



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202303318 A

(43)公開日：中華民國 112 (2023) 年 01 月 16 日

(21)申請案號：111106590

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 02 月 23 日

(51)Int. Cl.：

G05B19/418 (2006.01)**G05B15/02 (2006.01)**

(30)優先權：2021/02/26

歐洲專利局

21159659.8

(71)申請人：德商巴斯夫歐洲公司 (德國) BASF SE (DE)

德國

(72)發明人：高 賽巴斯欽 GAU, SEBASTIAN (DE)

(74)代理人：閻啓泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：3 共 30 頁

(54)名稱

用於處理工廠流程資料之邊緣計算裝置

(57)摘要

本發明涉及一種用於處理所獲取的關於一工業工廠的生產流程的資料 112 之邊緣計算裝置 120，該工業工廠包括一工廠控制系統 110，其中該控制系統包括一伺服器 111。該裝置包括一第一單元 125，其經組態以通信耦合至該伺服器，用於從該系統接收該資料。一第二單元 121 經組態以提供一容器運行時環境 122，該容器運行時環境 122 經組態以在該第二單元上運行一容器。一流程容器 123，其經組態以在該環境上運行，其中該流程容器包括一處理程式，當於該流程容器內運行時，該處理程式經組態以處理所獲取的關於該工業工廠之生產流程的資料。該第一單元通信耦合至該第二單元，用於提供所接收的該資料至該環境，其中該程式經組態以處理經提供的該資料。

The invention refers to an edge computing device 120 for processing data 112 acquired with respect to a production process of an industrial plant comprising a plant control system 110, wherein the control system comprises a server 111. The device comprises a first unit 125 configured to be communicatively coupled to the server for receiving the data from the system. A second unit 121 is configured to provide a container runtime environment 122 configured to run a container on the second unit. A process container 123 is configured to run on the environment, wherein the process container comprises a program configured to process data acquired with respect to a production process of the industrial plant when running inside the process container. The first unit is communicatively coupled to the second unit for providing the received data to the environment, wherein the program is configured to process the provided data.

指定代表圖：

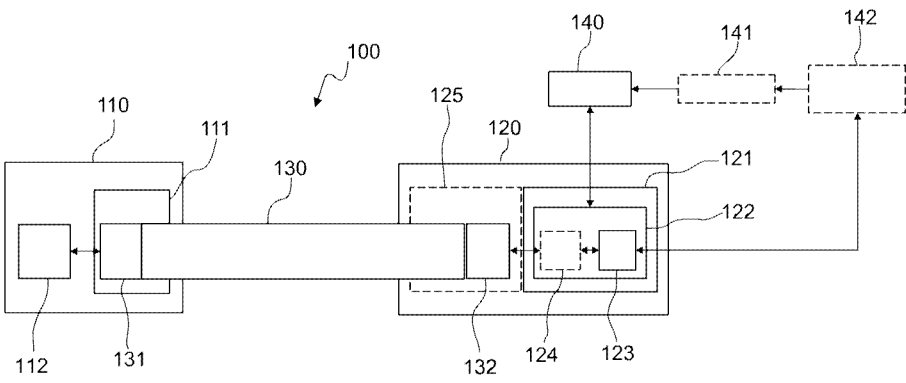


圖1

符號簡單說明：

- 100:計算框架
- 110:工廠控制系統
- 111:介接伺服器
- 112:工廠流程資料
- 120:邊緣計算裝置
- 121:容器計算單元
- 122:容器運行時環境
- 123:流程容器
- 124:抽象容器
- 125:介接計算單元
- 130:協定轉換器
- 131:協定轉換器
- 132:協定轉換器
- 140:工作流程系統、
容器登記、控制系統
- 141:工作流程系統、
軟體/硬體
- 142:工作流程系統、
軟體/硬體

【發明摘要】

【中文發明名稱】 用於處理工廠流程資料之邊緣計算裝置

【英文發明名稱】 Edge computing device for processing plant process data

【中文】

本發明涉及一種用於處理所獲取的關於一工業工廠的生產流程的資料112之邊緣計算裝置120，該工業工廠包括一工廠控制系統110，其中該控制系統包括一伺服器111。該裝置包括一第一單元125，其經組態以通信耦合至該伺服器，用於從該系統接收該資料。一第二單元121經組態以提供一容器運行時環境122，該容器運行時環境122經組態以在該第二單元上運行一容器。一流程容器123，其經組態以在該環境上運行，其中該流程容器包括一處理程式，當於該流程容器內運行時，該處理程式經組態以處理所獲取的關於該工業工廠之生產流程的資料。該第一單元通信耦合至該第二單元，用於提供所接收的該資料至該環境，其中該程式經組態以處理經提供的該資料。

【英文】

The invention refers to an edge computing device 120 for processing data 112 acquired with respect to a production process of an industrial plant comprising a plant control system 110, wherein the control system comprises a server 111. The device comprises a first unit 125 configured to be communicatively coupled to the server for receiving the data from the system. A second unit 121 is configured to provide a container runtime environment 122 configured to run a container on the second unit. A process container 123 is configured to run on the environment, wherein the process container comprises a program configured to process data acquired with respect to a

production process of the industrial plant when running inside the process container. The first unit is communicatively coupled to the second unit for providing the received data to the environment, wherein the program is configured to process the provided data.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 100:計算框架
- 110:工廠控制系統
- 111:介接伺服器
- 112:工廠流程資料
- 120:邊緣計算裝置
- 121:容器計算單元
- 122:容器運行時環境
- 123:流程容器
- 124:抽象容器
- 125:介接計算單元
- 130:協定轉換器
- 131:協定轉換器
- 132:協定轉換器
- 140:工作流程系統、容器登記、控制系統
- 141:工作流程系統、軟體/硬體
- 142:工作流程系統、軟體/硬體

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 用於處理工廠流程資料之邊緣計算裝置

【英文發明名稱】 Edge computing device for processing plant process data

【技術領域】

【0001】 本發明涉及用於處理所獲取的關於一工業工廠的生產流程的工廠流程資料之邊緣計算裝置、計算框架、方法、及電腦程式產品。

【先前技術】

【0002】 現今在例如在化學或製藥工業中之工業工廠中的複雜生產流程之最佳化，常常被用來增加該生產的可靠性、品質、及數量。隨著增加之生產流程的複雜性，分析與最佳化程式以及運行這些程式的IT基礎建設常常必需被更新，舉例而言，藉由添加額外的硬體及/或軟體。一般而言，此類分析與最佳化程式是基於處理從控制該工業工廠的一工業控制系統所接收的工廠流程資料，並且常常也被調適以便把作為個別最佳化資料之輸出提供回該工業控制系統。為了增加該分析與最佳化程式的該資料輸入與輸出之資料安全性，個別的分析與最佳化程式常常被部署在站台上，即是工廠硬體及/或軟體結構的部分。據此，在複數個工業工廠中去調適、更新、或置換一分析與最佳化程式常常是困難且無效率的。在站台上手動地操控生產工廠的軟體及/或硬體在許多情況中甚至是必要的。此舉使得用於生產工廠之分析與最佳化程式的開發與部署處理是無效率又耗時的。因此，假如用於複數個工業工廠之分析與最佳化程式可以被管理（即調適、更新、及/或置換）更有效率，這會是因此是有利的。

【發明內容】

【0003】 本案的目的是去提供一邊緣計算裝置、計算框架、方法、及電腦程式產品，其允更有效率地管理，即更有效率地更新、調適、及/或置換工業工廠分析與最佳化程式。

【0004】 在本發明的第一態樣中呈現一種邊緣計算裝置，其用於處理所獲取的關於一工業工廠的生產流程的工廠流程資料，該工業工廠包括一工廠控制系統，其中該工廠控制系統包括一介接伺服器。該邊緣計算裝置包括a) 一介接計算單元，其經組態以通信耦合至該介接伺服器，用於從該工廠控制系統接收該工廠流程資料，b) 一容器計算單元，其經組態以提供一容器運行時 (runtime) 環境，該容器運行時環境經組態以在該容器計算單元上運行一容器，c) 一流程容器，其經組態以在該容器運行時環境上運行，其中該流程容器包括一處理程式，當該處理程式在該流程容器內運行時，該處理程式經組態以處理所獲取的關於該工業工廠之生產流程的工廠流程資料，其中該介接計算單元通信耦合至該容器計算單元，用於提供所接收的該工廠流程資料至該容器運行時環境，其中該處理程式經組態以處理經提供的該工廠流程資料。

【0005】 因為邊緣計算裝置提供一容器計算單元和經組態在容器運行時環境中運行的一流程容器，其中該流程容器包括經組態以處理工廠流程資料的一處理程式，舉例而言，為了基於該工廠流程資料而分析與最佳化工廠流程，所以該處理程式可以獨立於被提供作為該工業工廠的部分之個別軟體與硬體而操作。更加地，把處理程式的運行時環境獨立於被工業工廠所提供的硬體與軟體，允許獨立於工業工廠的IT基礎建設而管理處理程式。因此可以增加管理（即調適、更新、及/或置換）用於最佳化工業工廠的流程之處理程式的效率。

【0006】 一般而言，一邊緣計算裝置涉及經調適去跟隨一邊緣計算典範（相較於雲端計算典範）的一計算裝置，涉及把該計算帶到更靠近需要該算之結果的位置。利用邊緣計算一般而言允許改善資料傳送的安全性、改善回應時

間，並且允許安全網路頻寬。更加地，在此應用的邊緣計算允許一物理孤島模式操作工廠自動系統和連接的IT基礎建設（諸如邊緣裝置）的組合。因此，偏好在站台上提供邊緣計算裝置，即作為該工業工廠的部分，以及直接連接至該工業工廠的計算硬體及/或軟體。

【0007】 所獲取的關於一工業工廠的生產流程的工廠流程資料，可以涉及在生產流程期間被一工廠控制系統所獲取的任何資料。舉例而言，該工廠流程資料可以涉及在工廠內被複數個感測器所提供之感測器量測，以便監視該生產流程。該工廠流程資料也可以涉及在生產流程期間被該工業工廠的一或多個生產設備所利用的設定，例如涉及閥門、工業加熱器、泵等的設定。該工廠控制系統可以涉及任何系統，其用於控制在該工廠內的生產流程，並且被實現為在該工廠內的硬體及/或軟體。該工廠控制系統可以包括一介接伺服器，其被調適以和其它計算單元進行介接，以便例如提供所獲取的工廠處理資料至該些其它計算單元。

【0008】 介接計算單元經組態以通信耦合至該介接伺服器，用於從該工廠控制系統接收該工廠流程資料。舉例而言，邊緣計算裝置的介接計算單元可以經由一有線或無線連接，通信耦合至工廠控制系統的介接伺服器。首選地，為了增加資料傳送的安全性和可得性，介接計算單元是經由一有線連接而通信耦合至介接伺服器。然而，基於例如5G標準的一無線連接也可以是被偏好的，假如該無線連接是節省且可靠地可得的。

【0009】 容器計算單元經組態以提供一容器運行時環境，其經組態以在該容器計算單元上運行一容器。該容器運行時環境涉及一計算環境，其允許一容器之運行。在這情境中一容器可以一般地界定為一作業系統的一實例，該實例孤立於該作業系統的其他實例，並且針對該實例，可以獨立地管理被該個別容器所能用之邊緣計算裝置的計算資源。據此，該容器下到核心（kernel）階層地

捆綁在該容器中運行之一電腦程式的全部資源和運行時相依性。更加地，由於約束該容器可以存取之計算系統的計算資源，所以偏好每個容器包括該個別軟體，該個別軟體是被需要用於運行在該容器中被容器化之一個別程式。舉例而言，一容器優選地包括被一個別處理程式所需要之該計算框架的所有函式庫。

【0010】 邊緣計算裝置進一步包括一流程容器，其經組態以在該容器運行時環境上運行。該流程容器包括一處理程式，其在該流程容器中被容器化。當該處理程式在該流程容器內運行時，該處理程式一般地經組態以處理所獲取的關於該工業工廠之生產流程的工廠流程資料。該處理優選地涉及分析工廠流程資料，該工廠流程資料關於該工業工廠之生產流程的一最佳化。該處理程式可以涉及任何已知、已存在的處理程式，或涉及一個個性化處理程式，其被特定地調適用於處理一特定生產工廠的工廠流程資料。舉例而言，該處理程式可以涉及一軟體感測器。一軟體感測器例如可以被實現為一卡爾曼（**Kalman**）過濾器，其重建難以在物理階層上量測之該工業工廠的一內部狀態。此類經重建的內部狀態可以作為工廠控制資料而向後饋送至該工廠控制系統，於該處，此種形式的工廠控制資料可以然後被對待為真實的物理量測。在另一示例中，該處理程式可以涉及一模型預測控制器。例如基於下面的流程之狀態空間模型，此類控制器用於最佳化穿過蒸餾塔的產量。

【0011】 介接計算單元進一步通信耦合至該容器計算單元，使得接收自該介接伺服器的所接收之工廠流程資料可以被提供至容器運行時環境。該通信耦合可以以介於該介接計算單元和該容器計算單元之間的任何有線或無線連接之形式來實現。優選地，該介接計算單元和該容器計算單元是相同的計算硬體及/或軟體的部分。在這情況中，通信耦合可以涉及一虛擬耦合，其允許該容器計算單元去存取被該介接計算單元所提供的資料，並且反之亦然。一般而言，容器運行時環境經調適，以把被容器化在該流程容器中的處理程式對所接收工廠

流程資料之容器存取，提供作為資源。該處理程式然後經組態以存取並且特別地處理被提供的工廠流程資料。

【0012】 在一實施例中，該介接計算單元經由一協定轉換器通信耦合至該介接伺服器，其中該協定轉換器經組態以孤立和穿隧該工廠流程資料，並且經組態以把該工廠流程資料從在該介接伺服器處所利用的一資料格式，轉換至被該介接計算單元所利用的一資料格式。在許多應用中，工廠控制系統和因此地介接伺服器提供資料，特別是以一特定格式的工廠處理資料，然而邊緣計算裝置（特別是介接計算單元）經組態以使用一不同的資料格式，諸如一更現代的資料格式。在這情況中，被提供於介接計算單元和介接伺服器之間的協定轉換器把從介接伺服器的一資料轉換至在介接計算單元處所利用的一資料格式，並且允許一更有效率的資料交換。協定轉換器可以用於執行這個任務而被提供作為該介接伺服器的部分、作為介接計算單元的部分或兩者的部分、該介接伺服器和該介接計算單元。舉例而言，該協定轉換器可以被提供作為在介接伺服器、介接計算單元或兩者上的硬體及/或軟體。

【0013】 更加地，該協定轉換器經組態以孤立和穿隧該工廠流程資料。一般而言，資料的孤立涉及資料的處理，使得只轉移所企圖的資料。資料的穿隧一般涉及在轉移至一不同資料協定、及資料從一來源至一個別接收器的物理運輸之期間的經轉移資料的封裝。在一偏好的實施例中，藉由利用用於加密工廠流程資料之一加密，該協定轉換器經調適用於穿隧該工廠流程資料。

【0014】 因為該協定轉換器經調適把該工廠流程資料從在該介接伺服器處所利用的一資料格式，轉換至被該介接計算單元所利用的一資料格式，並且在這處理中去孤立和穿隧該工廠流程資料，所以介於在該介接伺服器和該介接計算單元之間的通信變成並不只有更有效率，而是進一步地強烈地增加這通信的安全性。

【0015】 在一偏好的實施例中，該協定轉換器經組態以把在該介接伺服器處、以一舊式資料格式所提供之工廠流程資料，轉換至一現代資料格式。在許多工業控制系統中，複數個舊式軟體與硬體系統仍然活躍，例如由於穩定的工作性能，以及進一步由於用於把新的硬體或軟體實施至一已經運行中工廠控制系統所必需的、常常是高的開支。據此，此類舊式軟體或硬體系統也提供個別的舊式資料，即以一舊式資料格式所提供的資料，其中一舊式資料格式涉及一資料格式，其被代替或淘汰，並且一般而言不再在最新應用中使用。在這情境中，用語「現代資料格式」涉及一種資料格式，其仍然可被現在及最新的軟體和硬體應用中使用。因為許多舊式資料格式並不只不被現代硬體和軟體系統所使用，而是進一步可以包括額外之像是減少儲存性能等之缺點，因此，用於把該工廠流程資料轉移至該介接計算單元，以把一舊式資料格式所提供之工廠流程資料轉換至一現代資料格式是有利的。舉例而言，該舊式資料格式可以涉及一開放平台通信資料存取(Open Platform Communications Data Access; OPC DA)格式，其中該現代資料格式涉及一開放平台通信統一存取(Open Platform Communication Unified Access; OPC UA)格式。在此情況中，偏好該協定轉換器包括一開放平台通信資料存取到統一存取(OPC DA-to-UA)轉換器，其經組態藉由把一開放平台通信統一存取(OPC UA)包裹器施加至該工廠流程資料，而轉換在該介接伺服器處以一OPC DA格式所提供之該工廠流程資料。然而假如該工廠流程資料已經以一現代資料結構被提供，則偏好該協定轉換器經調適以動作為一透明通信隧道，即該協定轉換器並不轉換該工廠流程資料，但只是孤立與穿隧該工廠流程資料。

【0016】 在一實施例中，該處理程式經組態以提供工廠控制資料，用於基於處理該工廠流程資料而控制或最佳化該工業工廠，其中該容器計算單元通信耦合至該介接計算單元，用於提供該工廠控制資料至該介接計算單元，其中該

介接計算單元和該介接伺服器通信耦合，用於提供該工廠控制資料至該介接伺服器，用於在該工業工廠的該工廠控制系統上實施。在這實施例中，該處理程式基於工廠流程資料，經調適以判定用於控制或最佳化工業工廠的工廠控制資料。特別地，該工廠控制資料可以是該工廠流程資的分析結果。舉例而言，此類分析可能展示，假如在該生廠流程中的一些硬體（諸如加熱器）會被不同地控制，例如被控制以便在生產的一特定階段提供較少熱至產品，則此一分析可能展示可以改善該生產工廠的特定產品之生產。據此，針對這個示例，所提供的工廠控制資料可以包括資料，其指示該工業工廠的該工廠制系統去調適個別硬體控制，據此在這示例中是加熱器。藉由該處理程式所提供的工廠控制資料可以經由通信耦合的該容器計算單元而被提供至該介接計算單元，並且進一步地從該介接計算單元被提供至介接伺服器，使得該工業控制資料可以被實施於該工業工廠的該工業控制系統。這個實施例不單單允許分析與處理從該工業工廠所提供的資料，還進一步允許去直接影響、特別是最佳化該工業工廠的該控制。

【0017】 也在這實施例中，偏好該介接計算單元經由一協定轉換器通信耦合至該介接伺服器，其中該協定轉換器經組態以孤立和穿隧該工廠控制資料，並且經組態以把該工廠控制資料從在該介接計算單元處所利用的一資料格式，轉換至被該介接伺服器所利用的一資料格式。如同上面已探討過並也在這情況中，該工廠控制系統仍然保括使用舊式資料格式的軟體及/或硬體，該協定轉換器經組態，以把以一現代資料格式所提供的該工廠控制資料轉換至一舊式資料格式，以便提供該工廠控制資料至該工廠控制系統。舉例而言，該協定轉換器可以包括一OPC DA-to-UA轉換器，其中該OPC DA-to-UA轉換器經組態以把OPC UA格式的工廠控制資料轉換至一OPC DA格式，以便提供該工廠控制資料至該工廠控制系統。

【0018】 在這實施例中，邊緣計算裝置包括進一步一抽象容器，其經組態以在該容器運行時環境上運行，其中該抽象容器包括一抽象程式，其經組態以在該工廠流程資料被提供至該流程容器之前，對該工廠流程資料進行前處理。關於該工廠流程資料是如何被該介接計算單元提供到該容器計算單元、考慮到該工廠流程資料如何在該處理程式中被利用，提供包括用於前處理該工廠程資料的一抽象程式之一抽象容器，允許該系統之一較高彈性，考慮到該工廠流程資料如何在該處理程式中被利用而被提供至該至該容器計算單元。被該抽象程式所執行的該前處理可以涉及工廠流程資料的任何種類處理，其允許提供從該介接計算單元所接收、以被該處理程式所預期作為輸入的一格式之工廠流程資料。舉例而言，該前處理可以涉及該工廠流程資料的一轉換，其中在這情況該抽象程式包括一個別資料或協定轉換器。然而，該前處理也可能涉及排序或把一物理單位轉換至另一物理單元，像是把所全部物理單位轉換至SI單位。更加地，該抽象程式也可以經調適以過濾該工廠流程資料，例如只提供工廠流程資料的部分至該流程容器以及因此至該處理程式。除此之外，該抽象程式也可以經調適以執行在時間序列資料上的操作，例如去計算遍及一時間的値之聚集平均。此類聚集的時間序列資料尤其合適於在機器學習模型中利用。

【0019】 因為該抽象容器被提供包括一抽象程式，該系統變成並不單單更有彈性，(以一抽象容器的形式提供該抽象程式)，還具有它可以被管理的優點，即以如同該處理容器般以相同容易且效率方式而被更新、調適、或置換。更加地，當利用一抽象程式用於前處理該工廠流程資料，也是該處理容器，特別是在該處理容器中運行的該個別處理程式，可以更容易地在遍及複數個工業工廠共享，使得不是每個工業工廠需要一客製化處理程式。此舉更一般性增加管理工廠流程資料之處理的效率。

【0020】 在一實施例中，該介接計算單元及/或該容器計算單元經組態以

運行一虛擬Windows（微軟的Windows）環境或一虛擬Linux環境。特別地，偏好該容器計算單元或是運行作為一作業系統的一Linux環境，或者是經組態以運行可以在上面提供該容器運行時環境之一虛擬Linux環境。更加地，偏好該介接計算單元經組態以運行作為一作業系統的一Windows環境，或者是假如用一不同的作業系統運行，則經調適以運行一虛擬Windows環境。一般而言，該介接計算單元和該容器計算單元可以經調適以在任何合適的作業系統運行，並且然後假如必需則可以被調適以提供一個別虛擬環境，在該虛個別虛擬環境中運行另一作業系統，以便為了該介接計算單元及/或該容器計算單元之個別任務而有利地允許某軟體之運行。

【0021】 組態該介接計算單元及/或該容器計算單元去運行個別的虛擬作業系統環境，進一步增加該邊緣計算裝置的彈性，例如關於在邊緣計算裝置的個別計算單元上運行之作業系統。

【0022】 在一實施例中，該容器運行時環境經組態，以允許經由一連續整合與連續交付（continuous integration and continuous delivery；CI/CD）工作流程而部署運行在該流程容器內的該處理程式。因為該容器運行時環境經組態以允許經由一CI/CD工作流程而部署該處理程式，在用於不同工業工廠的複數個處理程式必須被管理的情況中，處理程式也可以被更有效率地管理。更加地，假如該容器運行時環境進一步包括具有一抽象程式的一抽象容器，則進一步偏好該抽象程式也可以經由一CI/CD工作流程而被部署。

【0023】 在本發明的一進一步態樣中，呈現一種用於處理所獲取的關於一工業工廠的生產流程的工廠流程資料之計算框架，該工業工廠包括一工廠控制系統，其中該計算框架包括a）如上面所描述之一邊緣計算裝置，以及b）一介接伺服器，其是該工廠控制系統的部分，其中該介接伺服器通信耦合至該介接計算單元，以便把該工廠流程資料從該工廠控制系統提供至該邊緣計算裝置的

該介接計算單元，並且反之亦然。

【0024】 在本發明的一進一步態樣中，呈現一種用於處理所獲取的關於一工業工廠的生產流程的工廠流程資料之方法，該工業工廠包括一工廠控制系統，其中該工廠控制系統包括一介接伺服器。該方法包括a) 經由該介接伺服器從該工廠控制系統接收工廠流程資料，b) 提供經組態以運行一容器的一容器運行時環境，其中該容器包括一處理程式，其經組態當在該容器內運行時處理一工業工廠的該工廠流程資料，以及c) 提供所接收的該工廠流程資料至該容器運行時環境，並且藉由該處理程式處理被提供的該工廠流程資料。

【0025】 在本發明的一進一步態樣中，呈現一種用於處理所獲取的關於一工業工廠的生產流程的工廠流程資料之電腦程式產品，該工業工廠包括一工廠控制系統，其中該電腦程式產品包括程式碼手段，其引發如上面所描述之一邊緣計算裝置去執行如上面所描述之一方法。

【0026】 應瞭解如上面所描述之邊緣計算裝置、如上面所描述之計算框架、如上面所描述之方法、及如上面所描述之電腦程式產品具有類似及/或相同的偏好實施例，特別地如同在附屬請求項中所界定的。

【0027】 應瞭解本發明的一偏好實施例也可以附屬請求項或上面實施例和個別獨立請求項的任何組合。本發明的這些和其它態樣將由、以及用參考至下文所描述的該些實施例而顯而易見、闡明。

【圖式簡單說明】

【0028】 在下例圖中：

【0029】 [圖1]概略和示例地顯示用於處理工廠流程資料之一電腦框架的一實施例。

【0030】 [圖2]概略和示例地顯示用於一連續部署與連續交付工作流程之

流程示意圖，以及

【0031】 [圖3]概略和示例地顯示用於處理工廠流程資料之一方法的流程示意圖。

【實施方式】

【0032】 圖1概略和示例地顯示一電腦框架100，用於處理所獲取的關於一工業工廠的生產流程的工廠流程資料112，該工業工廠包括一工廠控制系統110。

【0033】 一般而言，工業工廠可以涉及用於一工業目的之任何技術基礎建設。該工業目的可能是製造或處理一或多個工業產品，即被該工業工廠所執行的一製造流程或一處理。舉例而言，該工業目的可以涉及一工業產品的生產。該工業產品可以例如是任何的物理產品，諸如化學、生物、製藥、食品、飲料、紡織、金屬、塑膠、或半導體。額外或替代地，該工業產品甚至可以是諸如電力、加熱、空調之服務產品，諸如回收之廢物對待，諸如分解或溶解之化學對待，或甚至焚化等。據此，該工業工廠可能是下列中的一者或多者：一化學工廠、一流程工廠、一製藥工廠、諸如油井及/或天然氣井的化石燃料處理設備、精鍊廠、石油化學工廠、裂解工廠、及類似者。該工業工廠可以甚至是下列中的任意者：蒸餾室、焚化爐、或動力工廠。該工業工廠可以甚至是上面所給定示例之任意者。

【0034】 為了執行生產流程，該工業工廠包括可以被控制參數所控制之一技術基礎建設，其中該些控制參數可以被看待為工廠控制資料的部分，其用於控制該工業工廠而被一流程控制系統實施到該技術基礎建設。該技術基礎建設可能包括諸如下列中一者或多者之設備或流程單元：熱交換器、諸如分餾蒸餾塔之蒸餾塔、熔爐、反應室、裂解單元、儲存罐、沈澱器、管線、堆疊、過濾器、閥門、致動器、變換器、斷路器、諸如大型旋轉設備之機械，諸如渦輪、

發電機、粉碎器、壓縮機、鼓風機、泵、馬達等。這技術基礎建設之每者可以提供之監視該技術基礎建設功能之監視資料。更加地，該工業工廠典型地包括複數個感測器，其允許量測該技術基礎建設的操作參數。被感測器所量測之該些參數可能涉及各種流程參數及/或涉及該設備或該些流程單元之參數。舉例而言，感測器可能被用於量測下列中的參數，諸如在管線內之流動率、在罐內之位準、熔爐之溫度、氣體之化學成分等，以及一些感測器可以被用於量測渦輪之震動、鼓風機之速度、閥門之操成、管線之腐蝕、橫越變換器之電壓等。該些功能參數和操作參數兩者可以被看待是所獲取的關於一工業工廠的生產流程之工廠流程資料112的部分。

【0035】 工廠流程資料112一般而言可以是工廠控制系統110的部分，諸如可以被工廠控制系統110所獲取及/或儲存。更加地，工廠控制系統110也可以經調適以進一步處理工廠流程資料112，例如去監視、分析、及/或最佳化工廠流程資料112。然而在許多應用中，工廠控制系統110並不被組態以提供工廠流程資料112之最新的深度分析和可能的最佳化，並且在許多情況中甚至涉及一舊式系統，該舊式系統並不提供用於工廠流程資料112之最新深度分析的技術硬體或軟體基礎建設。據此，盼望提供一軟體及/或硬體，其允許用於工廠流程資料112之最新處理而同時容易被部署和管理。

【0036】 為了解答上面提及的問題，具有邊緣計算裝置120之計算框架100被提出。邊緣計算裝置120和工廠控制系統110的介接伺服器111進行通信耦合，邊緣計算裝置120也可以被看待為計算框架100的部分。特別地，邊緣計算裝置120包括提供技術基礎建設之一介接計算單元125，諸如用於和工廠控制系統110之介接伺服器111進行通信耦合之硬體或軟體。優選地，介接計算單元125經調適以從介接伺服器111透過通信耦合而接收工廠流程資料112。在一偏好的實施例中，如同圖1中所展示，介接計算單元125經由一協定轉換器130而通信耦合至該

介接伺服器111。優選地，協定轉換器130經組態以孤立和穿隧從介接伺服器111至介接計算單元125的工廠流程資料112。此舉允許工廠流程資料112從工廠控制系統110至邊緣計算裝置120的安全且有效的轉移。更加地，協定轉換器130一般而言可以經調適把工廠流程資料112從被介接伺服器111所利用的資料格式，轉換至被邊緣計算裝置120所利用的資料格式，特別是被邊緣計算裝置120的介接計算單元125所利用。假如工廠控制系統110涉及利用舊式資料格式的舊式系統，則偏好協定轉換器130經調適以把在該介接伺服器111處以舊式資料格式所提供的該工廠流程資料112，轉換至可以被介接計算單元125所利用的現代資料格式。可以轉換為現代資料格式之舊式資料格式的一示例是仍然被許多工廠制系統所利用的OPC DA資料格式。在這情況中，偏好該協定轉換器130包括一OPC DA-to-UA轉換器，其允許把OPC DA資料轉換至OPC UA資料格式。然而，假如工廠控制系統110以如同介接計算單元125所利用的相同資料格式，提供工廠流程資料112，則協定轉換器130可以涉及一透明通信單元，其對工廠流程資料112不提供任何轉換，而只是在介接伺服器111和介接計算單元125之間提供工廠流程資料112的孤立和穿隧。一般而言，協定轉換器130可以被提供作為該介接伺服器111的部分、作為介接計算單元125的部分或兩者的部分，如同在圖1中被該通信耦合的每一端所提供、被協定轉換器131、132的概略部分所指示之介接伺服器111和介接計算單元125。

【0037】 邊緣計算裝置120進一步包括一容器計算單元121，其經組態以提供一容器運行時環境122，其中在容器運行時環境122上提供一流程容器123。容器計算單元121可以例如是邊緣計算裝置120的作業系統的部分，或者是取決於上該邊緣計算裝置120所運行的作業系統，也可以用和該邊緣計算裝置120的一般作業系統不同之一虛擬作業系統而被提供。舉例而言，假如該邊緣計算裝置120是用一Windows作業系統而被一般地提供，則該容器計算單元121可以經組態

以運行一虛擬Linux環境，因為大部分的容器運行時環境122是被提供為基於Linux的運行時環境。

【0038】 容器運行時環境122然後經調適以提供該流程容器123，該流程容器123包括在該流程容器123內運行的一處理程式。該處理程式經組態以處理所獲取的關於該工業工廠之該生產流程的工廠流程資料112。舉例而言，處理程式可以經調適以分析工廠流程資料112，並且基於該分析去提供經最佳化的流程控制資料，其允許該工業工廠的一最佳化控制。

【0039】 可選地，邊緣計算裝置120進一步包括經組態以在該容器運行時環境（122）上運行一抽象容器124，其中該抽象容器124包括一抽象程式。包括該抽象程式可以被提供，以便在該工廠流程資料112被提供至包括該處理程式的該流程容器123之前，對該工廠流程資料112進行前處理。舉例而言，假如該工廠流程資料112以不能被該處理程式所處理的一格式而被該介接計算單元125提供，則該抽象程式可以經調適以前處理該工廠流程資料112，使得該工廠流程資料112可以被該處理程式所處理。取決於該介接伺服器111和該介接計算單元125關於工廠流程資料112的提供與接收之個別組態與互動，此類處理可以包括該工廠流程資料112的過濾、是該工廠流程資料112的部分之參數的單位轉換、該工廠流程資料112的重新管理、該工廠流程資料112的選擇等。

【0040】 在一偏好實施例中，運行在流程容器123上的處理程式經調適，以基於該工廠流程資料112之一分析，提供應被實施至該工廠控制系統110的工廠控制資料。運行在容器計算單元121的容器運行時環境122上之流程容器123然後經調適，以提供該工廠控制資料至該介接計算單元125。優選地，該介接計算單元125可以然後經由該協定轉換器130，提供該工廠控制資料至該工廠控制系統110的該介接伺服器111。在這情況中，協定轉換器130可以經調適，以把在該工廠控制資料從在該介接計算單元125處所利用的一資料格式，轉換至在該介接

伺服器111處所利用的一資料格式，特別是被該工廠控制系統110所利用的資料格式。工廠控制系統110可以然後實施所接收的用於控制該工業工廠之工廠控制資料。

【0041】 在一偏好實施例中，藉由一連續整合與連續交付（CI/CD）工作流程而部署該容器運行時環境122。這工作流程是被工作流程系統140至142所指示。特別地，該CI/CD工作流程是基於例如在一外部基於雲端的伺服器上提供一控制系統和容器登記140。該控制系統例如可以經調適以部署和管理全部版本的處理程式及/或抽象程式，舉例而言，藉由檢查一更加更新版本的處理程式是否為可得，然後並且藉由提供該更新至該容器運行時環境122，舉例而言，藉由用該更新版本的處理程式而置換現在正運行的處理程式。更加地，一容器登記可以被提供，其登記在複數個工業工廠的邊緣計算裝置上的所有被容器化程式，以便提供現在被利用的所有被容器化程式之概觀。可選地，該CI/CD工作流程可以進一步包括軟體及/或硬體，其經組態以連續地接收並監視至該處理程式之輸出與輸入，舉例而言，接收並監視作為輸入的工廠流程資料112以及作為輸出的工廠控制資料。這外部軟體/硬體142可以然後經調適例如使用人工智慧系統以分析與監視該處理程式的運行。基於這監視與分析，一軟體/硬體141可以被提供連續地改善該處理程式，並且例如提供更新版本的處理程式至該控制系統140。

【0042】 圖2概略和示例地顯示此類CI/CD工作流程。此類工作流程可以包括例如首先建造、測試、以及然後合併在一個或多個工業工廠將被利用之一處理程式及/或一抽象程式的一部分之一流程。這個建造、測試、以及合併可以例如在一外部伺服器上或在一基於雲端的環境中執行，並且允許一個別處理程式的安全與效率的開發。假如該處理程式或舉例而言一更新版本可處理程式已備妥，則該流程可以包括自動地發行該新版的處理程式至一典藏庫，在這典藏庫上新版本的處理程式是被登記與儲存。可以然後自動地從該典藏庫部署新版本

的處理程式，例如隨著下一次更新自動部署至該邊緣計算裝置，並且然後可以在該邊緣計算裝置的容器計算單元之容器運行時環境中實施。此舉允許關於在工業工廠內部署處理程式的非常有效率且改善的工作流程。

【0043】 圖3涉及概略和示例地顯示用於處理工廠流程資料之一方法的流程示意圖。方法300可以經組態以和如同關於圖1所描述般之一計算框架100一起被利用。特別地，方法300包括於一第一步驟310中經由介接伺服器從工廠控制系統接收工廠流程資料。在步驟320中提供一容器運行時環境，其經組態以運行一容器，其中該容器包括一處理程式，該處理程式經組態當在該容器內運行時，則去處理一工業工廠的該工廠處理資料。在一最後步驟330中，方法300包括提供所接收的工廠流程資料至容器運行環境，並且藉由該處理程式處理所提供的工廠流程資料。

【0044】 在化學工業生產流程的最佳化可以被看待去增加生產流程的可靠性與品質之一關鍵。利用邊緣典範的流程最佳化因此已被持續使用多年。正常而言，藉由在一工業工廠中安裝額外的IT基礎建設，完成一處理程式在該邊緣的一實施。用於此類處理程式的一計算框架的一軟體堆疊可以例如由下列構件所組成：i) 從一工廠控制系統介面（即一介接伺服器）讀取資料，該工廠控制系統介面例如常常基於OPC DA涉及一DCS介面；ii) 以合適於最佳化與進階資料分析的一程式化語言處理這資料，例如Matlab；以及iii) 把輸出資料寫回該DCS介面。維護和部署藉由該處理程式所實現的邊緣智慧，要求直到在該邊緣上的一模型被調適、重新訓練、或置換為止的手動步驟，而此舉常常意謂個人地進入一工廠，並且手動地把檔案拷貝至工廠內的伺服器。此舉可以減緩開發與部署流程，並且導致環繞解法的無效率工作。

【0045】 針對這問題的解決的一部分如同討論地例如關於圖1提供了處理程式的容器化。舉例而言，該處理程式可以被部署為容納Python、R、或Scala

程式碼的Linux容器。容器化致能一真實的「一次建造到處運行」典範，並且因此致能從雲端至邊緣的自動建造、測試、及部署處理程式。因此作為該解法的進一部分，如同上面例如關於圖1已經描述的，去致能基於容器的工作負載而被部署物理地靠近一介接伺服器，諸如DCS介面，並且致能它們以一無縫且安全式樣去從介接伺服器讀取流程資料，以及寫入流程資料至介接伺服器，這是有利的。此舉可以例如藉由關於圖1所描述的計算框架而被達成，其中一個和現存設定的主要不同是處理程式可以被部署為容器，並且基於完全自動化、基於CI/CD管線極快速與靈敏地交換和重新訓練。

【0046】 舉例而言，該邊緣計算裝置可以是一待命裝置，諸如一IPC，其被置放物理地靠近該介接伺服器，例如使用一高度可得、可能冗餘的網路連接進行連接(即通信耦合)。在一介接伺服器上可以安裝一協定轉換器，諸如一OPC DA-to-UA轉換器，其孤立和穿隧可能的過時且不安全的本地通信、諸如基於OPC DA的本地通信，可選地藉由一基於OPC UA的包裹器。然而其它協定也是可能被思量的。舉例而言，在介接伺服器處的協定可以是一舊式協定，諸如基於COM的OPC DA。在介接計算單元處的協定可以是一更現代的協定，諸如MQTT或OPC UA，其致能用容器化的電腦程式之通信。在一邊緣計算裝置上一介接伺服器(例如一OPC UA伺服器)是可得的，其包裹至該介接伺服器的全部存取。一般而言，協定轉換器可以在一介接伺服器上運行，散布在介接伺服器和介接計算單元，運行例如一可選的虛擬Windows環境，或只在介接計算單元上。

【0047】 除此之外，可以個別在介接計算單元和容器計算單元安裝虛擬Windows環境及/或Linux環境。舉例而言，主機作業系統可以是具有一Linux虛擬化階層的Windows、或具有一Windows虛擬化階層的Linux。該虛擬Windows環境致能安裝舊式軟體和協定，諸如OPC DA只在Windows OS上可得。在該Linux環境中，可以部署用於該抽象和流程容器之該容器運行時環境。

【0048】 抽象化容器可以經調適以進一步抽象化至該介接計算單元的一存取。舉例而言，該可選的抽象容器可以以一格式變換及/或聚集工廠流程資料，使得其可以被該流程容器處理，例如藉由轉換工廠特定單位至標準處理程式輸入單位，諸如公分至公尺。該流程容器可以容納用於諸如最佳化或訓練AI模型的進階分析之處理程式。舉例而言，處理程式可以經調適以動作為諸如卡爾曼過濾器之一軟體感測器，其提供一顯外的量測或是仿真遺漏的儀器。該處理程式也可以涉及一AI模型，例如使用高度可縮放雲端基礎建設的前訓練，諸如像是資料磚的大數據分析工具。除此之外，任何種類的即時最佳化可利用為處理程式。更加地，處理程式也可以涉及一模型預測控制器，其中關於網路堆疊的軟性即時要求和高度可得性可以藉由設定而被滿足。

【0049】 部署流程然後可以由諸如IoT集線器和IoT邊緣之雲端伺服器、使用現代CI/CD和DevOp流程所控制，諸如一處理程式邏輯雲端側之更新可以導致完全這處理程式在全部相關的邊緣計算裝置之自動化部署。

【0050】 一般而言，如上面所解釋地本發明具有處理程式是孤島模式可部署的優點，針對讀取、處理、和寫回從或至一介接伺服器之流程資料提供一彈性功能。

【0051】 從圖式、說明書、及附加請求項的學習，所屬技術領域中具有通常知識者於實現所主張發明時，可以瞭解並實現對於所揭露實施例的其它變化。

【0052】 在申請專利範圍中，用語「包括」並不排除其它的元件或步驟，並且不定冠詞「一」或「一個」並不排除複數。

【0053】 一單一單元或裝置可能滿足在申請專利範圍中所記述多次用語的功能。某些措施僅僅在相互不同的附屬請求項被記述的事實，並不指示這些措施的組合不能用於獲利。

【0054】 藉由數個單元或裝置所執行之像是工廠資料之接收、容器運行時環境之提供、處理程式之運行、工廠資料之處理等，可以藉由任何其它數量的單元或裝置所執行。

【0055】 電腦程式產品可以被儲存/散布在合適的媒體上，諸如光學儲存媒體或固態媒體，其和其它硬體一起或是作為部分而被供應，更是電腦程式產品也可能也可以被散布在其它形式中，諸如經由網際網路或者是其它有線或無線通信系統。

【0056】 申請專利範圍中的任何元件符號不應被理解為限制其範圍。本發明涉及一種用於處理所獲取的關於一工業工廠的生產流程的工廠流程資料之邊緣計算裝置，該工業工廠包括一工廠控制系統。該裝置包括一第一單元，其經組態以通信耦合至該伺服器，用於從該系統接收該資料。一第二單元經組態以提供一容器運行時環境，該容器運行時環境經組態以在該第二單元上運行一容器。一流程容器，其經組態以在該環境上運行，其中該流程容器包括一處理程式，當於該流程容器內運行時，該處理程式經組態以處理所獲取的關於該工業工廠之生產流程的資料。該第一單元通信耦合至該第二單元，用於提供所接收的該資料至該環境，其中該程式經組態以處理經提供的該資料。

【符號說明】

【0057】

100:計算框架

110:工廠控制系統

111:介接伺服器

112:工廠流程資料

120:邊緣計算裝置

- 121:容器計算單元
- 122:容器運行時環境
- 123:流程容器
- 124:抽象容器
- 125:介接計算單元
- 130:協定轉換器
- 131:協定轉換器
- 132:協定轉換器
- 140:工作流程系統、容器登記、控制系統
- 141:工作流程系統、軟體/硬體
- 142:工作流程系統、軟體/硬體
- 300:方法
- 310:步驟
- 320:步驟
- 330:步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種用於處理所獲取的關於一工業工廠的生產流程的工廠流程資料（112）之邊緣計算裝置（120），該工業工廠包括一工廠控制系統（110），其中該工廠控制系統（110）包括一介接伺服器（111），其中該邊緣計算裝置（120）包括：

一介接計算單元（125），其經組態以通信耦合至該介接伺服器（111），用於從該工廠控制系統（110）接收該工廠流程資料（112），

一容器計算單元（121），其經組態以提供一容器運行時環境（122），該容器運行時環境（122）經組態以在該容器計算單元（121）上運行一容器，以及

一流程容器（123），其經組態以在該容器運行時環境（122）上運行，其中該流程容器（123）包括一處理程式，當該處理程式在該流程容器（123）內運行時，該處理程式經組態以處理所獲取的關於該工業工廠之生產流程的該工廠流程資料（112），

其中該介接計算單元（125）通信耦合至該容器計算單元（121），用於提供所接收的該工廠流程資料（112）至該容器運行時環境（122），其中該處理程式經組態以處理經提供的該工廠流程資料（112）。

【請求項2】如請求項1之邊緣計算裝置（120），其中該介接計算單元（125）經由一協定轉換器（130）通信耦合至該介接伺服器（111），其中該協定轉換器（130）經組態以孤立和穿隧該工廠流程資料（112），並且經組態以把該工廠流程資料（112）從在該介接伺服器（111）處所利用的一資料格式轉換至被該介接計算單元（125）所利用的一資料格式。

【請求項3】如請求項1之邊緣計算裝置（120），其中該協定轉換器（130）經組態以把在該介接伺服器（111）處以一舊式資料格式所提供之該工廠流程資料（112）轉換至一現代資料格式。

【請求項4】如請求項2之邊緣計算裝置（120），其中該協定轉換器（130）包括一開放平台通信資料存取到統一存取（OPC DA-to-UA）轉換器，其經組態藉由把一開放平台通信統一存取（OPC UA）包裹器施加至該工廠流程資料（112），而轉換在該介接伺服器（111）處以一開放平台通信資料存取（OPC DA）資料格式所提供之該工廠流程資料（112）。

【請求項5】如前述請求項任一項之邊緣計算裝置（120），其中該處理程式經組態以提供工廠控制資料，用於基於處理該工廠流程資料（112）而控制或最佳化該工業工廠，其中該容器計算單元（121）通信耦合至該介接計算單元（125），用於提供該工廠控制資料至該介接計算單元（125），其中該介接計算單元（125）和該介接伺服器（111）通信耦合，用於提供該工廠控制資料（112）至該介接伺服器（111）以在該工業工廠的該工廠控制系統（110）上實施。

【請求項6】如請求項5之邊緣計算裝置（120），其中該介接計算單元（125）經由一協定轉換器（130）通信耦合至該介接伺服器（111），其中該協定轉換器（130）經組態以孤立和穿隧該工廠控制資料，並且經組態以把該工廠控制資料從在該介接計算單元（125）處所利用的一資料格式轉換至被該介接伺服器（111）所利用的一資料格式。

【請求項7】如請求項6之邊緣計算裝置（120），其中該協定轉換器（130）經組態以把以一現代資料格式所提供的該工廠控制資料轉換至一舊式資料格式，以便提供該工廠控制資料至該工廠控制系統（110）。

【請求項8】如請求項7之邊緣計算裝置（120），其中該協定轉換器（130）包括一OPC DA-to-UA轉換器，其中該OPC DA-to-UA轉換器經組態以把經OPC UA格式化的工廠控制資料轉換至一OPC DA格式，以便提供該工廠控制資料至該工廠控制系統（110）。

【請求項9】如前述請求項任一項之邊緣計算裝置（120），該邊緣計算裝置

(120) 進一步包括一抽象容器 (124)，其經組態以在該容器運行時環境 (122) 上運行，其中該抽象容器 (124) 包括一抽象程式，其經組態以在該工廠流程資料 (112) 被提供至該流程容器 (123) 之前，對該工廠流程資料 (112) 進行前處理。

【請求項10】如前述請求項任一項之邊緣計算裝置 (120)，其中該介接計算單元 (125) 及/或該容器計算單元 (121) 經組態以運行一虛擬Windows環境或一虛擬Linux環境。

【請求項11】如前述請求項任一項之邊緣計算裝置 (120)，其中該容器運行時環境 (122) 經組態，以允許經由一連續整合與連續交付 (CI/CD) 工作流程而部署運行在該流程容器內的該處理程式。

【請求項12】一種用於處理所獲取的關於一工業工廠的生產流程的工廠流程資料 (112) 之計算框架 (100)，該工業工廠包括一工廠控制系統 (110)，其中該計算框架 (100) 包括：

如前述請求項任一項之邊緣計算裝置 (120)，以及

一介接伺服器 (111)，其是該工廠控制系統 (110) 的部分，其中該介接伺服器 (111) 通信耦合至該介接計算單元 (125)，以便把該工廠流程資料 (112) 從該工廠控制系統 (110) 提供至該邊緣計算裝置 (120) 的該介接計算單元 (125)，並且反之亦然。

【請求項13】一種用於處理所獲取的關於一工業工廠的生產流程的工廠流程資料 (112) 之方法 (300)，該工業工廠包括一工廠控制系統 (110)，其中該工廠控制系統 (110) 包括一介接伺服器 (111)，其中該方法 (300) 包括：

經由該介接伺服器 (111) 從該工廠控制系統 (110) 接收 (310) 該工廠流程資料 (112)，

提供 (320) 經組態以運行一容器的一容器運行時環境 (122)，其中該容器

包括一處理程式，其經組態當在該容器內運行時處理該工業工廠的該工廠流程資料（112），以及

提供（330）所接收的該工廠流程資料（112）至該容器運行時環境（122），並且藉由該處理程式處理被提供的該工廠流程資料（112）。

【請求項14】一種用於處理所獲取的關於一工業工廠的生產流程的工廠流程資料（112）之電腦程式產品，該工業工廠包括一工廠控制系統（110），其中該電腦程式產品包括程式碼手段，其引發如請求項1至11任一項之邊緣計算裝置（120）去執行如請求項13之方法（300）。

