

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7565500号
(P7565500)

(45)発行日 令和6年10月11日(2024.10.11)

(24)登録日 令和6年10月3日(2024.10.3)

(51)国際特許分類 F I
G 0 6 Q 50/04 (2012.01) G 0 6 Q 50/04

請求項の数 10 (全21頁)

(21)出願番号	特願2021-566785(P2021-566785)	(73)特許権者	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府門真市元町2番6号
(86)(22)出願日	令和2年6月29日(2020.6.29)	(74)代理人	100132241 弁理士 岡部 博史
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/025488	(74)代理人	100135703 弁理士 岡部 英隆
(87)国際公開番号	WO2021/131108	(74)代理人	100199314 弁理士 竹内 寛
(87)国際公開日	令和3年7月1日(2021.7.1)	(72)発明者	市村 大治郎 大阪府門真市大字門真1006番地 パ ナソニックホールディングス株式会社内
審査請求日	令和5年5月18日(2023.5.18)	(72)発明者	沖本 純幸 大阪府門真市大字門真1006番地 パ ナソニックホールディングス株式会社内 最終頁に続く
(31)優先権主張番号	特願2019-238683(P2019-238683)		
(32)優先日	令和1年12月27日(2019.12.27)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

(54)【発明の名称】 品質推定装置および方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の単位物品が少なくとも1つの工程のための複数の設備を用いて得られる品質に関する情報を生成する品質推定装置であって、

各単位物品を得る際の工程においてそれぞれ経由した設備と、得られた単位物品の品質とを関連付けた品質管理データを格納する記憶部と、

前記記憶部に格納された品質管理データに基づく演算処理を制御する制御部とを備え、前記制御部は、

前記品質管理データから、前記単位物品毎に経由した設備の組み合わせと当該単位物品の品質とを示す経由情報を複数、抽出し、

抽出した複数の経由情報に基づいて、前記経由情報毎に立式される連立方程式において前記複数の設備の各々の品質を示す数値解を求める演算処理により前記複数の設備のうちの一の設備当たりの品質を示す設備品質情報を生成し、

前記複数の経由情報の各単位物品が経由する工程であって、且つ前記数値解において前記設備の品質が所定値を含まない工程の個数が少ないほど高精度となるように、前記設備品質情報の推定精度を判定する

品質推定装置。

【請求項2】

前記単位物品は、複数の工程において各々の設備を経由して得られ、

前記制御部は、

前記単位物品が特定の設備を経由した時期を取得し、

取得した時期を基準とする所定期間内に前記単位物品が前記特定の設備と同じ工程のための設備を経由した複数の経由情報を抽出して、前記特定の設備に関する設備品質情報を生成する

請求項 1 に記載の品質推定装置。

【請求項 3】

前記設備品質情報は、前記複数の単位物品における特定の単位物品が経由した組み合わせにおける各設備の品質を示す

請求項 1 または 2 に記載の品質推定装置。

【請求項 4】

前記設備品質情報は、所定期間における時系列に沿った特定の設備の品質を示す

請求項 1 または 2 に記載の品質推定装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記設備の個数よりも多い複数の経由情報を抽出して、前記設備品質情報を生成する

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の品質推定装置。

【請求項 6】

前記単位物品は、前記複数の設備においてロット毎に生産される製品であり、

前記設備品質情報は、前記一の設備当たりの歩留を示す

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の品質推定装置。

【請求項 7】

複数の単位物品が少なくとも 1 つの工程のための複数の設備を用いて得られる品質に関する情報を生成する品質推定方法であって、

コンピュータの制御部が、

各単位物品を得る際の工程においてそれぞれ経由した設備と、得られた単位物品の品質とを関連付けた品質管理データから、前記単位物品毎に経由した設備の組み合わせと当該単位物品の品質とを示す経由情報を複数、抽出するステップと、

抽出した複数の経由情報に基づいて前記経由情報毎に立式される連立方程式において前記複数の設備の各々の品質を示す数値解を求める演算処理により、前記複数の設備のうちの一の設備当たりの品質を示す設備品質情報を生成するステップと、

前記複数の経由情報の各単位物品が経由する工程であって、且つ前記数値解において前記設備の品質が所定値を含まない工程の個数が少ないほど高精度となるように、前記設備品質情報の推定精度を判定するステップと

を含む品質推定方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の品質推定方法をコンピュータの制御部に実行させるためのプログラム。

【請求項 9】

前記制御部は、前記複数の設備のうちの一部又は全体の設備についての前記設備品質情報に基づき、前記推定精度を判定する

請求項 1 に記載の品質推定装置。

【請求項 10】

前記制御部は、前記複数の設備のうちの一群の設備についての前記設備品質情報に基づき、前記一群の設備についての前記設備品質情報が示す品質と所定の基準値とを比較することによって、前記推定精度を判定する

請求項 1 に記載の品質推定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、品質推定装置および方法に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 2 】

特許文献 1 は、複数の処理工程の各々について複数個の製造設備の何れかを用いて製品を製造する製造システムにおいて、製品の品質低下の原因となる製造設備を推定するための異常設備推定装置を開示している。異常設備推定装置は、製品の識別情報ごとに品質検査結果と製造設備の識別情報とを対応付けた解析データを作成する。異常設備推定装置は、決定木分析手法を用いて解析データの分類を行い、作成された決定木の下位ノードによる分類が、その上位ノードによる分類に与える影響度を算出する。このように、各ノードに割り当てられた製造設備が品質低下に与える影響度を算出することによって、製品の品質低下の原因となる製造設備を推定している。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 文献 】 特開 2 0 0 6 - 3 1 9 2 2 0 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

本開示は、複数の単位物品が複数の設備を用いて得られる際の品質において、設備当たりの品質を精度良く推定することができる品質推定装置および方法を提供する。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

本開示の一態様の品質推定装置は、複数の単位物品が少なくとも 1 つの工程のための複数の設備を用いて得られる品質に関する情報を生成する。品質推定装置は、記憶部と、制御部とを備える。記憶部は、各単位物品を得る際の工程においてそれぞれ経由した設備と、得られた単位物品の品質とを関連付けた品質管理データを格納する。制御部は、記憶部に格納された品質管理データに基づく演算処理を制御する。制御部は、品質管理データから、単位物品毎に経由した設備の組み合わせと当該単位物品の品質とを示す経路情報を複数、抽出する、制御部は、抽出した複数の経路情報に基づいて、演算処理により複数の設備のうちの一の設備当たりの品質を示す設備品質情報を生成する。

【 0 0 0 6 】

これらの概括的かつ特定の態様は、システム、方法、及びコンピュータプログラム、並びに、それらの組み合わせにより、実現されてもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 7 】

本開示における品質推定装置および方法によると、複数の単位物品が複数の設備を用いて得られる際の品質において、設備当たりの品質を精度良く推定することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 8 】

【 図 1 】 本開示の実施形態 1 に係る品質推定装置の概要を説明するための図

【 図 2 】 品質推定装置の構成を例示するブロック図

【 図 3 】 品質推定装置における機能的構成を示す機能ブロック図

【 図 4 】 品質推定装置における品質管理データのデータ構造を例示する図

【 図 5 】 実施形態 1 における品質推定装置の動作を例示するフローチャート

【 図 6 】 品質推定装置における低歩留ロット検出部の表示例を示す図

【 図 7 】 品質推定装置におけるボトルネック設備判定部の表示例を示す図

【 図 8 】 品質推定装置における時系列分析部の表示例を示す図

【 図 9 】 設備歩留の推定方法の定式化を説明した図

【 図 1 0 】 実施形態 1 の品質推定装置における設備歩留の分析の処理を例示するフローチャート

【 図 1 1 】 実施形態 1 の品質推定装置における時系列分析の処理を例示するフローチャート

【 図 1 2 】 設備歩留の推定方法の数値シミュレーションを説明した図

10

20

30

40

50

【図13】実施形態2の品質推定装置における設備歩留の分析の処理を例示するフローチャート

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、適宜図面を参照しながら、実施の形態を詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

【0010】

なお、出願人は、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面および以下の説明を提供するのであって、これらによって特許請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものではない。

【0011】

(実施形態1)

以下、本開示の実施形態1について、図面を参照しながら説明する。

【0012】

1. 構成

1-1. 概要

図1は、本実施形態に係る品質推定装置2の概要を説明するための図である。本実施形態の品質推定装置2は、例えば、電子部品などの製品を数万個といったロット単位で生産する工場設備において、管理者等のユーザ1が品質を管理するためのデータ分析に適用される。工場設備は、例えば複数のロットを同時並行で生産するための複数の設備E a - 1 ~ E c - nを含む。ロット単位の製品は、本実施形態における単位物品の一例である。

【0013】

図1では、各ロットの製品を生産する一連の工程S a ~ S cと、その後最終的な検査工程S zとがある場合を例示している。本例において、複数の設備E a - 1 ~ E c - nは3つの工程S a, S b, S cに区分される。各々の工程S a, S b, S cの設備E a - 1 ~ E a - n, E b - 1 ~ E b - n, E c - 1 ~ E c - nは、例えば工程S a, S b, S c毎に同様の処理を行うように、1つ又は複数の工場に設けられる。なお、工程の数、及び設備の数は特に限定されず、例えば工程毎の設備の個数は、異なってもよい。以下、設備E a - 1 ~ E c - nの総称を「設備E」という場合がある。

【0014】

複数のロットには、工程S a, S b, S c毎に様々な設備Eの組み合わせが用いられる。例えば、図1の例において特定のロットLは、工程S aを設備E a - 2で処理され、工程S bを設備E b - 1で処理され、工程S cを設備E c - nで処理される。その後、最終の検査工程S zにおいては、種々の検査項目により、特定のロットLの製品において不良品を除いた分の割合である最終歩留が計測される。最終歩留などの各ロットを管理する各種情報を含んだロット管理データD 1は、逐次収集されて蓄積される。ロット管理データD 1は、本実施形態における品質管理データの一例である。

【0015】

以上のような工場設備においては、最終歩留の低下が検査工程S zで発覚した場合に、管理者等が対策を講じるために、検査工程S zに到るまでの途中の工程S a ~ S cにおいて品質低下の原因となった設備を特定したいといった要求がある。しかしながら、従来技術によると、例えば決定木分析手法を用いて下位ノードから上位ノードへの影響として設備が最終の不良率に与えると推定される影響度が算出されるに過ぎず(特許文献1参照)、個々の設備Eの歩留自体を直接的に推定することが困難であった。

【0016】

これに対して、本実施形態では、ロット管理データD 1に基づいて、各々の設備E当たりの歩留すなわち設備歩留を直接推定できる品質推定装置2を提供する。これにより、設備E毎の品質が精度良く推定され、ユーザ1は、品質推定装置2から得られる設備E毎の

10

20

30

40

50

設備歩留に応じて、例えば設備 E a - 1 ~ E c - n 間に優先順位を付けてメンテナンス等を行うなど、有効な対策を講じることができる。

【 0 0 1 7 】

1 - 2 . 品質推定装置の構成

本実施形態における品質推定装置 2 の構成について、図 2 ~ 4 を参照して説明する。図 2 は、品質推定装置 2 の構成を例示するブロック図である。

【 0 0 1 8 】

品質推定装置 2 は、例えば P C などの情報処理装置で構成される。図 2 に例示する品質推定装置 2 は、制御部 2 0 と、記憶部 2 1 と、操作部 2 2 と、表示部 2 3 と、機器インタフェース 2 4 と、ネットワークインタフェース 2 5 とを備える。以下、インタフェースを「 I / F 」と略記する。

10

【 0 0 1 9 】

制御部 2 0 は、例えばソフトウェアと協働して所定の機能を実現する C P U 又は M P U を含み、品質推定装置 2 の全体動作を制御する。制御部 2 0 は、記憶部 2 1 に格納されたデータ及びプログラムを読み出して種々の演算処理を行い、各種の機能を実現する。

【 0 0 2 0 】

図 3 は、品質推定装置 2 における機能的構成を示す機能ブロック図である。品質推定装置 2 は、例えば制御部 2 0 の機能的構成として、ロット管理データ D 1 に基づき設備歩留の推定情報 D 2 を生成する設備歩留推定部 3 0 と、低歩留ロット検出部 3 1 と、ボトルネック設備判定部 3 2 と、時系列分析部 3 3 とを備える。図 4 に、ロット管理データ D 1 のデータ構造を例示する。

20

【 0 0 2 1 】

ロット管理データ D 1 は、例えば図 4 に示すように、ロットを識別する「ロット番号」と、工程 S a , S b , S c 毎の「日付」及び「設備」と、最終歩留の各種検査項目とを関連付けて、ロット経路情報 D 1 0 として管理する。最終歩留の検査項目は、本例では、「電圧不良」、「外観不良」及び「漏れ電流」を含んでいる。最終歩留の項目は、特に上記に限らず、他の検査項目を含んでもよい。また、検査項目毎の計測値に加えて、各検査項目を総合的に考慮した最終歩留の総合値が更にロット管理データ D 1 で管理されてもよい。

【 0 0 2 2 】

ロット経路情報 D 1 0 は、ロット番号で識別されるロットが、各工程 S a , S b , S c を「日付」に経由した「設備」を示すことにより、設備の組み合わせによる当該ロットの経路を示している。例えば、ロット番号「 6 」のロットの経路は、工程 S a の設備 E a - 9 を「 1 1 月 8 日」に経由し、工程 S b の設備 E b - 1 を「 1 1 月 9 日」に経由し、工程 S c の設備 E c - 1 を「 1 2 月 3 日」に経由している。

30

【 0 0 2 3 】

図 3 の設備歩留推定部 3 0 は、こうしたロット管理データ D 1 における複数のロット経路情報 D 1 0 を用いて、後述する演算処理を行うことにより、設備歩留の推定情報 D 2 を算出する。設備歩留の推定情報 D 2 は、本実施形態における設備品質情報の一例である。

【 0 0 2 4 】

低歩留ロット検出部 3 1 は、ロット管理データ D 1 に基づいて、顕著に低い最終歩留を有するロットである低歩留ロットを検出する。ボトルネック設備判定部 3 2 は、例えば低歩留ロットが経由した設備 E の中から、品質低下の原因と考えられる設備であるボトルネック設備を判定する。時系列分析部 3 3 は、例えばボトルネック設備の設備歩留の時間変化を示す情報を生成する。ボトルネック設備判定部 3 2 及び時系列分析部 3 3 の機能は、各々の条件に該当した設備歩留の推定情報 D 2 を用いて実現される（詳細は後述）。

40

【 0 0 2 5 】

図 2 に戻り、制御部 2 0 は、例えば上記のような品質推定装置 2 の機能或いは品質推定方法を実現するための命令群を含んだプログラムを実行する。上記のプログラムは、インターネット等の通信ネットワークから提供されてもよいし、可搬性を有する記録媒体に格納されていてもよい。また、制御部 2 0 は、上記各機能を実現するように設計された専用

50

の電子回路又は再構成可能な電子回路などのハードウェア回路であってもよい。制御部 20 は、CPU、MPU、GPU、GPGPU、TPU、マイコン、DSP、FPGA 及び ASIC 等の種々の半導体集積回路で構成されてもよい。

【0026】

記憶部 21 は、品質推定装置 2 の機能を実現するために必要なプログラム及びデータを記憶する記憶媒体である。記憶部 21 は、図 2 に示すように、格納部 21 a 及び一時記憶部 21 b を含む。

【0027】

格納部 21 a は、所定の機能を実現するためのパラメータ、データ及び制御プログラム等を格納する。格納部 21 a は、例えば HDD 又は SSD で構成される。例えば、格納部 21 a は、上記のプログラム、及び品質管理データ D1 などを格納する。

10

【0028】

一時記憶部 21 b は、例えば DRAM 又は SRAM 等の RAM で構成され、データを一時的に記憶（即ち保持）する。例えば、一時記憶部 21 b は、設備歩留の推定情報 D2 などを保持する。また、一時記憶部 21 b は、制御部 20 の作業エリアとして機能してもよく、制御部 20 の内部メモリにおける記憶領域で構成されてもよい。

【0029】

操作部 22 は、ユーザが操作を行う操作部材の総称である。操作部 22 は、表示部 23 と共にタッチパネルを構成してもよい。操作部 22 はタッチパネルに限らず、例えば、キーボード、タッチパッド、ボタン及びスイッチ等であってもよい。操作部 22 は、ユーザの操作によって入力される諸情報を取得する取得部の一例である。

20

【0030】

表示部 23 は、例えば、液晶ディスプレイ又は有機 EL ディスプレイで構成される出力部の一例である。表示部 23 は、操作部 22 を操作するための各種アイコン及び操作部 22 から入力された情報など、各種の情報を表示してもよい。

【0031】

機器 I/F 24 は、品質推定装置 2 に外部機器を接続するための回路である。機器 I/F 24 は、所定の通信規格にしたがい通信を行う通信部の一例である。所定の規格には、USB、HDMI（登録商標）、IEEE 1395、WiFi、Bluetooth（登録商標）等が含まれる。機器 I/F 24 は、品質推定装置 2 において外部機器に対し、諸情報を受信する取得部あるいは送信する出力部を構成してもよい。

30

【0032】

ネットワーク I/F 25 は、無線または有線の通信回線を介して品質推定装置 2 を通信ネットワークに接続するための回路である。ネットワーク I/F 25 は所定の通信規格に準拠した通信を行う通信部の一例である。所定の通信規格には、IEEE 802.3, IEEE 802.11 a / 11 b / 11 g / 11 a c 等の通信規格が含まれる。ネットワーク I/F 25 は、品質推定装置 2 において通信ネットワークを介して、諸情報を受信する取得部あるいは送信する出力部を構成してもよい。

【0033】

以上のような品質推定装置 2 の構成は一例であり、品質推定装置 2 の構成はこれに限らない。品質推定装置 2 は、サーバ装置を含む各種のコンピュータで構成されてもよい。本実施形態の品質推定方法は、分散コンピューティングにおいて実行されてもよい。また、品質推定装置 2 における取得部は、制御部 20 等における各種ソフトウェアとの協働によって実現されてもよい。品質推定装置 2 における取得部は、各種記憶媒体（例えば格納部 21 a）に格納された諸情報を制御部 20 の作業エリア（例えば一時記憶部 21 b）に読み出すことによって、諸情報の取得を行うものであってもよい。

40

【0034】

2. 動作

以上のように構成される品質推定装置 2 の動作について、以下説明する。

【0035】

50

本実施形態の品質推定装置 2 は、例えば記憶部 2 1 に予め格納されたロット管理データ D 1 に基づいて、設備歩留推定部 3 0 として設備歩留を推定するための演算処理を実行する。本実施形態における設備歩留の推定方法では、種々のロットが工程 S a ~ S c 毎に様々な設備 E a - 1 ~ E c - n を経由する状況に着目した定式化により、各々の設備 E a 1 ~ E c - n による設備歩留の直接的な推定を実現する。本実施形態における設備歩留の推定方法の詳細は後述する。

【 0 0 3 6 】

上記処理から得られる設備歩留の推定情報 D 2 を活用した、本実施形態の品質推定装置 2 の全体動作について、図 5 ~ 8 を用いて説明する。図 5 は、本実施形態における品質推定装置 2 の動作を例示するフローチャートである。本フローチャートに示す処理は、例えば品質推定装置 2 の制御部 2 0 によって実行される。

10

【 0 0 3 7 】

まず、品質推定装置 2 の制御部 2 0 は、例えば低歩留ロット検出部 3 1 として機能し、記憶部 2 1 からロット管理データ D 1 を取得して (S 1)、低歩留ロットを検出する (S 2)。ステップ S 2 の表示例を図 6 に示す。本表示例において、品質推定装置 2 の表示部 2 3 は、例えば低歩留ロット検出部 3 1 としての制御部 2 0 に制御されて、最終歩留テーブル D 3 を表示している。最終歩留テーブル D 3 は、例えば、ロット番号毎に各ロットにおける最終歩留として各種検査項目の計測値を示す。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 2 において、低歩留ロット検出部 3 1 は、例えばロット管理データ D 1 における各ロットの最終歩留と、所定のしきい値とをそれぞれ比較して、最終歩留がしきい値以下のロットを低歩留ロットとして検出する。当該しきい値は、顕著に低い最終歩留の基準を示す。しきい値の比較対象は、最終歩留の各種検査項目における何れかの計測値、或いは項目間の総合値に適宜、設定可能である。図 6 の例では、ロット番号「 6 」のロットが、低歩留ロット検出部 3 1 によって検出され、強調表示されている。

20

【 0 0 3 9 】

本実施形態において、制御部 2 0 は、例えば低歩留ロット検出部 3 1 の検出結果に基づきボトルネック設備判定部 3 2 として機能し、低歩留ロットのような特定の 1 ロットの経路内の設備歩留の分析を行う (S 3)。ステップ S 3 の処理は、ボトルネック設備判定部 3 2 が、特定のロットが経由した全設備 E に関して設備歩留の推定情報 D 2 を取得することによって行われる。ステップ S 3 における設備歩留の分析の処理については後述する。ステップ S 3 の表示例を図 7 に示す。

30

【 0 0 4 0 】

図 7 の例において、表示部 2 3 は、例えばボトルネック設備判定部 3 2 としての制御部 2 0 に制御されて、設備歩留テーブル D 4 を表示している。設備歩留テーブル D 4 は、例えば、特定のロットが経由した各工程 S a , S b , S c の設備 E と、各設備 E において処理された日付と、各設備 E の設備歩留として検査項目毎の推定値とを含む。ユーザ 1 は、例えば低歩留ロットを特定した際に設備歩留テーブル D 4 により、低歩留ロットの経路内の各設備 E の設備歩留を確認することができる。また、例えば図 7 の例において、ボトルネック設備判定部 3 2 は、設備歩留テーブル D 4 において最も低い設備歩留を有する設備 E a - 9 をボトルネック設備と判定する。

40

【 0 0 4 1 】

図 5 に戻り、本実施形態の制御部 2 0 は、例えばボトルネック設備判定部 3 2 の判定結果に基づき時系列分析部 3 3 として機能し、設備歩留の時系列分析を行う (S 4)。ステップ S 4 の処理は、時系列分析部 3 3 が、ボトルネック設備などの特定の設備に関する設備歩留の推定情報 D 2 を取得することによって行われる。ステップ S 4 の表示例を図 8 に示す。

【 0 0 4 2 】

図 8 の例において、表示部 2 3 は、例えば時系列分析部 3 3 としての制御部 2 0 に制御されて、設備歩留グラフ G 1 を表示している。設備歩留グラフ G 1 は、特定の設備におけ

50

る設備歩留の時系列的な変化を示し、例えば検査項目毎の曲線を含む。図8の例では、低歩留ロットの処理時期に突発的な歩留の低下が発生したことが、設備歩留グラフG1から確認できる。このように、ステップS4における時系列分析の処理により、設備E毎に異常なロットが生産された時期を可視化することができる。ステップS4の処理については後述する。図5のフローチャートに示す処理は、例えばステップS4の実行後に終了する。

【0043】

以上のように、本実施形態の品質推定装置2によると、設備歩留の推定情報D2を活用して、低歩留ロットにおけるボトルネックの設備を確認したり、設備歩留の時系列変化を確認したりできるユーザインタフェースを提供することができる。

【0044】

上記のステップS2, S3において、低歩留ロット検出部31による検出およびボトルネック設備判定部32による判定は、それぞれ適宜省略されてもよい。その代わりに、品質推定装置2は、表示部23に各テーブルD3, D4を表示中に、操作部22においてユーザ1が特定のロット或いは設備を指定するユーザ操作を受け付けてもよい。

【0045】

2-1. 設備歩留の推定方法について

本実施形態における設備歩留の推定方法の詳細を、図9を用いて説明する。図9は、設備歩留の推定方法の定式化を説明した図である。

【0046】

図9では、M個のロットによる最終歩留 y_i ($i = 1, 2, \dots, M$)と、N個の設備Eによる設備歩留 x_j ($j = 1, 2, \dots, N$)との関係を例示している。ロット数M及び設備数Nは、例えば $M > N$ において適宜、設定可能である。図9では一例として、設備数Nが9個であり、3つの工程 S_a, S_b, S_c にそれぞれ3つの設備 $E_{a-1} \sim E_{a-3}, E_{b-1} \sim E_{b-3}, E_{c-1} \sim E_{c-3}$ がある場合を図示している。

【0047】

本推定方法においては、各ロットの最終歩留 y_i は、当該ロットが固有の経路内の設備Eを経由する毎に、各設備Eが個々に有する潜在的な設備歩留 x_j の影響が累積して生じると考える。すると、各ロットの最終歩留 y_i が、ロット経路情報D10に応じた組み合わせの設備歩留 x_j を互いに乗算する積の形式で記述できる。

【0048】

例えば図9において、1番目のロットの最終歩留 y_1 は、工程 S_a に属する1番目の設備歩留 x_1 と、工程 S_b に属する5番目の設備歩留 x_5 と、工程 S_c に属する7番目の設備歩留 x_7 との積で記述される。ロットの順番は、例えば、ロット管理データD1における所定範囲内のロット番号と対応する。設備Eの順番は、例えば工程 S_a の設備 E_{a-1} から順番に、全行程 $S_a \sim S_c$ に亘って設定される。

【0049】

また、上記のような積の形式は、図9に示すように、対数を取ることによって和の形式に変換される。このことから、ロット経路情報D10に基づく最終歩留 y_i と設備歩留 x_j 間の関係は、対数を用いて線形の連立方程式に定式化することができる。連立方程式における個々の方程式は、例えば一経路分のロット経路情報D10から立式される。本実施形態では、図9に示すように行列形式の定式化を採用し、式(1)のように最終歩留ベクトル Y 、設備歩留ベクトル X 、及び経路行列 A を用いる。

【0050】

最終歩留ベクトル Y は、M次元ベクトルであり、 $i = 1 \sim M$ 番目の各成分としてi番目の最終歩留 y_i の対数值 $\log(y_i)$ を有する。設備歩留ベクトル X は、N次元ベクトルであり、 $j = 1 \sim N$ 番目の各成分としてj番目の設備歩留 x_j の対数值 $\log(x_j)$ を有する。各ベクトル X, Y に用いる対数は、特に限定されず、例えば常用対数、自然対数又は二進対数などであってもよい。

【0051】

経路行列 A は、ロット経路情報D10に基づき設定されるM行N列の行列である。経路

10

20

30

40

50

行列 A は、図 9 に示すように、「1」又は「0」となる経路フラグ $a_{i,j}$ を i 行目及び j 列目の行列要素として構成される。経路フラグ $a_{i,j}$ は、 i 番目のロットが j 番目の設備を経由したか否かを示す。本実施形態では、各ロットが工程 S_a, S_b, S_c 毎に 1 つの設備 E を経由することから、経路行列 A の各行において、経路フラグ $a_{i,j}$ は工程 S_a, S_b, S_c 毎の列番号の範囲内で「1」を 1 つずつ有する。

【0052】

式 (1) は、ロット数 M を設備数 N よりも大きくすることにより、過剰条件の連立線形方程式にすることができる。そこで、本実施形態では、ロット管理データ D_1 において十分に多い M 個のロット経路情報 D_{10} を用いて式 (1) を立式し、次式 (10) のように最小二乗法によって式 (1) の数値解の設備歩留ベクトル X を求める。

10

【0053】

【数1】

$$\begin{aligned} & \text{subject to: } AX = Y, X < 0 \\ & \text{minimize : } |Y - AX|^2 \end{aligned} \quad \dots(10)$$

【0054】

こうした数値解による設備歩留 x_j は、立式に用いた範囲内のロット管理データ D_1 において、それぞれ対応する設備 E を経由するロット間にわたる潜在的な歩留の平均値に対応している。上式 (10) の条件 $X < 0$ は、設備歩留 x_j が 0 以上 1 以下であることに基づく。最小二乗法における求解には、例えば準ニュートン法の BFGS - B 法を用いることができる。

20

【0055】

2-2. 設備歩留の分析の処理について

以上のような設備歩留の推定方法を用いた図 5 のステップ S_3 の処理について、図 10 を用いて説明する。

【0056】

図 10 は、本実施形態の品質推定装置 2 における設備歩留の分析の処理 (図 5 の S_3) を例示するフローチャートである。図 10 のフローチャートに示す処理は、例えば低歩留ロットなどの 1 ロットが特定された状態で開始される。

30

【0057】

まず、制御部 20 は、例えばボトルネック設備判定部 32 として機能し、特定のロットに関するロット経路情報 D_{10} に基づいて、当該ロットの経路内における 1 つの設備を処理対象として選択する (S_{11})。ステップ S_{11} の選択は、本実施形態において工程 S_a, S_b, S_c 毎に順次、行われる。例えばボトルネック設備判定部 32 は、ロット経路情報 D_{10} において処理対象の設備に対応する工程及び日付を取得し、設備歩留推定部 30 に処理の基準時として設定する。

【0058】

次に、制御部 20 は、例えば設備歩留推定部 30 として設定された日付を基準時として、ロット管理データ D_1 から、設定された工程の日付が基準時近傍の所定期間内にあるロット経路情報 D_{10} を複数、抽出する (S_{12})。抽出されるロット経路情報 D_{10} の個数としてのロット数 M は、予め設定されていてもよいし、特に設定されなくてもよい。例えば、図 4 に示すロット番号「6」のロット経路情報 D_{10} において、工程 S_a に関して設備 E_{a-9} の日付「11月8日」を基準時として、同日付を含む 1 週間「11月5日～11月11日」の範囲内で工程 S_a の日付を有するロット経路情報 D_{10} が、ステップ S_{12} で収集される。

40

【0059】

次に、制御部 20 は、例えば設備歩留推定部 30 として、抽出された M 個のロット経路情報 D_{10} に基づいて経路行列 A を設定する (S_{13})。例えば、制御部 20 は、収集されたロット経路情報 D_{10} の個数分の行数及び全ての工程 $S_a \sim S_c$ の全設備 E の分の列

50

数を設けて、各行においてロット経路情報 D 1 0 毎に含まれた設備の列番号の経由フラグ $a_{i,j}$ を「1」に設定し、他の経由フラグ $a_{i,j}$ を「0」に設定する。

【0060】

次に、制御部 2 0 は、抽出したロット経路情報 D 1 0 において、複数の検査項目のうちの一検査項目を選択し、選択した検査項目の最終歩留を表すように最終歩留ベクトル Y を設定する (S 1 4)。例えば、制御部 2 0 は、各ロット経路情報 D 1 0 において選択された検査項目の計測値の対数を演算して、算出した対数値を最終歩留ベクトル Y の各成分に設定する。

【0061】

次に、制御部 2 0 は、設定した経路行列 A および最終歩留ベクトル Y に基づいて、式 (10) に従う演算処理を行って、式 (1) の数値解を求めることにより設備歩留ベクトル X を算出する (S 1 5)。この際、制御部 2 0 は、例えば算出した設備歩留ベクトル X において対応する成分の指数を演算することにより、ステップ S 1 1 で選択した一設備の設備歩留を算出して (S 1 6)、記憶部 2 1 に記録する。

10

【0062】

制御部 2 0 は、各々の検査項目に関してステップ S 1 4 ~ S 1 6 の処理を行い (S 1 7 で NO)、選択した一設備に関する各検査項目の設備歩留を算出する。この際、経路行列 A としては、ステップ S 1 3 で設定された共通のものが用いられる。

【0063】

制御部 2 0 は、一設備に関する全項目の設備歩留を算出すると (S 1 7 で YES)、特定のロットに関するロット経路情報 D 1 0 に基づき、同ロットの経路内の他の設備に関して、ステップ S 1 1 以降の処理を行う (S 1 8 で NO)。

20

【0064】

制御部 2 0 は、特定のロットの経路内における全ての設備 E の設備歩留を算出すると (S 1 8 で YES)、算出した設備歩留に基づき設備歩留テーブル D 4 を生成し (S 1 9)、例えば図 7 に示すように表示部 2 3 に表示させる。設備歩留テーブル D 4 は、本実施形態における設備品質情報の一例である。ステップ S 1 9 において、例えば制御部 2 0 は、算出した設備歩留に基づきボトルネック設備判定部 3 2 としてボトルネック設備を判定すると、設備歩留テーブル D 4 において対応する設備の情報を強調表示する。

【0065】

また、本実施形態において、制御部 2 0 は、生成した設備歩留テーブル D 4 による推定精度の検証を行う (S 1 9)。例えば、制御部 2 0 は、検査項目毎に、算出した全設備 E の設備歩留を乗算し、算出された積が特定のロットの最終歩留に近いほど推定精度が高いと判定する。推定精度は、図 7 に例示するように数値表示されてもよいし、高精度か否か等のメッセージで表示されてもよい。

30

【0066】

制御部 2 0 は、例えば推定精度を検証すると (S 2 0)、ロット経路内の設備歩留の分析の処理 (図 5 の S 3) を終了する。

【0067】

以上の処理によると、特定のロットの経路内の各設備の設備歩留が、当該設備を経由した日付を基準とする同様の時期に、当該設備と同じ工程の設備を経由したロット経路情報 D 1 0 を逐次、抽出して式 (1) を立式することにより、算出される (S 1 6)。式 (1) の演算処理 (S 1 5) から全ての設備 E に対応する設備歩留ベクトル X が求められるが、対応する成分のみが用いられる。これにより、設備歩留を推定する基となるデータを適切化して、設備歩留の推定精度を良くすることができる。

40

【0068】

2 - 3 . 時系列分析の処理について

図 5 のステップ S 4 の処理について、図 1 1 を用いて説明する。

【0069】

図 1 1 は、本実施形態の品質推定装置 2 における設備歩留の時系列分析の処理 (図 5 の

50

S 4) を例示するフローチャートである。図 1 1 のフローチャートに示す処理は、例えばボトルネック設備などの一設備が特定された状態で開始される。

【 0 0 7 0 】

まず、制御部 2 0 は、時系列分析部 3 3 として機能し、例えば図 5 のステップ S 2 , S 3 の処理結果に基づいて、時系列分析の対象として特定の設備を示す情報を取得し、当該設備の時系列分析の範囲とする期間すなわち分析期間を決定する (S 3 0)。例えば、低歩留ロットにおけるボトルネック設備を分析対象とする場合、制御部 2 0 は、低歩留ロットのロット経路情報 D 1 0 における当該設備の日付を基準として、その日付を含む数ヶ月などの期間を分析期間に決定する。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 3 の処理では、特定のロットの経路内の設備毎に設備歩留の算出に用いるロット経路情報 D 1 0 を収集した (図 1 0 の S 1 1 ~ S 1 8)。時系列分析の処理 (S 4) は、特定の設備が用いられた日付毎に、ロット経路情報 D 1 0 を収集して設備歩留を算出する (S 3 1 ~ S 3 8)。

【 0 0 7 2 】

例えば、制御部 2 0 は、決定した分析期間内において順次、日付を基準時に設定し (S 3 1)、分析対象とする設備と同じ工程に属する設備に関して、図 1 1 のステップ S 1 2 と同様に複数 (M 個) のロット経路情報 D 1 0 を抽出する (S 3 2)。次に、制御部 2 0 は、抽出したロット経路情報 D 1 0 に基づいて、ステップ S 1 3 ~ S 1 7 と同様に式 (1) を立式して演算処理を実行する (S 3 3 ~ S 3 7)。また、制御部 2 0 は、分析期間中の各日付に関して順次、ステップ S 3 1 以降の処理を繰り返す (S 3 8 で N O)。

【 0 0 7 3 】

分析期間中の全日付の設備歩留が算出されると (S 3 8 で Y E S)、制御部 2 0 は、算出結果に基づき設備歩留グラフ G 1 を生成して (S 3 9)、例えば図 8 に示すように表示部 2 3 に表示させる。設備歩留グラフ G 1 は、本実施形態における設備品質情報の一例である。例えば設備歩留グラフ G 1 の表示後、本フローチャートによる処理は終了する。

【 0 0 7 4 】

以上の設備歩留の時系列分析処理によると、分析期間中の日付ごとに設備歩留を推定するためのロット経路情報 D 1 0 を逐次、変えることにより (S 3 1 ~ S 3 8)、刻々と変化する設備歩留を可視化することができる。

【 0 0 7 5 】

3 . まとめ

以上のように、本実施形態における品質推定装置 2 は、複数の単位物品の一例である複数のロットが、例えば複数の工程 S a ~ S c のための複数の設備 E を用いて得られる品質に関する情報を生成する。品質推定装置 2 は、記憶部 2 1 と、制御部 2 0 とを備える。記憶部 2 1 は、各ロットの製品を得る際の工程 S a ~ S c においてそれぞれ経由した設備と、得られたロットの製品の品質とを関連付けた品質管理データの一例であるロット管理データ D 1 を格納する。制御部 2 0 は、記憶部 2 1 に格納されたロット管理データ D 1 に基づく演算処理を制御する。制御部 2 0 は、ロット管理データ D 1 から、ロット毎に経由した設備の組み合わせと当該ロットの品質とを示す経由情報の一例であるロット経路情報 D 1 0 を複数、抽出する (S 1 2 , S 3 2)。制御部 2 0 は、抽出した複数の経由情報に基づいて、演算処理により複数の設備のうちの一の設備当たりの品質の一例として設備歩留を示す設備品質情報を生成する (S 1 9 , S 3 9)。

【 0 0 7 6 】

以上の品質推定装置 2 によると、ロット毎に経由した設備による経路を示す複数のロット経路情報 D 1 0 に基づく演算処理によって生成される設備品質情報が生成される。これにより、複数の単位物品が複数の設備を用いて得られる際の品質において、設備当たりの品質を精度良く推定することができる。

【 0 0 7 7 】

本実施形態において、ロット単位の製品は、複数の工程 S a ~ S c において各々の設備

10

20

30

40

50

E a - 1 ~ E a - n , E b - 1 ~ E b - n , E c - 1 ~ E c - n を経由して得られる。制御部 20 は、ロットが特定の設備を経由した時期を取得し (S 1 1 , S 3 1)、取得した時期を基準とする所定期間内に単位物品が特定の設備と同じ工程のための設備を経由した複数のロット経路情報 D 1 0 を抽出して (S 1 2 , S 3 2)、特定の設備に関する設備品質情報を生成する。これにより、適切なロット経路情報 D 1 0 に基づいて、設備当たりの品質の推定精度を向上することができる。

【 0 0 7 8 】

本実施形態において、制御部 20 は、ロット経路情報 D 1 0 毎に立式される連立方程式 (式 (1)) において各設備の品質を示す数値解を求める式 (1 0) の演算処理によって、設備品質情報を生成する。これにより、高精度の設備品質情報を生成することができる。

10

【 0 0 7 9 】

本実施形態において、設備品質情報は、例えば複数の単位物品における特定の単位物品が経由した組み合わせ、即ちロットの経路における各設備の品質を示す設備歩留テーブル D 4 である。これにより、ロットの経路内の各設備の品質を確認することができる。

【 0 0 8 0 】

本実施形態において、設備品質情報は、分析期間などの所定期間における時系列に沿った特定の設備の品質を示す設備歩留グラフである。これにより、時系列に沿った設備当たりの品質を確認することができる。

【 0 0 8 1 】

本実施形態において、制御部 20 は、設備の個数 N 個よりも多い複数 M 個のロット経路情報 D 1 0 を抽出して、設備品質情報を生成する。これにより、例えば式 (1) を過剰条件にして、高精度の設備品質情報を生成できる。

20

【 0 0 8 2 】

本実施形態において、単位物品は、複数の設備においてロット毎に生産される製品である。設備品質情報は、一の設備当たりの歩留を示す。こうした設備品質情報により、工場設備における歩留を精度良く推定することができる。

【 0 0 8 3 】

本実施形態の品質推定方法は、複数の単位物品が少なくとも 1 つの工程のための複数の設備を用いて得られる品質に関する情報を生成する方法である。本方法は、コンピュータの制御部 20 が、各単位物品を得る際の工程においてそれぞれ経由した設備と、得られた単位物品の品質とを関連付けた品質管理データ品質管理データから、単位物品毎に経由した設備の組み合わせと当該単位物品の品質とを示す経由情報を複数、抽出するステップを含む。本方法は、抽出した複数の経由情報に基づいて、演算処理により複数の設備のうちの一の設備当たりの品質を示す設備品質情報を生成するステップを含む。

30

【 0 0 8 4 】

本実施形態において、以上のような品質推定方法をコンピュータの制御部に実行させるためのプログラムが提供される。本実施形態の品質推定方法によると、数の単位物品が複数の設備を用いて得られる際の品質において、設備当たりの品質を精度良く推定することができる。

【 0 0 8 5 】

(実施形態 2)

以下、図 1 2 ~ 1 3 を用いて実施形態 2 を説明する。実施形態 2 では、以上のような設備歩留の推定方法において、本願発明者の鋭意研究により明らかとなった理論上の問題及びその実用上の回避手段について説明する。

40

【 0 0 8 6 】

以下、実施形態 1 に係る品質推定装置 2 と同様の構成、動作の説明は適宜、省略して、本実施形態に係る品質推定装置 2 及び品質推定方法を説明する。

【 0 0 8 7 】

1 . ランク落ちの知見

一般的に、行列のランクは $M > N$ である M 行 N 列の行列において最大値「 N 」を有する

50

。また、同じ経路を経由するロットが複数あると経路行列 A に同じ数値を持つ行が複数現れてランクが下がる。しかし、「M」が十分に大きな数であっても、例えば実施形態 1 の経路行列 A では、各工程において一つの設備を経由するという制約があることから、経路行列 A のランクは、最大値「N」から（工程の総数 - 1）だけ小さくなる。こうしたランク落ちによると、例えば式（10）の演算処理において不定解に陥るという問題が考えられる。

【0088】

上記の問題に対して本願発明者は鋭意研究を重ね、例えば工場設備において正常に稼働する設備が充分にあるような実用的に通常の下記のように回避して、精度良く推定可能であることを見出した。

10

【0089】

すなわち、正常な設備は、特に不具合なく稼働することにより、適宜許容誤差の範囲内で設備歩留「1」を有すると考えられる。こうした設備に対応する設備歩留ベクトル X の成分の値は対数を取り「0」となり、ひいては経路行列 A において当該設備に対応する列の経由フラグ a_{ij} が、「1」であっても「0」とみなすことができるようになる。即ち、当該設備が属する工程に関して、その工程内の何れか 1 つの設備を必ず経由するという制約が実質的に外れ、その分だけ経路行列 A のランクが回復したと等価になる。よって、設備歩留「1」を有する設備が少なくとも各工程に 1 つずつあれば、結果的に経路行列 A のランクが回復し、精度良い設備歩留の推定を実現できることを見出した。

20

【0090】

1-1. 数値シミュレーションについて

図 12 は、設備歩留の推定方法の数値シミュレーションを説明した図である。本願発明者は、上記の知見が確認される数値シミュレーションとして、正常な設備が極端に少ない異常な工程がある場合の数値計算を行った。本シミュレーションでは、異常な工程 S b を含む 4 つの工程 S a , S b , S c , S d を設定した。また、ロット数 M は、500 であり、設備の総数は 140 台であった。工程 S a の設備は 50 台であり、工程 S b の設備は 30 台であり、工程 S c の設備は 20 台であり、工程 S d の設備は 40 台であった。

【0091】

図 12 (A) は、工程 S a , S c , S d には設備歩留「1」の設備が含まれ、異常な工程 S b に設備歩留「1」の設備が 1 台もない場合のシミュレーション結果を示す。図 12 (B) は、異常な工程 S b に設備歩留「1」の設備が 1 台だけある場合のシミュレーション結果を示す。図 12 (A) , (B) において、横軸は設備の番号を示し、縦軸は設備歩留を示す。

30

【0092】

図 12 (A) , (B) では、シミュレーション環境において設定した真値のグラフ G 2 と、本推定方法を適用した推定結果のグラフ G 3 とをそれぞれ示している。各シミュレーションにおいて、異常な工程 S b 以外の工程 S a , S c , S d は、正常であることを想定して、各々の設備歩留の真値に「1」近傍の値を設定した。また、異常な工程 S b における設備歩留の真値については、設備間で平均的に「0.5」程度に設定した。

【0093】

図 12 (A) における推定結果のグラフ G 3 によると、推定結果の設備歩留が、異常な工程 S b では真値のグラフ G 2 よりも高くなる一方、他の工程 S a , S c , S d では真値よりも低くなっている。このように、図 12 (A) のシミュレーション結果によると、設備歩留「1」の設備が 1 台もない異常な工程 S b がある場合、推定結果のグラフ G 3 が、異常な工程 S b と正常な工程 S a , S c , S d との間に位置するようなオフセット状の誤差を生じることが確認された。

40

【0094】

これに対して、図 12 (B) における推定結果のグラフ G 3 によると、異常な工程 S b の設備歩留が低い一方で他の工程 S a , S c , S d の設備歩留が高いという真値のグラフ G 2 が再現されている。このように、図 12 (B) のシミュレーション結果により、図 1

50

2 (A) と同様の異常な工程 S b に 1 台だけ設備歩留が「 1 」の設備があるだけで、本推定方法による設備歩留の推定結果の誤差は、図 1 2 (A) の場合よりも格段に低減することが確認できた。

【 0 0 9 5 】

2 . 動作

実施形態 2 では、図 1 2 (B) のように精度良く推定が行われているかどうかを検証する品質推定装置 2 を提供する。本実施形態の品質推定装置 2 の動作について、図 1 3 を用いて説明する。

【 0 0 9 6 】

図 1 3 は、実施形態 2 の品質推定装置 2 における設備歩留の分析の処理を例示するフローチャートである。本実施形態の品質推定装置 2 は、実施形態 1 と同様の設備歩留の分析の処理 (図 1 0) において、例えばステップ S 2 0 の処理の代わりに、上述したランク落ちの影響に関する推定精度を検証する (S 2 0 A) 。

10

【 0 0 9 7 】

例えばステップ S 2 0 A において、品質推定装置 2 の制御部 2 0 は、ステップ S 1 5 で求めた数値解に基づき、設備歩留ベクトル X において工程毎に値「 0 」の成分があるか否かを判断する。設備歩留ベクトル X における値「 0 」の成分は、対応する設備の設備歩留が「 1 」であることを示す。制御部 2 0 は、例えば、値「 0 」の成分があると判断した工程が多いほど推定精度を高く判定するように、予め設定された工程の数に応じた多段階で推定精度を検証する。

20

【 0 0 9 8 】

以上の処理によると、例えば工場設備において、図 1 2 (B) のように高精度の推定が行われていることを確認したり、図 1 2 (A) のように精度が低下したとしてもその状況を確認したりすることが可能になる。また、ステップ S 2 0 A の処理によると、例えば一設備の一検査項目の設備歩留が算出される (S 1 6) 毎に、各々の設備歩留に対する推定精度を検証することができる。

【 0 0 9 9 】

以上の説明では、ランク落ちに関する推定精度の検証が、ロット経路内の設備歩留の分析処理において行われる例を説明したが、例えば時系列分析の処理において行われてもよい。例えば図 1 1 のステップ S 3 6 において算出される設備歩留に対して、ステップ S 2 0 A と同様の処理が行われてもよい。

30

【 0 1 0 0 】

また、本実施形態では、ロット単位の製品の中に、1 つまたは複数の工程が行われない製品が含まれてもよい。即ち、対応する工程の設備を経由しないロットが含まれてもよい。こうしたロットの経路は、ロット管理データ D 1 において、上記の工程をスキップしたロット経路情報 D 1 0 として管理できる。こうしたロット経路情報 D 1 0 が経路行列 A に用いられると、スキップした工程に関する制約が外れることから、経路行列 A のランクがその分、上がることとなる。

【 0 1 0 1 】

そこで、上記のステップ S 2 0 A において、制御部 2 0 は、経路行列 A に用いたロット経路情報 D 1 0 において、スキップされた工程があるか否かを更に判断してもよい。スキップされた工程は、設備歩留が「 1 」の設備を有する工程と同様に扱うことができる。よって、制御部 2 0 は、経路行列 A に用いたロット経路情報 D 1 0 の全てが経由する工程の中で、値「 0 」の成分がないと判断した工程が少ないほど推定精度を高く判定する (S 2 0 A) 。これにより、経路行列 A のランク落ちに起因した推定精度の低下を的確に検証できる。

40

【 0 1 0 2 】

3 . まとめ

以上のように、実施形態 2 において、制御部 2 0 は、経路行列 A に用いたロット経路情報 D 1 0 の各ロットが経由する工程であって、且つ数値解の設備歩留ベクトル X において

50

「0」などの設備の品質が所定値を含まない工程の個数が少ないほど高精度となるように、設備品質情報の推定精度を判定する（S20A）。これにより、設備品質情報の推定精度を精度良く検証することができる。

【0103】

（他の実施形態）

以上のように、本開示において開示する技術の例示として、実施形態1～2を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されず、適宜、変更、置換、付加、省略などを行った実施の形態にも適用可能である。また、上記各実施形態で説明した各構成要素を組み合わせ、新たな実施の形態とすることも可能である。そこで、以下、他の実施形態を例示する。

10

【0104】

上記の実施形態1, 2においては、ロット単位の製品の一例として電子部品を例示した。本実施形態において、ロット単位の製品は特に限定されず、例えば半導体部品または機械部品などの各種部品、或いは電子機器などの完成品であってもよい。1ロットが1部品である工程を対象として、最終歩留がOKもしくはNG、すなわち、「1」か「0」である場合にも適用できる。また、幾つかのロットが特定の工程をスキップする場合にも本開示の思想は適用できる。

【0105】

また、上記の各実施形態においては、品質推定装置2を工場設備に適用する例を説明した。本実施形態において、品質推定装置2は、例えば物流、データ通信など種々の分野に適用可能である。また、単位物品はロット単位の製品に限らず、種々の単位別に扱われる各種の有体物であってもよいし、パケット等の単位を有するデータであってもよい。

20

【0106】

例えば、物流における工程としては、荷受けから配送元の拠点に向かい、更に長距離移動を行って、配送先の拠点に到着すると、宅配を行うといった一連の工程が挙げられる。この際の設備としては、それぞれ集配車、拠点、及び長距離移動手段が挙げられる。長距離移動手段は、例えば新幹線、航空便或いはトラック等である。この場合の歩留のような品質は、例えば物流における顧客の満足率（=1.0-クレーム率）に設定できる。

【0107】

また、データ通信においては、例えば工程が1つであり、1工程の中で複数の設備を経由する際の品質を推定可能である。設備は、例えば基地局およびルータである。この場合の歩留のような品質は、例えばパケット通過率に設定できる。このように、同一の工程を複数回、経由する場合も、適宜、経路行列Aを設定することによって上記と同様に数値解を求められ、設備あたりの品質を推定可能である。

30

【0108】

また、上記の各実施形態においては、各種設備歩留の分析の処理において設備歩留を算出する演算処理（S13～S16, S33～S36）を行ったが、こうした演算処理は事前に行われてもよい。例えば、予め種々のロット経路情報D10を用いて求解された設備歩留の推定情報D2が、適宜データベース化して記憶部21或いは外部記憶装置などに格納されてもよい。分析の処理時に、制御部20は、各々の条件に該当するロット経路情報D10に応じた設備歩留をデータベースから取得して、設備品質情報を生成することができる。

40

【0109】

以上のように、本開示における技術の例示として、実施の形態を説明した。そのために、添付図面および詳細な説明を提供した。

【0110】

したがって、添付図面および詳細な説明に記載された構成要素の中には、課題解決のために必須な構成要素だけでなく、上記技術を例示するために、課題解決のためには必須でない構成要素も含まれ得る。そのため、それらの必須ではない構成要素が添付図面や詳細な説明に記載されていることをもって、直ちに、それらの必須ではない構成要素が必須で

50

あるとの認定をするべきではない。

【 0 1 1 1 】

また、上述の実施の形態は、本開示における技術を例示するためのものであるから、特許請求の範囲またはその均等の範囲において、種々の変更、置換、付加、省略などを行うことができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 1 2 】

本開示は、例えば工場設備、物流およびデータ通信など各種の分他に適用可能である。

10

20

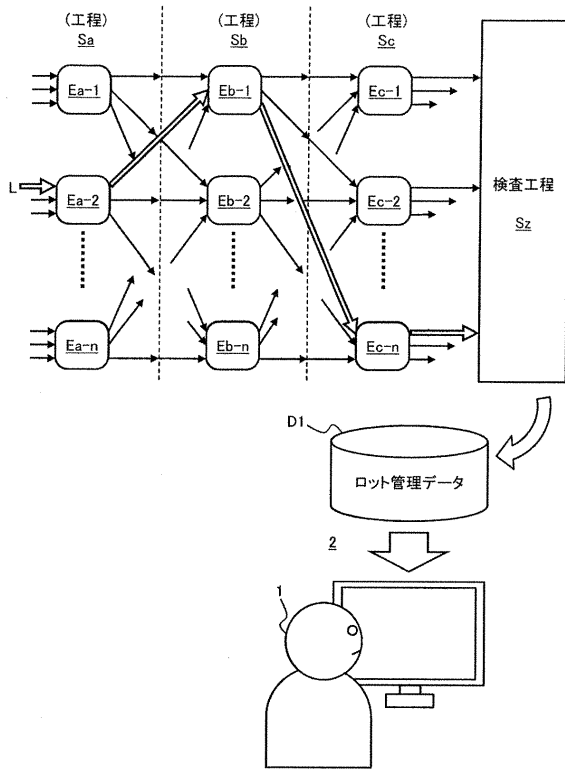
30

40

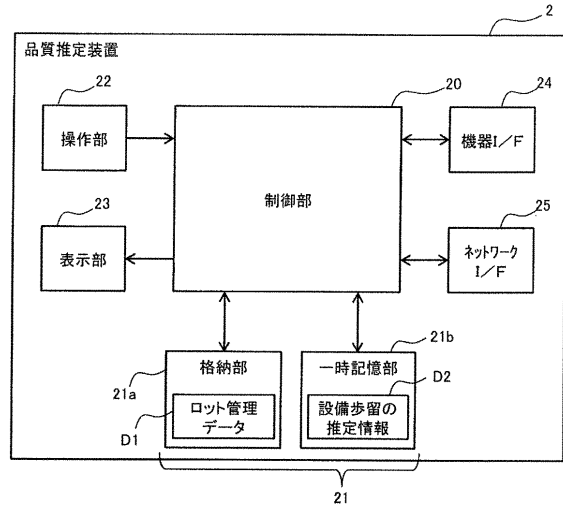
50

【図面】

【図 1】



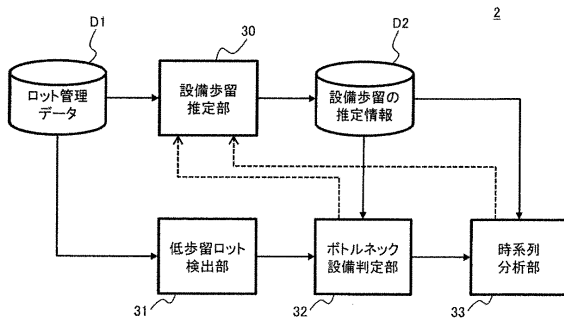
【図 2】



10

20

【図 3】



【図 4】

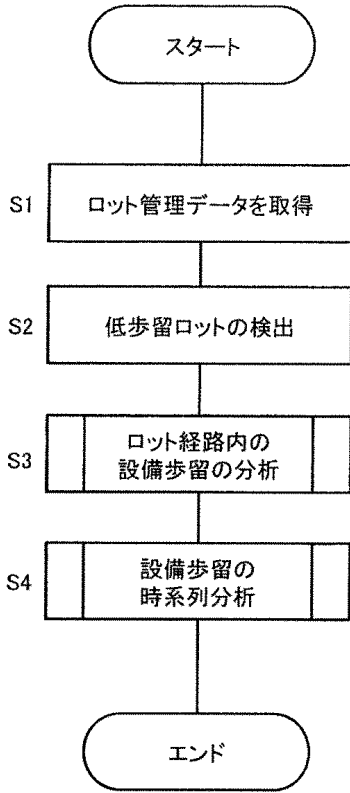
ロット管理データ ロット番号	工程Sa		工程Sb		工程Sc		最終歩留		
	日付	設備	日付	設備	日付	設備	漏れ電流	電圧不良	外觀不良
1	10月1日	Ea-1	10月1日	Eb-18	10月7日	Ec-29	0.99	0.99	0.98
2	10月1日	Ea-2	10月2日	Eb-18	10月8日	Ec-1	0.97	1.00	0.95
...
6	11月8日	Ea-9	11月9日	Eb-1	12月3日	Ec-11	0.99	0.88	0.97
...

30

40

50

【図5】



【図6】

23

D3

最終歩留テーブル			
ロット番号	漏れ電流	電圧不良	外観不良
1	0.99	0.99	0.98
2	0.97	1.00	0.95
⋮	⋮	⋮	⋮
6	0.99	0.88	0.97
⋮	⋮	⋮	⋮

10

20

【図7】

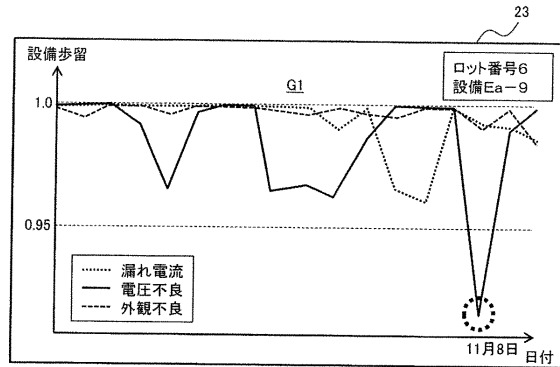
23

D4

設備歩留テーブル (ロット番号6)					
工程	設備	日付	漏れ電流	電圧不良	外観不良
Sa	Ea-9	11月8日	0.99	0.89	0.99
Sb	Eb-1	11月9日	1.00	1.00	0.99
Sc	Ec-11	12月3日	1.00	0.99	0.99

推定精度: 85%

【図8】

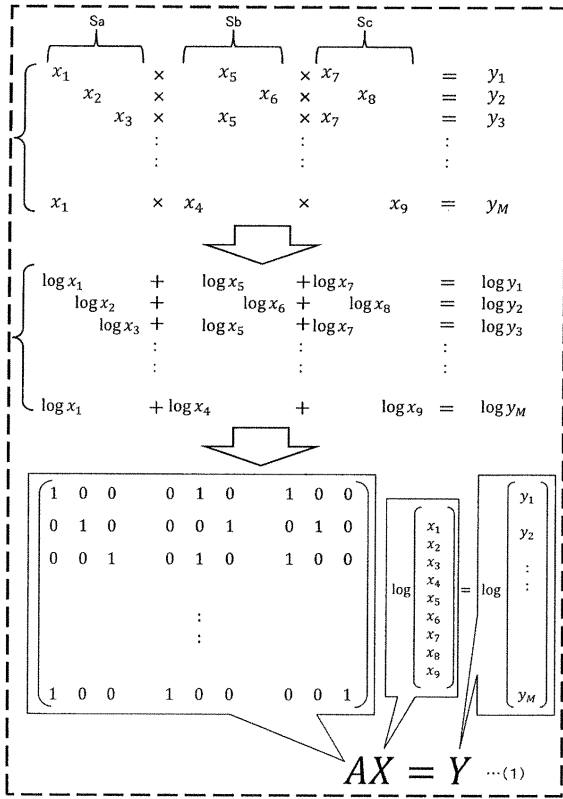


30

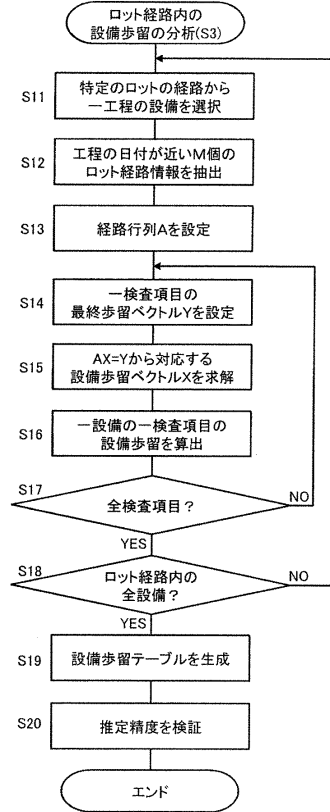
40

50

【図 9】



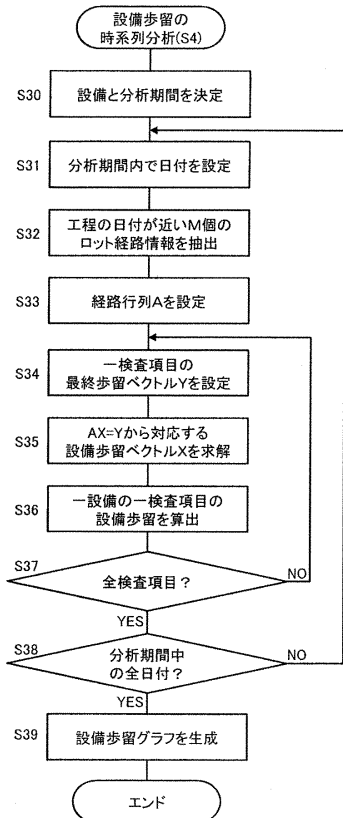
【図 10】



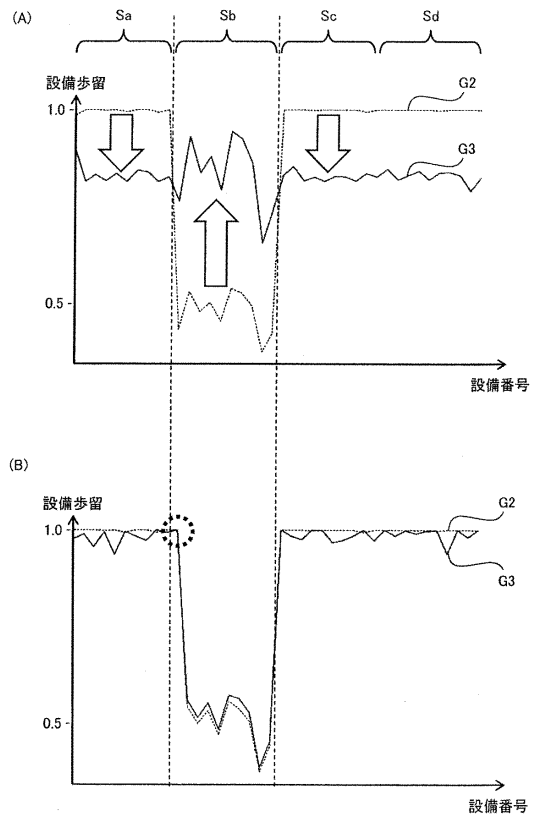
10

20

【図 11】



【図 12】

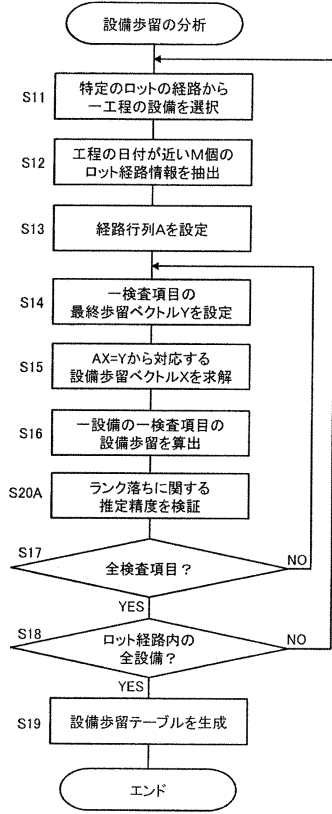


30

40

50

【 図 1 3 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 秦 秀彦
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニックホールディングス株式会社内
- (72)発明者 嶺岸 瞳
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニックインダストリー株式会社内
- (72)発明者 多鹿 陽介
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニックインダストリー株式会社内
- 審査官 久宗 義明
- (56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 3 1 8 2 6 3 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 2 8 4 6 5 0 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 9 / 2 0 2 7 0 0 (W O , A 1)
特開 2 0 0 8 - 1 6 5 8 3 2 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 1 2 6 4 0 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 0 4 5 1 4 3 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 6 Q 1 0 / 0 0 - 9 9 / 0 0