐために、顧客 PC 5 A 及び 5 B が、RDP 等による接続の許可を有している。

これにより、顧客 PC 5 A 及び 5 B が接続の許可をした場合にのみ、遠隔監視装置 9 は、エッジ装置 4 へ RDP 等によって接続することができる。

また、顧客 PC 5 A 及び 5 B は、エッジ装置 4 の中の Web サーバの Web アプリケーションへ http アクセスすることができる。従って、顧客 PC 5 A 及び 5 B は、Web アプリケーションへ http アクセスして、エッジ装置 4 で分析された分析結果を閲覧することができる。

30

顧客 PC 5 A 及び 5 B は、外部ネットワーク 7 に接続されている。顧客 PC 5 A 及び 5 B は、図 1 では 5 A 及び 5 B の 2 つのみ記載されているが、顧客 PC 5 A 及び 5 B と同様の顧客 PC は、1 つ又は 3 つ以上であってもよい。また、顧客 PC 5 A 及び 5 B は、例えばタブレット型端末、スマートフォン、携帯電話、ラップトップパソコン等の携帯端末であってもよいし、デスクトップパソコンを含む任意の固定端末であってもよい。また、顧客 PC 5 A 及び 5 B は、遠隔監視装置 9 がエッジ装置 4 に RDP 等でアクセスするのと同様の方法でアクセスしてもよいし、他の方法でアクセスしてもよい。

【0023】

ルータ 6 は、プラントシステム 2 と、外部ネットワーク 7 とを接続する通信路として機能する。ルータ 6 は、外部ネットワーク 7 を介して、接続サーバ 8 と、遠隔監視装置 9 とに接続されている。これらの間の接続は、無線接続又は有線接続であってよい。接続サーバ 8 は、プラントシステム 2 と、遠隔監視装置 9 との間のセキュアな通信、及び、プラントシステム 2 と、顧客 PC 5 A 及び 5 B との間のセキュアな通信を実現するためのサーバである。接続サーバ 8 は、例えば Weaved . Inc 社 (現 remot3 . it 社) の技術 (米国特許出願公開第 2016 / 0344745 号明細書) を使用して、セキュアな通信を実現してもよい。しかしながら、接続サーバ 8 は、他の技術を使用してセキュアな通信を実現してもよく、上述の実施例に限定されない。

40

【0024】

(プラント設備の機能構成)

50

図 2 は、第 1 の実施形態に係るプラント設備 3 の機能構成を示す図である。

プラント設備 3 は、制御装置 3 1 と、回転部を伴うプラント機械 3 2 と、センサ 3 2 1 とを備える。回転部を伴うプラント機械 3 2 は、コンプレッサ、ポンプ、紙工機械であってもよいが、これらの機械に限定されない。また、プラント機械 3 2 の数は、2 つ以上であってもよい。制御装置 3 1 は、プラント機械 3 2 を制御する。センサ 3 2 1 は、プラント機械 3 2 に取り付けられている。センサ 3 2 1 は、プラント機械 3 2 の振動データを観測し、観測したデータをエッジ装置 4 のデータベース 4 4 に送信する。プラント機械 3 2 に取り付けられるセンサ 3 2 1 の数は、2 つ以上であってもよい。センサ 3 2 1 によって観測されるデータは、本明細書では、振動データとして説明される。しかしながら、観測されるデータは、振動データに限定されず、様々なセンサによって観測される様々なデータであってもし、DCS（分散制御システム）から取得したデータであってもよい。

10

【0025】

（エッジ装置の機能構成）

図 3 は、第 1 の実施形態に係るエッジ装置 4 の機能構成を示す図である。

図 3 に示すように、エッジ装置 4 は、CPU 4 1 と、送信部 4 2 と、受信部 4 3 と、データベース 4 4 とを備える。CPU 4 1 は、予め用意されたプログラムに従って動作することで種々の機能を発揮し、エッジ装置 4 の動作全体を司るプロセッサである。CPU 4 1 は、制御部 4 1 1 及び接続確立部 4 1 2 として機能する。

データベース 4 4 は、観測データ 4 4 1 と、処理済データ 4 4 2 と、データ分析アルゴリズムデータ 4 4 3 とを記憶している。ここで、データベース 4 4 はさらに、過去に生じた異常状態に関するデータ等と記憶していてもよい。データベース 4 4 は、エッジ装置 4 に内蔵される大容量記憶装置（不揮発性メモリ）であって、例えば、HDD（Hard Disk Drive）、SSD（Solid State Drive）等である。データベース 4 4 は、補助記憶装置とも呼ばれ、取得された情報が記録されている。

20

【0026】

観測データ 4 4 1 は、例えば、プラント設備 3 のセンサ 3 2 1 によって観測された振動データ等である。ここで、観測データ 4 4 1 は、日付毎又は時間毎のように整理された状態で記憶されていてもよい。処理済データ 4 4 2 は、制御部 4 1 1 が観測データ 4 4 1 に対して高速フーリエ変換（FFT）等の変換処理をして作成したデータである。ここで、変換処理は、上述のものに限定されず、他の処理であってもよい。データ分析アルゴリズムデータ 4 4 3 は、異常検知に使用されるデータである。

30

【0027】

制御部 4 1 1 は、観測データ 4 4 1 に対して変換処理をする。制御部 4 1 1 は、変換されたデータを処理済データ 4 4 2 として記憶する。制御部 4 1 1 は、データ分析アルゴリズムデータ 4 4 3 に記憶された予測アルゴリズムに基づいて、処理済データ 4 4 2 を使用して、異常が検知されるか否か判定する処理を実行する。また、制御部 4 1 1 は、データ分析アルゴリズムデータ 4 4 3 に記憶された予測アルゴリズムに基づいて、観測データ 4 4 1 を使用して、異常が検知されるか否か判定する処理を実行してもよい。例えば、異常の検知方法には、以下の方法がある。

【0028】

具体的には、十分な量の観測データ 4 4 1 が存在する場合、制御部 4 1 1 は、処理済データ 4 4 2 に基づいて、現在の状態が、過去に生じた異常状態のうちどの状態に近いかを、例えばk近傍法等により判定する。次に、制御部 4 1 1 は、判定された異常状態の代表的な特徴量と、現在の状態の対応する特徴量を比較し、異常状態であるか否かを判定する。

40

十分な量の観測データ 4 4 1 が存在しない場合、制御部 4 1 1 は、正常データの特徴量を例えば主成分分析等により圧縮し、その特徴量毎でクラスタリングを行う。制御部 4 1 1 は、現在の状態のデータが、どの正常データのクラスタとも近いデータではない場合、異常状態であると判定する。

【0029】

50

別の実施例には、制御部 4 1 1 は、観測データ 4 4 1 である振動データを収集し、その振動データに対して、高速フーリエ変換を行い、振動データの周波数特徴量を抽出する。制御部 4 1 1 は、その周波数特徴量に基づき、k 近傍法により正常データのデータ空間をデータベース 4 4 に記憶する。遠隔監視装置 9 により、正常データのデータ空間に対して、閾値が予め設定されている。

次に、受信部 4 3 が、新たなデータが受信したとき、制御部 4 1 1 は、正常データのデータ空間と、新たなデータとの距離を測定する。制御部 4 1 1 は、測定された距離が予め設定された閾値を超えた場合に異常と判定する。

上記の異常判定方法においては、「閾値」の設定が異常判定に大きな影響を与える。さらに、各設備の特性や顧客の利用環境により適切な「閾値」の値が異なるため、運転状況やデータを観測しながら、適宜、閾値を更新する必要がある。その更新操作は、遠隔監視装置 9 からエッジ装置 4 にアクセスすることによって行われる。

また、k 近傍法だけではなく、他の異常検知方法、例えば、サポートベクターマシンや変分ベイズ手法などを組み合わせることで、異常検知の精度を向上させることができる可能性がある。収集したデータによりそれらの可能性を見出した場合は、エッジ装置 4 に遠隔監視装置 9 からアクセスし、現予測アルゴリズムに追加アルゴリズムを付与するような形で更新を行ってもよい。

【0030】

上記のように、2つの異常の検知方法を説明したが、上記の限りではない。

【0031】

異常ありと判定された場合、接続確立部 4 1 2 は、セキュアなデータ送信のために、予め設定された宛先アドレスを有する装置との間でSSH接続を確立する。送信部 4 2 は、確立させた通信路上でSFTPにより、異常に関する情報を予め設定された宛先アドレスに送信する。ただし、セキュアなデータ送信方法については、上記の限りではない。

データ送信が完了した後、制御部 4 1 1 は、データ送信のための接続を遮断する。次に、制御部 4 1 1 は、検知された異常が重度であるか否かを判定する。例えば、検知された異常が重度であるか否かの判定方法には、以下の方法がある。

【0032】

具体的には、上述した異常検知方法の具体例において、十分な量の観測データ 4 4 1 が存在する場合、制御部 4 1 1 は、判定された異常状態の代表的な特徴量と、現在の状態の対応する特徴量を比較する。このとき、制御部 4 1 1 は、これらの特徴量の差の大きさに基づいて異常が重度であるか否かを判定する。

また、上述した具体例において、十分な量の観測データ 4 4 1 が存在しない場合、制御部 4 1 1 は、上述したように特徴量毎でクラスタリングを行う。このとき、制御部 4 1 1 は、現在の状態のデータと、正常データとの差の大きさに基づいて異常が重度であるか否かを判定する。

【0033】

あるいは、データベース 4 4 に正常状態のデータが大量に保存されている場合、制御部 4 1 1 は、そのデータ空間を事前に機械学習（例えば、k 近傍法やサポートベクターマシン）により、その空間を特徴付ける長平面等を構築しておく。制御部 4 1 1 は、異常なデータ入手したとき、その“正常なデータ空間”からの距離に基づいて、異常度を把握する。例えば、特徴量を正規化した場合、その距離は0～100%で表される。制御部 4 1 1 は、距離が80%以上である場合、異常は重度であり、距離が80%未満である場合、異常は重度でないと判定する。ただし、異常度の判定方法は上記の限りではない。

【0034】

接続確立部 4 1 2 は、異常が重度であると判定された場合、遠隔監視装置との間に、リモートアクセス可能な接続を確立する。エッジ装置 4 と、遠隔監視装置 9 との間に接続が確立されると、遠隔監視装置 9 は、エッジ装置 4 に対してリモートアクセス可能となる。異常の修復処理が終了すると、接続確立部 4 1 2 は、接続を遮断する。

【0035】

送信部 4 2 は、異常が重度であると判定された場合、確立された接続を介して、重度の異常が検知されたことを、遠隔監視装置 9 に通知する。

また、送信部 4 2 は、異常が重度でないと判定された場合、異常に関する情報を受信したプラントの現場担当者は、エッジ装置 4 にアクセスして、判定された異常状態や分析結果に基づき、異常の原因究明を行う。また、プラントの現場担当者は、必要に応じて、プラント設備 3 の修復作業を行う。

【 0 0 3 6 】

受信部 4 3 は、振動データ等のセンサ値や、DCS（分散制御装置）からの運転データを受信し、データベース 4 4 に受信したデータを送信する。

【 0 0 3 7 】

以上のとおり、第 1 の実施形態に係るエッジ装置 4 の機能構成を説明した。

また、エッジ装置 4 はさらに、観測データ 4 4 1 又は処理済データ 4 4 2 を表示する表示部を備えてもよい。

また、以上の説明では、異常の検知方法の具体例を示したが、データ分析アルゴリズムデータ 4 4 3 に記憶されている他の方法を使用して異常が検知されてもよい。

また、遠隔監視装置 9 がエッジ装置 4 にリモートアクセスする場合、遠隔監視装置 9 は、リモートデスクトップ（RDP）を使用してアクセスしてもよいし、他の方法でアクセスしてもよい。

【 0 0 3 8 】

（エッジ装置の処理フロー）

図 4 は、第 1 の実施形態に係るエッジ装置 4 の処理フローを示す図である。

まず、センサ 3 2 1 は、振動データを観測する（ステップ S 1 0 1）。センサ 3 2 1 は、観測した振動データをエッジ装置 4 に送信する。エッジ装置 4 の受信部 4 3 は、振動データ等のセンサ値や、DCS（分散制御装置）からの運転データを受信し、データベース 4 4 に受信したデータを送信する。データベース 4 4 は、振動データを観測データ 4 4 1 として記憶する。制御部 4 1 1 は、観測データ 4 4 1 に対して変換処理をする（ステップ S 1 0 2）。制御部 4 1 1 は、変換されたデータを処理済データ 4 4 2 として記憶する。制御部 4 1 1 は、処理済データ 4 4 2 に基づいて、異常が検知されるか否か判定する処理を実行する（ステップ S 1 0 3）。また、制御部 4 1 1 は、データ分析アルゴリズムデータ 4 4 3 に記憶された予測アルゴリズムに基づいて、観測データ 4 4 1 を使用して、異常が検知されるか否か判定する処理を実行してもよい。例えば、異常の検知方法には、以下の方法がある。

【 0 0 3 9 】

具体的には、十分な量の観測データ 4 4 1 が存在する場合、制御部 4 1 1 は、処理済データ 4 4 2 に基づいて、現在の状態が、過去に生じた異常状態のうちどの状態に近いかを、例えば k 近傍法等により判定する。次に、制御部 4 1 1 は、判定された異常状態の代表的な特徴量と、現在の状態の対応する特徴量を比較し、異常状態であるか否かを判定する。

十分な量の観測データ 4 4 1 が存在しない場合、制御部 4 1 1 は、正常データの特徴量を例えば主成分分析等により圧縮し、その特徴量毎でクラスタリングを行う。制御部 4 1 1 は、現在の状態のデータが、どの正常データのクラスタとも近いデータではない場合、異常状態であると判定する。

【 0 0 4 0 】

別の実施例には、制御部 4 1 1 は、観測データ 4 4 1 である振動データを収集し、その振動データに対して、高速フーリエ変換を行い、振動データの周波数特徴量を抽出する。制御部 4 1 1 は、その周波数特徴量に基づき、k 近傍法により正常データのデータ空間をデータベース 4 4 に記憶する。遠隔監視装置 9 により、正常データのデータ空間に対して、閾値が予め設定されている。

次に、受信部 4 3 が、新たなデータが受信したとき、制御部 4 1 1 は、正常データのデータ空間と、新たなデータとの距離を測定する。制御部 4 1 1 は、測定された距離が予め

10

20

30

40

50

設定された閾値を超えた場合に異常と判定する。

上記の異常判定方法においては、「閾値」の設定が異常判定に大きな影響を与える。さらに、各設備の特性や顧客の利用環境により適切な「閾値」の値が異なるため、運転状況やデータを観測しながら、適宜、閾値を更新する必要がある。その更新操作は、遠隔監視装置 9 からエッジ装置 4 にアクセスすることによって行われる。

また、k 近傍法だけではなく、他の異常検知方法、例えば、サポートベクターマシンや変分ベイズ手法などを組み合わせることで、異常検知の精度を向上させることができる可能性がある。収集したデータによりそれらの可能性を見出した場合は、エッジ装置 4 に遠隔監視装置 9 からアクセスし、現予測アルゴリズムに追加アルゴリズムを付与するような形で更新を行ってもよい。

【 0 0 4 1 】

上記のように、2 つの異常の検知方法を説明したが、上記の限りではない。

【 0 0 4 2 】

異常なしと判定された場合（ステップ S 1 0 3 : N o ）、センサ 3 2 1 は、振動データの観測（ステップ S 1 0 1 ）に戻る。

異常ありと判定された場合（ステップ S 1 0 3 : Y e s ）、接続確立部 4 1 2 は、セキュアなデータ送信のために、予め設定された宛先アドレスを有する装置との間で S S H 接続を確立する（ステップ S 1 0 4 ）。送信部 4 2 は、確立させた通信路上で s F T P により、異常に関する情報を予め設定された宛先アドレスに送信する（ステップ S 1 0 5 ）。ただし、セキュアなデータ送信方法については、上記の限りではない。

データ送信が完了した後、制御部 4 1 1 は、データ送信のための接続を遮断する（ステップ S 1 0 6 ）。次に、制御部 4 1 1 は、検知された異常が重度であるか否かを判定する（ステップ S 1 0 7 ）。例えば、検知された異常が重度であるか否かの判定方法には、以下の方法がある。

【 0 0 4 3 】

具体的には、上述したステップ S 1 0 3 の具体例において、十分な量の観測データ 4 4 1 が存在する場合、制御部 4 1 1 は、判定された異常状態の代表的な特徴量と、現在の状態の対応する特徴量を比較する。このとき、制御部 4 1 1 は、これらの特徴量の差の大きさによって異常が重度であるか否かを判定する。

また、上述したステップ S 1 0 3 の具体例において、十分な量の観測データ 4 4 1 が存在しない場合、制御部 4 1 1 は、上述したように特徴量毎でクラスタリングを行う。このとき、制御部 4 1 1 は、現在の状態のデータと、正常データとの差の大きさによって異常が重度であるか否かを判定する。

あるいは、データベース 4 4 に正常状態のデータが大量に保存されている場合、制御部 4 1 1 は、そのデータ空間を事前に機械学習（例えば、k 近傍法やサポートベクターマシン）により、その空間を特徴付ける長平面等を構築しておく。制御部 4 1 1 は、異常なデータを入力したとき、その“正常なデータ空間”からの距離に基づいて、異常度を把握する。例えば、特徴量を正規化した場合、その距離は 0 ~ 1 0 0 % で表される。制御部 4 1 1 は、距離が 8 0 % 以上である場合、異常は重度であり、距離が 8 0 % 未満である場合、異常は重度でないと判定する。ただし、異常度の判定方法は上記の限りではない。

【 0 0 4 4 】

異常が重度であると判定された場合（ステップ S 1 0 7 : Y e s ）、接続確立部 4 1 2 は、遠隔監視装置 9 との間に、リモートアクセス可能な接続を確立する（ステップ S 1 0 8 ）。送信部 4 2 は、重度の異常が検知されたことを、確立された接続を介して、遠隔監視装置 9 に通知する。エッジ装置 4 と、遠隔監視装置 9 との間に接続が確立されると、遠隔監視装置 9 は、エッジ装置 4 に対してリモートアクセス可能となる。

遠隔監視装置 9 は、エッジ装置 4 にリモートアクセスし、判定された異常状態や分析結果に基づき、異常の原因究明を行う（ステップ S 1 0 9 ）。遠隔監視装置 9 の担当者は、必要に応じて、プラントの現場担当者に連絡し、現場担当者にプラント設備 3 の修復作業を行うよう指示する。修復処理の終了後、接続確立部 4 1 2 は、接続を遮断する（ステッ

10

20

30

40

50

ブ S 1 1 0)。

【 0 0 4 5 】

異常が重度でないと判定された場合 (ステップ S 1 0 7 : N o) 、ステップ S 1 0 5 において異常に関する情報を受信したプラントの現場担当者は、エッジ装置 4 にアクセスして、判定された異常状態や分析結果に基づき、異常の原因究明を行う。また、プラントの現場担当者は、必要に応じて、プラント設備 3 の修復作業を行う。

【 0 0 4 6 】

以上のとおり、センサ 3 2 1 が振動データを観測してから、異常に対する処理が終了するまでの処理内容を説明した。

また、エッジ装置 4 は、観測データ 4 4 1 又は処理済データ 4 4 2 を表示する表示部を備えてもよい。

【 0 0 4 7 】

(作用、効果)

第 1 の実施形態に係るエッジ装置 4 では、データベース 4 4 に記憶された処理済データ 4 4 2 に基づいて異常を検知する制御部 4 1 1 と、制御部 4 1 1 が異常を検知した場合、遠隔監視装置 9 がリモートアクセス可能となるように、遠隔監視装置 9 との間に接続を確立する接続確立部 4 1 2 と、を備える。

これにより、第 1 の実施形態において、プラント内で異常が発生した場合のみ、エッジ装置 4 は、遠隔監視装置からリモートアクセス可能な状態となり、現地に修復担当者が行かなくても相当な対処をすることが可能となる。

【 0 0 4 8 】

(第 1 の実施形態の変形例)

以上、第 1 の実施形態に係るエッジ装置 4 について詳細に説明したが、エッジ装置 4 の具体的な態様は、上述のものに限定されることはなく、要旨を逸脱しない範囲内において種々の設計変更等を加えることは可能である。

【 0 0 4 9 】

(第 1 の実施形態の第 1 の変形例)

例えば、第 1 の実施形態に係るエッジ装置 4 において、図 4 では、異常ありと判定された場合 (ステップ S 1 0 3 : Y e s) 、送信部 4 2 は、確立させたセキュアな通信路上で s F T P により、異常に関する情報を予め設定された宛先アドレスに送信すると説明した。

ここで、第 1 の実施形態の第 1 の変形例として、制御部 4 1 1 は、検知された異常を軽度から中度の異常に区別してもよい。例えば、データベース 4 4 に正常状態のデータが大量に保存されている場合、制御部 4 1 1 は、そのデータ空間を事前に機械学習 (例えば、k 近傍法やサポートベクターマシン) により、その空間を特徴付ける長平面等を構築しておく。制御部 4 1 1 は、異常なデータを入手したとき、その “ 正常なデータ空間 ” からの距離に基づいて、異常度を把握する。例えば、特徴量を正規化した場合、その距離は 0 ~ 1 0 0 % で表される。制御部 4 1 1 は、距離が 8 0 % 以上である場合、異常は重度であり、距離が 5 0 % ~ 8 0 % である場合、異常は中度であり、距離が 2 0 % ~ 5 0 % である場合、異常は軽度であり、距離が 2 0 % 未満である場合、異常はないと判定する。ただし、異常度の判定方法は上記の限りではない。

異常の各度合いは、予め設定された宛先アドレスに対応付けられている。そして、送信部 4 2 は、制御部 4 1 1 が判定した異常の度合いに対応する宛先アドレスに、予め設定されたデータ内容を送信してもよい。例えば、検知された異常が軽度である場合、送信部 4 2 は、プラントの現場担当者である P C (5 A) のアドレスのみに異常に関する情報を送信してもよい。また、検知された異常が中度である場合、送信部 4 2 は、プラントの現場担当者である P C (5 A) のアドレスと、その上司である現場責任者の P C (5 B) のアドレスとに異常に関する情報を送信してもよい。

【 0 0 5 0 】

また、制御部 4 1 1 が判定した異常の度合いに対応する宛先アドレスが、遠隔監視装置

10

20

30

40

50

9 側のアドレスであった場合、接続確立部 4 1 2 は、遠隔監視装置 9 との間に接続を確立してもよい。このとき、送信部 4 2 は、異常が検知されたことを、確立された接続を介して、遠隔監視装置 9 側の異常の度合いに対応する宛先アドレスに通知する。遠隔監視装置 9 側の異常の度合いに対応する宛先アドレスを有する担当者は、エッジ装置 4 にリモートアクセスし、判定された異常状態や分析結果に基づき、異常の原因究明を行う。遠隔監視装置 9 側の担当者は、必要に応じて、プラントの現場担当者に連絡し、現場担当者にプラント設備 3 の修復作業を行うよう指示する。修復処理の終了後、接続確立部 4 1 2 は、接続を遮断する。

これによって、異常の種類によって、その異常を知る必要がある人へのみ情報が送信されるので、その異常を知る必要のない人の煩わしさが減るのみならず、迅速に修復処理を終えることができる。

10

【0051】

以上のとおり、異常が検知された場合、データが、検知された異常の度合いに対応する宛先アドレスに送信されることを説明した。ここで、送信される宛先アドレスは、上述の顧客 PC 5 A 及び 5 B 並びに遠隔監視装置 9 側のアドレスに限定されない。

【0052】

(第1の実施形態の第2の変形例)

例えば、第1の実施形態に係るエッジ装置 4 において、図 4 では、検知された異常が重度でなかった場合(ステップ S 104 : No)、送信部 4 2 は、異常に関する情報を予め設定された宛先アドレスに送信すると説明した。

20

ここで、第1の実施形態の第2の変形例として、制御部 4 1 1 は、検知された異常を軽度から中度の異常に区別してもよい。異常の各度合いは、予め設定されたデータ内容に対応付けられている。そして、送信部 4 2 は、制御部 4 1 1 が判定した異常の度合いに対応するデータ内容を、予め設定された宛先アドレスに送信してもよい。例えば、検知された異常が軽度である場合、送信部 4 2 は、処理済データ 4 4 2 のうち、予め設定された期間のデータを、特定のアドレスに送信してもよい。具体的には、送信部 4 2 は、処理済データ 4 4 2 のうち異常が発生した日のみのデータを、プラントの現場担当者である PC (5 A) のアドレスに送信してもよい。また、検知された異常が中度である場合、送信部 4 2 は、処理済データ 4 4 2 のうち異常が発生した日から遡って 10 日分のデータを、プラントの現場担当者である PC (5 A) のアドレスに送信してもよい。

30

これによって、異常を知る必要がある者は、異常の度合いに応じた、修復に必要なデータのみを知ることができるので、迅速に修復処理を終えることができる。

【0053】

以上のとおり、異常が検知された場合、予め設定された宛先アドレスに、検知された異常の度合いに対応するデータ内容が送信されると説明した。ここで、送信されるデータ内容は、上述のように時間によって分類されたデータ内容に限定されず、データの重要度又はデータの大きさ等によって分類されたデータ内容であってもよい。

また、第1の変形例と、第2の変形例とを併せて、異常の度合いに対応するデータ内容が、異常の度合いに対応する宛先アドレスに送信されてもよい。

【0054】

40

(第1の実施形態の第3の変形例)

例えば、第1の実施形態に係るルータ 6 について、図 1 では、ルータ 6 は、プラントシステム 2 と、外部ネットワーク 7 とを接続する通信路として機能すると説明した。

ここで、第1の実施形態の第3の変形例として、ルータ 6 の電源は、通常はオフ状態であってもよい。そして、接続確立部 4 1 2 は、制御部 4 1 1 が重度の異常を検知した場合のみ、ルータ 6 を起動し、外部ネットワークとの間の唯一の接続を確立してもよい。修復処理の終了後、接続確立部 4 1 2 は、ルータ 6 の電源をオフ状態にし、接続を遮断してもよい。

これによって、プラント機械 3 2 に重度の異常が発生しない限り、エッジ装置 4 と外部ネットワーク 7 との間の接続は遮断された状態であるため、プラントシステム 2 をよりセ

50

キユアな状態に保つことができる。

< 第 2 の実施形態 >

以下、第 2 の実施形態に係るエッジ装置 4 ついて、図 5 及び図 6 を参照しながら説明する。

【 0 0 5 5 】

(全体構成)

図 5 は、第 2 の実施形態に係るエッジ装置を含む接続確立システム 1 の全体構成を示す図である。

図 5 に示すように、第 2 の実施形態に係る接続確立システム 1 は、第 1 の実施形態に加え、さらに、データ分析アルゴリズムデータベース 10 を備える。従って、第 2 の実施形態に係る接続確立システム 1 が備えるデータ分析アルゴリズムデータベース 10 以外の各構成要素は、特に言及する場合を除き、第 1 の実施形態に係る接続確立システム 1 の各構成要素と同様に構成され、機能する。

【 0 0 5 6 】

データ分析アルゴリズムデータベース 10 は、制御部 4 1 1 が異常検知するときに使用される予測アルゴリズムを少なくとも記憶している。

【 0 0 5 7 】

(エッジ装置の機能構成)

第 2 の実施形態に係るエッジ装置 4 が備える各構成要素は、特に言及する場合を除き、第 1 の実施形態に係るエッジ装置 4 の各構成要素と同様に構成され、機能する。

【 0 0 5 8 】

制御部 4 1 1 は、データ分析アルゴリズムデータ 4 4 3 に基づいて予測値を計算する。制御部 4 1 1 は、観測データ 4 4 1 に記憶されている観測値と、予測値との差である予測誤差を計算する。制御部 4 1 1 は、予測誤差が予め設定された許容値よりも大きいかなかを判定する。

予測誤差が予め設定された許容値よりも大きくない場合、制御部 4 1 1 は、振動データの観測に戻る。

予測誤差が予め設定された許容値よりも大きい場合、接続確立部 4 1 2 は、遠隔監視装置との間に接続を確立する。送信部 4 2 は、確立された接続を介して、予測誤差に関する情報を遠隔監視装置 9 に送信する。

遠隔監視装置 9 は、受信した予測誤差に関する情報に基づいて、データ分析アルゴリズムデータベース 10 に記憶されている予測アルゴリズムを更新する。遠隔監視装置 9 は、更新された予測アルゴリズムを受信部 4 3 に送信する。

データベース 4 4 は、更新された予測アルゴリズムに基づいてデータ分析アルゴリズムデータ 4 4 3 を更新する。更新処理の終了後、接続確立部 4 1 2 は、接続を遮断する。

【 0 0 5 9 】

上記の予測アルゴリズムの更新方法においては、「許容値」の設定が異常判定に大きな影響を与える。さらに、各設備の特性や顧客の利用環境により適切な「許容値」の値が異なるため、運転状況やデータを観測しながら、適宜、閾値を更新する必要がある。その更新操作は、遠隔監視装置 9 からエッジ装置 4 にアクセスすることによって行われる。

また、k 近傍法だけでなく、他の更新手法、例えば、サポートベクターマシンや変分ベイズ手法などを組み合わせることで、より異常検知の精度を向上させることができる可能性がある。収集したデータによりそれらの可能性を見出した場合は、エッジ装置 4 に遠隔監視装置 9 からアクセスし、現予測アルゴリズムに追加アルゴリズムを付与するような形で更新を行ってもよい。

【 0 0 6 0 】

(エッジ装置の処理フロー)

図 6 は、第 2 の実施形態に係るエッジ装置の処理フローを示す図である。

図 6 に示す第 2 の実施形態に係るエッジ装置 4 の処理フローは、異常の検知に使用される予測アルゴリズムを更新するための処理フローである。この処理フローは、第 1 の実施

10

20

30

40

50

形態に係るエッジ装置 4 のステップ S 1 0 1 の前に実行される。あるいは、この処理フローは、ステップ S 1 0 1 からステップ S 1 1 0 が実行されているときに並行して実行される。

【 0 0 6 1 】

まず、センサ 3 2 1 は、振動データを観測する（ステップ S 2 0 1）。センサ 3 2 1 は、観測した振動データをエッジ装置 4 に送信する。エッジ装置 4 の受信部 4 3 は、振動データ等のセンサ値や、DCS（分散制御装置）からの運転データを受信し、データベース 4 4 に受信したデータを送信する。データベース 4 4 は、振動データを観測データ 4 4 1 として記憶する。制御部 4 1 1 は、データ分析アルゴリズムデータ 4 4 3 に基づいて予測値を計算する（ステップ S 2 0 2）。制御部 4 1 1 は、観測データ 4 4 1 に記憶されている観測値と、予測値との差である予測誤差を計算する。制御部 4 1 1 は、予測誤差が予め設定された許容値よりも大きいかな否かを判定する（ステップ S 2 0 3）。

10

【 0 0 6 2 】

予測誤差が予め設定された許容値よりも大きくない場合（ステップ S 2 0 3：No）、制御部 4 1 1 は、振動データの観測（ステップ S 2 0 1）に戻る。

予測誤差が予め設定された許容値よりも大きい場合（ステップ S 2 0 3：Yes）、接続確立部 4 1 2 は、遠隔監視装置との間に接続を確立する（ステップ S 2 0 4）。送信部 4 2 は、確立された接続を介して、予測誤差に関する情報を遠隔監視装置 9 に送信する。遠隔監視装置 9 は、受信した予測誤差に関する情報に基づいて、データ分析アルゴリズムデータベース 1 0 に記憶されている予測アルゴリズムを更新する。遠隔監視装置 9 は、更新された予測アルゴリズムを受信部 4 3 に送信する。データベース 4 4 は、更新された予測アルゴリズムに基づいてデータ分析アルゴリズムデータ 4 4 3 を更新する（ステップ S 2 0 6）。更新処理の終了後、接続確立部 4 1 2 は、接続を遮断する（ステップ S 2 0 7）。

20

【 0 0 6 3 】

以上のとおり、予測誤差が予め設定された許容値よりも大きい場合、予測誤差に関する情報を遠隔監視装置 9 に送信することを説明した。ここで、予測誤差に関する情報を送信するときに、送信部 4 2 は、プラント設備 3 を含む複数のプラント設備内のエッジ装置に記憶されている関連情報が遠隔監視装置 9 に送信されるように構成されてもよい。

【 0 0 6 4 】

30

（作用、効果）

第 2 の実施形態に係るエッジ装置 4 では、データベース 4 4 に記憶されたデータに基づいて異常を検知する制御部 4 1 1 と、制御部 4 1 1 が異常を検知した場合、遠隔監視装置 9 がリモートアクセス可能となるように、遠隔監視装置 9 との間に接続を確立する接続確立部 4 1 2 と、を備え、データベース 4 4 に記憶されたデータは、観測値と、予測アルゴリズムとを記憶しており、制御部 4 1 1 は、予測アルゴリズムに基づく予測値と、観測値との誤差が許容値よりも大きいかな否かを判定し、接続確立部 4 1 2 は、誤差が許容値よりも大きい場合、遠隔監視装置 9 との間に接続を確立し、エッジ装置 4 は、誤差に関する情報を遠隔監視装置 9 に送信する送信部 4 2 と、遠隔監視装置 9 によって誤差に関する情報を使用して生成された予測アルゴリズムの更新情報を、遠隔監視装置 9 から受信する受信部 4 3 と、をさらに備え、制御部 4 1 1 は、更新情報を使用して、予測アルゴリズムを更新する。

40

これにより、異常の検知に使用される予測アルゴリズムの定期的なメンテナンスを簡単にセキュアに行うことができる。また、遠隔監視装置 9 側のサービス提供者は、高い信頼性の予測アルゴリズムを提供することができる。さらに、予測アルゴリズムの更新のノウハウをエッジ装置 4 側の機器に置く必要がなくなるため、ノウハウ流出を防止することができる。

【 0 0 6 5 】

（第 2 の実施形態の変形例）

以上、第 2 の実施形態に係るエッジ装置 4 について詳細に説明したが、エッジ装置 4 の

50

具体的な態様は、上述のものに限定されることはなく、要旨を逸脱しない範囲内において種々の設計変更等を加えることは可能である。

【0066】

(第2の実施形態の第1の変形例)

例えば、第2の実施形態に係るエッジ装置4において、図6では、接続が確立された後(ステップS204)、送信部42は、確立された接続を介して、予測誤差に関する情報を遠隔監視装置9に送信すると説明した。

ここで、第2の実施形態の第1の変形例として、送信部42は、予測誤差に関する情報を遠隔監視装置9に送信する代わりに、予測誤差が許容値よりも大きいことを、遠隔監視装置9に通知してもよい。次に、遠隔監視装置9は、エッジ装置4にリモートアクセスし、予測誤差に関する情報と、データ分析アルゴリズムデータ443とを閲覧又は検索し、エッジ装置4内でデータ分析アルゴリズムデータ443を更新する。更新処理の終了後、接続確立部412は、接続を遮断する。

これにより、異常の検知に使用される予測アルゴリズムの定期的なメンテナンスを簡単にセキュアに行うことができる。また、遠隔監視装置9側のサービス提供者は、高い信頼性の予測アルゴリズムを提供することができる。さらに、予測アルゴリズムの更新のノウハウをエッジ装置4側の機器に置く必要がなくなるため、ノウハウ流出を防止することができる。

【0067】

以上のとおり、遠隔監視装置9が、エッジ装置4にリモートアクセスした後、予測誤差に関する情報と、データ分析アルゴリズムデータ443とを閲覧又は検索し、エッジ装置4内でデータ分析アルゴリズムデータ443を更新すると説明した。ここで、遠隔監視装置9は、エッジ装置4内でデータ分析アルゴリズムデータ443を更新するときに、エッジ装置4内でさらにデータ分析を行い、更新を行ってもよい。

【0068】

(第2の実施形態の第2の変形例)

例えば、第2の実施形態に係るエッジ装置4において、図6では、予測誤差が許容値よりも大きくなった場合(ステップS203: Yes)、予測誤差に関する情報を遠隔監視装置9に送信すると説明した。

ここで、第2の実施形態の第2の変形例として、予測誤差が許容値よりも大きくなった場合に限らず、接続確立部412は、定期的に遠隔監視装置9との接続を確立し、予測誤差に関する情報を遠隔監視装置9に送信してもよい。例えば、プラントシステム2を保有する会社で予め設定された時刻に、接続確立部412は、遠隔監視装置9との接続を確立し、予測誤差に関する情報を遠隔監視装置9に送信してもよい。あるいは、顧客PC5Aのユーザの操作により、接続確立部412は、遠隔監視装置9との接続を確立し、予測誤差に関する情報を遠隔監視装置9に送信してもよい。

これにより、データ分析アルゴリズムデータ443に記憶される予測アルゴリズムは、より高い信頼性を有する状態に維持されることが可能となる。

【0069】

以上のとおり、本発明に係るいくつかの実施形態を説明したが、これら全ての実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することを意図していない。これらの実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これらの実施形態及びその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【0070】

なお、上述したCPU41における各処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをCPU41が読み出して実行することによって、上記処理が行われる。ここでコンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等

10

20

30

40

50

をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータ（ＣＰＵ４１）が当該プログラムを実行するようにしてもよい。

【００７１】

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よい。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、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

また、コンピュータ（ＣＰＵ４１）は、１台のコンピュータで構成されていても良いし、通信可能に接続された複数のコンピュータで構成されていてもよい。

【００７２】

その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、上記した実施の形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能である。また、この発明の技術範囲は上記の実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

【符号の説明】

【００７３】

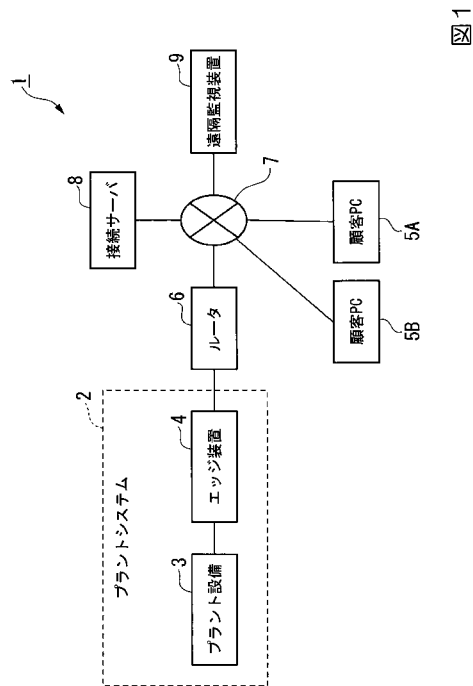
- １ 接続確立システム
- ２ プラントシステム
- ３ プラント設備
- ３ １ 制御装置
- ３ ２ プラント機械
- ３ ２ １ センサ
- ４ エッジ装置
- ４ １ ＣＰＵ
- ４ １ １ 制御部
- ４ １ ２ 接続確立部
- ４ ２ 送信部
- ４ ３ 受信部
- ４ ４ データベース
- ４ ４ １ 観測データ
- ４ ４ ２ 処理済データ
- ４ ４ ３ データ分析アルゴリズムデータ
- ５ Ａ、５ Ｂ 顧客ＰＣ
- ６ ルータ
- ７ 外部ネットワーク
- ８ 接続サーバ
- ９ 遠隔監視装置
- １ ０ データ分析アルゴリズムデータベース

10

20

30

【図 1】



【図 2】

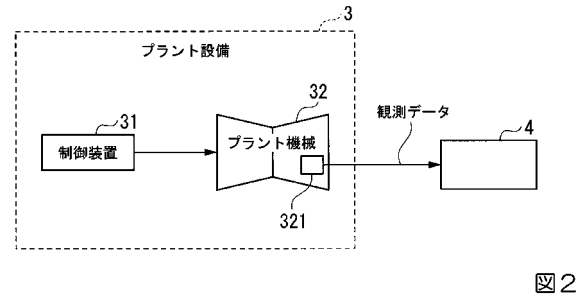


図 2

【図 3】

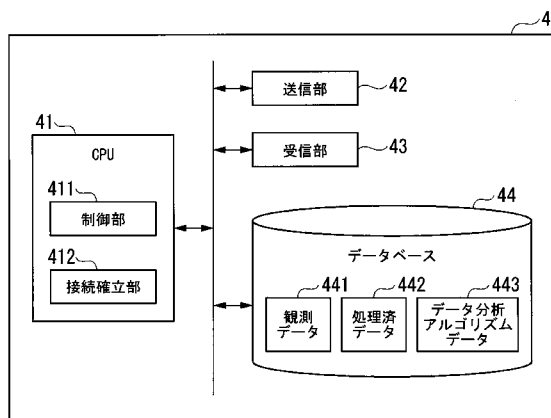


図 3

【図 4】

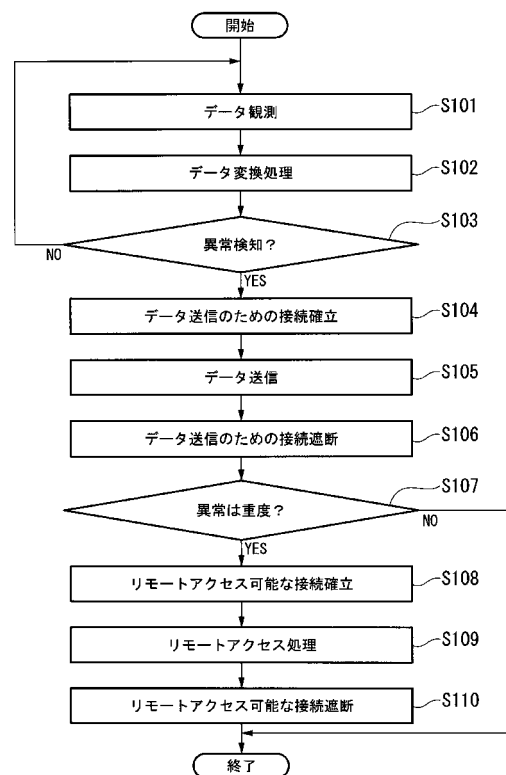


図 4

【図5】

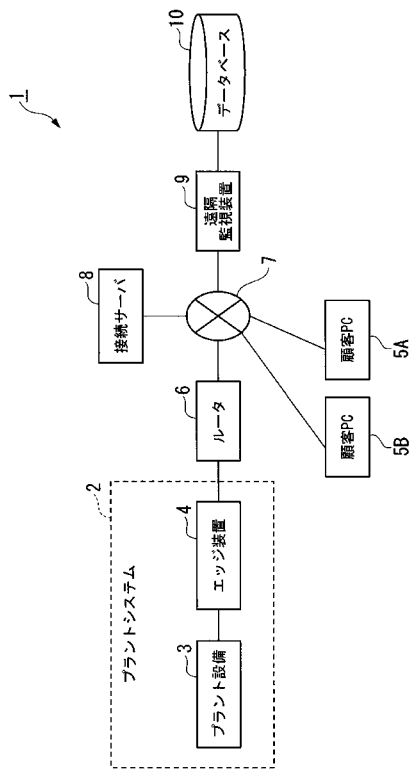


図5

【図6】

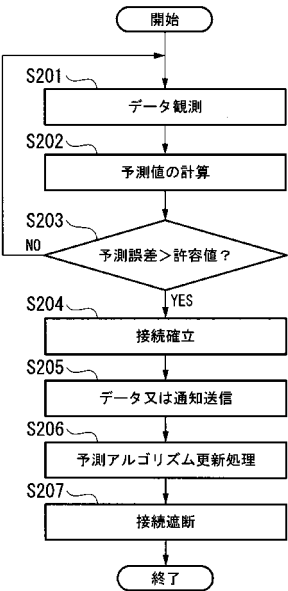


図6

フロントページの続き

(72)発明者 高 尾 健司
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
(72)発明者 山科 勇輔
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
Fターム(参考) 3C223 AA01 BB04 CC04 DD03 FF05 FF35 HH26
5K030 GA15 HD03 LB02