(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2024-507383
(P2024-507383A)
(43)公表日　令和6年2月19日(2024.2.19)

(51)国際特許分類	FI			テーマコード（参考）
G05B 23/02 (2006.01)	G05B	23/02	Z	3C223

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全21頁）

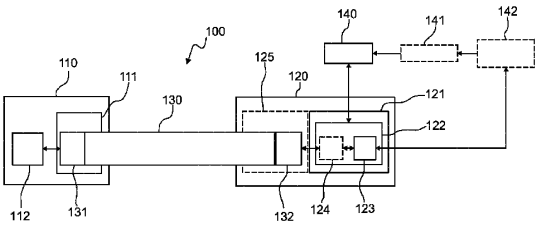
(21)出願番号　特願2023-551743(P2023-551743)
(86)(22)出願日　令和4年2月25日(2022.2.25)
(85)翻訳文提出日　令和5年8月24日(2023.8.24)
(86)国際出願番号　PCT/EP2022/054843
(87)国際公開番号　WO2022/180234
(87)国際公開日　令和4年9月1日(2022.9.1)
(31)優先権主張番号　21159659.8
(32)優先日　令和3年2月26日(2021.2.26)
(33)優先権主張国・地域又は機関
欧州特許庁(EP)
(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,
最終頁に続く

(71)出願人　508020155
ビーエーエスエフ ソシエタス・ヨーロピア
ＢＡＳＦ ＳＥ
ドイツ連邦共和国 ６７０５６ ルードウィッヒスハーフェン・アム・ライン カールーボッシューストラーセ ３８
Ｃａｒｌ－Ｂｏｓｃｈ－Ｓｔｒａｓｓｅ ３８，６７０５６ Ｌｕｄｗｉｇｓｈａｆｅｎ ａｍ Ｒｈｅｉｎ，Ｇｅｒｍａｎｙ
(74)代理人　110001195
弁理士法人深見特許事務所
(72)発明者　ガウ，セバスチャン
ドイツ連邦共和国、６７０５６ ルード
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　プラントプロセスデータを処理するためのエッジコンピューティングデバイス

(57)【要約】
本発明は、プラント制御システム（１１０）を含む工業プラントの生産プロセスに関して取得されたデータ（１１２）を処理するためのエッジコンピューティングデバイス（１２０）であって、制御システムは、サーバ（１１１）を含む、エッジコンピューティングデバイス（１２０）に関する。デバイスは、データをシステムから受信するためにサーバに通信可能に結合されるように構成された第１のユニット（１２５）を含む。第２のユニット（１２１）は、コンテナを第２のユニットで実行するように構成されたコンテナランタイム環境（１２２）を提供するように構成される。プロセスコンテナ（１２３）は、その環境で実行されるように構成され、プロセスコンテナは、プロセスコンテナの内部で実行される場合、工業プラントの生産プロセスに関して取得されたデータを処理するように構成されたプログラムを含む。第１のユニットは、受信されたデータをその環境に提供するために第２のユニットに通信可能に結合され、プログラムは、提供されたデータを処理するように構成される。

FIG.1



【特許請求の範囲】
【請求項１】
プラント制御システム（１１０）を含む工業プラントの生産プロセスに関して取得されたプラントプロセスデータ（１１２）を処理するためのエッジコンピューティングデバイス（１２０）であって、前記プラント制御システム（１１０）は、インタフェースサーバ（１１１）を含み、前記エッジコンピューティングデバイス（１２０）は、
－　前記プラントプロセスデータ（１１２）を前記プラント制御システム（１１０）から受信するために前記インタフェースサーバ（１１１）に通信可能に結合されるように構成されたインタフェースコンピューティングユニット（１２５）と、
－　コンテナコンピューティングユニット（１２１）であって、前記コンテナコンピューティングユニット（１２１）でコンテナを実行するように構成されたコンテナランタイム環境（１２２）を提供するように構成されたコンテナコンピューティングユニット（１２１）と、
－　前記コンテナランタイム環境（１２２）で実行されるように構成されたプロセスコンテナ（１２３）であって、前記プロセスコンテナ（１２３）の内部で実行される場合、前記工業プラントの生産プロセスに関して取得されたプラントプロセスデータ（１１２）を処理するように構成された処理プログラムを含むプロセスコンテナ（１２３）と
を含み、前記インタフェースコンピューティングユニット（１２５）は、前記受信されたプラントプロセスデータ（１１２）を前記コンテナランタイム環境（１２２）に提供するために前記コンテナコンピューティングユニット（１２１）に通信可能に結合され、前記処理プログラムは、前記提供されたプラントプロセスデータ（１１２）を処理するように構成される、エッジコンピューティングデバイス（１２０）。
【請求項２】
前記インタフェースコンピューティングユニット（１２５）は、プロトコルコンバータ（１３０）を介して前記インタフェースサーバ（１１１）に通信可能に結合され、前記プロトコルコンバータ（１３０）は、前記プラントプロセスデータ（１１２）を分離及びトンネリングし、且つ前記プラントプロセスデータ（１１２）を、前記インタフェースサーバ（１１１）で利用されるデータ形式から、前記インタフェースコンピューティングユニット（１２５）によって利用されるデータ形式に変換するように構成される、請求項１に記載のエッジコンピューティングデバイス（１２０）。
【請求項３】
プロトコルコンバータ（１３０）は、前記インタフェースサーバ（１１１）においてレガシーデータ形式で提供されたプラントプロセスデータ（１１２）を現代のデータ形式に変換するように構成される、請求項１に記載のエッジコンピューティングデバイス（１２０）。
【請求項４】
前記プロトコルコンバータ（１３０）は、前記プラントプロセスデータ（１１２）にオープンプラットフォーム通信統合アクセス（ＯＰＣ　ＵＡ）ラッパーを適用することにより、前記インタフェースサーバ（１１１）においてオープンプラットフォーム通信データアクセス（ＯＰＣ　ＤＡ）データ形式で提供された前記プラントプロセスデータ（１１２）を変換するように構成されるオープンプラットフォーム通信データアクセス／統合アクセス（ＯＰＣ　ＤＡ／ＵＡ）コンバータを含む、請求項２に記載のエッジコンピューティングデバイス（１２０）。
【請求項５】
前記処理プログラムは、前記プラントプロセスデータ（１１２）の前記処理に基づいて前記工業プラントを制御又は最適化するためにプラント制御データを提供するように構成され、前記コンテナコンピューティングユニット（１２１）は、前記プラント制御データを前記インタフェースコンピューティングユニット（１２５）に提供するために前記インタフェースコンピューティングユニット（１２５）に通信可能に結合され、前記インタフェースコンピューティングユニット（１２５）は、前記工業プラントの前記プラント制御

システム（１１０）での実装のため、前記プラント制御データ（１１２）を前記インタフェースサーバ（１１１）に提供するために前記インタフェースサーバ（１１１）と通信可能に結合される、先行する請求項のいずれか１項に記載のエッジコンピューティングデバイス（１２０）。

【請求項６】

前記インタフェースコンピューティングユニット（１２５）は、プロトコルコンバータ（１３０）を介して前記インタフェースサーバ（１１１）に通信可能に結合され、前記プロトコルコンバータ（１３０）は、前記プラント制御データを分離及びトンネリングし、且つ前記プラント制御データを、前記インタフェースコンピューティングユニット（１２５）で利用されるデータ形式から、前記インタフェースサーバ（１１１）によって利用されるデータ形式に変換するように構成される、請求項５に記載のエッジコンピューティングデバイス（１２０）。

【請求項７】

前記プロトコルコンバータ（１３０）は、現代のデータ形式で提供された前記プラント制御データをレガシーデータ形式に変換して、前記プラント制御データを前記プラント制御システム（１１０）に提供するように構成される、請求項６に記載のエッジコンピューティングデバイス（１２０）。

【請求項８】

前記プロトコルコンバータ（１３０）は、ＯＰＣ　ＤＡ／ＵＡコンバータを含み、前記ＯＰＣ　ＤＡ／ＵＡコンバータは、ＯＰＣ　ＵＡ形式のプラント制御データをＯＰＣ　ＤＡ形式に変換して、前記プラント制御データを前記プラント制御システム（１１０）に提供するように構成される、請求項７に記載のエッジコンピューティングデバイス（１２０）。

【請求項９】

前記コンテナランタイム環境（１２２）で実行されるように構成された抽象化コンテナ（１２４）を更に含み、前記抽象化コンテナ（１２４）は、前記プラントプロセスデータ（１１２）が前記プロセスコンテナ（１２３）に提供される前に、前記プラントプロセスデータ（１１２）を前処理するように構成される抽象化プログラムを含む、先行する請求項のいずれか１項に記載のエッジコンピューティングデバイス（１２０）。

【請求項１０】

前記インタフェースコンピューティングユニット（１２５）及び／又は前記コンテナコンピューティングユニット（１２１）は、仮想Ｗｉｎｄｏｗｓ（登録商標）環境及び／又は仮想Ｌｉｎｕｘ（登録商標）環境を実行するように構成される、先行する請求項のいずれか１項に記載のエッジコンピューティングデバイス（１２０）。

【請求項１１】

前記コンテナランタイム環境（１２２）は、継続的インテグレーション及び継続的デリバリー（ＣＩ／ＣＤ）ワークフローを介して、前記プロセスコンテナ（１２３）内で実行されている前記処理プログラムのデプロイを可能にするように構成される、先行する請求項のいずれか１項に記載のエッジコンピューティングデバイス（１２０）。

【請求項１２】

プラント制御システム（１１０）を含む工業プラントの生産プロセスに関して取得されたプラントプロセスデータ（１１２）を処理するためのコンピューティングフレームワーク（１００）であって、

－　先行する請求項のいずれか１項に記載のエッジコンピューティングデバイス（１２０）と、

－　前記プラント制御システム（１１０）の一部であるインタフェースサーバ（１１１）であって、前記インタフェースコンピューティングユニット（１２５）に通信可能に結合されて、前記プラント制御システム（１１０）からのプラントプロセスデータ（１１２）を前記エッジコンピューティングデバイス（１２０）の前記インタフェースコンピューティングユニット（１２５）に提供し、且つその逆を行うインタフェースサーバ（１１１）

と
を含むコンピューティングフレームワーク（１００）。
【請求項１３】
プラント制御システム（１１０）を含む工業プラントの生産プロセスに関して取得されたプラントプロセスデータ（１１２）を処理する方法（３００）であって、前記プラント制御システム（１１０）は、インタフェースサーバ（１１１）を含み、前記方法（３００）は、
－ 前記プラント制御システム（１１０）から前記インタフェースサーバ（１１１）を介してプラントプロセスデータ（１１２）を受信すること（３１０）と、
－ コンテナを実行するように構成されたコンテナランタイム環境（１２２）を提供すること（３２０）であって、前記コンテナは、前記コンテナの内部で実行される場合、工業プラントの前記プラントプロセスデータ（１１２）を処理するように構成された処理プログラムを含む、提供すること（３２０）と、
－ 前記受信されたプラントプロセスデータ（１１２）を前記コンテナランタイム環境（１２２）に提供し、且つ前記提供されたプラントプロセスデータ（１１２）を前記処理プログラムによって処理すること（３３０）と
を含む、方法（３００）。
【請求項１４】
プラント制御システム（１１０）を含む工業プラントの生産プロセスに関して取得されたプラントプロセスデータ（１１２）を処理するためのコンピュータプログラム製品であって、請求項１～１１のいずれか１項に記載のエッジコンピューティングデバイス（１２０）に、請求項１３に記載の方法（３００）を実行させるプログラムコード手段を含むコンピュータプログラム製品。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
発明の分野
本発明は、工業プラントの生産プロセスに関して取得されたプラントプロセスデータを処理するためのエッジコンピューティングデバイス、コンピューティングフレームワーク、方法及びコンピュータプログラム製品に関する。
【背景技術】
【０００２】
発明の背景
今日、例えば化学又は製薬工業における工業プラントでの複雑な生産プロセスの最適化は、生産の信頼性、品質及び量を向上させるために使用されることが多い。生産プロセスの複雑性の増大に伴い、解析及び最適化プログラム並びにこれらのプログラムを実行するＩＴ基盤は、多くの場合、例えば追加のハードウェア及び／又はソフトウェアを追加することによって更新する必要がある。一般に、そのような解析及び最適化プログラムは、工業プラントを制御するプラント制御システムから受信されるプラントプロセスデータを処理することに基づき、多くの場合、出力として、最適化された各制御データをプラント制御システムに提供して戻すようにも適合される。解析及び最適化プログラムの入力及び出力されるデータセキュリティを向上させるために、各解析及び最適化プログラムは、多くの場合、現場でデプロイされ、即ちプラントのハードウェア及び／又はソフトウェア構造の一部である。したがって、複数の工業プラントでの解析及び最適化プログラムを適合、更新又は交換することは、難しく、非効率的であることが多い。多くの場合、生産プラントのソフトウェア及び／又はハードウェアを現場において手作業で操作する必要さえある。これにより、生産プラントの解析及び最適化プログラムの開発及びデプロイプロセスは、非効率的且つ時間がかかるものになる。したがって、複数の工業プラントの解析及び最適化プログラムをより効率的に管理、即ち適合、更新及び／又は交換することができる場合、有利であろう。

【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００３】
発明の概要
本発明の目的は、工業プラントの解析及び最適化プログラムのより効率的な管理、即ち更新、適合及び／又は交換を可能にするエッジコンピューティングデバイス、コンピューティングフレームワーク、方法、コンピュータプログラム製品を提供することである。
【課題を解決するための手段】
【０００４】
本発明の第１の態様では、プラント制御システムを含む工業プラントの生産プロセスに関して取得されたプラントプロセスデータを処理するためのエッジコンピューティングデバイスが提示され、プラント制御システムは、インタフェースサーバを含む。エッジコンピューティングデバイスは、ａ）プラントプロセスデータをプラント制御システムから受信するためにインタフェースサーバに通信可能に結合されるように構成されたインタフェースコンピューティングユニットと、ｂ）コンテナコンピューティングユニットであって、コンテナコンピューティングユニットでコンテナを実行するように構成されたコンテナランタイム環境を提供するように構成されたコンテナコンピューティングユニットと、ｃ）コンテナランタイム環境で実行されるように構成されたプロセスコンテナであって、プロセスコンテナの内部で実行される場合、工業プラントの生産プロセスに関して取得されたプラントプロセスデータを処理するように構成された処理プログラムを含むプロセスコンテナとを含み、インタフェースコンピューティングユニットは、受信されたプラントプロセスデータをコンテナランタイム環境に提供するためにコンテナコンピューティングユニットに通信可能に結合され、処理プログラムは、提供されたプラントプロセスデータを処理するように構成される。
【０００５】
エッジコンピューティングデバイスは、コンテナランタイム環境で実行するように構成されたコンテナコンピューティングユニット及びプロセスコンテナを含み、プロセスコンテナは、プラントプロセスデータを処理し、例えばプラントプロセスデータに基づいてプラントプロセスを解析及び最適化するように構成された処理プログラムを含むため、処理プログラムは、工業プラントの一部として提供される各ハードウェア及びソフトウェアから独立して実行することができる。更に、工業プラントにより提供されるハードウェア及び／又はソフトウェアからの処理プログラムのランタイム環境の独立性により、工業プラントのＩＴ基盤から独立した処理プログラムの管理が可能になる。したがって、工業プラントのプロセスを最適化するための処理プログラムの管理、即ち適合、更新及び／又は交換の効率を向上させることができる。
【０００６】
一般に、エッジコンピューティングデバイスとは、クラウド計算パラダイムとは対照的に、計算の結果が必要とされる場所に計算を近づける分散計算を指すエッジコンピューティングパラダイムに従うように適合された計算デバイスを指す。エッジコンピューティングの利用は、一般に、データ伝送のセキュリティの改善、応答時間の改善を可能にし、且つ安全なネットワーク帯域幅を可能にする。更に、本願でのエッジコンピューティングは、プラントオートメーションシステムと接続されたＩＴ基盤、例えばエッジデバイスとの組み合わせの物理的島モードの動作を可能にする。したがって、エッジコンピューティングデバイスが現場で、即ち工業プラントの一部として提供され、工業プラントの計算ハードウェア及び／又はソフトウェアに直接接続されることが好ましい。
【０００７】
工業プラントの生産プロセスに関して取得されたプラントプロセスデータは、生産プロセス中、プラント制御システムにより取得される任意のデータを指し得る。例えば、プラントプロセスデータは、生産プロセスをモニタするためにプラント内に提供される複数のセンサのセンサ測定値を指し得る。プロセスデータは、生産プロセス中、工業プラントの

１つ又は複数の生産設備によって利用される設定、例えば弁、工業ヒータ、ポンプ等の設定も指し得る。プラント制御システムは、プラント内の生産プロセスを制御するために使用される任意のシステムを指し得、工業プラント内のハードウェア及び／又はソフトウェアとして実現される。プラント制御システムは、他のコンピューティングユニットとインタフェースして、例えば取得されたプラントプロセスデータを他のコンピューティングユニットに提供するように適合されたインタフェースサーバを含む。

【０００８】

インタフェースコンピューティングユニットは、プラント制御システムからプラントプロセスデータを受信するためにインタフェースサーバに通信可能に結合されるように構成される。例えば、エッジコンピューティングデバイスのインタフェースコンピューティングユニットは、有線又は無線接続を介してプラント制御システムのインタフェースサーバに通信可能に結合することができる。好ましくは、データ伝送のセキュリティ及び可用性を向上させるために、インタフェースコンピューティングユニットは、有線接続を介してインタフェースサーバに通信可能に結合される。しかしながら、無線接続が安全で高信頼的に利用可能である場合、例えば５Ｇ規格に基づく無線接続も好ましい場合がある。

【０００９】

コンテナコンピューティングユニットは、コンテナをコンテナランタイム環境で実行するように構成されたコンテナランタイム環境を提供するように構成される。コンテナランタイム環境は、コンテナの実行を可能にする計算環境を指す。コンテナは、これに関連して、一般に、オペレーションシステムの他のインスタンスから分離され、各コンテナにより使用可能なエッジコンピューティングデバイスの計算リソースを独立して管理することができるオペレーションシステムのインスタンスとして定義することができる。したがって、コンテナは、カーネルレベルまで下がって全てのリソース及びコンテナ内で実行中のコンピュータプログラムの実行時依存性をバンドリングする。更に、コンテナがアクセスすることができる計算システムの計算リソースの制限に起因して、各コンテナは、コンテナにコンテナ化された各プログラムを実行するために必要な各ソフトウェアを含むことが好ましい。例えば、コンテナは、好ましくは、各処理プログラムが必要とするコンピューティングフレームワークの全てのライブラリを含む。

【００１０】

エッジコンピューティングデバイスは、コンテナランタイム環境で実行するように構成されたプロセスコンテナを更に含む。プロセスコンテナは、プロセスコンテナにコンテナ化された処理プログラムを含む。処理プログラムは、一般に、コンテナの内部で実行される場合、工業プラントの生産プロセスに関して取得されたプラントプロセスデータを処理するように構成される。処理は、好ましくは、工業プラントの生産プロセスの最適化に関するプラントプロセスデータの解析を指す。更に、処理は、最適化された生産プロセスを実行するように工業プラントを制御するために使用することができる最適化されたプラント制御データを生成することを指し得る。処理プログラムは、特定の生産プラントのプラントプロセスデータを処理するように特に適合された任意の既知の既に存在する処理プログラム又は個人化された処理プログラムを指し得る。例えば、処理プログラムは、ソフトセンサを指し得る。ソフトセンサは、例えば、物理レベルで測定することが難しい可能性がある工業プラントの内部状態を再構築するカルマンフィルタとして実現することができる。そのような再構築された内部状態は、次いで、プラント制御データとしてプラント制御システムにフィードバックすることができ、プラント制御システムにおいて、この形態のプラント制御データは、次いで、実際の物理的な測定値として扱うことができる。別の例では、処理プログラムは、モデル予測コントローラを指し得る。そのようなコントローラは、例えば、基礎プロセスの状態空間モデルに基づいて、蒸留塔を通るスループットを最適化するために使用される。

【００１１】

インタフェースコンピューティングユニットは、インタフェースサーバから受信された受信プラントプロセスデータをコンテナランタイム環境に提供することができるように、

コンテナコンピューティングユニットに更に通信可能に結合される。通信可能な結合は、インタフェースコンピューティングユニットとコンテナコンピューティングユニットとの間の任意の有線又は無線接続の形態で実現することができる。好ましくは、インタフェースコンピューティングユニット及びコンテナコンピューティングユニットは、同じ計算ハードウェア及び／又はソフトウェアの一部である。この場合、通信可能な結合は、コンテナコンピューティングユニットが、インタフェースコンピューティングユニットにより提供されるデータにアクセスできるようにし、その逆も同様である仮想結合を指し得る。一般に、コンテナランタイム環境は、コンテナへのリソースとして、プロセスコンテナにコンテナ化された処理プログラムの受信プラントプロセスデータへのアクセスを提供するように適合される。したがって、処理プログラムは、提供されたプラントプロセスデータにアクセスし、特に処理するように構成される。

【００１２】

一実施形態では、インタフェースコンピューティングユニットは、プロトコルコンバータを介してインタフェースサーバに通信可能に結合され、プロトコルコンバータは、プラントプロセスデータを分離及びトンネリングし、且つプラントプロセスデータを、インタフェースサーバで利用されるデータ形式から、インタフェースコンピューティングユニットによって利用されるデータ形式に変換するように構成される。多くの用途では、プラント制御システム、したがってインタフェースサーバは、データ、特にプラント処理データを特定の形式で提供する一方、エッジコンピューティングデバイス、特にインタフェースコンピューティングユニットは、異なるデータ形式、例えばより最近のデータ形式を使用するように構成される。この場合、インタフェースコンピューティングユニットとインタフェースサーバとの間に提供されるプロトコルコンバータは、インタフェースサーバからのデータを、インタフェースコンピューティングユニットで利用されるデータ形式に変換し、そうしてデータのより効率的な交換を可能にする。プロトコルコンバータは、このタスクを実行するために、インタフェースサーバの一部、インタフェースコンピューティングユニットの一部又はインタフェースサーバ及びインタフェースコンピューティングユニットの両方の一部として提供され得る。例えば、プロトコルコンバータは、インタフェースサーバ、インタフェースコンピューティングユニット又は両方のハードウェア及び／若しくはソフトウェアとして提供され得る。

【００１３】

更に、プロトコルコンバータは、プラントプロセスデータを分離及びトンネリングするように構成される。一般に、データの分離は、意図されるデータのみが転送されるようなデータの処理を指す。データのトンネリングは、一般に、転送中の転送データの異なるデータプロトコルへの再パッケージング及び物理的なソースから各受信側へのデータの輸送を指す。好ましい実施形態では、プロトコルコンバータは、暗号化を利用してプラントプロセスデータを暗号化することにより、プラントプロセスデータをトンネリングするように適合される。

【００１４】

プロトコルコンバータは、プラントプロセスデータを、インタフェースサーバで利用されるデータ形式から、インタフェースコンピューティングユニットによって利用されるデータ形式に変換し、更に、このプロセスでは、プラントプロセスデータを分離及びトンネリングするように適合されるため、インタフェースサーバとインタフェースコンピューティングユニットとの間の通信がより効率的になるのみならず、更にこの通信のセキュリティが大きく向上する。

【００１５】

好ましい実施形態では、プロトコルコンバータは、インタフェースサーバにおいてレガシーデータ形式で提供されたプラントプロセスデータを現代のデータ形式に変換するように構成される。例えば、安定した作業性能に起因して、且つ既に実行中のプラント制御システムに新しいハードウェア又はソフトウェアを実装するために多くの場合に必要となる多額の費用に更に起因して、多くのプラント制御システムでは、依然として複数のレガシ

ーソフトウェア及びハードウェアシステムがアクティブである。したがって、そのようなレガシーソフトウェア又はハードウェアシステムは、各レガシーデータ、即ちレガシーデータ形式で提供されるデータも提供し、レガシーデータ形式とは、廃れた又は旧式の、一般に最新のアプリケーションでもはや使用されないデータ形式を指す。これに関して、「現代のデータ形式」という用語は、現在の最新のソフトウェアアプリケーション及びハードウェアアプリケーションによって依然として使用可能なデータ形式を指す。多くのレガシーデータ形式は、現代のハードウェア及びソフトウェアシステムによって使用可能ではないのみならず、更にセキュリティ問題、ストレージ性能の低下等のような追加の欠点を含み得ることから、プラントプロセスデータをインタフェースコンピューティングユニットに転送するために、レガシーデータ形式で提供されたプラントプロセスデータを現代のデータ形式に変換することが有利である。例えば、レガシーデータ形式は、オープンプラットフォーム通信データアクセス（ＯＰＣ　ＤＡ）形式を指し得、現代のデータ形式は、オープンプラットフォーム通信統合アクセス（ＯＰＣ　ＵＡ）形式を指す。この場合、プロトコルコンバータは、プラントプロセスデータにＯＰＣ　ＵＡラッパーを適用することにより、インタフェースサーバにおいてＯＰＣ　ＤＡ形式で提供されたプラントプロセスデータを変換するように構成されるオープンプラットフォーム通信データアクセス／統合アクセス（ＯＰＣ　ＤＡ／ＵＡ）コンバータを含むことが好ましい。しかしながら、プラントプロセスデータが既に現代のデータ形式で提供される場合、プロトコルコンバータは、トランスペアレント通信トンネルとして作用するように適合されることが好ましく、即ち、プロトコルコンバータは、プラントプロセスデータを変換せず、プラントプロセスデータの分離及びトンネリングのみを行うことが好ましい。

【００１６】

一実施形態では、処理プログラムは、プラントプロセスデータの処理に基づいて工業プラントを制御又は最適化するためにプラント制御データを提供するように構成され、コンテナコンピューティングユニットは、プラント制御データをインタフェースコンピューティングユニットに提供するためにインタフェースコンピューティングユニットに通信可能に結合され、インタフェースコンピューティングユニットは、工業プラントのプラント制御システムでの実装のため、プラント制御データをインタフェースサーバに提供するためにインタフェースサーバと通信可能に結合される。この実施形態では、処理プログラムは、プラントプロセスデータに基づいて、工業プラントの制御又は最適化に使用することができるプラント制御データを決定するように適合される。特に、プラント制御データは、プラントプロセスデータの解析の結果であり得る。例えば、そのような解析は、生産プロセスのあるハードウェア、例えばヒータが別様に制御される、例えば特定の生産段階で製品に提供される熱を下げるように制御される場合、生産プラントの特定の製品の生産を改善できることを示し得る。したがって、この例では、提供されるプラント制御データは、工業プラントのプラント制御システムに対して、各ハードウェア、この例ではヒータの制御をそれに従って適合することを示すデータを含むことができる。処理プログラムにより提供されるプラント制御データは、次いで、通信可能に結合されたコンテナコンピューティングユニットを介してインタフェースコンピューティングユニットに提供され、プラント制御データを工業プラントのプラント制御システムで実装することができるように、更にインタフェースコンピューティングユニットからインタフェースサーバに提供される。この実施形態では、工業プラントから提供されたデータの解析及び処理が可能であるのみならず、更に工業プラントの制御に直接、影響を及ぼす、特に最適化することが可能である。

【００１７】

また、この実施形態では、インタフェースコンピューティングユニットがプロトコルコンバータを介してインタフェースサーバに通信可能に結合されることが好ましく、プロトコルコンバータは、プラント制御データを分離及びトンネリングし、且つプラント制御データを、インタフェースコンピューティングユニットで利用されるデータ形式から、インタフェースサーバによって利用されるデータ形式に変換するように構成される。既に上述

したように且つまたこの場合、プラント制御システムが、レガシーデータ形式を利用するソフトウェア及び／又はハードウェアを依然として含むとき、プロトコルコンバータは、現代のデータ形式で提供されたプラント制御データをレガシーデータ形式に変換して、プラント制御データをプラント制御システムに提供するように構成されることが有利である。例えば、プロトコルコンバータは、ＯＰＣ　ＤＡ／ＵＡコンバータを含むことができ、ＯＰＣ　ＤＡ／ＵＡコンバータは、ＯＰＣ　ＵＡ形式のプラント制御データをＯＰＣ　ＤＡ形式に変換して、プラント制御データをプラント制御システムに提供するように構成される。

【００１８】

一実施形態では、エッジコンピューティングデバイスは、コンテナランタイム環境で実行されるように構成された抽象化コンテナを更に含み、抽象化コンテナは、プラントプロセスデータがプロセスコンテナに提供される前に、プラントプロセスデータを前処理するように構成される抽象化プログラムを含む。プラントプロセスデータを前処理するために抽象化プログラムを含む抽象化コンテナを提供することで、プラントプロセスデータが処理プログラムにおいてどのように利用されるかに鑑みて、プラントプロセスデータがインタフェースコンピューティングユニットによりコンテナコンピューティングユニットに提供される方法についてシステムの柔軟性を高めることができる。抽象化プログラムにより実行される前処理は、インタフェースコンピューティングユニットから受信されたプラントプロセスデータを、処理プログラムにより入力として予期される形式で提供できるようにするプラントプロセスデータの任意の種類の処理を指し得る。例えば、前処理は、プラントプロセスデータの変換を指し得、この場合、抽象化プログラムは、各データ又はプロトコルコンバータを含む。しかしながら、前処理は、全ての物理単位をＳＩ単位に変換するように、ある物理単位を別の物理単位にソート又は変換することも指し得る。更に、抽象化プログラムは、例えば、プラントプロセスデータの一部のみをプロセスコンテナ、したがって処理プログラムに提供するようにプラントプロセスデータをフィルタリングするように適合することもできる。更に、抽象化プログラムは、時系列データに対して動作を実行して、例えば時間窓にわたる値の集計平均を計算するように適合することもできる。そのような集計された時系列データは、機械学習モデルでの利用に特に適する。

【００１９】

抽象化プログラムを含む抽象化コンテナが提供されるため、システムは、より柔軟になり、抽象化プログラムを抽象化コンテナの形態で提供するのみならず、更に処理コンテナと同じ容易且つ効率的な方法で管理、即ち更新、適合又は交換することができるという利点を有し、したがって処理プログラムで生じたあらゆる変更の容易な適合を可能にする。更に、プラントプロセスデータの前処理に抽象化プログラムを利用する場合、処理コンテナ、特に処理コンテナで実行中の各処理プログラムも、あらゆる工業プラントが、カスタマイズされた処理プログラムを必要とすることがないように、複数の工業プラントにわたりより容易に共有することができる。これは、一般に、プラントプロセスデータの処理を管理する有効性を更に向上させる。

【００２０】

一実施形態では、インタフェースコンピューティングユニット及び／又はコンテナコンピューティングユニットは、仮想Ｗｉｎｄｏｗｓ（登録商標）環境及び／又は仮想Ｌｉｎｕｘ（登録商標）環境を実行するように構成される。特に、コンテナコンピューティングユニットは、オペレーティングシステムとしてＬｉｎｕｘ環境を実行しているか、又はコンテナランタイム環境を提供することができる仮想Ｌｉｎｕｘ環境を実行するように構成されることが好ましい。更に、インタフェースコンピューティングユニットは、オペレーティングシステムとしてＷｉｎｄｏｗｓ環境を実行するように構成されるか、又は異なるオペレーティングシステムを用いて実行中の場合、仮想Ｗｉｎｄｏｗｓ環境を実行するように適合されることが好ましい。一般に、インタフェースコンピューティングユニット及びコンテナコンピューティングユニットは、任意の適したオペレーティングシステムで実行するように適合することができ、次いで必要に応じて、インタフェースコンピューティ

ングユニット及び／又はコンテナコンピューティングユニットの各タスクに有利であるように特定のソフトウェアを実行させるために、別のオペレーティングシステムが実行される各仮想環境を提供するように適合することができる。

【００２１】

各仮想オペレーティングシステム環境を実行するようにインタフェースコンピューティングユニット及び／又はコンテナコンピューティングユニットを構成することで、例えばエッジコンピューティングデバイスの各コンピューティングユニットで実行中のオペレーティングシステムに関してエッジコンピューティングデバイスの柔軟性が更に高まる。

【００２２】

一実施形態では、コンテナランタイム環境は、継続的インテグレーション及び継続的デリバリー（ＣＩ／ＣＤ）ワークフローを介して、プロセスコンテナ内で実行されている処理プログラムのデプロイを可能にするように構成される。コンテナランタイム環境は、ＣＩ／ＣＤワークフローを介した処理プログラムのデプロイを可能にするように構成され、処理プログラムは、異なる工業プラントの複数の処理プログラムを管理する必要がある場合でも、処理プログラムを非常に効率的に管理することができる。更に、コンテナランタイム環境が、抽象化プログラムを有する抽象化コンテナを更に含む場合、抽象化プログラムもＣＩ／ＣＤワークフローを介してデプロイできることが更に好ましい。

【００２３】

本発明の更なる態様では、プラント制御システムを含む工業プラントの生産プロセスに関して取得されたプラントプロセスデータを処理するためのコンピューティングフレームワークが提示され、コンピューティングフレームワークは、ａ）上述したエッジコンピューティングデバイスと、ｂ）プラント制御システムの一部であるインタフェースサーバであって、インタフェースコンピューティングユニットに通信可能に結合されて、プラントプロセスデータをプラント制御システムからエッジコンピューティングデバイスのインタフェースコンピューティングユニットに提供し、且つその逆を行うインタフェースサーバとを含む。

【００２４】

本発明の更なる態様では、プラント制御システムを含む工業プラントの生産プロセスに関して取得されたプラントプロセスデータを処理する方法が提示され、プラント制御システムは、インタフェースサーバを含む。本方法は、ａ）プラント制御システムからインタフェースサーバを介してプラントプロセスデータを受信することと、ｂ）コンテナを実行するように構成されたコンテナランタイム環境を提供することであって、コンテナは、コンテナの内部で実行される場合、工業プラントのプラントプロセスデータを処理するように構成された処理プログラムを含む、提供することと、ｃ）受信されたプラントプロセスデータをコンテナランタイム環境に提供し、且つ提供されたプラントプロセスデータを処理プログラムによって処理することとを含む。

【００２５】

本発明の更なる態様では、プラント制御システムを含む工業プラントの生産プロセスに関して取得されたプラントプロセスデータを処理するためのコンピュータプログラム製品が提示され、本コンピュータプログラム製品は、上述したエッジコンピューティングデバイスに、上述した方法を実行させるプログラムコード手段を含む。

【００２６】

上述のエッジコンピューティングデバイス、上述のコンピューティングフレームワーク、上述の方法及び上述のコンピュータプログラム製品は、特に従属請求項に定義されるような類似及び／又は同一の好ましい実施形態を有することを理解されたい。

【００２７】

本発明の好ましい実施形態は、従属請求項又は上述の実施形態と各々の独立請求項との任意の組み合わせであり得ることを理解されたい。本発明のこれら及び他の態様は、以下に記述する実施形態を参照することにより明らかにされ、解明されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【００２８】
【図１】プラントプロセスデータを処理するコンピュータフレームワークの一実施形態を概略的且つ例示的に示す。
【図２】継続的デプロイメント及び継続的デリバリーワークフローのプロセス図を概略的且つ例示的に示す。
【図３】プラントプロセスデータを処理する方法の流れ図を概略的且つ例示的に示す。
【発明を実施するための形態】
【００２９】
実施形態の詳細な説明
図１は、プラント制御システム１１０を含む工業プラントの生産プロセスに関して取得されたプラントプロセスデータ１１２を処理するためのコンピューティングフレームワーク１００を概略的且つ例示的に示す。
【００３０】
概して、工業プラントは、産業目的で使用される任意の技術基盤を指し得る。産業目的は、１つ又は複数の産業製品の製造又は加工、即ち工業プラントにより実行される製造プロセス又は加工であり得る。例えば、産業目的は、工業製品の生産を指し得る。工業製品は、例えば、化学、生物学、医薬、食品、飲料、織物、金属、プラスチック又は半導体等の任意の物理的製品であり得る。追加的又は代替的に、工業製品は、電気、暖房、空調、リサイクル等の廃棄物処理、分解若しくは溶解等の化学処理又は焼却等のサービス製品でさえあり得る。それに応じて、工業プラントは、化学プラント、プロセスプラント、製薬プラント、油井及び／又は天然ガス井等の化石燃料処理施設、製油所、石油化学プラント、分留所等の１つ又は複数であり得る。工業プラントは、蒸留所、焼却炉又は発電所のいずれかでさえあり得る。更に、工業プラントは、上記の例のいずれかの組み合わせでさえあり得る。
【００３１】
生産プロセスを実行するために、工業プラントは、制御パラメータにより制御することができる技術基盤を含み、制御パラメータは、工業プラントを制御するために、技術基盤にプロセス制御システムにより実装されるプラント制御データの一部と見なすことができる。技術基盤は、熱交換器、分留塔等の塔、炉、反応室、接触分解ユニット、貯蔵タンク、沈殿器、パイプライン、スタック、フィルタ、バルブ、アクチュエータ、変圧器、回路ブレーカ、機械類、例えばタービン、発電機、粉砕機、圧縮機、ファン、ポンプ、モータ等の回転重機のいずれか１つ又は複数等の機器又はプロセスユニットを含み得る。この技術基盤の各々は、技術基盤の機能をモニタするモニタリングデータを提供することができる。更に、工業プラントは、典型的には、技術基盤の動作パラメータを測定できるようにする複数のセンサを含む。センサにより測定される動作パラメータは、様々な工程パラメータ及び／若しくは設備又は工程ユニットに関連するパラメータに関連し得る。例えば、センサは、パイプライン内の流量、タンク内部の液位、炉の温度、ガスの化学組成等のプロセスパラメータを測定するために使用され得、幾つかのセンサは、タービンの振動、ファンの速度、バルブの動作、パイプラインの腐食、変圧器の両端の電圧等を測定するために使用することができる。機能パラメータ及び動作パラメータは、両方とも工業プラントの生産プロセスに関して取得されるプラントプロセスデータ１１２の一部と見なすことができる。
【００３２】
プラントプロセスデータ１１２は、一般に、プラント制御システム１１０の一部であり得、例えばプラント制御システム１１０により取得及び／又は記憶することができる。更に、プラント制御システム１１０は、プラントプロセスデータ１１２を更に処理して、例えばプラントプロセスデータ１１２をモニタ、解析及び／又は最適化するように適合することもできる。しかしながら、多くの用途では、プラント制御システム１１０は、プラントプロセスデータ１１２の最新のディープ解析及び可能な最適化を提供するように構成されず、多くの場合、プラントプロセスデータ１１２の最新のデータ解析に技術的なハード

ウェア及び／又はソフトウェア基盤を提供しないレガシーシステムを参照さえする。したがって、デプロイ及び管理が容易でありながら、プラントプロセスデータ１１２の最新の処理を可能にするソフトウェア及び／又はハードウェアを提供することが望ましい。

【００３３】

この上記の問題を解決するために、コンピューティングフレームワーク１００がエッジコンピューティングデバイス１２０と共に提供される。エッジコンピューティングデバイス１２０は、同様にコンピューティングフレームワーク１００の一部と見なすことができる、プラント制御システム１１０のインタフェースサーバ１１１と通信可能に結合される。特に、エッジコンピューティングデバイス１２０は、プラント制御システム１１０のインタフェースサーバ１１１と通信するための技術基盤、例えばハードウェア及び／又はソフトウェアを提供するインタフェースコンピューティングユニット１２５を含む。好ましくは、インタフェースコンピューティングユニット１２５は、プラントプロセスデータ１１２をインタフェースサーバ１１１から通信可能な結合を通して受信するように適合される。好ましい実施形態では、図１に示されるように、インタフェースコンピューティングユニット１２５は、プロトコルコンバータ１３０を介してインタフェースサーバ１１１に通信可能に結合される。好ましくは、プロトコルコンバータ１３０は、プラントプロセスデータ１１２を分離し、インタフェースサーバ１１１からインタフェースコンピューティングユニット１２５にトンネリングするように構成される。これにより、プラントプロセスデータ１１２をプラント制御システム１１０からエッジコンピューティングデバイス１２０に安全且つ効率的に転送することができる。更に、プロトコルコンバータ１３０は、一般に、プラントプロセスデータ１１２を、プラント制御システム１１０により使用されるデータ形式から、エッジコンピューティングデバイス１２０、特にエッジコンピューティングデバイス１２０のインタフェースコンピューティングユニット１２５により使用されるデータ形式に変換するように適合することができる。プラント制御システム１１０が、レガシーデータ形式を利用するレガシーシステムを指す場合、プロトコルコンバータ１３０は、インタフェースサーバ１１１にレガシーデータ形式で提供されたプラントプロセスデータ１１２を、インタフェースコンピューティングユニット１２５によって利用することができる現代のデータ形式に変換するように適合されることが好ましい。現代のデータ形式に変換することができるレガシーデータ形式の一例は、多くのプラント制御システムにより依然として利用されているＯＰＣ　ＤＡデータ形式である。この場合、プロトコルコンバータ１３０は、ＯＰＣ　ＤＡデータをＯＰＣ　ＵＡデータ形式に変換することができるＯＰＣ　ＤＡ／ＵＡコンバータを含むことが好ましい。しかしながら、プラント制御システム１１０が、インタフェースコンピューティングユニット１２５によって利用されるものと同じデータ形式でプラントプロセスデータ１１２を提供する場合、プロトコルコンバータ１３０は、いかなる変換もプラントプロセスデータ１１２に提供せず、プラントプロセスデータ１１２の分離及びインタフェースサーバ１１１とインタフェースコンピューティングユニット１２５との間のトンネリングのみを提供するトランスペアレント通信ユニットを指し得る。一般に、プロトコルコンバータ１３０は、インタフェースサーバ１１１の一部、インタフェースコンピューティングユニット１２５の一部又は通信可能な結合の各端部に提供されるプロトコルコンバータ１３１、１３２の概略部分により図１に示されるようにインタフェースサーバ１１１及びインタフェースコンピューティングユニット１２５の両方の一部として提供することができる。

【００３４】

エッジコンピューティングデバイス１２０は、コンテナランタイム環境１２２を提供するように構成されたコンテナコンピューティングユニット１２１を更に含み、コンテナランタイム環境１２２上にプロセスコンテナ１２３が提供される。コンテナコンピューティングユニット１２１は、例えば、エッジコンピューティングデバイス１２０のオペレーティングシステムの一部であり得るか、又はエッジコンピューティングデバイス１２０で実行中のオペレーティングシステムに応じて、エッジコンピューティングデバイス１２０の汎用オペレーティングシステムと異なる仮想オペレーティングシステムと共に提供され得

る。例えば、エッジコンピューティングデバイス１２０が一般にＷｉｎｄｏｗｓオペレーティングシステムと共に提供される場合、コンテナランタイム環境１２２の大半は、Ｌｉｎｕｘベースのランタイム環境として提供されるため、コンテナコンピューティングユニット１２１は、仮想Ｌｉｎｕｘ環境オペレーティングシステムを実行するように構成することができる。

【００３５】

したがって、コンテナランタイム環境１２２は、プロセスコンテナ１２３の内部で実行中の処理プログラムを含むプロセスコンテナ１２３を提供するように適合される。処理プログラムは、工業プラントの生産プロセスに関して取得されるプラントプロセスデータ１１２を処理するように適合される。例えば、処理プログラムは、プラントプロセスデータ１１２を解析し、解析に基づいて、工業プラントの最適化された制御を可能にする最適化されたプロセス制御データを提供するように適合することができる。

【００３６】

任意選択的に、エッジコンピューティングデバイス１２０は、コンテナランタイム環境１２２で実行される抽象化コンテナ１２４を更に含み、抽象化コンテナ１２４は、抽象化プログラムを含む。抽象化プログラムは、プラントプロセスデータ１１２が、処理プログラムを含むプロセスコンテナ１２３に提供される前に、プラントプロセスデータ１１２を前処理するために提供され得る。例えば、プラントプロセスデータ１１２が、処理プログラムによって処理することができない形式でインタフェースコンピューティングユニット１２５により提供される場合、抽象化プログラムは、処理プログラムによって処理することができるようにプラントプロセスデータ１１２を前処理するように適合することができる。そのような前処理は、プラントプロセスデータ１１２の提供及び受信に関するインタフェースコンピューティングユニット１２５とのインタフェースサーバ１１１の各構成及び対話に応じて、プラントプロセスデータ１１２のフィルタリング、プラントプロセスデータ１１２の一部であるパラメータの単位変換、プラントプロセスデータ１１２の再編成、プラントプロセスデータ１１２の選択等を含むことができる。

【００３７】

好ましい実施形態では、プロセスコンテナ１２３で実行される処理プログラムは、プラントプロセスデータ１１２の解析に基づいて、プラント制御システム１１０に実装されるプラント制御データを提供するように適合される。コンテナコンピューティングユニット１２１のコンテナランタイム環境１２２で実行中のプロセスコンテナ１２３は、次いで、プラント制御データをインタフェースコンピューティングユニット１２５に提供するように適合される。インタフェースコンピューティングユニット１２５は、次いで、好ましくはプロトコルコンバータ１３０を介してプラント制御データをプラント制御システム１１０のインタフェースサーバ１１１に提供することができる。この場合、プロトコルコンバータ１３０は、プラント制御データを、インタフェースコンピューティングユニット１２５で利用されるデータ形式から、インタフェースサーバ１１１、特にプラント制御システム１１０によって利用されるデータ形式に変換するように適合することができる。プラント制御システム１１０は、次いで、工業プラントを制御するために、受信されたプラント制御データを実装することができる。

【００３８】

好ましい実施形態では、コンテナランタイム環境１２２で実行中のコンテナ化されたプログラムは、継続的インテグレーション及び継続的デリバリー（ＣＩ／ＣＤ）ワークフローによりデプロイされる。ワークフローは、ワークフローシステム１４０から１４２により示される。特に、ＣＩ／ＣＤワークフローは、例えば、外部クラウドベースのサーバで制御システム及びコンテナレジストリ１４０を提供することに基づく。制御システムは、例えば、例えば処理プログラムのより更新されたバージョンが利用可能であるか否かをチェックし、次いで更新をコンテナランタイム環境１２２に提供し、例えば現在実行中の処理プログラムを処理プログラムの更新されたバージョンと交換することにより、処理プログラム及び／又は抽象化プログラムの全てのバージョンをデプロイし、管理するように適

合することができる。更に、複数の工業プラントのエッジコンピューティングデバイスで実行中の全てのコンテナ化されたプログラムをそれぞれ登録するコンテナレジストリを提供して、現在利用されている全てのコンテナ化されたプログラムの全体像を提供することができる。任意選択的に、ＣＩ／ＣＤワークフローは、処理プログラムへの出力及び入力、例えば入力としてのプラントプロセスデータ１１２及び出力としてのプラント制御データを連続して受信及びモニタするように適合されたソフトウェア及び／又はハードウェア１４２を更に含むことができる。この外部ソフトウェア／ハードウェア１４２は、次いで、例えば人工知能システムを使用して処理プログラムの実行を解析及びモニタするように適合することができる。このモニタリング及び解析に基づいて、処理プログラムを連続して改良し、例えば処理プログラムの更新されたバージョンを制御システム１４０に提供するソフトウェア／ハードウェア１４１を提供することができる。

【００３９】

図２は、そのようなＣＩ／ＣＤワークフローを概略的且つ例示的に示す。そのようなワークフローは、例えば、１つ又は複数の工業プラントで利用される処理プログラム及び／又は抽象化プログラムの部分をまず構築、テスト、次いで併合するプロセスを含むことができる。この構築、テスト及び併合は、例えば、外部サーバ又はクラウドベースの環境で実行することができ、各処理プログラムの安全で効率的な開発を可能にする。処理プログラム又は例えば処理プログラムの更新されたバージョンが使用可能である場合、プロセスは、処理プログラムの新しいバージョンが登録され、記憶されるリポジトリに処理プログラムの新しいバージョンを自動的にリリースすることを含み得る。レポジトリから、処理プログラムの新しいバージョンを、次いで例えば次の更新と共にエッジコンピューティングデバイスに自動的にデプロイすることができ、次いでエッジコンピューティングデバイスのコンテナコンピューティングユニットのコンテナランタイム環境に実装することができる。これにより、工業プラント内の処理プログラムのデプロイに関して非常に効率的で改良されたワークフローを可能にする。

【００４０】

図３は、プラントプロセスデータを処理する方法の概略的且つ例示的に示されるフローチャートを参照する。方法３００は、図１に関して説明されたコンピューティングフレームワーク１００と共に利用されるように構成することができる。特に、方法３００は、最初のステップ３１０において、プラント制御システムからインタフェースサーバを介してプラントプロセスデータを受信することを含む。ステップ３２０において、コンテナを実行するように構成されたコンテナランタイム環境が提供され、コンテナは、コンテナの内部で実行される場合、工業プラントのプラントプロセスデータを処理するように構成された処理プログラムを含む。最後のステップ３３０において、方法３００は、受信されたプラントプロセスデータをコンテナランタイム環境に提供し、且つ提供されたプラントプロセスデータを処理プログラムによって処理することを含む。

【００４１】

化学産業における生産プロセスの最適化は、生産プロセスの信頼性及び品質の向上にとって重要であると見なすことができる。したがって、エッジパラダイムを利用するプロセス最適化は、多くの年数にわたって使用されている。通常、処理プログラムのエッジでの実装は、追加のＩＴ基盤を工業プラントに設置することにより行われる。そのような処理プログラムのコンピューティングフレームワークのソフトウェアスタックは、例えば、ｉ）多くの場合、ＯＰＣ　ＤＡに基づいて、例えばＤＣＳインタフェースを参照してデータをプラント制御システムインタフェース、即ちインタフェースサーバから読み取り、ｉｉ）最適化及び高度データ解析に適したプログラミング言語、例えばＭａｔｌａｂでこのデータを処理し、ｉｉｉ）出力データをＤＣＳインタフェースに書き込む構成要素からなり得る。処理プログラムにより実現されるそのようなエッジ知能を維持し、デプロイするには、エッジでのモデルが適合、再トレーニング又は交換することができるまで、多くの場合、人間がプラントに赴いて、ファイルをプラント内のサーバに手動でコピーすることを意味する手動ステップが必要とされる。これは、開発及びデプロイプロセスを減速させ得

、非効率的な対処方法に繋がる。

【００４２】

例えば、図１に関して考察したこの問題に対する解決策の一部分は、処理プログラムのコンテナ化を提供する。例えば、処理プログラムは、Ｐｙｔｈｏｎ、Ｒ又はＳｃａｌａコードを含むＬｉｎｕｘコンテナとしてデプロイすることができる。コンテナ化は、真の「構築したらどこでも実行される」パラダイムを可能にし、したがって処理プログラムをクラウドからエッジに自動的に構築、テスト及びデプロイできるようにする。したがって、解決策の更なる部分として、例えば図１に関して既に上述したように、コンテナベースの作業負荷をインタフェースサーバ、例えばＤＣＳインタフェースの物理的近くでデプロイできるようにし、シームレス且つ安全にプロセスデータをインタフェースサーバから読み取り、及びインタフェースサーバに書き込めるようにすることが有利である。これは、例えば、図１に関して説明したコンピューティングフレームワークにより達成することができ、既存のセットアップからの主な違いの１つは、処理プログラムをコンテナとしてデプロイすることができ、完全自動化に基づき、ＣＩ／ＣＤパイプラインに基づいて極めて高速且つ機敏に交換及び再トレーニングできることである。

【００４３】

例えば、エッジコンピューティングデバイスは、インタフェースサーバの物理的近くに配置され、例えば高度に利用可能な、場合により冗長なネットワーク接続を使用して接続、即ち通信可能に結合された予備デバイス、例えばＩＰＣであり得る。インタフェースサーバにおいて、任意選択的にＯＰＣ　ＵＡベースのラッパーにより、旧式の安全ではない可能性がある、例えばＯＰＣ　ＤＡベースの通信をローカルに分離及びトンネリングするプロトコルコンバータ、例えばＯＰＣ　ＤＡ／ＵＡコンバータをインストールすることができる。しかしながら、他のプロトコルを企図することもできる。例えば、インタフェースサーバにおけるプロトコルは、レガシープロトコル、例えばＣＯＭベースのＯＰＣ　ＤＡであり得る。インタフェースコンピューティングユニットにおけるプロトコルは、コンテナ化されたコンピュータプログラムとの通信を可能にするより現代のプロトコル、例えばＭＱＴＴ又はＯＰＣ　ＵＡであり得る。エッジコンピューティングデバイスでは、インタフェースサーバへの全てのアクセスをラップするインタフェースサーバ、例えばＯＰＣ　ＵＡサーバが利用可能である。一般に、プロトコルコンバータは、インタフェースサーバ上で実行することができ、例えば任意選択的な仮想Ｗｉｎｄｏｗｓ環境を実行しているインタフェースサーバ及びインタフェースコンピューティングユニットに分散することができるか、又はインタフェースコンピューティングユニットでのみ実行することができる。

【００４４】

更に、仮想Ｗｉｎｄｏｗｓ環境及び／又はＬｉｎｕｘ環境は、インタフェースコンピューティングユニット及びコンテナコンピューティングユニットにそれぞれインストールすることができる。例えば、ホストオペレーティングシステムは、Ｌｉｎｕｘ仮想化層を有するＷｉｎｄｏｗｓ又はＷｉｎｄｏｗｓ仮想化層を有するＬｉｎｕｘであり得る。仮想Ｗｉｎｄｏｗｓ環境は、レガシーソフトウェア及びプロトコルのインストールを可能にし、例えば、ＯＰＣ　ＤＡは、Ｗｉｎｄｏｗｓ　ＯＳでのみ利用可能である。Ｌｉｎｕｘ環境では、抽象化及びプロセスコンテナのコンテナランタイム環境をデプロイすることができる。

【００４５】

抽象化コンテナは、インタフェースコンピューティングユニットへのアクセスを更に抽象化するように適合することができる。例えば、任意選択的な抽象化コンテナは、例えば、プラント固有の単位を標準化された処理プログラム入力単位に、例えばｃｍからｍに変換することにより、プロセスコンテナにより処理することができるような形式でプラントプロセスデータを変換及び／又は集計することができる。プロセスコンテナは、オプティマイザ又はトレーニングされたＡＩモデル等、高度解析のための処理プログラムを含むことができる。例えば、処理プログラムは、追加の測定を提供するソフトセンサとして作用するように適合することができるか、又は例えばカルマンフィルタに基づいて、欠けた器

具をエミュレートするように適合することができる。処理プログラムは、例えば、高度にスケーラブルなクラウド基盤、例えばデータブリックス等のビッグデータ解析ツールを使用して予めトレーニングされたＡＩモデルも指し得る。更に、任意の種類のリアルタイムオプティマイザを処理プログラムとして利用することができる。更に、処理プログラムは、モデル予測コントローラも指し得、ネットワーキングスタックに関するソフトリアルタイム要件及び高可用性要件は、セットアップにより満たすことができる。

【００４６】

したがって、デプロイプロセスは、現代のＣＩ／ＣＤ及びＤｅｖＯｐｓプロセスを使用してクラウドサービス、例えばＩｏＴ　Ｈｕｂ及びＩｏＴ　Ｅｄｇｅから制御することができ、例えば、処理プログラム論理クラウド側の更新は、関連する全てのエッジコンピューティングデバイス上のこの処理プログラムの完全自動デプロイに繋がり得る。

【００４７】

一般に、上述した本発明は、処理プログラムが島モードデプロイ可能であり、インタフェースサーバとのプロセスデータの読み出し、処理及び書き込みに柔軟な機能を提供するという利点を有する。

【００４８】

開示した実施形態に対する他の変形形態は、図面、本開示及び添付の請求項を研究することから、特許請求される本発明を実施する当業者により理解及び実現され得る。

【００４９】

請求項において、単語「含む」は、他の要素又はステップを排除せず、不定冠詞「１つの（ａ）」又は「１つの（ａｎ）」は、複数を排除しない。

【００５０】

単一のユニット又はデバイスは、請求項に記載された複数の項目の機能を実現し得る。特定の手段が互いに異なる従属請求項で言及されているという事実のみで、これらの手段の組み合わせが有利に使用できないことを示すものではない。

【００５１】

１つ又は幾つかのユニット又はデバイスにより実行されるプラントプロセスデータの受信、コンテナランタイム環境の提供、処理プログラムの実行、プラントプロセスデータの処理等のような手順は、任意の他の数のユニット又はデバイスにより実行することができる。これらの手順は、コンピュータプログラムのプログラムコード手段及び／又は専用ハードウェアとして実装することができる。

【００５２】

コンピュータプログラム製品は、光記憶媒体又は固体媒体等の適当な媒体に保存／配布され、他のハードウェアと共に又はその一部として供給され得るが、他の形態、例えばインターネット又は他の有線／無線通信システムを介して配信され得る。

【００５３】

請求項におけるいかなる参照符号も本発明の範囲を限定するものと解釈するべきでない。

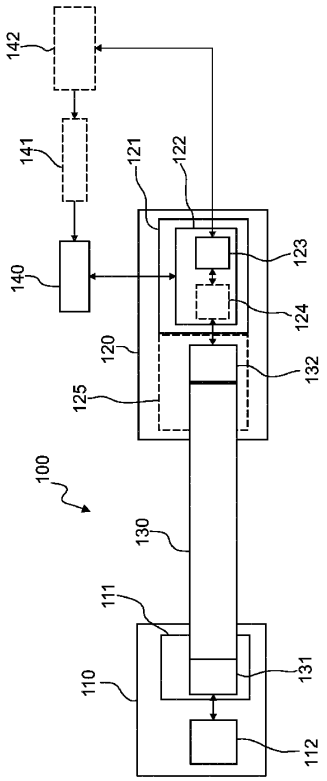
【００５４】

本発明は、プラント制御システムを含む工業プラントの生産プロセスに関して取得されたデータを処理するためのエッジコンピューティングデバイスであって、制御システムは、サーバを含む、エッジコンピューティングデバイスに関する。本デバイスは、データをシステムから受信するためにサーバに通信可能に結合されるように構成された第１のユニットを含む。第２のユニットは、第２のユニットでコンテナを実行するように構成されたコンテナランタイム環境を提供するように構成される。プロセスコンテナは、その環境で実行されるように構成され、プロセスコンテナは、プロセスコンテナの内部で実行される場合、工業プラントの生産プロセスに関して取得されたデータを処理するように構成されたプログラムを含む。第１のユニットは、受信されたデータをその環境に提供するために第２のユニットに通信可能に結合され、プログラムは、提供されたデータを処理するように構成される。

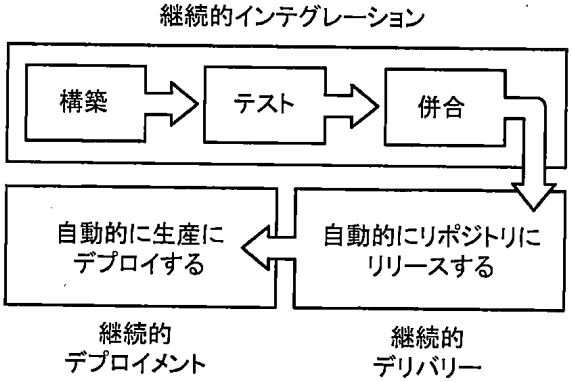
【図面】

【図１】

FIG.1

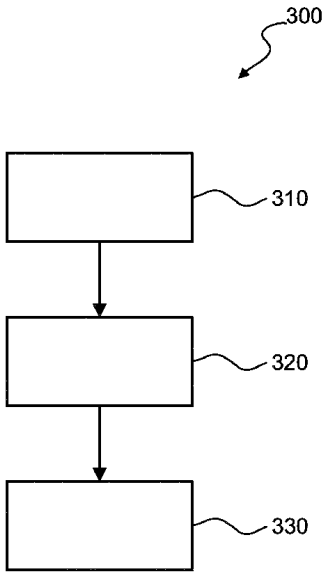


【図２】



【図３】

FIG.3



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2022/054843

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G05B19/418 G05B15/02
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)
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	WO 2017/035536 A1 (FOGHORN SYSTEMS INC [US]) 2 March 2017 (2017-03-02) figures 4,5 paragraphs [0061] - [0108] -----	1-14
X	EP 3 739 407 A1 (SIEMENS AG [DE]) 18 November 2020 (2020-11-18) paragraphs [0011] - [0024] figure 1 paragraphs [0026] - [0035] -----	1-14
	-/--	

[x] Further documents are listed in the continuation of Box C. [x] 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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 June 2022	29/06/2022

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Groen, Fokke

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2022/054843

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	BENOMAR ZAKARIA ZBENOMAR@UNIME IT ET AL: "Cloud-based Enabling Mechanisms for Container Deployment and Migration at the Network Edge", ACM TRANSACTIONS ON INTERNET TECHNOLOGY, ACM, NEW YORK, NY, US, vol. 20, no. 3, 26 June 2020 (2020-06-26), pages 1-28, XP058516475, ISSN: 1533-5399, DOI: 10.1145/3380955 the whole document	1-14

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2022/054843

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2017035536 A1	02-03-2017	AU 2016310529 A1	22-02-2018
		CN 108353090 A	31-07-2018
		CN 111367187 A	03-07-2020
		EP 3342137 A1	04-07-2018
		ES 2886868 T3	21-12-2021
		HK 1257082 A1	11-10-2019
		JP 6925321 B2	25-08-2021
		JP 2018534651 A	22-11-2018
		KR 20180067502 A	20-06-2018
		US 2018300124 A1	18-10-2018
		US 2019369984 A1	05-12-2019
		US 2021326128 A1	21-10-2021
		WO 2017035536 A1	02-03-2017
EP 3739407 A1	18-11-2020	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

フロントページの続き

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

（特許庁注：以下のものは登録商標）

１．ＭＡＴＬＡＢ

ウィッヒスハーフェン、カール－ボッシュ－ストラーセ、３８

Ｆターム（参考）　3C223　AA01 BA03 BB01 CC02 DD03 EA01 EB01 FF42 GG01 HH01