

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7053113号

(P7053113)

(45)発行日 令和4年4月12日(2022.4.12)

(24)登録日 令和4年4月4日(2022.4.4)

(51)国際特許分類

F I

G 0 5 B 23/02 (2006.01)

G 0 5 B 23/02

G

G 0 5 B 19/418 (2006.01)

G 0 5 B 19/418

Z

請求項の数 15 外国語出願 (全18頁)

(21)出願番号	特願2016-244982(P2016-244982)	(73)特許権者	512132022
(22)出願日	平成28年12月19日(2016.12.19)		フィッシャー - ローズマウント システ
(65)公開番号	特開2017-111827(P2017-111827		ムズ, インコーポレイテッド
	A)		アメリカ合衆国 テキサス 7 8 6 8 1 -
(43)公開日	平成29年6月22日(2017.6.22)		7 4 3 0 ラウンド ロック ウェスト ル
審査請求日	令和1年12月19日(2019.12.19)		イス ヘナ ブルバード 1 1 0 0 ビルデ
(31)優先権主張番号	14/974,458		イング 1 エマーソン プロセス マネー
(32)優先日	平成27年12月18日(2015.12.18)		ジメント
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100079049
			弁理士 中島 淳
		(74)代理人	100084995
			弁理士 加藤 和詳
		(72)発明者	ツウェイ、 ジン
			アメリカ合衆国 ペンシルバニア州 1 9
			4 0 3 オーデュボン オスプレイ ドラ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 継続的プロセス検証 (C P V) 用の分析 / 統計モデリングを使用するための方法及び装置、製品

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の時間に第 1 のバッチを製造する間に測定される実測バッチデータセットの第 1 の組に基づいて得られた複数のプロセス制御パラメータであって、プロセス制御システムの 1 つ以上のフィールドデバイスから得られた複数のプロセス制御パラメータについて分布特性を決定することと、

前記複数のプロセス制御パラメータの前記分布特性に基づいて、モデルバッチを生成することと、

模擬バッチの第 1 の組について取得される模擬バッチデータセットの第 1 の組に含まれる模擬バッチデータセットの第 1 の個数を、実測バッチデータセットと模擬バッチデータセットとの合計数に対して予め設定された閾値数と、前記実測バッチデータセットの第 1 の組に含まれる前記実測バッチデータセットの個数との差分として決定することと、

前記模擬バッチデータセットの第 1 の組に含まれる前記模擬バッチデータセットの各々について、前記モデルバッチに基づいて前記複数のプロセス制御パラメータの値を生成し、前記生成された値に基づいて品質予測を決定して、前記模擬バッチデータセットの各々を生成することと、

前記模擬バッチデータセットの第 1 の組及び前記実測バッチデータセットの第 1 の組に基づいて、前記第 1 の時間に後続する第 2 の時間に前記第 1 のバッチとは異なる第 2 のバッチの製造をモニタするために実装されるモデルを生成することと、

を含む、方法。

【請求項 2】

前記模擬バッチデータセットの第 1 の組に含まれる前記模擬バッチデータセットの各々について、前記複数のプロセス制御パラメータの値が、ランダムまたは擬似ランダム計算によって生成される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第 2 のバッチの製造後、

前記実測バッチデータセットの第 1 の組と、前記第 2 のバッチを製造する間に測定される前記複数のプロセス制御パラメータを含む追加の実測バッチデータセットとに基づいて得られた前記複数のプロセス制御パラメータについて更新された分布特性を決定することと、前記複数のプロセス制御パラメータの前記更新された分布特性に基づいて、更新されたモデルバッチを生成することと、

前記模擬バッチの第 2 の組について取得される模擬バッチデータセットの第 2 の組に含まれる模擬バッチデータセットの第 2 の個数を、前記閾値数と、前記実測バッチデータセットの第 1 の組に含まれる前記実測バッチデータセットの個数及び前記追加の実測バッチデータセットの個数の合計との差分として決定することと、

前記更新されたモデルバッチに基づいて、前記模擬バッチデータセットの第 2 の組に含まれる前記模擬バッチデータセットの各々を生成することと、

模擬バッチデータセットの第 2 の組、前記実測バッチデータセットの第 1 の組、及び前記追加の実測バッチデータセットに基づいて、更新されたモデルを生成することと、

をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記モデルバッチが、前記分布特性に基づく、前記複数のプロセス制御パラメータの特性評価を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記生成された値に基づいて前記品質予測を決定することが、前記実測バッチデータセットに含まれる前記複数のプロセス制御パラメータの値と品質の測定値とに基づいて、複数のプロセス制御パラメータの値から品質値を予測する品質モデルを生成することをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

実測バッチデータセットから模擬バッチデータセットを生成する装置であって、

第 1 の時間に第 1 のバッチを製造する間に測定される実測バッチデータセットの第 1 の組に基づいて得られた複数のプロセス制御パラメータであって、プロセス制御システムの 1 つ以上のフィールドデバイスから得られた複数のプロセス制御パラメータについて分布特性を決定し、前記複数のプロセス制御パラメータの前記決定された分布特性に基づいて、モデルバッチを生成する、パラメータ分析装置と、

模擬バッチの第 1 の組について取得される模擬バッチデータセットの第 1 の組に含まれる模擬バッチデータセットの第 1 の個数を、実測バッチデータセットと模擬バッチデータセットとの合計数に対して予め設定された閾値数と、前記実測バッチデータセットの第 1 の組に含まれる前記実測バッチデータセットの個数との差分として決定し、前記模擬バッチデータセットの第 1 の組に含まれる前記模擬バッチデータセットの各々について、前記モデルバッチに基づいて前記複数のプロセス制御パラメータの値を生成する、パラメータ生成装置と、

前記模擬バッチデータセットの第 1 の組に含まれる前記模擬バッチデータセットの各々について、前記生成された前記複数のプロセス制御パラメータの値に基づいて品質予測を決定する、品質予測装置と、

前記模擬バッチデータセットの第 1 の組及び前記実測バッチデータセットの第 1 の組に基づいて、前記第 1 の時間に後続する第 2 の時間に前記第 1 のバッチとは異なる第 2 のバッチの製造をモニタするために実装されるモデルを生成する、バッチ分析装置と、
を備える、装置。

【請求項 7】

前記模擬バッチデータセットの第1の組に含まれる前記模擬バッチデータセットの各々について、前記複数のプロセス制御パラメータの値が、ランダムまたは擬似ランダム計算によって生成される、請求項6に記載の装置。

【請求項8】

前記第2のバッチの製造後、

前記パラメータ分析装置が、

前記実測バッチデータセットの第1の組と、前記第2のバッチを製造する間に測定される前記複数のプロセス制御パラメータを含む追加の実測バッチデータセットとに基づいて得られた前記複数のプロセス制御パラメータについて更新された分布特性を決定し、

前記複数のプロセス制御パラメータの前記更新された分布特性に基づいて、更新されたモデルバッチを生成するものであり、

前記パラメータ生成装置が、

前記模擬バッチの第2の組について取得される模擬バッチデータセットの第2の組に含まれる模擬バッチデータセットの第2の個数を、前記閾値数と、前記実測バッチデータセットの第1の組に含まれる前記実測バッチデータセットの個数及び前記追加の実測バッチデータセットの個数の合計との差分として決定し、

前記更新されたモデルバッチに基づいて、前記模擬バッチデータセットの第2の組に含まれる前記模擬バッチデータセットの各々を生成し、

前記バッチ分析装置が、模擬バッチデータセットの第2の組、前記実測バッチデータセットの第1の組、及び前記追加の実測バッチデータセットに基づいて、更新されたモデルを生成するものである、請求項6に記載の装置。

【請求項9】

前記モデルバッチが、前記分布特性に基づく、前記複数のプロセス制御パラメータの特性評価を含む、請求項6に記載の装置。

【請求項10】

前記生成された値に基づいて前記品質予測を決定するために、前記品質予測装置が、前記実測バッチデータセットに含まれる前記複数のプロセス制御パラメータの値と品質の測定値とに基づいて、複数のプロセス制御パラメータの値から品質値を予測する品質モデルを生成するものである、請求項6に記載の装置。

【請求項11】

実行されると、機械に、少なくとも、

第1の時間に第1のバッチを製造する間に測定される実測バッチデータセットの第1の組に基づいて得られた複数のプロセス制御パラメータであって、プロセス制御システムの1つ以上のフィールドデバイスから得られた複数のプロセス制御パラメータについて分布特性を決定することと、

前記複数のプロセス制御パラメータの前記分布特性に基づいて、モデルバッチを生成することと、

模擬バッチの第1の組について取得される模擬バッチデータセットの第1の組に含まれる模擬バッチデータセットの第1の個数を、実測バッチデータセットと模擬バッチデータセットとの合計数に対して予め設定された閾値数と、前記実測バッチデータセットの第1の組に含まれる前記実測バッチデータセットの個数との差分として決定することと、

前記模擬バッチデータセットの第1の組に含まれる前記模擬バッチデータセットの各々について、前記モデルバッチに基づいて前記複数のプロセス制御パラメータの値を生成し、前記生成された値に基づいて品質予測を決定して、前記模擬バッチデータセットの各々を生成することと、

前記模擬バッチデータセットの第1の組及び前記実測バッチデータセットの第1の組に基づいて、前記第1の時間に後続する第2の時間に前記第1のバッチとは異なる第2のバッチの製造をモニタするために実装されるモデルを生成することと、

をさせる、命令を含む、非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項12】

10

20

30

40

50

前記模擬バッチデータセットの第1の組に含まれる前記模擬バッチデータセットの各々について、前記複数のプロセス制御パラメータの値が、ランダムまたは擬似ランダム計算によって生成される、請求項11に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項13】

前記命令は、実行されると、機械に、

前記第2のバッチの製造後、

前記実測バッチデータセットの第1の組と、前記第2のバッチを製造する間に測定される前記複数のプロセス制御パラメータを含む追加の実測バッチデータセットとに基づいて得られた前記複数のプロセス制御パラメータについて更新された分布特性を決定することと、前記複数のプロセス制御パラメータの前記更新された分布特性に基づいて、更新されたモデルバッチを生成することと、

10

前記模擬バッチの第2の組について取得される模擬バッチデータセットの第2の組に含まれる模擬バッチデータセットの第2の個数を、前記閾値数と、前記実測バッチデータセットの第1の組に含まれる前記実測バッチデータセットの個数及び前記追加の実測バッチデータセットの個数の合計との差分として決定することと、

前記更新されたモデルバッチに基づいて、前記模擬バッチデータセットの第2の組に含まれる前記模擬バッチデータセットの各々を生成することと、

模擬バッチデータセットの第2の組、前記実測バッチデータセットの第1の組、及び前記追加の実測バッチデータセットに基づいて、更新されたモデルを生成することと、

をさせる、請求項11に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

20

【請求項14】

前記モデルバッチが、前記分布特性に基づく、前記複数のプロセス制御パラメータの特性評価を含む、請求項11に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項15】

前記生成された値に基づいて前記品質予測を決定するために、前記命令が、前記機械に、前記実測バッチデータセットに含まれる前記複数のプロセス制御パラメータの値と品質の測定値とに基づいて、複数のプロセス制御パラメータの値から品質値を予測する品質モデルを生成させる、請求項11に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本開示は、一般に、プロセス制御システムの制御およびモニタリングに関し、より詳細には、継続的プロセス検証(CPV)用の分析/統計モデリングを使用するための方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

プロセス制御システムは、通常、少なくとも1つのホストまたはオペレータワークステーションに、及び1つ以上のフィールドデバイスに、アナログ、デジタル、またはアナログ/デジタル複合バスを介して通信可能に結合される、1つ以上のプロセス制御装置を含む。例えば、デバイス制御装置、バルブ、バルブポジショナ、スイッチ、ならびに送信機(例えば、温度、圧力、及び流量センサ)であってもよいフィールドデバイスは、プロセス制御システム内の機能、例えば、バルブを開閉すること、及びプロセスパラメータを測定することを実施する。

40

【0003】

重要な製品(例えば、人間の医薬品、動物の医薬品、生物学的製品など)を製造するために使用されるプロセス制御システムは、高品質(例えば、純度、信頼性、一貫性など)基準を有し、政府機関(例えば、食品医薬品局、米国保健社会福祉省など)によって規制される。これらのプロセス制御システムは、製品品質が品質規格を一貫して満たし、かつプロセスが制御状態で動作していることを示す統計データを提供するためにFDAによって推奨されており、間もなく必須となる可能性がある。

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

開示された例示的な方法は、第1の時間に第1のバッチを製造する間に測定される第1のヒストリカルバッチデータセットに基づいて、複数のパラメータについて分布特性を決定すること、及び複数のパラメータの分布特性に基づいて、モデルバッチを生成することを伴う。例示的な方法は、シミュレートされたバッチの第1のセットのバッチごとに、モデルバッチに基づいて、複数のパラメータの値を生成すること、及び生成された値に基づいて、品質予測を決定することによって、シミュレートされたバッチの第1のセットに対応するシミュレートされたバッチデータセットの第1のセットを生成することを含む。開示された例示的な方法は、シミュレートされたバッチデータセットの第1のセット及び第1のヒストリカルバッチデータセットに基づいて、後続の第2のバッチの製造をモニタするために実装される、モデルを生成することを含む。

10

【0005】

開示された例示的な装置は、第1の時間に第1のバッチを製造する間に測定される複数のパラメータを含む第1のヒストリカルバッチデータセットに基づいて、複数のパラメータについて分布特性を決定し、複数のパラメータについて決定された分布特性に基づいて、モデルバッチを生成するためのパラメータ分析装置を含む。開示された例示的な装置は、シミュレートされたバッチの第1のセットのうちの1つごとに、モデルバッチに基づいて、複数のパラメータの値を生成するためのパラメータ生成装置も含む。生成された値は、シミュレートされたバッチデータセットの第1のセット内に含まれることになる。開示された例示的な装置は、シミュレートされたバッチの第1のセットのうちの1つごとに、生成された値に基づいて、品質予測を決定するための品質予測装置も含む。品質予測は、シミュレートされたバッチデータセットの第1のセット内に含まれることになる。加えて、開示された例示的な装置は、シミュレートされたバッチデータセットの第1のセット及び第1のヒストリカルバッチデータセットに基づいて、後続の第2のバッチの製造をモニタするために実装されるモデルを生成するためのバッチ分析装置も含む。

20

【0006】

開示された例示的な製品は、実行されると、機械に、第1の時間に第1のバッチを製造する間に測定される第1のヒストリカルバッチデータセットに基づいて、複数のパラメータについて分布特性を決定させる、命令を含む。開示された例示的な製品は、実行されると、機械に、複数のパラメータの分布特性に基づいて、モデルバッチを生成させる、命令も含む。加えて、開示された例示的な製品は、実行されると、機械に、シミュレートされたバッチの第1のセットのうちの1つごとに、モデルバッチに基づいて、複数のパラメータの値を生成すること、及び生成された値に基づいて、品質予測を決定することによって、シミュレートされたバッチの第1のセットに対応するシミュレートされたバッチデータセットの第1のセットを生成させる、命令を含む。開示された例示的な製品は、実行されると、機械に、シミュレートされたバッチデータセットの第1のセット及び第1のヒストリカルバッチデータセットに基づいて、後続の第2のバッチの製造をモニタするために実装されるモデルを生成させる、命令を含む。

30

40

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】例示的なプロセス制御システムを例証する。

【図2】例示的なバッチデータセットを例証する。

【図3】図1の例示的なシミュレーションサーバを例証する。

【図4】図1のプロセス制御システムを実装するために実行することができる、例示的な方法を表す流れ図である。

【図5】図1及び2のシミュレーションサーバを実装するために実行することができる、例示的な方法を表す流れ図である。

【図6】図1の例示的なプロセス制御システムならびに / または図1及び2のシミュレー

50

ションサーバを実装するために、機械可読命令を実行し、図 4 及び / または 5 によって表される方法を実施するように構築される、例示的なプロセッサシステムのブロック図である。

【 0 0 0 8 】

可能な限り、同じまたは同様の部品を指すために図面及び付随する説明文の全体にわたって同じ参照番号が使用される。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 9 】

本開示は、一般に、プロセス制御システムの制御およびモニタリングに関し、より詳細には、継続的プロセス検証 (C P V) のための方法及び装置に関する。プロセス制御システムは、プロセス制御システム内に位置するシステム制御装置、デバイス制御装置、及び / またはフィールドデバイスと相互作用する、ワークステーション及び / またはサーバを含む。本明細書に開示される実施例において、デバイス制御装置は、デバイス制御装置のファームウェアによって実行される一次プロセス制御機能に加えて、プロセス制御アプリケーションを実行する。フィールドデバイスは、例えば、加熱要素、混合機、バルブ、バルブポジショナ、スイッチ、及び送信機であってもよく、プロセス制御機能、例えば、バルブを開閉すること、温度を制御すること、プロセス制御パラメータを測定することなどを実行してもよい。デバイス制御装置は、フィールドデバイスから受信される情報 (例えば、プロセス制御パラメータ) に基づいて、プロセスデータを生成する。プロセスデータは、プロセス統計値、アラーム、モニタリング情報、プロセストレンド情報、診断情報、自動化装置の状態情報、及び / または自動化装置からのメッセージを含む。

【 0 0 1 0 】

バッチにおいて製品を製造するプロセス制御システムにおいて、継続的プロセス検証 (C P V) は、 (i) バッチの製造中、プロセス制御システムが統計学的に制御状態のままであるかどうかを決定し、 (i i) バッチの品質を予測するために、プロセス制御パラメータをモニタする。本明細書で使用する場合、バッチは、プロセス制御システムの単回稼働によって製造される製品の量である。現在の C P V の実施は、プロセスパラメータ及び品質属性のそれぞれを主に一変量に評価することを伴い、評価は通常、バッチが完成した後に行われる。 C P V サーバを有するプロセス制御システムは、実時間モニタリング用の分析 / 統計モデルを使用する。分析 / 統計モデルは、プロセス制御システムにおける変動値 (例えば、フィールドデバイスにおいてなど) を検出して、アラームを作動させるか、または変動値に対する応答を指示する。例えば、分析 / 統計モデルは、プロセス制御パラメータのうちの単一のパラメータにおける変動が品質に影響を及ぼさない場合であっても、製品の品質に影響を及ぼす複数のプロセス制御パラメータの複合変動を検出することができる。例えば、高温及び低下した製品の流れを検出することは、製品の品質に影響を及ぼすことがある。従来より、分析 / 統計モデルを展開することは、有効数 (例えば、 2 5 、 3 0 など) のバッチからのヒストリカルデータを必要とする。いくつかのプロセス制御システムにおいて、十分な数のバッチは、決して動作されない場合があるか、または長期間かけて動作され得る。例えば、医薬業界において、製品数量及びライフサイクルは、医薬品有効成分の限定数 (例えば、 1 0 、 1 5 など) のバッチをもたらす得る。このため、このような医薬品について、 C P V 用の分析 / 統計モデルの利点は、決して実現されない場合がある。

【 0 0 1 1 】

本明細書に開示される実施例において、最初に、限定数のヒストリカルバッチデータセットを有する、 C P V 用の分析 / 統計モデルが、生成される。ヒストリカルバッチデータセットは、対応するバッチを製造するときの実時間プロセスの記録である。バッチデータセットは、バッチの継続時間にわたって測定される実時間プロセスにおいて、フィールドデバイスに関連する複数のプロセス制御パラメータを含む。モデルバッチは、利用可能なヒストリカルバッチデータセットに基づいて展開される。モデルバッチは、単一のヒストリカルバッチデータセットと関連するデータセットに基づいて生成されてもよく、または複

10

20

30

40

50

数（例えば、2、3、5、10など）のヒストリカルバッチに基づいて生成されてもよい。ヒストリカルバッチデータセットを補足するために、モデルバッチを使用して、シミュレートされたバッチデータセットを生成する。シミュレートされたバッチデータセットは、（i）バッチの継続時間にわたる、フィールドデバイスの測定を表すシミュレートされたセットのプロセス制御パラメータ、及び（ii）シミュレートされたセットのプロセス制御パラメータに基づく、シミュレートされたバッチの品質の予測を含む。シミュレートされたバッチデータセットは、バッチデータセットの閾値数（シミュレートされたバッチデータセット及びヒストリカルバッチデータセットを含む）が満たされる（例えば、等しい）まで生成される。例えば、バッチデータセットの閾値数が25であり、ヒストリカルバッチデータセットの数が2である場合、23のシミュレートされたバッチデータセットが生成される。分析/統計モデルは、ヒストリカルバッチ及びシミュレートされたバッチを使用して生成される。いくつかの実施例において、分析/統計モデルは、主成分分析（PCA）及び/または投影潜在構造（PLS）を使用して生成される。いくつかの実施例において、バッチがプロセス制御システムによって完成される（例えば、新しいヒストリカルバッチデータセットが作成される）と、（i）モデルバッチは、再作成される、（ii）シミュレートされたバッチデータセットは、再生成される、かつ（iii）分析/統計モデルは、再生成される。例えば、バッチデータセットの閾値数が25であり、ここでヒストリカルバッチデータセットの数が3である場合、再作成されたモデルバッチを使用して、22のシミュレートされたバッチが生成される。

10

【0012】

20

以下で開示される実施例において、モデルバッチは、ヒストリカルバッチデータセットに基づいて生成される。モデルバッチを生成するために、プロセス制御パラメータ（例えば、 $P_0 \dots P_n$ など）ごとの、中心値、最小値、最大値、及び/または分布特性（例えば、標準偏差、変動性など）を決定するために、ヒストリカルバッチデータセットが分析される。中心値、最小値、最大値、及び/または分布特性に基づいて、プロセス制御パラメータは、プロセス制御パラメータがランダムまたは擬似ランダム入力を使用してシミュレートできるように、特性評価される。

【0013】

モデルバッチが生成されると、シミュレートされたバッチデータセットについてシミュレートされたプロセス制御パラメータは、モデルバッチによるプロセス制御パラメータの特性評価に基づいて生成される。いくつかの実施例において、シミュレートされたプロセス制御パラメータは、例えばモンテカルロ法などのランダムまたは擬似ランダム計算を介して生成される。プロセス制御パラメータごとに、シミュレートされた値の量は、ヒストリカルバッチデータセットと関連する値の量に基づいて生成される。例えば、ヒストリカルバッチ中、温度プローブの出力は2400回読み取ることができ、流量計の出力は1800回読み取ることができる。このような実施例において、温度プローブと関連するプロセス制御パラメータの2400個の値、及び流量計と関連するプロセス制御パラメータの1800個の値をシミュレートしてもよい。

30

【0014】

以下で開示される実施例において、ヒストリカルバッチデータセットは、対応するヒストリカルバッチによって製造される製品の品質を等級付けする、品質評価（例えば、タイター、生存細胞密度、純度、有効性など）を含む。ヒストリカルバッチデータセット及び対応する品質評価のプロセス制御パラメータが分析され、品質予測装置が決定される。品質予測装置は、プロセス制御パラメータのシミュレートされた値に基づいて、シミュレートされたバッチデータセットの予測品質値を決定する。いくつかの実施例において、品質予測装置は、最小平均二乗誤差（MSE）分析に基づいて決定される。

40

【0015】

図1は、例示的なプロセス制御システム100を例証する。例証する実施例において、プロセス制御システム100は、実時間プロセス102及びCPVサーバ104に分けられる。例示的な実時間プロセス102は、フィールドバス106（HART（登録商標）及

50

び／またはFOUNDATION（商標）フィールドバスなど）、高速分散バス、内蔵の先進的制御、ならびに先進的ユニット及びバッチ管理を含む、１つ以上のスマートプラント能力を集積するプラントプロセス制御アーキテクチャを使用する。フィールドバス１０６は、実時間プロセス１０２内部でフィールドデバイス１０８をネットワーク化して、デバイス管理、構成、モニタリング、及び診断などを含む、様々なアプリケーションにインフラストラクチャを提供する。

【００１６】

例示的な実時間プロセス１０２は、例示的なフィールドデバイス１０８、例示的な制御装置１１０、例示的なＩ／Ｏデバイス１１２、及び例示的なホスト１１４を含む。フィールドデバイス１０８は、プロセスを制御かつ／またはモニタし、例えば、バルブ、センサ、近接スイッチ、モータスタータ、ドライブなどを含んでもよい。例証する実施例において、フィールドデバイス１０８は、Ｉ／Ｏデバイス１１２に交換可能に結合される。Ｉ／Ｏデバイス１１２は、様々なフィールドデバイス１０８との通信を容易にする（例えば、デジタル及び／またはアナログ通信によって）ために様々なモジュールをサポートする。例えば、Ｉ／Ｏデバイス１１２は、三線式温度プローブとインターフェース接続するためのアナログモジュール、及びデジタルバルブ制御装置とインターフェース接続するためのデジタルモジュールを有してもよい。Ｉ／Ｏデバイス１１２は、フィールドデバイス１０８からデータを受信し、制御装置１１０によって処理することができる通信にデータを変換する。

【００１７】

例示的な制御装置１１０は、有線または無線ネットワーク（例えば、LAN、WAN、インターネットなど）を介して、ホスト１１４（例えば、ワークステーション及び／またはサーバ）に結合される。制御装置１１０は、ルーチンを制御し、フィールドデバイス１０８からの出力に基づいて、プロセスデータを計算する。制御装置１１０は、定期的な間隔で及び／またはプロセスデータを処理もしくは生成する際に、ホスト１１４にプロセスデータを送る。制御装置１１０によって送信されるプロセスデータは、プロセス制御パラメータ１１６、アラーム情報、テキスト、ブロックモード要素の状態情報、診断情報、エラーメッセージ、イベント、及び／またはデバイス識別子などを含んでもよい。

【００１８】

図１に例証される実施例において、ホスト１１４は、プロセス制御アプリケーションを実行する。プロセス制御アプリケーションは、フィールドデバイス１０８をモニタ、制御、及び／または診断するために、例示的な制御装置１１０と通信する。例えば、プロセス制御アプリケーションは、制御自動化、実時間プロセス１０２のグラフィック表現、変更管理、プロセス制御編集、プロセス制御パラメータ１１６の収集、データ分析などを含んでもよい。例証される実施例において、ホスト１１４は、ヒストリカルバッチデータセット１１８にプロセス制御パラメータ１１６をコンパイルして、ヒストリカルバッチデータセット１１８をＣＰＶサーバ１０４に提供する。

【００１９】

図１に例証される実施例において、実時間プロセス１０２は、分析サーバ１２０を含む。分析サーバ１２０は、例示的なＣＰＶサーバ１０４から例示的な分析／統計モデル１２２を受信する、あるいは検索する。例示的な分析サーバ１２０は、障害１２４を検出し、かつ／または分析／統計モデル１２２及びプロセス制御パラメータ１１６に基づいて、品質値１２６を予測するために、実時間またはほぼ実時間においてプロセス制御パラメータ１１６をモニタする。障害１２４は、プロセス制御パラメータ１１６のうちの１つ以上が許容範囲外であることを表す。いくつかの実施例において、ホスト１１４は、検出した障害１２４と関連するフィールドデバイス１０８を調整してもよい。いくつかの実施例において、障害１２４及び／または品質値１２６は、ヒストリカルバッチデータセット１１８の一部として、対応するプロセス制御パラメータ１１６とともに記憶される。

【００２０】

例示的なＣＰＶサーバ１０４は、例示的なヒストリアン１２８、例示的なシミュレーショ

10

20

30

40

50

ンサーバ 130、及び例示的なバッチ分析装置 132 を含む。ヒストリアン 128 は、実時間プロセス 102 からヒストリカルバッチデータセット 118 を受信する、あるいは検索する。ヒストリアン 128 は、ヒストリカルバッチデータセット 118 を記憶する。時々（例えば、定期的に、新規のヒストリカルデータセット 118 に応答してなど）、例示的なシミュレーションサーバ 130 は、ヒストリアン 128 からヒストリカルバッチデータセット 118 を検索し、シミュレートされたバッチデータセット 134 を作成する。シミュレートされたバッチデータセット 134 を作成するために、シミュレーションサーバ 130 は、ヒストリカルバッチデータセット 118 に基づいて、プロセス制御パラメータ 116 を特性評価するモデルバッチを生成する。シミュレートされたバッチデータセット 134 を作成する実施例を図 3 に関連して後述する。バッチ分析装置 132 は、ヒストリアン 128 からヒストリカルバッチデータセット 118、及びシミュレーションサーバ 130 からシミュレートされたバッチデータセット 134 を検索する。例示的なバッチ分析装置 132 は、例示的なシミュレートされたバッチデータセット 134、及び例示的なヒストリカルバッチデータセット 118 を使用して、分析 / 統計モデル 122 を生成する。いくつかの実施例において、バッチ分析装置 132 は、主成分分析（PCA）及び / または投影潜在構造（PLS）を使用して、分析 / 統計モデル 122 を生成する。

10

【0021】

いくつかの実施例において、シミュレーションサーバ 130 は、ワークステーション 136 または任意の他の好適なコンピューティングデバイスが、シミュレーションサーバ 130 と相互作用するのを容易にする、アプリケーションプログラミングインターフェース（API）を提供する。このような実施例において、デザインスペース 138 は、グラフィカルインターフェースによりシミュレーションサーバ 130 に提供されてもよい。このような様式において、エンジニアまたは他の適任者は、モデルバッチを変えてもよい（例えば、ヒストリカルバッチデータセット 118 のプロセス制御パラメータ 116 を特性評価する式を選択する、計算された分布特性を変えるなど）。いくつかの実施例において、利用可能なヒストリカルバッチデータセット 118 がないとき、デザインスペース 138 によりエンジニアまたは他の適任者がバッチモデルを生成するのを可能にする。

20

【0022】

図 2 は、例示的なバッチデータセット 202 を例証する。例示的なバッチデータセット 202 は、ヒストリカルバッチデータセット 118 及びシミュレートされたバッチデータセット 134 の例証である。例示的なバッチデータセット 202 は、プロセス制御パラメータ 116 及び例示的な品質フィールド 206 を含む。加えて、いくつかの実施例において、バッチデータセット 202 は、バッチデータセット 202 を一意に識別するバッチ識別子 208 を含む。例えば、バッチデータセット 202 がヒストリカルバッチデータセット 118 である場合、バッチ識別子 208 は、製品のバッチと関連するシリアルナンバー及び / または日付を含んでもよい。

30

【0023】

例示的なプロセス制御パラメータ 116 は、実時間プロセス 102（図 1）において、対応するフィールドデバイス 108（図 1）と関連する。例えば、第 1 のプロセス制御パラメータ 116 は、熱電対と関連してもよく、第 2 のプロセス制御パラメータ 116 は、湿度センサと関連してもよい。例示的なプロセス制御パラメータ 116 は、サンプル値 210a ~ 210t を含む。ヒストリカルバッチデータセット 118 について、例示的なサンプル値 210a ~ 210t は、対応するプロセス制御パラメータ 116 と関連するフィールドデバイス 108 によって測定されるサンプルである。シミュレートされたバッチデータセット 134 について、例示的なサンプル値 210a ~ 210t は、モデルバッチによる対応するプロセス制御パラメータ 116 の特性評価から（例えば、モンテカルロ法によって）生成される値である。

40

【0024】

例示的な品質フィールド 206 は、バッチデータセット 202 に対応するバッチによって製造される製品の品質の測定値を記憶する。例えば、品質フィールド 206 は、対応する

50

バッチによって製造される製品が 97% の純度であることを示す値を記憶することができる。ヒストリカルバッチデータセット 118 について、品質フィールド 206 は、例えば、デザインスペースまたは最小平均二乗誤差 (MSE) によって展開される式によって計算される品質の測定値に対応する。シミュレートされたバッチデータセット 134 について、品質フィールド 206 は、品質モデルによって計算される品質の測定値に対応する。

【0025】

図 3 は、図 1 の例示的なシミュレーションサーバ 130 を例証する。例示的なシミュレーションサーバ 130 は、図 1 の分析 / 統計モデル 122 を生成するために、十分な数のヒストリカルバッチデータセット 118 が利用できないときにシミュレートされたバッチデータセット 134 を生成するために使用される。シミュレーションサーバ 130 は、例示的なパラメータ分析装置 302、例示的なパラメータ生成装置 304、及び例示的な品質予測装置 306 を含む。

【0026】

パラメータ分析装置 302 は、ヒストリアン 128 からヒストリカルバッチデータセット 118 を検索する、あるいは受信する。例証される実施例において、パラメータ分析装置 302 は、ヒストリカルバッチデータセット 118 において各プロセス制御パラメータ 116 を特性評価するモデルバッチを生成する。モデルバッチを生成するために、パラメータ分析装置 302 は、ヒストリカルバッチデータセット 118 のプロセス制御パラメータ 116 を分析して、最小値、最大値、中心値 (例えば、中央値、平均値など)、ならびに分布特性 (例えば、標準偏差、変動性、及び値など) を決定する。プロセス制御パラメータ 116 を特性評価するために、例示的なパラメータ分析装置 302 は、(i) 最小値、最大値、中心値、及び / または分布特性、ならびに (ii) ランダムまたは擬似ランダム入力を関連付ける式を構築する。いくつかの実施例において、パラメータ分析装置 302 は、プロセス制御パラメータ 116 のタイプに関連し、かつ / またはプロセス制御パラメータ 116 に対応するフィールドデバイス 108 に関連する原型式を記憶する。いくつかの実施例において、パラメータ分析装置 302 は、API を介して、デザインスペース 138 (図 1) と通信可能に結合される。いくつかのこのような実施例において、パラメータ分析装置 302 は、デザインスペース 138 にバッチモデルを送信し、デザインスペース 138 からバッチモデルに対する変更を受信することができる。

【0027】

例示的なパラメータ生成装置 304 は、シミュレートされたバッチデータセット 134 についてシミュレートされたプロセス制御パラメータ 116 を生成する。例証される実施例において、パラメータ生成装置 304 は、パラメータ分析装置 302 からモデルバッチを受信する。モデルバッチにおける式に基づいて、例示的なパラメータ生成装置 304 は、シミュレートされたプロセス制御パラメータ 116 のセットを生成する。いくつかの実施例において、パラメータ生成装置 304 は、ランダムまたは擬似ランダム計算 (例えば、モンテカルロ法によって) を介して、シミュレートされたプロセス制御パラメータのセットを生成する。例示的なパラメータ生成装置 304 は、シミュレートされたバッチデータセット 134 の量が作成され、バッチデータセットの閾値数を満たす (例えば、等しい) ことができるように、シミュレートされたプロセス制御パラメータ 116 のセットを十分に生成する。例示的なパラメータ生成装置 304 は、例示的な品質予測装置 306 に、シミュレートされたプロセス制御パラメータのセットを送信する。

【0028】

例示的な品質予測装置 306 は、シミュレートされたバッチデータセット 134 の品質値を予測する。品質予測装置 306 は、パラメータ分析装置 302 からヒストリカルバッチデータセット 118 及びパラメータ生成装置 304 からシミュレートされたプロセス制御パラメータのセットを受信する。例証される実施例において、品質予測装置 306 は、プロセス制御パラメータ 116 及びヒストリカルバッチデータセット 118 の品質フィールド 206 (図 2) を分析し、シミュレートされたプロセス制御パラメータ 116 のセットに基づいて、シミュレートされた品質値を予測するために品質予測モデルを生成する。い

10

20

30

40

50

くつかの実施例において、品質予測装置 306 は、最小平均二乗誤差 (MSE) 分析を使用して、品質予測モデルを生成する。シミュレートされた制御パラメータ 116 のセットごとに、品質予測装置 306 は、品質予測モデルを使用して、シミュレートされた品質予測をシミュレートされた制御パラメータの対応するセットに割り当て、シミュレートされたバッチデータセット 134 を形成する。その後、品質予測装置 306 は、分析 / 統計モデル 122 を生成するために使用されるバッチ分析装置 132 に、シミュレートされたバッチデータセット 134 を送信する。

【0029】

図 1 のシミュレーションサーバ 130 を実装する例示的な様式が図 3 に例証されるが、図 3 に例証される、要素、プロセス、及び / またはデバイスのうちの 1 つ以上は、任意の他の方法において、組み合わせ、分割、再配置、省略、除去、及び / または実装されてもよい。さらに、例示的なパラメータ分析装置 302、例示的なパラメータ生成装置 304、例示的な品質予測装置 306、及び / またはより一般的には、図 1 の例示的なシミュレーションサーバ 130 は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、ならびに / またはハードウェア、ソフトウェア、及び / もしくはファームウェアの任意の組み合わせによって実装されてもよい。このため、例えば、任意の例示的なパラメータ分析装置 302、例示的なパラメータ生成装置 304、例示的な品質予測装置 306、及び / またはより一般的には、例示的なシミュレーションサーバ 130 は、1 つ以上のアナログもしくはデジタル回路、論理回路、プログラマブルプロセッサ、特定用途向け集積回路 (ASIC)、プログラマブルロジックデバイス (PLD)、及び / またはフィールドプログラマブルロジックデバイス (FPLD) によって実装することができる。純粋なソフトウェア及び / またはファームウェアの実装を網羅する、本特許の装置またはシステムの請求項のいずれかを読むとき、例示的なパラメータ分析装置 302、例示的なパラメータ生成装置 304、及び / または例示的な品質予測装置 306 のうちの少なくとも 1 つは、ソフトウェア及び / もしくはファームウェアを記憶する、有形のコンピュータ可読記憶装置または記憶ディスク、例えばメモリ、デジタル多目的ディスク (DVD)、コンパクトディスク (CD)、ブルーレイディスクなどを含むように、本明細書によって明示的に定義される。さらになお、図 1 の例示的なシミュレーションサーバ 130 は、図 3 に例証されるものに加えて、もしくはその代わりに 1 つ以上の要素、プロセス、及び / もしくはデバイスを含んでもよく、かつ / または例証される要素、プロセス、及びデバイスのいずれが複数もしくは全てを含んでもよい。

【0030】

図 1 の例示的な実時間プロセス 102 及び例示的な CPV サーバ 104 を実装するための例示的な方法を表すフローチャートを図 4 に示す。図 1 及び 3 の例示的なシミュレーションサーバ 130 を実装するための例示的な方法を表すフローチャートを図 5 に示す。これらの実施例において、本方法は、プロセッサ、例えば図 6 に関連して後述する例示的なプロセッサプラットフォーム 600 に示されるプロセッサ 612 によって実行されるプログラムを使用して実装してもよい。本方法は、有形のコンピュータ可読記憶媒体、例えば CD-ROM、フロッピーディスク、ハードドライブ、デジタル多目的ディスク (DVD)、ブルーレイディスク、またはプロセッサ 612 と関連するメモリに記憶されるソフトウェアにおいて具体化されてもよいが、代わりに、その全ての方法及び / もしくはその一部は、プロセッサ 612 以外のデバイスによって実行することができ、かつ / またはファームウェアもしくは専用ハードウェアにおいて具体化することができる。さらに、図 4 及び 5 に例証されるフローチャートを参照して、例示的な方法を説明するが、例示的な実時間プロセス 102、例示的な CPV サーバ 104、及び / または例示的なシミュレーションサーバ 130 を実装する多くの他の方法を代わりに使用してもよい。例えば、ブロックの実行順序を変更してもよく、かつ / または、記載されるブロックの一部を変更、除去、または組み合わせてもよい。

【0031】

上述のように、図 4 及び 5 の例示的な方法は、ハードディスクドライブ、フラッシュメモ

10

20

30

40

50

リ、読み取り専用メモリ（ROM）、コンパクトディスク（CD）、デジタル多目的ディスク（DVD）、キャッシュ、ランダムアクセスメモリ（RAM）、ならびに／または情報が任意の継続時間（例えば、延長期間、永久的、短時間、一時的なバッファリング、及び／もしくは情報のキャッシング）記憶される任意の他の記憶装置もしくは記憶ディスクなどの有形のコンピュータ可読記憶媒体に記憶される符号化命令（例えば、コンピュータ及び／もしくは機械可読命令）を使用して実装してもよい。本明細書で使用する場合、有形のコンピュータ可読記憶媒体という用語は、あらゆるタイプのコンピュータ可読記憶装置及び／または記憶ディスクを含み、かつ伝搬信号を排除し、送信媒体を排除するように明示的に定義される。本明細書で使用する場合、「有形のコンピュータ可読記憶媒体」及び「有形の機械可読記憶媒体」は、区別なく使用される。加えてまたは代わりに、図4及び5の例示的なプロセスは、ハードディスクドライブ、フラッシュメモリ、読み取り専用メモリ、コンパクトディスク、デジタル多目的ディスク、キャッシュ、ランダムアクセスメモリ、ならびに／または情報が任意の継続時間（例えば、延長期間、永久的、短時間、一時的なバッファリング、及び／もしくは情報のキャッシング）記憶される任意の他の記憶装置もしくは記憶ディスクなどの非一時的コンピュータ及び／もしくは機械可読媒体に記憶される符号化命令（例えば、コンピュータ及び／もしくは機械可読命令）を使用して実装してもよい。本明細書で使用する場合、非一時的コンピュータ可読媒体という用語は、あらゆるタイプのコンピュータ可読記憶装置及び／または記憶ディスクを含み、かつ伝搬信号を排除し、送信媒体を排除するように明示的に定義される。本明細書で使用する場合、「少なくとも」という語句が、請求項のプリアンブルで移行用語として使用されるとき、それは、「含む」という用語がオープンエンドであるのと同じ様式でオープンエンドである。

【0032】

図4は、図1のプロセス制御システム100を実装するために実行することができる例示的な方法を表す流れ図である。例示的な方法は、実時間プロセス102及びCPVサーバ104に関連して示される。例示的な実時間プロセス102は、製品の製造をモニタかつ制御する。例示的なCPVサーバ104は、製品の製造をモニタかつ制御するために、実時間プロセス102が使用する、分析／統計モデル122（図1）を展開する。最初に、実時間プロセス102のホスト114（図1）は、製品のバッチを製造することに関連するプロセス制御パラメータ116及び品質値をヒストリカルバッチデータセット118にコンパイルする（ブロック402）。いくつかの実施例において、ヒストリカルバッチデータセット118内に含まれる品質値は、分析サーバ120（図1）によって製造される品質値126である。あるいは、いくつかの実施例において、ヒストリカルバッチデータセット118内に含まれる品質値は、別途計算される（例えば、図1の分析／統計モデル122をCPVサーバ104によって生成する前）。

【0033】

CPVサーバ104のヒストリアン128（図1）は、実時間プロセス102のホスト114から、ヒストリカルバッチデータセット118を受信する（ブロック404）。シミュレーションサーバ130は、ヒストリカルバッチデータセット118を使用して、シミュレートされたバッチデータセット134を生成する（ブロック406）。シミュレートされたバッチデータセットを生成する例示的な方法を図6に関連して後述する。例示的なバッチ分析装置132（図1）は、例示的なヒストリアン128からヒストリカルバッチデータセット118、及びシミュレーションサーバ130からシミュレートされたバッチデータセット134を受信して、分析／統計モデル122を生成する（ブロック408）。いくつかの実施例において、バッチ分析装置132は、主成分分析（PCA）及び／または投影潜在構造（PLS）を使用して、分析／統計モデル122を生成する。

【0034】

例示的な分析サーバ120は、例示的なCPVサーバ104から例示的な分析／統計モデル122を受信する（ブロック410）。分析サーバ120は、プロセス制御システム100によって製造されている現在のバッチによって生成されるプロセス制御パラメータ1

16をモニタする（ブロック412）。例証する実施例において、分析サーバ120は、ホスト114から製造されている現在のバッチによって生成されるプロセス制御パラメータ116を受信する。分析サーバ120は、分析／統計モデル122を使用して、プロセス制御パラメータ116を分析して、プロセス制御システム100において、障害が生じているかどうかを決定する（ブロック414）。例えば、分析サーバ120は、第1のプロセス制御パラメータが、バッチの品質要求を危うくするほど許容範囲外である（例えば、分析／統計モデル122によって検出されるような）ことを検出することができる。分析／統計モデル122が、障害が生じていることを決定すると、ホスト114が障害に対処する（ブロック416）。例えば、ホスト114は、フィールドデバイス108の設定を変えることができ、アラームを生成し、かつ／または障害が補正されるまで、実時間プロセス102を停止させる。

10

【0035】

あるいは、分析サーバ120は、障害が生じていないかを決定し、分析サーバ120は、プロセス制御システム100のモニタリングを継続するかどうかを決定する（ブロック418）。例えば、現在のバッチが完成されると、分析サーバ120は、プロセス制御システム100を継続してモニタしないことを決定することができる。分析サーバ120がモニタリングを継続する場合、分析サーバ120は、プロセス制御システム100によって製造されている現在のバッチによって生成されるプロセス制御パラメータ116をモニタする（ブロック412）。あるいは、図4の方法が終了される。

【0036】

20

図5は、図1及び3のシミュレーションサーバ130を実装して、シミュレートされたバッチデータセット134を生成するために実行することができる、例示的な方法を表す流れ図である（図1及び3）。最初に、パラメータ分析装置302（図3）は、ヒストリアン128から、ヒストリカルバッチデータセット118を受信する（ブロック502）。例示的なパラメータ分析装置302は、ヒストリカルバッチデータセット118とともに含まれるプロセス制御パラメータ116のうちの1つを選択する（ブロック504）。選択されたプロセス制御パラメータ116のサンプル値210a～210t（図2）に基づいて、例示的なパラメータ分析装置302は、選択されたプロセス制御パラメータ116の中心値、最大値、最小値、及び／または分布特性を決定する（ブロック506）。

【0037】

30

例示的なパラメータ分析装置302は、選択されたプロセス制御パラメータ116を特性評価する（ブロック508）。いくつかの実施例において、選択されたプロセス制御パラメータ116を特性評価するために、パラメータ分析装置302は、選択されたプロセス制御パラメータ116の挙動を記述する式を引き出す。あるいは、いくつかの実施例において、パラメータ分析装置302は、例えば、選択されたプロセス制御パラメータ116と関連するフィールドデバイス108に基づいて、式のデータベースから式を選択し、カスタマイズする。例示的なパラメータ分析装置302は、分析するための別のプロセス制御パラメータ116があるかどうかを決定する（ブロック510）。分析するための別のプロセス制御パラメータ116がある場合、パラメータ分析装置302は、次のプロセス制御パラメータ116を選択する。

40

【0038】

あるいは、分析するための別のプロセス制御パラメータ116がない場合、例示的なパラメータ生成装置304（図3）は、シミュレートするためのプロセス制御パラメータ116のうちの1つを選択する（ブロック512）。パラメータ生成装置304は、シミュレートするためのサンプル値210a～210tのうちの1つを選択する（ブロック514）。サンプル値210a～210tは、特定の時間における対応するフィールドデバイス108のサンプル測定値を表す。例えば、選択されたサンプル値210a～210tは、バッチ中の圧力センサの167回目のサンプル測定値を表してもよい。例示的なパラメータ生成装置304は、選択されたプロセス制御パラメータ116の特性評価を使用して、選択されたサンプル値210a～210tをシミュレートする（ブロック516）。いく

50

つかの実施例において、パラメータ生成装置 304 は、モンテカルロ法を使用して、特性評価に基づいて選択されたサンプル値 210a ~ 210t をランダムまたは擬似ランダムに生成する。例えば、選択されたプロセス制御パラメータ 116 の特性評価は、選択されたサンプル値 210a ~ 210t がブロック 506 で計算される中心値から 3 の標準偏差内であることを述べることができる。例示的なパラメータ生成装置 304 は、シミュレートされる別のサンプル値 210a ~ 210t があるかどうかを決定する (ブロック 518)。シミュレートされる別のサンプル値 210a ~ 210t がある場合、例示的なパラメータ生成装置 304 は、次の値を選択する (ブロック 514)。あるいは、例示的なパラメータ生成装置 304 は、シミュレートするための別のプロセス制御パラメータ 116 があるかどうかを決定する (ブロック 520)。シミュレートするための別のプロセス制御パラメータがある場合、例示的なパラメータ生成装置 304 は、次のプロセス制御パラメータ 116 を選択する (ブロック 512)。

10

【0039】

あるいは、例示的なパラメータ生成装置 304 は、別のシミュレートされたバッチデータセット 134 を生成するべきかどうかを決定する。例えば、バッチデータセットの閾値量が 25 であり、1 つのヒストリカルバッチデータセット 118 及び 1 つのシミュレートされたバッチデータセット 134 が生成される場合、パラメータ生成装置 304 は、別のシミュレートされたバッチデータセット 134 を生成することを決定する。例示的なパラメータ生成装置 304 が、別のシミュレートされたバッチデータセット 134 を生成することを決定する場合、例示的なパラメータ生成装置 304 は、シミュレートするためのプロセス制御パラメータ 116 のうちの 1 つを選択する (ブロック 512)。あるいは、例示的な品質予測装置 306 は、ブロック 502 で受信されるヒストリカルバッチデータセット 118 に基づいて、品質モデルを決定する (ブロック 524)。いくつかの実施例において、例示的な品質予測装置 306 は、最小平均二乗誤差 (MSE) 分析を使用して、ヒストリカルバッチデータセット 118 のプロセス制御パラメータ 116 を分析して、品質モデルを作成する。例示的な品質予測装置 306 は、ブロック 524 で決定される品質モデルに基づくシミュレートされたプロセス制御パラメータ 116 に基づいて、シミュレートされたバッチデータセット 134 の品質値を予測する。その後、図 5 の例示的な方法が終了される。

20

【0040】

図 6 は、図 1 のプロセス制御システム 100 ならびに / または図 1 及び 3 のシミュレーションサーバ 130 を実装するために、図 4 及び / または 5 の方法を実行することができる例示的なプロセッサプラットフォーム 600 のブロック図である。プロセッサプラットフォーム 600 は、例えば、サーバ、パーソナルコンピュータ、ワークステーション、または任意の他のタイプのコンピューティングデバイスであり得る。

30

【0041】

例証される実施例のプロセッサプラットフォーム 600 は、プロセッサ 612 を含む。例証される実施例のプロセッサ 612 は、ハードウェアである。例えば、プロセッサ 612 は、あらゆる所望のファミリまたは製造業者からの 1 つ以上の集積回路、論理回路、マイクロプロセッサ、もしくは制御装置によって実装することができる。例証される実施例において、プロセッサ 612 は、例示的なパラメータ分析装置 302、例示的なパラメータ生成装置 304、及び例示的な品質予測装置 306 を含むように構築される。

40

【0042】

例証される実施例のプロセッサ 612 は、ローカルメモリ 613 (例えば、キャッシュ) を含む。例証される実施例のプロセッサ 612 は、バス 618 を介して、揮発性メモリ 614 及び不揮発性メモリ 616 を含むメインメモリと通信している。揮発性メモリ 614 は、シンクロナスダイナミックランダムアクセスメモリ (SDRAM)、ダイナミックランダムアクセスメモリ (DRAM)、ラムバスイナミックランダムアクセスメモリ (RDRAM)、及び / または任意の他のタイプのランダムアクセスメモリデバイスによって実装されてもよい。不揮発性メモリ 616 は、フラッシュメモリ及び / または任意の他の所望

50

のタイプのメモリデバイスによって実装されてもよい。メインメモリ 614、616 へのアクセスは、メモリ制御装置によって制御される。

【0043】

例証される実施例のプロセッサプラットフォーム 600 は、インターフェース回路 620 も含む。インターフェース回路 620 は、任意のタイプのインターフェース規格、例えばイーサネットインターフェース、ユニバーサルシリアルバス (USB)、及び/または PCI エクスプレスインターフェースによって実装されてもよい。

【0044】

例証される実施例において、1つ以上の入力デバイス 622 は、インターフェース回路 620 に接続される。入力デバイス 622 によって、ユーザがプロセッサ 612 にデータ及びコマンドを入力することが可能になる。入力デバイスは、例えば、キーボード、ボタン、マウス、タッチスクリーン、トラックパッド、トラックボール、アイソポイント、及び/または音声認識システムによって実装することができる。

10

【0045】

1つ以上の出力デバイス 624 は、例証される実施例のインターフェース回路 620 にも接続される。出力装置 624 は、例えば、ディスプレイ装置 (例えば、発光ダイオード (LED)、有機発光ダイオード (OLED)、液晶ディスプレイ、ブラウン管ディスプレイ (CRT)、タッチスクリーン、触覚出力装置、プリンタ、及び/またはスピーカ) によって実装することができる。このため、例証される実施例のインターフェース回路 620 は、通常、グラフィックスドライバカード、グラフィックスドライバチップ、またはグラフィックスドライバプロセッサを含む。

20

【0046】

例証される実施例のインターフェース回路 620 は、通信デバイス、例えば、ネットワーク 626 (例えば、イーサネット接続、デジタル加入者回線 (DSL)、電話回線、同軸ケーブル、セルラー電話システムなど) を介して、データの外部マシン (例えば、あらゆる種類のコンピューティングデバイス) との交換を容易にするために、送信機、受信機、送受信機、モデム、及び/またはネットワークインターフェイスカードも含む。

【0047】

例証される実施例のプロセッサプラットフォーム 600 は、ソフトウェア及び/またはデータを記憶するための1つ以上の大容量記憶装置 628 も含む。このような大容量記憶装置 628 の例としては、フロッピーディスクドライブ、ハードドライブディスク、コンパクトディスクドライブ、ブルーレイディスクドライブ、RAID システム、及びデジタル多目的ディスク (DVD) ドライブが挙げられる。

30

【0048】

図 4 及び/または 5 の方法を実装する符号化命令 632 は、大容量記憶装置 628 内、揮発性メモリ 614 内、不揮発性メモリ 616 内、及び/または着脱可能な有形のコンピュータ可読記憶媒体、例えば CD もしくは DVD に記憶されてもよい。

【0049】

上記のことから、比較的少ないバッチがプロセス制御システムによって製造されるとき、上に開示される実施例が、CPV を容易にすることが理解されよう。加えて、開示される実施例によって、製造プロセスにおいて障害が検出され、応答することができるようになる。いくつかの実施例において、障害は、補正されていない場合、製品の品質に悪影響を及ぼすかもしれない、様々なフィールドデバイスからプロセス制御パラメータの組み合わせに基づいて検出される。

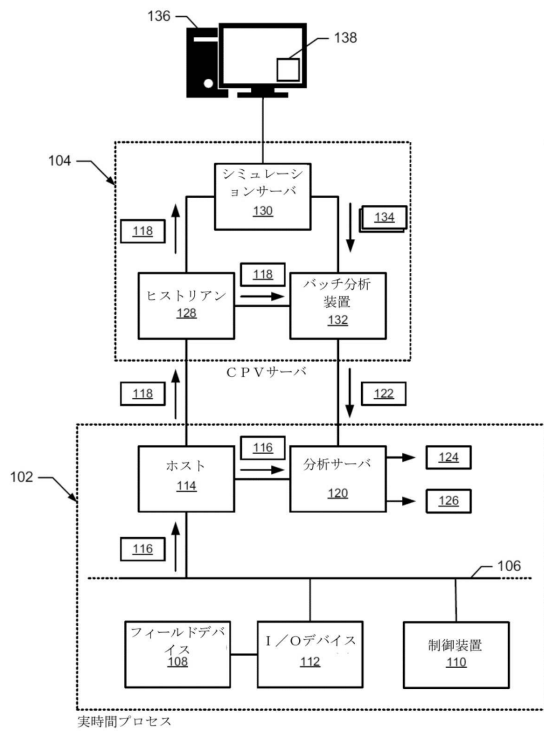
40

【0050】

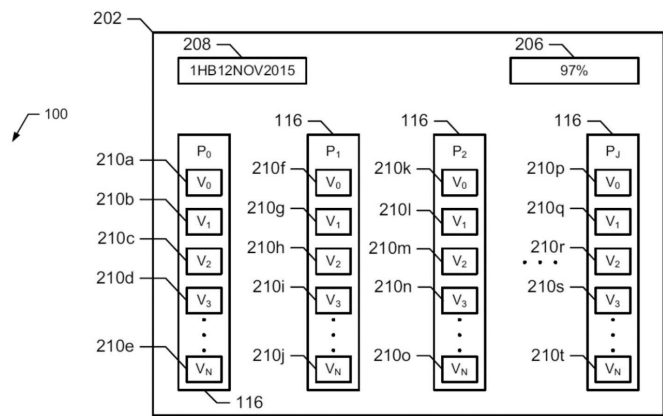
特定の例示的な方法、装置、及び製品が本明細書において開示されてきたが、本特許が網羅する範囲はそれらに限定されない。それどころか、本特許は、本特許の特許請求の範囲内に適正に該当する全ての方法、装置、及び製品を網羅する。

【図面】

【図 1】



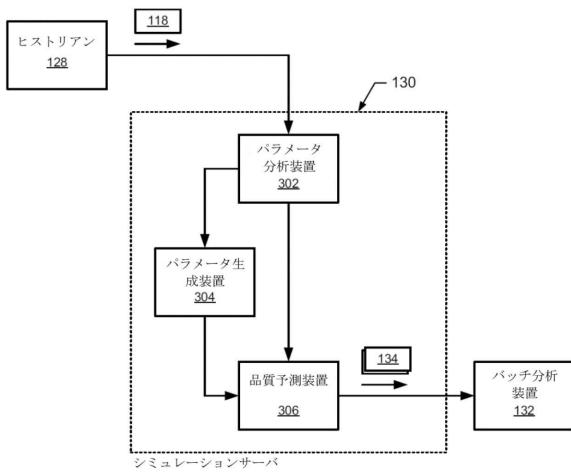
【図 2】



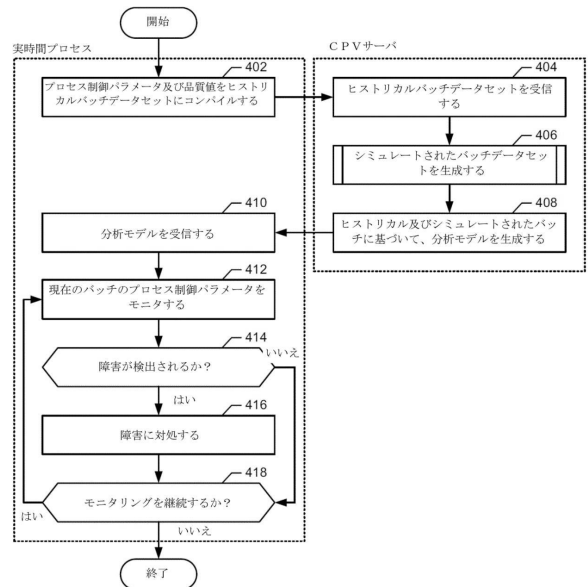
10

20

【図 3】



【図 4】

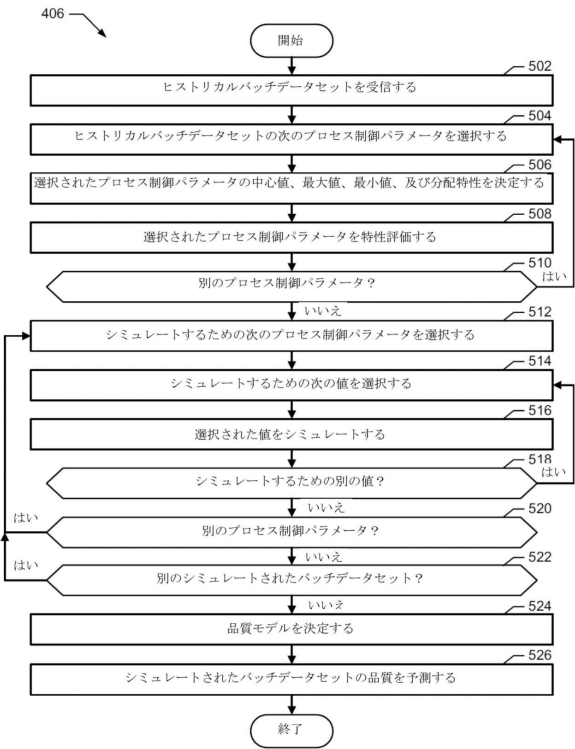


30

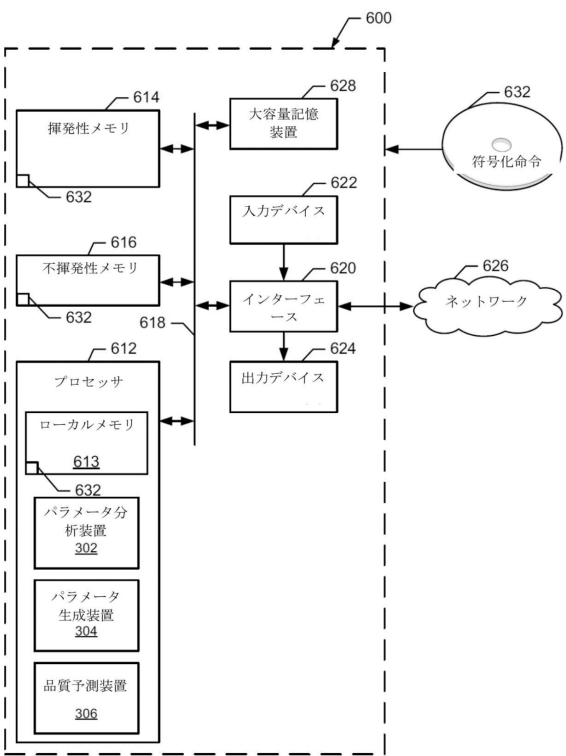
40

50

【図 5】



【図 6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

イブ 1 7 3 3

審査官 黒田 暁子

- (56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 2 4 8 8 8 5 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 1 8 7 1 7 5 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 1 6 4 7 7 2 (J P , A)
特表 2 0 1 0 - 5 3 7 2 8 2 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 5 B 2 3 / 0 2
G 0 5 B 1 9 / 4 1 8