

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4810552号
(P4810552)

(45) 発行日 平成23年11月9日(2011.11.9)

(24) 登録日 平成23年8月26日(2011.8.26)

(51) Int.Cl. F I
G06F 11/34 (2006.01) G O 6 F 11/34 H
G06Q 50/00 (2006.01) G O 6 F 11/34 S
 G O 6 F 17/60 1 3 8

請求項の数 14 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-116128 (P2008-116128)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成20年4月25日 (2008.4.25)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2009-266029 (P2009-266029A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成21年11月12日 (2009.11.12)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	平成22年10月7日 (2010.10.7)		弁理士 蔵田 昌俊
早期審査対象出願		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100095441
			弁理士 白根 俊郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 故障確率算出に用いられる生存曲線を生成する装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

部品の識別子と、前記部品が使用された使用日数と、前記部品の状態および処置とを表し、前記部品に故障がなく正常であること、または前記部品を含む複数の部品のいずれかが故障であることが前記状態として記録され、前記部品に故障がなく正常であるが前記部品を定期交換したこと、または前記複数の部品を交換したことが前記処置として記録されたメンテナンスログから、前記部品の識別子と、前記使用日数と、前記複数の部品の交換の場合に相当し前記部品に故障の可能性があるならば第1の値をとり、前記定期交換の場合に相当し前記部品に故障の可能性がないならば第2の値をとる故障フラグと、前記部品を含む複数の部品が同一の値をとるグループ番号と、前記故障を前記部品が引き起こしている均等な度合いを表す第1の重みと、を複数の部品のそれぞれについて表す交換記録テーブルを生成する第1の生成部と、

前記交換記録テーブルから、複数の部品のそれぞれについて、前記使用日数と、前記故障フラグと、前記第1の重みとを表す部品故障テーブルを生成する第2の生成部と、

前記複数の部品のそれぞれについて、生存曲線およびハザード関数を前記部品故障テーブルに基づいて生成する第3の生成部と、

同一グループ内の部品のそれぞれについて、前記ハザード関数および前記使用日数を用いてハザード値を計算し、各部品のハザード値を同一グループ内のすべての部品のハザード値の合計値で割ることにより第2の重みを計算し、前記第1の重みと前記第2の重みとを比較することにより収束判定を行う判定部と、

前記収束判定により、第 1 の結果が得られたならば前記生存曲線を出力して処理を終了し、第 2 の結果が得られたならば前記第 2 の重みで前記部品故障テーブルの第 1 の重みを更新するとともに、該更新された第 1 の重みを表す部品故障テーブルから新たな生存曲線およびハザード関数が前記第 3 の生成部により生成されたのち、前記判定部により再度の収束判定が行われるように制御を行う制御部と、を具備する生存曲線生成装置。

【請求項 2】

前記第 3 の生成部は、前記生存曲線およびハザード関数をワイブル分布のパラメータ推定により求める請求項 1 記載の装置。

【請求項 3】

前記第 1 の生成部は、所定値を同一グループ内で交換された部品の数で割ることにより前記第 1 の重みを計算する請求項 1 記載の装置。

10

【請求項 4】

前記制御部は、前記収束判定のループ回数が既定値を超えたら処理を終了するよう制御を行う請求項 1 記載の装置。

【請求項 5】

前記交換記録テーブルから頻出故障部品集合を生成する第 4 の生成部と、
前記頻出故障部品集合および前記複数の部品のそれぞれの交換記録テーブルから、前記第 1 の重みに用いられる合計重みを算出する合計重み算出部と、をさらに具備する請求項 1 記載の装置。

【請求項 6】

20

保守員の力量を表すテーブルをさらに具備し、
前記合計重み算出部は、前記保守員の力量に基づいて前記合計重みを算出する請求項 5 記載の装置。

【請求項 7】

部品故障知識を表すテーブルをさらに具備し、
交換記録テーブル生成部は、前記メンテナンスログおよび前記部品故障知識に基づいて前記複数の部品のそれぞれについての交換記録テーブルを生成する請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の装置。

【請求項 8】

部品の識別子と、前記部品が使用された使用日数と、前記部品の状態および処置とを表し、前記部品に故障がなく正常であること、または前記部品を含む複数の部品のいずれかが故障であることが前記状態として記録され、前記部品に故障がなく正常であるが前記部品を定期交換したことが前記状態として記録され、前記部品に故障がなく正常であるが前記部品を定期交換したことが前記処置として記録されたメンテナンスログから、前記部品の識別子と、前記使用日数と、前記複数の部品の交換の場合に相当し前記部品に故障の可能性があるならば第 1 の値をとり、前記定期交換の場合に相当し前記部品に故障の可能性がないならば第 2 の値をとる故障フラグと、前記部品を含む複数の部品が同一の値をとるグループ番号と、前記故障を前記部品が引き起こしている均等な度合いを表す第 1 の重みと、を複数の部品のそれぞれについて表す交換記録テーブルを第 1 の生成部が生成するステップと、

30

前記交換記録テーブルから、複数の部品のそれぞれについて、前記使用日数と、前記故障フラグと、前記第 1 の重みとを表す部品故障テーブルを第 2 の生成部が、生成するステップと、

40

前記複数の部品のそれぞれについて、生存曲線およびハザード関数を前記部品故障テーブルに基づいて第 3 の生成部が生成するステップと、

同一グループ内の部品のそれぞれについて、前記ハザード関数および前記使用日数を用いてハザード値を計算し、各部品のハザード値を同一グループ内のすべての部品のハザード値の合計値で割ることにより第 2 の重みを計算し、前記第 1 の重みと前記第 2 の重みとを比較することにより判定部が収束判定を行うステップと、

前記収束判定により、第 1 の結果が得られたならば前記生存曲線を出力して処理を終了し、第 2 の結果が得られたならば前記第 2 の重みで前記部品故障テーブルの第 1 の重みを

50

更新するとともに、該更新された第1の重みを表す部品故障テーブルから新たな生存曲線およびハザード関数が前記第3の生成部により生成されたのち、前記判定部により再度の収束判定が行われるように制御部が制御を行うステップと、を具備する生存曲線生成方法。

【請求項9】

前記第3の生成部が前記生存曲線およびハザード関数をワイブル分布のパラメータ推定により求めるステップを含む請求項8記載の方法。

【請求項10】

前記第1の生成部が所定値を同一グループ内で交換された部品の数で割ることにより前記第1の重みを計算するステップを含む請求項8記載の方法。

10

【請求項11】

前記制御部が前記収束判定のループ回数が既定値を超えたら処理を終了するよう制御を行うステップを含む請求項8記載の方法。

【請求項12】

前記交換記録テーブルから頻出故障部品集合を第4の生成部が生成するステップと、前記頻出故障部品集合および前記複数の部品のそれぞれの交換記録テーブルから、前記第1の重みに用いられる合計重みを合計重み算出部が算出するステップと、をさらに具備する請求項8記載の方法。

【請求項13】

前記合計重み算出部が保守員の力量に基づいて前記合計重みを算出するステップを含む請求項12記載の方法。

20

【請求項14】

交換記録テーブル生成部が前記メンテナンスログおよび部品故障知識に基づいて前記複数の部品のそれぞれについての交換記録テーブルを生成するステップを含む請求項8乃至13のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、機器を構成する部品の故障確率の算出に用いられる生存曲線を生成する装置および方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

機器を構成する部品の故障確率を予測する手法として、生存時間分析と呼ばれる技術がある。生存時間分析では、ある部品についての複数の故障履歴データから、該部品の生存日数と生存確率の関係を算出する。例えば、ある部品の300日後の生存確率が0.8であれば、1000個の部品は300日後に平均的に200個壊れていることになる。このような故障確率は、例えば部品交換計画の立案に利用することが可能であることから、故障確率を算出する際の精度向上は重要な問題である。

【0003】

生存時間分析では、同一部品n個が故障するに至るまでに要する日数を入力データとして与える。日数は、たとえ同一部品であってもばらつくため分布を描く。部品によっては、観測中の期間に故障しない場合もある。このデータは打ち切りデータと呼ばれ、その日数まで故障しなかった情報として生存時間分析において利用される。出力データは、信頼度（生存曲線）と呼ばれる日数の関数である。出力された信頼度によれば、その日数経過後に部品が故障していない確率が与えられる。

40

【0004】

生存時間分析に関しては、例えば非特許文献1の1, 2章および7章に記載されている。

【非特許文献1】Elisa T. Lee著, "Statistical Methods for Survival Data Analysis Third Edition" 50

on”, Wiley Interscience, 2003

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

機器の故障において原因となる故障部品が特定されない場合があり、故障の可能性がある部品を修理エンジニアが全て交換することがある。このようなケースで得られた交換作業の情報では、交換された部品のうちの部品が実際に故障していたかがその後も不明であることから、上述したような生存曲線を生成することはできない。仮に、すべての部品が故障していると仮定して故障フラグを決定すると、生成された生存曲線は実態より壊れやすい方向で算出されることになる。

10

【0006】

本発明はこのような事情を考慮してなされたものであって、機器の故障において原因となる故障部品が特定されない場合であっても、そのようなケースを含む交換作業の情報に基づいて、故障確率算出に用いられる生存曲線を生成することのできる装置および方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一観点に係る生存曲線生成装置は、部品の識別子と、前記部品が使用された使用日数と、前記部品の状態および処置とを表し、前記部品に故障がなく正常であること、または前記部品を含む複数の部品のいずれかが一つが故障であることが前記状態として記録され、前記部品に故障がなく正常であるが前記部品を定期交換したこと、または前記複数の部品を交換したことが前記処置として記録されたメンテナンスログから、前記部品の識別子と、前記使用日数と、前記複数の部品の交換の場合に相当し前記部品に故障の可能性があるならば第1の値をとり、前記定期交換の場合に相当し前記部品に故障の可能性がないならば第2の値をとる故障フラグと、前記部品を含む複数の部品が同一の値をとるグループ番号と、前記故障を前記部品が引き起こしている均等な度合いを表す第1の重みと、を複数の部品のそれぞれについて表す交換記録テーブルを生成する第1の生成部と、前記交換記録テーブルから、複数の部品のそれぞれについて、前記使用日数と、前記故障フラグと、前記第1の重みとを表す部品故障テーブルを生成する第2の生成部と、前記複数の部品のそれぞれについて、生存曲線およびハザード関数を前記部品故障テーブルに基づいて生成する第3の生成部と、同一グループ内の部品のそれぞれについて、前記ハザード関数および前記使用日数を用いてハザード値を計算し、各部品のハザード値を同一グループ内のすべての部品のハザード値の合計値で割ることにより第2の重みを計算し、前記第1の重みと前記第2の重みとを比較することにより収束判定を行う判定部と、前記収束判定により、第1の結果が得られたならば前記生存曲線を出力して処理を終了し、第2の結果が得られたならば前記第2の重みで前記部品故障テーブルの第1の重みを更新するとともに、該更新された第1の重みを表す部品故障テーブルから新たな生存曲線およびハザード関数が前記第3の生成部により生成されたのち、前記判定部により再度の収束判定が行われるように制御を行う制御部と、を具備する。

20

30

【発明の効果】

40

【0008】

本発明によれば、機器の故障において原因となる故障部品が特定されない場合であっても、そのようなケースを含む交換作業の情報に基づいて、故障確率算出に用いられる生存曲線を生成する装置および方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

(第1の実施の形態)

図1に示す生存曲線生成装置100は、メンテナンスログLから、交換記録テーブルEを生成する交換記録テーブル生成部2と、交換記録テーブルEから部品故障テーブルTを生成する部品故障テーブル生成部3と、部品故障テーブルTから生存曲線とハザード関数

50

を作成する生存曲線およびハザード関数の生成部 4 と、生存曲線およびハザード関数から重みを計算し、処理の収束を判定する判定部 5 と、収束と判定された場合には前記生存曲線を出し、収束と判定されない場合には交換記録テーブル E の前記重みを更新する制御を行う制御部 1 とを具備し、図 2 に示す生存曲線生成ハードウェアを用いて実現することができる。図 1 の制御部 1、交換記録テーブル生成部 2、部品故障テーブル生成部 3、生存曲線およびハザード関数の生成部 4、重み計算および収束の判定部 5 はメモリ 21 上にプログラムとして格納され、CPU 20 によって実行される。

【0010】

メンテナンスログ L は、入出力装置 22 から入力されハードディスク装置 23 に格納され、制御部 1 の制御のもとに、交換記録テーブル生成部 2、部品故障テーブル生成部 3、生存曲線およびハザード関数の生成部 4、重み計算および収束の判定部 5 によって処理される。交換記録テーブル E、部品故障テーブル T、生存曲線およびハザード関数 S, h は処理の過程で生成され、メモリ 21 上またはハードディスク装置 23 上に格納される。最終的に生成された生存曲線はハードディスク装置 23 に格納され、入出力装置 22 を通じて出力される。

10

【0011】

メンテナンスログ L の一例を図 3 に示す。メンテナンスログ L の各ログには通し番号が振られており、1 枚のログを電子化したものが 1 回分のメンテナンスの記録となる。ログには交換された部品の識別名（名称）とその使用日数が記載される。さらに、その部品の状態および処置として、当該部品が故障で交換された場合にはその旨が記載される。例えば状態を「故障」とし、処置を「交換」として記載する。また、正常であるが定期交換で交換された旨が記録される場合もある。この場合、状態を「正常」とし、処置を「定期交換」とする。上述したように、故障が発生した際に原因が特定されないケースがある。ここでは、図 3 のログ 1 において、リレー A、リレー B はどちらが故障したか判明せず、いずれか一方が故障し、基板 A、基板 B、基板 C についても、いずれかが一つが故障したと判断されたケースを想定する。この場合、複数の部品にまたがって、状態を「いずれかが一つが故障」とし、処置を「交換」とする。

20

【0012】

交換記録テーブル E は、交換記録テーブル生成部 2 によりメンテナンスログ L からログ毎に生成される。交換記録テーブル E は、部品名、使用日数、故障フラグ、グループ、重み 1、重み 2 というフィールドを持つ。図 4 は図 3 のメンテナンスログ L のログ 1 から生成された 1 つの交換記録テーブル 1 を示している。部品名および使用日数はログ 1 のものがそのままコピーされる。故障フラグには故障の可能性があるものは 1 に設定され、そうでないものは 0 に設定される。

30

【0013】

グループには、故障していないものは 0 が設定され、同じ故障に関係している部品は同じグループとしてグループ番号が振られる。図 4 の例では、リレー A とリレー B は、同じ故障に関係しているためグループ番号 1 が割り振られ、基板 A、基板 B、基板 C は別の同じ故障に関係しているためグループ番号 2 が割り振られる。重み 1 と重み 2 の各々は、故障していない部品についてはその値が 1 であり、故障の可能性がある部品については、関係する故障にその部品が与える影響の度合いを表す。影響度は合計を 1 とする。本実施形態では、交換記録テーブル生成部 2 は、初期重みとして重み 1 に部品への故障の影響度を均等に割り付ける。すなわち、複数の部品 n 個のうちいずれかが故障していたと判断される場合、その n 個の部品の重みは全て $1/n$ となる。図 5 に重み 1 計算後の交換記録テーブルを示す。リレー A、リレー B の重みは 0.5、基板 A、基板 B、基板 C の重みは 0.33 に設定される。

40

【0014】

部品故障テーブル T は、全ての部品に関して、交換記録テーブル E から部品故障テーブル生成部 3 によって生成される。図 6 は 6 種類の部品に関する部品交換テーブルを示している。図 5 の交換記録テーブル 1 を元に追加されたエントリがイタリックで示してある。

50

それぞれ使用日数、故障フラグ、重み 1 が部品故障テーブル T にコピーされる。

【 0 0 1 5 】

図 7 に示す生存曲線および図 8 に示すハザード関数は、全ての部品に関して、生存曲線およびハザード関数の生成部 4 により、部品故障テーブル T から生成される。生存曲線として例えばワイブル曲線を生成するには、パラメータ推定方法、すなわちワイブル分布の持つ二つのパラメータ（形状パラメータ m と尺度パラメータ）を入力データから推定する方法を用いることができる。

【 0 0 1 6 】

生存曲線すなわち信頼度をワイブル分布を利用した方法により求めることについて説明する。ワイブル分布を利用した方法は、信頼度をワイブル分布でモデル化し、ワイブル分布の持つ二つのパラメータ（形状パラメータ m と尺度パラメータ）を入力データから推定するというものである（パラメータ推定方法）。ワイブル分布の確率密度関数を $f(t, m, \eta)$ 、信頼度を $R(t, m, \eta)$ とすると尤度関数すなわち、

【数 1】

$$L(m, \eta) = \prod_{i=1}^r f(t_i, m, \eta) \prod_{j=1}^{N-r} R(t_j, m, \eta)$$

【 0 0 1 7 】

を設定できる。ここで、 n は部品数、 r は故障していない部品数である。この尤度関数 L の対数を、形状パラメータ m と尺度パラメータ η で偏微分して 0 とおき、収束計算を行うことで、形状パラメータ m と尺度パラメータ η の値を推定できる。すなわち、生存曲線を求めることができる。ここで、確率密度関数 $f(t, m, \eta)$ 、信頼度 $R(t, m, \eta)$ はそれぞれ、

【数 2】

$$f(t_i, m, \eta) = \frac{m}{\eta} \left(\frac{t_i}{\eta} \right)^{m-1} \exp \left\{ - \left(\frac{t_i}{\eta} \right)^m \right\}$$

$$R(t_i, m, \eta) = \exp \left\{ - \left(\frac{t_i}{\eta} \right)^m \right\}$$

【 0 0 1 8 】

図 8 に示されるようなハザード関数は、時刻 t まで故障しなかった部品が時刻 t で故障する確率を表す。ハザード関数については、ワイブル曲線生成時に算出したパラメータを用いて記述できる。すなわち、新たにハザード関数を算出する必要はない。

【 0 0 1 9 】

作成されたハザード関数は、交換記録テーブルの重み 2 を計算するために利用される（処理の詳細は後述する）。この処理は、重み計算および収束の判定部 5 によって行われる。さらに、重み計算および収束の判定部 5 は、重み 2 と重み 1 を比較することにより重み計算が収束したと判断した場合、それまでの処理で生成された最新の生存曲線を計算結果として出力する。収束しないと判断した場合、交換記録テーブルの重み 2 を重み 1 へコピーし、制御部 1 に収束しなかった旨を通知する。以降、制御部 1 は一連の生存曲線生成お

10

20

30

40

50

よび交換記録テーブルの更新処理を繰り返す。

【0020】

以上の処理を図9のフローチャートを用いて説明する。

【0021】

ここで、Eを全ての部品の交換記録テーブル、eを全ての交換記録テーブルEの要素、Pを全ての部品、pを全ての部品Pの要素、Tpを部品pに関する部品故障テーブル、Sp(t)を部品pに関する生存曲線、Hp(t)を部品pに関するハザード関数とする。

【0022】

Step1では、メンテナンスログLから交換記録テーブルEを生成する。交換記録テーブルE中の部品名、使用日数、故障フラグ、グループの生成方法は前述した通りである。

10

【0023】

Step2では、交換記録テーブルe(E)の全てについて重み1を計算する。グループが0のもの、すなわち故障が発生していないものは重み1を1とし、そうでないものは、 w_{cnt_eg} をグループのメンバ数で割った値とする($w_{p'e} = w_{cnt_eg} / n_{eg}$ 、ただし n_{eg} は交換記録テーブルe中のグループ($g > 0$)で交換された部品の合計とする。 $g = 0$ の場合は $w_{p'e} = 1$ とする)。ここで、 w_{cnt_eg} は例えば1とする。

【0024】

Step3では、全てのp(P)について生存曲線Sp(t)およびハザード関数Hp(t)を生成する。

20

【0025】

Step4では、部品故障テーブルの全てについて重み2の計算を行う。この重み2は、同一グループ内の各部品ごとにハザード関数を用いてハザード値を計算し、各部品のハザード値を同一グループ内のすべてのハザード値の合計値で割ることにより算出する。より具体的には、重み2は、部品p'(P')、ここでP'は交換記録テーブルeに含まれる全ての部品)に関して、まず使用日数 $d_{p'e}$ が経過した後の故障率(ハザード値) $h_{p'e} = h_p(d_{p'e})$ を計算し、次に $w_{p'e} = w_{cnt_eg} \times h_{p'e} / \text{sum}(h_{p'e})$ を計算することにより求める。ここで、 $\text{sum}(h_{p'e})$ は、同一グループにおける $h_{p'e}$ 合計値である。 $w_{p'e}$ を交換記録テーブルeの重み2とする。なお、グループ番号が0のもの、すなわち故障でない部品に関しては重み2は1とする。また、グループのメンバ数が1のものも重みは1とする。

30

【0026】

Step5では、重み1と重み2の比較をし、差が無い場合は処理が収束したとみなし終了判定を行う。この比較は、例えば差のベクトルの二乗和が閾値より大きい小さいかで判定できる。または、Step3からStep5の処理のループ回数が規定値を超えた場合も処理が終了したとみなしてもよい。処理が終了した場合は最新の生存曲線Sp(t)を出力する。処理を継続すべきと判断された場合には、制御部1は交換記録テーブルの全ての重み2を重み1にコピーすることにより重み1を更新し、処理をStep3へと戻す。

40

【0027】

以上の処理によって、故障が不明であった部品に関して、故障している可能性が高い部品の重みが増し、故障している可能性が低い部品は重みが減る処理が為されることになる。したがって、機器の故障において原因となる故障部品が特定されない場合であっても、そのようなケースを含む交換作業の情報に基づいて、故障確率算出に用いられる生存曲線を生成することができる。

【0028】

(第2の実施の形態)

図10に示す第2の実施形態の生存曲線生成装置200は、第1の実施形態の構成に対し、交換記録テーブルEから頻出故障部品集合7を生成する頻出故障部品集合生成部6と

50

、頻出故障部品集合 7 および交換記録テーブル E から合計重みを算出し、交換記録テーブル E の重み 1 に用いられる合計重みを決定する合計重み算出部 8 と、をさらに具備する構成としたものである。

【 0 0 2 9 】

生存曲線生成装置 2 0 0 についても図 2 に示した生存曲線生成ハードウェアを用いて実現することができる。頻出故障部品集合生成部 6 および合計重み算出部 8 はメモリ 2 1 上に格納され CPU 2 0 で実行される。また、処理の途中で生成される頻出故障部品集合 7 はメモリ 2 1 上またはハードディスク装置 2 3 上に格納される。

【 0 0 3 0 】

第 2 の実施形態では、交換記録テーブル生成部 2 が交換記録テーブル E を生成した後に、頻出故障部品集合生成部 6 が頻出故障部品集合 7 を生成する。図 1 1 に 4 回分のメンテナンスログ L を示す。このログ L から生成された交換記録テーブル E を図 1 2 に示す。交換記録テーブル E を用いて頻出故障部品集合生成部 6 は先ず図 1 3 に示すような故障部品集合を生成する。これは、故障で交換された可能性のある部品をグループ毎に抽出したものである。次に、この集合に対して相関ルール抽出を行い、集合中に頻りに共通で現れる頻出故障部品集合を抽出する。尚、相関ルール抽出については、例えば参考文献（マイケル・J・A・ベリー他、「データマイニング手法 営業、マーケティング、カスタマーサポートのための顧客分析」）に記載された技術を利用できる。抽出された頻出部品集合を図 1 4 に示す。これらの集合は独立に故障に関わっている可能性が高いと考えられる。したがって、複数の頻出故障部品集合が含まれている故障部品集合は、集合中に複数の故障部品を抱えている可能性が高いと判断する。したがって、図 9 の Step 2 の `wcnt__eg` の設定時に常に 1 を設定（第 1 の実施形態）するのではなく、合計重み算出部 8 が、グループごとに頻出故障部品集合が含まれている個数を数え、その個数を設定して重み 1 の計算をする。ただし、グループ中に頻出故障部品集合が一つも含まれない場合は `wcnt__eg` を 1 とする。

【 0 0 3 1 】

頻出故障集合生成のフローチャートを図 1 7 に示す。この処理は、図 9 の Step 1 の後に実行される。図 1 7 では、個々の故障記録テーブル中 e の故障グループ g を故障部品集合 L に追加し、L に対して相関ルール抽出を行い、頻出故障部品集合 `Lfreq` を生成している。

【 0 0 3 2 】

次に図 1 8 に Step 2 における `wcnt__eg` の計算方法を示す。個々の故障記録テーブル e 中の故障グループ g の故障部品の集合に対して、`Lfreq` から順次、頻出故障部品集合を 1 抽出し、1 が故障部品集合に含まれる場合 `wcnt__eg` に 1 を加算している。

【 0 0 3 3 】

第 2 の実施形態によれば、故障原因が複数ある可能性が大きく、その原因を点検員が一つであると見積もっている場合、故障原因が複数ある可能性を考慮した生存曲線を生成することが可能となる。

【 0 0 3 4 】

（第 3 の実施の形態）

図 1 9 に示す生存曲線生成装置 3 0 0 は、第 2 の実施形態の構成に対し、保守員力量テーブル 9 をさらに具備し、合計重み算出部 8 が、頻出故障部品集合 7、交換記録テーブル E、および保守員力量テーブル 9 から合計重みを算出し、交換記録テーブル E の合計重みを決定する構成としたものである。

【 0 0 3 5 】

生存曲線生成装置 3 0 0 についても、図 2 に示した生存曲線生成ハードウェアを用いて実現することができる。図 1 9 の生存曲線生成装置 3 0 0 は、図 1 0 の生存曲線装置 2 に加えて、保守員力量テーブル 9 が利用されるが、これは図 2 の入出力装置を経由してハードディスク装置 2 3 上、またはメモリ 2 1 上に置かれ、処理の途中で参照される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

第3の実施形態では、第2の実施形態の合計重み算出部8において、図15に示す点検員力量テーブルを参照し、ベテランの点検員が生成したメンテナンスログLに関する交換記録テーブルEは重みの再計算は行わず、新人の点検員が生成したメンテナンスログLに関する交換記録は重みの再計算を行う。これは、ベテランが生成したメンテナンスログLは部品と故障の関係を正しく記述している可能性が高いが、新人がメンテナンスログLは誤っている可能性があることを仮定しているためである。

【 0 0 3 7 】

第3の実施形態によれば、とりわけ故障原因が多数あるような場合に、ベテランが行った部品交換のログが重視されるようになり、新人による誤った部品交換のログが含まれている場合に生存曲線生成の精度が低下するのを抑えることができる。

10

【 0 0 3 8 】

(第4の実施形態)

第4の実施形態は、第1乃至第3の実施形態のそれぞれの変形例に係る。図20乃至図22に示す生存曲線生成装置400, 500, 600は、第1乃至第3の実施形態の構成のそれぞれについて、部品故障知識テーブル10をさらに具備し、交換記録テーブル生成部2が、メンテナンスログLおよび部品故障知識テーブル10に基づいて交換記録テーブルEを生成する構成としたものである。生存曲線生成装置400, 500, 600についても、図2に示した生存曲線生成ハードウェアを用いて実現することができる。部品故障知識テーブル10は入出力装置から入力されハードディスク装置23上またはメモリ21上に保持され、処理の過程で参照される。

20

【 0 0 3 9 】

部品故障知識テーブル10の例を図16に示す。このテーブルは部品名と故障度の対になっており、それぞれの部品の壊れやすさが得点で示されている。このテーブルは、例えば点検員の話し合いによって決められる。第1または第2または第3の実施形態の故障記録テーブル作成部の処理において、重み1は部品故障知識テーブル10の故障度の比によって分配される。例えば、図4の交換記録テーブル1の重み1を計算すると、

$$\text{リレーAの重み1} = 6 / (6 + 9) = 0.4$$

$$\text{リレーBの重み1} = 9 / (6 + 9) = 0.6$$

$$\text{基板Aの重み1} = 6 / (6 + 3 + 3) = 0.5$$

$$\text{基板Bの重み1} = 3 / (6 + 3 + 3) = 0.25$$

$$\text{基板Cの重み1} = 3 / (6 + 3 + 3) = 0.25$$

30

となる。以上の重み1を計算して、第1乃至第3の実施形態の処理を行うことになる(第2、第3の実施形態の場合は、それぞれの重みにwcnt__egを掛けたものとなる)。

【 0 0 4 0 】

以上の処理によって、点検員が持つ知見とメンテナンス結果の両者が考慮された精度の高い生存曲線を故障が特定されない部品の故障データ群から生成することができる。

【 0 0 4 1 】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 2 】

【 図1 】 第1の実施形態に係る生存曲線生成装置を示すブロック図

【 図2 】 生存曲線生成ハードウェアを示すブロック図

【 図3 】 メンテナンスログを示す図

【 図4 】 交換記録テーブルを示す図

【 図5 】 重み1計算後の交換記録テーブルの図

50

【図6】部品故障テーブルを示す図

【図7】生存曲線を示すグラフ

【図8】ハザード関数を示すグラフ

【図9】第1の実施形態の処理手順を示すフローチャート

【図10】第2の実施形態に係る生存曲線生成装置を示すブロック図

【図11】メンテナンスログを示す図

【図12】交換記録テーブルを示す図

【図13】故障部品集合を示す図

【図14】頻出故障部品集合を示す図

【図15】点検員力量テーブルを示す図

10

【図16】部品故障知識テーブルを示す図

【図17】頻出故障集合生成の処理手順を示すフローチャート

【図18】wcnt_egの計算方法を示す図

【図19】第3の実施形態に係る生存曲線生成装置を示すブロック図

【図20】第1の実施形態の変形例に係る第4の実施形態の生存曲線生成装置を示すブロック図

【図21】第2の実施形態の変形例に係る第4の実施形態の生存曲線生成装置を示すブロック図

【図22】第3の実施形態の変形例に係る第4の実施形態の生存曲線生成装置を示すブロック図

20

【符号の説明】

【0043】

1 ... 制御部；

2 ... 交換記録テーブル生成部；

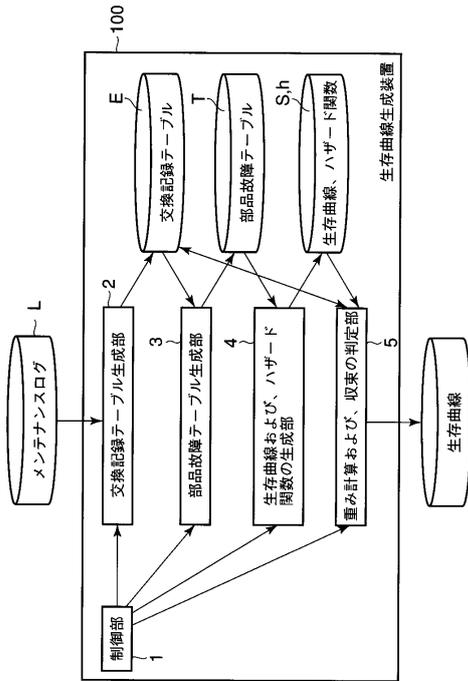
3 ... 部品故障テーブル生成部；

4 ... 生存曲線およびハザード関数の生成部；

5 ... 重み計算および収束の判定部

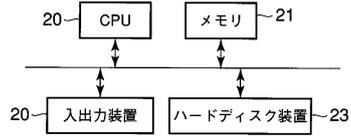
【図1】

図1



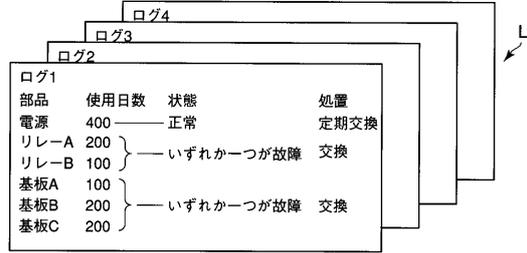
【図2】

図2



【図3】

図3



【図4】

図4

部品名	使用日数	故障フラグ	グループ	重み1	重み2
電源	400	0	0	—	—
リレーA	200	1	1	—	—
リレーB	100	1	1	—	—
基板A	100	1	2	—	—
基板B	200	1	2	—	—
基板C	200	1	2	—	—

【図6】

図6

部品名	使用日数	故障フラグ	重み
電源	250	1	1
	300	1	0.5
	700	0	1
	100	1	0.5
リレーA	100	1	0.5
	300	0	1
	200	1	0.5
	150	1	0.5
リレーB	150	1	0.5
	280	0	1
	300	1	0.5
	200	1	0.5
基板A	250	1	1
	700	0	1
	100	1	0.5
	100	1	0.33
基板B	100	1	0.5
	400	0	1
	200	0	1
	200	1	0.33
基板C	180	1	0.5
	420	1	1
	280	1	1
	370	0	1

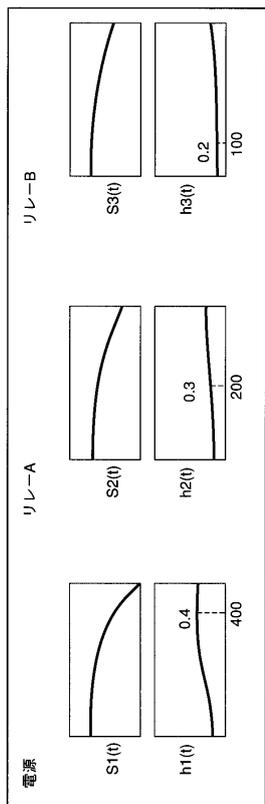
【図5】

図5

部品名	使用日数	故障フラグ	グループ	重み1	重み2
電源	400	0	0	1	—
リレーA	200	1	1	0.5	—
リレーB	100	1	1	0.5	—
基板A	100	1	2	0.33	—
基板B	200	1	2	0.33	—
基板C	200	1	2	0.33	—

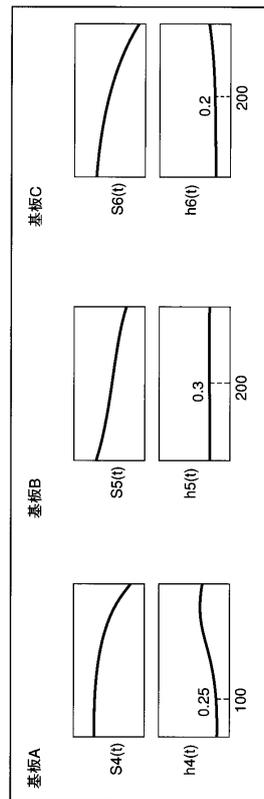
【 図 7 】

図 7



【 図 8 】

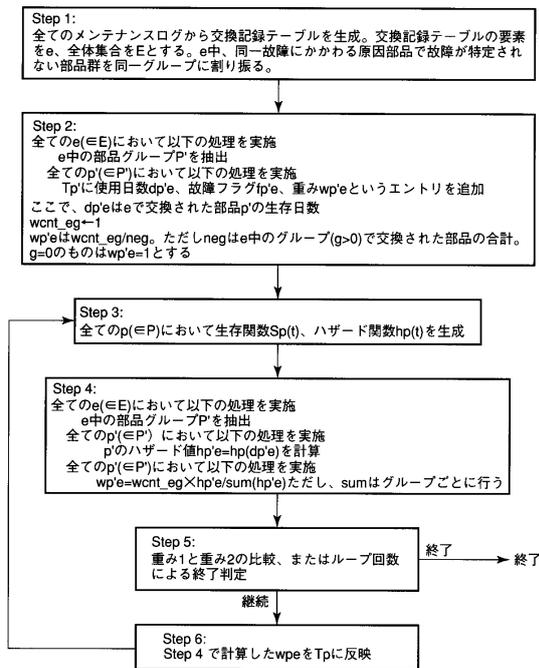
図 8



【 図 9 】

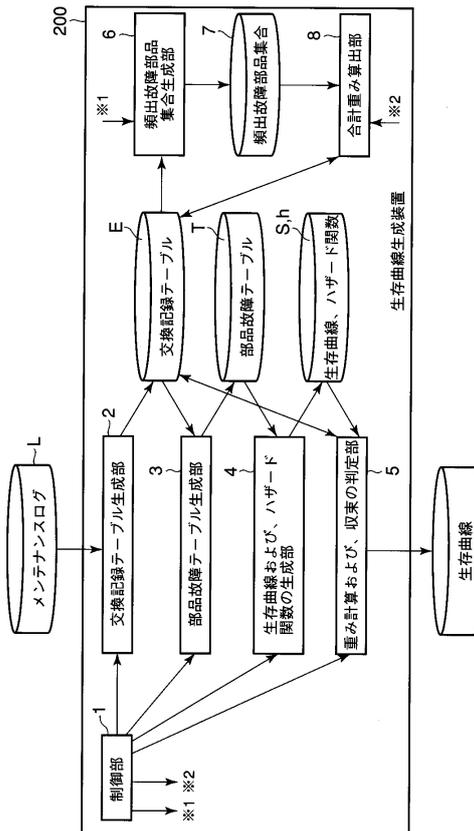
図 9

E : 全ての交換記録テーブル
 P : 全ての部品
 Tp : 部品p(\in P)の部品故障テーブル



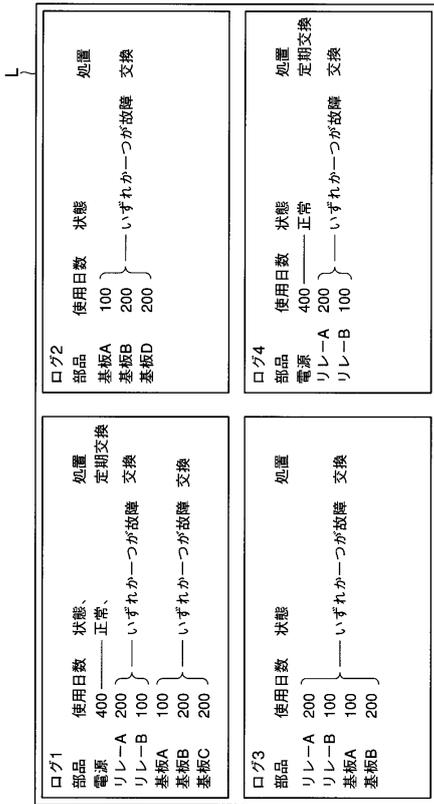
【 図 10 】

図 10



【 図 1 1 】

図 11



【 図 1 2 】

図 12

E

交換記録テーブル1 (点検員A)					
部品名	使用日数	故障フラグ	グループ	重み1	重み2
電源	400	0	0	-	-
リレーA	200	1	1	-	-
リレーB	100	1	1	-	-
基板A	100	1	2	-	-
基板B	200	1	2	-	-
基板C	200	1	2	-	-

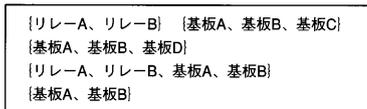
交換記録テーブル2 (点検員B)					
部品名	使用日数	故障フラグ	グループ	重み1	重み2
基板A	100	1	1	-	-
基板B	200	1	1	-	-
基板C	200	1	1	-	-

交換記録テーブル3 (点検員C)					
部品名	使用日数	故障フラグ	グループ	重み1	重み2
リレーA	200	1	1	-	-
リレーB	100	1	1	-	-
基板A	100	1	1	-	-
基板B	200	1	1	-	-

交換記録テーブル4 (点検員A)					
部品名	使用日数	故障フラグ	グループ	重み1	重み2
電源	600	0	0	-	-
基板A	100	1	1	-	-
基板B	200	1	1	-	-

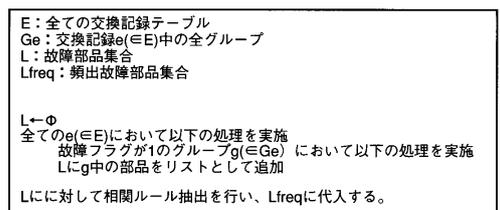
【 図 1 3 】

図 13



【 図 1 7 】

図 17



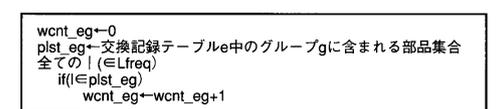
【 図 1 4 】

図 14



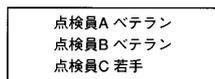
【 図 1 8 】

図 18



【 図 1 5 】

図 15



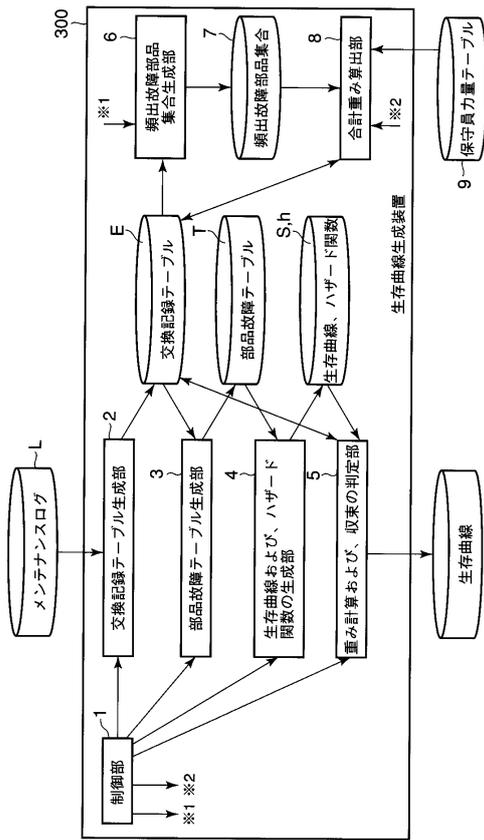
【 図 1 6 】

図 16

部品名	故障度
電源	3
リレーA	6
リレーB	9
基板A	6
基板B	3
基板C	3
基板D	3

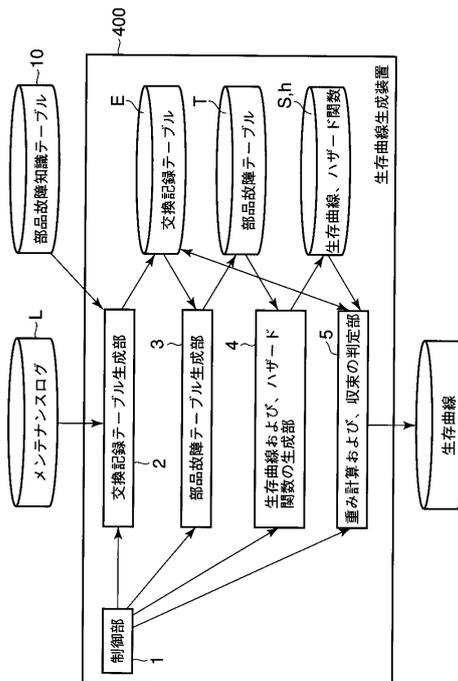
【図19】

図19



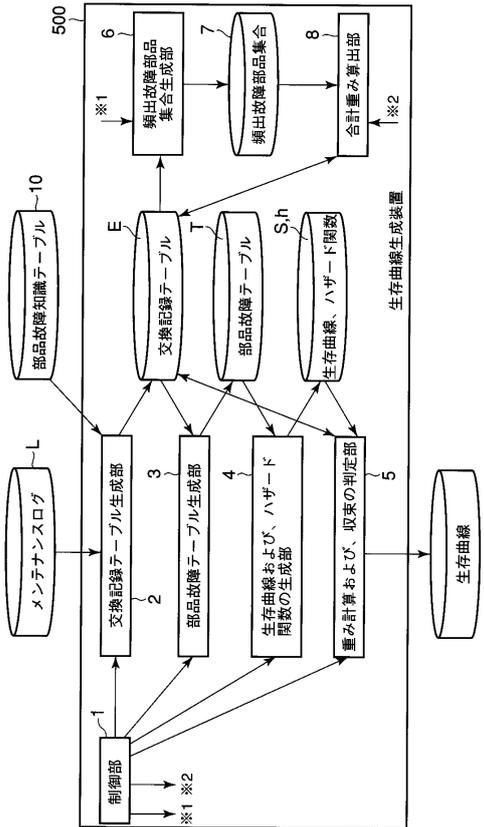
【図20】

図20



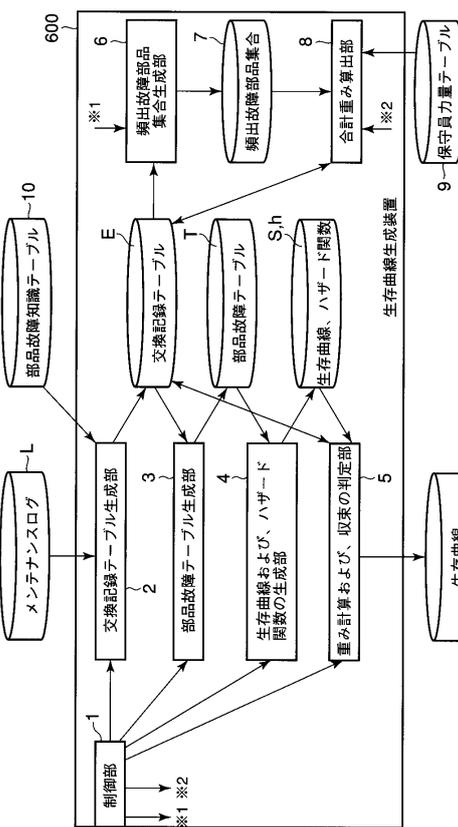
【図21】

図21



【図22】

図22



フロントページの続き

- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘
- (74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
- (74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也
- (74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三
- (74)代理人 100141933
弁理士 山下 元
- (72)発明者 久保田 和人
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 多胡 滋

- (56)参考文献 特開2007-328522(JP,A)
特開2005-327201(JP,A)
特開2003-257808(JP,A)
特開平10-228310(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06F 11/34
G06Q 50/00