

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2015-522895

(P2015-522895A)

(43) 公表日 平成27年8月6日(2015. 8. 6)

(51) Int.Cl.
G05B 23/02 (2006.01)F I
G O 5 B 23/02テーマコード (参考)
3 C 2 2 3

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2015-524279 (P2015-524279)
 (86) (22) 出願日 平成25年6月19日 (2013. 6. 19)
 (85) 翻訳文提出日 平成27年2月4日 (2015. 2. 4)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/046491
 (87) 国際公開番号 W02014/018190
 (87) 国際公開日 平成26年1月30日 (2014. 1. 30)
 (31) 優先権主張番号 13/557, 083
 (32) 優先日 平成24年7月24日 (2012. 7. 24)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
 4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1
 番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聡志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久
 (74) 代理人 100113974
 弁理士 田中 拓人

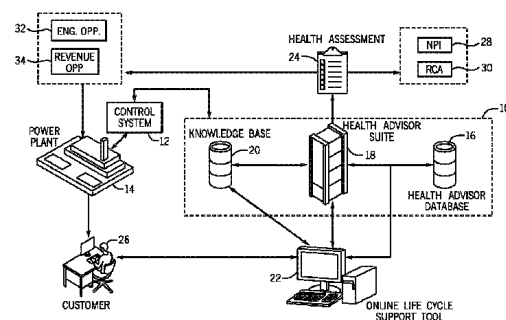
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制御の信頼性動作ためのシステムおよび方法

(57) 【要約】

一実施形態では、システムは、制御システムからデータを収集するように構成されるデータ収集システムを含む。システムは、データに基づいて、制御システムのハードウェア構成およびソフトウェア構成を管理するように構成される構成管理システムをさらに含む。システムは、入力としてデータを用い、ルールデータベースを用いることにより、健全性評価を出力するように構成されるルールエンジンと、制御システムの健全性評価を提供するように構成されるレポート生成器と、をさらに含む。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

制御システム（１２）からデータを収集するように構成されるデータ収集システム（５４）と、

前記データに基づいて、前記制御システム（１２）のハードウェア構成およびソフトウェア構成を管理するように構成される構成管理システム（５６）と、

入力として前記データを用い、ルールデータベースを用いて健全性評価（２４）を出力するように構成されるルールエンジン（５８）と、

前記制御システム（１２）の健全性評価（２４）を提供するように構成されるレポート生成器と、を含むシステム。

10

【請求項 2】

コントローラ（６４）を含み、前記コントローラ（６４）は、前記制御システム（１２）のための制御動作を提供するように構成される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記コントローラ（６４）は、R コア、S コア、および T コアを有する三重モジュール冗長コントローラ（TMR）を含み、前記 TMR コントローラ（６４）は、前記制御システム（１２）のための冗長な制御動作を提供するように構成される、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記データは、前記コントローラ（６４）に記憶されるように構成される構成ファイル（６５）を含み、前記構成ファイル（６５）は、制御コード、コントローラパラメータ、またはこれらの組み合わせを含む、請求項 2 に記載のシステム。

20

【請求項 5】

前記制御コードは、ラダーロジック、シーケンシャル・ファンクション・チャート（SFC）、機能ブロック、またはこれらの組み合わせを含む、請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記データ収集システム（５４）は、前記データのオフラインでの収集を提供するように構成される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記データ収集システム（５４）は、前記データのオンラインでの収集を提供するように構成され、前記データは、前記制御システム（１２）のための制御動作を提供するように構成されるコントローラ（６４）によって用いられ、または生成されるデータを含む、請求項 1 に記載のシステム。

30

【請求項 8】

前記ルールデータベースは、複数の健全性評価「if・・・then」ルールを含み、前記ルールエンジン（５８）は、前記健全性評価（２４）を出力するために、前記複数の健全性評価「if・・・then」ルールを用いるように構成される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

知識ベース（２０）を更新するために、前記健全性評価（２４）を用いるように構成されるオンライン・ライフサイクル支援ツール（２２）を含み、前記知識ベース（２０）は、前記制御システム（１２）の前記健全性に関する顧客の質問に対する複数の回答を含む、請求項 1 に記載のシステム。

40

【請求項 10】

前記健全性評価（２４）は、TMR 準備性レポート（１２０）、コントローラ推奨（１２２）、構成レポート（１２４）、早期警報レポート（１２６）、アクセスに基づくレポート（１２８）、またはこれらの組み合わせを含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記制御システム（１２）を有する発電システムを含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 12】

50

制御システム（１２）に関するデータを取得するステップ（１３２）と、
健全性評価ルールを用いることにより、データ解析を取得するために前記データを解析するステップ（１３４）と、

前記データ解析に基づいて制御システム健全性評価（２４）を導出するステップ（１３６）と、

前記制御システム健全性評価（２４）を提供するステップ（１３８）と、を含み、

前記制御システム健全性評価（２４）は、前記制御システム（１２）のエンジニアリング機会（３２）を導出するように構成される方法。

【請求項１３】

前記健全性評価（２４）は、三重モジュール冗長（ＴＭＲ）準備性レポート（１２０）、コントローラ推奨（１２２）、自動構成レポート（１２４）、早期警報レポート（１２６）、アクセスに基づくレポート（１２８）、またはこれらの組み合わせを含む、請求項１２に記載の方法。

【請求項１４】

前記データを取得するステップ（１３２）は、前記制御システム（１２）の前記データをオフラインで取得するステップ、前記制御システム（１２）の前記データをオンラインで取得するステップ、またはこれらのステップの組み合わせを含む、請求項１２に記載の方法。

【請求項１５】

前記エンジニアリング機会（３２）は、前記制御システム（１２）のハードウェア構成要素またはソフトウェア構成要素を除去し、更新し、または交換することを含む、請求項１２に記載の方法。

【請求項１６】

非一時的機械可読媒体を含み、前記非一時的機械可読媒体は、
制御システム（１２）に関するデータを取得し、
データ解析を取得するために前記データを解析し、
前記データ解析に基づいて制御システム健全性評価（２４）を導出し、
前記制御システム健全性評価（２４）に基づいて前記制御システム（１２）のエンジニアリング機会（３２）を導出するように構成されるコードを含むシステム。

【請求項１７】

前記データを解析するように構成されるコードを含む前記非一時的機械可読媒体は、前記データを解析するためにコントローラ健全性評価ルールデータベースを用いるように構成されるコードを含む、請求項１６に記載のシステム。

【請求項１８】

前記非一時的機械可読媒体は、前記制御システム（１２）の健全性に関する顧客の質問に対する複数の回答を提供するために知識ベースデータベースを用いるように構成されるコードを含む、請求項１６に記載のシステム。

【請求項１９】

前記制御システム健全性評価（２４）を導出するように構成されるコードを含む前記非一時的機械可読媒体は、三重モジュール冗長（ＴＭＲ）準備性レポート（１２０）、コントローラ推奨（１２２）、自動構成レポート（１２４）、早期警報レポート（１２６）、アクセスに基づくレポート（１２８）、またはこれらの組み合わせを導出するように構成されるコードを含む、請求項１６に記載のシステム。

【請求項２０】

前記コードを記憶する前記非一時的機械可読媒体を有する工業用システムを含み、
前記工業用システムは、ガス化システム、タービンシステム（６８）、ガス処理システム、発電システム、またはこれらの組み合わせを含む、請求項１６に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

10

20

30

40

50

本明細書に開示される発明の主題は信頼性動作に関し、より具体的には、コントローラの信頼性動作に関する。

【背景技術】

【0002】

工業用制御システムを含む制御システムは、プロセスに関与する様々な構成要素およびサブシステムを含むことができる。例えば、コントローラは、1つまたは複数のプロセッサ、I/Oサブシステム、メモリなどを含むことができる。コントローラは、様々なシステムに動作可能に結合されて、例えば、工業プロセスを制御するために用いられ得る。しかし、制御システムは、多数の互いに関係する構成要素およびサブシステムを含む複合体であってもよい。したがって、制御システム動作の信頼性を認識または予測することは、
10 困難で時間がかかる場合があり得る。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】 仏国特許出願公開第2947080号明細書

【発明の概要】

【0004】

最初に請求する本発明の範囲に相応する特定の実施形態を、以下に要約する。これらの実施形態は特許請求される発明の範囲を限定しようとするものではなく、むしろ、これらの実施形態は本発明の可能性がある形式の概要を提供しようとするものにすぎない。実際、
20 本発明は、以下に記載する実施形態に類似してもよく、あるいは異なってもよい様々な形態を含むことができる。

【0005】

第1の実施形態では、システムは、制御システムからデータを収集するように構成されるデータ収集システムを含む。システムは、データに基づいて、制御システムのハードウェア構成およびソフトウェア構成を管理するように構成される構成管理システムをさらに含む。システムは、入力としてデータを用い、ルールデータベースを用いることにより、健全性評価を出力するように構成されるルールエンジンと、制御システムの健全性評価を提供するように構成されるレポート生成器と、をさらに含む。

【0006】

第2の実施形態では、方法は、制御システムに関係するデータを取得するステップを含む。本方法は、複数の健全性評価ルールを用いることにより、データ解析を取得するためにデータを解析するステップをさらに含む。本方法は、データ解析に基づいて制御システム健全性評価を導出するステップと、制御システム健全性評価を提供するステップと、をさらに含み、制御システム健全性評価は、制御システムのエンジニアリング機会を導出するように構成される。

【0007】

第3の実施形態では、システムは、制御システムに関係するデータを取得し、データ解析を取得するために取得したデータを解析するように構成されるコードを含む非一時的機械可読媒体を含む。コードは、データ解析に基づいて制御システム健全性評価を導出し、
40 制御システム健全性評価に基づいて制御システムのエンジニアリング機会を導出するようにさらに構成される。

【0008】

本発明のこれらの、ならびに他の特徴、態様および利点は、添付の図面を参照しつつ以下の詳細な説明を読めば、より良く理解されよう。添付の図面では、図面の全体にわたって、類似する符号は類似する部分を表す。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】 制御システムを含むプラントに通信可能に結合される制御システム健全性アドバイザーの実施形態の情報流れ図である。

10

20

30

40

50

【図 2】制御システムに通信可能に結合される図 1 の制御システム健全性アドバイザの実施形態の概略図である。

【図 3】図 1 の制御システム健全性アドバイザの実施形態のブロック図である。

【図 4】制御システムのための健全性評価を導出することに有用な処理の実施形態のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下で、本発明の 1 つまたは複数の具体的な実施形態を説明する。これらの実施形態の簡潔な説明を提供しようと努力しても、実際の実施の全ての特徴を本明細書に記載することができるというわけではない。エンジニアリングまたは設計プロジェクトのような実際の実施の開発においては、開発者の特定の目的を達成するために、例えばシステム関連および事業関連の制約条件への対応など実施に特有の決定を数多くしなければならないし、また、これらの制約条件は実施ごとに異なる可能性があることが理解されるべきである。さらに、このような開発作業は複雑で時間がかかるかもしれないが、にもかかわらず、この開示の利益を得る当業者にとっては、設計、製作、および製造の日常的な仕事であることが理解されるべきである。

【0011】

本発明の様々な実施形態の要素を導入する場合に、単数の表現および「前記」は 1 つまたは複数の要素があることを意味するものである。「備える」、「含む」、および「有する」という用語は、包括的なものであって、列挙された要素以外の付加的な要素があり得ることを意味するものである。

【0012】

特定の実施形態では、工業プロセスおよび関係する機械の動作の制御は、制御システムによって提供することができる。これらの実施形態では、制御システムは、入力（例えばプロセス入力）を受け取り、入力を処理し、後で詳しく述べるように、機械または発電プロセスなどのプロセスを制御することに有用な特定の制御動作を導出するための、好適なハードウェアおよびソフトウェア構成要素の組み合わせとして実現することができる。しかし、制御システムは、例えば、ハードウェアおよびソフトウェアが古くなったために、信頼できなくなるおそれがある。

【0013】

特定の事後保全（CM）技術を用いることができ、それは予想外の保守事象の後にコントローラを修理または更新するのに有用である。しかし、CM 技術は通常予想外の事象の後に適用されるので、制御システムが所望の動作条件に戻るまで、制御されるプロセスは停止されることがあり得る。本明細書に記載される新規な技術は、予後の健全性をモニターする技術（PHM）を含み、制御システム問題をそれらが発生する前に確認することができる、予防的または予測的方法を可能にすることができる。したがって、例えば制御システムのアップグレード、部品交換、供給チェーンの発注などの保守作業を前もって実行することができ、制御システムをより長い期間運転状態に維持しておくことができる。実際、制御されるプロセスおよび関係する機械の停止を、実質的に最小にすることができ、あるいはなくすことができる。

【0014】

特定の実施形態では、ルールベースシステムがツールのコントローラ健全性アドバイザスイートに含まれてもよく、制御システムの健全性評価を解析し導出するために用いることができる。健全性評価は、コントローラ準備性、コントローラ推奨（例えば、アップグレード推奨、部品交換推奨、部品発注推奨）、構成レポート、早期警報レポート（例えば、早期警報事故レポート）、およびアクセスに基づくレポート（例えば、役割に基づくアクセスレポート）を含むことができる。健全性アドバイザスイートは、オンラインおよびオフライン構成要素をさらに含むことができ、それは健全性アドバイザスイートが制御システムに直接に通信可能に結合されるか、あるいは制御システムに間接的に通信可能に結合される間に、健全性評価を実行することに役立つ。さらに、健全性評価は、リアルタイ

10

20

30

40

50

ムまたはほぼリアルタイムに提供することができる。健全性評価は、連続的に導出されて、制御システムを更新または改良するために用いることができ、このようにして、制御システムの健全性の最新の予測を提供することができる。

【0015】

ここで、上記を考慮して図1を見ると、この図は、制御システム12に通信可能に結合され得るコントローラ健全性アドバイザシステム10の実施形態を示す情報流れ図である。健全性アドバイザシステム10は、本明細書に開示される技術を実施するために、機械可読媒体に記憶され、コンピューティングデバイス（例えば、コンピュータ、タブレット、ラップトップ、ノートブック、携帯電話、個人情報機器）によって用いられる非一時的コードまたは命令を含むことができる。制御システム12は、例えば、発電所14を制御する際に用いることができる。発電所14は、任意のタイプの電力を生成するプラント14であってもよく、例えば、ガスタービン、蒸気タービン、風力タービン、水力タービン、ポンプ、および／またはコンプレッサなどのターボ機器を含んでもよい。特定の実施形態では、制御システム12は様々な他の機械を制御するために用いられてもよく、任意の工業プラント（例えば、製造プラント、化学プラント、石油精製プラント）に配置されていてもよい点に留意すべきである。さらに、制御システム12は、ガス化システム、タービンシステム、ガス処理システム、発電システム、またはこれらの組み合わせを含む工業システムを制御するために用いることができる。

【0016】

健全性アドバイザシステム10は、健全性アドバイザデータベース16、健全性アドバイザスイート（例えば、ソフトウェアおよび／またはハードウェアツールのスイート）18、および知識ベース20を含むことができる。健全性アドバイザデータベース16は、例えば、制御システム12の働きおよび可能な構成に関する専門知識、ならびに制御システム12の健全性に関する推論または予測をする際に役立つ知識を詳述するルールに基づく情報を記憶することができる。例えば、健全性アドバイザデータベース16は、エキスパート・システム・ルール（例えば、前向き連鎖エキスパートシステム、後向き連鎖エキスパートシステム）、回帰モデル（例えば、線形回帰、非線形回帰）、ファジー論理モデル（例えば、予測ファジー論理モデル）、および他の予測モデル（例えば、マルコフ連鎖モデル、ベイズモデル、サポートベクターマシンモデル）を含むことができ、これらは、健全性、構成、および／または制御システム12に関する望ましくない保守事象（例えば、電源の故障、プロセッサコアの故障、入力／出力（I/O）バックの故障、メモリ不足、ルーズなバス接続）の発生確率を予測するために用いることができる。

【0017】

知識ベース20は、制御システム12の質問または問題に対する1つまたは複数の解答を含むことができ、それはコントローラ構成、予想外の問題、既知のハードウェアまたはソフトウェアの問題、サービスの更新、および／またはユーザーマニュアルに関する解答を含んでいる。健全性アドバイザスイート18は、制御システム健全性評価24などの新しい情報に基づいて、知識ベース20を更新することができる。さらに、オンライン・ライフサイクル支援ツール22が提供される。オンライン・ライフサイクル支援ツール22は、発電所14の顧客26に対するサポートを提供するために、健全性アドバイザスイート18および知識ベース20を用いることができる。例えば、顧客26は、ウェブブラウザ、クライアント端末、仮想私設ネットワーク（VPN）接続などを用いて、オンライン・ライフサイクル支援ツール22に接続することができ、オンライン・ライフサイクル支援ツール22を通して、知識ベース20により提供された解答、ならびに健全性アドバイザスイート18および／または健全性評価24にアクセスすることができる。

【0018】

オンライン・ライフサイクル支援ツール22は、例えば、プラント14に提供される契約上のサービスの管理を任されている契約遂行マネージャ（CPM）、ならびに／またはプラント14に対する情報技術および／もしくは他のシステムサポートの提供を任されている技術アシスタント（TA）などの他の実体によって同様に用いられ得る。例えば、プ

10

20

30

40

50

ラント 14 には、C P M および T A によってサポートされる契約上の保守サービス（例えば、検査、修理、改修、構成要素の交換、構成要素のアップグレード）、サービスレベル協定（S L A）などを提供することができる。

【0019】

健全性評価 24 は、例えば、新製品の導入（N P I）28 および／または根本原因解析（R C A）30 を可能にするために用いることができる。例えば、健全性評価 24 で見いだされた問題は、制御システム 12 のための新規なハードウェアもしくはソフトウェア構成要素の導入（例えば、N P I 28）、または制御システム 12 のより新しいバージョンの導入に関する問題を確認するのを助けることができる。それから、確認された問題は、R C A 30 を導出するために用いることができる。例えば、健全性アドバイザスイート 18 は、フォルトツリー解析、線形回帰分析、非線形回帰分析、マルコフモデリング、信頼性ブロック図（R B D）、リスクグラフ、および／または防護層解析（L O P A）などの技術を用いることができる。それから、R C A 30 は、見いだされた任意の問題に対処するために、制御システム 12 を再設計するか、あるいは更新することができる。

10

【0020】

健全性評価 24 および／または知識ベース 20 は、エンジニアリング機会 32 および収入機会 34 を導出するために用いることもできる。例えば、コントローラの使用パターン（プロセッサの使用状況、メモリの使用状況、ネットワークの使用状況、プログラムログ）、見いだされた問題、よくある質問などは、制御システム 12 の設計変更を導出するために用いることができる。設計変更は、メモリページング方式の変更、メモリ割当てアルゴリズムの変更、C P U の最適化（例えば、プロセス優先順位の割当て、スレッド優先順位の割当て）、プログラムの最適化（例えば、プログラムボトルネックの識別および書き換え、改善されたメモリ割当ての使用、プロセッサ特有の命令の使用）、ネットワークの最適化（例えば、送信／受信レート、フレームサイズ、存続時間（T T L）限界の変更）などを含むことができる。

20

【0021】

収入機会 34 は、確認され実行されることもできる。例えば、健全性評価 24 は、制御システム 12 の性能を改善するために好適な所望のコストまたは予算構造に基づいて、制御システム 12 への特定のアップグレードを詳述することができる。アップグレードは、例えば分散制御システム（D C S）、製造実行システム（M E S）、監視制御およびデータ収集（S C A D A）システム、ヒューマン・マシン・インターフェース（H M I）システム、入力／出力システム（例えば、I / O パック）、メモリ、プロセッサ、ネットワークインターフェース、電源、ならびに／または通信バスのより新しいバージョンなどのソフトウェアもしくはハードウェアのアップグレードを含むことができる。健全性評価 24 を導出するために健全性アドバイザスイート 18 を用いることにより、本明細書に記載された技術は、運転コストを最小にするだけでなく、より効率的で安全な発電所 14 を可能にすることができる。

30

【0022】

図 2 は、健全性アドバイザスイート 18 に通信可能に結合される制御システム 12 の実施形態を示す概略図である。制御システム 12 は、様々な制御および監視アプリケーションを実行するために、および、エンジニアまたは技術者が制御システム 12 の構成要素をモニターすることができるオペレータインターフェースを提供するために好適なコンピュータシステム 36 を含むことができる。したがって、コンピュータ 36 は、コンピュータ命令を処理する際に用いることができるプロセッサ 38、ならびにコンピュータ命令および他のデータを記憶するために用いることができるメモリ 40 を含む。コンピュータシステム 36 は、例えばラップトップ、ワークステーション、タブレットコンピュータ、またはハンドヘルド携帯型デバイス（例えば、個人情報機器または携帯電話）などのソフトウェアアプリケーションを実行するために好適な任意のタイプのコンピューティングデバイスを含むことができる。実際、コンピュータシステム 36 は、様々なハードウェアおよび／またはオペレーティング・システム・プラットフォームのいずれかを含むことができる

40

50

。一実施形態によれば、コンピュータ36は、例えばヒューマン・マシン・インターフェース(HMI)ソフトウェア42、製造実行システム(MES)44、分散制御システム(DCS)46、および/または監視制御およびデータ収集(SCADA)システム48などの工業用制御ソフトウェアのホストとして機能することができる。HMI42、MES44、DCS46、および/またはSCADA48は、例えばコンピュータ36のメモリ40などの非一時的な有形のコンピュータ可読媒体に記憶される実行可能コード命令として記憶され得る。例えば、コンピュータ36は、ニューヨーク州Schenectadyのジェネラルエレクトリック社から入手可能なControlST(商標)および/またはToolboxST(商標)ソフトウェアのホストとして機能することができる。

【0023】

10

健全性アドバイザー18は、直接的または間接的な技術によりコンピュータシステム36に通信可能に結合することができる。例えば、コンピュータ36に健全性アドバイザー18を直接結合するために、信号コンジット(例えば、ケーブル、無線ルータ)を用いることができる。同様に、ファイルなどのデータを間接的に送信または受信するために、ファイル転送機構(例えば、リモートデスクトッププロトコル(rdp)、ファイル転送プロトコル(ftp)、手動転送)を用いることができる。さらに、クラウド50コンピューティング技術を用いることができ、そこでは健全性アドバイザー18がクラウド50にあって、直接的または間接的にコンピュータシステム36と通信する。

【0024】

20

健全性アドバイザースイート18は、データ収集サブシステム54、構成管理システム56、およびルールエンジン58を含むことができる。特定の実施形態では、データ収集サブシステム54は、例えば制御システム12の状態、健全性、および動作条件を表すデータなどのデータを収集し記憶することができる。データ収集サブシステム54は、持続的に動作していることができ、格納データを記憶し更新することに役立つリレーショナルデータベース、ネットワークデータベース、ファイルなどを含むことができる。制御システム12を構築する際に用いられるソフトウェアおよび/またはハードウェア構成要素の様々な構成を管理するために、構成管理システム56を用いることができる。実際、制御システム12は、複数のソフトウェアおよび/またはハードウェア構成要素を含むことができ、各構成要素は1つまたは複数のバージョンを有する。これらのバージョンの構成要素は、契約上のサービス合意の一部として製造業者によって制御システム12の中にパ

30

ックされてもよく、および/または、取引上のサービス合意(例えば、個別に購入される)の一部として提供されてもよい。ルールエンジン58は、図3、図4に関して後で詳しく述べるように、健全性評価24の導出を可能にするために用いることができる。

【0025】

さらに、コンピュータシステム36および健全性アドバイザー18は、図示したコンピュータ36と他のコンピュータ36および/または健全性アドバイザー18との間の通信を可能にするために好適なプラントデータハイウェイ60に通信可能に接続することができる。実際、工業用制御システム12は、プラントデータハイウェイ60を通して、または、他のデータバス(例えば、ローカルエリアネットワーク、広域ネットワーク)を通して相互接続される複数のコンピュータシステム36を含むことができる。図示した実施形態では、コンピュータシステム36および健全性アドバイザー18は、コンピュータシステム36および健全性アドバイザー18を工業用コントローラシステム64に通信可能に結合するために好適なユニットデータハイウェイ62にさらに通信可能に接続することができる。他の実施形態では、他のデータバス(例えば、直接的な配線、ローカルエリアネットワーク、広域ネットワーク)を、コンピュータシステム36および健全性アドバイザー18を工業用コントローラ64に結合するために用いることができる。

40

【0026】

一実施形態では、工業用コントローラ64は、例えばタービンシステム68、温度センサー70、バルブ72、およびポンプ74などの様々なプラント機器を自動化することに役立つコンピュータ命令または制御ロジックを実行するために好適なプロセッサ66を含

50

むことができる。工業用コントローラ 64 は、例えば、制御コード（例えば、コンピュータ命令および他のデータ）の記憶に用いるためのメモリ 76 をさらに含むことができる。例えば、コントローラ 64 は、国際電気標準会議（IEC）61804 言語標準、シーケンシャル・ファンクション・チャート（SFC）、ラダーロジック、または他のプログラミング言語で書かれたプログラムで書かれた 1 つまたは複数の機能ブロックを、制御コードに記憶することができる。一実施形態では、制御コードは構成ファイル 65 に含まれてもよい。さらに、または代わりに、構成ファイル 65 は、インスタンス化された機能ブロック（例えば、メモリにロードするための機能ブロック）、ネットワークパラメータ、コード同期およびタイミング、I/O 構成、使用するメモリ量、ならびにメモリ割当てパラメータなどのコントローラの構成パラメータを含むことができる。

10

【0027】

別の実施形態では、コントローラ 64 は、フェイルオーバまたは冗長な動作を提供するために好適な冗長なコントローラであってもよい。この実施形態では、コントローラ 64 は、3 つのコア（または個別のコントローラ）、R、S、T を含むことができ、三重モジュール冗長（TMR）コントローラ 64 と呼ぶことができる。コア R、S、T は、各コア R、S、T の状態情報に基づいて、制御ロジックを取り入れるために次の動作（例えば、ステップ）を決定することを「投票する」ことができる。多数決により、選択される動作を決定する。例えば、状態投票アルゴリズムを用いる場合には、コントローラのうちの同じ状態を有する 2 つ（例えば、コントローラ R および T）は、異なる状態を有する第 3 のコントローラ（例えば、コントローラ S）に「投票で勝つ」ことができる。このように、コントローラ 64 システムは、モニターされ制御されるシステムに対してより信頼性が高い状態（および動作）を提供するように、多数のコアに依存することができる。

20

【0028】

工業用コントローラ 64 は、流量計、pH センサー、温度センサー、振動センサー、隙間センサー（例えば、回転構成要素と静止構成要素との間の距離を測定する）、圧力センサー、ポンプ、アクチュエータ、およびバルブなどを含むがこれらに限定されない様々なフィールドデバイスと通信することができる。いくつかの実施形態では、工業用コントローラ 64 は、ニューヨーク州 Schenectady のジェネラルエレクトリックから入手可能な三重モジュール冗長（TMR）Mark（商標）Vie コントローラシステムであってもよい。3 つのプロセッサを含むことによって、TMR コントローラ 64 は、冗長またはフォールトトレラントな動作を提供することができる。他の実施形態では、コントローラ 64 は、単一プロセッサまたはデュアルプロセッサを含むことができる。

30

【0029】

図示した実施形態では、タービンシステム 68、温度センサー 70、バルブ 72、およびポンプ 74 は、I/O ネットワーク 82 と H1 ネットワーク 84 との間でインターフェースするために好適なリンキングデバイス 78 および 80 を用いて、工業用コントローラ 64 および／または健全性アドバイザ 18 に通信可能に接続される。例えば、リンキングデバイス 78 および 80 は、ドイツ Haar の Softing 社から入手可能な FG-100 リンキングデバイスを含んでもよい。例えば、1 つまたは複数の入力／出力（I/O）パック 88 を用いることによって、付加的なフィールドデバイス 86（例えば、センサー、ポンプ、バルブ、アクチュエータ）を、I/O ネットワーク 82 を介してコントローラ 64 および／または健全性アドバイザ 18 に通信可能に結合することができる。I/O パック 88 は、例えば、カナダオンタリオ州 Waterloo の QNX Software Systems/Research in Motion (RIM) から入手可能な QNX（登録商標）などのリアルタイム・オペレーティング・システムを実行するのに役立つマイクロプロセッサ 90 を各々含むことができる。各 I/O パック 88 は、計算命令および他のデータを記憶するためのメモリ 92、ならびに I/O パック 88 の周囲温度をモニターするのに役立つ温度センサーなどの 1 つまたは複数のセンサー 94 を含んでもよい。他の実施形態では、タービンシステム 68、温度センサー 70、バルブ 72、ポンプ 74、および／またはフィールドデバイス 86 は、直接的な配線（例えば、端子ブロック

40

50

を介して)または間接的な手段(例えば、ファイル転送)を用いて、コントローラ64および/または健全性アドバイザー18に接続することができる。

【0030】

図示するように、リンキングデバイス78および80は、コンピュータ命令を実行するのに役立つプロセッサ96および98をそれぞれ含んでもよく、またコンピュータ命令および他のデータを記憶することに役立つメモリ100および102を含んでもよい。いくつかの実施形態では、I/Oネットワーク82は、100メガビット(MB)高速イーサネット(登録商標)(HSE)のネットワークであってもよく、H1ネットワーク84は、31.25キロビット/秒のネットワークであってもよい。したがって、I/Oネットワーク82を通して送信され受信されるデータは、H1ネットワーク84によって次々に送信され受信され得る。すなわち、リンキングデバイス78および80は、I/Oネットワーク82とH1ネットワーク84との間のブリッジとして機能することができる。例えば、I/Oネットワーク82上のより高速データをバッファすることができ、H1ネットワーク84上の好適な速度で送信することができる。したがって、様々なフィールドデバイスを、工業用コントローラ64に、コンピュータ36に、および/または健全性アドバイザー18にリンクすることができる。例えば、フィールドデバイス68、70、72、および74は、例えば、Fieldbus Foundation(商標)のH1双方向通信プロトコルのためのサポートを含むFieldbus Foundationデバイスなどの工業用デバイスを含んでもよいし、あるいは工業用デバイスであってもよい。フィールドデバイス68、70、72、74、および86は、例えば、HART(登録商標)Communications Foundation(HCF)プロトコルおよびProfibus Nutzer Organization e. V.(PNO)プロトコルで提供されるような、他の通信プロトコルのためのサポートを含んでもよい。

【0031】

図3は、入力106の健全性評価24への変換を示す健全性アドバイザースイート18の実施形態のブロック図である。健全性評価24を導出するために入力106を用いることにより、健全性アドバイザースイート18は、制御システム12の健全性の最新の予測を可能にすることができ、プラント14のNPI28、RCA30、エンジニアリング機会32、および/または収入機会34を導出するために用いることができる。上述したように、健全性アドバイザースイート18は、例えばコンピュータ、タブレット、ノートブック、ワークステーション、携帯電話、および/または他のコンピューティングデバイスのメモリなどの非一時的機械可読媒体に記憶されるコンピュータ命令を含むことができる。図示した実施形態では、入力106は、サイトソフトウェア108、ルール110、および/またはプロセス動特性112を含むことができる。

【0032】

サイトソフトウェア108は、図2の制御システム12の構成要素、例えばHMI42、MES44、DCS46、コンピュータ36、コントローラ64、リンキングデバイス78、80、I/Oバック88、プラントデータハイウェイ60、I/Oネットワーク82、H1ネットワーク84、およびフィールドデバイス68、70、72、74、86によって用いられる全てのソフトウェア(例えば、ソフトウェアツール、オペレーティングシステム、ネットワークソフトウェア、ファームウェア、マイクロコード、ディスプレイドライバ、サウンドドライバ、ネットワークドライバ、I/Oシステムドライバ)を含むことができる。

【0033】

ルール110は、先行する条件として設定される「if」部分および先行する条件の結果として設定される「then」部分を有する「if...then...」ルールを含んでもよい。ルールは、ファジー論理ルール、エキスパート・システム・ルール(例えば、前向き連鎖エキスパートシステム、後向き連鎖エキスパートシステム)、再帰的ルール(例えば、Prologルール)、バイズの推論ルール、ダイナミック論理ルール(例えば、様相論理)、ニューラルネットワークルール、遺伝的アルゴリズムルール、またはこ

10

20

30

40

50

これらの組み合わせを含んでもよい。ルールは、例えばコントローラシステムの健全性の専門家など、その分野の一人または複数の専門家との相談によって、あるいは、機械学習技術（例えば、強化学習、デシジョンツリー学習、帰納的理論プログラミング、ニューラルネットワーク訓練、クラスター化、サポートベクターマシン）などを用いて自動的に、導出することができる。

【0034】

プロセス動特性112は、健全性アドバイザー18が制御システム12に通信可能に結合される場合に受信されるデータを含むことができる。プロセス動特性112データは、コントローラ64、および／またはHMI42、MES44、DCS46、SCADA48により発行された警報を含むことができる。同様に、プロセス動特性112は、メモリ40、76、92、100、102の利用率データ（例えば、百分率利用率、総利用率）、プロセッサ38、66、90、96、98の利用率データ（例えば、ソフトウェアプロセスによる利用率、ソフトウェアアプリケーションによる利用率）、制御システム12の構成要素によって用いられる現行の構成パラメータ（例えば、メモリページサイズ、仮想メモリページ、スレッド優先順位、プロセス優先順位）、コントローラ64のパラメータ（例えば、マスター／スレーブ構成、I/Oパラメータ）、バス60、62および84のパラメータ、I/Oバック88のパラメータ、リンキングデバイス78、80のパラメータ、ならびにフィールドデバイス68、70、72、74、86のパラメータを含むことができる。

【0035】

図示した実施形態では、健全性アドバイザースイート18は、オンライン114およびオフライン116の動作モードを含み、それらは単独で、または互いに結合して用いることができる。動作のオンラインモード114では、健全性アドバイザーは、例えば、健全性アドバイザースイート18のデータ収集サブシステム54を用いることにより、常に入力106を受信していることができ、それから、例えば健全性アドバイザースイート18の構成管理56およびルールエンジン58を用いることにより、入力106を処理して健全性評価24を生成することができる。動作のオフラインモード116では、入力106は、例えば一組のファイルとして、または「バッチジョブ」として提供され得る。すなわち、ファイルまたは「バッチジョブ」は、予め収集したデータとしてデータ収集サブシステム54に提供することができ、その後、健全性評価24を生成するために用いることができる。オフラインモード116を提供することによって、健全性アドバイザースイート18は、例えば、コントローラシステム12から分離することができるコンピューティングデバイスで用いることができる。ユーザー入力118も示されている。ユーザー入力118は、制御システム12に関連し、ユーザーにより手動で入力されるデータを含むことができる。さらに、ユーザー入力118は、健全性アドバイザー18に対して、TMR準備性レポート120、推奨レポート122、自動構成レポート124、早期警報126、および／またはアクセスに基づくレポート128を含む、健全性評価18を導出する動作などの特定の所望の動作を実行するように指示する使用入力（例えば、キーボード、マウス、音声）を含むことができる。

【0036】

TMR準備性レポート120は、任意の検出された故障条件状況、ロギングデータに基づく警報レポート、エラーロギングデータに基づくエラーレポートを含むTMRコントローラ64の状況を詳述することができ、また、入力106を用いて全体の準備性の評価基準を導出することもできる。例えば、準備性の評価基準は、制御システム12の各構成要素だけでなく、制御システム12全体について、近似的な百分率準備性（0%～100%）を詳述することができる。百分率準備性のより高い数値は、制御システム12（または構成要素）が継続的な動作に適していることを示すことができ、一方、百分率準備性のより低い数値は、制御システム12（または構成要素）が継続的な動作に適さないことを示すことができる。百分率準備性は、制御システム12（または構成要素）の全体の動作上の健全性を決定することに集中するルール110のいくつかを用いて導出することができ

る。百分率準備性は、例えばポアソン分布モデル、線形回帰分析、非線形回帰分析、ワイブル分析、フォルトツリー解析、マルコフ連鎖モデリングなどの入力に基づく統計的または履歴的解析を用いることにより、見いだすこともできる。

【0037】

推奨レポート122は、制御システム12の改善についての推奨を含むことができる。例えば、特定のハードウェアおよびソフトウェアのアップグレードまたは追加を推奨することができる。ハードウェアのアップグレードは、メモリのアップグレード、ネットワーク機器のアップグレード、プロセッサのアップグレード、制御システム12の構成要素の交換、配線の交換、電源の交換などを含むことができる。この推奨は、例えばより速い制御および／またはより速いデータ処理を可能にするために、特定の構成要素および関連するサブシステムを追加することを含んでもよい。ソフトウェアの推奨は、制御システム12のソフトウェア構成要素（例えば、HMI42、MES44、DCS46、SCADA48）、オペレーティングシステム、ソフトウェアツール、ファームウェア、マイクロコード、およびアプリケーションなどのアップグレードまたは交換を含むことができる。

10

【0038】

自動構成レポート124は、制御システム12の構成の詳細を含むことができる。この構成の詳細は、構成要素36、38、40、42、44、46、48、50、60、62、64、66、68、70、72、74、76、78、80、82、84、86、88、90、92、94、96、98、100、および／または102の詳細を含む、制御システム12によって用いられる全てのソフトウェアおよびハードウェア構成要素のリストを含むことができる。この詳細は、制御システム12によって用いられる上述した構成要素の各々の数、各構成要素のバージョン情報（ハードウェアバージョン、ファームウェアバージョン、ソフトウェアバージョン、マイクロコードバージョン）、構成要素間の相互接続（例えば、ネットワーク図、電子回路図、情報流れ図、プログラムフローチャート、データベース図）、調達情報（コスト、納期、供給元情報）を含むことができる。

20

【0039】

早期警報レポート126は、例えば制御システム12の予想外の保守事象または停止などの望ましくない状態をもたらすおそれのある問題のリストを含むことができる。例えば、早期警報レポート126は、メモリ40、76、92、100、102の不足、コントローラ64の冗長性の喪失、バス60、62、84の帯域幅容量の低下、プロセッサ38、66、90、96、98の処理パワーの不足、構成要素36、38、40、42、44、46、48、50、60、62、64、66、68、70、72、74、76、78、80、82、84、86、88、90、92、94、96、98、100、および102のいずれかの故障、ソフトウェアエラー、ならびにハードウェアエラーなどの問題を含むことができる。

30

【0040】

アクセスに基づくレポート128は、特定の役割（例えばシステム管理者、プラントオペレータ、コミッショニングエンジニア、マネージャ、プログラマ、制御エンジニア、調達要員、会計要員など）によってアクセス可能なレポートであってもよく、上述した役割と関係するジョブを遂行することに役立つことができる。一実施形態では、アクセスに基づくレポート128は、所望の役割に集中するレポート120、122、124、および／または126で用いられるデータに基づいてもよい。例えば、制御エンジニアの役割は、レポート120、122、124、および126で用いられるデータの全てに基づいて、レポート128を受け取ることができ、一方、調達に基づくレポート128は、調達活動（例えば、製造情報、コスト情報、納期情報）に関するデータを抽出して提示することができる。このように、レポート120、122、124、および126からのデータを抽出して、システム管理者、プラントオペレータ、コミッショニングエンジニア、マネージャ、プログラマ、制御エンジニア、調達要員、会計要員などの役割をより効率的にサポートするために用いることができる。

40

【0041】

50

図4は、制御システム12を解析して、健全性評価24を導出することに役立つ処理130の実施形態のフローチャートである。処理130は、コンピュータ、ラップトップ、ノートブック、タブレット、携帯電話、および／または個人情報機器（PDA）のメモリなどの非一時的機械可読媒体に記憶されたコンピュータ命令を用いて、実行することができる。入力106を解析し、健全性評価24（例えば、TMR準備性120、推奨122、自動構成リポート124、早期警報126、アクセスに基づくリポート128）を導出することによって、処理130はより効率的で信頼性が高く安全な制御システム12を可能にすることができる。

【0042】

処理130は、例えば入力106などの制御システム12に関するデータを取得することができる（ブロック132）。上述したように、データは、直接的に（例えば、ケーブルまたは他のコンジットを通して）、あるいは間接的に（例えば、CD、DVD、フラッシュカード、サムドライブなどの記憶媒体にロードされたファイルを通して）、取得することができる。それから、取得したデータを解析することができる（ブロック134）。例えば、健全性評価スイート18は、データを解析するために、ルールエンジン58およびルール110を用いることができる。例えばフォルトツリー解析、線形回帰分析、非線形回帰分析、マルコフモデリング、RBD、リスクグラフ、LOPA、ポアソン分布モデル、ワイブル解析、および／またはマルコフ連鎖モデリングなどの、統計的および履歴的解析技術を含む他の技術を用いることもできる。

【0043】

それから、処理130は、例えば、上述したように制御システム健全性評価スイート18を用いることにより、制御システム健全性評価24を導出することができる（ブロック136）。それから、制御システム12のオペレータおよび／または製造業者に対して、ならびに、ユーザーの役割（例えば、システム管理者、プラントオペレータ、コミッショニングエンジニア、マネージャ、プログラマ、制御エンジニア、調達要員、会計要員）に対して、健全性評価24を提供することができ、さらに、例えば、オンライン・ライフサイクル支援ツール22によりアクセス可能な知識ベース20に健全性評価24を記憶することができる（ブロック138）。上述したように、健全性評価リポートは、TMR準備性リポート120、推奨リポート122、自動構成リポート124、早期警報リポート126、およびアクセスに基づくリポート128を含むことができる。

【0044】

それから、処理130は、制御システム12および／またはプラント14を改善するために、提供されたリポート120、122、124、126および／または128を用いることができる（ブロック140）。例えば、制御システム12の構成要素を交換し、追加し、または、アップグレードすることができる。同様に、NPI28およびRCA30、エンジニアリング機会32、ならびに／または収入機会34を導出して、制御システム12および／またはプラント14をより効率的で安全に動作するために用いることができる。

【0045】

本発明の技術的な効果は、制御システム情報をオンラインおよびオフラインで収集することを含む。それから、収集された制御システム情報は、例えば、健全性評価データベースに通信可能に結合されるルールエンジンを用いて、制御システム健全性評価を導出するために用いることができる。ルールエンジンのルールは、ルールエディタを用いて編集することができる。健全性評価は、制御システムを改善および／または最適化するために好適な、三重モジュール冗長（TMR）準備性リポート、コントローラ推奨、自動構成リポート、早期警報リポート、アクセスに基づくリポート、またはこれらの組み合わせを含むことができる。

【0046】

この明細書は、本発明を開示するために実施例を用いており、最良の形態を含んでいる。また、いかなる当業者も本発明を実施することができるように実施例を用いており、任

10

20

30

40

50

意のデバイスまたはシステムを製作し使用し、任意の組み込まれた方法を実行することを含んでいる。本発明の特許され得る範囲は、請求項によって定義され、当業者が想到する他の実施例を含むことができる。このような他の実施例が請求項の字義通りの文言と異なる構造要素を有する場合、または、それらが請求項の字義通りの文言と実質的な差異がない等価な構造要素を含む場合には、このような他の実施例は特許請求の範囲内であることを意図している。

【符号の説明】

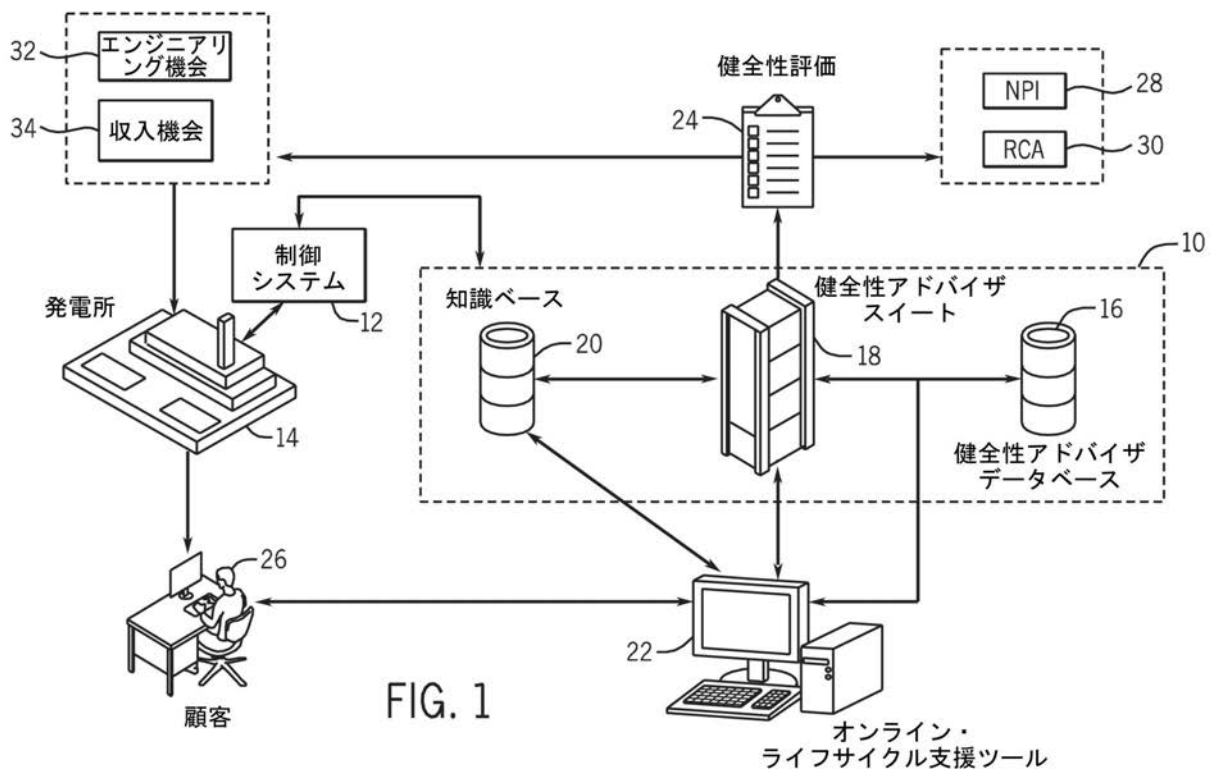
【 0 0 4 7 】

1 0	健全性アドバイザシステム	
1 2	制御システム、コントローラシステム	10
1 4	発電所、プラント	
1 6	健全性アドバイザデータベース	
1 8	健全性アドバイザスイート、健全性評価スイート、健全性アドバイザ、健全性評価	
2 0	知識ベース	
2 2	オンライン・ライフサイクル支援ツール	
2 4	健全性評価	
2 6	顧客	
2 8	新製品の導入 (N P I)	
3 0	根本原因解析 (R C A)	
3 2	エンジニアリング機会	20
3 4	収入機会	
3 6	コンピュータシステム、コンピュータ	
3 8	プロセッサ	
4 0	メモリ	
4 2	ヒューマン・マシン・インターフェース (H M I) ソフトウェア	
4 4	製造実行システム (M E S)	
4 6	分散制御システム (D C S)	
4 8	監視制御およびデータ収集 (S C A D A) システム	
5 0	クラウド	
5 4	データ収集サブシステム	30
5 6	構成管理システム、構成管理	
5 8	ルールエンジン	
6 0	プラントデータハイウェイ	
6 2	ユニットデータハイウェイ	
6 4	工業用コントローラシステム、工業用コントローラ、TMRコントローラ	
6 5	構成ファイル	
6 6	プロセッサ	
6 8	タービンシステム	
7 0	温度センサー	
7 2	バルブ	40
7 4	ポンプ	
7 6	メモリ	
7 8、8 0	リンキングデバイス	
8 2	I/Oネットワーク	
8 4	H1ネットワーク	
8 6	フィールドデバイス	
8 8	入力/出力 (I/O) パック	
9 0	マイクロプロセッサ	
9 2	メモリ	
9 4	センサー	50

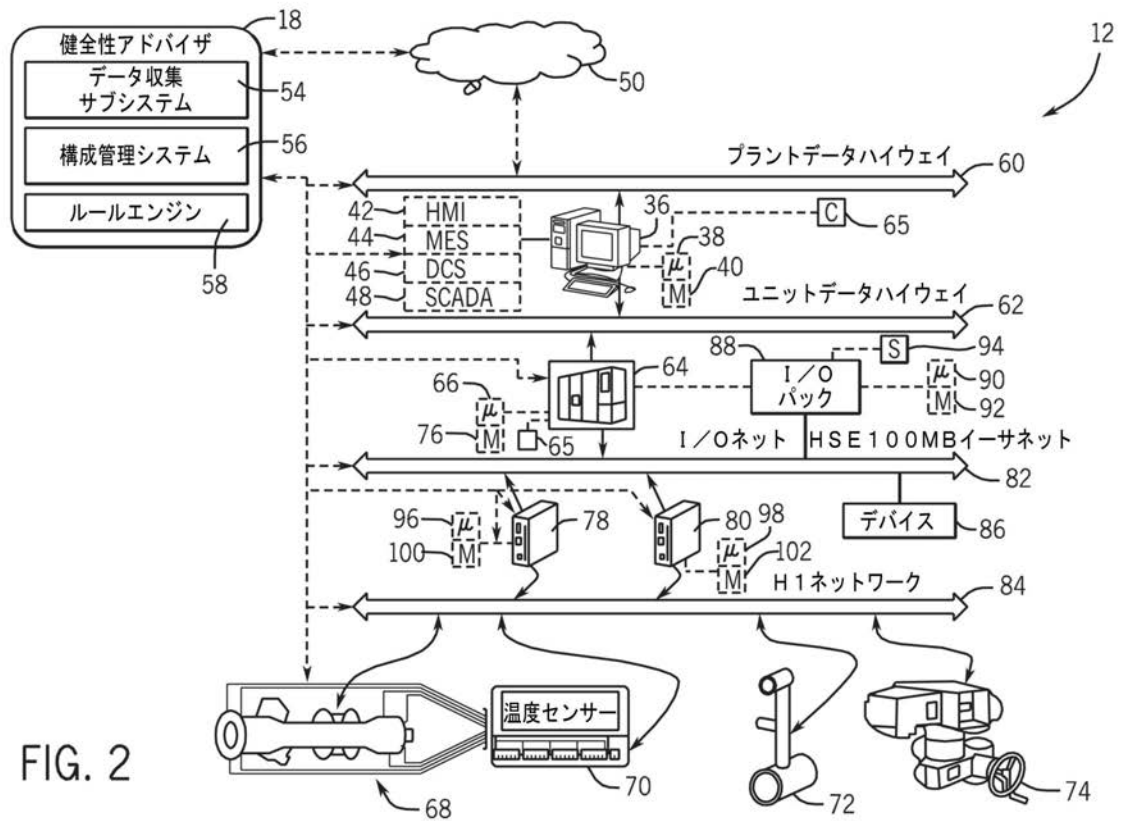
96、98 プロセッサ
 100、102 メモリ
 106 入力
 108 サイトソフトウェア
 110 ルール
 112 プロセス動特性
 114 オンラインモード
 116 オフラインモード
 118 ユーザー入力
 120 TMR準備性レポート、TMR準備性
 122 推奨レポート、推奨
 124 自動構成レポート
 126 早期警報レポート、早期警報
 128 アクセスに基づくレポート
 130 処理
 132、134、136、138、140 ブロック

10

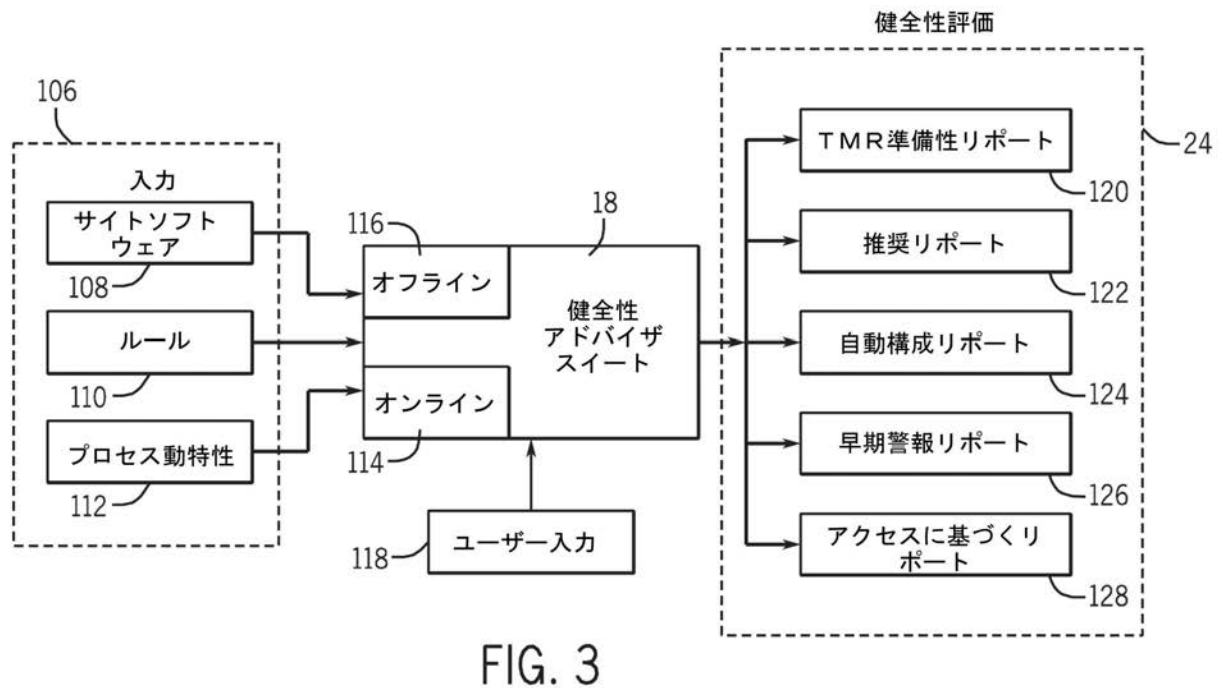
【図1】



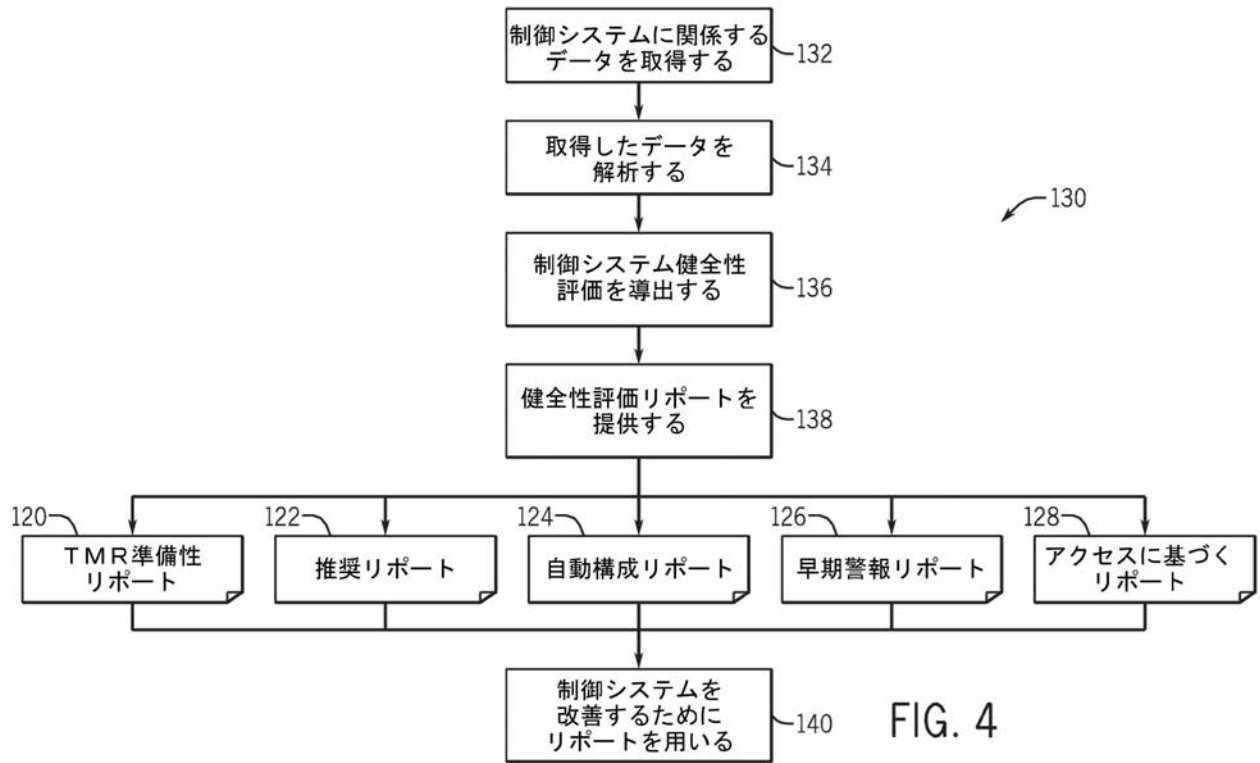
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2013/046491

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G06F11/00 G06F11/07 G06Q10/04 G05B23/02
ADD.

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)

G06Q G06F G05B

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/169734 A1 (GIEL PETER VAN [BE] ET AL HOLLAND PAUL EDWARD [US] ET AL) 14 November 2002 (2002-11-14) abstract figures 10-21 paragraph [0062] - paragraph [0147] -----	1-20
X	FR 2 947 080 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 24 December 2010 (2010-12-24) abstract figure 1 page 3, line 33 - page 6, line 7 ----- -/--	1-20

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 September 2013

Date of mailing of the international search report

26/09/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kielhöfer, Patrick

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2013/046491

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KHAN F I ET AL: "Risk-based maintenance: a quantitative approach for maintenance/inspection scheduling and planning", JOURNAL OF LOSS PREVENTION IN THE PROCESS INDUSTRIES, ELSEVIER, UNITED KINGDOM, vol. 16, no. 6, 20 October 2003 (2003-10-20), pages 561-573, XP002453364, ISSN: 0950-4230, DOI: 10.1016/J.JLP.2003.08.011 the whole document -----	1-20
A	US 2002/066054 A1 (JAW LINK C [US] ET AL) 30 May 2002 (2002-05-30) abstract -----	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2013/046491

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002169734 A1	14-11-2002	DE 10220938 A1	02-01-2003
		US 2002169734 A1	14-11-2002
		US 2002169738 A1	14-11-2002
		US 2002169739 A1	14-11-2002
		US 2003135476 A1	17-07-2003
		US 2003140278 A1	24-07-2003
		US 2003154177 A1	14-08-2003
		US 2003177106 A1	18-09-2003
		US 2004006546 A1	08-01-2004
		US 2004015907 A1	22-01-2004
		US 2004015908 A1	22-01-2004

FR 2947080 A1	24-12-2010	NONE	

US 2002066054 A1	30-05-2002	NONE	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

(72)発明者 ヴェンディッティ, ポール
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、リサーチ・サークル、1番・ケイ1-57エイ

(72)発明者 パイ, ラメッシュ・ブラバヴァー
インド、アンドラ・プラデッシュ・500081、ハイデラバッド、ハイテック・シティ・アールダブリュ・36、ブロック・1・サイバー・パール、セカンド・フロア、ユニット・ナンバー・02-01

(72)発明者 スリヴァスタヴァ, アユッシュ
インド、アンドラ・プラデッシュ・500081、ハイデラバッド、ハイテック・シティ、ブロック・1・サイバー・パール、セカンド・フロア、ユニット・ナンバー・02-01

(72)発明者 スケイリョ, マイケル・スコット
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、256ディ、セカンド・フロア、ジーティーティーシー、ガーリングトン・ロード、300番

(72)発明者 マッカーシー, ケビン・トーマス
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12345、スケネクタデビルディング・53-401エックス、リバー・ロード、1番

Fターム(参考) 3C223 AA02 AA05 AA17 BA04 BB02 BB06 BB11 BB12 CC07 DD02
DD03 DD04 EB01 EB02 FF32 FF46 GG01