

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7190795号

(P7190795)

(45)発行日 令和4年12月16日(2022.12.16)

(24)登録日 令和4年12月8日(2022.12.8)

(51)国際特許分類

F I

G 0 6 F 11/34 (2006.01)

G 0 6 F 11/34 1 4 7

G 0 6 F 11/30 (2006.01)

G 0 6 F 11/30 1 5 8

G 0 6 N 20/00 (2019.01)

G 0 6 F 11/30 1 4 0 D

G 1 6 Y 10/80 (2020.01)

G 0 6 N 20/00

G 1 6 Y 20/10 (2020.01)

G 1 6 Y 10/80

請求項の数 9 (全28頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2020-510582(P2020-510582)

(86)(22)出願日 平成30年8月10日(2018.8.10)

(65)公表番号 特表2020-531995(P2020-531995
A)

(43)公表日 令和2年11月5日(2020.11.5)

(86)国際出願番号 PCT/IB2018/056026

(87)国際公開番号 WO2019/043484

(87)国際公開日 平成31年3月7日(2019.3.7)

審査請求日 令和3年1月22日(2021.1.22)

(31)優先権主張番号 15/689,639

(32)優先日 平成29年8月29日(2017.8.29)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシー
ンズ・コーポレーションINTERNATIONAL BUSI
NESS MACHINES CORPO
RATIONアメリカ合衆国10504 ニューヨー
ク州 アーモンク ニュー オーチャード
ロードNew Orchard Road, A
rmonk, New York 105
04, United States of
America

(74)代理人 100112690

弁理士 太佐 種一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 熱エネルギー流体移送システムにおける非侵入型センサによるコグニティブ・エネルギー
評価

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

クラウド・コンピューティング環境内のコンピュータ・システムに含まれるプロセッサによって、前記クラウド・コンピューティング環境内のクラウド側の熱エネルギー流体移送システムにおけるエネルギーを評価するための方法であって、

加熱サービス、冷却サービス、またはそれらの組合せに関連付けられた前記熱エネルギー流体移送システムの挙動を、収集データに従って学習して、1つまたは複数のエネルギー利用イベントを識別することと、

前記学習された挙動に従って、1つまたは複数のタイプのイベントについて、前記熱エネルギー流体移送システムにおける1つまたは複数の選択された位置で戻りパイプセクションに外部結合された1つまたは複数の温度信号データを検出するセンサによって選択された期間にわたって収集された温度信号に曖昧性除去イベント検出動作を適用することによって、エネルギー利用評価を実行して、1つまたは複数のエネルギー利用浪費イベントを識別することであって、前記1つまたは複数の選択された位置は、前記1つまたは複数のセンサを、前記熱エネルギー流体移送システムの定義された開始点から選択された測定距離にある前記戻りパイプの外部に結合することを含み、前記1つまたは複数のセンサは、前記熱エネルギー流体移送システムによって提供されるエネルギー需要に応じてエネルギーを消費するエネルギー負荷の後流側に位置するパイプ・ネットワークのループを含む前記戻りパイプに外部結合され、前記1つまたは複数のエネルギー利用浪費イベントのエネルギー需要イベントありを示す負荷動作およびエネルギー需要イベントなしを示す負荷

なし動作を検出するために、継続的に温度データをサンプリングする、識別することと、を含む、方法。

【請求項 2】

前記曖昧性除去イベント検出動作は、

前記温度信号を前記 1 つまたは複数のタイプのイベントに分けることと、

前記温度信号を分析して、前記 1 つまたは複数のタイプのイベントを識別するためのシグネチャを得ることと、

を更を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記収集データに従って、前記センサにより取得される前記温度信号との比較に用いられる 1 つまたは複数のエネルギー利用調整閾値を生成すること、あるいは、

前記 1 つまたは複数のセンサによって前記選択された期間にわたって継続的に温度データをサンプリングすること、

を更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

1 つまたは複数の現在のエネルギー利用イベントの前記温度信号を 1 つまたは複数のエネルギー利用調整閾値と比較して、前記 1 つまたは複数のエネルギー利用浪費イベントを識別することを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記 1 つまたは複数のセンサから収集されたフィードバック情報を用いて、前記熱エネルギー流体移送システムの挙動を学習し、エネルギー利用スケジュール、エネルギー利用の選択された範囲を定めるエネルギー利用閾値標準および値を確立して、前記熱エネルギー流体移送システムのエネルギー利用プロファイルを提供することを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

動作のスケジュールについて、熱エネルギー流体移送システム開始時間および熱エネルギー流体移送システム停止時間を特定して、前記 1 つまたは複数のエネルギー利用浪費イベントを識別することと、

前記動作のスケジュール中のエネルギー要求イベントおよび非エネルギー要求イベントを推定することと、

前記動作のスケジュール中の予期されない変化点を特定することであって、変化点は、前記エネルギー要求イベントから前記非エネルギー要求イベントへの遷移である、前記特定することと、

を更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記 1 つまたは複数のエネルギー利用浪費イベントの識別情報を示すアラートを提供することと、

前記エネルギー利用評価を、前記熱エネルギー流体移送システムのためのインタラクティブ・グラフィカル・ユーザ・インタフェース (GUI) を介してユーザに提供することと、

を更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

クラウド・コンピューティング環境内のクラウド側の熱エネルギー流体移送システムにおけるエネルギーを評価するためのシステムであって、

実行可能命令を有する 1 つまたは複数のコンピュータを備え、前記命令は、実行されると、前記システムに、

加熱サービス、冷却サービス、またはそれらの組合せに関連付けられた前記熱エネルギー流体移送システムの挙動を、収集データに従って学習して、1 つまたは複数のエネルギー利用イベントを識別することと、

前記学習された挙動に従って、1 つまたは複数のタイプのイベントについて、前記熱エ

10

20

30

40

50

エネルギー流体移送システムにおける１つまたは複数の選択された位置で戻りパイプセクションに外部結合された１つまたは複数の温度信号データを検出するセンサによって選択された期間にわたって収集された温度信号に曖昧性除去イベント検出動作を適用することによって、エネルギー利用評価を実行して、１つまたは複数のエネルギー利用浪費イベントを識別することによって、前記１つまたは複数の選択された位置は、前記１つまたは複数のセンサを、前記熱エネルギー流体移送システムの定義された開始点から選択された測定距離にある前記戻りパイプの外部に結合することを含み、前記１つまたは複数のセンサは、前記熱エネルギー流体移送システムによって提供されるエネルギー需要に応じてエネルギーを消費するエネルギー負荷の後流側に位置するパイプ・ネットワークのループを含む前記戻りパイプに外部結合され、前記１つまたは複数のエネルギー利用浪費イベントのエネルギー需要イベントありを示す負荷動作およびエネルギー需要イベントなしを示す負荷なし動作を検出するために、継続的に温度データをサンプリングする、識別することと、を行わせる、システム。

10

【請求項 9】

プロセッサに、

加熱サービス、冷却サービス、またはそれらの組合せに関連付けられた熱エネルギー流体移送システムの挙動を、収集データに従って学習して、１つまたは複数のエネルギー利用イベントを識別することと、

前記学習された挙動に従って、１つまたは複数のタイプのイベントについて、前記熱エネルギー流体移送システムにおける１つまたは複数の選択された位置で戻りパイプセクションに外部結合された１つまたは複数の温度信号データを検出するセンサによって選択された期間にわたって収集された温度信号に曖昧性除去イベント検出動作を適用することによって、エネルギー利用評価を実行して、１つまたは複数のエネルギー利用浪費イベントを識別することによって、前記１つまたは複数の選択された位置は、前記１つまたは複数のセンサを、前記熱エネルギー流体移送システムの定義された開始点から選択された測定距離にある前記戻りパイプの外部に結合することを含み、前記１つまたは複数のセンサは、前記熱エネルギー流体移送システムによって提供されるエネルギー需要に応じてエネルギーを消費するエネルギー負荷の後流側に位置するパイプ・ネットワークのループを含む前記戻りパイプに外部結合され、前記１つまたは複数のエネルギー利用浪費イベントのエネルギー需要イベントありを示す負荷動作およびエネルギー需要イベントなしを示す負荷なし動作を検出するために、継続的に温度データをサンプリングする、識別することと、を実行させるためのコンピュータ・プログラム。

20

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して、コンピューティング・システムに関し、より詳細には、コンピューティング・プロセッサを用いたクラウド・コンピューティング環境内の熱エネルギー流体移送システム (thermal energy fluid transfer system) におけるコグニティブ・エネルギー評価 (cognitive energy assessment) のための様々な実施形態に関する。

【背景技術】

40

【0002】

今日の社会において、機械システムにおける様々な進歩が、コンピューティング技術における進歩と相まって、熱エネルギー流体移送システムの効率の増大等の多岐にわたる付随する利点を可能にしてきた。コンピュータが社会のあらゆる局面に普及するにつれ、エネルギー・フットプリントを最小限にしながら、電力およびエネルギー消費の効率を改善するために、熱エネルギー流体移送システムにおける技術を活用するための更なる機会が出現し続けている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

50

クラウド・コンピューティング環境内の熱エネルギー流体移送システムにおけるエネルギーを評価する。

【課題を解決するための手段】

【0004】

1つまたは複数のメモリに関連付けられた1つまたは複数のプロセッサによる、クラウド・コンピューティング環境内の熱エネルギー流体移送システムにおけるコグニティブ・エネルギー評価のための様々な実施形態が提供される。1つの実施形態では、単なる例として、クラウド・コンピューティング環境における、モノのインターネット（IoT）センサのアレイを用いた熱エネルギー流体移送システムにおけるコグニティブ・エネルギー評価のための方法／システムが提供される。熱エネルギー流体移送システムにおけるコグニティブ・エネルギー評価のための実施形態は、クラウド・コンピューティング環境におけるものであり得る。加熱サービス、冷却サービス、またはそれらの組合せに関連付けられた熱エネルギー流体移送システムの挙動を、収集された曖昧性除去された制御信号データに従って学習して、1つまたは複数のエネルギー利用イベントを識別することができる。リアルタイムで学習された挙動に従って、熱エネルギー流体移送システムにおける1つまたは複数の選択された位置に配置された1つまたは複数の非侵入型モノのインターネット（IoT）センサによって選択された期間にわたって収集されたデータと共に温度信号の曖昧性除去動作（disambiguation operation）を用いて、エネルギー利用評価動作を実行し、システム性能インジケータを学習することができ、取り込まれた予期されるポリシ挙動と組み合わせると、1つまたは複数のエネルギー利用浪費イベントを識別することができる。

10

20

【0005】

本発明の利点が容易に理解されるように、上記で簡単に説明された本発明のより具体的な説明を、添付の図面に示す詳細な実施形態を参照して行う。これらの図面は、本発明の典型的な実施形態のみを示すものであり、したがって本発明の範囲を限定するものとみなされないことを理解した上で、本発明を、添付の図面を用いて更に具体的にかつ詳細に記載および説明する。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】本発明の実施形態による例示的なコンピューティング・ノードを示すブロック図である。

30

【図2】本発明の実施形態による例示的なクラウド・コンピューティング環境を示す追加のブロック図である。

【図3】本発明の実施形態による抽象化モデル・レイヤを示す追加のブロック図である。

【図4】本発明の態様に従って機能する様々なユーザ・ハードウェアおよびコンピューティング・コンポーネントを示す図である。

【図5】本発明の様々な態様を実現することができる、プロセッサによる熱エネルギー流体移送システムにおける信号曖昧性除去イベント検出を定義するための例示的な方法のグラフ図である。

【図6】本発明の態様による、モノのインターネット（IoT）コンピューティング・ネットワークにおける熱エネルギー流体移送システムにおけるコグニティブ・エネルギー評価のブロック・フロー図である。

40

【図7】本発明に態様による、熱エネルギー流体移送システムにおける教師あり学習フェーズ中の選択された期間にわたる温度信号の比較の出力結果のグラフ図である。

【図8】本発明の態様による、モノのインターネット（IoT）コンピューティング・ネットワークにおける熱エネルギー流体移送システムにおける教師あり学習フェーズのブロック・フロー図である。

【図9】本発明の態様による、熱エネルギー流体移送システムにおけるグランド・トゥールース・タギングのグラフ図である。

【図10】本発明の態様による、モノのインターネット（IoT）コンピューティング・

50

ネットワークにおける熱エネルギー流体移送システムのスケジューリングされたコグニティブ・エネルギー評価のブロック・フロー図である。

【図 1 1】本発明の態様による、モノのインターネット（IoT）コンピューティング・ネットワークにおける熱エネルギー流体移送システムのコグニティブ・エネルギー評価の出力レポートを示す図である。

【図 1 2】本発明の様々な態様を実現することができる、プロセッサによるクラウド・コンピューティング環境内の熱エネルギー流体移送システムにおけるコグニティブ・エネルギー評価のための例示的な方法のフローチャート図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

本明細書に記載のように、本明細書に提供される様々な実施形態は、例えば、熱エネルギーによりポンピングされる液体送達システム、高圧温水（「HPHW」またはスチーム）システム、低圧温水（LPHW）システム、プロセス冷却水、冷水、冷蔵（高圧側）システムを含み得るシステム、または他の流体ポンプシステム等の熱エネルギー流体移送システムに関する。

【0008】

これらの熱エネルギー流体移送システムの多くは、例えば商業建物等の様々なタイプの建物内で用いられる。また、これらの建物の大多数は、ボイラ・システムにおいて天然ガスを用いる場合があり、ボイラ・システムは温水サービスに関連するため、これは特に大量のエネルギー消費を必要とする。更に、建物環境の多くにおいて、大型のボイラ設備を運用し、LPHWサービス（例えば、ボイラ動作および性能の様々なレベルの認識）をプロビジョニングすることは、電気ベースのエネルギー・ユーザの相当物と比較してあまり理解されていない。これは主に、ガス・ボイラ運用に関連付けられた高信頼性レベルに起因する。ガス・ボイラ運用では、ボイラ室は「ブラック・ボックス」として管理される傾向にあり、ボイラ室の調査は、制限されるかまたはボイラ・トリップ・アラームに応答してのみ行われる傾向にある。これらの熱エネルギー流体移送システムにアクセスする複雑性および困難さを考えると、熱エネルギー流体移送システムは独立しており、専有システムである場合があるため、基礎を成す制御データへのアクセスを得ることが困難である。したがって、1つまたは複数のエネルギー節減機会を識別するための継続的コグニティブ・エネルギー性能評価を提供する必要がある。

【0009】

したがって、クラウド・コンピューティング環境内の熱エネルギー流体移送システムにおけるコグニティブ・エネルギー評価のための様々な実施形態が本明細書に提供される。1つの実施形態では、単なる例として、クラウド・コンピューティング環境における、モノのインターネット（IoT）センサのアレイを用いた熱エネルギー流体移送システムにおけるコグニティブ・エネルギー評価のための方法/システムが提供される。熱エネルギー流体移送システムにおけるコグニティブ・エネルギー評価のための実施形態は、クラウド・コンピューティング環境におけるものであり得る。熱エネルギー流体移送システム（加熱サービス、冷却サービス、またはそれらの組合せとすることができる）の挙動を、収集データに従って学習して、1つまたは複数のエネルギー利用イベントを識別することができる。学習された挙動に従って、熱エネルギー流体移送システムにおける1つまたは複数の選択された位置に配置された1つまたは複数の非侵入型モノのインターネット（IoT）センサによって選択された期間にわたって収集された温度信号を用いて、エネルギー利用評価動作を実行して、1つまたは複数のエネルギー利用浪費イベントを識別することができる。熱エネルギー流体移送システムにおけるコグニティブ・エネルギー評価は、必要なエネルギー浪費評価を行って、1つまたは複数のエネルギー浪費イベント（energy wastage event）を識別する能力を提供する。温度信号データを用いて、エネルギー浪費イベントを検出および報告することができる。

【0010】

1つの態様において、本明細書に記載の実施形態は、熱エネルギー流体移送システムの

10

20

30

40

50

戻り線における共通戻り温度のものであり得る単一の時系列温度信号の曖昧性除去を提供する。IoTセンサ・デバイスは、熱エネルギー流体移送システムのコグニティブ・エネルギー評価を可能にするために戻り線温度を検出することができる。最初に、熱エネルギー流体移送システムの挙動を学習することができる。エネルギー利用イベントを温度信号において配布し、その後、これを用いてエネルギー浪費イベントを検出することができる。エネルギー浪費イベントは、例えば、スケジュール不一致、システム負荷なし、もしくはスケジュール変化点に影響を及ぼし得るドライ・サイクル・イベント (dry cycling event) の開始 (例えば、大きなエネルギー節減機会が実現されることを可能にする夏および冬のボイラ動作の開始)、または他の定義されたエネルギー浪費イベントを含むことができる。

10

【0011】

このようにして、提案される発明は、オンデマンドおよびリアルタイムでのエネルギー利用およびエネルギー浪費利用の分析評価を提供する。このようにして、本発明は、専門特性ならびに伴う労力および時間のレベルを考えるといずれもコストが高い、侵入型の専用ハードウェア機器の展開、延長されたシステム・シャットダウン、または出力を解釈するための分野の専門知識の使用のいずれの要件も克服する。提案される発明は、専用ハードウェアのインストールの必要性をなくしながら、ボイラのコグニティブ・エネルギー評価を行うための直接ボイラ制御呼掛けまたは建物管理システム (「BMS」) のアクセスのいずれの要件もなくす。1つの態様において、IoT対応温度センサにおける無線ストラップを、熱エネルギー流体移送システムにおけるパイプ・ネットワークの戻り温度ループに適用することができ、これは、システムの介入、セットアップ、設置または配線を一切要しない。

20

【0012】

1つの態様において、本発明は、任意の閉ループ熱エネルギー流体移送システム (加熱および冷却) に関する。システムの利益および利点は、システムをシャットダウンする要件をなくす / 低減することを含むことができる。1つの態様において、本発明は、クラウド・コンピューティング環境内で動作することができる、インストレーション・リソースの支援を用いない熱エネルギー流体移送システム (加熱および冷却システムを含む) において展開可能な1つまたは複数の非侵入型IoTセンサを提供する。1つまたは複数の非侵入型IoTセンサは、例えば、任意の閉じたポンプ式熱エネルギー流体移送システム (高圧温水 (「HPHW」) またはスチーム) システム、低圧温水 (LPHW) システム、プロセス冷却水、冷水、冷蔵 (高圧側) システム、または他の流体ポンプシステムを含むことができる) におけるパイプ・ネットワークの戻り線等の1つまたは複数のパイプ上に選択的にまたは戦略的に、あるいはその両方で位置決めする (例えば、パイピングのネットワークにおける戻り線におけるパイプの外側に接続 / ストラップ固定する) ことができる。データを継続的にサンプリングおよび使用して、システムの状態 (例えば、健康状態) を適切に特徴付けるか、アクセス可能なエネルギー利用閾値を確立するか、または特定のタイプの熱エネルギー流体移送システムおよびコグニティブ・エネルギー評価のためのエネルギー利用プロファイルを作成するか、あるいはその組合せを行うことができる。データ・サンプリングを、選択された期間中 (例えば、24時間のデータ・サンプリングおよびトレーニング) に行い、分野の専門知識を伴うことなく、測定されるシステムの異常システム制御および需要イベントの検出を提供することができる。また、本発明は、補助データまたはハードウェア入力要件の必要性をなくす。

30

40

【0013】

1つの態様において、本発明は、パイピング・ネットワークの戻りセクション / 戻りループ (エネルギー負荷後セクション) 上に単一のIoTセンサを展開し、単一のデータ点 (熱エネルギー流体移送システムの戻り温度である *Return*) に対し1つまたは複数のクラウド・ベースのリアルタイムの統計的検出動作を行い、エネルギー利用効率をコグニティブに評価 / 特定することができる。また、本発明は補助データまたはハードウェア入力要件の必要性をなくす。熱エネルギー流体移送システムの完全なキャンパス・クラス

50

タ（例えば、ＩｏＴネットワークのＩｏＴセンサのクラスタ）にわたって展開されたＩｏＴ戻りセンサのネットワーク内に１つまたは複数のＩｏＴセンサが存在することができる。このようにして、本発明は、ＩｏＴセンサのクラスタの設備の包括的な測定値の生成および特定を提供するか、または企業が合意した実行時間ポリシーに反する任意の異常を識別するのに用いることができる、大キャンパス設備にわたってボイラ・スケジュールを検証する自動化された方法を設備管理運用人員に提供するか、あるいはその両方を行うことができる。

【００１４】

このため、本明細書に記載されるように、本発明は、プロセッサによって、クラウド・コンピューティング環境内の熱エネルギー流体移送システムにおけるエネルギー浪費の評価を提供する。１つの態様において、データは、少なくとも１つの環境制御データ・オブジェクトから継続的に監視されコグニティブに検証され（または容易に展開可能なＩｏＴセンサを通じて取得される）、これにより、１）システム・セット・ポイントを推定するか、２）システム開始数を特定するか、３）進行中のイネーブル／ディセーブル・システムについて任意の日毎のスケジュール異常を検出するか、４）負荷なしイベントの始まりを特定するか、５）システム・イネーブルメント・フラグ（system enablement flag）からシステム実行時間を特定するか、または６）動作時間外のスケジュールリングされていないシステムを特定するか、あるいはその組合せを行う。

10

【００１５】

１つの態様において、様々な実施形態が、コグニティブ・エネルギー評価動作のための入力として、システム戻り温度データおよび選択されたシステム制御ポリシーを受容することができる。コグニティブ・エネルギー評価の１つまたは複数の出力は、システム・セット・ポイント推定値、システム実行時間、システムの日毎の負荷なしの開始、日毎のシステムのイネーブルおよびディセーブル・タイムスタンプ、システムの日毎の高負荷および負荷なしイベント・タイムスタンプ、通常動作時間外のシステムを含むことができる。コグニティブ・エネルギー評価動作を、システム内の容量負荷分散動作、および標的のサービス提供されている建物またはエリア内の進行中の需要を満たすためのボイラの正しいサイジングを突き止める評価機会を識別するために用いることができる。

20

【００１６】

本発明の更なる態様および付随する利点を以下に更に説明する。

30

【００１７】

更なる態様において、コグニティブまたは「認識」とは、機械学習（センサ・ベースのデバイス、またはオーディオもしくはビデオ・デバイスを含む他のコンピューティング・システムを用いることを含むことができる）を用いた思考、経験および１つまたは複数の感覚を通じて知識および理解を取得する精神活動またはプロセスを指すことができる。また、コグニティブとは、１つまたは複数のイベント、動作またはプロセスの「学習」につながら、挙動パターンの識別も指すことができる。このため、コグニティブ・モデルは、経時的に、観測される挙動に適用する意味ラベルを展開し、知識領域またはオントロジーを用いて、学習した観測された挙動を記憶する。１つの実施形態において、システムは、１つまたは複数のイベント、動作またはプロセスから学習することができるものの複雑度が進歩する。

40

【００１８】

更なる態様において、コグニティブという用語は、コグニティブ・システムを指すことができる。コグニティブ・システムは、専用コンピュータ・システム、または人間の認知機能をエミュレートするためにハードウェアもしくはソフトウェアまたはその両方のロジックを（ソフトウェアが実行するハードウェア・ロジックと組み合わせて）用いて構成された専用コンピュータ・システムあるいはコンピュータ・システムの組とすることができる。これらのコグニティブ・システムは、デジタル・コンピューティングの固有の強みと組み合わせられると、（例えば、定義されたパーセンテージ範囲内のまたは精度閾値を超える）高精度で、かつ大規模な回復力で問題を解決することができる、人間のような特性を

50

着想の伝達および操作に適用する。コグニティブ・システムは、ユーザまたはコンピューティング・システムがより自然な方式でインタラクトすることを可能にしながら、人間の思考プロセスを近似する、1つまたは複数のコンピュータにより実装されるコグニティブ・動作を行うことができる。コグニティブ・システムは、例えば、自然言語処理（NLP）ベース・ロジック等の人工知能ロジック、および専用ハードウェア、ハードウェア上で実行されるソフトウェア、または専用ハードウェアおよびハードウェア上で実行されるソフトウェアの任意の組合せとして提供することができる機械学習ロジックを含むことができる。コグニティブ・システムのロジックは、コグニティブ動作を実施することができ、その例は、限定ではないが、質問の回答、コーパス内のコンテンツの異なる部分内の関連する概念の識別、およびインターネット・ウェブ・ページ検索等のインテリジェント検索アルゴリズムを含む。

10

【0019】

概して、そのようなコグニティブ・システムは、以下の機能、すなわち、1)人間の言語および理解の複雑性をナビゲートするか、2)大量の構造化および非構造化データを取り込み、処理するか、3)仮説を生成し、評価するか、4)関連する証拠のみに基づいた応答を計量し、評価するか、5)状況に固有のアドバイス、洞察、推定、特定、評価、計算およびガイドを提供するか、6)機械学習プロセスを通じた各反復およびインタラクションにより知識を改善し、学習するか、7)影響点における決定を可能にするか（コンテキスト・ガイダンス）、8)タスク、プロセスまたは動作に比例してスケーリングするか、9)人間の専門知識および認識を拡張および拡大するか、10)自然言語から、共感する、人間のような属性および特質を識別するか、11)自然言語から、様々な言語に固有のまたは依存しない属性を推論するか、12)関連データ点（イメージ、テキスト、音声）を記憶し、呼び起こすか（例えば、データ点（イメージ、テキスト、音声）からの関連する高度の想起（記憶および呼び起こし））、または13)経験に基づく人間の認知を模倣する状況認識動作を用いて予測および感知するか、あるいはその組合せを実行することが可能である。

20

【0020】

本開示は、クラウド・コンピューティングに関する詳細な説明を含むが、本明細書に挙げる教示の実施は、クラウド・コンピューティング環境に限定されないことが予め理解される。むしろ、本発明の実施形態は、現在既知であるかまたは後に開発される、任意の他のタイプのコンピューティング環境と併せて実施することが可能である。

30

【0021】

クラウド・コンピューティングは、最小限の管理労力またはサービス・プロバイダとのインタラクションで迅速にプロビジョニングおよび解放することができる、構成可能なコンピューティング・リソース（例えば、ネットワーク、ネットワーク帯域幅、サーバ、処理、メモリ、ストレージ、アプリケーション、仮想マシンおよびサービス）の共有プールへの便利でオンデマンドなネットワーク・アクセスを可能にするためのサービス配信のモデルである。クラウド・モデルは、少なくとも5つの特性、少なくとも3つのサービス・モデルおよび少なくとも4つの展開モデルを含むことができる。

【0022】

特性は以下の通りである。

40

オンデマンド・セルフサービス：クラウド・コンシューマ（cloud consumer）は、サービスのプロバイダとの人間のインタラクションを必要とすることなく、自動的に必要に応じて、サーバ・タイムおよびネットワーク・ストレージ等のコンピューティング機能を一方的にプロビジョニングすることができる。

広範囲なネットワーク・アクセス：機能はネットワークを介して利用可能であり、標準的なメカニズムを通じてアクセスされ、これにより、異種のシン・クライアントまたはシック・クライアント・プラットフォーム（例えば、携帯電話、ラップトップ、タブレット）による使用が促される。

リソース・プーリング：プロバイダのコンピューティング・リソースは、異なる物理的

50

および仮想リソースが、要求に応じて動的に割当ておよび再割当てされるマルチテナント・モデルを用いて、複数のコンシューマにサービス提供するようにプーリングされる。コンシューマが、通常、提供されるリソースの厳密なロケーションに対する制御または知識を有しないという意味で、ロケーション独立性があるが、より高い抽象化レベルでのロケーション（例えば、国、州またはデータセンタ）を特定することができる場合がある。

迅速な柔軟性：急速にスケール・アウトし、迅速に解放して急速にスケール・インする能力は、迅速かつ柔軟に、場合によっては自動的にプロビジョニングすることができる。コンシューマにとって、プロビジョニングのために入手可能な能力は、多くの場合、無制限であるように見え、任意の時点に任意の量で購入することができる。

測定されるサービス：クラウド・システムは、サービスのタイプ（例えば、ストレージ、処理、帯域幅、およびアクティブ・ユーザ・アカウント）に適した或る抽象化レベルでの測量能力を活用することによって、リソース使用を自動的に制御および最適化する。リソース利用は、監視、制御および報告することができ、利用されるサービスのプロバイダおよびコンシューマの双方に透明性を提供する。

【 0 0 2 3 】

サービス・モデルは以下の通りである。

サービスとしてのソフトウェア（SaaS）：コンシューマに提供される能力は、クラウド・インフラストラクチャ上で実行されるプロバイダのアプリケーションを用いることである。アプリケーションは、ウェブ・ブラウザ（例えば、ウェブベースの電子メール）等のシン・クライアント・インタフェースを通じて様々なクライアント・デバイスからアクセス可能である。コンシューマは、限られたユーザ固有のアプリケーション構成設定を可能性のある例外として、ネットワーク、サーバ、オペレーティング・システム、ストレージまたは更には個々のアプリケーション機能を含む基礎を成すクラウド・インフラストラクチャを管理または制御しない。

サービスとしてのプラットフォーム（PaaS）：コンシューマに提供される能力は、プロバイダによってサポートされるプログラミング言語およびツールを用いて作成された、コンシューマが作成または取得したアプリケーションを、クラウド・インフラストラクチャ上に展開することである。コンシューマは、ネットワーク、サーバ、オペレーティング・システムまたはストレージを含む基礎をなすクラウド・インフラストラクチャを管理または制御しないが、展開されたアプリケーション、および場合によってはアプリケーションがホスティングする環境構成に対する制御を有する。

サービスとしてのインフラストラクチャ（IaaS）：コンシューマに提供される能力は、オペレーティング・システムおよびアプリケーションを含むことができる任意のソフトウェアをコンシューマが展開および実行することが可能な、処理、ストレージ、ネットワークおよび他の基本的なコンピューティング・リソースをプロビジョニングすることである。コンシューマは、基礎を成すクラウド・インフラストラクチャを管理または制御しないが、オペレーティング・システム、ストレージ、展開されたアプリケーションに対する制御、および場合によっては、選択されたネットワーキング・コンポーネント（例えば、ホスト・ファイアウォール）の限られた制御を有する。

【 0 0 2 4 】

展開モデルは以下の通りである：

プライベート・クラウド：クラウド・インフラストラクチャは、組織のためにのみ運用される。クラウド・インフラストラクチャは、組織または第三者によって管理することができ、オン・プレミスまたはオフ・プレミスで存在することができる。

コミュニティ・クラウド：クラウド・インフラストラクチャは、いくつかの組織によって共有され、共有された関心事（例えば、ミッション、セキュリティ要件、ポリシーおよびコンプライアンス検討事項）を有する特定のコミュニティをサポートする。クラウド・インフラストラクチャは、組織または第三者によって管理することができ、オン・プレミスまたはオフ・プレミスで存在することができる。

パブリック・クラウド：クラウド・インフラストラクチャは、一般大衆または大きな業

10

20

30

40

50

界団体に利用可能にされ、クラウド・サービスを販売する組織によって所有される。

ハイブリッド・クラウド：クラウド・インフラストラクチャは、独自のエンティティのままであるが、データおよびアプリケーション移植性を可能にする標準的なまたは独自の技術（例えば、クラウド間の負荷分散のためのクラウド・バースティング）によって結び付けられた、2つ以上のクラウド（プライベート、コミュニティ、またはパブリック）の混成である。

【0025】

クラウド・コンピューティング環境は、ステートレス性、低結合、モジュール性、およびセマンティック相互運用性に焦点を当てた、サービス指向型である。クラウド・コンピューティングの本質は、相互接続されたノードのネットワークを含むインフラストラクチャである。

10

【0026】

ここで図1を参照すると、クラウド・コンピューティング・ノードの例の概略図が示される。クラウド・コンピューティング・ノード10は、適切なクラウド・コンピューティング・ノードの1つの例にすぎず、本明細書に記載の発明の実施形態の使用または機能の範囲に関するいかなる限定も示唆することが意図されていない。それにもかかわらず、クラウド・コンピューティング・ノード10は、実装されるか、または本明細書において上述した機能のうちの任意のものを実行するか、あるいはその両方が可能である。

【0027】

コンピューティング・ノード10内には、他の多数の汎用もしくは専用コンピューティング・システム環境または構成で運用できるコンピュータ・システム/サーバ12が存在する。コンピュータ・システム/サーバ12と共に使用するのに適し得る既知のコンピューティング・システム、環境、または構成、あるいはその組合せの例は、限定ではないが、パーソナル・コンピュータ・システム、サーバ・コンピュータ・システム、シン・クライアント、シック・クライアント、ハンドヘルドまたはラップトップ・デバイス、マルチプロセッサ・システム、マイクロプロセッサベース・システム、セット・トップ・ボックス、プログラム可能コンシューマ・エレクトロニクス、ネットワークPC、ミニコンピュータ・システム、メインフレーム・コンピュータ・システム、およびこれらの任意のシステムまたはデバイスを含む分散クラウド・コンピューティング環境等を含む。

20

【0028】

コンピュータ・システム/サーバ12は、コンピュータ・システムによって実行されているプログラム・モジュール等の、コンピュータ・システムによって実行可能な命令との一般的な関連において説明され得る。通常、プログラム・モジュールは、特定のタスクを実行するか、または特定の抽象データ型を実装するルーチン、プログラム、オブジェクト、コンポーネント、ロジック、データ構造等を含むことができる。コンピュータ・システム/サーバ12は、通信ネットワークを介してリンクされたりリモート処理デバイスによってタスクが実行される、分散クラウド・コンピューティング環境で実行され得る。分散クラウド・コンピューティング環境において、プログラム・モジュールは、メモリ・ストレージ・デバイスを含む、ローカルおよびリモートの両方のコンピュータ・システム・ストレージ媒体に配置され得る。

30

40

【0029】

図1に示すように、クラウド・コンピューティング・ノード10内のコンピュータ・システム/サーバ12は、汎用コンピューティング・デバイスの形態で示されている。コンピュータ・システム/サーバ12のコンポーネントは、限定ではないが、1つまたは複数のプロセッサまたは処理ユニット16、システム・メモリ28、およびシステム・メモリ28を含む様々なシステム・コンポーネントをプロセッサ16に接続するバス18を含むことができる。

【0030】

バス18は、メモリ・バスまたはメモリ・コントローラ、ペリフェラル・バス、アクセラレーテッド・グラフィックス・ポート、および任意の様々なバス・アーキテクチャを使

50

用するプロセッサまたはローカル・バスを含む、任意のいくつかの種類のバス構造のうちの1つまたは複数を表す。例として、限定ではないが、そのようなアーキテクチャは、I S A (Industry Standard Architecture) バス、M C A (Micro Channel Architecture) バス、E I S A (Enhanced ISA) バス、V E S A (Video Electronics Standards Association) ローカル・バス、および P C I (Peripheral Component Interconnect s) バスを含む。

【 0 0 3 1 】

コンピュータ・システム / サーバ 1 2 は、通常、様々なコンピュータ・システム可読媒体を含む。そのような媒体は、コンピュータ・システム / サーバ 1 2 によってアクセスできる任意の利用可能な媒体とすることができ、揮発性および不揮発性媒体、取り外し可能および取り外し不可の媒体の双方を含む。

10

【 0 0 3 2 】

システム・メモリ 2 8 は、ランダム・アクセス・メモリ (R A M : random access memory) 3 0 またはキャッシュ・メモリ 3 2 あるいはその両方等の、揮発性メモリの形態でのコンピュータ・システム可読媒体を含むことができる。コンピュータ・システム / サーバ 1 2 は、他の取り外し可能 / 取り外し不可、揮発性 / 不揮発性のコンピュータ・システム・ストレージ媒体を更に含んでもよい。単に例として、取り外し不可の、不揮発性の磁気媒体 (図示されておらず、通常は「ハード・ドライブ」と呼ばれる) に対する読み取りおよび書き込みを行うために、ストレージ・システム 3 4 を提供することができる。図示されていないが、取り外し可能な、不揮発性の磁気ディスク (例えば、「フロッピー・ディスク」) に対する読み取りおよび書き込みを行うための磁気ディスク・ドライブ、ならびに C D - R O M、D V D - R O M、または他の光媒体等の取り外し可能、不揮発性の光ディスクに対する読み取りおよび書き込みを行うための光ディスク・ドライブを提供することができる。そのような例では、それぞれを、1つまたは複数のデータ媒体インタフェースによってバス 1 8 に接続することができる。下で詳細に示され、説明されるように、システム・メモリ 2 8 は、本発明の実施形態の機能を実行するように構成された一組の (例えば、少なくとも1つの) プログラム・モジュールを備える少なくとも1つのプログラム製品を含むことができる。

20

【 0 0 3 3 】

例えば、一組の (少なくとも1つの) プログラム・モジュール 4 2 を有するプログラム / ユーティリティ 4 0 がシステム・メモリ 2 8 に格納され得るが、これに限定されず、オペレーティング・システム、1つまたは複数のアプリケーション・プログラム、他のプログラム・モジュール、およびプログラム・データも格納され得る。オペレーティング・システム、1つもしくは複数のアプリケーション・プログラム、他のプログラム・モジュール、およびプログラム・データ、またはこれらの何らかの組合せの各々が、ネットワーキング環境の実装を含んでもよい。プログラム・モジュール 4 2 は、通常、本明細書に記載された本発明の実施形態の機能または方法あるいはその両方を実行する。

30

【 0 0 3 4 】

また、コンピュータ・システム / サーバ 1 2 は、キーボード、ポインティング・デバイス、ディスプレイ 2 4 等の1つもしくは複数の外部デバイス 1 4、ユーザがコンピュータ・システム / サーバ 1 2 と情報をやりとりできるようにする1つもしくは複数のデバイス、またはコンピュータ・システム / サーバ 1 2 が1つもしくは複数の他のコンピューティング・デバイスと通信できるようにする任意のデバイス (例えば、ネットワーク・カード、モデム等)、あるいはその組合せと通信してもよい。このような通信は、入出力 (I / O) インタフェース 2 2 を介して行うことができる。また更に、コンピュータ・システム / サーバ 1 2 は、ローカル・エリア・ネットワーク (L A N : local area network)、一般的な広域ネットワーク (W A N : wide area network)、またはパブリック・ネットワーク (例えば、インターネット)、あるいはその組合せ等の1つまたは複数のネットワークと、ネットワーク・アダプタ 2 0 を介して通信することができる。図示されているように、ネットワーク・アダプタ 2 0 は、バス 1 8 を介してコンピュータ・システム / サー

40

50

バ１２の他のコンポーネントと通信する。図示されていないが、他のハードウェア・コンポーネントまたはソフトウェア・コンポーネントあるいはその両方を、コンピュータ・システム／サーバ１２と併用できるということが理解されるべきである。その例として、マイクロコード、デバイス・ドライバ、冗長処理ユニット、外部ディスク・ドライブ・アレイ、ＲＡＩＤシステム、テープ・ドライブ、およびデータ・アーカイブ・ストレージ・システム等が挙げられるが、これらに限定されない。

【００３５】

本発明に関連して、当業者は理解するように、図１に示す様々なコンポーネントは、移動車両内に配置することができる。本発明の様々な目的を達成するために、例えば、示される実施形態の機構に関連付けられた処理およびデータストレージ機能のうちのいくつかは、ローカル処理コンポーネントを介してローカルで行うことができるのに対し、同じコンポーネントは、ネットワークを介して、遠隔に位置する分散コンピューティングデータ処理および記憶コンポーネントに接続される。ここでもまた、当業者に理解されるように、本例示は、本発明の様々な態様を集散的に達成する分散コンピューティング・コンポーネントの接続されたネットワーク全体とすることができるもののうちの一部のみを伝達することが意図される。

【００３６】

次に図２を参照すると、例示的クラウド・コンピューティング環境５０が示される。示されるようにクラウド・コンピューティング環境５０は、例えば携帯情報端末（ＰＤＡ）または携帯電話５４Ａ、デスクトップ・コンピュータ５４Ｂ、ラップトップ・コンピュータ５４Ｃ、または自動車コンピュータ・システム５４Ｎあるいはそれらの組合せ等の、クラウド・コンシューマによって用いられるローカル・コンピューティング・デバイスが通信することのできる、１つまたは複数のクラウド・コンピューティング・ノード１０を含む。ノード１０は互いに通信することができる。それらは、本明細書で上記に述べられたようなプライベート、コミュニティ、パブリック、もしくはハイブリッド・クラウド、またはそれらの組合せ等の、１つまたは複数のネットワークにおいて物理的または仮想的にグループ化（図示せず）され得る。これはクラウド・コンピューティング環境５０が、クラウド・コンシューマはローカル・コンピューティング・デバイス上にリソースを維持する必要がない、サービスとしてのインフラストラクチャ、プラットフォーム、またはソフトウェアあるいはそれらの組合せを提供することを可能にする。図２に示されるコンピューティング・デバイス５４Ａ～５４Ｎのタイプは例示のみが意図されること、ならびにコンピューティング・ノード１０およびクラウド・コンピューティング環境５０は、任意のタイプのネットワークまたはネットワーク・アドレス指定可能な接続あるいはその両方を通して（例えばウェブ・ブラウザを用いて）、任意のタイプのコンピュータ化されたデバイスと通信できることが理解される。

【００３７】

ここで図３を参照すると、クラウド・コンピューティング環境５０（図２）によって提供される一組の機能抽象化レイヤが示される。図３に示されるコンポーネント、レイヤ、および機能は、例示のみが意図されること、および本発明の実施形態はそれらに限定されないことが予め理解されるべきである。示されるように以下のレイヤ、および対応する機能が提供される。

【００３８】

デバイス・レイヤ５５は、クラウド・コンピューティング環境５０における様々なタスクを実行するための、物理的または仮想あるいはその両方のデバイス、埋込式または独立型あるいはその両方のエレクトロニクス、センサ、アクチュエータおよび他の物体を含む。デバイス・レイヤ５５内のデバイスの各々は、デバイスから得られた情報をそこに提供することができるか、または他の抽象化レイヤからの情報をデバイスに提供することができるか、あるいはその両方であるように他の機能抽象化レイヤにネットワーキング機能を組み込む。１つの実施形態において、デバイス・レイヤ５５を含む様々なデバイスが、モノのインターネット（ＩｏＴ）として集散的に既知のエンティティのネットワークを組み

10

20

30

40

50

込むことができる。当業者は理解するように、そのようなエンティティのネットワークは、多岐にわたる目的を達成するために、データの相互通信、収集および流布を可能にする。

【 0 0 3 9 】

図示されるデバイス・レイヤ 5 5 は、図示される、センサ 5 2、アクチュエータ 5 3、処理、センサおよびネットワーキング・エレクトロニクスが統合された「学習」サーモスタット 5 6、カメラ 5 7、制御可能な家庭用アウトレット/レセプタクル 5 8、制御可能な電気スイッチ 5 9 を含む。他の可能なデバイスは、限定ではないが、様々な追加のセンサ・デバイス、ネットワーキング・デバイス、エレクトロニクス・デバイス（遠隔制御デバイス等）、追加のアクチュエータ・デバイス、冷蔵庫または洗濯機/乾燥機等のいわゆる「スマート」機器、および広範にわたる他の可能な相互接続された物体を含むことができる。

10

【 0 0 4 0 】

ハードウェアおよびソフトウェア・レイヤ 6 0 は、ハードウェアおよびソフトウェア・コンポーネントを含む。ハードウェア・コンポーネントの例は、メインフレーム 6 1、RISC（縮小命令セット・コンピュータ）アーキテクチャ・ベースのサーバ 6 2、サーバ 6 3、ブレード・サーバ 6 4、記憶デバイス 6 5、ならびにネットワークおよびネットワーキング・コンポーネント 6 6 を含む。いくつかの実施形態においてソフトウェア・コンポーネントは、ネットワーク・アプリケーション・サーバ・ソフトウェア 6 7 およびデータベース・ソフトウェア 6 8 を含む。

【 0 0 4 1 】

20

仮想化レイヤ 7 0 は抽象化レイヤを提供し、この抽象化レイヤから、以下の仮想エンティティの例、すなわち仮想サーバ 7 1、仮想ストレージ 7 2、仮想プライベート・ネットワークを含む仮想ネットワーク 7 3、仮想アプリケーションおよびオペレーティング・システム 7 4、ならびに仮想クライアント 7 5 を提供することができる。

【 0 0 4 2 】

一例において、管理レイヤ 8 0 は、以下に述べられる機能を提供することができる。リソース供給 8 1 は、クラウド・コンピューティング環境内でタスクを行うために利用されるコンピューティング・リソースおよび他のリソースの動的調達を提供する。計量および価格設定 8 2 は、クラウド・コンピューティング環境内でリソースが利用される場合のコスト追跡、およびこれらのリソースの消費に対する請求書作成または送付を提供する。一例においてこれらのリソースは、アプリケーション・ソフトウェア・ライセンスを含むことができる。セキュリティは、クラウド・コンシューマおよびタスクに対する識別検証、ならびにデータおよび他のリソースに対する保護を提供する。ユーザ・ポータル 8 3 は、コンシューマおよびシステム管理者のために、クラウド・コンピューティング環境へのアクセスを提供する。サービス・レベル管理 8 4 は、要求されるサービス・レベルが満たされるように、クラウド・コンピューティング・リソースの割当ておよび管理を提供する。サービス・レベル・アグリーメント（SLA）計画および達成 8 5 は、SLA に従って将来の要件が予想されるクラウド・コンピューティング・リソースの事前準備および調達を提供する。

30

【 0 0 4 3 】

40

作業負荷レイヤ 9 0 は、クラウド・コンピューティング環境が利用され得る機能性の例を提供する。このレイヤから提供され得る作業負荷および機能の例は、マッピングおよびナビゲーション 9 1、ソフトウェア開発およびライフサイクル管理 9 2、仮想教室教育配信（virtual classroom education delivery）9 3、データ分析処理 9 4、トランザクション処理 9 5、および本発明の例示される実施形態に関して、IoT センサのアレイを用いて熱エネルギー流体移送システムにおけるコグニティブ・エネルギー評価のための様々な作業負荷および機能 9 6 を含む。加えて、IoT センサのアレイを用いた熱エネルギー流体移送システムにおけるコグニティブ・エネルギー評価のための作業負荷および機能 9 6 は、（様々な環境センサからのデータ収集および処理を含む）データ分析等の動作、および予測データ分析機能を含むことができる。当業者であれば、IoT センサのアレイ

50

を用いた熱エネルギー流体移送システムにおけるコグニティブ・エネルギー評価のための作業負荷および機能 96 は、本発明の示される実施形態の様々な目的を達成するために、ハードウェアおよびソフトウェア 60、仮想化 70、管理 80 および他の作業負荷 90（例えば、データ分析処理 94 等）における部分等の、様々な抽象化レイヤの他の部分と組み合わせる機能することもできることを理解するであろう。

【0044】

本明細書に記載されるように、本発明は、クラウド・コンピューティング環境における IoT センサのアレイを用いて熱エネルギー流体移送システムにおけるコグニティブ・エネルギー評価を提供する。1つの態様において、IoT 対応温度センサは、例えば、循環ポンプのアウトレット・マニホールド、または蓄熱体のバルブ注入点とすることができる、定義された開始点から 100 メートルの距離等、定義された開始点から選択された / 既知の測定距離にある熱エネルギー流体移送システムのパイプのセクション（例えば、エネルギー負荷の後のパイプ・ネットワークの戻りループ）に結合する（例えば、ストラップ固定する）ことができる。加熱サービス、冷却サービス、またはそれらの組合せに関連付けられた熱エネルギー流体移送システムの挙動を、収集データに従って学習して、1つまたは複数のエネルギー利用イベントを識別することができる。学習された挙動に従って、熱エネルギー流体移送システムにおける 1つまたは複数の選択された位置に配置された 1つまたは複数の非侵入型モノのインターネット（IoT）センサによって選択された期間にわたって収集された温度信号を用いて、エネルギー利用評価動作を実行して、1つまたは複数のエネルギー利用浪費イベントを識別することができる。本明細書に記載のコグニティブ・エネルギー評価の提案される方法の IoT センサ・デバイスから取得された比較可能な温度信号を、特定の熱エネルギー流体移送システムのための 1つまたは複数のエネルギー利用閾値標準 / 値に対し検証することができる。1つまたは複数のエネルギー利用閾値標準 / 値の選択された範囲を超えるかまたは範囲外にある、IoT センサ・デバイスから取得された任意の温度信号は、エネルギー浪費利用を示し得る。アラート（例えば、合格 / 失格）通知を（例えば、コンピュータ、タブレット、スマート・フォン等のようなコンピューティング・デバイス上のグラフィカル・ユーザ・インタフェース「GUI」を介して）ユーザに提供することができる。

【0045】

次に図 4 を参照すると、示される実施形態の様々な機構による例示的な機能コンポーネント 400 を示すブロック図が示される。図 4 は、本技術の例による、コンピューティング環境 402 等のコンピューティング環境における機械学習モデルのコグニティブ・エネルギー評価およびトレーニングを示す。見て取れるように、機能ブロックの多くは、図 1 ~ 図 3 において以前に説明したのと同じ説明的意味の機能の「モジュール」または「コンポーネント」とみなすこともできる。上記を頭に入れて、モジュール / コンポーネント・ブロック 400 は、本発明による正確な時間イベント予測モデリングのためのシステムの様々なハードウェアおよびソフトウェア・コンポーネントに組み込むこともできる。機能ブロック 400 の多くは、分散コンピューティング・コンポーネント内、またはユーザ・デバイス上、または他の場所の様々なコンポーネント上のバックグラウンド・プロセスとして実行することができる。ここでも、コンピュータ・システム / サーバ 12 は、本発明の様々な態様による様々な計算、データ処理および他の機能を実行する処理ユニット 16 およびメモリ 28 を組み込んで示されている。

【0046】

システム 400 は、（例えば、熱交換システム / ユニットに含まれる）コンピューティング環境 402、熱エネルギー流体移送システム 430、ならびに、デスクトップ・コンピュータ、ラップトップ・コンピュータ、タブレット、スマート・フォン、または 1 つもしくは複数のプロセッサおよびメモリを有することができる別の電子デバイス、あるいはその組合せ等のデバイス 420 を含むことができる。デバイス 420、熱エネルギー流体移送システム 430、およびコンピューティング環境 402 は、各々、コンピューティング・ネットワーク等の 1 つまたは複数の通信方法によって互いに関連付けるか、または通

10

20

30

40

50

信するか、あるいはその両方を行うことができる。1つの例では、デバイス420または熱エネルギー流体移送システム430、あるいはその両方は、コンピューティング環境402に関連付けられた所有者、顧客、または技術者/管理者によって制御することができる。別の例では、デバイス420または熱エネルギー流体移送システム430、あるいはその両方は、コンピューティング環境402の所有者、顧客、または技術者/管理者と完全に独立していてもよい。

【0047】

1つの態様において、コンピューティング環境402は、仮想化コンピューティングサービス（すなわち、仮想化コンピューティング、仮想化ストレージ、仮想化ネットワーキング）をデバイス420に提供することができる。より詳細には、コンピューティング環境402は、ハードウェア基板上で実行している仮想化コンピューティング、仮想化ストレージ、仮想化ネットワーキングおよび他の仮想化サービスを提供することができる。

【0048】

図4に示すように、コンピューティング環境402は、機械学習モジュール406、機械学習モジュール406に関連付けられた特徴またはパラメータあるいはその両方404、および熱エネルギー流体移送システム430を含むことができる。特徴またはパラメータあるいはその両方のデータベース404は、IoTセンサ・コンポーネント416に関連付けられた各熱エネルギー流体移送システム430またはIoTセンサ・デバイスあるいはその両方のエネルギー利用プロファイルも含むことができる。1つまたは複数のIoTセンサ・デバイスは、熱エネルギー流体移送システム430に結合することができるIoTセンサ・コンポーネント416として表すことができることが留意されるべきである。特徴またはパラメータあるいはその両方404は、特徴、パラメータ、挙動特性、エネルギー利用プロファイル・データ、エネルギー利用閾値標準/値、温度データ、履歴データ、試験および検証済みデータ、または、熱エネルギー流体移送システム430におけるコグニティブ・エネルギー評価に関する様々な条件もしくは診断の試験、監視、検証、検出、学習、分析または計算、あるいはその組合せを行うための他の指定/定義されたデータの組合せとすることができる。すなわち、機械学習モジュール406の1つもしくは複数の機械学習モデルを学習またはトレーニングするために、パラメータの様々な組合せを選択し、入力データに適用することができる。特徴またはパラメータあるいはその両方404は、1つまたは複数の非侵入型IoTセンサが、IoTセンサ・コンポーネント416を介して温度信号データを検出することを可能にするために、IoTセンサ・コンポーネント416に関連付けられた1つまたは複数の非侵入型IoTセンサの1つまたは複数の設定を定義することができる。IoTセンサ・コンポーネント416に関連付けられた1つまたは複数の非侵入型IoTセンサは、代替的な非侵入型センサ（non-intrusive sensor）からの1つまたは複数の定義された距離において熱エネルギー流体移送システム430に結合することができる。

【0049】

コンピューティング環境402は、図1に示すようなコンピュータ・システム12も含むことができる。コンピュータ・システム12は、浪費エネルギー利用コンポーネント410、コグニティブ・エネルギー評価コンポーネント412、およびIoTセンサ・コンポーネント416も含むことができ、これらは各々、1つまたは複数の機械学習モデルをトレーニングおよび学習し、また、複数の組合せの特徴、パラメータ、挙動特性、エネルギー利用プロファイル、エネルギー利用閾値標準/値、流体流量データ、温度データまたはそれらの組合せを、熱エネルギー流体移送システムにおけるコグニティブ・エネルギー評価のために機械学習モデルに適用するために、機械学習モジュールと関連付けられている。

【0050】

1つの態様において、機械学習モジュール406は、熱エネルギー流体移送システム430内のパイピング・ネットワーク（例えば、パイプ・ループ内の戻り線）の1つまたは複数の選択された位置に配置されたIoTセンサ・コンポーネント416に関連付けられ

10

20

30

40

50

た1つまたは複数のIoTセンサによって収集された温度信号からの温度データを用いてエネルギー評価をコグニティブに予測するか、コグニティブに推定するか、あるいはその両方を行うための推定/予測コンポーネント408を含むことができる。例えば、コンピュータ・システム12は、浪費エネルギー利用コンポーネント410およびコグニティブ・エネルギー評価コンポーネント412を用いて、IoTセンサ・コンポーネント416に関連付けられた1つまたは複数のIoTセンサによるエネルギー利用をコグニティブに特定することができる。熱エネルギー流体移送システム430のエネルギー利用プロファイルは、機械学習モジュール406、特徴またはパラメータあるいはその両方404、あるいはその組合せにおいて作成、定義、記憶および維持することができる。

【0051】

機械学習モジュール406は、IoTセンサ・コンポーネント416に関連付けられた1つまたは複数のIoTセンサからのフィードバック情報を収集して、熱エネルギー流体移送システム430の挙動を学習し、エネルギー利用スケジュール、エネルギー利用閾値標準および値を確立し、熱エネルギー流体移送システム430のエネルギー利用プロファイルを確立し、熱エネルギー流体移送システム430の健康状態を確立し、（浪費エネルギー利用コンポーネント410と関連して）1つまたは複数の異常熱エネルギー流体移送システムイベント、またはそれらの組合せを検出することができる。機械学習モジュール406は、フィードバック情報を使用して、推定/予測コンポーネント408を用いた熱エネルギー流体移送システム430のエネルギー出力のコグニティブ推定値を提供することができる。すなわち、推定/予測コンポーネント408は、IoTセンサ・コンポーネント416に関連付けられた1つまたは複数のIoTセンサによって熱エネルギー流体移送システム430のエネルギーをコグニティブに評価することができる。まとめると、機械学習モジュール406は、熱エネルギー流体移送システム430の挙動を学習するために、フィードバック情報を用いて初期化することができる。

【0052】

浪費エネルギー利用コンポーネント410は、エネルギー利用閾値および値と比較することができる、収集された温度信号に従って、エネルギー利用異常または浪費エネルギー利用アクティビティをコグニティブに検出することができる。

【0053】

デバイス420は、ユーザがGUI422とインタラクトするための1つまたは複数のユーザインタフェース制御をデバイス420上に表示することを可能にされたグラフィカル・ユーザ・インタフェース(GUI)422を含むことができる。例えば、GUI422は、熱エネルギー流体移送システムのエネルギー出力のコグニティブ推定値に従って、インタラクティブ・グラフィカル・ユーザ・インタフェース(GUI)を介してユーザにエネルギー出力または流体流速を表示することができる。例えば、エネルギー出力または流体流速イベントは、「失格アラート！エネルギー浪費イベント - 継続的ドライ・サイクル・イベントが検出された」をGUI422上に可聴にまたは視認可能にあるいはその両方で示すかまたは表示するアラートとすることができる。「ドライ・サイクル」は、ボイラの保持電力により生じることに留意されたい。ドライ・サイクルは、熱エネルギー流体移送システムがサービングする建物またはシステムから実際には真の加熱需要（例えば、エネルギー）が存在しないときに、熱エネルギー流体移送システムの内部の水温を維持するための、熱エネルギー流体移送システムの反復的着火である。水が、熱エネルギー流体移送システムの加熱回路の周りをポンピングされ続け、そして、ボイラが、所望の固定の流体温度を維持するために、配管システムからの熱損失を補償するために着火する場合、問題は悪化する。特に、ボイラが特大である場合において、春および秋の間、ボイラがオンおよびオフを切り替えるかまたは変調する傾向にあるとき、ドライ・サイクルは最悪の状態にある。

【0054】

1つの態様において、本明細書に記載されるような、熱エネルギー流体移送システムおよび推定/予測モデル化（または機械学習モデル化）におけるコグニティブ・熱エネルギー

10

20

30

40

50

ー評価は、教師あり学習、教師なし学習、時間差学習、強化学習等の多岐にわたる方法または方法の組合せを用いて行うことができる。本技術と共に用いることができる教師あり学習のいくつかの非限定的な例は、AODE (averaged one-dependence estimators)、人工ニューラル・ネットワーク、後方伝播、ベイズ統計、単純ベイズ分類器、ベイズ・ネットワーク、ベイズ・ナレッジ・ベース、事例ベース推論、決定木、帰納論理プログラミング、ガウス過程回帰、遺伝子発現プログラミング、データ・ハンドリングのグループ方法 (GMDH)、学習オートマトン、学習ベクトル量子化、最小メッセージ長 (決定木、決定グラフ等)、レイジー学習、インスタンスベースの学習、最近傍アルゴリズム、類推的モデリング、確率的で近似的に正しい (PAC) 学習、リップル・ダウン・ルール、知識取得方法、シンボリック機械学習アルゴリズム、サブシンボリック機械学習アルゴリズム、サポート・ベクター・マシン、ランダム・フォレスト、分類器アンサンブル、ブートストラップ・アグリゲーティング (バギング)、ブースティング (メタ・アルゴリズム)、順序分類、回帰分析、情報ファジー・ネットワーク (IFN)、統計分類、線形分類器、フィッシャーの線形判別、ロジスティック回帰、パーセプトロン、サポート・ベクター・マシン、二次分類器、k近傍法、隠れマルコフモデルおよびブースティングを含む。本技術と共に用いることができる教師なし学習のいくつかの非限定的な例は、人工ニューラル・ネットワーク、データ・クラスタリング、予測最大化、自己組織化マップ、放射基底関数ネットワーク、ベクトル量子化、生成トポグラフィック・マップ、情報ボトルネック方法、IBSEAD (分散型自律エンティティ・システム・ベースのインタラクション)、相関ルール学習、アプリオリ・アルゴリズム、エクラ・アルゴリズム、FP成長アルゴリズム、階層クラスタリング、単一リンクエッジ・クラスタリング、概念クラスタリング、分割クラスタリング、k平均アルゴリズム、ファジー・クラスタリングおよび強化学習を含む。時間差学習のいくつかの非限定的な例は、Q学習および学習オートマトンを含むことができる。この段落に記載された、教師あり、教師なし、時間差または他の機械学習の例のうちの任意のものに関する具体的な詳細は既知であり、本開示の範囲内にある。また、1つまたは複数の機械学習モデルを展開するとき、コンピューティング・デバイスは、まず、公共設定に展開される前に、制御された環境内で試験することができる。また、公共環境 (例えば、制御された試験環境の外部) に展開されているときであっても、コンピューティング・デバイスは、コンプライアンスについて監視することができる。

【0055】

1つの態様において、コンピューティング・システム12/コンピューティング環境402は、1つまたは複数の数学演算を含む場合がある数学演算または関数に従って (例えば、組み合わせられた変数の最小値、最大値または類似の閾値を求めること等によって、加算、減算、除算、乗算、標準偏差、算術平均、平均、パーセンテージ、統計分布を用いた統計モデル化を用いて、微分方程式または偏微分方程式を分析的または計算的に解いて) 1つまたは複数の計算を行うことができる。

【0056】

図5は、プロセッサによる熱エネルギー流体移送システムにおける信号曖昧性除去イベント検出 (例えば、曖昧性除去動作) を定義するための例示的な方法のグラフ図500である。すなわち、グラフ図500は、サンプルの建物内の、いくつかの異なる重大エネルギー・イベント (午前11時からの負荷イベントなし検出を含む、すなわち、建物が午前11時からの反復ドライ・サイクル信号によって明らかなように加熱需要を呈していないことを含む) を定義する、典型的な日毎のサンプルの建物のボイラT_{return}信号プロファイルの例を示し、ここで、負荷なし (エネルギー需要イベントなし) 検出は、熱エネルギー流体移送システムにおけるIoTセンサ・デバイスから収集された温度シグネチャを用いて行われる。グラフ図500は、例えばシステム開始時点およびシステム停止時点等の2つのイベント内で生じることができる熱エネルギー流体移送システムに係する1つまたは複数のイベントをプロットおよび定義することによって、プロセッサによりクラウド・コンピューティング環境内の熱エネルギー流体移送システム内のエネルギーを評価する例を示す。グラフ図500は、Y軸における温度 (摂氏で測定される) およびX軸

における期間（例えば、時間および分）を示す。例えば、ボイラ等の熱エネルギー流体移送システムの開始時点は、約 4 時間 21 分の第 1 の期間に開始され得、大需要イベント（例えば、エネルギー利用需要）までの温度上昇が第 2 の期間（例えば、5 時間 14 分）に検出され得る。すなわち、単なる例として、開始時点は、04:00 に、停止時点は 19:00 に観察され得る。グラフ図 500 において観察されるように、複数のエネルギー利用需要（「大需要イベント」）が示される。また、セット・ポイント、バーナ開始イベント、および異常需要イベント（「負荷なし」イベント）の検出も、熱エネルギー流体移送システムにおいて IoT センサ・デバイスから収集された温度信号を測定することによって示される。

【0057】

グラフ 500 は、本発明が、予測スケジュール（例えば、予測される日毎のスケジュール・ポリシ）と比較した熱エネルギー流体移送システムの任意の異常の識別を可能にするために、熱エネルギー流体移送システムの開始時点および停止時点の双方を検出することを示す。また、（例えば、日常動作中の）動作のスケジュール中の各エネルギー要求イベント（例えば、負荷イベント）および非エネルギー要求イベント（負荷なしイベント）を検出することができる。より詳細には、負荷イベントから負荷なしイベント（例えば、ボイラのドライ・サイクル）の遷移時点（変化点）を検出することができる。すなわち、変化点は、熱エネルギー流体移送システムがドライ・サイクルに向かう場所であり、すなわち、ボイラに着火させ、ループ損失（例えば、熱エネルギーがシステム・ループ内を循環する際に失われる）を生じさせる負荷のみがシステムに対し存在する点である。換言すれば、変化点は、エネルギーが必要とされるイベントから、エネルギーが必要とされないイベントへの遷移点とすることができる。変化点は、日毎に一貫性がある場合、一旦検出されると（そして、エネルギーを節減するために熱エネルギー流体移送システムを用いて作用されると）エネルギー浪費回避機会として検出することができる。

【0058】

また、コグニティブ・エネルギー評価分析をリアルタイムで行うことによって、定義されたルール（例えば、定義された会社方針、エネルギー利用閾値 / 値または動作スケジュール）に対し異常が検出された場合に、1 つまたは複数の様々なタイプのアラートを生成することもできる。異常は、予測されるシステム挙動におけるずれ、もしくは期間（例えば、日）内の経時的な負荷なし変化点における大きな転換（季節変化の始まりを示すものであり得る）の検出、またはその両方、あるいは継続的早期変化点（すなわち、その日のドライ・サイクル・イベントの始まり）観察のイベントにおけるサイジングに対するシステム設計も含むことができる。

【0059】

図 6 は、本発明の態様による、低圧温水（LPHW）システムにおいて機能する様々なユーザ・ハードウェアおよびコンピューティング・コンポーネントを示す図 600 である。LPHW システムは、例えば「ボイラ 1」等の 1 つまたは複数のボイラ、例えば IoT センサ S1 等の 1 つまたは複数の非侵入型 IoT センサ、フロー・ヘッド、リターン・ヘッド、ポンプ、加熱システム負荷（例えば、負荷 1 および負荷 n）を含むことができる。

【0060】

IoT センサ S1（例えば、IoT 対応温度センサ S1）は、性能（例えば、セット・ポイント、およびシステム需要推定値）のコグニティブ推定を可能にするために、例えば、ターゲット・パイプの選択されたパイプ・セクション（例えば、パイプ・ネットワークの戻りループ）の外側部分等、パイプに結合する（例えば、ストラップ固定）することができる。単一のデータ点（T_{return}）に対し実行する適切な温度信号検出動作を適用し、例えば、システム・セット・ポイント設定、複数のバーナ / ボイラ開始イベント、あるいは負荷需要なしイベントもしくは短サイクル需要イベントまたはその両方を含む場合があるシステム需要イベントの識別情報等の、1 つまたは複数の主要性能インジケータ（「KPI」）を特定するために、IoT センサ S1 からの様々な高周波数（例えば、例として毎分以下のサンプリング周波数等の、選択または定義された周波数を超える周波数）

10

20

30

40

50

の温度読み値を I o T 通信ネットワーク（例えば、I o T クラウド）に通信することができる。すなわち、I o T センサ S 1 からの様々な温度読み値は、I o T コンピューティング・システムの分析レイヤ内で実行中の適切な温度信号検出動作に適用するために、I o T 通信ネットワーク（例えば、I o T クラウド）に動的に通信することができる。検知の精度は、追加の検出イベントが生成され、検出動作が機械学習メカニズムを用いて微調整されるか、または学習されるか、あるいはその両方が行われる際に、経時的に改善することができる。また、機械学習モデルの支援を用いて、異常検出動作を適用して、1 つまたは複数の異常イベントを（例えば、リアルタイム / オンデマンドで）特定することができる。

【 0 0 6 1 】

更なる態様において、I o T 温度対応センサ S 1（例えば、I o T 対応温度センサ S 1）は、システムが負荷のない動作を実行している状態で、データ T r e t u r n のサンプリングを可能にするために、例えば、ポンプに戻る流体戻り線 / パイプの選択されたパイプ・セクションの外側部分等、パイプに結合する（例えば、ストラップ固定）することができる。

【 0 0 6 2 】

本発明は、式 1 による熱エネルギー流体移送システムのエネルギー流量パーセンテージに基づく。

$$H = Q \times C_p \times \rho \times (T_{flow} - T_{return}) \quad (1)$$

ここで、H は熱流量（例えば、キロワット K w）であり、C_p は（例えば、キログラムあたりのキロジュール（K J / K G 摂氏）で測定される）比熱容量であり、ρ は密度（k g / m³、ここで、k g はキログラムであり、m はメートルである）であり、Q は流量（m³ / s、ここで、s は秒である）である。流体流量（「q」または「Q」）は、I o T 温度対応センサ S 1 によって特定することができる。流体流量（「q」または「Q」）を特定する際、データ T r e t u r n に影響を及ぼし得る負荷イベントを検出することができる。1 つの態様において、T r e t u r n は、共通リターン・ヘッダにおいて測定される、供給される温水 / 冷水の戻り温度である。T f l o w は、供給される温水 / 冷水の流れ温度である。

【 0 0 6 3 】

流れ温度（T f l o w）および流体流量（q）は、動作中、一定の定常状態に留まるため、戻り温度（T r e t u r n）を用いて、式 2 によって与えられるように、システム需要および負荷の客観的かつ比較による特定を行うことができる。

$$H = T_{return} \quad (2)$$

【 0 0 6 4 】

個々の流体移送ポンピング・システム毎に、システム・エネルギー評価を行う手段として、例えば、B M S または H i s t o r i a n ウェアハウス等の、既存のリソース・インフラストラクチャ内のデータ・オブジェクトを識別し、これにアクセスすることによって、または独立した I o T 温度センサ（例えば、I o T 温度対応センサ S 1）の展開によって、T r e t u r n の高周波数サンプリング（サンプリングが 1 分未満で生じる）をセットアップすることができることに留意すべきである。サンプリングされたデータは、クラウド・コンピューティング環境に通信し保存することができ、十分なトレーニング・データを取得するために、最大で選択された期間（例えば、1 カ月）にわたってデータをサンプリングし続けることができる。本明細書において、熱エネルギー流体移送システムの挙動の学習について記載されているように、トレーニング・データを用いて、熱エネルギー流体移送システムのための調整閾値レベルを生成することができる。トレーニング・データに従って熱エネルギー流体移送システムが調整されると、選択された期間（例えば、24 時間）中のシステム異常を報告するために、信号曖昧性除去検出イベントに対し、ルール・ベースのデータ分析動作を適用することができる。

【 0 0 6 5 】

このため、温度センサ（I o T クラウド対応センサ）を、温度信号を継続的にサンプリ

10

20

30

40

50

ングしている流体移送ポンプから既知の距離だけ離れた場所に配置することができる。温度信号データは、(或るレベルの統計的确实性で、または定義されたレベルで)検出されると、特定されるか、または計算されるか、あるいはその両方を行うことができる。サンプリングされた戻り温度(T_{return})データは、コグニティブ・エネルギー評価のための、学習された挙動(例えば、トレーニング・データ)、エネルギー閾値標準/値、パイプ寸法、パイプ材料、流体密度および周囲温度、1つまたは複数のIoTセンサ、またはそれらの組合せに基づいて、予測戻り温度(T_{return})データと比較することができる。適用された分析動作に基づいて、システムから合格/失格アラートを生成することができる。すなわち、コグニティブ・エネルギー評価報告は、例えば、インターネットベースのコンピューティング・システムの、インタラクティブ・グラフィカル・ユーザ・インタフェース(「GUI」)等に提供することができる。

10

【0066】

次に、図7を参照すると、熱エネルギー流体移送システムにおける教師あり学習フェーズ中の選択された期間にわたって温度信号を比較した出力結果のグラフ図700が示される。示されるように、比較サンプル T_{return} (図6を参照)のサンプル時系列(グラフ500の温度信号に類似している)は、2つの異なる建物のLPHWシステムから1週間にわたってサンプリングすることができる。2つの異なるLPHWシステム間の変動性を所与として、教師あり学習フェーズを用いて、システム固有の異なる需要およびプロビジョニング・プロファイルを広めることができる。教師あり学習フェーズを用いて、特定の変化率を生成し、次にこれを個々のシステム内の進行中の異常検出についてリアルタイムで適用することができる。

20

【0067】

次に図8を参照すると、モノのインターネット(IoT)コンピューティング・ネットワーク内の熱エネルギー流体移送システムにおける教師あり学習フェーズのブロック・フロー図800が示される。機能800は、マシン上の命令として実行される方法として実装することができる。ここで、命令は、少なくとも1つのコンピュータ可読媒体または1つの非一過性マシン可読ストレージ媒体上に含まれる。ブロック802におけるように、機能800は、特定の熱エネルギー流体移送システムについて開始することができる。ブロック804におけるように、トレーニング・データは、熱エネルギー流体移送システムにおける1つまたは複数の選択された位置に配置された1つまたは複数の非侵入型モノのインターネット(IoT)センサによって選択された期間にわたって収集された温度信号を用いてサンプリングする(例えば、未加工データであり得るトレーニング・データを取り込む)ことができる。サンプリングは、選択された期間(例えば、少なくとも4週間)にわたる T_{return} の高周波数サンプリングとすることができる。1つの態様において、共通ヘッダLPHW戻り温度(T_{return})は、BMS、または1つもしくは複数の非侵入型モノのインターネット(IoT)センサの展開から直接取得することができる。ブロック806におけるように、収集されたサンプリング・データのデータには、前処理(例えば、データのノイズ除去、正規化、時間間隔あたりの勾配計算等)を行うことができる。ブロック808におけるように、熱エネルギー流体移送システムの挙動の教師あり学習を学習することができる。温度信号プロファイル・データを取り込み、実際のイベント検出開始タイムスタンプでタグ付けすることができる。コグニティブ・エネルギー評価動作は、1つまたは複数のシステム・パラメータを抽出するために、複数の一次導関数閾値に分類された時間間隔、変化率、およびデッドバンド変化率(デッドバンドは、デバイスまたはコンピュータが変化を登録するために測定値が変動しなくてはならない所与の範囲または量の最小パーセンテージとすることができる)に基づいて行うことができる。ブロック810におけるように、学習フェーズ出力を行うことができる。出力は、クラウド環境に動的に通信されるか、保存されるか、またはコンピュータのGUIにレポートとして提供されるか、あるいはそれらの組合せを行うことができる。

30

40

【0068】

図9は、熱エネルギー流体移送システムにおける、日毎の T_{return} 信号時系列内の

50

ボイラ開始イベント（分野の専門知識ではない）を識別するための、サンプルのグラント・トゥールズ・タギング例のグラフ図 9 0 0 である。グラフ図 5 0 0 と類似して、温度信号が、選択された期間（例えば、1 時間毎の期間）中の複数のタグ付されたイベント開始タイムスタンプで示される。

【 0 0 6 9 】

図 1 0 は、モノのインターネット（I o T）コンピューティング・ネットワークにおける熱エネルギー流体移送システムのスケジューリングされたコグニティブ・エネルギー評価のブロック・フロー図である。機能 1 0 0 0 は、マシン上の命令として実行される方法として実装することができる。ここで、命令は、少なくとも 1 つのコンピュータ可読媒体または 1 つの非一過性マシン可読ストレージ媒体上に含まれる。ブロック 1 0 0 2 におけるように、機能 1 0 0 0 は、選択された熱エネルギー流体移送システム（例えば、システム「A」）のためのデータを収集するかまたは「取り込む」ことによって開始することができる。すなわち、データは、熱エネルギー流体移送システムにおける 1 つまたは複数の選択された位置に配置された 1 つまたは複数の非侵入型モノのインターネット（I o T）センサによって選択された期間にわたって収集された温度信号を用いてサンプリングすることができる。サンプリングは、選択された期間にわたる T_{return} の高周波数サンプリングとすることができる。1 つの態様において、共通ヘッダ L P H W 戻り温度（ T_{return} ）は、B M S、または 1 つもしくは複数の非侵入型モノのインターネット（I o T）センサの展開から直接取得することができる。ブロック 1 0 0 4 におけるように、収集データのデータには、前処理（例えば、データのノイズ除去、正規化、時間間隔あたりの勾配計算等）を行うことができる。ブロック 1 0 0 6 におけるように、イベント検出動作を実行して、1 つまたは複数のタイプのイベントを識別することができる。ブロック 1 0 0 8 におけるように、コグニティブ・イベント検出動作の出力レポート（図 1 1 を参照）（例えば、「日毎の出力レポート」）を用いることができる（図 8 のブロック 8 1 0 の「学習フェーズ出力」も参照）。例えば、現在サンプリングされている戻り温度（ T_{return} ）を、学習フェーズ中に学習もしくは確立された予測戻り温度（ T_{return} ）値または閾値と比較することができる。任意のずれまたは差異は、異常または浪費エネルギー利用動作としてコグニティブに認識することができる。出力レポート（例えば、日毎の出力レポート）は、クラウド環境に動的に通信されるか、保存されるか、またはコンピュータの G U I にレポートとして提供されるか、またはそれらの組合せを行うことができる。ブロック 1 0 1 0 におけるように、コンプライアンス異常アラートが発行される場合がある。システム制御ポリシーを用いて（例えば、システム・プロファイル、挙動、ポリシー、エネルギー・コンプライアンス要件、エネルギー利用閾値、エネルギー利用値、またはエネルギー利用標準等を含むことができるデータで埋められた静的テーブル/マスタ・テーブル）、コンプライアンス異常アラートを支援することができる。ブロック 1 0 1 2 におけるように、コンプライアンス異常アラートがシステム制御ポリシー内にあるか否かを特定するために、特定動作を行うことができる。ブロック 1 0 1 4 におけるように、コンプライアンス異常アラートがシステム制御ポリシー内でない場合、失格アラート（通知/警告）を生成することができる。例えば、失格アラートは、金曜午前 2 : 5 5 のボイラがイネーブルにされた時間が、通常予期される時間/イネーブルメント制限外にあることを示す場合がある。

【 0 0 7 0 】

図 1 1 は、モノのインターネット（I o T）コンピューティング・ネットワークにおける熱エネルギー流体移送システムのコグニティブ・エネルギー評価の出力レポート 1 1 0 0 を示す図である。1 つの態様において、出力レポートは、図 1 0 に記載されるように生成することができる。出力レポート（例えば、日毎の出力レポート）は、クラウド環境に動的に通信されるか、保存されるか、またはコンピュータの G U I にレポートとして提供されるか、またはそれらの組合せを行うことができる。出力レポートは、1 つまたは複数の選択された列を含むことができ、これは例えば、日付、月、システム・イネーブル時間、システム・ディセーブル時間、およびシステム負荷なし開始時間、およびユーザが定義

10

20

30

40

50

した多岐にわたる他の選択トピックを含むことができる。出力レポート 1 1 0 0 に示されるように、出力レポートは、ボイラのスケジューリング異常についての毎日の報告を用いて、システム・イネーブル時間を示す。例えば、アラート・フラグ（「flag*」）が 1 7 日金曜に設定され、これは、システム・ポリシーからのずれ（例えば、予測されるシステム・イネーブル開始時間ポリシーに基づいて、システム・イネーブル時間が予測される開始時間外である）に基づいて、早期開始の異常を示す。別の例として、出力レポート 1 1 0 0 は、システム負荷なし開始の異常を示す。アラート・フラグは、1 7 日金曜に設定され、これは、システム・ポリシーからのずれ（例えば、負荷なし検出が予測される通常の時期外にある）に基づいて、早期負荷なし検出の異常を示す。

【0071】

図 1 2 は、示される実施形態の様々な態様を実施することができる、プロセッサによる熱エネルギー流体移送システムにおけるコグニティブ・エネルギー評価のための方法 1 2 0 0 である。機能 1 2 0 0 は、マシン上の命令として実行される方法として実装することができる。ここで、命令は、少なくとも 1 つのコンピュータ可読媒体または 1 つの非一過性マシン可読ストレージ媒体上に含まれる。機能 1 2 0 0 はブロック 1 2 0 2 において開始することができる。ブロック 1 2 0 4 におけるように、加熱サービス、冷却サービス、またはそれらの組合せに関連付けられた熱エネルギー流体移送システムの挙動を、収集データに従って学習して、1 つまたは複数のエネルギー利用イベントを識別することができる。ブロック 1 2 0 6 におけるように、学習された挙動に従って、熱エネルギー流体移送システムにおける 1 つまたは複数の選択された位置に配置された 1 つまたは複数の非侵入型モノのインターネット（IoT）センサによって選択された期間にわたって収集された温度信号を用いるか、またはこれに曖昧性除去動作（例えば、曖昧性除去イベント検出動作）を適用するか、あるいはその両方を行うことによって、エネルギー利用評価動作を実行して、1 つまたは複数のエネルギー利用浪費イベントを識別することができる。曖昧性除去動作は、温度信号を 1 つまたは複数のタイプのイベントに分けることと、温度信号を分析して、1 つまたは複数のタイプのイベントについてシグネチャを得ることとを含むことができる。各タイプのイベントのシグネチャを学習および使用することができる。機能 1 2 0 0 は、ブロック 1 2 0 8 において終了することができる。

【0072】

1 つの態様において、図 1 2 の少なくとも 1 つのブロックと組み合わせるか、またはその一部として、あるいはその両方において、方法 1 2 0 0 の動作は、以下の各々を含むことができる。方法 1 2 0 0 の動作は、1 つまたは複数の非侵入型 IoT センサからのフィードバック情報を用いて機械学習メカニズムを初期化して、熱エネルギー流体移送システムのエネルギー利用プロファイルを提供すること、収集データに従って 1 つまたは複数のエネルギー利用調整閾値を生成すること、1 つまたは複数の非侵入型 IoT センサによって選択された期間にわたって継続的に温度データをサンプリングすること、またはその組合せを実行することを含むことができる。機械学習メカニズムを、フィードバック情報を用いて実施し、熱エネルギー流体移送システムのエネルギー出力のコグニティブ推定値を提供することができる。

【0073】

方法 1 2 0 0 の動作は、1 つまたは複数の現在のエネルギー利用イベントの温度信号を 1 つまたは複数のエネルギー利用調整閾値と比較して、1 つまたは複数のエネルギー利用浪費イベントを識別することを含むことができる。

【0074】

方法 1 2 0 0 の動作は、動作のスケジュールについて、熱エネルギー流体移送システム開始時間および熱エネルギー流体移送システム停止時間を特定して、1 つまたは複数のエネルギー利用浪費イベントを識別すること、動作のスケジュール中のエネルギー要求イベント（例えば、熱エネルギー流体移送システムに対するエネルギー負荷）および非エネルギー要求イベント（例えば、熱エネルギー流体移送システムに対するエネルギー負荷なし）を推定すること、動作のスケジュール中の予測されない変化点を特定することであって

10

20

30

40

50

、変化点は、エネルギー要求イベントから非エネルギー要求イベントへの遷移である、特定すること、またはこれらの組合せを実行することを含むことができる。1つまたは複数のエネルギー利用浪費イベントの識別情報を示すアラート（例えば、合格／失格アラート）を生成することができる。また、エネルギー利用評価の結果を、熱エネルギー流体移送システムのためのインタラクティブ・グラフィカル・ユーザ・インタフェース（GUI）を介してユーザに提供することができる。

【0075】

本発明は、システム、方法、またはコンピュータ・プログラム製品、あるいはその組合せとすることができる。コンピュータ・プログラム製品は、プロセッサに本発明の態様を実行させるためのコンピュータ可読プログラム命令をその上に有するコンピュータ可読ストレージ媒体（単数または複数）を含むことができる。

【0076】

コンピュータ可読ストレージ媒体は、命令実行デバイスにより使用される命令を保持および格納できる有形デバイスとすることができる。コンピュータ可読ストレージ媒体は、例えば、これらに限定されるものではないが、電子記憶装置、磁気記憶装置、光学記憶装置、電磁気記憶装置、半導体記憶装置、または上記のいずれかの適切な組合せとすることができる。コンピュータ可読ストレージ媒体のより具体的な例の非網羅的なリストとして、以下のもの：すなわち、ポータブル・コンピュータ・ディスク、ハードディスク、ランダム・アクセス・メモリ（RAM）、読み出し専用メモリ（ROM）、消去可能プログラム可能読み出し専用メモリ（EPROMまたはフラッシュ・メモリ）、スタティック・ランダム・アクセス・メモリ（SRAM）、ポータブル・コンパクト・ディスク読み出し専用メモリ（CD-ROM）、デジタル多用途ディスク（DVD）、メモリ・スティック、フロッピー・ディスク、パンチカードもしくは命令がそこに記録された溝内の隆起構造のような機械的にエンコードされたデバイス、および上記の任意の適切な組合せが挙げられる。本明細書で使用される場合、コンピュータ可読ストレージ媒体は、電波、または他の自由に伝搬する電磁波、導波管もしくは他の伝送媒体を通じて伝搬する電磁波（例えば、光ファイバ・ケーブルを通る光パルス）、またはワイヤを通して送られる電気信号等の、一過性信号自体として解釈されない。

【0077】

本明細書で説明されるコンピュータ可読プログラム命令は、コンピュータ可読ストレージ媒体からそれぞれのコンピューティング／処理デバイスに、あるいは、例えばインターネット、ローカル・エリア・ネットワーク、広域ネットワーク、もしくは無線ネットワーク、またはその組合せ等のネットワークを介して外部コンピュータまたは外部ストレージ・デバイスにダウンロードすることができる。ネットワークは、銅伝送ケーブル、光伝送ファイバ、無線伝送、ルータ、ファイアウォール、スイッチ、ゲートウェイ・コンピュータ、またはエッジ・サーバ、あるいはその組合せを含むことができる。各コンピューティング／処理デバイスにおけるネットワーク・アダプタ・カードまたはネットワーク・インタフェースは、ネットワークからコンピュータ可読プログラム命令を受け取り、コンピュータ可読プログラム命令を転送して、それぞれのコンピューティング／処理デバイス内のコンピュータ可読ストレージ媒体内に格納する。

【0078】

本発明の動作を実行するためのコンピュータ可読プログラム命令は、アセンブラ命令、命令セットアーキテクチャ（ISA）命令、マシン命令、マシン依存命令、マイクロコード、ファームウェア命令、状態設定データ、または、Smalltalk、C++等のオブジェクト指向プログラミング言語、および、「C」プログラミング言語もしくは類似のプログラミング言語等の通常の手続き型プログラミング言語を含む1つもしくは複数のプログラミング言語の任意の組合せで記述されたソース・コードもしくはオブジェクトコードとすることができる。コンピュータ可読プログラム命令は、完全にユーザのコンピュータ上で実行される場合もあり、一部がユーザのコンピュータ上で、独立型ソフトウェア・パッケージとして実行される場合もあり、一部がユーザのコンピュータ上で実行され、一部

10

20

30

40

50

が遠隔コンピュータ上で実行される場合もあり、または完全に遠隔コンピュータもしくはサーバ上で実行される場合もある。最後のシナリオにおいて、遠隔コンピュータは、ローカル・エリア・ネットワーク（LAN）もしくは広域ネットワーク（WAN）を含む任意のタイプのネットワークを通じてユーザのコンピュータに接続される場合もあり、または（例えば、インターネットサービスプロバイダを用いたインターネットを通じて）外部コンピュータへの接続がなされる場合もある。いくつかの実施形態において、例えば、プログラム可能論理回路、フィールド・プログラム可能ゲート・アレイ（FPGA）、またはプログラム可能論理アレイ（PLA）を含む電子回路は、コンピュータ可読プログラム命令の状態情報を用いて、電子回路を個人化することによりコンピュータ可読プログラム命令を実行し、本発明の態様を実施することができる。

10

【0079】

本発明の態様は、本発明の実施形態による方法、装置（システム）およびコンピュータ・プログラム製品のフローチャート図またはブロック図、あるいはその両方を参照して本明細書にて説明される。フローチャート図またはブロック図、あるいはその両方の各ブロック、ならびにフローチャート図またはブロック図、あるいはその両方内のブロックの組合せは、コンピュータ可読プログラム命令によって実装できることが理解されるであろう。

【0080】

これらのコンピュータ可読プログラム命令は、コンピュータまたは他のプログラム可能データ処理装置のプロセッサによって実行される命令が、フローチャートまたはブロック図、あるいはその両方の1つまたは複数のブロック内で指定された機能／動作を実施するための手段を作り出すように、汎用コンピュータ、専用コンピュータ、または他のプログラム可能データ処理装置のプロセッサに与えられて、マシンを作り出すものであってよい。これらのコンピュータ・プログラム命令は、命令が格納されたコンピュータ可読媒体が、フローチャートまたはブロック図、あるいはその両方の1つまたは複数のブロックにおいて指定された機能／動作の態様を実施する命令を含む製品を含むように、コンピュータ可読ストレージ媒体内に格納され、コンピュータ、プログラム可能データ処理装置、または他のデバイス、あるいはその組合せに特定の方式で機能するように指示することができるものであってよい。

20

【0081】

コンピュータ可読プログラム命令は、コンピュータ、他のプログラム可能装置、または他のデバイス上で実行される命令が、フローチャートまたはブロック図、あるいはその両方の1つまたは複数のブロックにおいて指定された機能／動作を実施するように、コンピュータ実施プロセスを生成すべく、コンピュータ、他のプログラム可能データ処理装置、または他のデバイス上にロードされ、コンピュータ、他のプログラム可能装置、または他のデバイス上で一連の動作ステップを実行させるものであってよい。

30

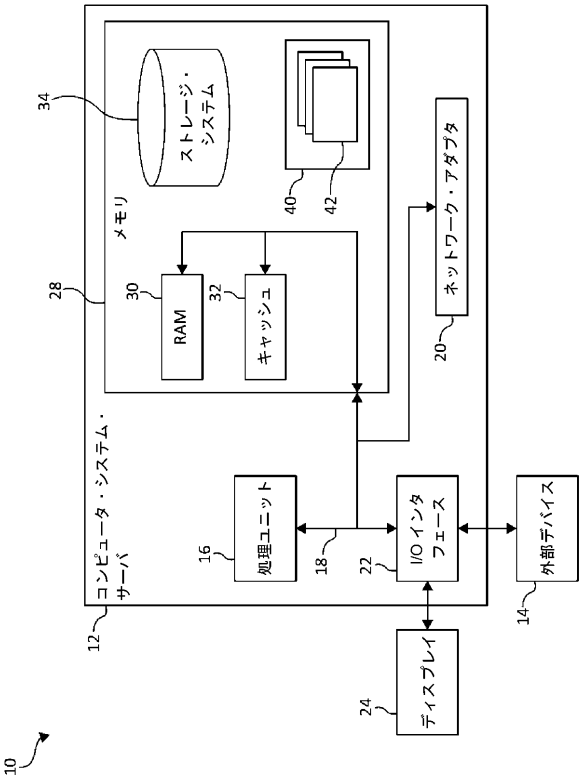
【0082】

図面内のフローチャートおよびブロック図は、本発明の種々の実施形態による、システム、方法、およびコンピュータ・プログラム製品の可能な実装の、アーキテクチャ、機能および動作を示す。この点に関して、フローチャートまたはブロック図内の各ブロックは、指定された論理機能を実装するための1つまたは複数の実行可能命令を含む、モジュール、セグメント、または命令の一部を表すことができる。いくつかの代替的な実装において、ブロック内に示される機能は、図に示される順序とは異なる順序で生じることがある。例えば、連続して示される2つのブロックは、関与する機能に応じて、実際には実質的に同時に実行されることもあり、またはこれらのブロックは時として逆順で実行されることもある。ブロック図またはフローチャート図、あるいはその両方の各ブロック、およびブロック図またはフローチャート図、あるいはその両方内のブロックの組合せは、指定された機能もしくは動作を実行する、または専用のハードウェアとコンピュータ命令との組合せを実行する、専用ハードウェア・ベースのシステムによって実装できることに留意されたい。

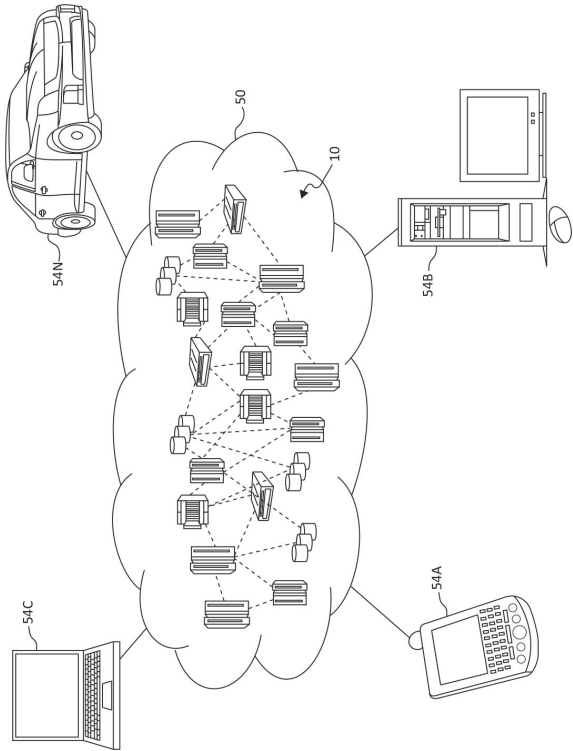
40

【図面】

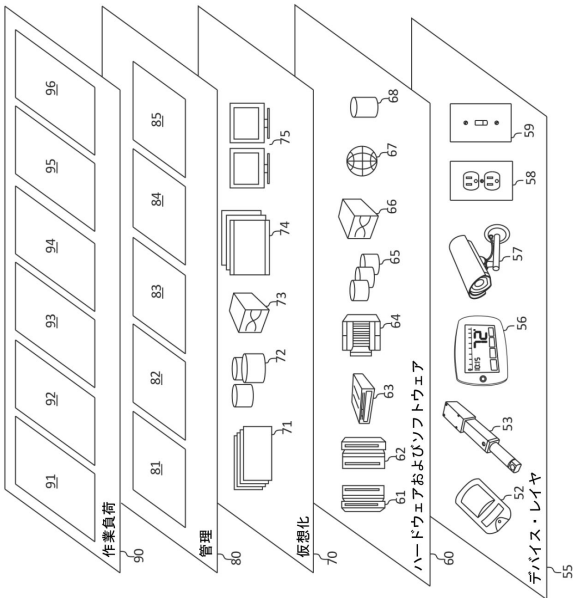
【図 1】



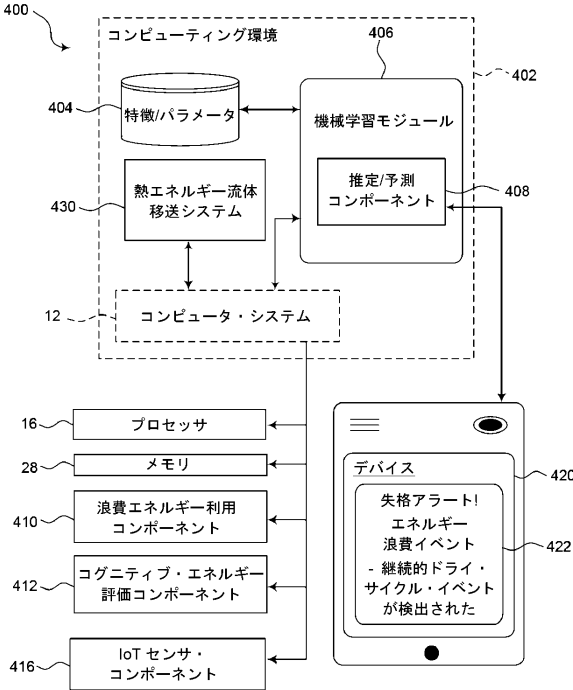
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

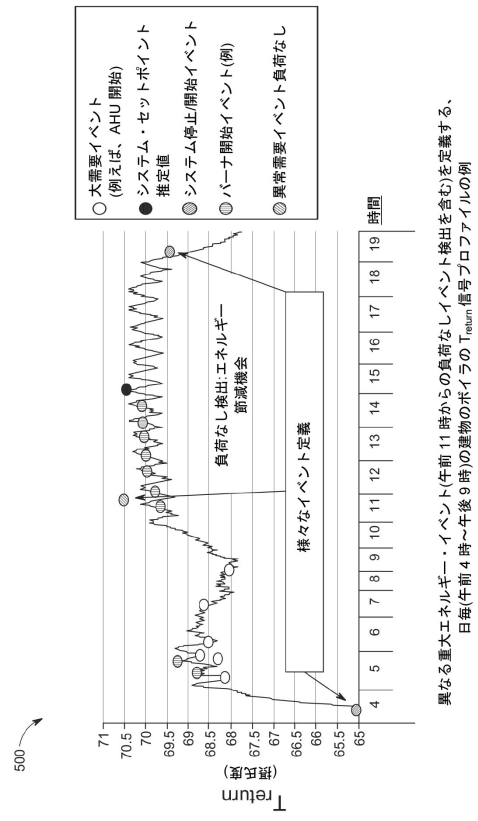
20

30

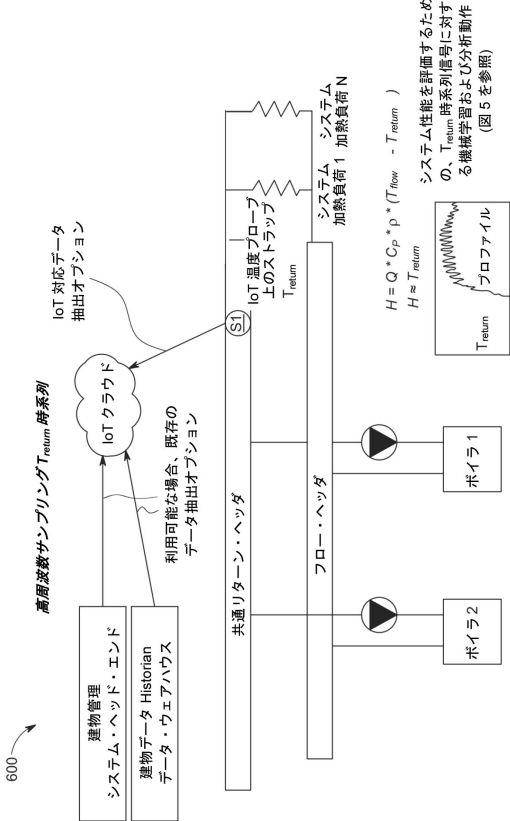
40

50

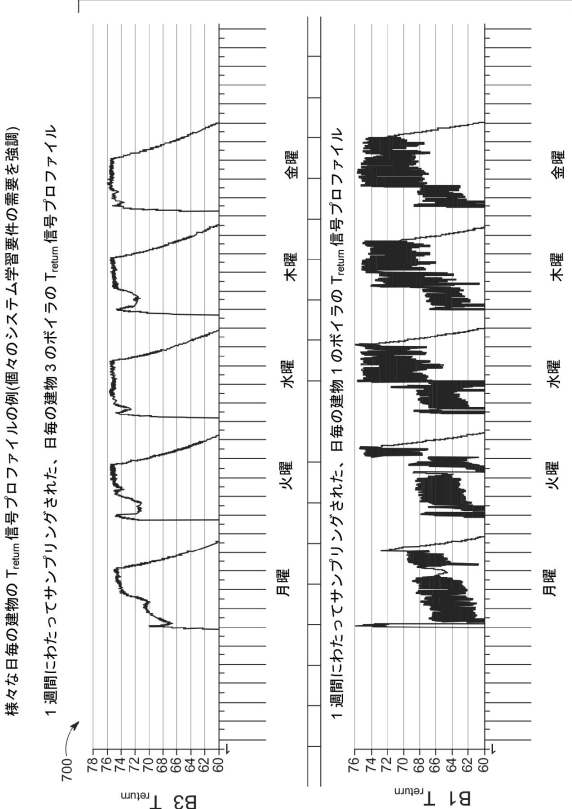
【図 5】



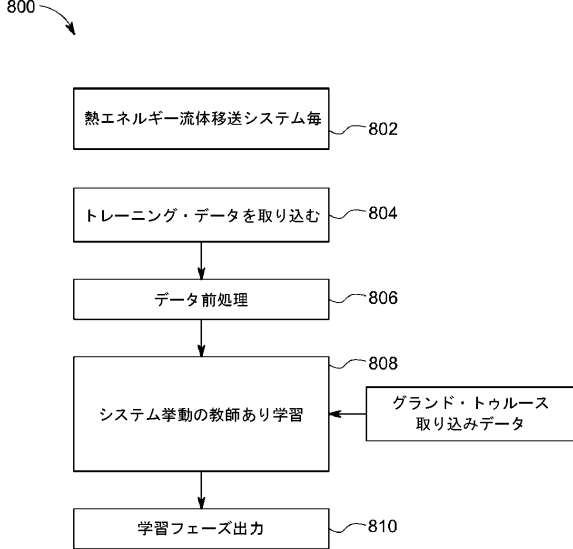
【図 6】



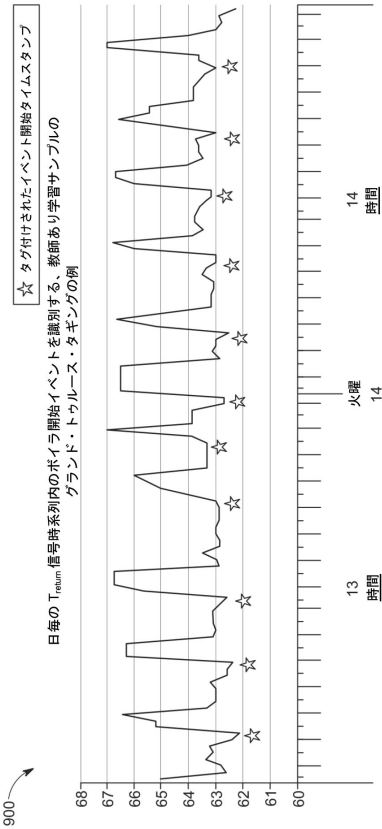
【図 7】



【図 8】



【図 9】



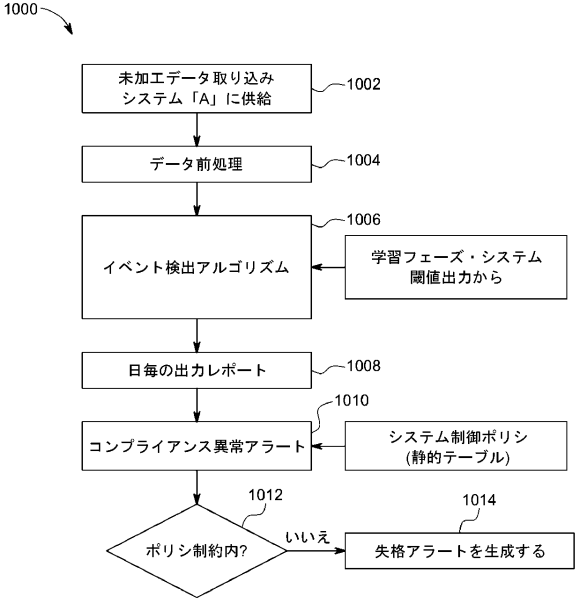
【図 11】

	SYS_OUTOFHOURS_EVENTS	SYS_NOLOAD_START	SYS_HIDEMAND_EVENTS	SYSRUNUP_TIME	SYSDISABLE_TIME	SYSENABLE_TIME	BOILERDAILY_STARTS	SYS_CUTOFF_TEMP	MISSING_VAL	NO_OFVALS	WDAY	MONTH	DAY
	0	NA	0	1	NA	NA	0	0	25.90%	1440	SUN	FEB	12
	0	16:30	37	46	19:26	00:59	59	67.59	27.43%	1440	MON	FEB	13
	0	16:49	33	28	18:32	04:58	52	69.9	28.06%	1440	TUE	FEB	14
	0	18:22	8	29	18:37	04:57	48	70.63	26.39%	1440	WED	FEB	15
	0	16:39	19	19	19:14	04:57	52	70.69	28.13%	1440	THURS	FEB	16
	0	14:27	6	30	18:06	02:55	41	73.08	27.71%	1440	FRI	FEB	17
	0	NA	0	1	NA	NA	0	0	25.76%	1440	SAT	FEB	18
	0	NA	0	1	NA	NA	0	0	29.17%	1440	SUN	FEB	19
	0	18:16	17	55	19:21	00:57	50	72.94	29.88%	1439	MON	FEB	20

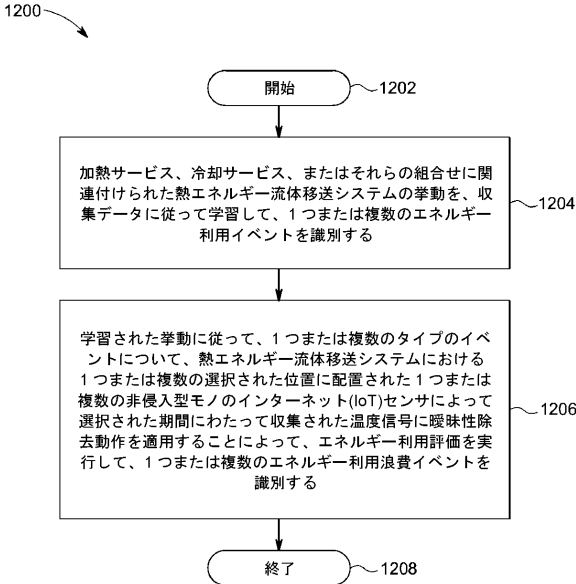
ボイラのための日毎の報告
スケジューリング異常フラグ
17日金曜・ポリシー外の早期開始

フラグ*17日金曜:
早期負荷なし検出:
予期される通常の時期外

【図 10】



【図 12】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

G 1 6 Y 40/10 (2020.01)

F I

G 1 6 Y 20/10

G 1 6 Y 40/10

(72)発明者 ブレディ、ニアル

アイルランド 15 ダブリン モルハダート ダマスタウン インダストリアル エステイト テクノ
ロジーキャンパス

(72)発明者 バルメス、パウリート

アイルランド 15 ダブリン モルハダート ダマスタウン インダストリアル エステイト テクノ
ロジーキャンパス

審査官 金田 孝之

(56)参考文献

特表 2 0 1 6 - 5 2 6 1 4 9 (J P , A)

特開 2 0 0 5 - 0 0 9 7 0 1 (J P , A)

特開 2 0 1 7 - 0 6 7 3 7 5 (J P , A)

特開 2 0 0 5 - 3 0 1 5 8 2 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 7 / 0 2 2 3 1 2 (W O , A 1)

国際公開第 2 0 1 5 / 1 8 4 1 2 3 (W O , A 1)

特表 2 0 1 7 - 5 3 5 0 0 6 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

G 0 6 F 1 1 / 3 0 - 1 1 / 3 4

G 0 5 B 2 3 / 0 2

G 1 6 Y 4 0 / 1 0

F 2 4 D 3 / 0 0