明　細　書

発明の名称 ：

表示装置、制御装置、制御方法及びコンピュータプログラム

技術分野

[0001]　本発明は、プラントで発生したアラームに関する情報を表示する表示装置、制御装置、制御方法及びコンピュータプログラムに関する。

背景技術

[0002]　プラントの運転においては、多種類のアラームが多数発生する。特許文献１には、プラント監視において、大量の警報が発生することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００８－４６９２５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　アラームの中には、緊急性や重要度が低いため、発生した場合であっても処置を必要としないものがある。そのため、プラントの運転員は、アラームの発生時に、そのアラームに対して何らかの処置を行うべきか否かを判断する。アラームに対する措置の要否を判断するために、アラームの過去の発生傾向を把握することが有効である場合がある。

[0005]　本発明のある態様の例示的な目的の一つは、アラームの過去の発生傾向を容易に把握可能にする表示装置、制御装置、及び制御方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006]　上記課題を解決するため、本発明のある態様の表示装置は、プラントの運転状態を表示する表示装置であって、プラントで発生したアラームの統計情

報を、アラームの種類と対応付けて表示する。

[0007] 前記統計情報は、所定期間内の変化傾向の情報を含んでもよい。

[0008] 前記変化傾向は、第１期間と第２期間における前記アラームの平均発生数の変化傾向を含んでもよい。

[0009] 前記変化傾向は、第１期間と第２期間における前記アラームの発生数の標準偏差の変化傾向を含んでもよい。

[0010] 前記変化傾向は、第１期間と第２期間における前記アラームの１日当たりの発生数の最大値の変化傾向を含んでもよい。

[0011] 前記統計情報は、最初又は最後にアラームが発生した日からの経過日数の情報を含んでもよい。

[0012] 前記統計情報は、アラームの１日当たりの発報数が最大の日からの経過日数の情報を含んでもよい。

[0013] 前記表示装置は、所定期間におけるアラームの平均発生数と、所定期間においてアラームが発生した日数とに基づいて判断された前記アラームに対する措置の重大性又は緊急性を表示してもよい。

[0014] 本発明のある態様の制御装置は、プラントの運転状態を表示する表示装置を制御する制御装置であって、前記プラントで発生したアラームの情報を取得する取得部と、前記取得部により取得された情報に基づいて、前記アラームの発生に関する統計情報を前記アラームの種類ごとに算出する算出部と、算出された前記統計情報と、前記アラームの種類とを対応付けて前記表示装置に表示させる表示制御部と、を備える。

[0015] 前記制御装置は、期間の選択を受け付ける受付部を備え、前記表示制御部は、選択された前記期間における前記統計情報と、前記アラームの種類とを対応付けて前記表示装置に表示させてもよい。

[0016] 本発明のある態様の制御方法は、プラントの運転状態を表示する表示装置を制御する制御方法であって、前記プラントで発生したアラームの情報を取得することと、前記取得部により取得された情報に基づいて、前記アラームの発生に関する統計情報を前記アラームの種類ごとに算出することと、算出

された前記統計情報と、前記アラームの種類とを対応付けて前記表示装置に表示させることと、を含む。

[0017] 前記制御方法は、期間の選択を受け付けることを含み、前記表示させることは、選択された前記期間における前記統計情報と、前記アラームの種類とを対応付けて前記表示装置に表示させることを含んでもよい。

[0018] 本発明のある態様のプログラムは、コンピュータに、プラントの運転状態を表示する表示装置を制御する制御方法を実行させるためのプログラムであって、前記制御方法は、前記プラントで発生したアラームの情報を取得することと、前記取得部により取得された情報に基づいて、前記アラームの発生に関する統計情報を前記アラームの種類ごとに算出することと、算出された前記統計情報と、前記アラームの種類とを対応付けて前記表示装置に表示させることと、を含む。

[0019] なお、以上の構成要素の任意の組み合わせや本発明の構成要素や表現を、方法、装置、システム、コンピュータプログラム、データ構造、記録媒体などの間で相互に置換したものもまた、本発明の態様として有効である。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、アラームの過去の発生傾向を把握可能にする表示装置、制御装置、及び制御方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本実施形態に係るプラントの全体構成を示す概略図である。

[図2]本実施形態に係るシステムの構成を示すブロック図である。

[図3]本実施形態に係るシステムの物理的構成を示す図である。

[図4]本実施形態に係る統計情報の例を説明するための図である。

[図5]本実施形態に係る各種の表示画面の遷移を示した図である。

[図6]本実施形態に係る統計情報表示画面の一例を示す図である。

[図7]本実施形態に係るアラームマップ表示画面の一例を示す図である。

[図8]本実施形態に係る動作処理の一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

[0022] 以下、図面を参照しつつ、発明の実施形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではなく、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すべてが発明の解決手段に必須であるとは限らない。各図面に示される同一又は同等の構成要素、部材、処理には、同一の符号を付するものとし、適宜重複した説明は省略する。

[0023] ［プラントの説明］

図１は、本実施形態に係るプラントの全体構成を示す概略図である。まず、図１を用いて、本実施形態が対象とするプラント１の構成について説明する。プラント１は、例えば、循環流動層ボイラ（Ｃｉｒｃｕｌａｔｉｎｇ Ｆｌｕｉｄｉｚｅｄ Ｂｅｄ型）を含む発電プラント（焼却プラント）であって、高温で流動する珪砂等の循環材を循環させながら燃料を燃焼して、蒸気を発生させるボイラを備えるものである。プラント１の燃料としては、石炭のような化石燃料の他、例えば非化石燃料（木質バイオマス、廃タイヤ、廃プラスチック、スラッジ等）を使用することができる。プラント１で発生した蒸気は、タービン１００の駆動に用いられる。なお、本実施形態が対象とするプラントは、ボイラを含む発電プラントや焼却プラントに限られるものではなく、化学プラント、排水処理プラント等、プロセスデータが取得できるプラントであればよい。

[0024] プラント１は、火炉２内で燃料を燃焼させ、固気分離装置として機能するサイクロン３によって排ガスから循環材を分離し、分離された循環材を火炉２内に戻して循環させるように構成されている。分離された循環材は、サイクロン３の下方に接続された循環材回収管４を経由して火炉２の下部に返送される。なお、循環材回収管４の下部と火炉２の下部とは、流路が絞られたループシール部４ａを介して接続されている。これにより、循環材回収管４の下部には所定量の循環材が貯められた状態となる。サイクロン３によって循環材が取り除かれた排ガスは、排ガス流路３ａを経由して後部煙道５に供給される。

[0025] ボイラは、燃料を燃焼させるための火炉２と、燃焼により得られた熱を用いて水蒸気等を発生させるための熱交換器を備える。火炉２の中間部には、燃料を供給する燃料供給口２ａが設けられており、火炉２の上部には、燃焼ガスを排出するガス出口２ｂが設けられている。図示されていない燃料供給装置から火炉２に供給される燃料は、燃料供給口２ａを介して火炉２の内部に供給される。また、火炉２の炉壁には、ボイラ給水を加熱するための炉壁管６が設けられている。炉壁管６を流れるボイラ給水は、火炉２での燃焼によって加熱される。

[0026] 火炉２内では、下部の給気ライン２ｃから導入される燃焼・流動用の空気により、燃料供給口２ａから供給された燃料を含む固形物が流動し、燃料は流動しながら例えば約８００～９００℃で燃焼する。サイクロン３には、火炉２で発生した燃焼ガスが循環材を同伴しながら導入される。サイクロン３は、遠心分離作用により循環材と気体とを分離し、循環材回収管４を介して分離された循環材を火炉２に戻すとともに、循環材が除かれた燃焼ガスを排ガス流路３ａから後部煙道５へと送出する。

[0027] 火炉２では、底部に炉内ベッド材と呼ばれる循環材の一部が滞留する。このベッド材には、循環流動に不適な粗い粒径を有するベッド材や排燃夾雑物が含まれることがあり、これらの循環材として不適なベッド材によって流動不良が発生することがある。そのため、流動不良を抑制するために、火炉２では、底部の排出口２ｄから炉内ベッド材が連続的又は断続的に外部に排出されている。排出されたベッド材は、図示されていない循環ライン上で金属や粗大粒径等の不適物を取り除いた後、再び火炉２に供給されるか、若しくはそのまま廃棄される。火炉２の循環材は、火炉２、サイクロン３及び循環材回収管４で構成される循環系内を循環する。

[0028] 後部煙道５は、サイクロン３から排出されたガスを後段へ流す流路を有している。後部煙道５は、排ガスの熱を回収する排熱回収部として、過熱蒸気を発生させる過熱器１０と、ボイラ給水を予熱する節炭器１２と、を有している。後部煙道５を流れる排ガスは、過熱器１０及び節炭器１２を流通する

蒸気やボイラ給水と熱交換されて冷却される。また、節炭器１２を通過したボイラ給水が貯留される蒸気ドラム８を有し、蒸気ドラム８は炉壁管６にも接続されている。

[0029] 節炭器１２は、排ガスの熱をボイラ給水に伝熱して、ボイラ給水を予熱するものである。節炭器１２は、管２１によってポンプ７と接続される一方、管２２によって蒸気ドラム８と接続されている。ポンプ７から管２１を経由して節炭器１２に供給され、節炭器１２によって予熱されたボイラ給水は、管２２を経由して蒸気ドラム８に供給される。

[0030] 蒸気ドラム８には、降水管８ａ及び炉壁管６が接続されている。蒸気ドラム８内のボイラ給水は、降水管８ａを下降し、火炉２の下部側で炉壁管６に導入されて蒸気ドラム８へ向かって流通する。炉壁管６内のボイラ給水は、火炉２内で発生する燃焼熱によって加熱されて、蒸気ドラム８内で蒸発し蒸気となる。

[0031] 蒸気ドラム８には、内部の蒸気を排出する飽和蒸気管８ｂが接続されている。飽和蒸気管８ｂは、蒸気ドラム８と過熱器１０とを接続している。蒸気ドラム８内の蒸気は、飽和蒸気管８ｂを経由して過熱器１０に供給される。過熱器１０は、排ガスの熱を用いて蒸気を過熱して過熱蒸気を生成するものである。過熱蒸気は、管１０ａを通り、プラント１外のタービン１００に供給されて発電に利用される。

[0032] タービン１００から排出された蒸気の圧力と温度は、過熱器１０から排出される蒸気の圧力と温度よりも低い。特に限定されるものではないが、タービン１００へ供給される蒸気の圧力は、約１０～１７ＭＰａ程度であり、温度は約５３０～５７０℃程度となる。タービン１００から排出される蒸気の圧力は、約３～５ＭＰａ程度であり、温度は約３５０～４００℃程度となる。

[0033] タービン１００の下流には復水器１０２が設けられている。タービン１００から排出された蒸気は復水器１０２に供給され、復水器１０２において凝縮して飽和水に戻された上でポンプ７へと供給される。タービン１００には

、タービン１００の回転により得られる運動エネルギーを電気エネルギーに変換するジェネレータが接続される。

[0034] ポンプ７ａは、復水器１０２の水位を一定に保つように、補給水を供給する。図１では、ポンプ７ａにより補給される補給水流量ｕ１（「プロセスデータ」の一例）を示している。

[0035] 本実施形態で取り扱うプロセスデータ（プラント１の運転に関するデータ）は、プラント１に関する任意のデータであってよいが、例えば、プラント１の状態をセンサで測定したデータ（「プロセスデータ」の一例）であってよく、より具体的には、プラント１の温度、圧力及び流量等の測定値を含んでよい。図１では、ポンプ７から節炭器１２に供給されるボイラ給水流量ｕ２（「プロセスデータ」の一例）を示している。さらに、図１では、過熱器１０からタービン１００に供給されるボイラ出口蒸気流量ｕ３（「プロセスデータ」の一例）を示し、蒸気ドラム８から過熱器１０に供給される飽和蒸気流量ｕ４（「プロセスデータ」の一例）を示している。なお、補給水流量ｕ１は、飽和蒸気流量ｕ４に追従するように制御されてよい。また、ボイラ出口蒸気流量ｕ３（又は過熱蒸気流量）と、蒸気ドラム８の液面レベルの双方を監視しながら、ボイラ給水流量ｕ２を調整に追従するように制御されてよい。

[0036] プラント１を構成する管系統に破孔が生じた場合、補給水流量ｕ１が上昇したり、ボイラ給水流量ｕ２とボイラ出口蒸気流量ｕ３の流量差が増大したりする。ＤＣＳ（Ｄｉｓｔｒｉｂｕｔｅｄ Ｃｏｎｔｒｏｌ Ｓｙｓｔｅｍ、図２）２０は、補給水流量ｕ１、ボイラ給水流量ｕ２、ボイラ出口蒸気流量ｕ３及び飽和蒸気流量ｕ４等のプラント１のプロセスデータをプラント１から受信し、プラント１の稼働状況を監視し、プラント１に異常が生じていないか監視する。後述するように監視装置４０（図２）は、異常の種類ごとに設定されるアラーム判定ロジックに基づいてプロセスデータを評価し、異常が発生した場合、アラームを発報させる。

[0037] なお、プロセスデータとして補給水流量ｕ１、ボイラ給水流量ｕ２、ボイ

ラ出口蒸気流量ｕ３及び飽和蒸気流量ｕ４を例示したが、プラント１に関するプロセスデータは、他のデータであってもよい。プラント１に関するプロセスデータは、温度、圧力等の他のデータ、または、複数のプロセスデータに基づいて算出されたデータであってもよし、センサ等から取得された計算処理されていないデータであってもよい。

[0038] 次に、図２及び図３を用いて、本実施形態に係るシステム３０について説明する。図２は、本実施形態に係るシステム３０の構成を示すブロック図である。図３は、本実施形態に係るシステム３０の物理的構成を示す図である。

[0039] ＤＣＳ２０は、プラント１を制御するための分散制御システムであり、図２に示されるように、プラント１に設けられるセンサ等からプロセスデータを取得し、これに基づいてプラント１を制御するための制御信号をプラント１に供給する。

[0040] システム３０は、表示装置３２及び監視装置４０を備えている。監視装置４０は、制御部３１、及び記憶部３３を備えている。制御部３１は、機能構成として、例えば、取得部３１１と、統計算出部３１２と、受付部３１３と、表示制御部３１４と、アラーム判定部３１５とを備える。記憶部３３は、各種のデータを記憶し、例えば、アラーム情報ＤＢ３３Ａ、及びアラーム統計情報ＤＢ３３Ｂを記憶する。

[0041] 取得部３１１は、例えば、ＤＣＳ２０からプロセスデータを取得する。取得部３１１は、プラント１の運転中にＤＣＳ２０からプロセスデータを順次に取得する。なお、プラント１は、少なくとも一部が稼働している限り、「運転中」である。また、プラント１の運転期間は、少なくとも一部が稼働している期間であり、メンテナンス等の予め計画された停止期間を除いた期間である。

[0042] アラーム判定部３１５は、取得部３１１により取得されたプロセスデータに基づいて、プラント１の異常等の発生有無を判断し、異常が発生したと判断する。具体的には、アラーム判定部３１５は、予め設定されたアラーム判

定ロジックに従ってプロセスデータを評価する。アラーム判定部３１５は、アラーム判定ロジックに基づいて、例えば、プロセスデータに含まれる何らかの値が所定の閾値を超えた場合や、傾向に所定の変化が生じた場合に、異常が発生したと判断する。例えば、アラーム判定部３１５は、所定のプロセスデータをアラーム判定ロジックに基づいて評価し、噴破（ボイラチューブリークのように、ボイラを構成するチューブ及びパイプ等の金属材料が損傷して破孔し、内部の蒸気が外部に漏洩する状態。将来噴破が発生する可能性が高い状態を含む。以下同じ）というプラント１に生じ得る異常の発生有無を判断してもよい。

[0043] アラーム判定部３１５は、異常が発生したと判断した場合、そのプロセスデータについてのアラームの情報（以下、「アラーム情報」とも称する。）を統計算出部３１２及び表示制御部３１４に出力する。アラーム情報は、発生した異常についてのアラーム（警告）の情報であり、例えば、アラーム項目（アラームの種類）、アラーム発生日時、及びアラームに係るプロセスデータの値（例えば、異常と判定された補給水流量ｕ１、ボイラ給水流量ｕ２の値など）を含む。

[0044] 統計算出部３１２は、アラーム情報ＤＢ３３Ａに記憶されたアラーム情報（及びアラーム判定部３１５から取得されたアラーム情報）に基づいて、アラームの発生に関する統計情報をアラームの種類ごとに算出する。統計算出部３１２により算出される統計情報は、プラント１で発生した異常に関する任意の統計情報が含まれる。アラームの発生に関する統計情報とは、例えば、アラームの発生履歴に基づいて集計されたアラームの発生傾向の情報であってもよい。統計情報には、例えば、１日当たりのアラーム発生数の平均値、１日当たりのアラーム発生数の標準偏差、又は１日当たりのアラーム発生数の最大値のうち、少なくともいずれかが含まれてもよい。上記の統計値は、１日当たりの値に限定されず、他の期間（例えば、１週間、１ヶ月間、又は１年間）当たりの値であってもよい。また、統計情報には、例えば、異なる期間における上記の統計情報の変化傾向の情報が含まれてもよい。

[0045] 統計算出部３１２は、例えば、予め設定された任意のタイミング（例えば、アラームが発生したタイミング、日毎、週毎、月毎等）において、プラント１で発生したアラームに関する統計情報をアラームの種類ごとに算出する。統計情報の算出のためのアラームの種類は、任意の方法で分類することができる。アラームの種類は、例えば、プラント１の状態を測定するためのセンサごとに分類されてもよい。この場合において、アラームの種類は、例えば、補給水流量に関するアラーム、ボイラ給水流量に関するアラーム、ボイラ出口蒸気流量に関するアラーム、飽和蒸気流量に関するアラームなどの種類を含んでもよい。

[0046] 図４を参照して、統計情報の具体的な例を説明する。図４には、統計算出部３１２により算出可能な統計情報の具体的な例が示されている。それぞれの統計情報は、アラームの種類ごとに算出可能である。詳細には、図４には、異なる複数の期間のそれぞれについて算出された統計情報が示されている。異なる複数の期間として、例えば、短期（直近１週間）、中期（直近１．５ヶ月間）、長期（過去１年間）が示されている。また、それぞれの期間について計算された複数種類の統計情報が示されている。当該複数種類の統計情報として、平均［回／日］、標準偏差［回／日］、最大［回／日］、発報日率［％］が示されている。それぞれの統計情報が示す意味は、図４に記載されているとおりである。

[0047] また、図４には、統計情報として、所定期間（例えば、短期及び中期）の変化傾向の情報が示されている。変化傾向とは、ある期間（第１期間）と他の期間（第２期間）における統計情報の変化の傾向である。変化傾向には、例えば、第１期間と第２期間におけるアラームの平均発生数の変化傾向が含まれる。図４には、例えば、直近１週間の平均［回／日］から過去１年間の平均［回／日］をマイナスした値を短期の変化傾向とすることが示されている。また、直近１．５ヶ月間の平均［回／日］から過去１年間の平均［回／日］をマイナスした値を中期の変化傾向とすることが示されている。

[0048] なお、図４には、アラームの平均発生数についての変化傾向が示されてい

るが、これに限定されない。統計算出部３１２により算出可能な統計情報は、第１期間と第２期間におけるアラームの発生数の標準偏差の変化傾向を含んでもよい。当該標準偏差の変化傾向は、上述した第１期間と第２期間におけるアラームの平均発生数の変化傾向の算出におけるアラームの平均発生数をアラームの発生数の標準偏差に置換することで算出可能である。

[0049] また、統計算出部３１２により算出可能な統計情報は、第１期間と第２期間におけるアラームの１日当たりの発生数の最大値の変化傾向を含んでもよい。当該標準偏差の変化傾向は、上述した第１期間と第２期間におけるアラームの平均発生数の変化傾向の算出におけるアラームの平均発生数をアラームの１日当たりの発生数の最大値に置換することで算出可能である。

[0050] 図４にはさらに、アラームの発生についての経過日数に関する統計情報として、最新発報［日数］、最古発報［日数］、及び最大発報［日数］が示されている。最新発報［日数］は、同じ種類のアラームが最後に発生した日（アラーム発生の最新日）からの経過日数である。例えば、現在の日付が２０２０年１月２０日で、対象となる種類のアラームの発生の最新日が２０２０年１月１５日である場合、最新発報［日数］は、５となる。

[0051] 最古発報［日数］は、同じ種類のアラームが最初に発生した日（最古日）からの経過日数である。例えば、現在の日付が２０２０年１月２０日であり、対象となる種類のアラームの発生の最古日が２０２０年１月１４日である場合、最古発報［日数］は、６となる。

[0052] 最大発報［日数］は、同じ種類のアラームの１日当たりの発生数が最大だった日からの経過日数である。例えば、現在の日付が２０２０年１月２０日であり、対象となる種類のアラームの発生数が最大であった日が２０２０年１月１７日であった場合、最大発報［日数］は、３となる。

[0053] 図２の説明に戻る。受付部３１３は、操作者の操作に応じた各種の情報の入力、指示、及び選択等を受け付ける。受付部３１３は、例えば、表示画面遷移の指示、計画停止期間の指定、入力、選択、統計情報の算出のためのアラームが発生した期間の選択等を受け付ける。

[0054] 表示制御部３１４は、取得されたプロセスデータ、アラーム情報、当該アラーム情報に基づいて算出された各種の統計情報に基づいて表示データを生成し、当該表示データに基づく表示画面を表示装置３２に表示させる。すなわち、表示制御部３１４は、表示装置３２に、プロセスデータ及びアラームの統計情報を表示すること、アラームを発報することなど、プラント１の運転状態に関する情報の表示を制御する。表示装置３２に表示される画面の例は、後述する。

[0055] アラーム情報ＤＢ３３Ａは、アラーム判定部３１５から取得されたアラーム情報を記憶する。すなわち、アラーム情報ＤＢ３３Ａは、これまでに発生したアラームに関するアラーム情報（アラームの履歴情報）を記憶する。アラーム情報は、例えば、アラーム項目（アラームの種類）、アラーム発生日時、及びアラームに係るプロセスデータの値（例えば、異常と判定された補給水流量ｕ１、ボイラ給水流量ｕ２の値など）を含む。

[0056] アラーム統計情報ＤＢ３３Ｂは、統計算出部３１２により算出されたプラントにおけるアラームの発生に関する統計情報を記憶する。当該統計情報の例は、上述したとおりである。

[0057] 表示装置３２は、表示制御部３１４によって供給される表示データに基づいて、プラント１の運転に関する情報を含む各種の表示画面を表示する。表示装置３２が表示する各種の表示画面については後述する。

[0058] 図３に示すように、システム３０は、物理的には、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）３０ａと、ＲＡＭ（ＲａｎｄｏｍＡｃｃｅｓｓ Ｍｅｍｏｒｙ）３０ｂと、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）３０ｃと、通信部３０ｄと、入力部３０ｅと、表示部３０ｆと、を有しており、これらの各構成は、バスを介して相互にデータ送受信可能に接続されている。図２に示すシステム３０の各機能ブロックは、図３に示す物理的構成により実現される。

[0059] なお、本実施形態では、システム３０が一台のコンピュータで構成される場合について説明するが、システム３０は、複数のコンピュータが組み合わ

せられて実現されてもよい。例えば、表示部３０ｆの他に、他の情報を表示するための異なる表示部を構成するディスプレイが設けられてもよい。また、システム３０は、タブレット端末で構成されてもよい。タブレット端末でシステム３０を構成することで、システム３０を持ち歩くことができ、例えばプラント１を巡回しながらシステム３０を利用することができる。また、図３で示す構成は一例であり、システム３０はこれら以外の構成を有してもよいし、これらの構成のうち一部を有さなくてもよい。また、構成の一部が遠隔地に設けられてもよい。例えば、ＣＰＵ３０ａ等を有する制御部３１を遠隔地に設けてもよい。この場合、表示部３０ｆ等を有する表示装置３２は、遠隔地に設けられた制御部３１において生成された制御信号をネットワークを介して取得するように構成されてもよい。

[0060] ＣＰＵ３０ａは、ＲＡＭ３０ｂ又はＲＯＭ３０ｃに記憶されたプログラムの実行に関する制御やデータの演算、加工を行う演算部である。ＣＰＵ３０ａは、プラント１のプロセスデータのグラフと説明文を表示するプログラム（監視プログラム）を実行する演算部である。ＣＰＵ３０ａは、入力部３０ｅや通信部３０ｄから種々のデータを受け取り、データの演算結果を表示部３０ｆに表示したり、ＲＡＭ３０ｂに格納したりする。

[0061] ＲＡＭ３０ｂは、記憶部のうちデータの書き換えが可能なものであり、例えばＤＲＡＭ又はＳＲＡＭ等の半導体記憶素子で構成されてよい。ＲＡＭ３０ｂは、ＣＰＵ３０ａが実行するプログラム、プラント１のプロセスデータといったデータを記憶してよい。なお、これらは例示であって、ＲＡＭ３０ｂには、これら以外のデータが記憶されていてもよいし、これらの一部が記憶されていなくてもよい。

[0062] ＲＯＭ３０ｃは、記憶部のうちデータの読み出しが可能なものであり、例えばフラッシュメモリ等の半導体記憶素子で構成されてよい。ＲＯＭ３０ｃは、例えば、本実施形態に示される各種処理を実行するためのコンピュータプログラム及び書き換えが行われないデータ、を記憶してよい。書き換えが行われないデータとは、例えば、プラント１、プラント１のコンポーネント

の仕様等に関する情報を含む。また、ＲＯＭ３０ｃは、例えば、プラント１のプロセスデータ、発生したアラームに関する情報、及び計画停止期間等のデータを記憶してよい。

[0063] 通信部３０ｄは、システム３０を他の機器に接続するインターフェースである。通信部３０ｄは、インターネット等の通信ネットワークに接続されてよい。

[0064] 入力部３０ｅは、操作者による操作に応じたデータの入力を受け付けるものであり、例えば、キーボード及びタッチパネルを含んでよい。

[0065] 表示部３０ｆは、ＣＰＵ３０ａによる演算結果を視覚的に表示する画面を有するものであり、例えば、ＬＣＤ（Ｌｉｑｕｉｄ Ｃｒｙｓｔａｌ Ｄｉｓｐｌａｙ）により構成されてよい。表示部３０ｆは、プロセスデータのグラフや説明文を表示してよい。また、複数のディスプレイを連ねることによって、一画面を構成するように、表示部３０ｆを設けてもよい。

[0066] 本実施形態に示される各種処理を実行するためのコンピュータプログラムは、ＲＯＭ３０ｃ等のコンピュータによって読み取り可能な記憶媒体に記憶されて提供されてもよいし、通信部３０ｄにより接続される通信ネットワークを介して提供されてもよい。システム３０では、ＣＰＵ３０ａが監視プログラムを実行することにより、本実施形態に含まれる様々な動作が実現される。なお、これらの物理的な構成は例示であって、必ずしも独立した構成でなくてもよい。例えば、システム３０は、ＣＰＵ３０ａとＲＡＭ３０ｂ又はＲＯＭ３０ｃが一体化したＬＳＩ（Ｌａｒｇｅ-Ｓｃａｌｅ Ｉｎｔｅｇｒａｔｉｏｎ）を備えていてもよい。

[0067] また、システム３０は、図３に示す構成とは別に、ＨＤＤ（Ｈａｒｄ Ｄｉｓｋ Ｄｒｉｖｅ）などで構成された大容量の記憶装置を備えてもよい。当該記憶装置に記憶されたデータは、ＣＰＵ３０ａにより処理される。また、ＣＰＵ３０ａによる処理結果のデータが当該記憶装置に記憶される。

[0068] 図５は、本実施形態において、表示装置３２に表示される各種の表示画面の遷移の概要を示した図である。図５に示すように、表示装置３２は、ログ

イン表示画面ＤＰ０、統計情報表示画面ＤＰ１、及びアラームマップ表示画面ＤＰ２を表示する。図５に示される各表示画面間の矢印は、操作者からの指示に基づいて各表示画面が遷移することを示したものである。すなわち、システム３０においては、操作者からの指示に基づいて、ログイン表示画面ＤＰ０から、統計情報表示画面ＤＰ１及びアラームマップ表示画面ＤＰ２へ遷移可能である。なお、システム３０において各表示画面が遷移する場合、前の表示画面が次の表示画面に入れ替わってもよいし、あるいは、前の表示画面が残ったままで次の表示画面が併せて表示されてもよい。また、上述した表示画面は一例であって、表示装置３２はこれら表示画面以外の表示画面を表示してもよい。例えば、図５に示されたある画面に遷移する前に、図５に示されていない画面（例えば、メニュー画面）に遷移してもよいし、統計情報表示画面ＤＰ１は複数種類の画面を有していてもよいし、アラームマップ表示画面ＤＰ２は複数種類の画面を有していてもよい。

[0069] ログイン表示画面ＤＰ０は、操作者がシステム３０にログインするために必要な情報を表示する。ログインに必要な情報は、例えば操作者のユーザＩＤ及びパスワードなどである。ログイン表示画面ＤＰ０は、操作者からユーザＩＤ及びパスワードの入力を受け付ける。ログイン表示画面ＤＰ０からは、統計情報表示画面ＤＰ１、及びアラームマップ表示画面ＤＰ２等に遷移可能である。

[0070] 統計情報表示画面ＤＰ１は、プラントの運転状態として、プラント１で発生したアラームの統計情報を表示する画面である。統計情報表示画面ＤＰ１に表示される統計情報は、統計算出部３１２により算出された統計情報である。統計情報表示画面ＤＰ１に表示されるアラームの統計情報は、発生したアラームの種類と対応付けた態様で表示されてもよい。統計情報が、発生したアラームの種類と対応付けた態様で表示されるとは、あるアラームの種類についての統計情報が容易に把握できるように、統計情報とアラームの種類とが表示されている態様である。例えば、発生したアラームの種類と対応付けた態様で統計情報を表示することは、アラームの種類と、当該アラームの

種類に対応する統計情報とを隣り合わせに表示することを含む。

[0071] アラームマップ表示画面ＤＰ２は、発生したアラームに対して何らかの処置を行う必要があるか、プラント１の運転員が判断するのを補助するために表示される画面である。アラームマップ表示画面ＤＰ２には、例えば、発生したアラームに対する措置についての重大性又は緊急性が表示される。当該措置の重大性又は緊急性は、例えば、所定期間におけるアラームの平均発生数と、所定期間においてアラームが発生した日数とに基づいて判断されてもよい。アラームマップ表示画面ＤＰ２の具体例については、後述する。

[0072] 次に、図６を参照して、表示装置３２に表示される統計情報表示画面ＤＰ１の例を説明する。図６に示す統計情報表示画面ＤＰ１は、領域Ｒ６１と、領域Ｒ６２とを含む。

[0073] 領域Ｒ６１は、プラント１で発生したアラーム情報を示している。領域Ｒ６１に表示されたアラーム情報は、プラント１で発生したアラームの日時（発生日時）と、発生したアラームの項目（アラーム項目）とを含む。アラーム項目は、発生したアラームの種類を示す。図６に示す例において、アラーム項目として、例えば、「アラームＡ」、「アラームＢ」等が示されている。また、発生したアラームについて、発生日時と、アラーム項目とが、対応付けて表示されている。

[0074] 領域Ｒ６２は、プラント１で発生したアラームの各種の統計情報を示している。当該アラームの統計情報は、直近１週間、直近１．５ヶ月、及び過去１年間の統計情報を含む。当該アラームの統計情報は、さらに、変化傾向、及び経過日数の統計情報を含む。それぞれの統計情報が示す意味については、図４を参照して説明したため、ここでは、それぞれの統計情報が示す意味については、説明を省略する。

[0075] 以上のように本実施形態によれば、表示装置３２は、プラント１で発生したアラームの統計情報を、アラームの種類と対応付けて表示する。その結果、プラント１の運転員は、これまでのアラームの種類ごとに、そのアラームの発生についての統計情報を把握できる。また、運転員は、統計情報に基づ

いて、今回発生したアラームの発生傾向（例えば、頻繁に発生しているものであるか否か）を把握でき、その結果、アラームに対する処置の緊急性又は重要性を判断することができる。

[0076] また、表示装置３２に表示される統計情報は、所定期間内（例えば、短期又は中期）の変化傾向の情報を含む。その結果、プラント１の運転員は、これまでのアラームの発生傾向を把握でき、それと照らし合わせて、今回発生したアラームがこれまでの傾向と異なるか否かを判断し、アラームに対する処置の緊急性又は重要性を判断することができる。

[0077] 次に、図７を参照して、表示装置３２に表示されるアラームマップ表示画面ＤＰ２の例を説明する。図７には、アラームマップ表示画面ＤＰ２として、所定の期間（例えば、１年間）におけるアラームの平均発生回数（平均［回／日］）と、所定の期間（同様に、例えば、１年間）においてアラームが発生した日の割合（発報日率［％］）との間の関係を表すアラームマップが示されている。例えば、１年間（３６５日）の発報日率［％］は、次の式で計算される。

発報日率［％］＝{（１年間でアラームが発生した日数）／３６５}×１００

[0078] 点ａ１は、発生したアラームについて、そのアラームと同じ種類のアラームの平均［回／日］及び発報日率［％］に基づいて、アラームマップ上の対応する位置にプロット（マッピング）された点である。

[0079] また、図７に示すアラームマップは、Ｒ６１からＲ６４の４つの領域に区分されている。Ｒ６１は、平均［回／日］及び発報日率［％］がともに少ない領域である。Ｒ６２は、平均［回／日］が低く、発報日率［％］が高い領域である。Ｒ６３は、平均［回／日］及び発報日率［％］が高い領域である。Ｒ６４は、平均［回／日］が高く、発報日率［％］が低い領域である。

[0080] 発生したアラームが、領域Ｒ６１にプロットされる場合、そのアラームは、統計上、これまでに頻繁に発生したアラームではなく、普段とは異なるアラームである可能性があるため、処置の緊急性又は重要性が高いと判断され

てもよい。

[0081] 発生したアラームが、領域Ｒ６２にプロットされる場合、そのアラームは、発報日率［％］が高いため、普段から定期的に発生しているものと考えられるため、処置の緊急性又は重要性が低いと判断されてもよい。

[0082] 発生したアラームが、領域Ｒ６３にプロットされる場合、そのアラームは、平均［回／日］が高いが、発報日率［％］も高いため、普段から定期的に発生しているものと考えられるため、処置の緊急性又は重要性が低いと判断されてもよい。

[0083] 発生したアラームが、領域Ｒ６４にプロットされる場合、そのアラームは、発報日率［％］が低く、平均［回／日］が高いため、特定時期（例えば、プラント１の立ち上げ時）に偏って発生している可能性がある。その場合、そのアラームは、処置の緊急性又は重要性が低いものと判断されてもよい。

[0084] 点ａ１は、領域Ｒ６１に示されている。そのため、上記によれば、点ａ１に係るアラームは、処置の緊急性又は重要性が高いアラームであることがアラームマップ表示画面ＤＰ２に示されている。同様に、上記によれば、アラームに対応する点が、領域Ｒ６２、Ｒ６３、又はＲ６４に表示された場合、アラームマップ表示画面ＤＰ２は、そのアラームは、処置の緊急性又は重要性は低いことを示す。

[0085] 以上のように本実施形態によれば、表示装置３２は、所定期間におけるアラームの平均発生数と、所定期間においてアラームが発生した日数とに基づいて判断されたアラームに対する措置の重大性又は緊急性を表示する。その結果、プラント１の運転員は、発生したアラームに係る異常に対して、処置を行うべきか否かを容易に判断することが可能である。

なお、図７に示したようなアラームマップ表示画面ＤＰ２を使用して、アラーム発生の傾向の経時的変化から運転状態の改善又は悪化の傾向を把握することも可能である。例えば、直近１年間に発生したアラームをマッピングしたアラームマップ表示画面ＤＰ２と、直近１週間に発生したアラームをマッピングしたアラームマップ表示画面ＤＰ２とを比較することで、直近１年

間との比較で、直近１週間でアラームマップ表示画面ＤＰ２のどの領域（領域Ｒ６１からＲ６４のうちどの領域）のアラームが増えたか又は減ったかを把握することができる。このような分析を行うことにより、マクロ的、長期的なプラントの運用管理又は指針作成を行うことができる。また、発生したアラームのインパクト度に応じて、マッピングするマークの強調表示の方法（例えば、大きさ）を変えることにより、発生したアラームのインパクト度を容易に把握することが可能である。

[0086] ［表示方法］

次に、図８のフローチャートを参照して、本実施形態に係るシステム３０による処理のフローを説明する。このフローチャートは、特に、プラント１で発生したアラームに関する情報を表示する処理のフローを示している。この処理は、制御部３１の制御により実行される。なお、以下に示すステップの内容や順序は一例であって、当該動作処理がこれに限られるものではない。

[0087] まず、プラント１の運転中において、取得部３１１は、ＤＣＳ２０からプラント１のプロセスデータを取得する（Ｓ１１）。取得部３１１は、ＤＣＳ２０から順次に供給されるプロセスデータを、記憶部３３等に記憶させてもよい。その後、アラーム判定部３１５は、ステップＳ１１で取得されたプロセスデータをアラーム判定ロジックに基づいて評価し、プラント１に異常が発生したことにより、アラームの発生の有無を判断する。アラーム判定部３１５により、プラント１に所定の異常が発生したと判断され、アラームを発報する必要があると判断された場合（ステップＳ１３のＹｅｓ）、処理はステップＳ１４に進む。その他の場合（ステップＳ１３のＮｏ）、図８に示す処理は終了する。

[0088] ステップＳ１４において、統計算出部３１２は、発生したアラームについての統計情報を算出する。統計情報は、例えば、過去に発生したアラーム情報、及びステップＳ１３で発生したと判断された異常についてのアラーム情報に基づいて算出される。なお、ステップＳ１４における統計情報の算出の

ために、ステップＳ１３で発生したと判断された異常についてのアラーム情報は使用されなくてもよい。算出される統計情報の例、及び統計情報の算出方法については、図４等を参照して既に説明したとおりである。

[0089] 次に、表示制御部３１４は、ステップＳ１３で発生したと判断された異常についてのアラーム情報と、ステップＳ１４で算出された統計情報とを表示装置３２に表示するように制御する（Ｓ１５）。例えば、表示制御部３１４は、プラント１で発生したアラームの統計情報を、アラームの種類と対応付けて表示装置３２に表示するように制御する。表示装置３２が表示する統計情報の例は、図６等を参照して説明したとおりである。

[0090] 次に、表示制御部３１４は、ステップＳ１３で発生したと判断された異常についてのアラームを分類し（Ｓ１６）、アラームの分類結果を表示装置３２に表示するように制御する（Ｓ１７）。例えば、所定期間におけるアラームの平均発生数と、所定期間においてアラームが発生した日数とに基づいて、アラームに対する措置の重大性又は緊急性が判断されて、当該判断結果に基づいてアラームが分類される。措置の重大性又は緊急性に応じたアラームの分類結果は、例えば、図７に示した画面のように表示装置３２に表示される。

[0091] 以上のとおり、本実施形態によれば、表示装置３２は、例えば、プラント１で発生したアラームの統計情報を、アラームの種類と対応付けて表示する。その結果、アラームの過去の発生傾向を容易に把握可能となる。

[0092] 図８に示した処理の変形例として、システム３０は、ステップＳ１６及びＳ１７の処理は実施せず、運転員等がアラームの分類（措置の重大性又は緊急性の判断）を行ってもよい。

[0093] 上記実施形態を通じて説明された実施の態様は、用途に応じて適宜に組み合わせて、又は変更若しくは改良を加えて用いることができ、本発明は上述した実施形態の記載に限定されるものではない。そのような組み合わせ又は変更若しくは改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

符号の説明

[0094] １…プラント、２…火炉、２ａ…燃料供給口、２ｂ…ガス出口、２ｃ…給気ライン、２ｄ…排出口、３…サイクロン、３ａ…排ガス流路、４…循環材回収管、４ａ…ループシール部、５…後部煙道、６…炉壁管、７…ポンプ、７ａ…ポンプ、８…蒸気ドラム、８ａ…降水管、８ｂ…飽和蒸気管、１０…過熱器、１０ａ…管、１２…節炭器、１３…領域、２１…管、２２…管、３０…システム、３０ａ…ＣＰＵ、３０ｄ…通信部、３０ｅ…入力部、３０ｆ…表示部、３１…制御部、３２…表示装置、１００…タービン、１０２…復水器、３１１…取得部、３１２…統計算出部、３１３…受付部、３１４…表示制御部、３１５…アラーム判定部

請求の範囲

[請求項1] プラントの運転状態を表示する表示装置であって、

前記プラントで発生したアラームの種類ごとの統計情報を、前記アラームの種類と対応付けた態様で表示する、表示装置。

[請求項2] 前記統計情報は、所定期間内の変化傾向の情報を含む、請求項１に記載の表示装置。

[請求項3] 前記変化傾向は、第１期間と第２期間における前記アラームの平均発生数の変化傾向を含む、請求項２に記載の表示装置。

[請求項4] 前記変化傾向は、第１期間と第２期間における前記アラームの発生数の標準偏差の変化傾向を含む、請求項２に記載の表示装置。

[請求項5] 前記変化傾向は、第１期間と第２期間における前記アラームの１日当たりの発生数の最大値の変化傾向を含む、請求項２に記載の表示装置。

[請求項6] 前記統計情報は、最初又は最後にアラームが発生した日からの経過日数の情報を含む、請求項１から５のいずれか一項に記載の表示装置。

[請求項7] 前記統計情報は、アラームの１日当たりの発報数が最大の日からの経過日数の情報を含む、請求項１から６のいずれか一項に記載の表示装置。

[請求項8] 前記所定期間における前記アラームの平均発生数と、前記所定期間において前記アラームが発生した日数とに基づいて判断された前記アラームに対する措置の重大性又は緊急性を表示する、請求項１から７のいずれか一項に記載の表示装置。

[請求項9] プラントの運転状態を表示する表示装置を制御する制御装置であって、

前記プラントで発生したアラームに関するアラーム情報を取得する取得部と、

前記取得部により取得されたアラーム情報に基づいて、前記アラー

ムの発生に関する統計情報を前記アラームの種類ごとに算出する算出部と、

算出された前記統計情報と、前記アラームの種類とを対応付けて前記表示装置に表示させる表示制御部と、

を備える制御装置。

[請求項10] 期間の選択を受け付ける受付部を備え、

前記表示制御部は、選択された前記期間における前記統計情報と、前記アラームの種類とを対応付けて前記表示装置に表示させる、請求項９に記載の制御装置。

[請求項11] プラントの運転状態を表示する表示装置を制御する制御方法であって、

前記プラントで発生したアラームに関するアラーム情報を取得することと、

取得された前記アラーム情報に基づいて、前記アラームの発生に関する統計情報を前記アラームの種類ごとに算出することと、

算出された前記統計情報と、前記アラームの種類とを対応付けて前記表示装置に表示させることと、

を含む制御方法。

[請求項12] 期間の選択を受け付けることを含み、

前記表示させることは、選択された前記期間における前記統計情報と、前記アラームの種類とを対応付けて前記表示装置に表示させることを含む、請求項１１に記載の制御方法。

[請求項13] コンピュータに、プラントの運転状態を表示する表示装置を制御する制御方法を実行させるためのプログラムであって、前記制御方法は、

前記プラントで発生したアラームに関するアラーム情報を取得することと、

取得された前記アラーム情報に基づいて、前記アラームの発生に関

する統計情報を前記アラームの種類ごとに算出することと、

算出された前記統計情報と、前記アラームの種類とを対応付けて前記表示装置に表示させることと、

を含む、プログラム。

[請求項14] 期間の選択を受け付けることを含み、

前記表示させることは、選択された前記期間における前記統計情報と、前記アラームの種類とを対応付けて前記表示装置に表示させることを含む、請求項１３に記載のプログラム。