

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

2013年6月27日 (27.06.2013)



W O P C T



(10) 国際公開番号

W O 2013/094006 A 1

- (51) 国際特許分類:
G06F 11/20 (2006.01) G06F 11/30 (2006.01)
G06F 11/16 (2006.01) G06F 11/34 (2006.01)
G06F 11/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP201 1/079424
- (22) 国際出願日 : 2011年12月19日 (19.12.2011)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (2) 発明者 ;および
- (5) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 櫻井一人 (SAKURAI, Kazuto) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 澤田等 (SAWADA, Hitoshi) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田

中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 田村直広 (TAMURA, Naohiro) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人 : 大菅義之 (OSUGA, Yoshiyuki); 〒1020084 東京都千代田区二番町8番地20 二番町ビル 3F Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: PROGRAM, INFORMATION PROCESSING DEVICE AND METHOD

(54) 発明の名称 : プログラム、情報処理装置および方法

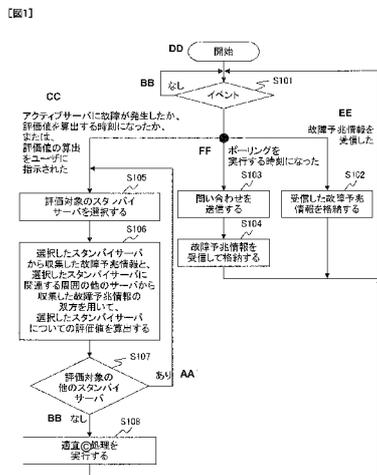


FIG. 1:
 S101 Event
 S102 Store received fault symptom information
 S103 Transmit ry
 S104 Receive a re fault symptom information
 S105 Select stt server to be evaluated
 S106 Using both the fault symptom information collected from the selected standby server and the fault symptom information collected from servers in the vicinity linked with the selected stt server to calculate evaluation value for the selected standby server
 S107 Is there ndby server to be evaluated?
 S108 Execu table processing
 AA Yes
 BB No
 CC The user is advised that a fault has occurred on the active server, that the time point for calculation of the evaluation value has been reached, or instructions are given by the user for calculation of an evaluation value
 DD Start
 EE Fault symptom information received
 FF Time point for execution of polling has been reached

(57) Abstract: A management computer manages a plurality of computers, including a first computer that is active in a redundant system. The management computer collects fault symptom information including information regarding a plurality of types of events associated with the occurrence of faults from each of the plurality of computers. The management computer calculates an evaluation value for one or more second computers among a plurality of second computers associated with the first computer in the redundancy system. The evaluation value indicates the likelihood of future occurrence of a fault in the second computer in question. Also, fault symptom information collected from the second computer in question and fault symptom information collected from one or more prescribed computers other than the second computer in question among the plurality of computers, is employed for the calculation of the evaluation value.

(57) 要約 : 管理コンピュータは、冗長化システム中のアクティブな第1のコンピュータを含む、複数のコンピュータを管理する。管理コンピュータは、複数のコンピュータのそれぞれから、故障の発生に関連する複数の種類の現象についての情報を含む故障予兆情報を収集する。また、管理コンピュータは、冗長化システムにおいて第1のコンピュータと対応づけられている複数の第2のコンピュータのうち1台以上の第2のコンピュータのそれぞれについて、評価値を算出する。評価値は、当該第2のコンピュータに将来故障が生じる蓋然性を示す。また、当該第2のコンピュータから収集された故障予兆情報と、複数のコンピュータのうち当該第2のコンピュータ以外の所定の1台以上のコンピュータから収集された故障予兆情報が、評価値の算出に用いられる。

W 2013 094006 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可[△]): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称 : プログラム、情報処理装置および方法

技術分野

[0001] 本発明は、高可用性コンピュータシステムに関する。

背景技術

[0002] コンピュータシステムの可用性を高めるために、現用系と待機系を含む冗長化構成が採用されることがある。また、様々な冗長化システムが提案されており、冗長化システムに関して様々な研究が行われている。

[0003] 例えば、ウォッチ・ドグ・タイマ (watchdog timer) 方式により現用システムの正常性を監視する、情報処理システム監視装置が提案されている。当該情報処理システム監視装置は、ウォッチ・ドグ・タイマ方式により待機システムの正常性を監視する手段を有する。また、当該情報処理システム監視装置は、現用システムの故障により待機システムを現用に切り換えるように指示してから、所定の時間以内に、待機システムが現用システムとして立ち上がることを監視する手段も有する。

[0004] また、バックアップサーバを複数確保し、その複数のサーバに対する効果的なデータコピーを行うことで、より障害に強いシステムを実現することを目的として、次のような高可用性計算機システムも提案されている。

[0005] 当該高可用性計算機システムには、ネットワーク接続される3台以上のサーバ (例えば第1～第4のサーバ) が用意される。そして、これら3台以上のサーバのうち、優先順位に従ってマスタとなった第1のサーバは、スレープサーバ (つまり第2～第4のサーバ) との通信により、障害のあるサーバと障害のないサーバを探索する動作を定期的に行う。クライアントによりマスタサーバの持つファイルのデータが変更された場合、マスタサーバは、探索動作で見つけた障害のないサーバ (例えば第3と第4のサーバとする) に対し、変更されたデータのコピーを行う。

[0006] また、第3のサーバは、その時点で優先順位の最も高い第1のサーバから

順位が低くなる方向に、マスタを探索する動作を定期的に行う。そして、マスタが見つけれなかった場合、第3のサーバは、障害のないサーバの中で第3のサーバ自身の優先順位が最も高いならば、新たにマスタとなる。第4のサーバも第3のサーバと同様に動作する。

[0007] ほかに、例えば、性能要件とともに信頼性も考慮してサーバの動的配備を行うためのサーバ配備方法も提案されている。

[0008] 具体的には、予備サーバ群の動作状態が、サーバ管理手段によって監視され、サーバ管理情報としてサーバ管理情報記憶手段に格納される。また、管理対象の各システムに関する需要予測データが取得されると、配備期間把握手段が、需要予測データに基づいて、各システムに予備サーバの配備が必要となる動的配備期間を把握する。

[0009] そして、配備サーバ候補選択手段が、動的配備期間とサーバ管理情報とに基づき、動的配備期間に故障の可能性が高いものを除外して配備サーバ候補を選択する。また、配備サーバ決定手段が、動的配備期間に要求される配備要件を満たすことができる配備サーバ候補を選択し、選択した配備サーバ候補を配備サーバに決定する。

[001 0] さらに、マルチコアプロセッサ環境において、高信頼/高可用化を実現することを目的とした、高信頼化方法も提案されている。

[001 1] 具体的には、複数のマルチコアプロセッサからなるシステムに、プロセッサと、プロセッサが有するコアとを管理するテーブルが設けられる。そして、仮想サーバの生成時において、異なるプロセッサのコアを用いて、単一の仮想サーバが構成される。また、プロセッサが有するコアの数に応じて、プロセッサの数は可変とされる。そして、プロセッサの障害予兆が検出された場合に、障害の予兆を検出したプロセッサには仮想化機構の実行スケジュールを渡さないように制御される。

[001 2] また、複数のマルチコアプロセッサからなるシステムにおいて、オペレーティングシステムのプロセスまたはスレッドの処理に、複数の異なるプロセッサが有する演算コアが割り当てられる。また、複数のマルチコアプロセッサ

サからなるシステムにおいて、オペレーティングシステムに、複数の異なるプロセッサが有する演算コアが割り当てられる。

先行技術文献

特許文献

- [0013] 特許文献1 :特開昭62—49446号公報
特許文献2 :特開2001_43105号公報
特許文献3 :国際公開WO2008/041302号公報
特許文献4 :特開2008_152594号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0014] ある種に冗長化システムでは、アクティブな第1のコンピュータに故障が生じた場合に備えて、複数の第2のコンピュータが設けられる。そして、第1のコンピュータに故障が生じると、第1のコンピュータから第2のコンピュータのうちの1台へのフェイルオーバー (failover) またはスイッチオーバー (switchover) が行われる。
- [0015] ここで、複数の第2のコンピュータ間で、故障が将来発生する蓋然性が異なる可能性がある。もし、第1のコンピュータから、故障が発生する蓋然性の高い第2のコンピュータへのフェイルオーバーまたはスイッチオーバーが行われると、フェイルオーバーまたはスイッチオーバーから短い時間しか経たないうちに、別の故障が発生するかもしれない。その結果、再度フェイルオーバーまたはスイッチオーバーが必要になるかもしれない。しかし、頻繁なフェイルオーバーまたはスイッチオーバーは、冗長化システムの可用性を低下させるので、好ましくない。
- [0016] よって、複数の第2のコンピュータの中から、故障が将来発生する蓋然性の低い1台を選ぶことが好ましい。ところが、ある1台の第2のコンピュータに故障が将来発生する蓋然性を、当該第2のコンピュータ自体の現在の状態だけから正確に評価することは、難しい。なぜなら、当該第2のコンピュ

一夕には、当該第2のコンピュータ自体に起因する故障が発生する可能性があるだけでなく、周囲の環境に起因する故障が発生する可能性もあるからである。

[0017] 本発明は、1つの側面では、第2のコンピュータに故障が将来発生する蓋然性の評価の正確性を高める技術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

[0018] 一態様により提供されるプログラムは、管理コンピュータに処理を実行させる。管理コンピュータは、冗長化システム中のアクティブな第1のコンピュータを含む、複数のコンピュータを管理する。

[0019] 前記処理は、前記複数のコンピュータのそれぞれから、故障の発生に関連する複数の種類の現象についての情報を含む故障予兆情報を収集することを含む。

[0020] さらに、前記処理は、前記冗長化システムにおいて前記第1のコンピュータと対応づけられている複数の第2のコンピュータのうち1台以上の第2のコンピュータのそれぞれについて、評価値を算出することを含む。前記評価値は、当該第2のコンピュータに将来故障が生じる蓋然性を示す。また、前記評価値の算出には、当該第2のコンピュータから収集した前記故障予兆情報と、前記複数のコンピュータのうち当該第2のコンピュータ以外の所定の1台以上のコンピュータから収集した前記故障予兆情報が用いられる。

発明の効果

[0021] 上記プログラムによれば、第2のコンピュータに故障が将来発生する蓋然性の評価の正確性を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1] 第1～第5実施形態の概要を説明するフローチャートである。

[図2] 管理サーバと、管理サーバが管理する複数のコンピュータの例を示す図である。

[図3] コンピュータのハードウェア構成図である。

[図4] フェイルオーバー処理のフローチャートである。

[図5] フェイルオーバ処理の別のフローチャートである。

[図6] 各種定数の例を示す図である。

[図7] 管理DBに含まれるサーバテーブルとシャーシテーブルの例を示す図である。

[図8] 管理DBに含まれるイベント管理テーブルの例を示す図（その1）である。

[図9] 第1実施形態での総合評価処理のフローチャートである。

[図10] 第1実施形態での各種評価値が記録される、管理DB内の結果テーブルを示す図である。

[図11A] 温度評価処理のフローチャート（その1）である。

[図11B] 温度評価処理のフローチャート（その2）である。

[図11C] 温度評価処理のフローチャート（その3）である。

[図12A] 電圧評価処理のフローチャート（その1）である。

[図12B] 電圧評価処理のフローチャート（その2）である。

[図13] 第2実施形態での総合評価処理のフローチャートである。

[図14A] 劣化評価処理のフローチャート（その1）である。

[図14B] 劣化評価処理のフローチャート（その2）である。

[図15] 管理DBに含まれるイベント管理テーブルの例を示す図（その2）である。

[図16] 第2実施形態での各種評価値が記録される、管理DB内の結果テーブルを示す図である。

[図17] 第3実施形態での総合評価処理のフローチャートである。

[図18] 時刻評価処理のフローチャートである。

[図19] 第3実施形態での各種評価値が記録される、管理DB内の結果テーブルを示す図である。

[図20] 第4実施形態での総合評価処理のフローチャートである。

[図21] 第4実施形態での各種評価値が記録される、管理DB内の結果テーブルを示す図である。

[図22] 第5実施形態で使われるG U I (Graphical User Interface) の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、いくつかの実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。具体的には、図1~7を参照して、第1~第5実施形態の概要について説明する。その後、図8~12Bを参照して、第1実施形態について説明し、図13~16を参照して、第2実施形態について説明する。また、図17~19を参照して、第3実施形態について説明し、図20~21を参照して、第4実施形態について説明する。さらに、図22を参照して、第5実施形態について説明する。最後に、その他の変形例についても説明する。

[0024] 図1は、第1~第5実施形態の概要を説明するフローチャートである。図1の処理は、管理コンピュータによって実行される。管理コンピュータは、冗長化システム中のアクティブな第1のコンピュータ(以下では「アクティブサーバ」ともいう)を含む、複数のコンピュータを管理する。以下では、管理コンピュータを「管理サーバ」ともいう。

[0025] 冗長化システムにおいては、複数の第2のコンピュータ(以下では「スタンバイサーバ」ともいう)が、第1のコンピュータと対応づけられている。第1のコンピュータに故障(failure)が発生した場合には、対応づけに基づいて、第1のコンピュータから、ある1台の第2のコンピュータへのフェイルオーバーまたはスイッチオーバーが行われる。

[0026] 冗長化システムのアーキテクチャに応じて、ホットスタンバイとコールドスタンバイのいずれの方式が採用されてもよい。コールドスタンバイ方式が採用される場合、スタンバイサーバは、アクティブサーバが正常な間は、アクティブサーバが実行する処理とは無関係な他のタスクを実行していてもよい。

[0027] なお、管理サーバが管理する上記複数のコンピュータの中には、上記冗長化システムには含まれないコンピュータが含まれていてもよい。例えば、上記冗長化システムと他の1つ以上のシステムを含む複数のシステムで使われ

る複数のコンピュータが、同じデータセンタ内に設置されていてもよい。あるいは、複数のシステムで使われる複数のコンピュータが、複数のデータセンタに地理的に分散されていてもよい。そして、管理サーバは、1つまたは複数のデータセンタ内の全コンピュータを管理してもよい。

[0028] 例えば、管理サーバは、以下のような第1〜第3のシステム用のコンピュータすべてを管理してもよい。

[0029] ・第1のシステム用の複数のコンピュータは、第1と第2のデータセンタに分散している。例えば、第1のシステムのアクティブサーバは、第1のデータセンタにあり、第1のシステムのスタンバイサーバの一部は、第1のデータセンタにあり、残りのスタンバイサーバは、第2のデータセンタにあってもよい。

・第2のシステム用の複数のコンピュータは、すべて第2のデータセンタ内に設置されている。

・第3のシステム用の複数のコンピュータは、第1と第3のデータセンタに分散している。

[0030] 図1の処理は、具体的には、管理サーバが管理する上記複数のコンピュータのそれぞれから情報を収集する処理と、上記の複数の第2のコンピュータのうちの1台以上の第2のコンピュータのそれぞれについて、評価値を算出する処理を含む。

[0031] 以下では、管理サーバにより収集される上記の情報を、説明の便宜上、「故障予兆情報」(failure-predictive information)ともいう。故障予兆情報は、故障の発生に関連する複数の種類の現象についての情報を含む。複数の種類の現象の中には、具体的には、温度に関する現象と、電圧に関する現象が含まれていることが好ましい。

[0032] また、ある第2のコンピュータについて管理サーバにより算出される評価値は、具体的には、当該第2のコンピュータに将来故障が生じる蓋然性を示す。管理サーバは、以下の双方の故障予兆情報を用いて、評価値を算出する。

- [0033] ・評価対象の当該第2のコンピュータから収集した、故障予兆情報。
- ・管理サーバが管理する上記の複数のコンピュータのうち、評価対象の当該第2のコンピュータ以外の、所定の1台以上のコンピュータから収集した、故障予兆情報。
- [0034] 故障予兆情報を収集する処理の例として、図1にはステップS102～S104が例示されている。また、評価値を算出する処理の例として、図1にはステップS107が例示されている。以下では、図1中の各ステップについて、より具体的に説明する。
- [0035] ステップS101に示すように、管理サーバは、所定の種類のイベントのいずれかが生じるまで、待機する。
- [0036] そして、管理サーバの管理するいずれかのコンピュータから、管理サーバが故障予兆情報を受信すると、図1の処理はステップS102へと移行する。
- [0037] また、管理サーバは、故障予兆情報を収集するために、管理サーバが管理する複数のコンピュータをポーリングしてもよい。ポーリングの時刻は、個々のコンピュータごとに異なってもよい。逆に、管理サーバが管理する全コンピュータについてポーリングの時刻が共通でもよい。いずれにせよ、管理サーバがポーリングを実行する時刻（つまり予定された時刻）になると、図1の処理は、ステップS103へと移行する。
- [0038] また、管理サーバは、上記のとおり、1台以上の第2のコンピュータのそれぞれについて評価値を算出する。評価値を算出するためのトリガになり得るイベントの例として、図1には、次の3つのイベントが例示されている。
- [0039] ・アクティブサーバに故障が発生した、というイベント。
- ・評価値を算出する時刻になった、というイベント。
- ・評価値の算出をユーザに指示された、というイベント。
- [0040] これら3つのイベントのいずれかが発生すると、図1の処理は、ステップS105へと移行する。
- [0041] なお、管理サーバが複数のコンピュータから故障予兆情報を収集する方法

は、実施形態に応じて任意である。図 1 には、以下の 2 つの方法が例示されているが、これら 2 つの方法のうち、一方のみが採用されてもよい。

- [0042] ・管理サーバが、能動的にポーリングを実行する方法。
- ・管理サーバが、管理対象のコンピュータから、受動的に故障予兆情報を受信する方法。

[0043] また、管理サーバが評価値を算出するタイミングも、実施形態に応じて任意である。図 1 には、評価値の算出のトリガになり得る 3 種類のイベントを例示したが、評価値を算出するためのトリガとなり得るイベントとして、これら 3 種類のイベントのうちの一部のみが採用されてもよい。

[0044] さて、ステップ S 102 で管理サーバは、受信した故障予兆情報を適宜の記憶装置に格納する。そして、図 1 の処理はステップ S 101 へ戻る。

[0045] また、ステップ S 103 で管理サーバは、ポーリングする対象の 1 台または複数台のコンピュータのそれぞれに、問い合わせを送信する。

[0046] そして、次のステップ S 104 で管理サーバは、各問い合わせに対する応答として、故障予兆情報を受信する。管理サーバは、受信した故障予兆情報を、ステップ S 102 と同様に、適宜の記憶装置に格納する。そして、図 1 の処理はステップ S 101 へ戻る。

[0047] また、ステップ S 105 で管理サーバは、評価対象のスタンバイサーバを 1 台、選択する。例えば、アクティブサーバに対応付けられた複数のスタンバイサーバのすべてが、評価対象であってもよい。この場合、管理サーバは、アクティブサーバに対応付けられた複数のスタンバイサーバから、順に 1 台のスタンバイサーバを選択してもよい。

[0048] あるいは、ユーザから、評価対象の 1 台以上のスタンバイサーバが指定されてもよい。この場合、管理サーバは、指定された 1 台以上のスタンバイサーバから、順に 1 台のスタンバイサーバを選択してもよい。

[0049] 次のステップ S 106 で管理サーバは、ステップ S 105 で選択したスタンバイサーバについての評価値を算出する。上記のとおり、評価値の算出において管理サーバは、選択したスタンバイサーバ自体から収集した故障予兆

情報だけでなく、選択したスタンバイサーバとは別の所定の1台以上のコンピュータから収集した故障予兆情報も用いる。なお、上記の「所定の1台以上のコンピュータ」は、評価対象として選択されたスタンバイサーバに関連する、周囲の他の1台以上のサーバである。

[0050] 例えば、温度の異常は故障の発生に関連する。そして、ある1台のコンピュータが何らかの原因により異常に高温になると、当該コンピュータと物理的に近い位置に設置されているコンピュータも、高温にさらされ得る。換言すれば、評価対象のスタンバイサーバと物理的に近い位置に設置されている他のコンピュータは、評価対象のスタンバイサーバにおける故障の発生に影響を及ぼすことがある。

[0051] そこで、評価対象のスタンバイサーバと物理的に近い位置に設置されている1台または複数台のコンピュータが上記の「所定の1台以上のコンピュータ」に含まれていることが好ましい。なお、上記の説明では「物理的に近い位置」と述べたが、「ある2台のコンピュータが互いに物理的に近い位置に設置されているか否か」ということは、実施形態に応じて適宜定義されてよい。また、詳しくは後述するが、複数のレベルの近さが定義されてもよい。

[0052] また、電圧の異常も故障の発生に関連する。そして、ある1台のコンピュータで電圧の異常が発生している場合、当該コンピュータ自体に起因して異常が発生している可能性もあるし、当該コンピュータに電力を供給する外部の電源ユニットに異常が発生している可能性もある。

[0053] もし、外部の電源ユニットに異常が発生しているとすると、当該電源ユニットに直接的にまたは間接的に接続されている他のコンピュータにおいても、電圧異常が発生する可能性があり、ひいては故障が発生する可能性がある。そこで、評価対象のスタンバイサーバと同じ電源ユニットを共有している他の1台または複数台のコンピュータが上記の「所定の1台以上のコンピュータ」に含まれていることが好ましい。

[0054] 例えば上記のように、評価対象のスタンバイサーバが設置された位置との間の物理的な近さや、評価対象のスタンバイサーバが接続されている電源ユ

ニットに応じて、適宜、上記の「所定の1台以上のコンピュータ」は定義される。したがって、ステップS 106で管理サーバは、評価対象のスタンバイサーバおよび上記の「所定の1台以上のコンピュータ」から収集した故障予兆情報を用いて、評価値を算出する。なお、以下では説明の便宜上、評価値が低いほど、当該評価値は、将来故障が発生する蓋然性が低いことを示すものとする。

[0055] 次に、ステップS 107で管理サーバは、評価対象の他のスタンバイサーバがまだあるか否かを判断する。もし、評価対象の他のスタンバイサーバがまだあれば、図1の処理はステップS 105に戻る。逆に、評価対象の他のスタンバイサーバがもうなければ、図1の処理はステップS 108に移行する。

[0056] なお、ステップS 107での判断は、ステップS 106で算出された評価値に依存していてもよい。例えば、管理サーバは、所定の閾値以下の評価値が得られるまで、ステップS 105～S 107の処理を繰り返し実行してもよい。

[0057] あるいは、アクティブサーバに対応づけられているスタンバイサーバの台数を N とすると ($N > 1$)、 N 個の評価値のうち低い方から M 位以内 ($1 \leq M < N$) の評価値が見つかるまで、管理サーバは、ステップS 105～S 107の処理を繰り返し実行してもよい。例えば、 $N = 5$ かつ $M = 2$ の場合、管理サーバは、 $4 (= N - M + 1)$ 台以上のスタンバイサーバについてそれぞれ評価値を算出すれば、低い方から2位以内の評価値を見つけることができる。

[0058] もちろん、ステップS 107での判断は、ステップS 106で算出された評価値に依存していなくてもよい。例えば、 N 台のスタンバイサーバすべてについて評価値を算出することが予め決められていてもよい。

[0059] さて、ステップS 108で管理サーバは、適宜の処理を実行する。適宜の処理の実行後、図1の処理はステップS 101に戻る。

[0060] 例えば、アクティブサーバにおける故障の発生に応じて、管理サーバが、

N台のスタンバイサーバについてそれぞれ評価値を算出する場合がある。この場合、ステップS 108で管理サーバは、アクティブサーバから、評価値が最も低いスタンバイサーバへの、フェイルオーバを実行してもよい。

[0061] また、フェイルオーバによって新たなアクティブサーバとなるサーバは、評価値が最も低いスタンバイサーバでなくてもよい。フェイルオーバ制御部4は、決められた基準が示すある蓋然性以下の蓋然性を示す値が評価値として算出された1台のスタンバイサーバを、アクティブサーバと交代するスタンバイサーバとして選択してもよい。

[0062] 上記基準は、評価値に関する所定の閾値により決められていてもよい。例えば、フェイルオーバ制御部4は、所定の閾値以下の評価値が算出された1台のスタンバイサーバを、新たなアクティブサーバとして選択してもよい。

[0063] あるいは、上記基準は、複数のスタンバイサーバの中での評価値の相対的順序に関して決められていてもよい。例えば、フェイルオーバ制御部4は、N個の評価値のうち低い方からM位以内 ($1 \leq M < N$) の評価値が算出された1台のスタンバイサーバを、新たなアクティブサーバとして選択してもよい。

[0064] あるいは、予め決められた時刻に、管理サーバが、N台のスタンバイサーバについてそれぞれ評価値を算出する場合がある。この場合、ステップS 108で管理サーバは、単に、算出済みのN個の評価値を、適宜の記憶装置に格納してもよい。

[0065] また、ユーザからの指示に応じて、管理サーバが、1台または複数台のスタンバイサーバについてそれぞれ評価値を算出する場合がある。この場合、ステップS 108で管理サーバは、評価値をディスプレイなどの出力装置に出力してもよい。

[0066] 以上、図1を参照して説明したように、管理サーバは、複数のコンピュータからそれぞれ故障予兆情報を収集し、適宜のタイミングで1台または複数台のスタンバイサーバについてそれぞれ評価値を算出する。そして、評価値の算出には、評価対象のスタンバイサーバ自体から収集された故障予兆情報

だけでなく、評価対象のスタンバイサーバにおける将来の故障の発生と関連する周辺の他のコンピュータから収集された故障予兆情報も用いられる。よって、管理サーバは、評価対象のスタンバイサーバの周辺の環境も考慮に入れて、スタンバイサーバに将来故障が発生する蓋然性を、より正確に評価することができる。

[0067] さて、図2は、管理サーバと、管理サーバが管理する複数のコンピュータの例を示す図である。図1のように動作する管理サーバは、具体的には、図2に示した管理サーバ1のように構成されていてもよい。

[0068] また、上記のとおり、管理サーバ1が管理する複数のコンピュータの中には、ある1つの冗長化システムにおけるアクティブサーバと、当該アクティブサーバに対応づけられた複数のスタンバイサーバだけでなく、他のコンピュータがさらに含まれていてもよい。しかし、以下では簡単化のため、管理サーバ1が、図2の7台のサーバ30-1~30-7を管理する場合を例として、説明を行う。

[0069] 管理サーバ1は、故障予兆情報やその他の情報を収集する収集部2と、評価値を算出する算出部3と、フェイルオーバを制御するフェイルオーバ制御部4を有する。管理サーバ1はさらに、収集部2が収集した情報と、算出部3が算出した結果を格納する管理DB (database) 5を有する。管理DB5に含まれるテーブルの具体例は、後述する。

[0070] また、第1~第5実施形態において算出部3は、温度評価部3aと電圧評価部3bと総合評価部3cを有する。図2にはさらに劣化評価部3dと時刻評価部3eが図示されているが、実施形態によっては、劣化評価部3dと時刻評価部3eは省略されてもよい。具体的には、下記の第2実施形態、第4実施形態、および第5実施形態では、算出部3が劣化評価部3dを含み、第3~第5実施形態では、算出部3が時刻評価部3eを含む。

[0071] 温度評価部3aは、温度に関する現象についての故障予兆情報を用いて、温度が故障の発生に与える影響を評価する。電圧評価部3bは、電圧に関する現象についての故障予兆情報を用いて、電圧が故障の発生に与える影響を

評価する。劣化評価部 3 d は、いくつかの種類 of 故障予兆情報を用いて、経年劣化 (degradation over time) が故障の発生に与える影響を評価する。時刻評価部 3 e は、いくつかの種類 of 故障予兆情報を用いて、特定の時間帯における故障の発生のしやすさを評価する。

[0072] 総合評価部 3 c は、少なくとも温度評価部 3 a と電圧評価部 3 b による評価結果を用いて、総合的な評価値を算出することが好ましい。図 1 のステップ S 106 で算出される評価値は、具体的には、最終的に総合評価部 3 c によって算出される値である。実施形態に応じて、総合評価部 3 c は、劣化評価部 3 d による評価結果と時刻評価部 3 e による評価結果の一方または双方を、さらに評価値の算出に用いてもよい。

[0073] システム管理者などのユーザに対するユーザインタフェースは、管理サーバ 1 の不図示の入出力装置により提供されてもよい。あるいは、管理サーバ 1 は、図 2 に示すように、適宜のネットワーク (例えば、LAN (Local Area Network)、WAN (Wide Area Network)、インターネット、またはそれらの任意の組み合わせ) を介して、クライアント 6 と接続されていてもよい。そして、クライアント 6 によってユーザインタフェースが提供されてもよい。クライアント 6 は、例えば、入出力装置を有する PC (Personal Computer) であってもよい。

[0074] ところで、図 2 には 3 台のラック 10_1 ~ 10_3 が例示されている。ラック 10_1 には、ラック管理装置 11_1 と電源ユニット 12_1 が搭載されている。同様に、ラック 10_2 には、ラック管理装置 11_2 と電源ユニット 12_2 が搭載されており、ラック 10_3 には、ラック管理装置 11_3 と電源ユニット 12_3 が搭載されている。ラック 10_1 ~ 10_3 の各々は、さらに、不図示のその他の装置 (例えば、ファンや LAN スイッチなど) を含んでもよい。

[0075] また、ラック 10_1 には、複数のプレード型サーバ (blade servers) を収容するためのシャーシ (chassis) 20_1 が搭載されている。ラック 10_2 にも、類似のシャーシ 20_2 が搭載されている。

- [0076] シャーシ 20-1 は、シャーシ管理装置 21-1 と LAN スイッチ 22-1 を含み、さらに 2 つの電源ユニット 23-1 と 23-2 を含む。また、シャーシ 20-2 は、シャーシ管理装置 21-2 と LAN スイッチ 22-2 を含み、さらに 1 つの電源ユニット 23-3 を含む。なお、図 2 では紙幅の都合上、電源ユニット (Power Supply Unit) 23-1 と 23-2 は、「P S U」と略されている。
- [0077] シャーシ 20-1 には、プレート型サーバを搭載するための 5 つのスロットがある。図 2 の例では、1 番目のスロットにサーバ 30-1 が搭載されており、4 番目のスロットにサーバ 30-2 が搭載されており、5 番目のスロットにサーバ 30-3 が搭載されている。そして、サーバ 30-1 はサーバ管理装置 31-1 を有し、サーバ 30-2 はサーバ管理装置 31-2 を有し、サーバ 30-3 はサーバ管理装置 31-3 を有する。未使用の 2 番目と 3 番目のスロットには、図 2 では斜線が引かれている。
- [0078] また、シャーシ 20-1 においては、1 番目のスロットに搭載されたサーバ 30-1 には電源ユニット 23-1 から電力が供給され、4 番目と 5 番目のスロットにそれぞれ搭載されたサーバ 30-2 と 30-3 には、電源ユニット 23-2 から電力が供給される。もし 2 番目のスロットにサーバが搭載された場合は、当該サーバには電源ユニット 23-1 から電力が供給される。また、もし 3 番目のスロットにサーバが搭載された場合は、当該サーバには電源ユニット 23-2 から電力が供給される。
- [0079] シャーシ 20-2 にも、プレート型サーバを搭載するための 5 つのスロットがある。図 2 の例では、シャーシ 20-2 の 1 番目と 2 番目と 5 番目のスロットは使われていない。3 番目のスロットにサーバ 30-4 が搭載されており、4 番目のスロットにサーバ 30-5 が搭載されている。また、サーバ 30-4 はサーバ管理装置 31-4 を有し、サーバ 30-5 はサーバ管理装置 31-5 を有する。なお、シャーシ 20-2 においては、どのスロットに搭載されたサーバにも、電源ユニット 23-3 から電力が供給される。
- [0080] ところで、図 2 の例では、ラック 10-1 に 1 台のシャーシ 20-1 のみ

が搭載されているが、ラック10-1には、さらにシャーシまたはラックマウント型サーバを搭載するためのスペースがある。ラック10-1に搭載される各装置には、電源ユニット12-1から、必要に応じて配電ユニット(PDU: Power Distribution Unit)を介して、電力が供給される。したがって、シャーシ20-1内のサーバ30-1~30-3には、間接的には電源ユニット12-1から電力が供給される。

[0081] 同様に、図2の例では、ラック10-2に1台のシャーシ20-2のみが搭載されているが、ラック10-2には、さらにシャーシまたはラックマウント型サーバ(rack-mount server)を搭載するためのスペースがある。ラック10-2に搭載される各装置には、電源ユニット12-2から、必要に応じて配電ユニットを介して、電力が供給される。したがって、シャーシ20-2内のサーバ30-4~30-5には、間接的には電源ユニット12-2から電力が供給される。

[0082] また、ラック10-3には、2台のラックマウント型サーバ30-6と30-7が搭載されている。そして、サーバ30-6はサーバ管理装置31-6を有し、サーバ30-7はサーバ管理装置31-7を有する。ラック10-3にも、さらにシャーシまたはラックマウント型サーバを搭載するためのスペースがある。ラック10-3に搭載される各装置には、電源ユニット12-3から、必要に応じて配電ユニットを介して、電力が供給される。

[0083] ところで、ラック管理装置11-1~11-3、LANスイッチ22-1~22-2、およびラックマウント型サーバ30-6~30-7は、ネットワークを介して管理サーバ1に接続されている。また、シャーシ20-1内のシャーシ管理装置21-1とサーバ30-1~30-3は、LANスイッチ22-1に接続されている。同様に、シャーシ20-2内のシャーシ管理装置21-2とサーバ30-4~30-5は、LANスイッチ22-2に接続されている。

[0084] したがって、管理サーバ1は、ラック管理装置11-1~11-3、シャーシ管理装置21-1~21-2、およびサーバ管理装置31-1~31-

7 と、ネットワークを介して通信することができる。

[0085] 管理サーバ 1 の収集部 2 は、ネットワークを介した通信により、ラック管理装置 1 1 _ 1 ~ 1 1 _ 3、シャーシ管理装置 2 1 - 1 ~ 2 1 - 2、およびサーバ管理装置 3 1 - 1 ~ 3 1 _ 7 から、各種情報を収集する。収集部 2 が収集する情報の詳細は、管理 DB 5 の詳細とともに後述する。

[0086] なお、収集部 2 による情報の収集は、適宜のプロトコルにしたがって行われる。例えば、収集部 2 による情報の収集に利用可能な技術の例として、以下の技術が挙げられる（もちろん、収集部 2 は、他のプロトコル（あるいは他のインタフェース）にしたがって各種情報を収集してもよい）。

[0087] ・ S N M P (Simple Network Management Protocol)
・ I P M I (Intelligent Platform Management Interface)
・ S M A S H (Systems Management Architecture for Server Hardware)

[0088] また、管理サーバ 1 のフェイルオーバ制御部 4 は、ネットワークを介して、サーバ 3 0 _ 1 ~ 3 0 _ 7 と通信することができる。したがって、フェイルオーバ制御部 4 は、ネットワークを介して、サーバ 3 0 _ 1 ~ 3 0 _ 7 間でのフェイルオーバを制御することができる。

[0089] 具体的には、図 2 の例では、管理サーバ 1 が管理する冗長化システムは、7 台のサーバ 3 0 _ 1 ~ 3 0 _ 7 を含む。説明の便宜上、以下では、「サーバ 3 0 _ 1 がアクティブサーバとして稼働中である」と仮定する。すなわち、サーバ 3 0 _ 2 ~ 3 0 _ 7 は、アクティブサーバとしてのサーバ 3 0 _ 1 と対応づけられたスタンバイサーバである。

[0090] もし、アクティブサーバであるサーバ 3 0 _ 1 に故障が発生すると、フェイルオーバ制御部 4 は、算出部 3 によって算出される評価値に基づいて、サーバ 3 0 - 2 ~ 3 0 _ 7 の中から適切な 1 台のサーバを選択する。そして、フェイルオーバ制御部 4 は、故障したサーバ 3 0 - 1 から選択したサーバへのフェイルオーバを、ネットワークを介して制御する。

[0091] なお、フェイルオーバ制御部 4 がフェイルオーバの可否を判断するために

、収集部 2 が収集した情報が使われてもよい。つまり、フェイルオーバ制御部 4 は、アクティブサーバ 30_1 に故障が発生したか否かを、アクティブサーバ 30_1 から収集部 2 が収集した情報に基づいて判断してもよい。

[0092] ところで、図 2 の管理サーバ 1、クライアント 6、およびサーバ 30_1 ~ 30_7 は、いずれもコンピュータ（すなわち情報処理装置）の 1 種であり、例えば図 3 のコンピュータ 100 のように構成されていてもよい。図 3 は、コンピュータのハードウェア構成図である。

[0093] コンピュータ 100 は、プロセッサの 1 種である CPU (Central Processing Unit) 101 と、RAM (Random Access Memory) 102 と、ネットワークインタフェース 103 を有する。ネットワークインタフェース 103 は、例えば、有線 LAN インタフェース、無線 LAN インタフェース、またはその組み合わせである。ネットワークインタフェース 103 は、具体的には、外付けの NIC (Network Interface Card) でもよいし、オンボード型のネットワークインタフェースコントローラでもよい。

[0094] コンピュータ 100 は、さらに入力装置 104 と出力装置 105 を有してもよい。入力装置 104 の例は、キーボードや、ポインティングデバイスなどである。ポインティングデバイスは、例えば、マウスでもよいしタッチスクリーンでもよい。出力装置 105 の例は、ディスプレイやスピーカなどである。ディスプレイはタッチスクリーンであってもよい。

[0095] また、コンピュータ 100 は、不揮発性記憶装置 106 を有する。不揮発性記憶装置 106 の例は、HDD (Hard Disk Drive) や SSD (Solid State Drive) などである。

[0096] コンピュータ 100 は、さらに、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体 109 の駆動装置 107 を有してもよい。記憶媒体 109 の例は、CD (Compact Disc) や DVD (Digital Versatile Disk) などの光ディスク、光磁気ディスク、磁気ディスク、フラッシュメモリなどの半導体メモリカードなどである。

[0097] なお、コンピュータ 100 内の各部は、バス 108 を介して互いに接続さ

れている。また、コンピュータ 100 は、ネットワークインタフェース 103 を介してネットワーク 110 に接続されている。

[0098] コンピュータ 100 は、CPU 101 が適宜のプログラムを実行することにより適宜に動作する。例えば、図 2 の管理サーバ 1 を実現するコンピュータ 100 においては、CPU 101 が、図 1 の処理のためのプログラムを実行する。

[0099] CPU 101 は、プログラムを RAM 102 にロードし、RAM 102 をワーキングエリアとしても利用しながら、プログラムを実行する。CPU 101 が実行するプログラムは、予め不揮発性記憶装置 106 にインストールされていてもよい。

[0100] あるいは、プログラムは、記憶媒体 109 に格納されて提供され、記憶媒体 109 から駆動装置 107 により読み取られて不揮発性記憶装置 106 にコピーされ、その後、RAM 102 にロードされてもよい。または、ネットワーク 110 上のプログラム提供者 111 (例えばコンピュータ 100 とは別のコンピュータ) から、ネットワーク 110 とネットワークインタフェース 103 を介して、プログラムがコンピュータ 100 にダウンロードされてもよい。

[0101] なお、RAM 102 と不揮発性記憶装置 106 と記憶媒体 109 は、いずれも、有形の (tangible) 記憶媒体であり、信号搬送波のような一時的な (transitory) 媒体ではない。

[0102] ところで、図 2 の管理サーバ 1 が図 3 のコンピュータ 100 により実現される場合、収集部 2 は、ネットワークインタフェース 103 を介した通信を含む処理を実行する CPU 101 により、実現される。同様に、フェイルオーバー制御部 4 も、ネットワークインタフェース 103 を介した通信を含む処理を実行する CPU 101 により、実現される。算出部 3 は、CPU 101 により実現される。また、管理 DB 5 は、RAM 102、不揮発性記憶装置 106、またはその双方により、実現される。

[0103] 続いて、図 1 に概要を示した処理の具体例について、フローチャートおよ

び各種テーブルの例を参照しながら説明する。

[01 04] 図 4 は、フェイルオーバ処理のフローチャートであり、図 5 は、フェイルオーバ処理の別のフローチャートである。第 1～第 5 実施形態では、アクティブサーバに故障が発生すると、図 4 または図 5 にしたがって、フェイルオーバが行われる。また、収集部 2 が収集する情報に基づいて、フェイルオーバ制御部 4 はアクティブサーバにおける故障の発生を認識することができる。

[01 05] さて、ステップ S 2 0 1 でフェイルオーバ制御部 4 は、アクティブサーバに対応付けられた複数のスタンバイサーバの中に、ステップ S 2 0 2 ~ S 2 0 3 の処理対象としてまだ選択していないスタンバイサーバが残っているか否かを判断する。そして、未選択のスタンバイサーバがまだ残っていれば、図 4 の処理はステップ S 2 0 2 へと移行する。逆に、アクティブサーバに対応付けられたすべてのスタンバイサーバが選択済みならば、図 4 の処理はステップ S 2 0 4 へと移行する。

[01 06] 例えば、図 2 の例では、サーバ 3 0 _ 1 がアクティブサーバであり、サーバ 3 0 _ 2 ~ 3 0 _ 7 がスタンバイサーバである。よって、フェイルオーバ制御部 4 は、サーバ 3 0 _ 2 ~ 3 0 _ 7 の中に未選択のサーバが残っているか否かを判断する。

[01 07] そして、ステップ S 2 0 2 でフェイルオーバ制御部 4 は、未選択のスタンバイサーバを 1 つ選択する。また、次のステップ S 2 0 3 でフェイルオーバ制御部 4 は、選択したスタンバイサーバについて評価値を算出するよう、算出部 3 に指示する。

[01 08] なお、詳しくは図 7 とともに後述するが、管理サーバ 1 が管理する冗長化システム内のサーバ 3 0 _ 1 ~ 3 0 _ 7 の各々には、ID (identifier) が予め割り当てられている。よって、ステップ S 2 0 3 でフェイルオーバ制御部 4 は、選択したスタンバイサーバの ID を算出部 3 に引数として渡すことで、評価対象のサーバを算出部 3 に通知してもよい。

[01 09] フェイルオーバ制御部 4 からの指示に応じて、ステップ S 2 0 3 で算出部

3 は、指定された ID のスタンバイサーバについて評価値を算出する。ステップ S 2 0 3 は図 1 のステップ S 1 0 6 に対応する。

[01 10] 図 2 に関して説明したように、第 1 ー第 5 実施形態においては、算出部 3 の総合評価部 3 c は、少なくとも温度評価部 3 a と電圧評価部 3 b による評価結果を用いて、評価値を算出する。以下では説明の便宜上、温度評価部 3 a、電圧評価部 3 b、および総合評価部 3 c がそれぞれ算出する値を、「温度評価値」、「電圧評価値」、および「総合評価値」という。

[01 11] また、第 2 実施形態と第 4 実施形態と第 5 実施形態では、劣化評価部 3 d による評価も行われ、第 3 ー第 5 実施形態では時刻評価部 3 e による評価も行われる。以下では説明の便宜上、劣化評価部 3 d と時刻評価部 3 e がそれぞれ算出する値を、「劣化評価値」と「時刻評価値」という。

[01 12] 図 4 のステップ S 2 0 3 の総合評価処理の詳細は、実施形態に応じて異なる。総合評価処理の詳細については、図 9、13、17、および 20 とともに後述する。なお、第 1 ー第 5 実施形態では、総合評価部 3 c は、算出した総合評価値を管理 DB 5 に記録する。総合評価値の管理 DB 5 への記録の後、図 4 の処理はステップ S 2 0 1 へと戻る。

[01 13] ところで、図 1 のステップ S 1 0 6 に関して述べた仮定より、総合評価値が低いほど、将来故障が発生する蓋然性が低い。よって、二次故障を避けるためには、総合評価値が最も低いスタンバイサーバへのフェイルオーバーが望ましい。

[01 14] そこで、全スタンバイサーバについて、総合評価値が算出されて管理 DB 5 に記録された後、ステップ S 2 0 4 でフェイルオーバー制御部 4 は、管理 DB 5 を参照することで、総合評価値が最も低いスタンバイサーバを認識する。フェイルオーバー制御部 4 は、総合評価値が最も低いスタンバイサーバを探すために、総合評価値をソートキーとするソート処理を実行してもよい。

[01 15] あるいは、ステップ S 2 0 3 で総合評価部 3 c が、管理 DB 5 に記録済みの総合評価値と新たに算出した総合評価値とを比較して、新たに算出した総合評価値を適切な位置に挿入してもよい。すると、ステップ S 2 0 4 の実行

時点では、算出された総合評価値がソートされた状態で管理DB5に記録されている。よって、ステップS204でフェイルオーバ制御部4は、ソート済みのデータを参照することで、総合評価値が最も低いスタンバイサーバを認識することができる。

[01 16] いずれにせよ、ステップS204でフェイルオーバ制御部4は、総合評価値が最も低いスタンバイサーバへのフェイルオーバを実行する。例えば、サーバ30_2~30_7の中でサーバ30_7の総合評価値が最も低い場合、フェイルオーバ制御部4は、サーバ30_7に、アクティブサーバとして動作を開始するよう、ネットワークを介して命令する。そして、図4のフェイルオーバ処理は終了する。なお、ステップS204は図1のステップS108の一例である。

[01 17] ところで、上記のとおり、フェイルオーバ処理は、図5にしたがって実行されてもよい。図4のフェイルオーバ処理によれば、アクティブサーバに故障が発生してから各スタンバイサーバについて総合評価値が算出されるが、総合評価値は、予め算出されて管理DB5に記録されていてもよい。例えば、算出部3は、「1時間に1回、各スタンバイサーバについて総合評価値を算出する」などの所定のスケジュールにしたがって、総合評価値を算出し、算出した総合評価値を管理DB5に格納してもよい。

[01 18] すると、アクティブサーバに実際に故障が発生した場合には、フェイルオーバ制御部4は、各スタンバイサーバについて算出済みの総合評価値を管理DB5から取得することができる。よって、フェイルオーバ制御部4は、複数のスタンバイサーバそれぞれについて取得した総合評価値に基づいて、適切な1台のスタンバイサーバを選択することができる。

[01 19] 具体的には、図5のステップS301でフェイルオーバ制御部4は、アクティブサーバに対応付けられた複数のスタンバイサーバの中に、ステップS302~S304の処理対象としてまだ選択していないスタンバイサーバが残っているか否かを判断する。そして、未選択のスタンバイサーバがまだ残っていれば、図5の処理はステップS302へと移行する。逆に、アクティ

プサーバに対応づけられたすべてのスタンバイサーバが選択済みならば、図5の処理はステップS305へと移行する。ステップS301はステップS201と類似である。

[0120] そして、ステップS302でフェイルオーバ制御部4は、未選択のスタンバイサーバを1つ選択する。また、次のステップS303でフェイルオーバ制御部4は、選択したスタンバイサーバについて算出済みの総合評価値を、管理DB5から取得する。フェイルオーバ制御部4は、取得した総合評価値を、選択したスタンバイサーバのIDと対応づけて、一時的にRAM102上に記憶する。

[0121] 次のステップS304でフェイルオーバ制御部4は、取得済みの総合評価値をソートする。そして、処理はステップS301に戻る。

[0122] ステップS301～S304の繰り返しにより、上記のようにRAM102上に次々と総合評価値が記憶される。よって、ステップS304の処理がn回目 ($n \geq 1$) に実行されるときには、取得済みのn個の総合評価値が、それぞれスタンバイサーバのIDと対応づけられて、RAM102上に記憶されている。フェイルオーバ制御部4は、取得済みのn個の総合評価値をステップS304でソートする。

[0123] 以上のようにして、全スタンバイサーバについて逐次的に総合評価値が取得された後、ステップS305でフェイルオーバ制御部4は、総合評価値が最も低いスタンバイサーバへのフェイルオーバを実行する。なお、ステップS304におけるソート処理の結果として、ステップS305の実行時には、全スタンバイサーバの総合評価値は既にソートされている。よって、フェイルオーバ制御部4は、総合評価値が最も低いスタンバイサーバ（すなわち、二次故障が発生する蓋然性が最も低いスタンバイサーバ）を認識することができる。

[0124] ステップS305も、図4のステップS204と同様に、図1のステップS108の一例である。総合評価値が最も低いスタンバイサーバに、アクティブサーバとして動作を開始するようにフェイルオーバ制御部4が命令した

後、図5の処理は終了する。

[01 25] ところで、総合評価値の具体的な算出方法は、上記のとおり実施形態に応じて異なる。以下では総合評価値の算出に関して、数式を参照することがある。そこで、後述の数式で使われる定数の例について、先に図6を参照して説明する。

[01 26] 図6には、係数201と重み202が、便宜上テーブル形式で例示されている。しかし、係数201と重み202は、例えば、算出部3を実現するためにCPU101が実行するプログラムに、固定的な定数として定義されていてもよい。

[01 27] あるいは、係数201と重み202は、ユーザ定義可能な定数であってもよい。その場合、ユーザによって指定された係数201と重み202が、不図示の設定ファイルに適宜の形式で記録されていてもよい。設定ファイルは、管理サーバ1の不揮発性記憶装置106に格納される。もちろん、管理DB5が、ユーザ定義可能な係数201と重み202を記憶するためのテーブルを含んでいてもよい。

[01 28] 図6の係数201のテーブルの各行には、各係数に便宜上つけた名前と、後述の数式において当該係数を表す記号と、当該係数の例示的な値が示されている。

[01 29] 自己係数 C_{self} は、評価対象のスタンバイサーバ自体に発生中の異常が、当該スタンバイサーバでの将来の故障の発生にどれくらい影響するかを示す。他方、隣接係数 C_{adj} 、シャーシ係数 $C_{chassis}$ 、およびラック係数 C_{rack} は、評価対象のスタンバイサーバの周辺の他のコンピュータに発生中の異常が、評価対象のスタンバイサーバでの将来の故障の発生にどれくらい影響するかを示す。また、同一電源係数 C_{power} は、評価対象のスタンバイサーバの周辺の他のコンピュータに発生中の異常から推測される故障要因（具体的には電源ユニットの異常）が、評価対象のスタンバイサーバでの将来の故障の発生にどれくらい影響するかを示す。

[01 30] なお、異常にはいくつかのレベルがある。例えば、あるサーバに軽微な異

常が発生した場合、サーバはしばらくすると回復することがある。また、異常が軽微ならば、異常が継続している間も、サーバは所望の機能を提供し続けられることがある。つまり、たとえ異常な現象が発生していても、「サーバが提供する機能」という観点から見れば、「故障が発生していない」と言える場合がある。

[0131] 例えば、2つの閾値 $Th1$ と $Th2$ ($Th1 < Th2$)により、正常な電圧の範囲が定義されている場合、閾値 $Th1$ 未満の電圧は異常な電圧であり、閾値 $Th2$ を超える電圧も異常な電圧である。しかし、実際の電圧が正常な電圧の範囲からどの程度逸脱しているかに応じて、故障（すなわち、サーバが所望の機能を提供することのできない状態）が発生することもあるし、故障の発生に至らないこともある。

[0132] よって、仮に評価対象のスタンバイサーバ自体に異常が発生中であっても、評価対象のスタンバイサーバに将来故障が必ず発生するとは限らない。しかし、現在何らかの異常が発生しているサーバに将来故障が発生する蓋然性は、現在何の異常も発生していないサーバに将来故障が発生する蓋然性よりも高いと考えられる。よって、総合評価値には、評価対象のスタンバイサーバに発生中の異常の影響が反映される。自己係数 C_{self} は、その影響の度合を示すパラメタである。

[0133] 同様に、評価対象のスタンバイサーバと関連する他のサーバに異常が発生中の場合、評価対象のスタンバイサーバに将来故障が必ず発生するとは限らない。しかし、評価対象のスタンバイサーバに将来故障が発生する蓋然性は、周囲のサーバに何の異常も発生していない場合よりも、周囲のサーバで何らかの異常が発生している場合の方が高いと考えられる。よって、総合評価値には、評価対象のスタンバイサーバの周囲の他のサーバに発生中の異常の影響が反映される。隣接係数 C_{adj} 、シャーシ係数 $C_{chassis}$ 、ラック係数 C_{rack} 、および同一電源係数 C_{power} は、その影響の度合を示すパラメタである。

[0134] なお、周囲のサーバとは、換言すれば、図1に関して説明した 所定の1

台以上のコンピュータ」(つまり、評価対象のスタンバイサーバに関する評価値の算出のために故障予兆情報が使われる、他の1台以上のコンピュータ)のことである。例えば、評価対象のスタンバイサーバがブレード型サーバの場合、評価対象のスタンバイサーバと同じシャーシ内にある他のサーバ(特に、シャーシ内で評価対象のスタンバイサーバに隣接するサーバ)は、評価対象のスタンバイサーバと関連する周囲のサーバの例である。また、評価対象のスタンバイサーバと同じラック内にある他のサーバや、評価対象のスタンバイサーバと電源ユニットを共有している他のサーバも、評価対象のスタンバイサーバと関連する周囲のサーバの例である。

[01 35] また、第2実施形態と第4実施形態と第5実施形態では、劣化評価部3dが劣化評価値を算出する。電源投入係数 C_{on} 、経年劣化係数 C_{off} 、温度依存劣化係数 $C_{dgrTmpr}$ 、および電圧依存劣化係数 $C_{dgrVervol}$ は、劣化評価値の算出に使われる。詳しくは後述するが、これらの係数は、将来故障が発生する蓋然性が各種の経年劣化によって高まる度合を示す。

[01 36] そして、第3～第5実施形態では、時刻評価部3eが時刻評価値を算出する。1ヶ月係数 C_{one} 、2ヶ月係数 C_{two} 、および3ヶ月係数 C_{three} は、時刻評価値の算出に使われる。

[01 37] 詳しくは後述するが、時刻評価部3eは、1日の中のある特定の時間帯における過去の異常の発生の履歴に基づいて、当該特定の時間帯に将来故障が発生する蓋然性を評価する。その評価結果が時刻評価値である。1ヶ月係数 C_{one} 、2ヶ月係数 C_{two} 、および3ヶ月係数 C_{three} は、当該特定の時間帯に将来故障が発生する蓋然性が、過去の履歴とどれくらい関連するのかを示す。

[01 38] また、補正定数 ε は、総合評価部3cが総合評価値を算出する際に用いる定数である。補正定数 ε は、0による除算を防ぐために使われる、正の小さな値である。

[01 39] さて、図6の重み202のテーブルの各行には、各重みの説明と、後述の数式において当該重みを表す記号と、当該重みに対応する異常のレベルと、

当該重みの例示的な値が示されている。上記のとおり異常にはいくつかのレベルがあるが、以下では説明の便宜上、3つの異常のレベルがあるものとする。

[0140] 具体的には、「レベル1」は軽微な異常に対応し、重み W_1 は軽微な異常の重みである。また、「レベル2」は重大な異常に対応し、重み W_2 は重大な異常の重みである。そして、「レベル3」は非常に重大な異常に対応し、重み W_3 は非常に重大な異常の重みである。

[0141] なお、数式の簡素化のため、正常な状態に対応する「レベル0」がさらに定義される。重み W_0 は正常を示し、重み W_0 の値は0である。また、図6に例示するとおり、異常のレベルが高いほど、重みの値も大きい。

[0142] 続いて、各種評価値について、図6に例示した係数 201 と重み 202 および数式を用いて詳しく説明する。以下の数式で表される評価値は、具体的には、算出部3が後述のフローチャートにしたがって動作することにより、算出される。

[0143] 以下では説明の便宜上、評価対象のサーバを s_i とする。また、温度評価部3aが算出するサーバ s_i の温度評価値を $f_{tmp_r}(s_i)$ とする。第1～第5実施形態では、具体的には、式(1)の温度評価値 $f_{tmp_r}(s_i)$ が算出される。

[0144]

[数1]

$$\begin{aligned}
 f_{tmp\ r}(s_i) = & C_{self} w_{tmp\ r}(s_i) \\
 & + C_{adj} \left(\sum_{s_j \in adj(s_i)} w_{tmp\ r}(s_j) \right) \\
 & + C_{chassis} \left(\sum_{s_j \in chassis(s_i)} w_{tmp\ r}(s_j) \right) \\
 & + C_{rack} \left(\sum_{s_j \in rack(s_i)} w_{tmp\ r}(s_j) \right) \dots\dots(1)
 \end{aligned}$$

[0145] 式 (1) における係数 C_{self} 、 C_{adj} 、 $C_{chassis}$ 、および C_{rack} の値は、例えば図6 に例示した値でもよい。これらの係数は、式 (2) の関係を満たす。式 (2) の関係は、サーバ s_i 以外の周囲の1台以上のサーバから収集された故障予兆情報よりも、サーバ s_i 自体から収集された故障予兆情報の方に重きを置いて、サーバ s_i の評価値が算出されることを意味する。

[0146] [数2]

$$0 \leq C_{rack} < C_{chassis} \leq C_{adj} \leq C_{self} \dots\dots(2)$$

[0147] ここで、式 (1) 中の重み $w_{tmp\ r}(s_i)$ と $w_{tmp\ r}(s_j)$ は、式 (3) により定義される。また、式 (3) 中の重み $W_0 \sim W_3$ の値の具体例が図6 に例示されており、これらの重み $W_0 \sim W_3$ は式 (4) の関係を満たす。

[0148] [数3]

$$w_{tmp\ r}(s_i) = \begin{cases} W_0 = 0 & (\text{サーバ } s_i \text{ の温度は正常}) \\ W_1 & (\text{サーバ } s_i \text{ に軽度の温度異常が発生中}) \\ W_2 & (\text{サーバ } s_i \text{ に重大な温度異常が発生中}) \\ W_3 & (\text{サーバ } s_i \text{ に非常に重大な温度異常が発生中}) \end{cases} \dots\dots(3)$$

[0149] [数4]

$$0 = W_0 < W_1 < W_2 < W_3 \dots\dots(4)$$

[01 50] また、式 (1) における集合 $adj(s_i)$ 、 $chassis(s_i)$ 、および $rack(s_i)$ は、式 (5) ~ (7) により定義される。

[01 51] [数5]

$$adj(s_i) = \{s_j \mid \text{サーバ } s_i \text{ と } s_j \text{ は} \\ \text{1台のシャーシ内で隣接している}\} \dots\dots(5)$$

[01 52] [数6]

$$chassis(s_i) = \{s_j \mid i \neq j \wedge \\ \text{サーバ } s_i \text{ と } s_j \text{ は同じシャーシにある} \wedge \\ s_j \notin adj(s_i)\} \dots\dots(6)$$

[01 53] [数7]

$$rack(s_i) = \{s_j \mid i \neq j \wedge \\ \text{サーバ } s_i \text{ と } s_j \text{ は同じラックにある} \wedge \\ s_j \notin adj(s_i) \wedge s_j \notin chassis(s_i)\} \dots\dots(7)$$

[01 54] なお、式 (5) と (6) の定義より、サーバ s_i がラックマウント型サーバの場合は、集合 $adj(s_i)$ は空集合であり、集合 $chassis(s_i)$ も空集合である。

[01 55] また、式 (1) ~ (7) から明らかなおおり、式 (1) において、第1項は、サーバ s_i 自体で現在発生中の温度異常が、サーバ s_i における将来の故障の発生に与える影響を示す。

[01 56] サーバ s_i がラックマウント型サーバの場合、第2項と第3項はいずれも0である。

サーバ s_i がプレート型サーバの場合、第2項は、1つのシャーシ内でサーバ s_i に隣接するサーバ s_j で現在発生中の温度異常が、サーバ s_i における将来の故障の発生に与える影響を示す。また、サーバ s_i がプレート型サーバの場合、第3項は、サーバ s_i と同じシャーシ内にあるがサーバ s_i と隣接はしない他のサーバ s_j で現在発生中の温度異常が、サーバ s_i における将来の故

障の発生に与える影響を示す。

[01 57] そして、第4項は、サーバ s_i ;と同じラック内にある他のサーバ s_j (ただし、サーバ s_i ;がブレード型サーバの場合、サーバ s_i ;と同じシャーシ内にある他のサーバは除く) で現在発生中の温度異常が、サーバ s_i ;における将来の故障の発生に与える影響を示す。

[01 58] さて、電圧評価部 3 b が算出する電圧評価値を $f_{vol}(s_i)$ とする。第1〜第5実施形態では、具体的には、式 (8) の電圧評価値 $f_{vol}(s_i)$ が算出される。

[01 59] [数8]

$$f_{vol}(s_i) = C_{self} w_{vol}(s_i) + C_{power} \left(\sum_{s_j \in power(s_i)} w_{vol}(s_j) \right) \dots\dots(8)$$

[01 60] 式 (8) における係数 C_{self} と C_{power} の値は、例えば図6に例示した値でもよい。これらの係数は、式 (9) の関係を満たす。式 (9) の関係は、サーバ s_i 以外の周囲の1台以上のサーバから収集された故障予兆情報よりも、サーバ s_i 自体から収集された故障予兆情報の方に重きを置いて、サーバ s_i の評価値が算出されることを意味する。

[01 61] [数9]

$$0 < C_{power} < C_{self} \dots\dots(9)$$

[01 62] ここで、式 (8) 中の重み $w_{vol}(s_i)$ と $w_{vol}(s_j)$ は、式 (10) により定義される。式 (10) 中の重み $W_0 \sim W_3$ は、前述のとおり、式 (4) の関係を満たす。

[01 63] [数10]

$$w_{vol}(s_i) = \begin{cases} W_0 = 0 & \text{(サーバ } s_i \text{ の電圧は正常)} \\ W_1 & \text{(サーバ } s_i \text{ に軽度の電圧異常が発生中)} \\ W_2 & \text{(サーバ } s_i \text{ に重大な電圧異常が発生中)} \\ W_3 & \text{(サーバ } s_i \text{ に非常に重大な電圧異常が発生中)} \end{cases} \dots\dots(10)$$

[01 64] また、式 (8) における集合 $power(s_i)$ は、式 (11) により定義

される。

[0165] [数 11]

$$\text{power}(s_i) = \{s_j \mid i \neq j \wedge \text{サーバめとやはラック内の同じ電源ユニットを使用する}\} \dots\dots(11)$$

[0166] なお、ラックマウント型サーバは、ラック内の電源ユニットから直接的に電力を供給されるかもしれないが、プレート型サーバは、ラック内の電源ユニットから間接的に（すなわち、シャーシ内の電源ユニットを介して）電力を供給されるかもしれない。しかし、式（11）の定義では、簡単化のため、直接的な電力供給と間接的な電力供給は区別されていない。

[0167] また、式（8）～（11）から明らかなおり、式（8）において、第1項は、サーバ s_i 自体の電圧異常が、サーバ s_i における将来の故障の発生に与える影響を示す。また、第2項は、サーバ s_i と同じ電源ユニットを使う他のサーバ s_j における電圧異常から推測される当該電源ユニットの異常が、サーバ s_i における将来の故障の発生に与える影響を示す。

[0168] さて、劣化評価部 3d が算出する劣化評価値を $f_{dgr}(s_i)$ とする。第2、第4、および第5実施形態では、具体的には、式（12）の劣化評価値 $f_{dgr}(s_i)$ が算出される

[0169] [数 12]

$$f_{J\text{clgr}}(s_i) = C_{on} t_{on}(s_i) + C_{off} t_{off}(s_i) + f_{J\text{dgrTmpr}}(s_i) + f_{J\text{dgrOverVol}}(s_i) \dots\dots(12)$$

[0170] 式（12）における係数 C_{on} と C_{off} の値は、例えば図6に例示した値でもよい。

[0171] なお、式（12）において、関数 $t_{on}(s_i)$ は、今までにサーバ s_i に電源が投入されていた時間の合計の長さを示す。また、関数 $t_{off}(s_i)$ は、今までにサーバ s_i に電源が投入されていなかった時間の合計の長さを示す。

[0172] つまり、式（12）の第1項は、たとえサーバ s_i が正常に動作するだけで

も、時間の経過につれてサーバ s_i が劣化していくことに対応する。第 1 項は、そのような経年劣化が、サーバ s_i における将来の故障の発生に与える影響を示す。

[0173] また、式 (12) の第 2 項は、たとえサーバ s_i に電源が入れられていなくても (つまり、たとえサーバ s_i が何も処理を実行しなくても)、時間の経過につれてサーバ s_i が劣化していくことに対応する。第 2 項は、そのような経年劣化が、サーバ s_i における将来の故障の発生に与える影響を示す。

[0174] 式 (12) の第 3 項と第 4 項は、式 (13) と (14) により定義される。

[0175] [数 13]

$$f_{dgrTmpr}(s_i) = C_{dgrTmpr} \left(\sum_{h=1}^L W_h t_{tmpr}(s_i, h) \right) \dots\dots(13)$$

[0176] [数 14]

$$J_{dgrOvervol}(s_i) = C_{dgrOvervol} \left[\sum_{h=1}^L W_h t_{ovetyol}(s_i, h) \right] \dots\dots(14)$$

[0177] 式 (13) と (14) における定数 L は、異常のレベルの数である。図 6 の例では、 $L = 3$ である。もちろん、実施形態に応じて、定数 L の値は、1 でもよいし、2 でもよいし、4 以上でもよい。

[0178] また、式 (13) における関数 $t_{tmpr}(s_i; h)$ は、今までにサーバ s_i でレベル h の温度異常が続いた時間の合計の長さを示す。そして、式 (14) における関数 $t_{ovetyol}(s_i; h)$ は、今までにサーバ s_i でレベル h の電圧超過が続いた時間の合計の長さを示す。

[0179] 例えば、今までにサーバ s_i でレベル 1 の温度異常が 2 回発生したことがあったとし、1 回目の温度異常は 2 時間続いたとし、2 回目の温度異常は 0.5 時間続いたとする。この場合、関数 $t_{tmpr}(s_i; 1)$ の値は、2.5 である。

[0180] サーバ s_i 自体に温度異常が発生した場合におけるサーバ s_i の劣化は、サ

サーバ s_i が正常な場合におけるサーバ s_i の劣化よりも大きい。そして、劣化が大きいほど、サーバ s_i に将来故障が発生する蓋然性も高まる。式 (13) は、温度異常に起因する追加的な劣化が、サーバ s_i における将来の故障の発生に与える影響を示す。

[0181] また、電圧異常には、電圧低下 (undervoltage) と電圧超過 (overvoltage) の2種類があるが、電圧超過の方が電圧低下よりも劣化に与える影響が大きい。式 (12) と (14) は、「電圧低下に起因して、通常の経年劣化よりもさらに劣化が進む程度は、無視してもかまわない程度である」という前提に基づいている。

[0182] 換言すれば、サーバ s_i に電圧低下が発生した場合におけるサーバ s_i の劣化は、サーバ s_i が正常な場合におけるサーバ s_i の劣化とほぼ同じである。よって、劣化評価部 3d は、劣化評価値 $f_{dgr}(s_i)$ の算出において、電源低下に起因する追加的な劣化を考慮しなくてもよい。

[0183] 他方、サーバ s_i に電圧超過が発生した場合におけるサーバ s_i の劣化は、サーバ s_i が正常な場合におけるサーバ s_i の劣化よりも大きい。そして、劣化が大きいほど、サーバ s_i に将来故障が発生する蓋然性も高まる。式 (14) は、電圧超過に起因する追加的な劣化が、サーバ s_i における将来の故障の発生に与える影響を示す。

[0184] もちろん、実施形態によっては、電源低下に起因する追加的な劣化をさらに考慮に入れるため、式 (12) が変形されてもよい。すなわち、劣化評価部 3d は、変形された式にしたがって劣化評価値を算出してもよい。

[0185] なお、上記の式 (13) と (14) における温度依存劣化係数 $C_{dgrTemp}$ と電圧依存劣化係数 $C_{dgrOvervol}$ の値は、例えば図6に例示した値でもよい。そして、式 (12) ~ (14) の各係数は、式 (15) の関係を満たす。

[0186] [数15]

$$(0 < C_{temp} < C_{temp0}) \wedge (0 < C_{dgrTemp} < 1) \wedge (0 < C_{dgrOvervol}) = true \quad \dots\dots(15)$$

[0187] ところで、第2、第4、および第5実施形態は、劣化評価部 3d が、式 (12) 以外の式にしたがって劣化評価値を算出するように、変形されてもよ

し。

[01 88] 例えば、評価対象のサーバ s_i の周囲のサーバで異常が発生すると、当該異常がサーバ s_i の劣化に影響を与えることがあり得る。例えば、近傍のサーバが異常な高温になっていれば、近傍のサーバからの熱の影響で、サーバ s_i の劣化が進むことがあり得る。

[01 89] よって、劣化評価部 3 d は、周囲のサーバに発生する異常に起因して間接的にサーバ s_i に生じる劣化を考慮に入れてもよい。具体的には、劣化評価部 3 d は、式 (1 2) の代わりに式 (1 6) にしたがって、劣化評価値を算出してもよい。

[01 90] [数 16]

$$f_{dgr}(s_i) = C_{off} t_a(s_i) + f_{dgrTmpr}(s_i) + f_{dgrOvervol}(s_i) + f_{indir}(s_i) \dots\dots(16)$$

[01 91] 式 (1 6) の右辺の第 5 項は、周囲のサーバからの間接的な影響を示し、具体的には式 (1 7) により定義されてもよい。実施形態によっては、式 (1 7) の右辺第 1 項と第 2 項のいずれか一方が省略されてもよい。また、式 (1 7) の詳細は、式 (1 8) と (1 9) のとおりであってもよい。

[01 92] [数 17]

$$f_{indir}(s_i) = C_{indirTmpr} f_{indirTmpr}(s_i) + C_{indirOvervol} f_{indirOvervol}(s_i) \dots\dots(17)$$

[01 93] [数 18]

$$f_{indirTmpr}(s_i) = C_{adj} \left(\sum_{s_j \in adj(s_i)} \sum_{h=1}^L W_h t_{tmpr}(s_j, h) \right) - C_{chassis} \left(\sum_{s_j \in chassis(s_i)} \sum_{h=1}^L W_h t_{tmpr}(s_j, h) \right) + C_{rack} \left(\sum_{s_j \in rack(s_i)} \sum_{h=1}^L W_h t_{tmpr}(s_j, h) \right) \dots\dots(18)$$

[01 94] [数19]

$$f_{indirOvervol}(s_i) = C_{power} \left(\sum_{s_j \in power(s_i)} \sum_{h=1}^L w_h t_{over}(s_j, h) \right) \dots\dots(19)$$

[01 95] なお、式 (17) 中の係数 $C_{indirTmpr}$ は、式 (13) の係数 $C_{dgrTmpr}$ よりも小さな適宜の正の値を持つ。また、式 (17) 中の係数 $C_{indirOvervol}$ は、式 (14) の係数 $C_{dgrOvervol}$ よりも小さな適宜の正の値を持つ。式 (17) ~ (19) 中のその他の各種係数や関数は、既に説明したものばかりである。

[01 96] また、他の変形例では、劣化評価部 3d が式 (12) の代わりに式 (20) または (21) にしたがって、劣化評価値を算出してもよい。

[01 97] [数20]

$$f_{dgr}(s_i) = C_{on} t_{on}(s_i) + C_{off} t_{off}(s_i) + f_{dgrTmpr}(s_i) + f_{dgrOvervol}(s_i) + f_{model}(s_i) \dots\dots(20)$$

[01 98] [数21]

$$f_{dgr}(s_i) = C_{on} t_{on}(s_i) + C_{off} t_{off}(s_i) + f_{dgrTmpr}(s_i) + f_{dgrOvervol}(s_i) + f_{indir}(s_i) + f_{model}(s_i) \dots\dots(21)$$

[01 99] 式 (20) と (21) は、次のような考察に基づく。評価対象のサーバ s_i と同じモデルの他のサーバで異常が発生しやすい場合は、サーバ s_i でも異常が発生する蓋然性が高いと推測される。あるモデルのサーバで異常が発生しやすい原因としては、当該モデルの設計に何らかの不適切な点があることも考えられるし、当該モデルが既に古くなっていることも考えられる。モデル自体の設計には特に問題がなくても、古いモデルのサーバは、既に長期間にわたって運用され続けている蓋然性が高い。したがって、古いモデルのサーバにおける経年劣化は、比較的大きいと推測される。

[0200] つまり、あるモデルのサーバで異常が発生しやすい原因が、上記2つの原因のどちらであるにせよ、もし、サーバ s_i と同じモデルの他のサーバで異常が発生しやすいならば、サーバ s_i に異常が発生する蓋然性も高い」と推測

される。そして、異常が発生しやすいければ、故障も発生しやすい。よって、同じモデルの他のサーバでの異常の発生のしやすさを考慮に入れるため、劣化評価部 3 d は、式 (20) または (21) にしたがって、劣化評価値を算出してもよい。

[0201] 式 (20) と (21) 中の評価関数 $f_{\text{model}}(s_i)$ は、サーバ s_i と同じモデルの他のサーバでの異常の発生のしやすさを示し、具体的には、例えば式 (22) により定義される。

[0202] [数 22]

$$f_{\text{model}}(s_i) = \frac{C_{\text{model}}}{|\text{model}(s_i)|} \times \sum_{s_j \in \text{model}(s_i)} \left(\sum_{h=1}^L W_h t_{\text{mpr}}(s_j, h) + \sum_{h=1}^L W_h t_{\text{vol}}(s_j, h) \right) \quad \dots\dots(22)$$

[0203] なお、式 (22) 中の係数 C_{model} は、図 6 には例示されていないが、適宜の正の係数である。また、式 (22) 中の関数 $t_{\text{vol}}(s_i, h)$ は、今までにサーバ s_i でレベル h の電圧異常 (すなわち電圧超過または電圧低下) が続いた時間の合計の長さを示す。

[0204] また、式 (22) における集合 $\text{model}(s_i)$ は式 (23) により定義される。

[0205] [数 23]

$$\text{model}(s_i) = \{s_j \mid i \neq j \wedge \text{サーバ } \langle \text{とぶは同じモデル} \rangle \} \quad \dots\dots(23)$$

[0206] モデルごとに集合 $\text{model}(s_i)$ の要素数は異なり得るので、式 (22) は、正規化のために、集合 $\text{model}(s_i)$ の要素数による除算を含む。なお、もし集合 $\text{model}(s_i)$ が空集合の場合は、評価関数 $f_{\text{model}}(s_i)$ は、0 と定義される。

[0207] ところで、図 5 に関して説明したように、総合評価値は、アクティブサーバでの故障の発生とは関係なく、定期的に予め算出されて管理 DB 5 などに記録されていてもよい。その場合、総合評価値の算出に使われた他の評価値 (例えば温度評価値など) も、あわせて記録されていてもよい。

[0208] 温度評価値と電圧評価値は、算出される時点における状況を反映している。よって、温度評価値と電圧評価値は、算出されるたびに、単純に上書きされる。時刻評価値も、同様に、算出されるたびに、単純に上書きされる。

[0209] 他方、劣化評価値は、他の種類の評価値と同様に、単純な上書きにより更新されることもあるが、さらに、適宜更新されてもよい。具体的には、以下のいずれかの場合に、劣化評価部 3 d は、式 (24) にしたがって、記録されている劣化評価値 $f_{dgr}(s_i)$ を更新してもよい。

- [021 0] ・サーバ s_i から既存の部品が取り除かれたとき。
- ・サーバ s_i に新たな部品が取り付けられたとき。
- ・サーバ s_i の既存の部品が新たな部品に交換されたとき。

[021 1] [数 24]

$$f_{dgr}(s_i) = \left(1 - \frac{replaced(s_i) + incdec(s_i)}{removable(s_i) + C_{body}} \right) f_{dgr}(s_i) \quad \dots\dots(24)$$

[021 2] 式 (24) において、右辺の劣化評価値 $f_{dgr}(s_i)$ は、以前の劣化評価値 (つまり記録済みの劣化評価値) であり、左辺の劣化評価値 $f_{dgr}(s_i)$ は、更新後の新たな劣化評価値である。また、式 (24) 中の本体係数 C_{body} は、図 6 では省略されているが、適宜の正の係数である。本体係数 C_{body} は、サーバ s_i 本体に含まれていてしかも着脱不能な部品の影響を示す。

[021 3] 式 (24) 中の関数 $replaced(s_i)$ は、サーバ s_i において今回交換された部品の個数を示す。例えば、既存の 2 枚の拡張カードが新たな 2 枚の拡張カードに交換された場合、関数 $replaced(s_i)$ の値は 2 である。

[0214] 式 (24) 中の関数 $incdec(s_i)$ は、サーバ s_i において今回増えたか減った部品の個数を示す。例えば、既存の 1 枚の NIC がサーバ s_i から取り除かれた場合、関数 $incdec(s_i)$ の値は 1 である。あるいは、新たな 3 枚のメモリモジュールがサーバ s_i に取り付けられた場合、関数 $incdec(s_i)$ の値は 3 である。

[021 5] 式 (24) 中の関数 $removable(s_i)$ は、着脱可能な部品を最大

でいくつまでサーバ s_i に搭載することが可能かを示す。なお、着脱可能な部品の例は、メモリモジュール、CPU、NICやHBA (Host Bus Adapter) などのインタフェースカード、その他の種類の拡張カード、電源ユニット、ファン、HDDなどである。

[021 6] 関数 $replaced(s_i)$ 、 $incdec(s_i)$ 、および $removable(s_i)$ の以上の定義から明らかのように、式 (25) の関係が成立する。

[021 7] [数25]

$$removable(s_i) \geq replaced(s_i) + incdec(s_i) \quad \dots\dots (25)$$

[021 8] ところで、式 (24) の右辺において旧・劣化評価値に掛けられる被乗数の値は、0より大きく、1より小さい。なぜなら、本体係数 C_{body} が正であり、式 (25) の関係が成立するからである。

[021 9] つまり、式 (24) にしたがって劣化評価部 3d が行う劣化評価値の更新は、「部品の交換、追加、または削除によって、サーバ s_i に将来故障が発生する蓋然性が下がるだろう」という予測を示す。このような予測の根拠は次のとおりである。

[0220] 古い既存の部品が新しい部品に交換される場合は、異常の発生しやすい部品が異常の発生しにくい部品に交換される場合である、と見なせる。よって、この場合、経年劣化に起因する故障がサーバ s_i に将来発生する蓋然性は、下がると予測される。

[0221] また、単に古い既存の部品がサーバ s_i から取り除かれる場合は、異常の発生しやすい部品の数が減る場合である、と見なせる。よって、この場合、サーバ s_i 全体としては、経年劣化に起因する異常が発生しにくくなり、ひいては故障も発生しにくくなると予測される。

[0222] そして、新たな部品がサーバ s_i に追加される場合は、サーバ s_i を構成する複数の部品に占める、異常の発生しにくい部品の割合が高まる場合である、と見なせる。よって、この場合も、サーバ s_i 全体としては、経年劣化に起因する異常が発生しにくくなり、ひいては故障も発生しにくくなると予測さ

れる。

[0223] 以上のような考察に基づいて、劣化評価部 3 d は、例えば式 (24) にしたがって劣化評価値を更新してもよい。もちろん、実施形態によっては、サーバ s_i における部品の交換、追加、または削除の際に、劣化評価部 3 d が式 (24) 以外の適宜の式にしたがって劣化評価値を更新してもよい。

[0224] ところで、時刻評価部 3 e が算出する時刻評価値を $f_{time}(s_i, p)$ とすると、第 3 ~ 第 5 実施形態では、具体的には式 (26) の時刻評価値 $f_{time}(s_i, p)$ が算出される。

[0225] [数26]

$$\begin{aligned}
 f_{time}(s_i, p) = & C_{one} \left(\sum_{h=1}^L W_h \text{freq}_{monthly}(s_i, h, 1, p) \right) \\
 & + C_{two} \left(\sum_{h=1}^L W_h \text{freq}_{monthMy}(s_i, h, 2, p) \right) \\
 & + C_{three} \left(\sum_{h=1}^L W_h \text{freq}_{も 属 特}(s_i, h, 3, p) \right) \dots\dots(26)
 \end{aligned}$$

[0226] 式 (26) の時刻評価値 $f_{time}(s_i, p)$ の第 2 引数 p は、1 日の中のある時間帯を示す。時間帯 P は、算出部 3 により時刻評価部 3 e に対して指定されてもよいし、現在時刻に基づいて時刻評価部 3 e により決定されてもよい。例えば、時間帯 P は、「午前 9 時から午前 10 時までの 1 時間」という時間帯でもよい。時間帯 P の長さは実施形態に応じて任意である。

[0227] 時刻評価値 $f_{time}(s_i, p)$ は、1 日の中のある時間帯 p にサーバ s_i に故障が発生する蓋然性を示す。ある種の状況下では、サーバ s_i の電圧は、ある特定の時間帯 P に不安定になりやすいかもしれないし、サーバ s_i の温度は、ある特定の時間帯 p に上昇しやすいかもしれない。そのため、ある特定の時間帯 p にサーバ s_i において故障が発生しやすいかもしれない。

[0228] 上記の「ある種の状況」の例は、例えば、以下のような状況である。

[0229] ・サーバ s_i は、コールドスタンバイ方式の冗長化システムにおけるスタンバイサーバである。

・アクティブサーバが正常な間、スタンバイサーバ s_i は、アクティブサ

- 1バが実行する処理とは無関係な、他のサービスを提供するために使われる。

・スタンバイサーバ s_i が提供するサービスに対して、ある特定の時間帯 P に集中して、大量のアクセスがある。

[0230] 例えば上記のような状況下では、故障の起きやすさが時刻に依存することがある。時刻評価値 $f_{time}(s_i, p)$ は、時刻に依存する故障の起きやすさを、過去の履歴に基づいて表す。

[0231] 式 (26) 中に現れる関数 $f_{req\ monthly}(s; h, m, p)$ は、サーバ s_i において最近 m ヶ月以内に時間帯 p の少なくとも一部において発生中だった、レベル h の異常の頻度を示す。なお、ある日発生した異常が、翌日以降まで継続することもあり得る。この場合、当該異常の頻度は、簡単のために「1回」とカウントされてもよいし、より精密な予測を期するために日ごとに別々にカウントされてもよい。

[0232] 例えば、2011年10月1日9時30分に発生した異常が2011年10月3日11時まで継続したと仮定する。また、時間帯 p が、午前9時から午前10時までの1時間であると仮定する。

[0233] この場合、当該異常の頻度は「3回」とカウントされてもよい。なぜなら、当該異常が継続している時間帯は、2011年10月1日の時間帯 p とも重なっており、2011年10月2日の時間帯 p とも重なっており、2011年10月3日の時間帯 p とも重なっているからである。

[0234] なお、式 (26) における係数 C_{one} 、 C_{two} 、および C_{three} の値は、例えば図6に例示した値でもよい。これらの係数は、式 (27) の関係を満たす。式 (27) の関係は、将来故障が生じる蓋然性の評価においては、古い履歴よりも新しい履歴の方に重きが置かれることを意味する。

[0235] [数27]

$$0 < C_{three} < C_{two} < C_{one} \quad \dots\dots (27)$$

[0236] ところで、第3～第5実施形態は、時刻評価部 3e が式 (26) 以外の式にしたがって時刻評価値を算出するように、変形されてもよい。例えば、式

(26) の粒度は 1 ヶ月ごとだが、別の粒度 (例えば、1 週間ごとの粒度、または 1 日ごとの粒度) で、時刻評価値が算出されてもよい。また、式 (26) で注目される異常の範囲は、「最近 3 ヶ月以内」という範囲だが、実施形態に応じて範囲も任意に設定可能である。例えば、時刻評価部 3e は、式 (28) にしたがって時刻評価値 $f_{time}(s_i, p)$ を算出してもよい。

[0237] [数28]

$$f_{time}(s_i, p) = \sum_{Oldest \leq d \leq Today} \left(g(Today - d) \left(\sum_{h=1}^L W_h freq_{daily}(s_i, h, d, p) \right) \right) \dots\dots(28)$$

[0238] 式 (28) におけるインデックス変数 d は、日付を示す。また、時刻評価部 3e が時刻評価値を算出する当日を $Today$ とする。式 (28) 中の日付 $Oldest$ は、時刻評価値の算出において考慮される履歴の範囲を規定する日付であり、実施形態に応じて任意に決められてよい。

[0239] 式 (28) 中に現れる関数 $freq_{daily}(s_i; h, d, p)$ は、サーバ s_i において、日付 d に、時間帯 p の少なくとも一部において発生中だった、レベル h の異常の頻度を示す。例えば、ある日 d の時間帯 p には、レベル h の温度異常とレベル h の電圧異常の双方が発生するかもしれない。この場合、関数 $freq_{daily}(s_i; h, d, p)$ の値は、2 である。

[0240] また、式 (28) 中に現れる関数 $g(\chi)$ は、0 以上の任意の χ に対して 0 以上の値を返す単調減少関数であれば、どのような関数であつてもよい。

[0241] ところで、総合評価部 3c は、第 1 実施形態では式 (29) にしたがって総合評価値 $f_{total}(s_i)$ を算出し、第 2 実施形態では式 (30) にしたがって総合評価値 $f_{total}(s_i)$ を算出する。また、総合評価部 3c は、第 3 実施形態では式 (31) にしたがって総合評価値 $f_{total}(s_i)$ を算出し、第 4 ~ 第 5 実施形態では式 (32) にしたがって総合評価値 $f_{total}(s_i)$ を算出する。

[0242] [数29]

$$f_{to}M() = fM() \dots\dots \square \text{力}$$

[0243] [数30]

$$f_{total}(s_i) = f_{tot}(s_i) + f_{dgr}(s_i) \quad \dots\dots(30)$$

[0244] [数31]

$$f_{total}(s_i) : f_{tot}(s_i) + f_{tne}(s_i, P_{iod}(Now)) \quad \dots\dots(31)$$

[0245] [数32]

$$\Delta_i(s_i) = f_{tot}(s_i) + f_{dgr}(s_i) + f_{ime}(s_i, period(Now)) \quad \dots\dots(32)$$

[0246] なお、式 (29) ~ (32) 中の関数 $f_{tot}(s_i)$ は、温度評価値 $f_{tmp_r}(s_i)$ と電圧評価値 $f_{vol}(s_i)$ の重み付け和である。重み付けは、サーバ s_i での温度異常の発生しやすさと、サーバ s_i での電圧異常の発生しやすさに依存する。

[0247] 換言すれば、関数 $f_{tot}(s_i)$ は、以下の2つの値に依存する。

- [0248] ・温度に関する現象 (具体的には温度異常) に関連する故障の、サーバ s_i における発生のしやすさを示す値。
- ・電圧に関する現象 (具体的には電圧低下または電圧超過) に関連する故障の、サーバ s_i における発生のしやすさを示す値。

[0249] 上記2つの値は、具体的には、サーバ s_i 自体から収集された故障予兆情報に応じて得られる値であり、サーバ s_i で過去に発生した温度異常と電圧異常の履歴に基づく。重みづけにより、温度異常が発生しやすいサーバに関しては温度評価値が重視され、逆に、電圧異常が発生しやすいサーバに関しては電圧評価値が重視される。なお、関数 $f_{tot}(s_i)$ のさらなる詳細は、式 (34) ~ (38) とともに後述する。

[0250] また、式 (31) と (32) 中の定数 Now は、総合評価部 3c が総合評価値を算出する時点を示す。そして、関数 $period(Now)$ は、時点 Now を含む適宜の時間帯を示す。関数 $period(Now)$ は、例えば、時点 Now を含む長さ1時間の期間でもよい。

[0251] ところで、式 (29) ~ (32) を一般化すると、式 (33) が得られる。3つの係数 C_{tot} 、 C_{dgr} 、および C_{ime} は、0以上の値であれば任意であ

る。例えば、式 (29) は、式 (33) において $C_{tot} = 1$ かつ $C_{dgr} = 0$ かつ $C_{time} = 0$ の場合である。総合評価部 3c は、実施形態に応じた適宜の係数 C_{tot} 、 C_{dgr} 、および C_{time} を用いて、式 (33) にしたがって総合評価を算出することができる。

[0252] [数33]

$$f_{total}(s_i) = C_{tot} f_{tot}(s_i) + C_{dgr} f_{dgr}(s_i) + C_{time} f_{time}(s_i, Period(Now)) \dots (33)$$

[0253] ここで、上記の式 (29) ~ (33) 中の関数 $f_{tot}(s_i)$ について説明する。関数 $f_{tot}(s_i)$ は、第 1~5 実施形態では、具体的には式 (34) により定義される。

[0254] [数34]

$$f_{tot}(s_i) = \frac{(\varepsilon + t_{mpr}(s_i)) f_{mpr}(s_i) + (\varepsilon + t_{vol}(s_i)) f_{vol}(s_i)}{2\varepsilon + t_{mpr}(s_i) + t_{vol}(s_i)} \dots (34)$$

[0255] 式 (34) における定数 ε の値は、例えば図 6 に例示した値でもよい。定数 ε は、0 による除算を防ぐための、正のごく小さな値である。

[0256] また、式 (34) における関数 $t_{mpr}(s_i)$ は式 (35) により定義され、関数 $t_{vol}(s_i)$ は式 (36) により定義される。式 (35) 中の関数 $t_{mpr}(s_i; h)$ については、式 (13) に関連して既に説明した。また、式 (35) 中の関数 $t_{vol}(s_i; h)$ については、式 (22) に関連して既に説明した。

[0257] [数35]

$$t_{mpr}(s_i) = \sum_{h=1}^L t_{mpr}(s_i, h) \dots (35)$$

[0258] [数36]

$$t_{vol}(s_i) = \sum_{h=1}^L t_{vol}(s_i, h) \dots (お)$$

[0259] すなわち、式 (35) の関数 $t_{tmprr}(s_i)$ は、今までにサーバ s_i で1つ以上の温度異常の各々が続いた時間の長さの合計を示す。もちろん、今までにサーバ s_i で温度異常が発生したことがなければ、関数 $t_{tmprr}(s_i)$ の値は0である。

[0260] また、式 (36) の関数 $t_{vol}(s_i)$ は、今までにサーバ s_i で1つ以上の電圧異常の各々が続いた時間の長さの合計を示す。もちろん、今までにサーバ s_i で電圧異常が発生したことがなければ、関数 $t_{vol}(s_i)$ の値は0である。

[0261] なお、式 (35) と (36) では、簡単のため、異常のレベルの違いが考慮されていない。しかし、実施形態によっては、式 (35) や (36) のような単純な総和の代わりに、異常のレベルに応じた重み W_h を用いた重み付け和が使われてもよい。

[0262] ここで、今までにサーバ s_i で少なくとも1回は、温度異常または電圧異常が発生したことがあるとする。この場合、定数 ε を0と見なすことにより、式 (34) は、式 (37) のように近似される。

[0263] [数37]

$$f_{tot}(s_i) \approx \frac{t_{tmprr}(s_i)}{t_{tmprr}(s_i) + t_{vol}(s_i)} f_{tmprr}(s_i) + \frac{\text{な/り}}{t_{tmprr}(s_i) + t_{vol}(s_i)} J_{vol}(s_i) \dots\dots(37)$$

[0264] 式 (37) の近似から分かるとおり、関数 $f_{tot}(s_i)$ は、温度評価値 $f_{tmprr}(s_i)$ と電圧評価値 $f_{vol}(s_i)$ の重み付け和を算出するための関数である。そして、温度評価値 $f_{tmprr}(s_i)$ に掛けられる重みは、今までにサーバ s_i で温度異常と電圧異常が続いた時間の合計の長さに対する、今までにサーバ s_i で温度異常が続いた時間の合計の長さの割合である。他方、電圧評価値 $f_{vol}(s_i)$ に掛けられる重みは、今までにサーバ s_i で温度異常と電圧異常が続いた時間の合計の長さに対する、今までにサーバ s_i で電圧異常が続い

た時間の合計の長さの割合である。

[0265] 温度異常と電圧異常のどちらが発生しやすいかは、サーバごとに異なり得る。また、温度異常の発生のしやすさと電圧異常の発生のしやすさがどの程度異なるかも、サーバごとに異なり得る。つまり、温度異常の発生のしやすさと電圧異常の発生のしやすさの比率は、各サーバに固有の性質である。

[0266] 式 (37) のように近似される式 (34) での重み付けは、サーバ s_i に固有の性質を反映している。もし、サーバ s_i では電圧異常よりも温度異常の方が発生しやすいならば、サーバ s_i に関しては温度異常に大きな重みが与えられる。逆に、もしサーバ s_i では温度異常よりも電圧異常の方が発生しやすいならば、サーバ s_i に関しては電圧異常に大きな重みが与えられる。

[0267] そして、式 (29) ~ (33) に示すように、総合評価値 $f_{tot}, (s_i)$ には、関数 $f_{tot}, (s_i)$ の値が反映される。つまり、第1~第5実施形態のいずれにおいても、総合評価部3cは、各スタンバイサーバに固有の性質を考慮に入れて各スタンバイサーバを総合的に評価する。その結果、フェイルオーバー制御部4は、最も適切なスタンバイサーバへのフェイルオーバーを実行することができる。

[0268] なお、今までにサーバ s_i で温度異常も電圧異常も発生したことがない場合は、式 (34) から式 (38) が得られる。もしサーバ s_i に実際に異常が発生したことがないならば、サーバ s_i で発生しやすい異常の種類は不明である。よって、この場合、「サーバ s_i では、温度異常と電圧異常の発生のしやすさが互角である」と想定するのが妥当である。式 (38) はこの想定を表す。

[0269] [数38]

$$f_{tot}(s_i) = \frac{1}{2} (f_{impr}(s_i) + f_{vol}(s_i)) \quad \dots\dots(38)$$

[0270] 以上、第1~第5実施形態の概要を説明するために、具体的な数式を参照した。しかし、もちろん、上記に例示した式以外の式に基づいて算出部3内の各部分が各種評価値を算出してもよい。

- [0271] 以下では、上記の数式にしたがった総合評価値の算出を実現するための、具体的なデータの例およびフローチャートの例について説明する。図7は、図2の管理DB5に含まれるサーバテーブルとシャーシテーブルの例を示す図である。
- [0272] 図7のサーバテーブル203は、7つのエントリを含む。これらの7つのエントリは、管理サーバ1が管理する図2の7台のサーバ30-1~30-7にそれぞれ対応する。各エントリは、サーバID、シャーシID、スロットID、ラックID、ラック内位置、シリアル番号、CPU数、メモリサイズ、NIC数、カード数、シャーシ内電源ID、ラック内電源IDという、12個のフィールドを含む。
- [0273] サーバIDは、サーバを識別するIDである。管理サーバ1が管理する複数のサーバには、互いに異なるサーバIDが予め割り当てられている。
- [0274] シャーシIDとスロットIDは、プレート型サーバに対応するエントリでのみ有効である。プレート型サーバに対応するエントリにおいて、シャーシIDは、サーバが搭載されているシャーシを識別するIDであり、スロットIDは、サーバが差し込まれているスロットを識別するIDである。
- [0275] スロットIDの値は、1台のシャーシ内で一意であればよい。ただし、以下では説明の簡単化のため、スロットIDが数値であるものとし、スロットIDの値によりシャーシ内の位置が表されるものとする。例えば、「2」というスロットIDで表されるスロットには、「1」と「3」というスロットIDでそれぞれ表される2つのスロットが隣接しているものとする。なお、ラックマウント型サーバに対応するエントリのシャーシIDの値とスロットIDの値は、無効な値である。
- [0276] ラックIDとラック内位置は、ラックマウント型サーバに対応するエントリでのみ有効である。ラックマウント型サーバに対応するエントリにおいて、ラックIDは、サーバが搭載されているラックを識別するIDであり、ラック内位置は、サーバが搭載されているラック内での位置を識別するIDである。

- [0277] ラック内位置の値は、1台のラック内で一意であればよい。なお、プレート型サーバに対応するエントリのラックIDの値とラック内位置の値は、無効な値である。
- [0278] シリアル番号は、サーバに固有の製造番号である。便宜上「シリアル番号」と呼んでいるが、シリアル番号は記号と数字の任意の組み合わせでよい。
- [0279] CPU数は、サーバに搭載されているCPUの数である。メモリサイズは、サーバに搭載されているメモリの容量をメガバイト(MB)単位で示す数値である。NIC数は、サーバに取り付けられたNICの数と、サーバに内蔵されたオンボード型のネットワークインタフェースコントローラの数との和である。カード数は、サーバに取り付けられた、NIC以外の拡張カード(例えばグラフィックカードなど)の数である。
- [0280] シャーシ内電源IDは、プレート型サーバに対応するエントリでのみ有効である。プレート型サーバに対応するエントリにおいて、シャーシ内電源IDは、サーバに接続されている、シャーシ内の電源ユニットを識別するIDである。シャーシ内電源IDの値は、1台のシャーシ内で一意であればよい。ラックマウント型サーバに対応するエントリのシャーシ内電源IDの値は、無効な値である。
- [0281] ラック内電源IDは、ラックマウント型サーバに対応するエントリでのみ有効である。ラックマウント型サーバに対応するエントリにおいて、ラック内電源IDは、サーバに接続されている、ラック内の電源ユニットを識別するIDである。シャーシ内電源IDの値は、1台のラック内で一意であればよい。プレート型サーバに対応するエントリのラック内電源IDの値は、無効な値である。
- [0282] 図2と比較しながら図7のサーバテーブル203の各エントリについて説明すると、以下のとおりである。
- [0283] プレート型サーバ30_1のサーバIDは「1」である。また、サーバ30_1は、「1」というシャーシIDのシャーシ20_1内の、「1」というスロットIDのスロットに搭載されている。そして、サーバ30_1のシ

リアル番号は「A 1」であり、サーバ30_1は2台のCPU101を有し、サーバ30_1のRAM102の容量は2048MBである。また、サーバ30_1には4つのネットワークインタフェース103があるので、NIC数は4である。サーバ30_1には、さらに1枚の拡張カードも取り付けられている。そして、サーバ30_1には、「1」というシャーシ内電源IDの電源ユニット23_1から、電力が供給される。

[0284] プレート型サーバ30_2のサーバIDは「2」である。また、サーバ30_2は、「1」というシャーシIDのシャーシ20_1内の、「4」というスロットIDのスロットに搭載されている。そして、サーバ30_2のリアル番号は「B 1」であり、サーバ30_2は2台のCPU101を有し、サーバ30_2のRAM102の容量は2048MBである。また、サーバ30_2には4つのネットワークインタフェース103があるので、NIC数は4である。サーバ30_2には、さらに1枚の拡張カードも取り付けられている。そして、サーバ30_2には、「2」というシャーシ内電源IDの電源ユニット23_2から、電力が供給される。

[0285] プレート型サーバ30_3のサーバIDは「3」である。また、サーバ30_3は、「1」というシャーシIDのシャーシ20_1内の、「5」というスロットIDのスロットに搭載されている。そして、サーバ30_3のリアル番号は「C 1」であり、サーバ30_3は2台のCPU101を有し、サーバ30_3のRAM102の容量は2048MBである。また、サーバ30_3には4つのネットワークインタフェース103があるので、NIC数は4である。サーバ30_3には、さらに1枚の拡張カードも取り付けられている。そして、サーバ30_3には、「2」というシャーシ内電源IDの電源ユニット23_2から、電力が供給される。

[0286] プレート型サーバ30_4のサーバIDは「4」である。また、サーバ30_4は、「2」というシャーシIDのシャーシ20_2内の、「3」というスロットIDのスロットに搭載されている。そして、サーバ30_4のリアル番号は「D 1」であり、サーバ30_4は4台のCPU101を有し

、サーバ30—4のRAM102の容量は4096MBである。また、サーバ30—4には2つのネットワークインタフェース103があるので、NIC数は2である。サーバ30—4には、さらに2枚の拡張カードも取り付けられている。そして、サーバ30—4には、「3」というシャーシ内電源IDの電源ユニット23—3から、電力が供給される。

[0287] プレート型サーバ30_5のサーバIDは「5」である。また、サーバ30—5は、「2」というシャーシIDのシャーシ20_2内の、「4」というスロットIDのスロットに搭載されている。そして、サーバ30—5のシリアル番号は「E1」であり、サーバ30_5は4台のCPU101を有し、サーバ30—5のRAM102の容量は4096MBである。また、サーバ30_5には2つのネットワークインタフェース103があるので、NIC数は2である。サーバ30—5には、さらに2枚の拡張カードも取り付けられている。そして、サーバ30—5には、「3」というシャーシ内電源IDの電源ユニット23—3から、電力が供給される。

[0288] ラックマウント型サーバ30—6のサーバIDは「6」である。また、サーバ30—6は、「3」というラックIDのラック10_3内の、「1」という値で識別される位置に搭載されている。そして、サーバ30—6のシリアル番号は「F1」であり、サーバ30—6は2台のCPU101を有し、サーバ30—6のRAM102の容量は1024MBである。また、サーバ30—6には6つのネットワークインタフェース103があるので、NIC数は6である。サーバ30—6には、さらに2枚の拡張カードも取り付けられている。そして、サーバ30—6には、「3」というラック内電源IDの電源ユニット12—3から、電力が供給される。

[0289] ラックマウント型サーバ30_7のサーバIDは「7」である。また、サーバ30—7は、「3」というラックIDのラック10_3内の、「2」という値で識別される位置に搭載されている。そして、サーバ30—7のシリアル番号は「G1」であり、サーバ30—7は2台のCPU101を有し、サーバ30—7のRAM102の容量は1024MBである。また、サーバ

30-7には6つのネットワークインタフェース103があるので、NIC数は6である。サーバ30-7には、さらに2枚の拡張カードも取り付けられている。そして、サーバ30-7には、「3」というラック内電源IDの電源ユニット12-3から、電力が供給される。

[0290] さて、図7にはシャーシテーブル204も例示されている。シャーシテーブル204は、2つのエントリを含む。これらの2つのエントリは、図2のシャーシ20_1~20-2にそれぞれ対応する。各エントリは、シャーシID、ラックID、ラック内位置、ラック内電源IDという、4つのフィールドを含む。

[0291] シャーシIDはシャーシを識別するIDであり、ラックIDはシャーシが搭載されているラックを識別するIDである。ラック内位置は、シャーシがラック内で占める範囲を示す。プレート型サーバ用のシャーシの高さは、例えば、6Uであったり10Uであったりするので、シャーシに応じて、シャーシがラック内で占める範囲は異なり得る。そこで、ラック内での位置を識別するIDのペアを用いて、シャーシがラック内で占める範囲を示すことができる。なお、「U」はラック単位 (rack unit) を示す。また、ラック内電源IDは、シャーシに接続されておりシャーシに電力を供給する、ラック内の電源ユニットを識別するIDである。

[0292] 図2と比較しながら図7のシャーシテーブル204について説明すると、以下のとおりである。

[0293] シャーシ20_1のシャーシIDは上記のとおり「1」である。シャーシ20-1は、「1」というラックIDのラック10-1に搭載されている。また、シャーシ20_1の高さは6Uであり、シャーシ20-1は、ラック10-1内において、「1」と「6」という2つの値で示される範囲を占めている。また、シャーシ20-1には、「1」というラック内電源IDの電源ユニット12_1から、電力が供給される。

[0294] シャーシ20-2のシャーシIDは上記のとおり「2」である。シャーシ20-2は、「2」というラックIDのラック10-2に搭載されている。

また、シャーシ20—2の高さは10Uであり、シャーシ20—2は、ラック10—2内において、「1」と「10」という2つの値で示される範囲を占めている。また、シャーシ20—2には、「2」というラック内電源IDの電源ユニット12—2から、電力が供給される。

[0295] ところで、サーバテーブル203とシャーシテーブル204は、例えばネットワーク管理者によって、クライアント6を介して予め用意されてもよいし、収集部2により自動的に生成されてもよい。

[0296] 例えば、収集部2は、サーバIDとシリアル番号とCPU数とメモリサイズとNIC数とカード数を互いに対応づける情報を、サーバ管理装置31-1~31_7から収集してもよい。また、収集部2は、プレート型サーバに関して、サーバIDとシャーシIDとスロットIDとシャーシ内電源IDを互いに対応づける情報を、シャーシ管理装置21-1~21_2から収集してもよい。収集部2は、ラックマウント型サーバに関して、サーバIDとラックIDとラック内位置とラック内電源IDを互いに対応づける情報を、ラック管理装置11—1~11_3から収集してもよい。収集部2は、以上のようにして収集した情報を用いてサーバテーブル203を生成してもよく、生成したサーバテーブル203を管理DB5に格納してもよい。

[0297] また、収集部2は、シャーシIDとラックIDとラック内位置とラック内電源IDを互いに対応づける情報を、ラック管理装置11_1~11_3から収集してもよい。収集部2は、以上のようにして収集した情報を用いてシャーシテーブル204を生成してもよく、生成したシャーシテーブル204を管理DB5に格納してもよい。

[0298] 続いて、図8~12Bを参照して、第1実施形態について説明する。

[0299] 図8は、管理DB5に含まれるイベント管理テーブルの例を示す図である。図8のイベント管理テーブル205aと205bは、同じイベント管理テーブルの異なる2つの時点の状態を示す。

[0300] また、イベント管理テーブルに記憶される情報は、図1に関して説明した故障予兆情報の具体例である。イベント管理テーブルのエントリは、収集部

2により追加および更新される。

[0301] イベント管理テーブル205aには12個のエントリがあり、各エントリは、エントリID、サーバID、開始時刻、終了時刻、イベントのレベル、およびイベントの種類という、6個のフィールドを含む。各エントリは、1台のサーバにおける1つのイベントに対応する。なお、イベント管理テーブル205bは、エントリIDが「13」と「14」と「15」のエントリをさらに含む点以外は、イベント管理テーブル205aと同じである。

[0302] エントリIDは、イベント管理テーブル内でエントリを識別するIDである。サーバIDは、当該エントリがどのサーバに関するものなのかを示す。

[0303] また、開始時刻はイベントが発生した時刻を示す。発生したイベントは、何らかの長さの時間にわたって継続する。例えば、「温度異常」というイベントが何時間か継続するかもしれない。既に終了したイベントに関するエントリでは、イベントが終了した時刻が終了時刻として記録されている。他方、現在継続中のイベントに関するエントリでは、終了時刻のフィールドには無効な値が設定されている。

[0304] また、イベントのレベルは、図8と15の例では、「information」、「Minor」、「Major」、および「Critical」の4つのレベルのいずれかである。また、イベントの種類には、「電源ON」、「電源OFF」、「温度異常」、「電圧低下」、および「電圧超過」などがある。なお、図8と15の例では、以上のようにイベントのレベルと種類が文字列で表記されているが、イベントのレベルと種類は、イベント管理テーブルにおいて、適宜の数値により表されてもよい。

[0305] ここで、「電源ON」イベントと「電源OFF」イベントは、異常を示すイベントではない。よって、「電源ON」イベントまたは「電源OFF」イベントに関するエントリにおいては、イベントのレベルは、「Information」レベルである。つまり、「information」レベルは、図6の重み202に関して説明したレベル0に対応する。

[0306] 他方、「温度異常」イベント、「電圧低下」イベント、および「電圧超過

」イベントは、異常を示すイベントである。よって、「温度異常」イベント、「電圧低下」イベント、または「電圧超過」イベントに関するエントリにおいては、イベントのレベルは、異常のレベルに応じた値で表される。具体的には、図6の重み202に関して説明したレベル1、レベル2、およびレベル3が、それぞれ、「Minor」レベル、「Major」レベル、および「Critical」レベルに対応する。

[0307] 以下、具体的にイベント管理テーブル205aと205bの各エントリについて説明する。なお、図8と15の例では、エントリIDとしてシーケンス番号が使われているので、以下では単純化のため、エントリIDが「n」のエントリのことを「n番目のエントリ」ということがある。

[0308] なお、イベント管理テーブル205aは、2011年1月1日10時に12番目のエントリが追加された直後の状態を示す。また、イベント管理テーブル205bは、2011年1月2日11時に15番目のエントリが追加された直後の状態を示す。

[0309] 1番目のエントリは、「1」というサーバIDが割り当てられたサーバ30-1のサーバ管理装置31-1から収集部2が収集した情報に基づいて生成されたエントリである。1番目のエントリは、サーバ30-1で2010年12月23日10時に発生した「電源ON」イベントを示す。つまり、1番目のエントリは、サーバ30-1の主電源スイッチが2010年12月23日10時に入れられ、サーバ30-1がブートしたことを示す。

[0310] サーバ30-1の状態を監視するサーバ管理装置31-1は、サーバ30-1の主電源スイッチが入れられたことを収集部2に通知する。よって、収集部2は、通知の内容に基づいて、イベントの種類を「電源ON」と判断し、1番目のエントリを生成する。

[0311] サーバ30-1はまだシャットダウンしていない。換言すれば、収集部2は、「電源ON」イベントの終了の通知をまだサーバ管理装置31-1から受信していない。よって、1番目のエントリの終了時刻は無効な値である。

[0312] 2番目のエントリは、「2」というサーバIDが割り当てられたサーバ3

0—2のサーバ管理装置31_2から収集部2が収集した情報に基づいて生成されたエントリである。2番目のエントリは、サーバ30—2で2010年12月23日10時に発生した「電源OFF」イベントを示す。

[031 3] ここで、サーバ30—2は、具体的には図3のコンピュータ100のように構成されていてもよい。その場合、コンピュータ100には、サーバ管理装置31—2（図3には不図示だが、図2に示されている）がさらに含まれる。サーバ管理装置31_2は、具体的には、例えば「サーバプロセッサ」などと呼ばれる、CPU101とは独立したプロセッサであってもよい。

[0314] また、コンピュータ100の外部からコンピュータ100に供給される電力は、コンピュータ100内部において、異なる2つの経路によりCPU101とサーバ管理装置31_2に供給されてもよい。この場合、「サーバ30—2としての機能を果たすコンピュータ100の本体には電源が入っていないが、サーバ管理装置31_2には電源が入っている」という状況が起こり得る。

[031 5] 例えば、サーバ30—2がシャーシ20—1の4番目のスロットに挿入されると、電源ユニット23—2からサーバ30—2への電力の供給が可能となる。しかし、サーバ30—2の主電源スイッチが入れられない限り、サーバ30—2本体（具体的にはCPU101）はブートしなくてもよい。他方、電源ユニット23—2からサーバ30—2への電力の供給が可能となり次第、サーバ管理装置31_2に自動的に電源が入るようになっていてもよい。

[031 6] すると、サーバ管理装置31_2はサーバ30—2の状態を監視し始め、「サーバ30—2の主電源はまだ入っていない」という状態を認識する。サーバ管理装置31—2は、例えば以上のような認識に基づいて、サーバ30—2の主電源がまだ入っていないことを2010年12月23日10時に収集部2に通知してもよい。通知には、サーバ管理装置31_2が状態を監視する対象のサーバ30—2のサーバIDも含まれる。

[031 7] 通知を受信した収集部2は、通知の内容から、イベントの種類を「電源0

FF」 と判断し、通知の内容に基づいて2番目のエントリを生成する。なお、エントリが生成される時点では、終了時刻は無効な値である。

[031 8] 図8の例では、サーバ30—2の主電源スイッチが2010年12月28日10時に入れられる。すると、サーバ管理装置31_2はサーバ30—2の主電源が入ったことを収集部2に通知する。通知の内容に基づいて、収集部2は、2番目のエントリの終了時刻として、2010年12月28日10時という日時を記録する。また、この通知に基づいて、収集部2は、後述の8番目のエントリも生成する。

[031 9] 3番目のエントリも、2番目のエントリと類似の過程を経て生成および更新されたエントリである。3番目のエントリによれば、サーバ30—4は、2010年12月23日10時にはまだ単にシャーシ20—2内のスロットに取り付けられただけである。しかし、2010年12月27日10時には、サーバ30—4の主電源が入れられている。

[0320] 4番目のエントリも、2番目のエントリと類似の過程を経て生成されたエントリである。4番目のエントリによれば、サーバ30—5は、2010年12月23日10時にシャーシ20—2のスロットに取り付けられたが、まだ主電源は入れられていない。そのため、4番目のエントリの「電源OFF」イベントはまだ終了しておらず、終了時刻は無効な値である。

[0321] 5番目のエントリも、2番目のエントリと類似の過程を経て生成および更新されたエントリである。5番目のエントリによれば、サーバ30—6は、2010年12月23日10時にはまだ単にラック10—3に取り付けられただけである。しかし、2010年12月28日10時には、サーバ30—6の主電源が入れられている。

[0322] 6番目のエントリも、2番目のエントリと類似の過程を経て生成および更新されたエントリである。6番目のエントリによれば、サーバ30—7は、2010年12月23日10時にはまだ単にラック10—3に取り付けられただけである。しかし、2010年12月31日10時には、サーバ30—7の主電源が入れられている。

- [0323] 7番目のエントリは、3番目のエントリの終了時刻を収集部2が更新する契機となった、サーバ管理装置31_4からの通知に基づいて、収集部2により生成される。つまり、サーバ30_4の主電源が入れられることは、「電源OFF」イベントの終了を意味するとともに、「電源ON」イベントの開始も意味する。そのため、収集部2は、サーバ管理装置31_4から通知を受け取ると、「電源OFF」イベントに関する3番目のエントリを更新するとともに、「電源ON」イベントに関する7番目のエントリを生成する。サーバ30_4は、主電源スイッチが入れられた後、まだシャットダウンしていないので、7番目のエントリの終了時刻は無効な値である。
- [0324] 同様に、8番目のエントリは、2番目のエントリの終了時刻を収集部2が更新する契機となった、サーバ管理装置31_2からの通知に基づいて、収集部2により生成される。サーバ30_2は、主電源スイッチが入れられた後、まだシャットダウンしていないので、8番目のエントリの終了時刻は無効な値である。
- [0325] 9番目のエントリは、2番目のエントリと類似の過程を経て生成されたエントリである。9番目のエントリによれば、サーバ30_3は、2010年12月28日10時にシャーシ20-1のスロットに取り付けられたが、まだ主電源は入れられていない。そのため、9番目のエントリの「電源OFF」イベントはまだ終了しておらず、終了時刻は無効な値である。
- [0326] 10番目のエントリは、5番目のエントリの終了時刻を収集部2が更新する契機となった、サーバ管理装置31_6からの通知に基づいて、収集部2により生成される。サーバ30_6は、主電源スイッチが入れられた後、まだシャットダウンしていないので、10番目のエントリの終了時刻は無効な値である。
- [0327] 11番目のエントリは、6番目のエントリの終了時刻を収集部2が更新する契機となった、サーバ管理装置31_7からの通知に基づいて、収集部2により生成される。サーバ30_7は、主電源スイッチが入れられた後、まだシャットダウンしていないので、11番目のエントリの終了時刻は無効な

値である。

[0328] 12番目のエントリは、サーバ30—2に2011年1月1日10時に発生した、「Major」レベルの「温度異常」イベントに対応する。具体的には、12番目のエントリは以下のようにして生成される。

[0329] サーバ管理装置31_2はサーバ30—2の状態を監視し、2011年1月1日10時に温度異常を検出する。例えば、サーバ30—2のCPU101が温度センサを備えていてもよく、サーバ管理装置31_2は、温度センサの出力を監視してもよい。

[0330] サーバ管理装置31_2は、サーバ30—2の温度異常（例えば、所定の閾値を超える高温）を検出すると、温度異常の検出を収集部2に通知する。サーバ管理装置31_2からの通知は、温度センサにより計測された温度自体の値を含んでいてもよいし、温度からサーバ管理装置31_2が判断した、温度異常のレベルを示す値を含んでいてもよい。

[0331] いずれにしろ、収集部2は、サーバ管理装置31_2からの通知に基づいて、サーバ30—2に「Major」レベルの「温度異常」イベントが発生したことを認識する。認識の結果、収集部2は、12番目のエントリを生成する。

[0332] なお、サーバ30—2における温度異常はまだ終熄していない。つまり、サーバ30—2の温度が正常に戻ったことを示す通知を、収集部2はまだ受信していない。そのため、12番目のエントリの終了時刻は無効な値である。

[0333] さて、イベント管理テーブル205aには、以上説明したような12個のエントリが含まれる。イベント管理テーブル205bは、その後さらに3つのエントリが追加された状態を示す。

[0334] 13番目のエントリは、サーバ30-6において2011年1月1日11時に発生し、2011年1月1日12時に終熄した、「Minor」レベルの「電圧低下」イベントに対応する。具体的には、13番目のエントリは、以下のようにして生成され、更新される。

- [0335] サーバ管理装置 3 1 _ 6 はサーバ 3 0 — 6 の状態を監視し、2 0 1 1 年 1 月 1 日 1 1 時に電圧低下を検出する。すると、サーバ管理装置 3 1 _ 6 は、電圧低下の検出を収集部 2 に通知する。サーバ管理装置 3 1 _ 6 からの通知は、計測された電圧自体の値を含んでいてもよいし、電圧からサーバ管理装置 3 1 _ 6 が判断した、電圧低下のレベルを示す値を含んでいてもよい。
- [0336] いずれにしろ、収集部 2 は、サーバ管理装置 3 1 _ 6 からの通知に基づいて、サーバ 3 0 — 6 に「M i n o」レベルの「電圧低下」イベントが発生したことを認識する。認識の結果、収集部 2 は、1 3 番目のエントリを生成する。生成された時点で、1 3 番目のエントリの終了時刻は、無効な値である。
- [0337] その後も、サーバ管理装置 3 1 _ 6 は、サーバ 3 0 — 6 の状態の監視を続ける。そして、サーバ管理装置 3 1 _ 6 は、電圧が正常に戻ったことを2 0 1 1 年 1 月 1 日 1 2 時に検出する。すると、サーバ管理装置 3 1 _ 6 は、電圧が正常に戻ったことを収集部 2 に通知する。そして、収集部 2 は、サーバ管理装置 3 1 _ 6 からの通知に基づいて、1 3 番目のエントリの終了時刻として、2 0 1 1 年 1 月 1 日 1 2 時という日時を記録する。
- [0338] 1 4 番目のエントリは、サーバ 3 0 — 4 において2 0 1 1 年 1 月 2 日 1 0 時に発生した「C r i t i c a l」レベルの「電圧低下」イベントに対応する。具体的には、1 4 番目のエントリは、以下のようにして生成される。
- [0339] サーバ管理装置 3 1 _ 4 はサーバ 3 0 — 4 の状態を監視し、2 0 1 1 年 1 月 2 日 1 0 時に電圧低下を検出する。すると、サーバ管理装置 3 1 _ 4 は、電圧低下の検出を収集部 2 に通知する。サーバ管理装置 3 1 _ 4 からの通知は、計測された電圧自体の値を含んでいてもよいし、電圧からサーバ管理装置 3 1 _ 4 が判断した、電圧低下のレベルを示す値を含んでいてもよい。
- [0340] いずれにしろ、収集部 2 は、サーバ管理装置 3 1 _ 4 からの通知に基づいて、サーバ 3 0 _ 4 に「C r i t i c a l」レベルの「電圧低下」イベントが発生したことを認識する。認識の結果、収集部 2 は、1 4 番目のエントリを生成する。生成された時点で、1 4 番目のエントリの終了時刻は、無効な

値である。

- [0341] 15番目のエントリは、サーバ30-6において2011年1月2日11時に発生した「Mino」レベルの「電圧低下」イベントに対応する。具体的には、15番目のエントリは、以下のようにして生成される。
- [0342] サーバ管理装置31_6はサーバ30-6の状態を監視し、2011年1月2日11時に電圧低下を検出する。すると、サーバ管理装置31_6は、電圧低下の検出を収集部2に通知する。サーバ管理装置31_6からの通知は、計測された電圧自体の値を含んでいてもよいし、電圧からサーバ管理装置31_6が判断した、電圧低下のレベルを示す値を含んでいてもよい。
- [0343] いずれにしろ、収集部2は、サーバ管理装置31_6からの通知に基づいて、サーバ30-6に「Mino」レベルの「電圧低下」イベントが発生したことを認識する。認識の結果、収集部2は、15番目のエントリを生成する。生成された時点で、15番目のエントリの終了時刻は、無効な値である。
- [0344] なお、以上の図8の説明においては、便宜上、サーバ管理装置31-1~31_7からの通知を収集部2が受信する場合（つまり図1のステップS102に相当する場合）を例示した。しかし、図1のステップS103~S104に示すように、収集部2による問い合わせに対してサーバ管理装置31-1~31_7が応答を返し、応答の受信に応じて収集部2がイベント管理テーブルにエントリを追加してもよい。
- [0345] さて、図9は、第1実施形態での総合評価処理のフローチャートである。図9の総合評価処理は、図1のステップS106で算出部3が実行する。より具体的には、フェイルオーバ処理が図4のように行われる場合は、図4のステップS203で算出部3が図9の総合評価処理を実行し、フェイルオーバ処理が図5のように行われる場合は、図5の処理と独立して算出部3が適宜のタイミングで図9の総合評価処理を実行する。
- [0346] また、図9の総合評価処理は、ある1台のサーバ（説明の便宜上、「サーバ*s_i*」とする）に関して実行される。例えば、フェイルオーバ制御部4が、

サーバ s_i の ID を算出部 3 に指定して、算出部 3 に総合評価処理の実行を命じてよい。あるいは、算出部 3 が定期的に各サーバ s_i について図 9 の総合評価処理を実行してもよい。

[0347] 図 9 の総合評価処理が実行されるにせよ、第 1 実施形態では、管理 DB 5 が図 10 のような結果テーブルを含む。図 10 の結果テーブル 206 a と 206 b は、同じ結果テーブルの異なる 2 つの時点の状態を示す。

[0348] 結果テーブルに記録されるデータの具体例は後述するが、図 10 に示すとおり、第 1 実施形態の結果テーブルの各エントリは、サーバ ID、温度評価値、電圧評価値、および総合評価値という、4 個のフィールドを含む。また、結果テーブルの各エントリは、各スタンバイサーバに対応する。図 9 の総合評価処理の進捗にともなって、結果テーブルは更新される。

[0349] さて、図 9 のステップ S 401 で算出部 3 は、サーバ s_i の ID を温度評価部 3 a に指定し、図 11 A ~ 11 C の温度評価処理の実行を温度評価部 3 a に命じる。すると、温度評価部 3 a は、図 11 A ~ 11 C のフローチャートにしたがって、式 (1) の温度評価値 $f_{tmp_r}(s_i)$ を算出する。そして、温度評価部 3 a は、結果テーブル中の、サーバ s_i に対応するエントリの温度評価値のフィールドに、算出結果を記録する。

[0350] 次に、ステップ S 402 で算出部 3 は、サーバ s_i の ID を電圧評価部 3 b に指定し、図 12 A ~ 12 B の電圧評価処理の実行を電圧評価部 3 b に命じる。すると、電圧評価部 3 b は、図 12 A ~ 12 B のフローチャートにしたがって、式 (8) の電圧評価値 $f_{vol}(s_i)$ を算出する。そして、電圧評価部 3 b は、結果テーブル中の、サーバ s_i に対応するエントリの電圧評価値のフィールドに、算出結果を記録する。

[0351] その後のステップ S 403 ~ S 411 では、総合評価部 3 c が、結果テーブルに記録された温度評価値と電圧評価値を用いて、式 (29) と (34) にしたがって、総合評価値 $f_{total}(s_i)$ を算出する。具体的には以下のとおりである。

[0352] ステップ S 403 で総合評価部 3 c は、サーバ s_i に温度異常が発生してい

た時間の長さを示す変数 X_t に、初期値 ε を代入する。また、総合評価部 3c は、サーバ s_i に電圧異常が発生していた時間の長さを示す変数 X_v に、初期値 ε を代入する。なお、初期値 ε の具体例は図 6 に示すとおりである。

[0353] 次に、ステップ S 4 0 4 で総合評価部 3c は、ステップ S 4 0 5 ~ S 4 0 6 の処理対象として未選択の、サーバ s_i での温度異常イベントがあるか否かを判断する。具体的には、総合評価部 3c は、イベント管理テーブルの中に以下の 3 つの条件をすべて満たすエントリがあるか否かを判断する。

[0354] ・ 「サーバ ID」フィールドの値がサーバ s_i の ID と等しい。
・ 「イベントの種類」フィールドが温度異常を示している。
・ ステップ S 4 0 5 ~ S 4 0 6 の処理対象としてまだ選択されていない。

[0355] 上記 3 つの条件をすべて満たすエントリがある場合、処理はステップ S 4 0 5 に移行する。逆に、上記 3 つの条件をすべて満たすエントリがない場合（つまり、サーバ s_i での温度異常イベントに関するエントリが存在しないか、または、上記 3 つの条件を満たすすべてのエントリを総合評価部 3c が選択済みの場合）、処理はステップ S 4 0 7 に移行する。

[0356] ステップ S 4 0 5 で総合評価部 3c は、サーバ s_i での未選択の温度異常イベントを 1 つ選択する。つまり、総合評価部 3c は、サーバ s_i での温度異常イベントに関する未選択のエントリ 1 つ選択する。

[0357] そして、総合評価部 3c は、選択したエントリから、当該温度異常イベントの開始時刻と終了時刻を取得する。なお、選択したエントリには有効な終了時刻の値が記録されていない場合は、総合評価部 3c は、終了時刻の代わりに現在時刻を取得する。なぜなら、無効な終了時刻は、当該温度異常イベントがまだ継続中であることを示すからである。

[0358] そして、ステップ S 4 0 6 で総合評価部 3c は、選択したエントリに対応する温度異常イベントが続いた時間の長さを算出する。つまり、総合評価部 3c は、取得した終了時刻または現在時刻から、取得した開始時刻を引く。そして、総合評価部 3c は、減算により得た値を、変数 X_t に足す。そして

、処理はステップS404に戻る。

[0359] ステップS404～S406の繰り返ループの結果として、ステップS407の実行時点では、「 $Xt = \varepsilon + t_{tmp_r}(s_i)$ 」という式が成り立つ（式(34)と(35)を参照）。

[0360] ステップS407で総合評価部3cは、ステップS408～S409の処理対象として未選択の、サーバ s_i での電圧異常イベントがあるか否かを判断する。具体的には、総合評価部3cは、下記の3つの条件をすべて満たすエントリがイベント管理テーブルの中にあるか否かを判断する。

- [0361]
- ・ 「サーバID」フィールドの値がサーバ s_i のIDと等しい。
 - ・ 「イベントの種類」フィールドが、電圧低下または電圧超過を示している。
 - ・ ステップS408～S409の処理対象としてまだ選択されていない。

[0362] 上記3つの条件をすべて満たすエントリがある場合、処理はステップS408に移行する。逆に、上記3つの条件をすべて満たすエントリがない場合（つまり、サーバ s_i での電圧異常イベントに関するエントリが存在しないか、または、上記3つの条件を満たすすべてのエントリを総合評価部3cが選択済みの場合）、処理はステップS410に移行する。

[0363] ステップS408で総合評価部3cは、サーバ s_i での未選択の電圧異常イベントを1つ選択する。つまり、総合評価部3cは、サーバ s_i での電圧異常イベントに関する未選択のエントリ1つ選択する。そして、総合評価部3cは、選択したエントリから、当該電圧異常イベントの開始時刻と終了時刻を取得する。なお、選択したエントリには有効な終了時刻の値が記録されていない場合は、総合評価部3cは、終了時刻の代わりに現在時刻を取得する。なぜなら、当該電圧異常イベントはまだ継続中だからである。

[0364] そして、ステップS409で総合評価部3cは、選択したエントリに対応する電圧異常イベントが続いた時間の長さを算出する。つまり、総合評価部3cは、取得した終了時刻または現在時刻から、取得した開始時刻を引く。

そして、総合評価部 3 c は、減算により得た値を、変数 X_v に足す。その後、処理はステップ S 4 0 7 に戻る。

[0365] ステップ S 4 0 7 ~ S 4 0 9 の繰り返しの結果として、ステップ S 4 1 0 の実行時点では、「 $X_v = s + t_{vQI}(s_i)$ 」という式が成り立つ（式 (3 4) と (3 6) を参照）。

[0366] ステップ S 4 1 0 で総合評価部 3 c は、変数 X_t と X_v から、温度評価値 $f_{tmp}(s_i)$ と電圧評価値 $f_{vQI}(s_i)$ それぞれの影響の割合を算出する。すなわち、総合評価部 3 c は、 $X_t / (X_t + X_v)$ と $X_v / (X_t + X_v)$ を算出する。

[0367] そして、ステップ S 4 1 1 で総合評価部 3 c は、以下の 4 つの値を用いて、総合評価値 $f_{total}(s_i)$ を算出する。

[0368] ・ 結果テーブルに記録されている温度評価値 $f_{tmp}(s_i)$
・ 結果テーブルに記録されている電圧評価値 $f_{vQI}(s_i)$
・ 算出した割合 $X_t / (X_t + X_v)$
・ 算出した割合 $X_v / (X_t + X_v)$

[0369] 具体的には、総合評価部 3 c は、結果テーブルからサーバ s_i の温度評価値 $f_{tmp}(s_i)$ と電圧評価値 $f_{vQI}(s_i)$ を読み出す。そして、総合評価部 3 c は、温度評価値 $f_{tmp}(s_i)$ と割合 $X_t / (X_t + X_v)$ との積を算出し、電圧評価値 $f_{vQI}(s_i)$ と割合 $X_v / (X_t + X_v)$ の積を算出し、算出した 2 つの積の和を算出する。

[0370] こうして算出された結果は、式 (3 4) の総合評価値 $f_{total}(s_i)$ である。総合評価部 3 c は、結果テーブル中の、サーバ s_i に対応するエントリの総合評価値のフィールドに、算出結果を記録する。そして、図 9 の総合評価処理は終了する。

[0371] さて、図 1 1 A ~ 1 1 C は、温度評価処理のフローチャートである。第 1 実施形態では、図 9 のステップ S 4 0 1 で温度評価部 3 a がサーバ s_i に関して温度評価処理を実行する。

[0372] ステップ S 5 0 1 で温度評価部 3 a は、現在サーバ s_i に温度異常が発生中

か否かを判断する。もし、イベント管理テーブルの中に、以下の3つの条件をすべて満たすエントリが存在すれば、サーバ s_i に現在温度異常が発生中である。逆に、以下の3つの条件をすべて満たすエントリが存在しなければ、現在サーバ s_i に温度異常は発生していない。

- [0373] ・ 「サーバID」フィールドの値がサーバ s_i のIDと等しい。
- ・ 「イベントの種類」フィールドが温度異常を示している。
- ・ 「終了時刻」フィールドに無効な値が記録されている。

[0374] 温度評価部3aは、イベント管理テーブルから上記3つの条件をすべて満たすエントリを探すことで、ステップS501の判断を行う。そして、現在サーバ s_i に温度異常が発生中の場合、処理はステップS502に移行する。逆に、現在サーバ s_i に温度異常が発生していなければ、処理はステップS503に移行する。

[0375] ステップS502で温度評価部3aは、サーバ s_i に発生中の温度異常の重み（つまり式(1)の重み $w_{tmp_r}(s_i)$ ）を取得する。具体的には、温度評価部3aは、ステップS501の検索で見つかったエントリの「イベントのレベル」フィールドの値を読み取り、読み取った値に対応する重みを取得する。例えば、図6の重み202の例によれば、イベントのレベルが「Major」の場合、温度評価部3aは「2」という重みを取得する。

[0376] さらに温度評価部3aは、取得した重みと自己係数 C_{self} の積を、温度評価用の変数 X に代入する。そして、処理はステップS504に移行する。

[0377] 他方、ステップS503で温度評価部3aは、温度評価用の変数 X に単に0を代入する。そして、処理はステップS504に移行する。以上のステップS502またはS503により、式(1)の第1項の値が変数 X に格納される。

[0378] さて、ステップS504で温度評価部3aは、図7のサーバテーブル203を参照することで、サーバ s_i の種別がプレート型かラックマウント型かを判断する。サーバテーブル203中の、サーバ s_i に対応するエントリにおいて、シャーシIDに有効な値が設定されていれば、サーバ s_i はプレート型で

ある。逆に、サーバテーブル 203 中の、サーバ s_i に対応するエントリにおいて、ラック ID に有効な値が設定されていれば、サーバ s_i はラックマウント型である。

[0379] サーバ s_i がプレー ド型の場合、処理はステップ S 505 に移行する。逆に、サーバ s_i がラックマウント型の場合、処理は図 11B のステップ S 515 に移行する。

[0380] ステップ S 505 ~ S 509 は、式 (1) の第 2 項に対応する。具体的には、ステップ S 505 で温度評価部 3a は、サーバ s_i のサーバ ID を検索キーとして用いて、サーバ s_i のシャーシ ID とスロット ID を図 7 のサーバテーブル 203 から取得する。

[0381] そして、次のステップ S 506 で温度評価部 3a は、サーバ s_i に隣接する未選択のサーバがあるか否かを判断する。つまり、温度評価部 3a は、以下の 3 つの条件をすべて満たすエントリがサーバテーブル 203 にあるか否かを判断する。

[0382] ・ 「シャーシ ID」フィールドの値が、ステップ S 505 で取得されたシャーシ ID と等しい。

・ 「スロット ID」フィールドの値と、ステップ S 505 で取得されたスロット ID との差が、1 または -1 である。

・ ステップ S 508 ~ S 509 の処理対象としてまだステップ S 507 で選択されていない。

[0383] もし上記 3 つの条件をすべて満たすエントリがあれば、処理はステップ S 507 に移行する。逆に、上記の 3 つの条件をすべて満たすエントリがなければ、処理は図 11B のステップ S 510 に移行する。

[0384] ステップ S 507 で温度評価部 3a は、未選択の隣接サーバを 1 つ選択する。つまり、温度評価部 3a は、ステップ S 506 の上記 3 つの条件すべてを満たすエントリに対応するサーバを 1 つ選択する。

[0385] 便宜上、以下のステップ S 508 ~ S 509 の説明においては、ステップ S 507 で選択された隣接サーバを「サーバ s_j 」という。ステップ S 507

で選択されたサーバ s_j は、式 (5) の集合 $adj(s_j)$ に属する。

[0386] 次に、ステップ S 508 で温度評価部 3a は、ステップ S 507 で選択したサーバ s_j に現在温度異常が発生中か否かを判断する。温度評価部 3a は、イベント管理テーブルを参照することで、ステップ S 501 と同様にして、ステップ S 508 の判断を行うことができる。

[0387] 現在サーバ s_j に温度異常が発生中の場合、処理はステップ S 509 に移行する。逆に、現在サーバ s_j に温度異常が発生していなければ、処理はステップ S 506 に戻る。

[0388] ステップ S 509 で温度評価部 3a は、サーバ s_j に発生中の温度異常の重み（つまり式 (1) の第 2 項における重み $w_{tmp_r}(s_j)$ ）を取得する。具体的には、温度評価部 3a は、ステップ S 508 の判断のための検索の結果としてイベント管理テーブルにおいて見つかったエントリの「イベントのレベル」フィールドの値を読み取る。そして、温度評価部 3a は、読み取った値に対応する重みを取得する。さらに温度評価部 3a は、取得した重みと隣接係数 C_{adj} の積を、変数 X に足す。そして、処理はステップ S 506 に戻る。

[0389] さて、図 11B のステップ S 510 ~ S 513 は、式 (1) の第 3 項に対応する。

[0390] ステップ S 510 で温度評価部 3a は、サーバ s_i と同一シャーシ内の未選択のサーバがあるか否かを判断する。つまり、温度評価部 3a は、以下の 4 つの条件をすべて満たすエントリがサーバテーブル 203 にあるか否かを判断する。

[0391] ・ 「シャーシ ID」フィールドの値が、ステップ S 505 で取得されたシャーシ ID と等しい。

・ 「サーバ ID」フィールドの値が、サーバ s_i の ID とは異なる。

・ ステップ S 512 ~ S 513 の処理対象としてまだステップ S 511 で選択されていない。

・ ステップ S 507 で選択されたエントリではない。

[0392] もし上記 4 つの条件をすべて満たすエントリがあれば、処理はステップ S

5 1 1 に移行する。逆に、上記 4 つの条件をすべて満たすエントリがなければ、処理はステップ S 5 1 4 に移行する。

[0393] ステップ S 5 1 1 で温度評価部 3 a は、サーバ s_i ; と同一のシャーシ内の未選択のサーバ (より詳しくは、上記の条件から明らかなように、サーバ s_i に隣接していない未選択のサーバ) を 1 つ選択する。つまり、温度評価部 3 a は、ステップ S 5 1 0 の上記 4 つの条件すべてを満たすエントリに対応するサーバを 1 つ選択する。

[0394] 便宜上、以下のステップ S 5 1 2 ~ S 5 1 3 の説明においては、ステップ S 5 1 1 で選択されたサーバを「サーバ s_j 」という。ステップ S 5 1 1 で選択されたサーバ s_j は、式 (6) の集合 $chassis(s)$ に属する。

[0395] 次に、ステップ S 5 1 2 で温度評価部 3 a は、ステップ S 5 1 1 で選択したサーバ s_j に現在温度異常が発生中か否かを判断する。温度評価部 3 a は、イベント管理テーブルを参照することで、ステップ S 5 0 1 と同様にして、ステップ S 5 1 2 の判断を行うことができる。

[0396] 現在サーバ s_j に温度異常が発生中の場合、処理はステップ S 5 1 3 に移行する。逆に、現在サーバ s_j に温度異常が発生していなければ、処理はステップ S 5 1 0 に戻る。

[0397] ステップ S 5 1 3 で温度評価部 3 a は、サーバ s_j に発生中の温度異常の重み (つまり式 (1) の第 3 項における重み $w_{tmp_r}(s_j)$) を取得する。具体的には、温度評価部 3 a は、ステップ S 5 1 2 の判断のための検索の結果としてイベント管理テーブルにおいて見つかったエントリの「イベントのレベル」フィールドの値を読み取る。そして、温度評価部 3 a は、読み取った値に対応する重みを取得する。さらに温度評価部 3 a は、取得した重みとシャーシ係数 $C_{chassis}$ の積を、変数 X に足す。そして、処理はステップ S 5 1 0 に戻る。

[0398] さて、図 1 1 B のステップ S 5 1 4 から図 1 1 C のステップ S 5 2 5 は、式 (1) の第 4 項に対応する。ここで、式 (1) の第 4 項は、式 (7) の集合 $rack(s_i)$ に属するサーバに関する項である。そして、式 (7) の定

義から分かるように、集合 $rack(s_i)$ に属する個々のサーバは、ラックマウント型サーバのこともあるし、プレート型サーバのこともある。ステップ S 5 1 4 ~ S 5 2 5 のうち、ステップ S 5 1 6 ~ S 5 1 9 は、サーバ s_i と同じラック内のラックマウント型サーバに関するステップであり、ステップ S 5 2 0 ~ S 5 2 5 は、サーバ s_i と同じラック内のプレート型サーバに関するステップである。

- [0399] ステップ S 5 1 4 で温度評価部 3 a は、ステップ S 5 0 5 で取得したシャーシ ID を用いてラック ID を取得する。具体的には、温度評価部 3 a は、「シャーシ ID」フィールドの値がステップ S 5 0 5 で取得したシャーシ ID と同じエントリを、図 7 のシャーシテーブル 2 0 4 において探す。そして、温度評価部 3 a は、見つかったエントリの「ラック ID」フィールドの値を取得する。
- [0400] ステップ S 5 1 4 は、プレート型サーバ s_i が搭載されているラックの ID を取得するためのステップである。ラック ID の取得後、処理はステップ S 5 1 6 に移行する。
- [0401] 他方、温度評価値を算出する対象のサーバ s_i がラックマウント型の場合、温度評価部 3 a はステップ S 5 1 5 で、サーバ s_i の ID を用いてラック ID を取得する。具体的には、温度評価部 3 a は、「サーバ ID」フィールドの値がサーバ s_i の ID と等しいエントリを、サーバテーブル 2 0 3 において探す。そして、温度評価部 3 a は、見つかったエントリの「ラック ID」フィールドの値を取得する。
- [0402] ステップ S 5 1 5 は、ラックマウント型サーバ s_i が搭載されているラックの ID を取得するためのステップである。ラック ID の取得後、処理はステップ S 5 1 6 に移行する。
- [0403] ステップ S 5 1 6 で温度評価部 3 a は、サーバ s_i と同一ラック内の未選択のラックマウント型サーバがあるか否かを判断する。つまり、温度評価部 3 a は、以下の 5 つの条件をすべて満たすエントリがサーバテーブル 2 0 3 にあるか否かを判断する。

[0404] ・ 「ラックID」フィールドの値が、ステップS514またはS515で取得されたラックIDと等しい。

・ 「サーバID」フィールドの値が、サーバ*s*'のIDとは異なる。

・ ステップS507で選択されたエントリではない。

・ ステップS511で選択されたエントリではない。

・ ステップS518～S519の処理対象としてまだステップS517で選択されていない。

[0405] もし上記5つの条件をすべて満たすエントリがあれば、処理はステップS517に移行する。逆に、上記5つの条件をすべて満たすエントリがなければ、処理は図11CのステップS520に移行する。

[0406] ステップS517で温度評価部3aは、サーバ*s*_iと同一ラック内の未選択のラックマウント型サーバを1つ選択する。つまり、温度評価部3aは、ステップS516の上記5つの条件すべてを満たすエントリに対応するサーバを1つ選択する。

[0407] 便宜上、以下のステップS518～S519の説明においては、ステップS517で選択されたサーバを「サーバ*s*」という。ステップS517で選択されるサーバ*s*は、式(7)の集合rack(*s*)に属するラックマウント型サーバである。

[0408] 次に、ステップS518で温度評価部3aは、ステップS517で選択したサーバ*s*に現在温度異常が発生中か否かを判断する。温度評価部3aは、イベント管理テーブルを参照することで、ステップS501と同様にして、ステップS518の判断を行うことができる。

[0409] 現在サーバ*s*に温度異常が発生中の場合、処理はステップS519に移行する。逆に、現在サーバ*s*に温度異常が発生していなければ、処理はステップS516に戻る。

[0410] ステップS519で温度評価部3aは、サーバ*s*に発生中の温度異常の重み(つまり式(1)の第4項における重み $w_{tmp_r}(s)$)を取得する。具体的には、温度評価部3aは、ステップS518の判断のための検索の結果と

してイベント管理テーブルにおいて見つかったエントリの「イベントのレベル」フィールドの値を読み取る。そして、温度評価部 3 a は、読み取った値に対応する重みを取得する。さらに温度評価部 3 a は、取得した重みとラック係数 C_{rack} の積を、変数 X に足す。そして、処理はステップ S 5 1 6 に戻る。

[041 1] さて、図 1 1 C のステップ S 5 2 0 で温度評価部 3 a は、サーバ s_i と同一ラック内の未選択の他のシャーシがあるか否かを判断する。つまり、温度評価部 3 a は、以下の 3 つの条件をすべて満たすエントリがシャーシテーブル 2 0 4 にあるか否かを判断する。

[041 2] ・ 「ラック ID」フィールドの値が、ステップ S 5 1 4 または S 5 1 5 で取得されたラック ID と等しい。

・ 「シャーシ ID」フィールドの値が、サーバテーブル 2 0 3 においてサーバ s_i に対応するエントリの「シャーシ ID」フィールドの値とは異なる。

・ ステップ S 5 2 2 ~ S 5 2 5 の処理対象としてまだステップ S 5 2 1 で選択されていない。

[041 3] もし上記 3 つの条件をすべて満たすエントリがあれば、処理はステップ S 5 2 1 に移行する。逆に、上記 3 つの条件をすべて満たすエントリがなければ、処理はステップ S 5 2 6 に移行する。

[041 4] サーバ s_i がラックマウント型サーバの場合、上記 3 つの条件をすべて満たすエントリは、サーバ s_i と同じラックに搭載された、未選択のシャーシに対応する。逆に、サーバ s_i がプレート型サーバの場合、上記 3 つの条件をすべて満たすエントリは、サーバ s_i と同じラックに搭載されていて、かつ、サーバ s_i を搭載したシャーシとは異なる未選択のシャーシに対応する。

[041 5] ステップ S 5 2 1 で温度評価部 3 a は、サーバ s_i と同一ラック内の未選択の他のシャーシを 1 つ選択する。つまり、温度評価部 3 a は、ステップ S 5 2 0 の上記 3 つの条件すべてを満たすエントリに対応するシャーシを 1 つ選択する。

[041 6] 次に、ステップS 5 2 2 で温度評価部 3 a は、ステップS 5 2 1 で選択したシャーシ内の未選択のサーバがあるか否かを判断する。つまり、温度評価部 3 a は、以下の 3 つの条件をすべて満たすエントリがサーバテーブル 2 0 3 にあるか否かを判断する。

[041 7] ・ 「ラックID」フィールドの値が、ステップS 5 1 4 またはS 5 1 5 で取得されたラックIDと等しい。

・ 「シャーシID」フィールドの値が、ステップS 5 2 1 で選択したシャーシのシャーシIDと等しい。

・ ステップS 5 2 4 ~ S 5 2 5 の処理対象としてまだステップS 5 2 3 で選択されていない。

[041 8] もし上記の 3 つの条件をすべて満たすエントリがあれば、処理はステップS 5 2 3 に移行する。逆に、上記の 3 つの条件をすべて満たすエントリがなければ、処理はステップS 5 2 0 に戻る。

[041 9] ステップS 5 2 3 で温度評価部 3 a は、ステップS 5 2 1 で選択したシャーシ内の未選択のサーバを 1 つ選択する。つまり、温度評価部 3 a は、ステップS 5 2 2 の上記 3 つの条件をすべて満たすエントリに対応するサーバを 1 つ選択する。

[0420] 便宜上、以下のステップS 5 2 4 ~ S 5 2 5 の説明においては、ステップS 5 2 3 で選択されたサーバを「サーバ s 」という。ステップS 5 2 3 で選択されるサーバ s は、式 (7) の集合 $rack(s)$ に属するプレート型サーバである。

[0421] 次に、ステップS 5 2 4 で温度評価部 3 a は、ステップS 5 2 3 で選択したサーバ s に現在温度異常が発生中か否かを判断する。温度評価部 3 a は、イベント管理テーブルを参照することで、ステップS 5 0 1 と同様にして、ステップS 5 2 4 の判断を行うことができる。

[0422] 現在サーバ s に温度異常が発生中の場合、処理はステップS 5 2 5 に移行する。逆に、現在サーバ s に温度異常が発生していなければ、処理はステップS 5 2 2 に戻る。

ステップS 5 2 5 で温度評価部 3 a は、サーバ s_j に発生中の温度異常の重み（つまり式 (1) の第 4 項における重み $w_{tmp_r}(s_j)$ ）を取得する。具体的には、温度評価部 3 a は、ステップS 5 2 4 の判断のための検索の結果としてイベント管理テーブルにおいて見つかったエントリの「イベントのレベル」フィールドの値を読み取る。そして、温度評価部 3 a は、読み取った値に対応する重みを取得する。さらに温度評価部 3 a は、取得した重みとラック係数 C_{rack} の積を、変数 X に足す。そして、処理はステップS 5 2 2 に戻る。

[0423] 以上の説明から明らかなおとおり、ステップS 5 2 6 の実行時点において、変数 X には、式 (1) の温度評価値 $f_{tmp_r}(s_i)$ が格納されている。よって、ステップS 5 2 6 で温度評価部 3 a は、変数 X の値を、サーバ s_i の温度評価値 $f_{tmp_r}(s_i)$ として記録する。つまり、温度評価部 3 a は、結果テーブル中の、サーバ s_i に対応するエントリの「温度評価値」フィールドに、変数 X の値を記録する。そして、図 1 1 A ~ 1 1 C の温度評価処理は終了する。

[0424] さて、図 1 2 A ~ 1 2 B は、電圧評価処理のフローチャートである。第 1 実施形態では、図 9 のステップS 4 0 2 で電圧評価部 3 b がサーバ s_i に関して電圧評価処理を実行する。

[0425] ステップS 6 0 1 で電圧評価部 3 b は、現在サーバ s_i に電圧異常が発生中か否かを判断する。もし、イベント管理テーブルの中に、以下の 3 つの条件をすべて満たすエントリが存在すれば、サーバ s_i に現在電圧異常が発生中である。逆に、以下の 3 つの条件をすべて満たすエントリが存在しなければ、現在サーバ s_i に電圧異常は発生していない。

- [0426]
- ・ 「サーバ ID」フィールドの値がサーバ s_i の ID と等しい。
 - ・ 「イベントの種類」フィールドが電圧異常（具体的には、電圧低下または電圧超過）を示している。
 - ・ 「終了時刻」フィールドに無効な値が記録されている。

[0427] 電圧評価部 3 b は、イベント管理テーブルから上記 3 つの条件をすべて満たすエントリを探すことで、ステップS 6 0 1 の判断を行う。そして、現在

サーバ s_i に電圧異常が発生中の場合、処理はステップ S 6 0 2 に移行する。逆に、現在サーバ s_i に電圧異常が発生していなければ、処理はステップ S 6 0 3 に移行する。

[0428] ステップ S 6 0 2 で電圧評価部 3 b は、サーバ s_i に発生中の電圧異常の重み（つまり式 (8) の重み $w_{vol}(s_i)$ ）を取得する。具体的には、電圧評価部 3 b は、ステップ S 6 0 1 の検索で見つかったエントリの「イベントのレベル」フィールドの値を読み取り、読み取った値に対応する重みを取得する。

[0429] さらに電圧評価部 3 b は、取得した重みと自己係数 C_{self} の積を、電圧評価用の変数 X に代入する。そして、処理はステップ S 6 0 4 に移行する。

[0430] 他方、ステップ S 6 0 3 で電圧評価部 3 b は、電圧評価用の変数 X に単に 0 を代入する。そして、処理はステップ S 6 0 4 に移行する。以上のステップ S 6 0 2 または S 6 0 3 により、式 (8) の第 1 項の値が変数 X に格納される。

[0431] ステップ S 6 0 4 で電圧評価部 3 b は、図 7 のサーバテーブル 2 0 3 を参照することで、サーバ s_i の種別がプレート型かラックマウント型かを判断する。ステップ S 6 0 4 の判断は、図 1 1 A のステップ S 5 0 4 の判断と類似である。

[0432] サーバ s_i がプレート型サーバの場合、処理はステップ S 6 0 5 に移行する。逆に、サーバ s_i がラックマウント型の場合、処理はステップ S 6 0 7 に移行する。

[0433] ステップ S 6 0 5 で電圧評価部 3 b は、サーバ s_i のサーバ ID を検索キーとして用いて、サーバ s_i のシャーシ ID をサーバテーブル 2 0 3 から取得する。

[0434] そして、次のステップ S 6 0 6 で電圧評価部 3 b は、ステップ S 6 0 5 で取得したシャーシ ID から、ラック ID とラック内電源 ID を取得する。具体的には、電圧評価部 3 b は、「シャーシ ID」フィールドの値がステップ S 6 0 5 で取得したシャーシ ID と同じエントリを、図 7 のシャーシテーブル

ル 204 において探す。そして、電圧評価部 3 b は、見つかったエントリの「ラック ID」フィールドと「ラック内電源 ID」フィールドの値を取得する。

[0435] サーバ s_i がプレート型サーバの場合、ステップ S 605 ~ S 606 の結果として、「サーバ s_i を搭載したシャーシには、ラック内のどの電源ユニットから電力が供給されるのか」ということが特定される。ラック ID とラック内電源 ID の取得後、処理はステップ S 608 に移行する。

[0436] 他方、電圧評価値を算出する対象のサーバ s_i がラックマウント型の場合、電圧評価部 3 b はステップ S 607 で、サーバ s_i の ID を用いて、ラック ID とラック内電源 ID を取得する。具体的には、電圧評価部 3 b は、「サーバ ID」フィールドの値がサーバ s_i の ID と等しいエントリをサーバテーブル 203 において探す。そして、電圧評価部 3 b は、見つかったエントリの「ラック ID」フィールドと「ラック内電源 ID」フィールドの値を取得する。

[0437] サーバ s_i がラックマウント型サーバの場合、ステップ S 607 の結果として、「サーバ s_i には、ラック内のどの電源ユニットから電力が供給されるのか」ということが特定される。ラック ID とラック内電源 ID の取得後、処理はステップ S 608 に移行する

[0438] ステップ S 608 で電圧評価部 3 b は、サーバ s_i と同じラック内で同じラック内電源を使う未選択のラックマウント型サーバがあるか否かを判断する。つまり、電圧評価部 3 b は、以下の 4 つの条件をすべて満たすエントリがサーバテーブル 203 にあるか否かを判断する。

[0439] ・ 「ラック ID」フィールドの値が、ステップ S 606 または S 607 で取得されたラック ID と等しい。

・ 「ラック内電源 ID」フィールドの値が、ステップ S 606 または S 607 で取得されたラック内電源 ID と等しい。

・ 「サーバ ID」フィールドの値が、サーバ s_i の ID とは異なる。

・ ステップ S 610 ~ S 611 の処理対象としてまだステップ S 609

で選択されていない。

[0440] もし上記4つの条件をすべて満たすエントリがあれば、処理はステップS609に移行する。逆に、上記4つの条件をすべて満たすエントリがなければ、処理は図12BのステップS612に移行する。

[0441] ステップS609で電圧評価部3bは、サーバ s_i と同一ラック内の未選択のラックマウント型サーバを1つ選択する。つまり、電圧評価部3bは、ステップS608の上記4つの条件をすべて満たすエントリに対応するサーバを1つ選択する。

[0442] 便宜上、以下のステップS610～S611の説明においては、ステップS609で選択されたサーバを「サーバ s_j 」という。ステップS609で選択されるサーバ s_j は、式(11)の集合 $power(s)$ に属するラックマウント型サーバである。

[0443] 次に、ステップS610で電圧評価部3bは、ステップS609で選択したサーバ s_j に現在電圧異常が発生中か否かを判断する。電圧評価部3bは、イベント管理テーブルを参照することで、ステップS601と同様にして、ステップS610の判断を行うことができる。

[0444] 現在サーバ s_j に電圧異常が発生中の場合、処理はステップS611に移行する。逆に、現在サーバ s_j に電圧異常が発生していなければ、処理はステップS608に戻る。

[0445] ステップS611で電圧評価部3bは、サーバ s_j に発生中の電圧異常の重み(つまり式(8)の第2項における重み $w_{v.o.}(s_j)$)を取得する。具体的には、電圧評価部3bは、ステップS610の判断のための検索の結果としてイベント管理テーブルにおいて見つかったエントリの「イベントのレベル」フィールドの値を読み取る。そして、電圧評価部3bは、読み取った値に対応する重みを取得する。さらに電圧評価部3bは、取得した重みと同一電源係数 C_{power} の積を、変数 X に足す。そして、処理はステップS608に戻る。

[0446] さて、図12BのステップS612で電圧評価部3bは、サーバ s_i と同一

ラック内の未選択のシャーシがあるか否かを判断する。つまり、電圧評価部 3 b は、以下の 3 つの条件をすべて満たすエントリがシャーシテーブル 2 0 4 にあるか否かを判断する。

[0447] ・ 「ラック ID」フィールドの値が、ステップ S 6 0 6 または S 6 0 7 で取得されたラック ID と等しい。

 ・ 「ラック内電源 ID」フィールドの値が、ステップ S 6 0 6 または S 6 0 7 で取得されたラック内電源 ID と等しい。

 ・ ステップ S 6 1 4 ~ S 6 1 7 の処理対象としてまだステップ S 6 1 3 で選択されていない。

[0448] もし上記 3 つの条件をすべて満たすエントリがあれば、処理はステップ S 6 1 3 に移行する。逆に、上記 3 つの条件をすべて満たすエントリがなければ、処理はステップ S 6 1 8 に移行する。

[0449] サーバ s_i がラックマウント型サーバの場合、上記 3 つの条件をすべて満たすエントリは、サーバ s_i と同じラックに搭載された、未選択のシャーシに対応する。逆に、サーバ s_i がプレート型サーバの場合、上記 3 つの条件をすべて満たすエントリは、サーバ s_i と同じラックに搭載されている未選択のシャーシ (サーバ s_i が搭載されているシャーシのこともあるし、他のシャーシのこともある) に対応する。

[0450] ステップ S 6 1 3 で電圧評価部 3 b は、サーバ s_i と同一ラック内の未選択のシャーシを 1 つ選択する。つまり、電圧評価部 3 b は、ステップ S 6 1 2 の上記 3 つの条件すべてを満たすエントリに対応するシャーシを 1 つ選択する。

[0451] 次に、ステップ S 6 1 4 で電圧評価部 3 b は、ステップ S 6 1 3 で選択したシャーシ内の未選択のサーバ (ただしサーバ s_i 以外) があるか否かを判断する。つまり、電圧評価部 3 b は、以下の 4 つの条件をすべて満たすエントリがサーバテーブル 2 0 3 にあるか否かを判断する。

[0452] ・ 「ラック ID」フィールドの値が、ステップ S 6 0 6 または S 6 0 7 で取得されたラック ID と等しい。

- ・ 「シャーシID」フィールドの値が、ステップS 6 1 3 で選択されたシャーシのシャーシIDと等しい。

- ・ 「サーバID」フィールドの値が、サーバs_iのIDと異なる。

- ・ ステップS 6 1 6 ~ S 6 1 7 の処理対象としてまだステップS 6 1 5 で選択されていない。

[0453] もし上記4つの条件をすべて満たすエントリがあれば、処理はステップS 6 1 5 に移行する。逆に、上記4つの条件をすべて満たすエントリがなければ、処理はステップS 6 1 2 に戻る。

[0454] ステップS 6 1 5 で電圧評価部3 bは、ステップS 6 1 3 で選択したシャーシ内の未選択のサーバを1つ選択する。つまり、電圧評価部3 bは、ステップS 6 1 4 の上記4つの条件をすべて満たすエントリに対応するサーバを1つ選択する。

[0455] 便宜上、以下のステップS 6 1 6 ~ S 6 1 7 の説明においては、ステップS 6 1 5 で選択されたサーバを「サーバs_j」という。ステップS 6 1 5 で選択されるサーバs_jは、式(11)の集合power(s)に属するプレート型サーバである。

[0456] 次に、ステップS 6 1 6 で電圧評価部3 bは、ステップS 6 1 5 で選択したサーバs_jに現在電圧異常が発生中か否かを判断する。電圧評価部3 bは、イベント管理テーブルを参照することで、ステップS 6 0 1と同様にして、ステップS 6 1 6 の判断を行うことができる。

[0457] 現在サーバs_jに電圧異常が発生中の場合、処理はステップS 6 1 7 に移行する。逆に、現在サーバs_jに電圧異常が発生していなければ、処理はステップS 6 1 4 に戻る。

[0458] ステップS 6 1 7 で電圧評価部3 bは、サーバs_jに発生中の電圧異常の重み(つまり式(8)の第2項における重み $w_{v.o.}(s_j)$)を取得する。具体的には、電圧評価部3 bは、ステップS 6 1 6 の判断のための検索の結果としてイベント管理テーブルにおいて見つかったエントリの「イベントのレベル」フィールドの値を読み取る。そして、電圧評価部3 bは、読み取った値

に対応する重みを取得する。さらに電圧評価部 3 b は、取得した重みと同一電源係数 C_{power} の積を、変数 X に足す。そして、処理はステップ S 6 1 4 に戻る。

[0459] 以上の説明から明らかとおり、ステップ S 6 1 8 の実行時点において、変数 X には、式 (8) の電圧評価値 $f_{vol}(s_i)$ が格納されている。よって、ステップ S 6 1 8 で電圧評価部 3 b は、変数 X の値を、サーバ s_i の電圧評価値 $f_{vol}(s_i)$ として記録する。つまり、電圧評価部 3 b は、結果テーブル中の、サーバ s_i に対応するエントリの「電圧評価値」フィールドに、変数 X の値を記録する。そして、図 1 2 A ~ 1 2 B の電圧評価処理は終了する。

[0460] さて次に、図 9、1 1 A ~ 1 1 C、および 1 2 A ~ 1 2 B のフローチャートに示した処理によって算出される評価値の具体例を、図 8 および 1 0 を参照しながら説明する。

[0461] 図 1 0 の結果テーブル 2 0 6 a は、2 0 1 1 年 1 月 2 日 9 時 3 0 分に、スタンバイサーバ 3 0 - 2 ~ 3 0 - 7 のそれぞれについて図 9 の総合評価処理が実行された直後の状態を示す。

[0462] 図 8 のイベント管理テーブル 2 0 5 b に示すように、2 0 1 1 年 1 月 2 日 9 時 3 0 分には、スタンバイサーバ 3 0 - 2 で温度異常が発生中である。しかし、2 0 1 1 年 1 月 2 日 9 時 3 0 分には、他のスタンバイサーバ 3 0 - 3、3 0 - 4、3 0 - 5、3 0 - 6、および 3 0 - 7 は正常であり、アクティブサーバ 3 0 - 1 も正常である。また、係数 2 0 1 と重み 2 0 2 の値は図 6 のとおりとする。

[0463] すると、サーバ 3 0 - 2 に関して図 9 のステップ S 4 0 1 で算出される温度評価値は、2 0 0 ($= C_{self} W_2 + 0 + 0 + 0 = 1 0 0 \times 2$) である。また、サーバ 3 0 - 2 に関してステップ S 4 0 2 で算出される電圧評価値は 0 である。

[0464] そして、サーバ 3 0 - 2 では、2 0 1 1 年 1 月 2 日 9 時 3 0 分に温度異常が発生中だが、当該温度異常以外の異常は、2 0 1 1 年 1 月 2 日 9 時 3 0 分までには発生したことがない。つまり、サーバ 3 0 - 2 では今まで温度異常

のみが発生したことがあり、電圧異常は発生したことがない。

- [0465] また、補正定数 ε は図 6 のとおり非常に小さい。よって、式 (37) で近似されるとおり、サーバ 30_2 の総合評価値は、約 200 ($= 1 \times 200 + 0 \times 0$) である。結果テーブル 206a においてサーバ ID が 「2」 のエントリには、以上のようにして算出された 200、0、および 200 という 3 つの値が記録される。
- [0466] また、サーバ 30_3 に関してステップ S401 で算出される温度評価値は、12 ($= 0 + C_{adj} W_2 + 0 + 0 = 6 \times 2$) である。サーバ 30_3 に関してステップ S402 で算出される電圧評価値は 0 である。
- [0467] そして、サーバ 30_3 では 2011 年 1 月 2 日 9 時 30 分までに何の異常も発生していない。したがって、式 (38) に示すとおり、サーバ 30_3 の総合評価値は、6 ($= 1/2 \times 12 + 1/2 \times 0$) である。結果テーブル 206a においてサーバ ID が 「3」 のエントリには、以上のようにして算出された 12、0、および 6 という 3 つの値が記録される。
- [0468] また、サーバ 30_4 ~ 30_7 のいずれに関しても、ステップ S401 で算出される温度評価値が 0 であり、ステップ S402 で算出される電圧評価値が 0 である。そのため、サーバ 30_4 ~ 30_7 のいずれの総合評価値も、0 である。したがって、結果テーブル 206a においてサーバ ID が 「3」、「4」、「5」、「6」、および 「7」 のエントリのいずれにおいても、以上のようにして算出された 0、0、および 0 という 3 つの値が記録される。
- [0469] 以上のようにして得られる結果テーブル 206a によれば、将来故障が発生する蓋然性は、総合評価値が 0 のサーバ 30_3 ~ 30_7 において最も低い。したがって、仮に 2011 年 1 月 2 日 9 時 30 分にアクティブサーバ 30_1 が故障した場合は、フェイルオーバー制御部 4 は、サーバ 30_3 ~ 30_7 のいずれかを新たなアクティブサーバとして選択する。
- [0470] ところで、アクティブサーバ 30_1 が正常なままの場合もある。例えば、管理 DB 5 内のイベント管理テーブルは、2011 年 1 月 2 日 11 時 10

分においても図8のイベント管理テーブル205bの状態のままであり、変わっていないとする。この場合、アクティブサーバ30_1は2011年1月2日11時10分の時点において、なお正常である。

[0471] 図10の結果テーブル206bは、2011年1月2日11時10分に、スタンバイサーバ30-2~30-7のそれぞれについて図9の総合評価処理が実行された直後の状態を示す。

[0472] 図8のイベント管理テーブル205bに示すように、2011年1月2日11時10分には、スタンバイサーバ30-2で温度異常が発生中であり、スタンバイサーバ30-4と30-6で電圧異常が発生中である。しかし、2011年1月2日11時10分には、他のスタンバイサーバ30-3、30-5、および30-7は正常であり、アクティブサーバ30_1も正常である。また、係数201と重み202の値は図6のとおりとする。

[0473] すると、サーバ30-2と30-3に関する算出結果は、結果テーブル206aに示した2011年1月2日9時30分の算出結果と同じである。また、サーバ30-4~30-7に関して図9のステップS401で算出される温度評価値も、結果テーブル206aと同様である。

[0474] 他方、サーバ30-4に関して図9のステップS402で算出される電圧評価値は、 $600 (= C_{self} W_3 + 0 = 100 \times 6)$ である。そして、サーバ30-4では、2011年1月2日11時10分に電圧異常が発生中だが、当該電圧異常以外の異常は、2011年1月2日11時10分までには発生したことがない。つまり、サーバ30-4では電圧異常のみが発生したことがあり、温度異常は発生したことがない。

[0475] また、補正定数 ε は図6のとおり非常に小さい。よって、式(37)で近似されるとおり、サーバ30_4の総合評価値は、約600($= 0 \times 0 + 1 \times 600$)である。結果テーブル206bにおいてサーバ1りが「4」のエントリには、以上のようにして算出された0、600、および600という3つの値が記録される。

[0476] また、サーバ30-5に関してステップS402で算出される電圧評価値

は、 $60 (= 0 + C_{power} W_3 = 10 \times 6)$ である。そして、サーバ 30—5 では 2011年1月2日11時10分までに何の異常も発生していない。したがって、式 (38) に示すとおり、サーバ 30—5 の総合評価値は、 $30 (= 1/2 \times 0 + 1/2 \times 60)$ である。結果テーブル 206 b においてサーバ ID が 「5」 のエントリには、以上のようにして算出された 0、60、および 30 という 3 つの値が記録される。

[0477] そして、サーバ 30—6 に関してステップ S402 で算出される電圧評価値は、 $100 (= C_{se, f} W_1 + 0 = 100 \times 1)$ である。また、サーバ 30—6 では、2011年1月2日11時10分に電圧異常が発生中であり、2011年1月1日11時から2011年1月1日12時までの間にも、電圧異常が発生していた。しかし、サーバ 30—6 において温度異常が発生したことはない。

[0478] また、補正定数 ε は図 6 のとおり非常に小さい。よって、式 (37) で近似されるとおり、サーバ 30—6 の総合評価値は、約 $100 (= 0 \times 0 + 1 \times 100)$ である。結果テーブル 206 b においてサーバ ID が 「6」 のエントリには、以上のようにして算出された 0、100、および 100 という 3 つの値が記録される。

[0479] そして、サーバ 30—7 に関してステップ S402 で算出される電圧評価値は、 $10 (= 0 + C_{power} W_1 = 10 \times 1)$ である。また、サーバ 30—7 では 2011年1月2日11時10分までに何の異常も発生していない。したがって、式 (38) に示すとおり、サーバ 30—7 の総合評価値は $5 (= 1/2 \times 0 + 1/2 \times 10)$ である。結果テーブル 206 b においてサーバ ID が 「7」 のエントリには、以上のようにして算出された 0、10、5 という 3 つの値が記録される。

[0480] 以上のようにして得られる結果テーブル 206 b によれば、将来故障が発生する蓋然性は、総合評価値が 5 のサーバ 30—7 において最も低い。よって、仮に結果テーブル 206 b が更新される前にアクティブサーバ 30—1 が故障し、当該故障を機に図 5 にしたがってフェイルオーバ処理が行われる

場合は、フェイルオーバ制御部 4 は、サーバ 30_7 を新たなアクティブサーバとして選択する。

[0481] 続いて、図 13 ~ 16 を参照して、第 2 実施形態について説明する。第 2 実施形態では式 (30) の総合評価値 $f_{total}(s_i)$ が算出される。具体的には、第 2 実施形態の算出部 3 は、図 13 のフローチャートにしたがって動作する。

[0482] 図 13 は、第 2 実施形態での総合評価処理のフローチャートである。図 13 の総合評価処理は、図 1 のステップ S 106 で算出部 3 が実行する。より具体的には、フェイルオーバ処理が図 4 のように行われる場合は、図 4 のステップ S 203 で算出部 3 が図 13 の総合評価処理を実行し、フェイルオーバ処理が図 5 のように行われる場合は、図 5 の処理と独立して算出部 3 が適宜のタイミングで図 13 の総合評価処理を実行する。

[0483] また、図 13 の総合評価処理は、ある 1 台のサーバ (説明の便宜上、「サーバ s_i 」とする) に関して実行される。例えば、フェイルオーバ制御部 4 が、サーバ s_i の ID を算出部 3 に指定して、算出部 3 に総合評価処理の実行を命じてよい。あるいは、算出部 3 が定期的に各サーバ s_i について図 13 の総合評価処理を実行してもよい。

[0484] 図 13 の総合評価処理が実行されるにせよ、第 2 実施形態では、管理 DB 5 が図 16 のような結果テーブルを含む。図 16 の結果テーブルの詳細は後述するが、図 16 に示すとおり、第 2 実施形態の結果テーブルの各エントリは、サーバ ID、温度評価値、電圧評価値、劣化評価値、および総合評価値という、5 個のフィールドを含む。また、結果テーブルの各エントリは、各スタンバイサーバに対応する。図 13 の総合評価処理の進捗にともなうて、結果テーブルは更新される。

[0485] 図 13 のステップ S 701 ~ S 702 は、図 9 のステップ S 401 ~ S 402 と同様なので、詳しい説明を省略する。

[0486] 次のステップ S 703 で算出部 3 は、サーバ s_i の ID を劣化評価部 3d に指定し、図 14A ~ 14B の劣化評価処理の実行を劣化評価部 3d に命じる

。すると、劣化評価部 3 d は、図 14 A ~ 14 B のフローチャートにしたがって、式 (12) の劣化評価値 $f_{dgr}(s_i)$ を算出する。そして、劣化評価部 3 d は、結果テーブル中の、サーバ s_i に対応するエントリの劣化評価値のフィールドに、算出結果を記録する。

[0487] また、次のステップ S 704 では、総合評価部 3 c が、図 9 のステップ S 403 ~ S 410 と同様にして、温度評価値 $f_{tmp_r}(s_i)$ と電圧評価値 $f_{vol}(s_i)$ それぞれの影響の割合を算出する。

[0488] そして、ステップ S 705 で総合評価部 3 c は、算出した割合を用いて温度評価値 $f_{tmp_r}(s_i)$ と電圧評価値 $f_{vol}(s_i)$ を重み付けした値 (すなわち式 (34) の $f_{t.ot}(s_i)$) を、算出する。ステップ S 705 での重み付け和の算出方法は、図 9 のステップ S 411 と同様である。

[0489] 最後にステップ S 706 で総合評価部 3 c は、ステップ S 705 で算出した値 $f_{t.ot}(s_i)$ に、ステップ S 703 で結果テーブルに記録された劣化評価値 $f_{dgr}(s_i)$ を加算することにより、総合評価値 $f_{t.ot.al}(s_i)$ を算出する。つまり、総合評価部 3 c は、式 (30) にしたがって総合評価値 $f_{t.ot.al}(s_i)$ を算出する。

[0490] そして、総合評価部 3 c は、結果テーブル中の、サーバ s_i に対応するエントリの総合評価値のフィールドに、算出結果を記録する。すると、図 13 の総合評価処理は終了する。

[0491] さて、図 14 A ~ 14 B は、劣化評価処理のフローチャートである。第 2 実施形態では、図 13 のステップ S 703 で劣化評価部 3 d が劣化評価処理を実行する。

ステップ S 801 で劣化評価部 3 d は、電源投入時間の長さを示す変数 X_{on} と、電源停止時間の長さを示す変数 X_{off} と、劣化評価値用の変数 X_{dgr} を、それぞれ 0 に初期化する。

[0492] 次に、ステップ S 802 で劣化評価部 3 d は、ステップ S 803 ~ S 804 の処理対象として未選択の、サーバ s_i での電源 ON イベントがあるか否かを判断する。具体的には、劣化評価部 3 d は、下記の 3 つの条件をすべて満

たすエントリがイベント管理テーブルの中にあるか否かを判断する。

- [0493] ・ 「サーバID」フィールドの値がサーバ s_i のIDと等しい。
 ・ 「イベントの種類」フィールドが、電源ONを示している。
 ・ ステップS803～S804の処理対象としてまだ選択されていない。

[0494] 上記3つの条件をすべて満たすエントリがある場合、処理はステップS803に移行する。逆に、上記3つの条件をすべて満たすエントリがない場合、処理はステップS805に移行する。

[0495] ステップS803で劣化評価部3dは、サーバ s_i での未選択の電源ONイベントを1つ選択する。つまり、劣化評価部3dは、サーバ s_i での電源ONイベントに関する未選択のエントリ（すなわち上記3つの条件をすべて満たすエントリ）を1つ選択する。

[0496] そして、劣化評価部3dは、選択したエントリから、当該電源ONイベントの開始時刻と終了時刻を取得する。なお、選択したエントリに有効な終了時刻の値が記録されていない場合は、サーバ s_i は現在電源が投入された状態なので、劣化評価部3dは、終了時刻の代わりに現在時刻を取得する。

[0497] そして、ステップS804で劣化評価部3dは、選択したエントリに対応する電源投入時間の長さを算出する。つまり、劣化評価部3dは、取得した終了時刻または現在時刻から、取得した開始時刻を引く。そして、劣化評価部3dは、減算により得た値を、変数 X_{on} に足す。その後、処理はステップS802に戻る。

[0498] ステップS802～S804の繰り返しループの結果として、ステップS805の実行時点では、「 $X_{on} = t_{on}(s_i)$ 」という式が成り立つ（式（12）を参照）。

[0499] ステップS805で劣化評価部3dは、図6の電源投入係数 C_{on} を取得する。そして、劣化評価部3dは、電源投入係数 C_{on} と変数 X_{on} の値との積を算出し、算出した値を変数 X_{dgr} に足す。その結果、変数 X_{dgr} には、式（12）の第1項の値が格納される。

[0500] 次に、ステップS 8 0 6 で劣化評価部 3 d は、ステップ3 8 0 7 ~ 3 8 0 8 の処理対象として未選択の、サーバ s_i での電源 OFF イベントがあるか否かを判断する。具体的には、劣化評価部 3 d は、下記の 3 つの条件をすべて満たすエントリがイベント管理テーブルの中にあるか否かを判断する。

[0501] ・ 「サーバ ID」フィールドの値がサーバ s_i の ID と等しい。
・ 「イベントの種類」フィールドが、電源 OFF を示している。
・ ステップS 8 0 7 ~ S 8 0 8 の処理対象としてまだ選択されていない。

[0502] 上記 3 つの条件をすべて満たすエントリがある場合、処理はステップS 8 0 7 に移行する。逆に、上記 3 つの条件をすべて満たすエントリがない場合、処理はステップS 8 0 9 に移行する。

[0503] ステップS 8 0 7 で劣化評価部 3 d は、サーバ s_i での未選択の電源 OFF イベントを 1 つ選択する。つまり、劣化評価部 3 d は、サーバ s_i での電源 OFF イベントに関する未選択のエントリ (すなわち上記 3 つの条件をすべて満たすエントリ) を 1 つ選択する。

[0504] そして、劣化評価部 3 d は、選択したエントリから、当該電源 OFF イベントの開始時刻と終了時刻を取得する。なお、選択したエントリに有効な終了時刻の値が記録されていない場合は、サーバ s_i は現在電源が切られた状態なので、劣化評価部 3 d は、終了時刻の代わりに現在時刻を取得する。

[0505] そして、ステップS 8 0 8 で劣化評価部 3 d は、選択したエントリに対応する電源停止時間の長さを算出する。つまり、劣化評価部 3 d は、取得した終了時刻または現在時刻から、取得した開始時刻を引く。そして、劣化評価部 3 d は、減算により得た値を、変数 X_{off} に足す。その後、処理はステップS 8 0 6 に戻る。

[0506] ステップS 8 0 6 ~ S 8 0 8 の繰り返しループの結果として、ステップS 8 0 9 の実行時点では、「 $X_{off} = t_{off}(s_i)$ 」という式が成り立つ (式 (12) を参照)。

[0507] ステップS 8 0 9 で劣化評価部 3 d は、図 6 の経年劣化係数 C_{off} を取得す

る。そして、劣化評価部 3 d は、経年劣化係数 C_{off} と変数 X_{off} の値との積を算出し、算出した値を変数 X_{dgr} に足す。その結果、変数 X_{dgr} には、式 (12) の第 1 項と第 2 項の和が格納される。

[0508] 次に、図 14 B のステップ S 8 10 で劣化評価部 3 d は、温度異常による劣化の評価用の (つまり式 (12) と (13) の $f_{dgrTmpr}(s_i)$ を示すための) 変数 X_t を 0 に初期化する。また、劣化評価部 3 d は、電圧超過による劣化の評価用の (つまり式 (12) と (14) の $f_{dgrovervo}(s_i)$ を示すための) 変数 X_v も、0 に初期化する。

[0509] そして、ステップ S 8 11 で劣化評価部 3 d は、ステップ S 8 12 ~ S 8 13 の処理対象として未選択の、サーバ s_i での温度異常イベントがあるか否かを判断する。具体的には、劣化評価部 3 d は、下記の 3 つの条件をすべて満たすエントリがイベント管理テーブルの中にあるか否かを判断する。

[0510] ・ 「サーバ ID」フィールドの値がサーバ s_i の ID と等しい。
・ 「イベントの種類」フィールドが、温度異常を示している。
・ ステップ S 8 12 ~ S 8 13 の処理対象としてまだ選択されていない。

[0511] 上記 3 つの条件をすべて満たすエントリがある場合、処理はステップ S 8 12 に移行する。逆に、上記 3 つの条件をすべて満たすエントリがない場合、処理はステップ S 8 14 に移行する。

[0512] ステップ S 8 12 で劣化評価部 3 d は、サーバ s_i での未選択の温度異常イベントを 1 つ選択する。つまり、劣化評価部 3 d は、サーバ s_i での温度異常イベントに関する未選択のエントリ (すなわち上記 3 つの条件をすべて満たすエントリ) を 1 つ選択する。

[0513] そして、劣化評価部 3 d は、選択したエントリから、当該温度異常イベントの開始時刻と終了時刻を取得する。なお、選択したエントリに有効な終了時刻の値が記録されていない場合は、当該温度異常イベントがまだ終熄していないので、劣化評価部 3 d は、終了時刻の代わりに現在時刻を取得する。

[0514] そして、ステップ S 8 13 で劣化評価部 3 d は、選択した温度異常が続い

た時間の長さを算出する。つまり、劣化評価部 3 d は、取得した終了時刻または現在時刻から、取得した開始時刻を引く。

[051 5] さらに、劣化評価部 3 d は、選択した温度異常イベントの重みを取得する。具体的には、劣化評価部 3 d は、選択したエントリの「イベントのレベル」フィールドの値を読み取り、読み取った値に対応する重みを取得する。

[051 6] そして、劣化評価部 3 d は、算出した時間の長さとの積を、変数 X_t に足す。その後、処理はステップ S 8 1 1 に戻る。

[051 7] ステップ S 8 1 1 ~ S 8 1 3 の繰り返ループの結果として、ステップ S 8 1 4 の実行時点における変数 X_t には、式 (13) において図 6 の温度依存劣化係数 $C_{dgrTmpr}$ に掛けられる乗数が、格納されている。

[051 8] ステップ S 8 1 4 で劣化評価部 3 d は、温度依存劣化係数 $C_{dgrTmpr}$ を取得する。そして、劣化評価部 3 d は、温度依存劣化係数 $C_{dgrTmpr}$ と変数 X_t の値との積を算出し、算出した値を変数 X_{dgr} に足す。その結果、変数 X_{dgr} には、式 (12) の第 1 項から第 3 項までの和が格納される。

[051 9] 次に、ステップ S 8 1 5 で劣化評価部 3 d は、ステップ S 8 1 6 ~ S 8 1 7 の処理対象として未選択の、サーバ s_i での電圧超過イベントがあるか否かを判断する。具体的には、劣化評価部 3 d は、下記の 3 つの条件をすべて満たすエントリがイベント管理テーブルの中にあるか否かを判断する。

[0520] ・ 「サーバ ID」フィールドの値がサーバ s_i の ID と等しい。
 ・ 「イベントの種類」フィールドが、電圧超過を示している。
 ・ ステップ S 8 1 6 ~ S 8 1 7 の処理対象としてまだ選択されていない。

[0521] 上記 3 つの条件をすべて満たすエントリがある場合、処理はステップ S 8 1 6 に移行する。逆に、上記 3 つの条件をすべて満たすエントリがない場合、処理はステップ S 8 1 8 に移行する。

[0522] ステップ S 8 1 6 で劣化評価部 3 d は、サーバ s_i での未選択の電圧超過イベントを 1 つ選択する。つまり、劣化評価部 3 d は、サーバ s_i での電圧超過イベントに関する未選択のエントリ (すなわち上記 3 つの条件をすべて満た

すエントリ) を1つ選択する。

[0523] そして、劣化評価部3dは、選択したエントリから、当該電圧超過イベントの開始時刻と終了時刻を取得する。なお、選択したエントリには有効な終了時刻の値が記録されていない場合は、選択された電圧超過イベントはサーバ*s_i*においてまだ終熄していないので、劣化評価部3dは、終了時刻の代わりに現在時刻を取得する。

[0524] そして、ステップS817で劣化評価部3dは、選択した電圧超過が続いた時間の長さを算出する。つまり、劣化評価部3dは、取得した終了時刻または現在時刻から、取得した開始時刻を引く。

[0525] さらに、劣化評価部3dは、選択した電圧超過イベントの重みを取得する。具体的には、劣化評価部3dは、選択したエントリの「イベントのレベル」フィールドの値を読み取り、読み取った値に対応する重みを取得する。

[0526] そして、劣化評価部3dは、算出した時間の長さとの積を、変数*X_v*に足す。その後、処理はステップS815に戻る。

[0527] ステップS815~S817の繰り返しループの結果として、ステップS818の実行時点において変数*X_v*に格納されている値は、式(14)において図6の電圧依存劣化係数*C_{dgr0verv_o}*に掛けられる乗数である。

[0528] ステップS818で劣化評価部3dは、電圧依存劣化係数*C_{dgr0verv_o}*を取得する。そして、劣化評価部3dは、電圧依存劣化係数*C_{dgroverv_o}*と変数*X_v*の値との積を算出し、算出した値を変数*X_{dgr}*に足す。その結果、変数*X_{dgr}*には、式(12)の劣化評価値*f_{dgr}(s_i)*が格納される。

[0529] 最後に、ステップS819で劣化評価部3dは、変数*X_{dgr}*の値を、サーバ*s_i*の劣化評価値*f_{dgr}(s_i)*として記録する。つまり、劣化評価部3dは、結果テーブル中の、サーバ*s_i*に対応するエントリの「劣化評価値」フィールドに、変数*X_{dgr}*の値を記録する。そして、図14A~14Bの劣化評価処理は終了する。

[0530] さて、図15は、管理DBに含まれるイベント管理テーブルの例を示す図である。図15には、2011年1月3日11時におけるイベント管理テ-

プル 205c が例示されている。図 8 のイベント管理テーブル 205b と比べると、イベント管理テーブル 205c では、12 番目と 14 番目と 15 番目のエントリの終了時刻が更新されており、16 番目と 17 番目のエントリが追加されている。

[0531] 具体的には、2011年1月2日12時にサーバ管理装置 31_6 は、サーバ 30_6 の電圧が正常に戻ったことを検出する。すると、サーバ管理装置 31_6 は、サーバ 30_6 の電圧低下からの復旧を収集部 2 に通知する。通知に応じて、収集部 2 は、15 番目のエントリの終了時刻を 2011年1月2日12時に更新する。

[0532] また、2011年1月3日10時にサーバ管理装置 31_2 は、サーバ 30_2 の温度が正常に戻ったことを検出する。すると、サーバ管理装置 31_2 は、サーバ 30_2 の温度異常からの復旧を収集部 2 に通知する。通知に応じて、収集部 2 は、12 番目のエントリの終了時刻を 2011年1月3日10時に更新する。

[0533] さらに、2011年1月3日10時にサーバ管理装置 31_4 は、サーバ 30_4 の電圧が正常に戻ったことを検出する。すると、サーバ管理装置 31_4 は、サーバ 30_4 の電圧低下からの復旧を収集部 2 に通知する。通知に応じて、収集部 2 は、14 番目のエントリの終了時刻を 2011年1月3日10時に更新する。

[0534] その後、2011年1月3日11時には、サーバ管理装置 31_2 が、サーバ 30_2 の温度異常を検出し、検出結果を収集部 2 に通知する。すると、収集部 2 は、サーバ管理装置 31_2 からの通知に基づいて、サーバ 30_2 に「Minor」レベルの「温度異常」イベントが発生したことを認識する。認識の結果、収集部 2 は、16 番目のエントリを生成する。図 15 において、16 番目のエントリの終了時刻は無効な値である。

[0535] さらに、2011年1月3日11時には、サーバ管理装置 31_4 が、サーバ 30_4 の電圧超過を検出し、検出結果を収集部 2 に通知する。すると、収集部 2 は、サーバ管理装置 31_4 からの通知に基づいて、サーバ 30

_ 4 に「M a j o 門 レベルの 電圧超過」イベントが発生したことを認識する。認識の結果、収集部 2 は、17 番目のエントリを生成する。図 15 において、17 番目のエントリの終了時刻は無効な値である。

[0536] さて次に、第 2 実施形態で算出される評価値の具体例を、図 15 および図 16 を参照しながら説明する。図 16 の結果テーブル 206c は、2011 年 1 月 3 日 10 時 30 分に、スタンバイサーバ 30 - 2 ~ 30 - 7 のそれぞれについて図 13 の総合評価処理が実行された直後の状態を示す。

[0537] 図 15 のイベント管理テーブル 205c に示すように、2011 年 1 月 3 日 10 時 30 分には、サーバ 30 _ 1 ~ 30 _ 7 のいずれも正常である。また、係数 201 と重み 202 の値は図 6 のとおりとする。

[0538] すると、サーバ 30 _ 2 ~ 30 _ 7 のいずれに関しても、図 13 のステップ S 701 で算出される温度評価値は、0 である。また、サーバ 30 _ 2 ~ 30 _ 7 のいずれに関しても、ステップ S 702 で算出される電圧評価値は、0 である。よって、サーバ 30 _ 2 ~ 30 _ 7 のいずれに関しても、ステップ S 705 で算出される重み付け和は、0 である。

[0539] なお、図 10 と図 16 の比較から明らかなおり、温度異常が終熄すれば温度評価値も下がり、電圧異常が終熄すれば電圧評価値も下がる。

[0540] さて、サーバ 30 _ 2 に関する劣化評価値と総合評価値は、次のように算出される。

[0541] 図 15 のイベント管理テーブル 205c において、サーバ 30 _ 2 に関する 2 番目と 8 番目のエントリは、以下のことを示す。

[0542] ・サーバ 30 _ 2 は、2010 年 12 月 23 日 10 時から 2010 年 12 月 28 日 10 時までの 120 時間の間、電源が投入されていない状態である。

・サーバ 30 _ 2 は、2010 年 12 月 28 日 10 時から 2011 年 1 月 3 日 10 時 30 分までの 144.5 時間の間、電源が投入された状態である。

[0543] したがって、式 (12) において $t_{on}(s_i) = 144.5$ かつ $t_{off}(s$

$i) = 120$ である。つまり、図14AのステップS805において変数 X_{on} の値は144.5であり、ステップS809において変数 X_{off} の値は120である。

[0544] また、イベント管理テーブル205cの12番目のエントリによれば、サーバ30_2では、2011年1月1日10時から2011年1月3日10時までの48時間の間、「Major」レベルの温度異常が続いている。なお、2011年1月3日10時30分には、イベント管理テーブル205cの16番目のエントリはまだ生成されていないことに注意されたい。

[0545] したがって、式(13)の関数 $f_{dgrTmpr}(s_i)$ の値は、次の式から分かるとおり、約0.27である。

$$[0546] \quad C_{dgrTmpr} \times W_2 \times 48 = 1/360 \times 2 \times 48 = 4/15 \doteq 0.27$$

[0547] つまり、図14BのステップS814では、変数 X_t の値は96(=2×48)であり、変数 X_{dgr} には上記の約0.27という値が足される。

[0548] なお、イベント管理テーブル205cによれば、2011年1月3日10時30分までにサーバ30_2に電圧超過が生じたことはない。したがって、式(14)の関数 $f_{dgrovervol}(s_j)$ の値は、0である。つまり、図14BのステップS818では、変数 X_v の値は0であり、変数 X_{dgr} には0が足される。

[0549] よって、サーバ30_2に関して式(12)にしたがって算出される劣化評価値は、次の式から分かるとおり、約0.83である。

$$[0550] \quad 1/360 \times 144.5 + 1/720 \times 120 + 4/15 + 0 \doteq 0.83$$

[0551] そして、上記のとおり図13のステップS705で算出される値は0である。よって、ステップS706で算出されるサーバ30_2の総合評価値は、約0.83(=0+0.83)である。

[0552] さて、サーバ30_3に関する劣化評価値と総合評価値は、次のように算出される。

[0553] イベント管理テーブル205cの9番目のエントリによれば、サーバ30_3は、2010年12月28日10時から2011年1月3日10時30

分までの144.5時間の間、電源が投入されていない状態である。そして、サーバ30-3に関する電源ONイベントは記録されていない。したがって、式(12)において $t_{on}(s_i) = 0$ かつ $t_{off}(s_i) = 144.5$ である。

[0554] また、サーバ30-3には今まで温度異常も電圧超過も生じていない。よって、サーバ30-3に関して式(12)にしたがって算出される劣化評価値は、次の式から分かるとおり、約0.20である。

$$1/360 \times 0 + 1/720 \times 144.5 + 0 + 0 \doteq 0.20$$

[0555] また、上記のとおり図13のステップS705で算出される値は0である。よって、ステップS706で算出されるサーバ30-3の総合評価値は、約0.20(=0+0.20)である。

[0556] さて、サーバ30-4に関する劣化評価値と総合評価値は、次のように算出される。

イベント管理テーブル205cにおいてサーバ30-4に関する3番目と7番目のエントリは、以下のことを示す。

[0557] ・サーバ30-4は、2010年12月23日10時から2010年12月27日10時までの96時間の間、電源が投入されていない状態である。

・サーバ30-4は、2010年12月27日10時から2011年1月3日10時30分までの168.5時間の間、電源が投入された状態である。

[0558] したがって、式(12)において $t_{on}(s_i) = 168.5$ かつ $t_{off}(s_i) = 96$ である。

[0559] また、イベント管理テーブル205cによれば、2011年1月3日10時30分までの間に、サーバ30-4には、電圧低下が生じたことはあるが、温度異常も電圧超過も生じたことはない。よって、サーバ30-4に関して式(12)にしたがって算出される劣化評価値は、次の式から分かるとおり、約0.60である。

[0560] $1/360 \times 168.5 + 1/720 \times 96 + 0 + 0 \doteq 0.60$

[0561] また、上記のとおり図 13 のステップ S 7 0 5 で算出される値は 0 である。よって、ステップ S 7 0 6 で算出されるサーバ 3 0 — 4 の総合評価値は、約 0.60 (= 0 + 0.60) である。

[0562] さて、サーバ 3 0 _ 5 に関する劣化評価値と総合評価値は、次のように算出される。

[0563] イベント管理テーブル 2 0 5 c の 4 番目のエントリによれば、サーバ 3 0 _ 5 は、2 0 1 0 年 1 2 月 2 3 日 1 0 時から 2 0 1 1 年 1 月 3 日 1 0 時 3 0 分までの 2 6 4 . 5 時間の間、電源が投入されていない状態である。そして、サーバ 3 0 — 5 に関する電源 ON イベントは記録されていない。したがって、式 (12) において $t_{on}(s_i) = 0$ かつ $t_{off}(s_i) = 264.5$ である。

[0564] また、サーバ 3 0 — 5 には今まで温度異常も電圧超過も生じていない。よって、サーバ 3 0 — 5 に関して式 (12) にしたがって算出される劣化評価値は、次の式から分かるとおり、約 0.37 である。

[0565] $1/360 \times 0 + 1/720 \times 264.5 + 0 + 0 \doteq 0.37$

[0566] また、上記のとおり図 13 のステップ S 7 0 5 で算出される値は 0 である。よって、ステップ S 7 0 6 で算出されるサーバ 3 0 _ 5 の総合評価値は、約 0.37 (= 0 + 0.37) である。

[0567] さて、サーバ 3 0 _ 6 に関する劣化評価値と総合評価値は、次のように算出される。

[0568] イベント管理テーブル 2 0 5 c においてサーバ 3 0 — 6 に関する 5 番目と 1 0 番目のエントリは、以下のことを示す。

[0569] ・サーバ 3 0 — 6 は、2 0 1 0 年 1 2 月 2 3 日 1 0 時から 2 0 1 0 年 1 2 月 2 8 日 1 0 時までの 1 2 0 時間の間、電源が投入されていない状態である。

・サーバ 3 0 — 6 は、2 0 1 0 年 1 2 月 2 8 日 1 0 時から 2 0 1 1 年 1 月 3 日 1 0 時 3 0 分までの 1 4 4 . 5 時間の間、電源が投入された状態であ

る。

[0570] したがって、式 (12) において $t_{on}(s_i) = 144.5$ かつ $t_{off}(s_i) = 120$ である。

[0571] また、イベント管理テーブル 205c によれば、2011年1月3日10時30分までの間に、サーバ30—6には、電圧低下が生じたことは2回あるが、温度異常も電圧超過も生じたことはない。よって、サーバ30—6に関して式 (12) にしたがって算出される劣化評価値は、次の式から分かる通り、約0.57である。

[0572] $1/360 \times 144.5 + 1/720 \times 120 + 0 + 0 \doteq 0.57$

[0573] また、上記の通り図13のステップS705で算出される値は0である。よって、ステップS706で算出されるサーバ30—6の総合評価値は、約0.57 (= 0 + 0.57) である。

[0574] さて、サーバ30—7に関する劣化評価値と総合評価値は、次のように算出される。

[0575] イベント管理テーブル205cにおいてサーバ30—7に関する6番目と11番目のエントリは、以下のことを示す。

[0576] ・サーバ30—7は、2010年12月23日10時から2010年12月31日10時までの192時間の間、電源が投入されていない状態である。

・サーバ30—7は、2010年12月31日10時から2011年1月3日10時30分までの72.5時間の間、電源が投入された状態である。

[0577] したがって、式 (12) において $t_{on}(s_i) = 72.5$ かつ $t_{off}(s_i) = 192$ である。

[0578] また、イベント管理テーブル205cによれば、2011年1月3日10時30分までの間に、サーバ30—7には、温度異常も電圧超過も生じたことはない。よって、サーバ30—7に関して式 (12) にしたがって算出される劣化評価値は、次の式から分かる通り、約0.47である。

[0579] $1/360 \times 72.5 + 1/720 \times 192 + 0 + 0 \doteq 0.47$

[0580] また、上記のとおり図 13 のステップ S 7 0 5 で算出される値は 0 である。よって、ステップ S 7 0 6 で算出されるサーバ 3 0 _ 7 の総合評価値は、約 0.47 (= 0 + 0.47) である。

[0581] 算出部 3 は、以上に説明したような、サーバ 3 0 _ 2 ~ 3 0 _ 7 それぞれについての各種評価値を算出し、算出した評価値を図 16 の結果テーブル 2 0 6 c に格納する。結果テーブル 2 0 6 c によれば、将来故障が発生する蓋然性は、総合評価値が約 0.20 のサーバ 3 0 _ 3 において最も低い。したがって、仮にアクティブサーバ 3 0 _ 1 が故障した場合は、フェイルオーバー制御部 4 は、サーバ 3 0 _ 3 を新たなアクティブサーバとして選択する。

[0582] 続いて、図 17 ~ 20 を参照して、第 3 実施形態について説明する。第 3 実施形態では、式 (3 1) の総合評価値 $f_{total}(s_i)$ が算出される。具体的には、第 3 実施形態の算出部 3 は、図 17 のフローチャートにしたがって動作する。

[0583] 図 17 は、第 3 実施形態での総合評価処理のフローチャートである。図 17 の総合評価処理は、図 1 のステップ S 1 0 6 で算出部 3 が実行する。より具体的には、フェイルオーバー処理が図 4 のように行われる場合は、図 4 のステップ S 2 0 3 で算出部 3 が図 17 の総合評価処理を実行し、フェイルオーバー処理が図 5 のように行われる場合は、図 5 の処理と独立して算出部 3 が適宜のタイミングで図 17 の総合評価処理を実行する。

[0584] また、図 17 の総合評価処理は、ある 1 台のサーバ (説明の便宜上、「サーバ s_i 」とする) に関して実行される。例えば、フェイルオーバー制御部 4 が、サーバ s_i の ID を算出部 3 に指定して、算出部 3 に総合評価処理の実行を命じてよい。あるいは、算出部 3 が定期的に各サーバ s_i について図 17 の総合評価処理を実行してもよい。

[0585] いつ図 17 の総合評価処理が実行されるにせよ、第 3 実施形態では、管理 DB 5 が図 19 のような結果テーブルを含む。図 19 の結果テーブルの詳細は後述するが、図 19 に示すとおり、第 3 実施形態の結果テーブルの各エン

トリは、サーバID、温度評価値、電圧評価値、時刻評価値、および総合評価値という、5個のフィールドを含む。また、結果テーブルの各エントリは、各スタンバイサーバに対応する。図17の総合評価処理の進捗にともなつて、結果テーブルは更新される。

[0586] 図17のステップS901~S902は、図9のステップS401~S402と同様なので、詳しい説明を省略する。

[0587] 次のステップS903で算出部3は、次の2つの値を引数として時刻評価部3eに指定し、図18の時刻評価処理の実行を時刻評価部3eに命じる。

[0588] ・サーバ s_i のID
・現在時刻 (式(31)では「Now」と表記されている) に応じて決まる、期間 $period(Now)$

[0589] すると、時刻評価部3eは、図18のフローチャートにしたがって、時刻評価値 $f_{time}(s_i, period(Now))$ を算出する。そして、時刻評価部3eは、結果テーブル中の、サーバ s_i に対応するエントリの時刻評価値のフィールドに、算出結果を記録する。

[0590] なお、式(31)に関して説明したとおり、引数として与えられる期間 $period(Now)$ は、ステップS903が実行される時点を含む適宜の時間帯である。例えば、ステップS903が11時に実行される場合は、期間 $period(Now)$ は、11時から始まる時間帯 (例えば11時から12時までの時間帯) でもよいし、11時を中途に含む時間帯 (例えば10時30分から11時30分までの時間帯) でもよい。

[0591] 関数 $period()$ の詳細は、実施形態に応じて予め適宜決められる。したがって、算出部3は、ステップS903が実行される時点の現在時刻に応じて、適宜の期間 $period(Now)$ を、引数として時刻評価部3eに指定することができる。

[0592] また、次のステップS904では、総合評価部3cが、図9のステップS403~S410と同様にして、温度評価値 $f_{tmp_r}(s_i)$ と電圧評価値 $f_{v_o_1}(s_i)$ それぞれの影響の割合を算出する。

[0593] そして、ステップS 9 0 5で総合評価部 3 cは、算出した割合を用いて温度評価値 $f_{temp_r}(s_i)$ と電圧評価値 $f_{vol}(s_i)$ を重み付けした値（すなわち式 (3 4) の $f_{t \cdot o \cdot t}(s_i)$ ）を、算出する。ステップS 9 0 5での重み付け和の算出方法は、図 9 のステップS 4 1 1と同様である。

[0594] 最後にステップS 9 0 6で総合評価部 3 cは、ステップS 9 0 5で算出した値 $f_{t \cdot o \cdot t}(s_i)$ に、ステップS 9 0 3で結果テーブルに記録された時刻評価値 $f_{time}(s_i, period(Now))$ を加算することにより、総合評価値 $f_{t \cdot o \cdot t \cdot a \cdot l}(s_i)$ を算出する。つまり、総合評価部 3 cは、式 (3 1) にしたがって総合評価値 $f_{t \cdot o \cdot t \cdot a \cdot l}(s_i)$ を算出する。

[0595] そして、総合評価部 3 cは、結果テーブル中の、サーバ s_i に対応するエントリの総合評価値のフィールドに、算出結果を記録する。すると、図 1 7 の総合評価処理は終了する。

[0596] さて、図 1 8 は、時刻評価処理のフローチャートである。第 3 実施形態では、図 1 7 のステップS 9 0 3で時刻評価部 3 eが時刻評価処理を実行する。なお、図 1 8 の説明においては、時刻評価部 3 eに対して引数として指定される時間帯を「p」とする。

[0597] ステップS 1 0 0 1で時刻評価部 3 eは、時刻評価値用の変数 X を 0 に初期化する。また、時刻評価部 3 eは、図 6 の 1 ヶ月係数 C_{one} と 2 ヶ月係数 C_{two} と 3 ヶ月係数 C_{three} の値を取得する。

[0598] 次に、ステップS 1 0 0 2で時刻評価部 3 eは、ステップS 1 0 0 3 ~ S 1 0 1 0 の処理対象として未選択の、サーバ s_i での異常イベントがあるか否かを判断する。具体的には、時刻評価部 3 eは、下記の 3 つの条件をすべて満たすエントリがイベント管理テーブルの中にあるか否かを判断する。

[0599]

- ・ 「サーバ ID」フィールドの値がサーバ s_i の ID と等しい。
- ・ 「イベントの種類」フィールドが、何らかの異常（具体的には、温度異常、電圧低下、または電圧超過）を示している。
- ・ ステップS 1 0 0 3 ~ S 1 0 1 0 の処理対象としてまだ選択されていない。

- [0600] 上記3つの条件をすべて満たすエントリがある場合、処理はステップS 1003に移行する。逆に、上記3つの条件をすべて満たすエントリがない場合、処理はステップS 1011に移行する。
- [0601] ステップS 1003で時刻評価部3eは、サーバ s_i での未選択の異常イベントを1つ選択する。つまり、時刻評価部3eは、サーバ s_i での異常イベントに関する未選択のエントリ（すなわち上記3つの条件をすべて満たすエントリ）を1つ選択する。
- [0602] 次に、ステップS 1004で時刻評価部3eは、選択した異常イベントが続いた期間が、時間帯 p と重なっているか否かを判断する。なお、時間帯 p の長さは、1日より短く定められるものとする。よって、時刻評価部3eは、具体的には以下のように判断する。
- [0603] もし、選択したエントリに終了時刻が記録されていなければ（すなわち、選択した異常イベントがまだ続いていれば）、時刻評価部3eは、現在時刻を終了時刻と見なす。そして、時刻評価部3eは、選択した異常イベントの開始時刻から終了時刻までの期間と、時間帯 P とが、一部分でも重なっているか否かを判断する。
- [0604] 例えば、時間帯 p が11時から12時までの時間帯だとする。この場合、例えば、開始時刻が2011年1月4日9時で終了時刻が2011年1月4日11時10分の異常イベントは、時間帯 p と一部重なる。また、開始時刻が2011年1月4日13時で終了時刻が2011年1月5日11時30分の異常イベントも、時間帯 p と一部重なる。他方、開始時刻が2011年1月4日13時で終了時刻が2011年1月4日14時の異常イベントは、時間帯 P とまったく重ならない。
- [0605] 選択した異常イベントの開始時刻から終了時刻までの期間と、時間帯 P とが、一部分でも重なっていれば、処理はステップS 1005に移行する、逆に、選択した異常イベントの開始時刻から終了時刻までの期間と、時間帯 P とが、まったく重なっていなければ、処理はステップS 1002に戻る。
- [0606] ステップS 1005で時刻評価部3eは、選択した異常イベントが最近1

ヶ月以内に発生した異常イベントなのか否かを判断する。時刻評価部 3 e は、選択したエントリの開始時刻に記録されている日付と、図 18 の時刻評価処理を実行している日から、ステップ S 1005 の判断を行う。

[0607] もし、選択した異常イベントが最近 1 ヶ月以内に発生した異常イベントであれば、処理はステップ S 1006 に移行する。逆に、選択した異常イベントが 1 ヶ月より前に発生した異常イベントであれば、処理はステップ S 1007 に移行する。

[0608] ステップ S 1006 で時刻評価部 3 e は、選択した異常イベントの重みを取得する。具体的には、時刻評価部 3 e は、選択したエントリの「イベントのレベル」フィールドの値を読み取り、読み取った値に対応する重みを取得する。

[0609] そして、時刻評価部 3 e は、取得した重みと 1 ヶ月係数 C_{one} との積を、変数 X に足す。その後、処理はステップ S 1002 に戻る。

[0610] ステップ S 1007 で時刻評価部 3 e は、選択した異常イベントが最近 2 ヶ月以内に発生した異常イベントなのか否かを判断する。もし、選択した異常イベントが最近 2 ヶ月以内に発生した異常イベントであれば、処理はステップ S 1008 に移行する。逆に、選択した異常イベントが 2 ヶ月より前に発生した異常イベントであれば、処理はステップ S 1009 に移行する。

[0611] ステップ S 1008 で時刻評価部 3 e は、選択した異常イベントの重みを取得する。そして、時刻評価部 3 e は、取得した重みと 2 ヶ月係数 C_{two} との積を、変数 X に足す。その後、処理はステップ S 1002 に戻る。

[0612] ステップ S 1009 で時刻評価部 3 e は、選択した異常イベントが最近 3 ヶ月以内に発生した異常イベントなのか否かを判断する。もし、選択した異常イベントが最近 3 ヶ月以内に発生した異常イベントであれば、処理はステップ S 1010 に移行する。逆に、選択した異常イベントが 3 ヶ月より前に発生した異常イベントであれば、処理はステップ S 1002 に戻る。

[0613] ステップ S 1010 で時刻評価部 3 e は、選択した異常イベントの重みを取得する。そして、時刻評価部 3 e は、取得した重みと 3 ヶ月係数 C_{three} と

の積を、変数 X に足す。その後、処理はステップ S 1002 に戻る。

[0614] 以上のステップ S 1002 ~ S 1010 の繰り返しループの結果として、ステップ S 1011 の実行時点では、サーバ s_i で最近 3 ヶ月以内に発生したすべての異常イベントが選択済みである。つまり、ステップ S 1011 の実行時点では、式 (26) の時刻評価値 $f_{time}(s_i, p)$ が変数 X に格納されている。

[0615] よって、ステップ S 1011 で時刻評価部 3e は、変数 X の値をサーバ s_i の時刻評価値 $f_{time}(s_i, p)$ として記録する。つまり、時刻評価部 3e は結果テーブル中の、サーバ s_i に対応するエントリの「時刻評価値」フィールドに、変数 X の値を記録する。そして、図 18 の時刻評価処理は終了する。

[0616] なお、ステップ S 1005、S 1007、および S 1009 における判断では、上記のように開始時刻が使われてもよい。しかし、実施形態によっては、開始時刻の代わりに、終了時刻（ただし、終了時刻が記録されていないエントリに関しては、現在時刻）が使われてもよい。

[0617] さて次に、第 3 実施形態で算出される評価値の具体例を、図 15 および図 19 を参照しながら説明する。図 19 の結果テーブル 206d は、2011 年 1 月 3 日 11 時 10 分に、スタンバイサーバ 30-2 ~ 30-7 のそれぞれについて図 17 の総合評価処理が実行された直後の状態を示す。なお、以下では、管理 DB 5 内のイベント管理テーブルは、2011 年 1 月 3 日 11 時 10 分においても図 15 のイベント管理テーブル 205c の状態のままであり、変わっていないものとする。

[0618] 図 15 のイベント管理テーブル 205c に示すように、2011 年 1 月 3 日 11 時 10 分には、サーバ 30-2 に温度異常が発生しており、サーバ 30-4 に電圧超過が発生している。他方、他のサーバ 30-1、30-3、30-5、30-6、30-7 は正常である。

[0619] よって、サーバ 30-2 に関して図 17 のステップ S 901 で算出される温度評価値は、100 ($= c_{seifw_1} + 0 + 0 + 0 = 100 \times 1$) である。また、サーバ 30-2 に関してステップ S 902 で算出される電圧評価値は 0

である。

[0620] そして、サーバ30—2では、今まで温度異常のみが発生したことがあり、電圧異常は発生したことがない。よって、式(37)で近似されるとおり、サーバ30—2に関してステップS905で算出される値は、約100 ($= 1 \times 100 + 0 \times 0$) である。

[0621] ここで、図17の総合評価処理が行われるのは、上記のとおり2011年1月3日11時10分である。つまり、式(31)において現在時刻を示す引数「Now」の値は、2011年1月3日11時10分である。以下では説明の便宜上、式(31)の時間帯period(Now)が、「11時10分から12時10分までの1時間」という時間帯であるとする。

[0622] 以上の仮定と図15のイベント管理テーブル205cによれば、12番目と16番目のエントリにより表される温度異常が、サーバ30—2の時刻評価値の算出において考慮される。理由は以下のとおりである。

[0623] ・12番目のエントリが表す温度異常の開始時刻は、最近1ヶ月以内である。また、当該温度異常が続いた期間は、2011年1月1日(と2011年1月2日)における11時10分から12時10分までの時間帯と重なる。

・16番目のエントリが表す温度異常の開始時刻は、最近1ヶ月以内である。また、当該温度異常は、まだ終熄しておらず、2011年1月3日11時10分の時点において継続中である。よって、当該温度異常が継続している期間は、2011年1月3日における11時10分から12時10分までの時間帯と、少なくとも一部が重なる。

[0624] 具体的には、最近1ヶ月以内の上記時間帯period(Now)において、「Major」レベルの温度異常が「1回」とカウントされ、「Minor」レベルの温度異常が「1回」とカウントされる。よって、サーバ30—2の時刻評価値は、次の式から分かるとおり、12である。

[0625] $C_{one}(w_2 \times 1 + w_1 \times 1) = 4 \times (2 + 1) = 12$

[0626] そして、上記のとおり図17のステップS905で算出される値は約10

0である。よって、ステップS906で算出されるサーバ30_2の総合評価値は、約112 ($= 100 + 12$)である。

[0627] さて、サーバ30—3に関して図17のステップS901で算出される温度評価値は、6 ($= 0 + C_{adj}W_1 + 0 + 0 = 6 \times 1$)である。また、サーバ30—3に関してステップS902で算出される電圧評価値は0である。

[0628] そして、サーバ30—3では、今まで温度異常も電圧異常も発生したことがない。よって、式(38)に示すとおり、サーバ30—3に関してステップS905で算出される値は3 ($= 1/2 \times 6 + 1/2 \times 0$)である。

[0629] また、サーバ30—3では今まで温度異常も電圧異常も発生したことがないので、当然、サーバ30—3の時刻評価値は0である。よって、ステップS906で算出されるサーバ30—3の総合評価値は、3 ($= 0 + 3$)である。

[0630] さて、サーバ30—4に関してステップS901で算出される温度評価値は、0である。

[0631] 他方、図15のイベント管理テーブル205cの17番目のエントリが示すように、サーバ30—4では電圧超過が発生中である。よって、サーバ30—4に関してステップS902で算出される電圧評価値は、200 ($= C_{sif}W_2 + 0 = 100 \times 2$)である。

[0632] また、サーバ30—4では今まで、電圧異常のみが発生したことがあり、温度異常は発生したことがない。よって、式(37)で近似されるとおり、サーバ30—4に関してステップS905で算出される値は、約200 ($= 0 \times 0 + 1 \times 200$)である。

[0633] また、サーバ30—4の時刻評価値の算出においては、図15のイベント管理テーブル205cの14番目と17番目のエントリにより表される電圧異常が、考慮される。理由は以下のとおりである。

[0634] ・14番目のエントリが表す電圧低下の開始時刻は、最近1ヶ月以内である。また、当該電圧低下が続いた期間は、2011年1月2日における1時10分から12時10分までの時間帯と重なる。

・ 17 番目のエントリが表す電圧超過の開始時刻は、最近 1 ヶ月以内である。また、当該電圧超過は、まだ終熄しておらず、2011年1月3日11時10分の時点において継続中である。よって、当該電圧超過が継続している期間は、2011年1月3日における11時10分から12時10分までの時間帯と、少なくとも一部が重なる。

[0635] 具体的には、最近 1 ヶ月以内の上記時間帯 period (Now) において、「Critical」レベルの電圧低下が「1回」とカウントされ、「Major」レベルの電圧超過が「1回」とカウントされる。よって、サーバ30-4の時刻評価値は、次の式から分かるとおり、32である。

$$[0636] \quad C_{one}(W_3 \times 1 + W_2 \times 1) = 4 \times (6+2) = 32$$

[0637] そして、上記のとおり図17のステップS905で算出される値は約200である。よって、ステップS906で算出されるサーバ30-4の総合評価値は、約232 (= 200 + 32) である。

[0638] さて、サーバ30-5に関してステップS901で算出される温度評価値は、0である。他方、ステップS902で算出される電圧評価値は、20 (= 0 + $C_{power} W_2 = 10 \times 2$) である。

[0639] そして、サーバ30-5では、今まで温度異常も電圧異常も発生したことがない。よって、式(38)に示すとおり、サーバ30-5に関してステップS905で算出される値は、10 (= $1/2 \times 0 + 1/2 \times 20$) である。

[0640] また、サーバ30-5では今まで温度異常も電圧異常も発生したことがないので、当然、サーバ30-5の時刻評価値は0である。よって、ステップS906で算出されるサーバ30-5の総合評価値は、10 (= 10 + 0) である。

[0641] さて、サーバ30-6に関してステップS901で算出される温度評価値は、0である。また、ステップS902で算出される電圧評価値も、0である。よって、ステップS905で算出される値も、0である。

[0642] また、サーバ30-6の時刻評価値の算出においては、図15のイベント

管理テーブル205cの13番目と15番目のエントリにより表される電圧異常が、考慮される。理由は以下のとおりである。

[0643] ・13番目のエントリが表す電圧低下の開始時刻は、最近1ヶ月以内である。また、当該電圧低下が続いた期間は、2011年1月1日における11時10分から12時10分までの時間帯と、少なくとも一部が重なる。

・15番目のエントリが表す電圧低下の開始時刻は、最近1ヶ月以内である。また、当該電圧低下が続いた期間は、2011年1月2日における11時10分から12時10分までの時間帯と、少なくとも一部が重なる。

[0644] 具体的には、最近1ヶ月以内の上記時間帯 *period* (Now) において、「Minom」レベルの電圧低下が「2回」とカウントされる。よって、サーバ30—6の時刻評価値は、次の式から分かるとおり、8である。

[0645] $C_{one}(w_1 \times 2) = 4 \times (1 \times 2) = 8$

[0646] そして、上記のとおり図17のステップS905で算出される値は0である。よって、ステップS906で算出されるサーバ30—6の総合評価値は、8 (= 0 + 8) である。

[0647] さて、サーバ30_7に関してステップS901で算出される温度評価値は、0である。また、ステップS902で算出される電圧評価値も、0である。よって、ステップS905で算出される値も、0である。

[0648] そして、サーバ30—7では、今まで温度異常も電圧異常も発生したことがないので、当然、サーバ30_7の時刻評価値は0である。よって、ステップS906で算出されるサーバ30_7の総合評価値は、0 (= 0 + 0) である。

[0649] 算出部3は、以上に説明したような、サーバ30_2~30—7それぞれについての各種評価値を算出し、算出した評価値を図19の結果テーブル206dに格納する。結果テーブル206dによれば、将来故障が発生する蓋然性は、総合評価値が0のサーバ30—7において最も低い。したがって、仮にアクティブサーバ30_1が故障した場合は、フェイルオーバ制御部4は、サーバ30_7を新たなアクティブサーバとして選択する。

- [0650] 続いて、図 20 ~ 21 を参照して、第 4 実施形態について説明する。第 4 実施形態では、式 (32) の総合評価値 $f_{total}(s_i)$ が算出される。具体的には、第 4 実施形態の 3 は、図 20 のフローチャートにしたがって動作する。
- [0651] 図 20 は、第 4 実施形態での総合評価処理のフローチャートである。図 20 の総合評価処理は、図 1 のステップ S106 で算出部 3 が実行する。より具体的には、フェイルオーバ処理が図 4 のように行われる場合は、図 4 のステップ S203 で算出部 3 が図 20 の総合評価処理を実行し、フェイルオーバ処理が図 5 のように行われる場合は、図 5 の処理と独立して算出部 3 が適宜のタイミングで図 20 総合評価処理を実行する。
- [0652] また、図 20 の総合評価処理は、ある 1 台のサーバ (説明の便宜上、「サーバ s_i 」とする) に関して実行される。例えば、フェイルオーバ制御部 4 が、サーバ s_i の ID を算出部 3 に指定して、算出部 3 に総合評価処理の実行を命じてよい。あるいは、算出部 3 が定期的に各サーバ s_i について図 20 の総合評価処理を実行してもよい。
- [0653] 図 20 の総合評価処理が実行されるにせよ、第 4 実施形態では、管理 DB 5 が図 21 のような結果テーブルを含む。図 21 の結果テーブルの詳細は後述するが、図 21 に示すとおり、第 4 実施形態の結果テーブルの各エントリは、サーバ ID、温度評価値、電圧評価値、劣化評価値、時刻評価値、および総合評価値という、6 個のフィールドを含む。また、結果テーブルの各エントリは、各スタンバイサーバに対応する。図 20 の総合評価処理の進捗にともなって、結果テーブルは更新される。
- [0654] 図 20 のステップ S1101 ~ S1103 は、図 13 のステップ S701 ~ S703 と同様なので、詳しい説明を省略する。また、その後のステップ S1104 ~ S1106 は、図 17 のステップ S903 ~ S905 と同様なので、詳しい説明を省略する。
- [0655] ステップ S1106 の後、ステップ S1107 で総合評価部 3c は、ステップ S1106 で算出した値に、ステップ S1103 で記録された劣化評価

値とステップS 1104で記録された時刻評価値を加算する。それにより、総合評価部3cは、式(32)の総合評価値 $f_{total}(S_i)$ を算出する。

[0656] そして、総合評価部3cは、結果テーブル中の、サーバ S_i に対応するエントリの総合評価値のフィールドに、算出結果を記録する。すると、図20の総合評価処理は終了する。

[0657] さて次に、第4実施形態で算出される評価値の具体例を、図15および図21を参照しながら説明する。図21の結果テーブル206eは、2011年1月3日11時30分に、スタンバイサーバ30_2~30_7のそれぞれについて図20の総合評価処理が実行された直後の状態を示す。なお、以下では、管理DB5内のイベント管理テーブルは、2011年1月3日11時30分においても図15のイベント管理テーブル205cの状態のままであり、変わっていないものとする。

[0658] 結果テーブル206eにおける「温度評価値」、「電圧評価値」、および「時刻評価値」の列の値は、図19の結果テーブル206dにおける値と同じである。理由は以下のとおりである。

[0659] ・結果テーブル206dは、2011年1月3日11時10分に実行された総合評価処理の結果を表す。他方、結果テーブル206eは、2011年1月3日11時30分に実行された総合評価処理の結果を表す。

・しかし、2011年1月3日の11時10分から11時30分までの間に新たに発生した異常はない。また、2011年1月3日の11時10分から11時30分までの間に終熄した異常もない。

・算出部3は、2011年1月3日の11時30分に時刻評価部3eに時刻評価値の算出を命じる際に、例えば、「11時30分から12時30分」という期間を引数として指定してもよい。このように期間が指定された場合も、図15のイベント管理テーブル205cの例の場合は、「11時10分から12時10分」という期間が引数として指定された場合と同じ時刻評価値が得られる。

[0660] よって、結果テーブル206eにおける「温度評価値」、「電圧評価値」

、および「時刻評価値」の列の値についての詳しい説明は、省略する。

[0661] また、結果テーブル 206 e における「劣化評価値」の列の値は、図 16 の結果テーブル 206 c における値と多少異なる。違いの理由は、結果テーブル 206 c は、2011年1月3日10時30分に実行された図 13 の総合評価処理の結果を表すのに対し、結果テーブル 206 e は、2011年1月3日11時30分に実行された図 20 の総合評価処理の結果を表すからである。

[0662] 具体的には、以下のような要因があるため、サーバ 30_2 ~ 30_7 のいずれに関しても、図 16 よりも図 21 において劣化評価値が大きい。

[0663] ・サーバ 30_2、30_4、30_6、および 30_7 に関しては、電源が投入されていた時間の長さ $t_{on}(s_i)$ の値が、図 16 の例よりは図 21 の例において、1時間だけ大きい。時間の長さ $t_{on}(s_i)$ の増加にともなし、劣化評価値も図 21 の例ではより大きくなる。

・サーバ 30_3 および 30_5 に関しては、電源が投入されていなかった時間の長さ $t_{off}(s_i)$ の値が、図 16 の例よりは図 21 の例において、1時間だけ大きい。時間の長さ $t_{off}(s_i)$ の増加にともない、劣化評価値も図 21 の例ではより大きくなる。

・サーバ 30_2 に関しては、2011年1月3日11時に発生した温度異常も、図 21 の劣化評価値を図 16 の劣化評価値より大きくする要因である。

・サーバ 30_4 に関しては、2011年1月3日11時に発生した電圧超過も、図 21 の劣化評価値を図 16 の劣化評価値より大きくする要因である。

[0664] 以上のような要因により、図 16 と図 21 では、劣化評価値が異なる。しかし、劣化評価値の算出方法は同様である。よって、サーバ 30_2 ~ 30_7 それぞれの劣化評価値の算出については、以下のとおり簡単に説明する。

[0665] サーバ 30_2 の劣化評価値は、以下の 2 つの式から分かるとおり、約 0

. 84 である。

$$[0666] \quad f_{\text{dgrTmpr}}(S_i) = C_{\text{dgrTmpr}} \times (W_2 \times 48 + W_1 \times 0.5) = 1/360 \times (2 \times 48 + 1 \times 0.5) \doteq 0.27$$

$$[0667] \quad f_{\text{dgr}}(S_i) = 1/360 \times 145.5 + 1/720 \times 120 + f_{\text{dgrTmpr}}(S_i) + 0 \doteq 0.84$$

[0668] サーバ30-3の劣化評価値は、以下の式から分かるとおり、約0.20である。

$$[0669] \quad 1/360 \times 0 + 1/720 \times 145.5 + 0 + 0 \doteq 0.20$$

[0670] サーバ30-4の劣化評価値は、以下の2つの式から分かるとおり、約0.61である。

$$[0671] \quad f_{\text{dgrOvervol}}(S_i) = C_{\text{dgrOvervol}} \times W_2 \times 0.5 = 1/360 \times 2 \times 0.5 \doteq 0.00$$

$$[0672] \quad f_{\text{dgr}}(S_i) = 1/360 \times 169.5 + 1/720 \times 96 + 0 + f_{\text{dgrOvervol}}(S_i) = 0.61$$

[0673] サーバ30-5の劣化評価値は、以下の式から分かるとおり、約0.37である。

$$[0674] \quad 1/360 \times 0 + 1/720 \times 265.5 + 0 + 0 \doteq 0.37$$

[0675] サーバ30-6の劣化評価値は、以下の式から分かるとおり、約0.57である。

$$[0676] \quad 1/360 \times 145.5 + 1/720 \times 120 + 0 + 0 \doteq 0.57$$

[0677] サーバ30-7の劣化評価値は、以下の式から分かるとおり、約0.47である。

$$[0678] \quad 1/360 \times 73.5 + 1/720 \times 192 + 0 + 0 \doteq 0.47$$

[0679] そして、各サーバについて図20のステップS1106で算出される値（つまり温度評価値と電圧評価値の重み付け和）は、図17のステップS905で算出される値と同様である。したがって、各サーバの総合評価値は以下のとおりである。

[0680] サーバ30-2の総合評価値は、約112.84（= 100 + 0.84 + 12）である。サーバ30-3の総合評価値は、約3.20（= 3 + 0.20 + 0）である。サーバ30-4の総合評価値は、約232.61（= 200 + 0.61 + 32）である。サーバ30-5の総合評価値は、約10.37（= 10 + 0.37 + 0）である。サーバ30-6の総合評価値は、約8

. 5 7 (= 0 + 0 . 5 7 + 8) である。サーバ 3 0 - 7 の総合評価値は、約 0 . 4 7 (= 0 + 0 . 4 7 + 0) である。

[0681] 算出部 3 は、以上に説明したような、サーバ 3 0 _ 2 ~ 3 0 - 7 それぞれについての各種評価値を算出し、算出した評価値を図 2 1 の結果テーブル 2 0 6 e に格納する。結果テーブル 2 0 6 e によれば、将来故障が発生する蓋然性は、総合評価値が約 0 . 4 7 のサーバ 3 0 - 7 において最も低い。したがって、仮にアクティブサーバ 3 0 _ 1 が故障した場合は、フェイルオーバ制御部 4 は、サーバ 3 0 _ 7 を新たなアクティブサーバとして選択する。

[0682] 続いて、図 2 2 を参照して、第 5 実施形態について説明する。第 5 実施形態では、第 4 実施形態と同様に、式 (3 2) の総合評価値 $f_{total}(s_i)$ が算出される。第 4 実施形態と第 5 実施形態との違いは、ユーザインタフェースである。

[0683] 具体的には、第 5 実施形態では、図 2 のフェイルオーバ制御部 4 が、自動的に新たなアクティブサーバを選択する代わりに、算出部 3 による評価結果をクライアント 6 に通知する。クライアント 6 は、適宜の GUI を用いて、通知された評価結果を表示する。

[0684] すると、クライアント 6 のユーザは、表示された評価結果を見て認識することができる。そして、ユーザは、クライアント 6 を介して、切り替え先のスタンバイサーバ (すなわち新たなアクティブサーバ) をフェイルオーバ制御部 4 に指示することができる。フェイルオーバ制御部 4 は、クライアント 6 から受け取った指示にしたがって、今までのアクティブサーバ 3 0 _ 1 から、指示された新たなサーバへの、切り替え (switchover) を制御する。

[0685] より具体的には、第 5 実施形態では、図 2 2 に例示するような GUI が利用されてもよい。図 2 2 には、クライアント 6 のディスプレイに表示される、結果表示画面 3 0 1 とダイアログボックス 3 0 2 の例が示されている。

[0686] 結果表示画面 3 0 1 は、算出部 3 による算出結果 (具体的には管理 DB 5 中の結果テーブルの内容を含むデータ) をテーブル形式で示す画面である。結果表示画面 3 0 1 には、見出しと、スタンバイサーバ 3 0 _ 2 ~ 3 0 - 7

のそれぞれに対応する行が含まれる。例えば、「2」というIDの割り当てられたサーバ30-2に対応する行は、以下のことを示している。

[0687] ・サーバ30-2は、「1」というIDの割り当てられたアクティブサーバ30-1用に設けられたスタンバイサーバのうちの1台である。

・サーバ30-2に関して、温度評価値が12、電圧評価値が0、劣化評価値が21、時刻評価値が0と算出され、これらの各評価値に基づいて、総合評価値が33と算出された。

・アクティブサーバ30-1からの切り替え先のサーバとしての優先度が、総合評価値が小さいほど高優先度となるように定義されており、6台のスタンバイサーバ30-2～30-7の中でのサーバ30-2の優先度は最低である。

[0688] 他のサーバ30-3～30-7についての行にも、同様に、アクティブサーバの1りと、優先度と、総合評価値と、温度評価値と、電圧評価値と、劣化評価値と、時刻評価値が表示されている。

[0689] そして、結果表示画面301の例においては、総合評価値が11のサーバ30-5の優先度が最も高く、総合評価値が13のサーバ30-7の優先度が2番目に高い。また、総合評価値が18のサーバ30-4の優先度が3番目に高く、総合評価値が23のサーバ30-3の優先度が4番目に高い。そして、総合評価値が25のサーバ30-6の優先度が5番目に高く、総合評価値が33のサーバ30-2の優先度は、上記のとおり最低である。

[0690] ユーザは、クライアント6のディスプレイに表示された結果表示画面301を見ることにより、サーバ30-2～30-7のそれぞれにおいて将来故障が発生する蓋然性を判断することができる。また、結果表示画面301には、総合評価値だけでなく、総合評価値の算出に使われる他の評価値が「詳細」として示されている。よって、ユーザは、サーバ30-2～30-7のそれぞれについて、故障に影響する各種要因の影響度を知ることができる。

[0691] また、ユーザは、クライアント6のディスプレイに表示されたダイアログボックス302を介して、アクティブサーバ30-1からの切り替え先のサ

サーバを、フェイルオーバー制御部4に対して指定することができる。図22の例では、「サーバ切り替え」という見出しがついたダイアログボックス302は、切り替え先のスタンバイサーバをユーザに選択させるためのプルダウンリストと、「OK」ボタンと、「キャンセル」ボタンを含む。図22のように、ダイアログボックス302は、さらに「ヘルプ」ボタンなどの他のGUI要素を含んでいてもよい。

[0692] プルダウンリストには、アクティブサーバ30_1に対応して設けられている6台のサーバ30_2~30_6が、上記の優先度の降順に、6つの選択肢として挙げられている。ユーザの便宜のため、プルダウンリスト中の各選択肢には、サーバIDと、総合評価値が表示されている。ユーザは、プルダウンリストから任意のサーバ(例えば「5」というIDのサーバ30_5)を選び、「OK」ボタンをクリックすることにより、フェイルオーバー制御部4に対して、切り替え先のサーバを指定することができる。

[0693] このように、第5実施形態によれば、ユーザの意向に応じた手動の切り替えも可能である。たとえアクティブサーバからの切り替えがユーザ操作に応じてなされるとしても、各スタンバイサーバに将来故障が発生する蓋然性を予測する結果表示画面301のような情報をユーザに対して提示することは有益である。なぜなら、提示された情報に基づいてユーザがより適切なスタンバイサーバを選択することができるからである。

[0694] ところで、本発明は上記実施形態に限られるものではない。上記の説明においてもいくつかの変形について説明したが、上記実施形態は、さらに例えば下記の観点から様々に変形することもできる。下記の変形は、相互に矛盾しない限り、任意に組み合わせることが可能である。

[0695] 様々なフローチャートを例示したが、ステップの順序は、矛盾が生じない限り適宜入れ替えられてよい。また、入れ替え可能なステップ同士は、並列に実行されてもよい。

[0696] 例えば、図20の例において、ステップS1101~S1104の順序は、任意に入れ替え可能である。また、ステップS1103~S1104は、

ステップS 1105 ~ S 1106 の後に実行されてもよい。

[0697] 算出部 3 は、スタンバイサーバだけでなく、アクティブサーバに関しても、評価値を算出してもよい。管理 DB 5 の結果テーブルは、アクティブサーバに関する評価値をさらに格納していてもよい。

[0698] なお、イベント管理テーブルや結果テーブルなど、管理 DB 5 中の各種データの例を、図面ではテーブル形式で例示した。しかし、データ形式は実施形態に応じて任意である。例えば、管理 DB 5 は、XML (Extensible Markup Language) データベースであってもよいし、他の形式のデータベースであってもよい。また、管理 DB 5 が結果テーブル 206a ~ 206e のようなテーブルを保持する代わりに、結果テーブル 206a ~ 206e と同等のデータを、単に算出部 3 が RAM 102 上の変数 (例えばアレイ変数) に保持していてもよい。

[0699] また、時刻評価値が利用され、かつ、フェイルオーバ処理が図 5 のフローチャートにしたがって行われる場合は、異なる複数の時間帯それぞれに対応する複数の時刻評価値が、各サーバに対応づけられて管理 DB 5 に格納されていてもよい。

[0700] 例えば、1日が、長さ1時間の24個の期間に分割されてもよい。そして、時刻評価部 3e は、1日に1回、決められた時刻に、24個の期間のそれぞれについて、各サーバの時刻評価値を算出し、算出結果を管理 DB 5 に格納してもよい。総合評価部 3c は、24個の期間のそれぞれについて算出された時刻評価値に対応して、24個の期間のそれぞれについて総合評価値を算出し、算出結果を管理 DB 5 に格納してもよい。

[0701] また、劣化評価値が利用される場合、管理 DB 5 には、下記の3つの値を互いに対応づける情報が格納されていてもよい。

[0702] ・ 部品が交換、増加、または削除されたサーバのサーバID。
・ 部品が交換、増加、または削除された日時。
・ 交換、増加、または削除された部品の個数に応じて算出される、式 (24) の右辺における被乗数。

- [0703] そして、劣化評価部 3 d は、劣化評価値の算出において時間の長さ（例えば、 $t_{on}(s_i)$ など）を評価する際に、部品が交換、増加、または削除された日時より前の期間の長さに対しては、記憶されている式（24）の被乗数を掛けてもよい。
- [0704] ところで、第5実施形態と類似のGUIは、第1〜第3実施形態のいずれに対しても適用可能である。算出部3が式（29）〜（33）のいずれにしたがって総合評価値を算出するにせよ、フェイルオーバ制御部4は、自動的にフェイルオーバ処理を行ってもよいし、クライアント6を介してユーザから与えられる指示にしたがってスイッチオーバ処理を行ってもよい。
- [0705] 図6に示した係数201と重み202の具体的な値は、実施形態に応じて適宜変更されてもよい。また、係数201と重み202の値はユーザ定義可能な値であってもよい。
- [0706] 冗長化システムが複数のアクティブサーバを含んでいてもよい。また、第1のアクティブサーバ用に設けられる複数のスタンバイサーバは、第2のアクティブサーバ用に設けられる複数のスタンバイサーバと、異なってもよいし、一部または全部が共通であってもよい。
- [0707] 例えば、サーバプール内の複数のサーバの各々は、第1のアクティブサーバ用のスタンバイサーバとして第1のアクティブサーバに対応づけられるとともに、第2のアクティブサーバ用のスタンバイサーバとして第2のアクティブサーバに対応づけられてもよい。管理サーバ1は、例えば管理DB5の中に、アクティブサーバとスタンバイサーバの対応づけに関する情報を保持する。
- [0708] いずれにせよ、算出部3は、各アクティブサーバに関して、当該アクティブサーバ用の複数のスタンバイサーバそれぞれの評価値を算出する。したがって、どのアクティブサーバに故障が生じた場合でも、フェイルオーバ制御部4は、総合評価値の小さなスタンバイサーバ（すなわち、故障が生じにくいと予測されるため、新たなアクティブサーバとして適切なサーバ）を選択することができる。

- [0709] ところで、図 2 には、ある 1 つの冗長化システムにおけるアクティブサーバ 30 _ 1 と、サーバ 30 - 1 に対応するスタンバイサーバ 30 - 2 ~ 30 - 7 のみが例示されている。
- [071 0] しかし、実施形態によっては、例えば、ラック 10 - 1 の中に、別のシステムのサーバ（以下、説明の便宜上「独立サーバ」という）が 1 台以上さらに設置されていることもあり得る。もちろん、ラック 10 - 2 の中に独立サーバが 1 台以上設置されていることもあり得るし、ラック 10 - 3 の中に独立サーバが 1 台以上設置されていることもあり得る。
- [071 1] 独立サーバは、機能の面では（つまり論理的には）、サーバ 30 - 1 ~ 30 _ 7 を含む冗長化システムとは無関係である。しかし、独立サーバは、物理的にはサーバ 30 - 1 ~ 30 - 7 と関係することがある。
- [071 2] そこで、もしラック 10 _ 1 ~ 10 - 3 の中に独立サーバが 1 台以上存在するならば、収集部 2 は、独立サーバからも故障予兆情報を収集する。そして、算出部 3 は、独立サーバから収集された故障予兆情報も用いて、スタンバイサーバ 30 - 2 ~ 30 - 7 それぞれの評価値を算出する。
- [071 3] 換言すれば、論理的には別々の複数のシステムに属するサーバが、物理的には同じラックの中に存在してもよい。そして、管理サーバ 1 は、それら複数のシステムに属する全サーバを管理してもよい。
- [0714] 例えば、プレード型の独立サーバがシャーシ 20 - 1 の 3 番目のスロットに搭載されており、当該独立サーバで温度異常が発生中だとする。この場合、温度異常が発生中の独立サーバは、シャーシ 20 _ 1 内でサーバ 30 - 2 に隣接している。また、サーバ 30 - 3 は、独立サーバと隣接してはいないが、同じシャーシ 20 _ 1 内にある。
- [071 5] よって、サーバ 30 - 2 や 30 - 3 は、当該独立サーバで発生中の温度異常の影響を受ける。したがって、収集部 2 が独立サーバからも故障予兆情報を収集することにより、サーバ 30 - 2 および 30 - 3 の温度評価値が、より正確に算出される。
- [071 6] あるいは、例えば、ラックマウント型の独立サーバがラック 10 - 2 に搭

載されており、当該独立サーバで電圧異常が発生中だとする。この場合、電圧異常が発生中の独立サーバは、サーバ30—4および30_5と電源ユニット12—2を共用している。したがって、収集部2が独立サーバからも故障予兆情報を収集することにより、サーバ30—4および30_5の電圧評価値がより正確に算出される。

[071 7] ところで、上記の説明においては、式(1)~(38)のような様々な式を例示したが、算出部3が他の式にしたがって評価値を算出してもよい。例えば、あるサーバ s_i に隣接するサーバの集合 $adj(s_i)$ は、上記のとおり式(5)により定義されてもよいが、別の定義が採用されてもよい。また、あるサーバ s_i の電圧評価値に影響を与えるサーバの集合 $power(s_i)$ は、上記のとおり式(11)により定義されてもよいが、別の定義が採用されてもよい。

[07 18] 具体的には、例えば、「以下のいずれかの条件が成り立つとき、サーバ s_i と s_j は隣接している」と定義されてもよい。

[071 9] ・サーバ s_i と s_j はともにプレート型サーバであり、サーバ s_i と s_j は、1つのシャーシ内で互いに隣接するスロットに搭載されている。

・サーバ s_i はプレート型サーバであり、サーバ s_j は、サーバ s_i の搭載されたシャーシのラック内位置のすぐ上(またはすぐ下)の位置に搭載された、ラックマウント型サーバである。

・サーバ s_j はラックマウント型サーバであり、サーバ s_i は、サーバ s_i のラック内位置のすぐ上(またはすぐ下)の位置に搭載されたシャーシに搭載された、プレート型サーバである。

・サーバ s_i と s_j はともにプレート型サーバであり、サーバ s_i を搭載したシャーシのラック内位置のすぐ上(またはすぐ下)の位置に、サーバ s_j を搭載したシャーシが搭載されている。

・サーバ s_i と s_j はともにラックマウント型サーバであり、サーバ s_i のラック内位置のすぐ上(またはすぐ下)の位置に、サーバ s_j が搭載されている。

[0720] もちろん、実施形態によっては、さらに別の定義が採用されてもよい。また、例えば上記の5つの場合が区別されてもよく、互いに異なる5つの値を持つ5つの隣接係数が使われてもよい。

[0721] なお、例えばラック内位置が「1、2、3……」のようなシーケンス番号で表されるとすると、ラック内での上下方向の隣接関係は、ラックマウント型サーバまたはシャーシの高さと、ラック内位置を示す番号から、判定可能である。

[0722] 例えば、高さが6Uのシャーシがラック内の3番から8番の位置を占めているとする。この場合、当該シャーシの上に隣接する装置は、2番の位置を占めている装置（例えば高さ1Uのラックマウント型サーバ）である。そして、当該シャーシの下に隣接する装置は、9番の位置を占めている装置である。9番の位置を占めている装置は、具体的には、例えば、9番から14番の位置を占める高さ6Uの別のシャーシかもしれないし、あるいは、9番の位置だけを占める高さ1Uのラックマウント型サーバかもしれない。

[0723] また、式(5)または上記の変形例のように定義される集合 $adj(s_i)$ を利用して、「レベル1の隣接関係」、「レベル2の隣接関係」、「レベル3の隣接関係」など、複数のレベルの隣接関係が定義されてもよい。例えば、以下のような定義が利用されてもよい。

[0724] ・ $s_j \in adj(s_i)$ ならば、サーバ s_i と s_j は、レベル1で互いに隣接している。

・ $\exists s_k (s_k \in adj(s_i) \wedge s_k \in adj(s_j))$ ならば、サーバ s_i と s_j は、レベル2で互いに隣接している。

・ $\exists s_k, s_h (s_k \in adj(s_i) \wedge s_k \in adj(s_j) \wedge s_h \in adj(s_i) \wedge s_h \in adj(s_j))$ ならば、サーバ s_i と s_j は、レベル3で互いに隣接している。

[0725] そして、温度評価値の算出においては、レベル1の隣接関係用の隣接係数と、レベル2の隣接関係用の隣接係数と、レベル3の隣接関係用の隣接係数が使われてもよい。つまり、あるサーバ s_i の温度評価値の算出においては、次のような様々な影響が考慮に入れられてもよい。

[0726] ・サーバ s_i にレベル 1 で隣接している他のサーバからの影響。
 ・サーバ s_i にレベル 2 で隣接している他のサーバからの影響。
 ・サーバ s_i にレベル 3 で隣接している他のサーバからの影響。
 ・レベル 1 ~ 3 ではサーバ s_i に隣接してはいないが、サーバ s_i と同じシャーシ内にある他のサーバからの影響。

・レベル 1 ~ 3 ではサーバ s_i に隣接しておらず、サーバ s_i と同じシャーシ内にもないが、サーバ s_i と同じラック内にある他のサーバからの影響。

[0727] 以上例示したように、あるサーバ s_i についての温度評価値の算出に、他のどのサーバ s_j が関係するかは、実施形態に応じて様々である。そして、上記の変形例とは逆に、例えば、式 (1) の右辺の第 4 項を省略するか、あるいは、第 3 項と第 4 項を省略する変形も可能である。具体的には、以下のとおりである。

[0728] 式 (1) は、サーバ s_i と s_j の近さについて式 (5) ~ (7) により定義された 3 つのレベルに基づいて、定義されている。しかし、サーバ s_i と s_j の近さについて、1 つのレベルだけが定義されてもよい。例えば、その 1 つのレベルは、式 (3) または上記の変形例における集合 $adj(s_i)$ により定義されてもよい。もちろん、サーバ s_i と s_j の近さについて、2 つのレベルが定義されてもよいし、4 つ以上のレベルが定義されてもよい。

[0729] そして、定義された近さのレベルの数に応じて、式 (1) は適宜変形されてよい。例えば、実施形態によっては、式 (1) の右辺の第 4 項が省略されてもよいし、あるいは、第 3 項と第 4 項の双方が省略されてもよい。

[0730] また、式 (11) による集合 $power(s_i)$ の定義では、以下の 2 つの場合が区別されていない。そして、式 (8) では、1 種類の同一電源係数 C_{power} が、以下の 2 つの場合の双方に対して使われる。

[0731] ・サーバ s_i と s_j が直接的に同じ電源ユニットから電力を供給される場合。

・サーバ s_i と s_j が間接的に同じ電源ユニットから電力を供給される場合。

[0732] しかし、例えば以下の5つの場合が互いに区別されてもよく、互いに異なる値を持つ5つの同一電源係数が使われてもよい。

[0733] ・サーバ s_i ;と s_j はともにプレート型サーバであり、サーバ s_i と s_j への直接の電力供給源は、同じ1つのシャーシ内電源ユニットである。

・サーバ s_i ;と s_j はともにプレート型サーバであり、同じ1つのシャーシに搭載されているが、サーバ s_i と s_j には、異なる2つのシャーシ内電源ユニットからそれぞれ電力が供給されている。

・サーバ s_i ;と s_j の一方はプレート型サーバであり、他方は、当該プレート型サーバの搭載されたシャーシに電力を供給するラック内電源ユニットから電力を得ている、ラックマウント型サーバである。

・サーバ s_i ;と s_j はともにラックマウント型サーバであり、サーバ s_i ;と s_j への直接の電力供給源は、同じ1つのラック内電源ユニットである。

・サーバ s_i ;と s_j は異なる2つのラックに搭載されているが、それら2つのラックに搭載された各ラック内電源ユニットは、同じ部屋の同じ電源コンセントから電力を得ている。

[0734] もちろん、実施形態によっては、さらに別の定義が採用されてもよい。また、劣化評価値や時刻評価値に関しても、式 (12) ~ (28) の例とは異なる定義が採用されてもよい。

[0735] いずれにしろ、温度評価部 3 a は、サーバ同士の物理的な位置関係についての定義に応じた適宜の手順により、温度評価値を算出する。そして、電圧評価部 3 b は、電源の共有に関する定義に応じた適宜の手順により、電圧評価値を算出する。

[0736] また、劣化評価部 3 d は、経年劣化にどのような要因が影響するかに応じた適宜の手順により、劣化評価値を算出する。そして、時刻評価部 3 e は、故障の発生のやすさが時刻または時間帯に依存する度合に応じた適宜の手順により、時刻評価値を算出する。

[0737] よって、総合評価部 3 c は、実施形態に応じた適宜の定義にしたがって他の評価部が算出した複数の評価値を使って、適宜の総合評価値を算出するこ

とができる。複数のスタンバイサーバそれぞれに関する総合評価値を用いることで、現在のアクティブサーバが故障した場合のフェイルオーバー先のサーバとしての適切さ（または優先度）が、複数のスタンバイサーバ間で比較可能となる。

[0738] よって、上記の様々な実施形態のいずれにおいても、故障の発生しにくいサーバを新たなアクティブサーバとして選択することで、二次故障を防ぐ効果が得られる。二次故障^oが起きなければ、冗長化システム全体としての可用性も高まる。

符号の説明

- [0739]
- 1 管理サーバ
 - 2 収集部
 - 3 算出部
 - 3 a 温度評価部
 - 3 b 電圧評価部
 - 3 c 総合評価部
 - 3 d 劣化評価部
 - 3 e 時刻評価部
 - 4 フェイルオーバー制御部
 - 5 管理DB
 - 6 クライアント
 - 1 - 1 ~ 1 0 - 7 ラック
 - 1 1 - 1 ~ 1 1 - 3 ラック管理装置
 - 1 2 - 1 ~ 1 2 - 3、2 3 - 1 ~ 2 3 - 3 電源ユニット
 - 2 0 - 1 ~ 2 0 - 2 シャーシ
 - 2 1 - 1 ~ 2 1 - 2 シャーシ管理装置
 - 2 2 - 1 ~ 2 2 - 2 LANスイッチ
 - 3 0 - 1 ~ 3 0 - 7 サーバ
 - 3 1 - 1 ~ 3 1 - 7 サーバ管理装置

- 100 コンピュータ
- 101 CPU
- 102 RAM
- 103 ネットワークインタフェース
- 104 入力装置
- 105 出力装置
- 106 不揮発性記憶装置
- 107 駆動装置
- 108 ノクス
- 109 記憶媒体
- 110 ネットワーク
- 111 プログラム提供者
- 201 係数
- 202 重み
- 203 サーバテーブル
- 204 シャーシテーブル
- 205 a ~ 205 c イベント管理テーブル
- 206 a ~ 206 e 結果テーブル
- 301 結果表示画面
- 302 ダイアログボックス

請求の範囲

- [請求項 1] 冗長化システム中のアクティブな第 1 のコンピュータを含む、複数のコンピュータを管理する管理コンピュータに、
- 前記複数のコンピュータのそれぞれから、故障の発生に関連する複数の種類の現象についての情報を含む故障予兆情報を収集し、
- 前記冗長化システムにおいて前記第 1 のコンピュータと対応づけられている複数の第 2 のコンピュータのうち 1 台以上の第 2 のコンピュータのそれぞれについて、当該第 2 のコンピュータに将来故障が生じる蓋然性を示す評価値を、当該第 2 のコンピュータから収集した前記故障予兆情報と、前記複数のコンピュータのうち当該第 2 のコンピュータ以外の所定の 1 台以上のコンピュータから収集した前記故障予兆情報とを用いて、算出することを含む処理を実行させるプログラム。
- [請求項 2] 前記複数の種類の現象は、温度に関する現象と、電圧に関する現象を含み、
- 前記評価値は、前記複数の種類の現象にそれぞれ関連する故障の当該第 2 のコンピュータにおける発生のしやすさを当該第 2 のコンピュータから収集された前記故障予兆情報に応じてそれぞれ示す複数の値に、依存することを特徴とする請求項 1 に記載のプログラム。
- [請求項 3] ある第 2 のコンピュータについての前記評価値を算出するのに前記故障予兆情報が用いられる前記所定の 1 台以上のコンピュータとは、
- 前記ある第 2 のコンピュータとの間で、シャーシ内の電源ユニットもしくはラック内の電源ユニットを共有するか、
- 前記ある第 2 のコンピュータと隣接した位置に搭載されているか、
- 前記ある第 2 のコンピュータと同じシャーシに搭載されているか、または

前記ある第2のコンピュータと同じラックに搭載されている、
1台以上のコンピュータである

ことを特徴とする請求項1または2に記載のプログラム。

[請求項4]

前記ある第2のコンピュータについての前記評価値は、前記所定の
1台以上のコンピュータから収集された前記故障予兆情報よりも、前
記ある第2のコンピュータから収集された前記故障予兆情報の方に重
きをおいて、算出される

ことを特徴とする請求項3に記載のプログラム。

[請求項5]

前記複数の値のうち、前記温度に関する現象に対応する第1の値は
、前記評価値を算出する対象の前記第2のコンピュータにおいて、過
去に、温度に関する1つ以上の異常の各々が続いた時間の長さに基づ
き、

前記複数の値のうち、前記電圧に関する現象に対応する第2の値は
、前記評価値を算出する対象の前記第2のコンピュータにおいて、過
去に、電圧に関する1つ以上の異常の各々が続いた時間の長さに基づ
き、

ことを特徴とする請求項2に記載のプログラム。

[請求項6]

前記評価値は、さらに、

前記評価値を算出する対象の前記第2のコンピュータにおいて、
将来、経年劣化に起因して故障が生じる蓋然性を示す第1の部分評価
値と、

前記評価値を算出する対象の前記第2のコンピュータにおいて、
将来、特定の時間帯に故障が生じる蓋然性を示す第2の部分評価値の
、

一方または双方にも依存することを特徴とする請求項2または5に
記載のプログラム。

[請求項7]

前記第1の部分評価値は、少なくとも、

前記評価値を算出する対象の前記第2のコンピュータに、電源が

入れられていた時間の長さ、電源が入れられていなかった時間の長さ、もしくは、電源が入れられていた時間と電源が入れられていなかった時間の合計の長さ、

前記評価値を算出する対象の前記第2のコンピュータにおいて、過去に、温度もしくは電圧に関する1つ以上の異常の各々が続いた時間の長さ、

前記評価値を算出する対象の前記第2のコンピュータに関して前記評価値の算出のために前記故障予兆情報が用いられる前記所定の1台以上のコンピュータにおいて、過去に、温度もしくは電圧に関する1つ以上の異常の各々が続いた時間の長さ、または、

前記複数のコンピュータのうち、前記評価値を算出する対象の前記第2のコンピュータと同じモデルの1台以上のコンピュータにおいて、過去に、1つ以上の異常の各々が続いた時間の長さ

のいずれかに基づくことを特徴とする請求項6に記載のプログラム。

[請求項8]

前記第2の部分評価値は、前記評価値を算出する対象の前記第2のコンピュータにおいて、過去に1日の中の前記特定の時間帯に異常が発生していたか否かを示す履歴に基づく

ことを特徴とする請求項6に記載のプログラム。

[請求項9]

前記プログラムが前記管理コンピュータに実行させる前記処理は、決められた基準が示すある蓋然性以下の蓋然性を示す値が前記評価値として算出された1台の第2のコンピュータを、前記第1のコンピュータと交代する第2のコンピュータとして選択することをさらに含み、

前記基準は、前記評価値に関する所定の閾値により決められているか、または、前記複数の第2のコンピュータの中での前記評価値の相対的順序に関して決められている

ことを特徴とする請求項1から8のいずれかに記載のプログラム。

[請求項 10] 冗長化システム中のアクティブな第 1 のコンピュータを含む、複数のコンピュータを管理する情報処理装置であって、

前記複数のコンピュータのそれぞれから、故障の発生に関連する複数の種類の現象についての情報を含む故障予兆情報を収集する収集手段と、

前記収集手段が収集した前記故障予兆情報を格納する格納手段と、

前記冗長化システムにおいて前記第 1 のコンピュータと対応づけられている複数の第 2 のコンピュータのうちの 1 台以上の第 2 のコンピュータのそれぞれについて、当該第 2 のコンピュータに将来故障が生じる蓋然性を示す評価値を、当該第 2 のコンピュータから前記収集手段により収集されて前記格納手段に格納されている前記故障予兆情報と、前記複数のコンピュータのうち当該第 2 のコンピュータ以外の所定の 1 台以上のコンピュータから前記収集手段により収集されて前記格納手段に格納されている前記故障予兆情報とを用いて、算出する算出手段

を備える情報処理装置。

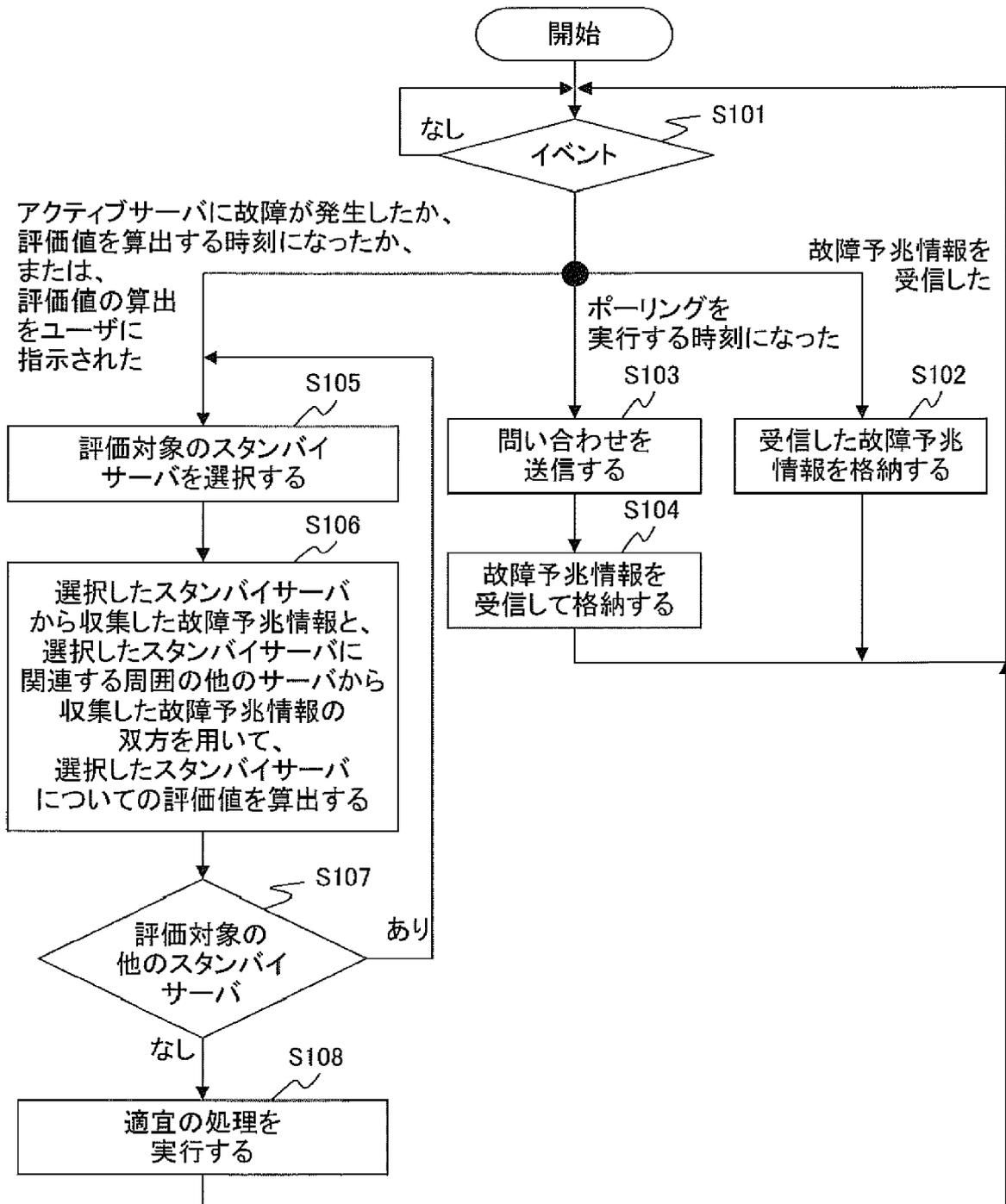
[請求項 11] 冗長化システムにおいて動作中の第 1 のコンピュータを含む、複数のコンピュータを管理する管理コンピュータが実行する方法であって、

前記複数のコンピュータのそれぞれから、故障の発生に関連する複数の種類の現象についての情報を含む故障予兆情報を収集し、

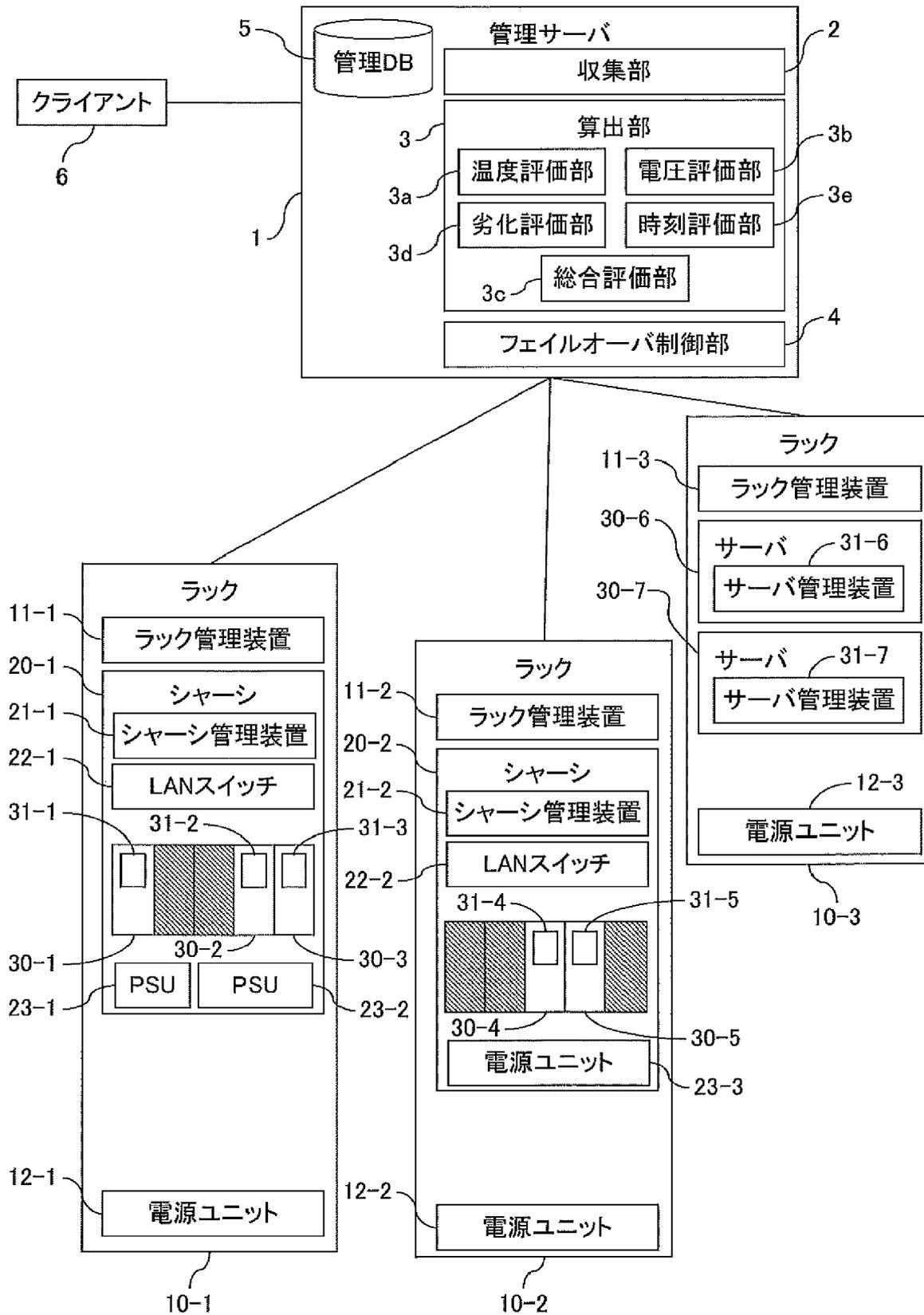
前記冗長化システムにおいて前記第 1 のコンピュータと対応づけられている複数の第 2 のコンピュータのうちの 1 台以上の第 2 のコンピュータのそれぞれについて、当該第 2 のコンピュータに将来故障が生じる蓋然性を示す評価値を、当該第 2 のコンピュータから収集した前記故障予兆情報と、前記複数のコンピュータのうち当該第 2 のコンピュータ以外の所定の 1 台以上のコンピュータから収集した前記故障予兆情報とを用いて、算出する

ことを特徴とする方法。

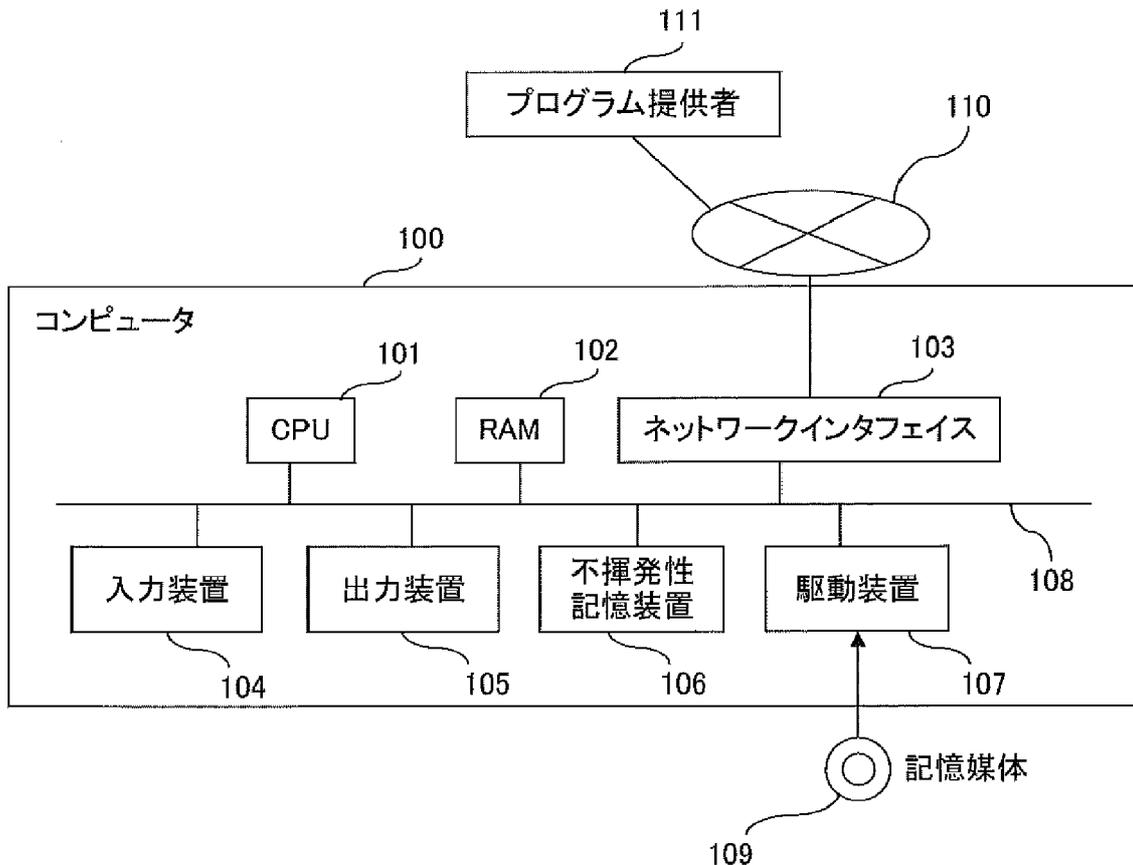
[図1]



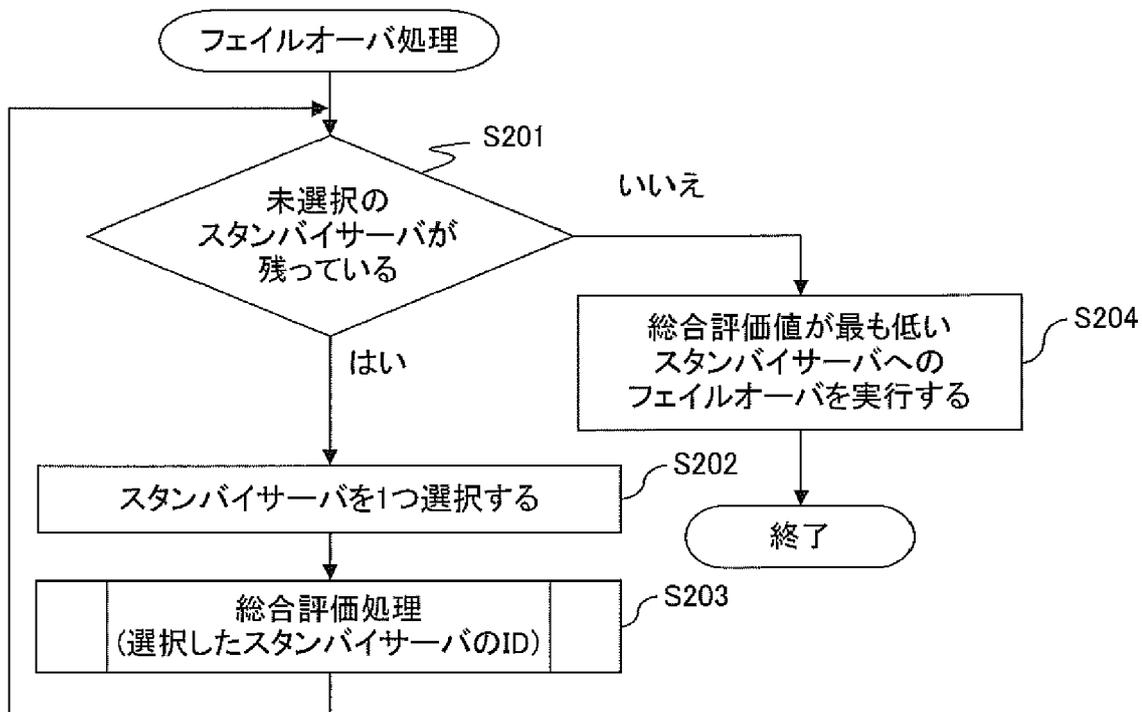
[図2]



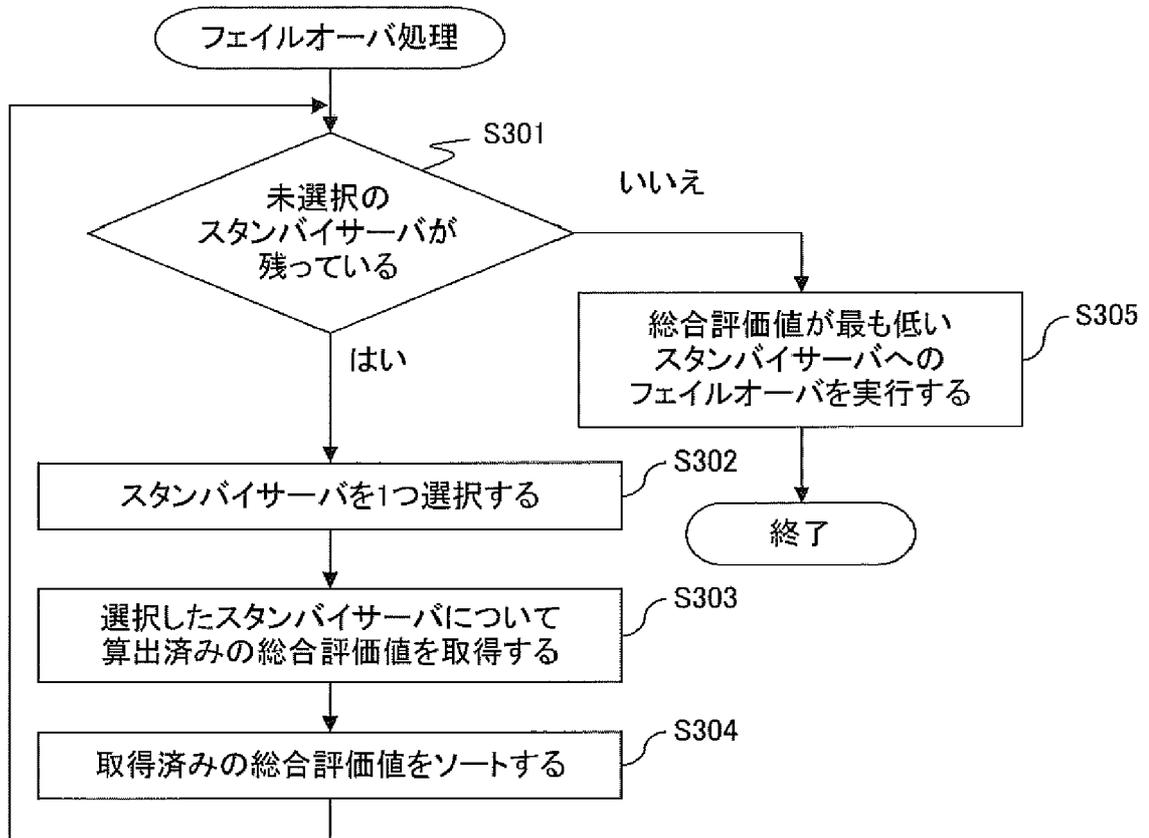
[図3]



[図4]



[図5]



[図6]

201
↙

説明		値
自己係数	C_{self}	100
隣接係数	C_{adj}	6
シャーシ係数	$C_{chassis}$	2
ラック係数	C_{rack}	1
同一電源係数	C_{power}	10
電源投入係数	C_{on}	1/360
経年劣化係数	C_{off}	1/720
温度依存劣化係数	$C_{dgrTmpr}$	1/360
電圧依存劣化係数	$C_{dgrOvervol}$	1/360
1ヶ月係数	C_{one}	4
2ヶ月係数	C_{two}	2
3ヶ月係数	C_{three}	1
補正定数	\mathcal{E}	1/10000

202
↙

説明		レベル	値
正常を示す重み	W_0	0	0
軽微な異常の重み	W_1	1	1
重大な異常の重み	W_2	2	2
非常に重大な異常の重み	W_3	3	6

[図7]

203

サーバ ID	シャシー ID	スロット ID	ラック ID	ラック内位置	シリアル番号	CPU数	メモリサイズ	NIC数	カード数	シャシー内電源ID	ラック内電源ID
1	1	1	-	-	A1	2	2048	4	1	1	-
2	1	4	-	-	B1	2	2048	4	1	2	-
3	1	5	-	-	C1	2	2048	4	1	2	-
4	2	3	-	-	D1	4	4096	2	2	3	-
5	2	4	-	-	E1	4	4096	2	2	3	-
6	-	-	3	1	F1	2	1024	6	2	-	3
7	-	-	3	2	G1	2	1024	6	2	-	3

204

シャシー ID	ラック ID	ラック内位置	ラック内電源ID
1	1	1-6	1
2	2	1-10	2

[図8]

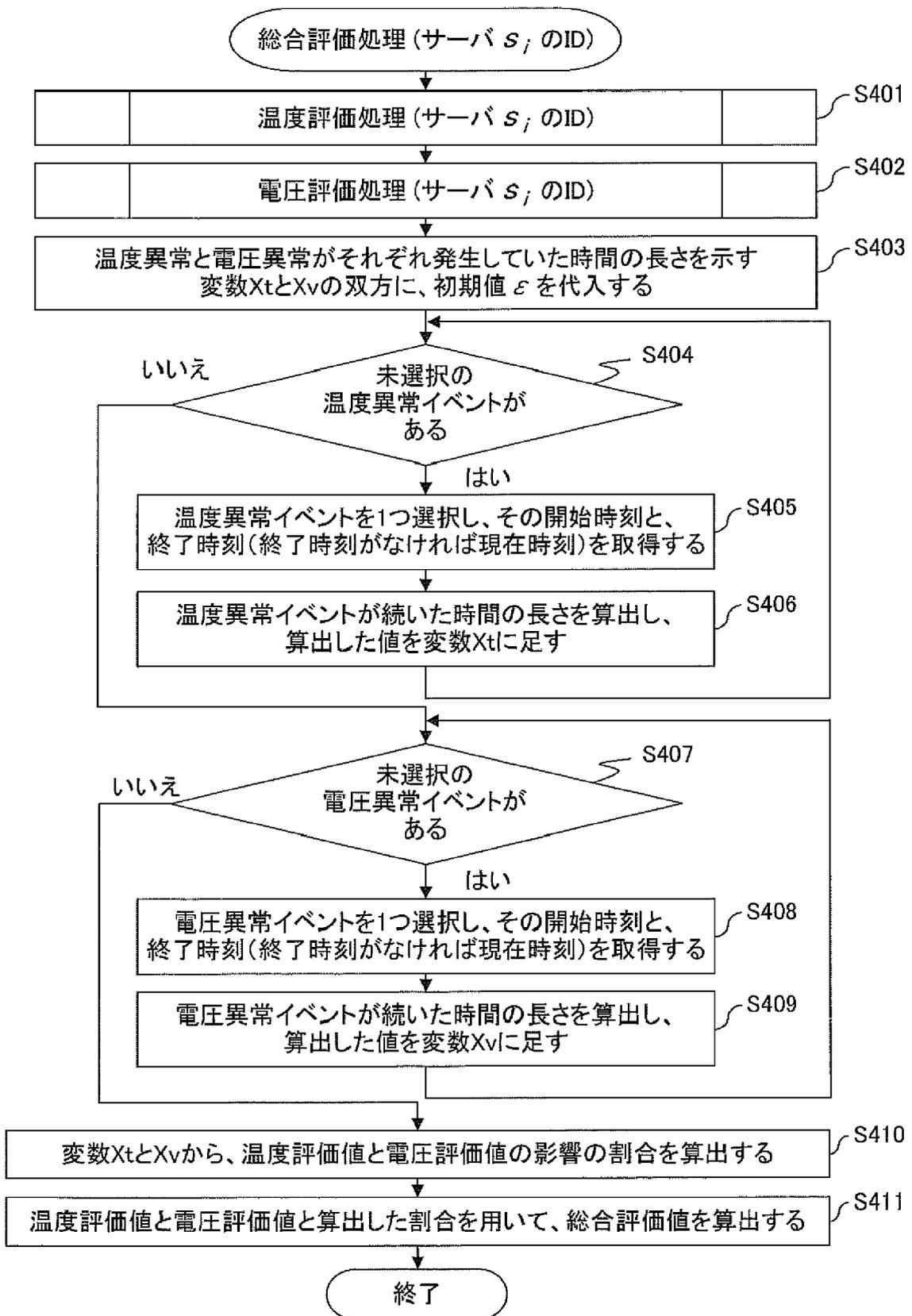
205a

エントリ ID	サーバ ID	開始時刻	終了時刻	イベントのレベル	イベントの種類
1	1	2010/12/23 10:00	-	Information	電源ON
2	2	2010/12/23 10:00	2010/12/28 10:00	Information	電源OFF
3	4	2010/12/23 10:00	2010/12/27 10:00	Information	電源OFF
4	5	2010/12/23 10:00	-	Information	電源OFF
5	6	2010/12/23 10:00	2010/12/28 10:00	Information	電源OFF
6	7	2010/12/23 10:00	2010/12/31 10:00	Information	電源OFF
7	4	2010/12/27 10:00	-	Information	電源ON
8	2	2010/12/28 10:00	-	Information	電源ON
9	3	2010/12/28 10:00	-	Information	電源OFF
10	6	2010/12/28 10:00	-	Information	電源ON
11	7	2010/12/31 10:00	-	Information	電源ON
12	2	2011/1/1 10:00	-	Major	温度異常

205b

エントリ ID	サーバ ID	開始時刻	終了時刻	イベントのレベル	イベントの種類
1	1	2010/12/23 10:00	-	Information	電源ON
2	2	2010/12/23 10:00	2010/12/28 10:00	Information	電源OFF
3	4	2010/12/23 10:00	2010/12/27 10:00	Information	電源OFF
4	5	2010/12/23 10:00	-	Information	電源OFF
5	6	2010/12/23 10:00	2010/12/28 10:00	Information	電源OFF
6	7	2010/12/23 10:00	2010/12/31 10:00	Information	電源OFF
7	4	2010/12/27 10:00	-	Information	電源ON
8	2	2010/12/28 10:00	-	Information	電源ON
9	3	2010/12/28 10:00	-	Information	電源OFF
10	6	2010/12/28 10:00	-	Information	電源ON
11	7	2010/12/31 10:00	-	Information	電源ON
12	2	2011/1/1 10:00	-	Major	温度異常
13	6	2011/1/1 11:00	2011/1/1 12:00	Minor	電圧低下
14	4	2011/1/2 10:00	-	Critical	電圧低下
15	6	2011/1/2 11:00	-	Minor	電圧低下

[図9]



[図10]

サーバID	温度評価値	電圧評価値	総合評価値
2	200	0	200
3	12	0	6
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0

206a

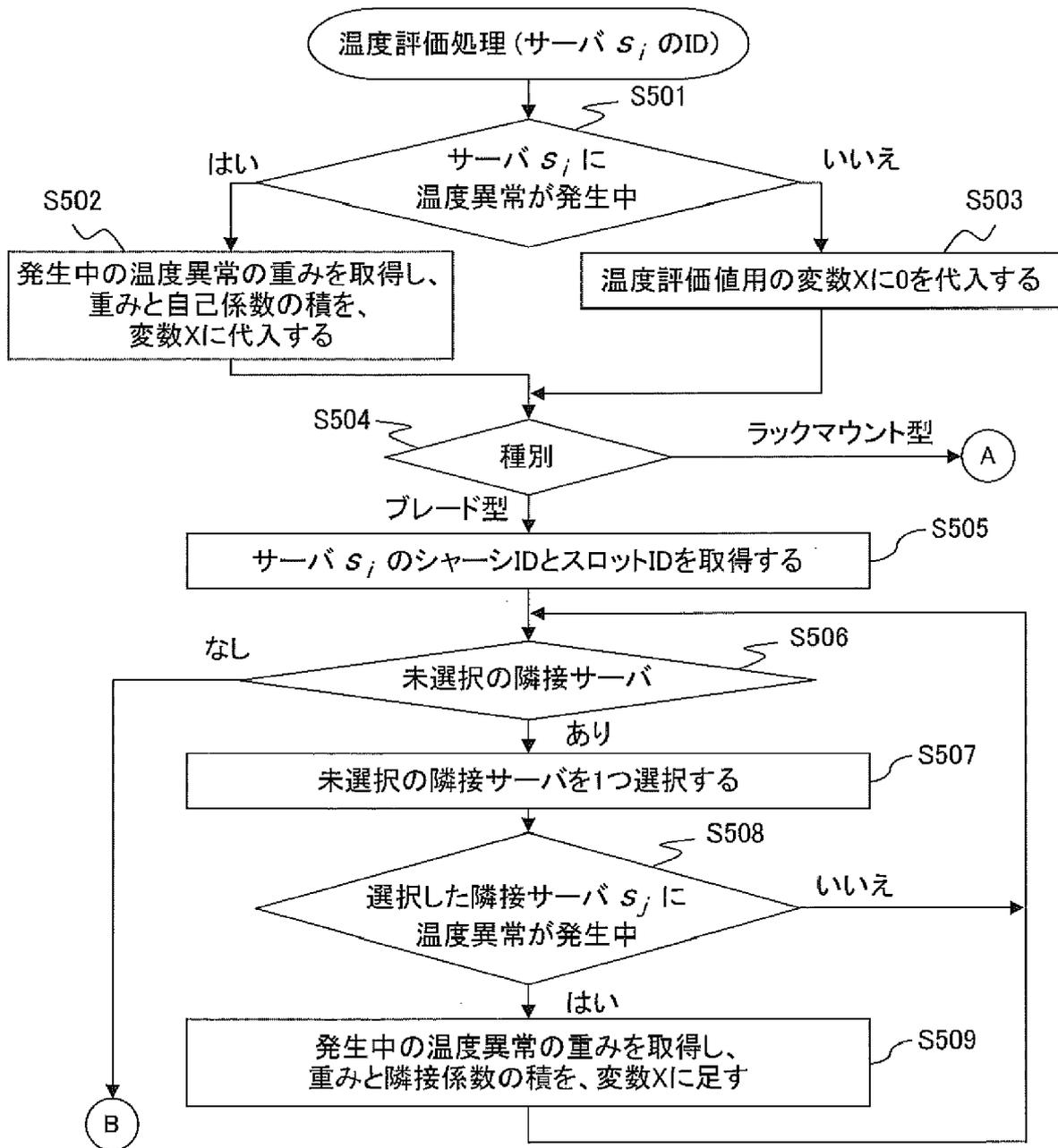


サーバID	温度評価値	電圧評価値	総合評価値
2	200	0	200
3	12	0	6
4	0	600	600
5	0	60	30
6	0	100	100
7	0	10	5

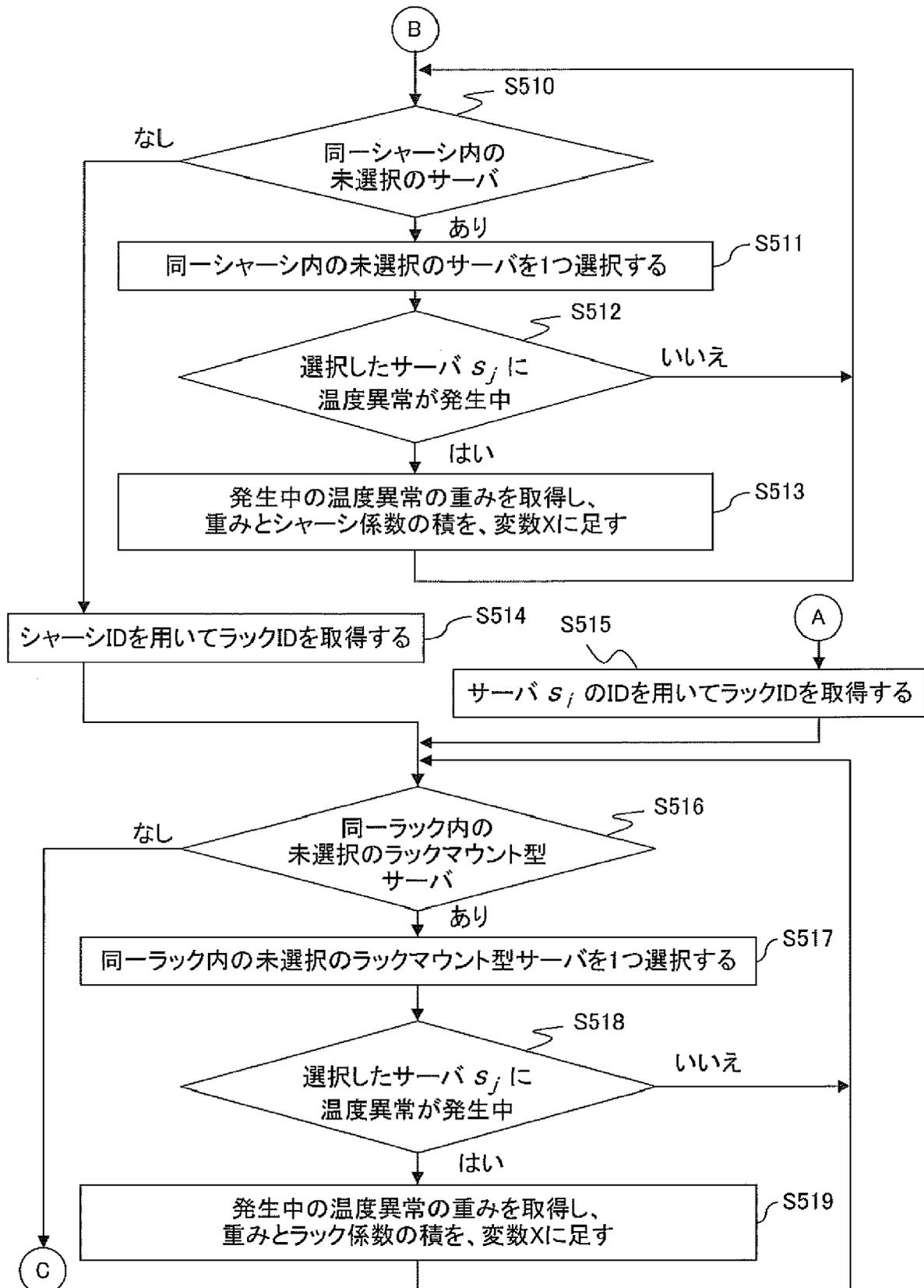
206b



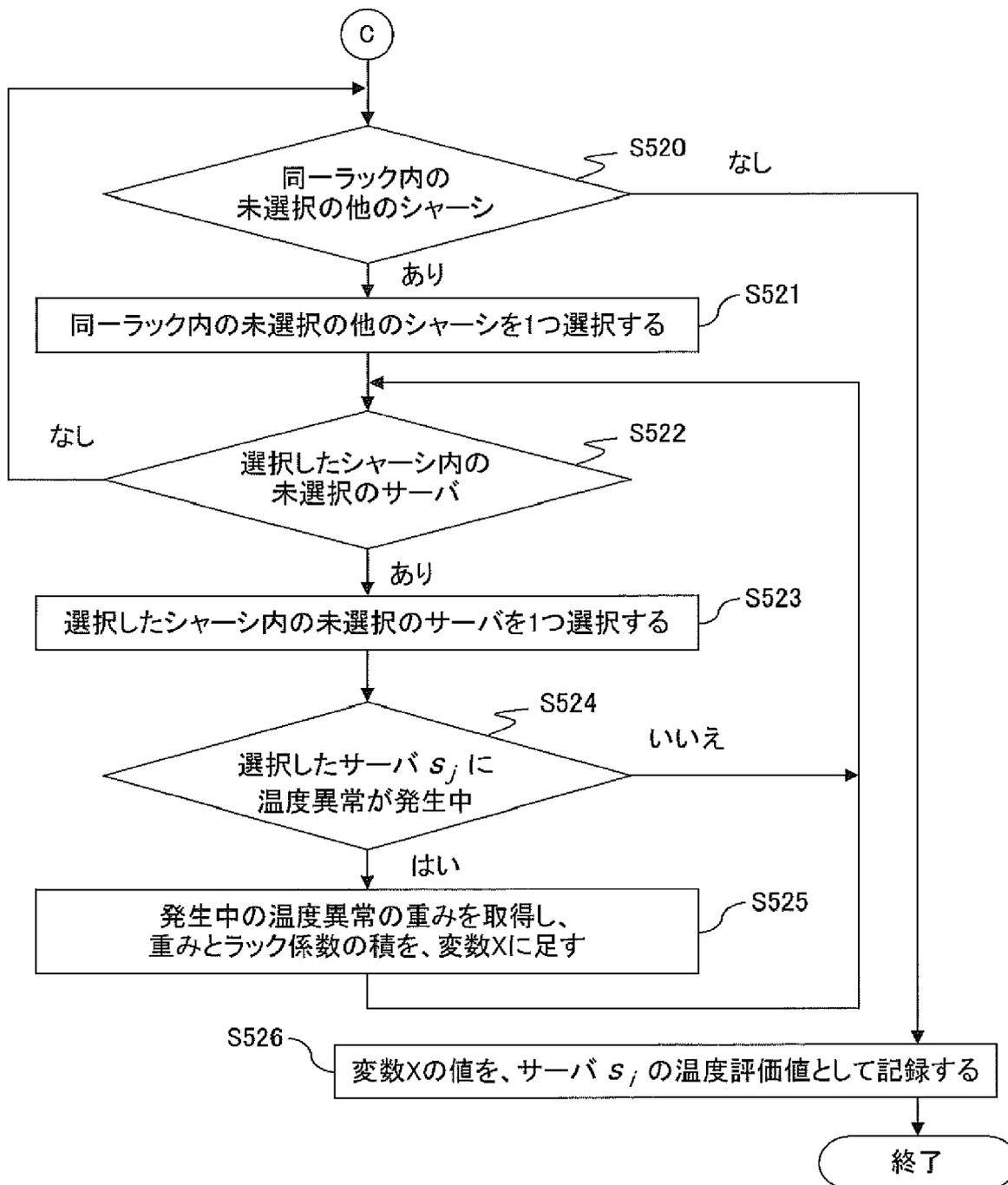
[図11A]



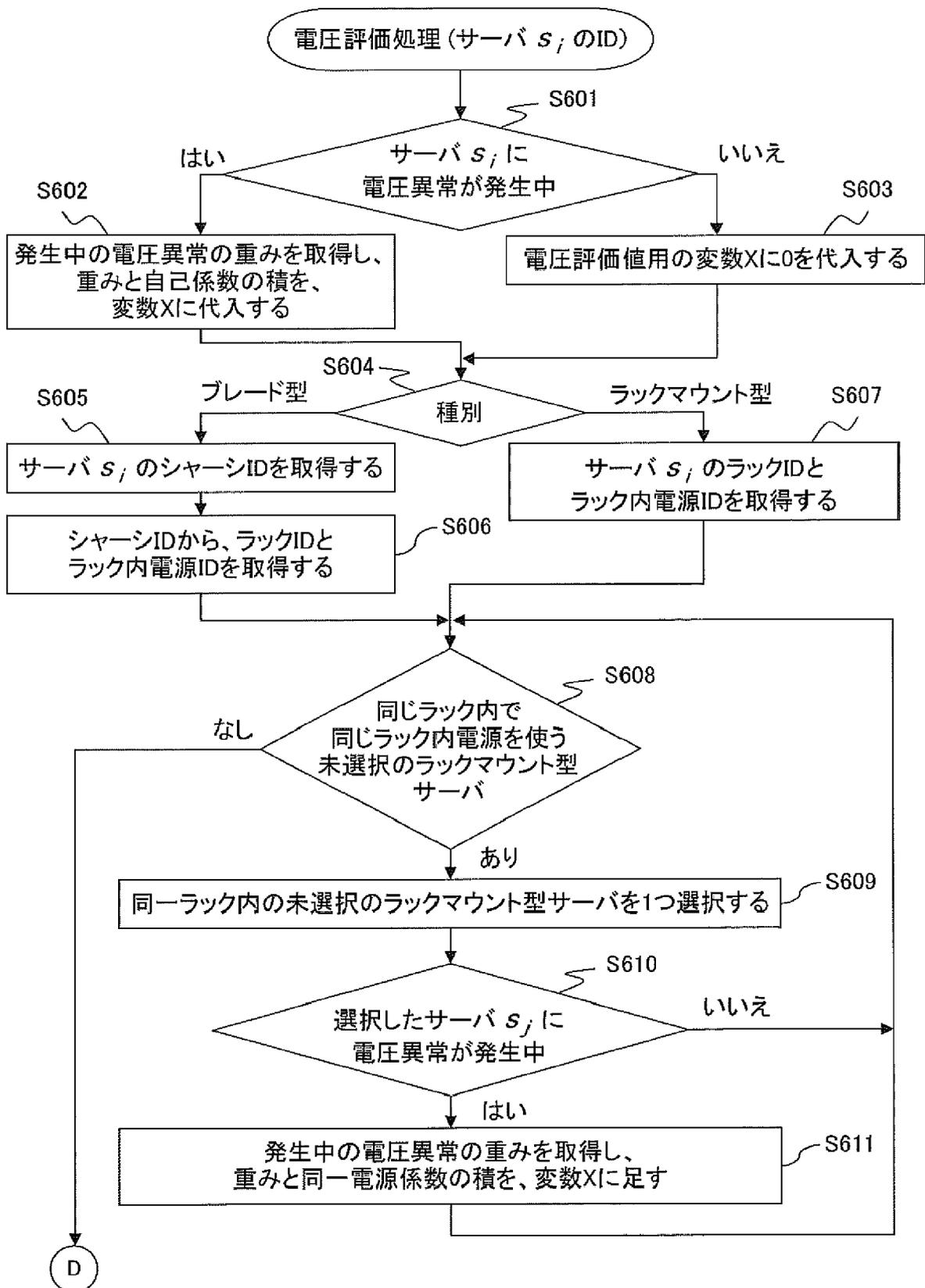
[図11B]



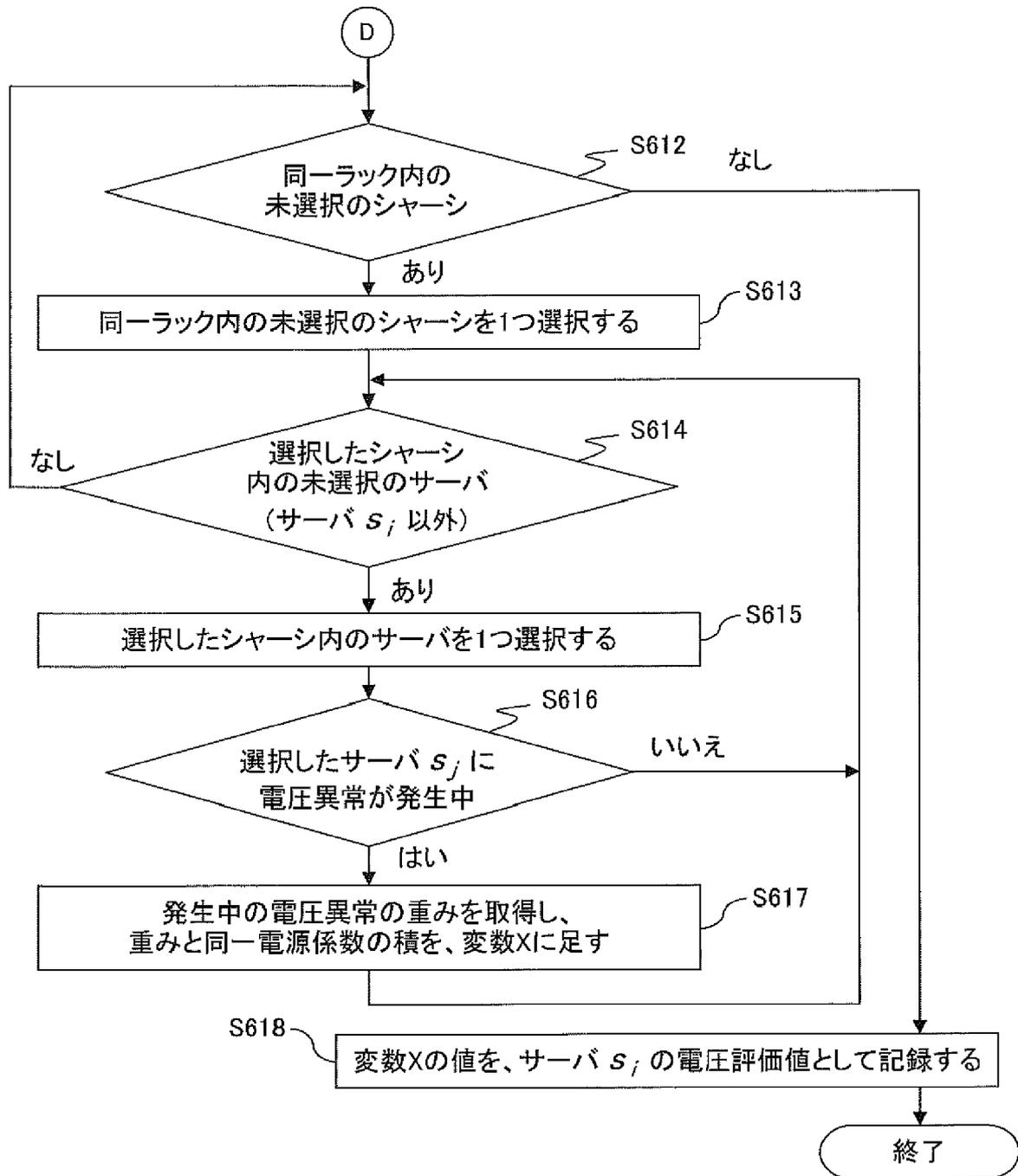
[図11C]



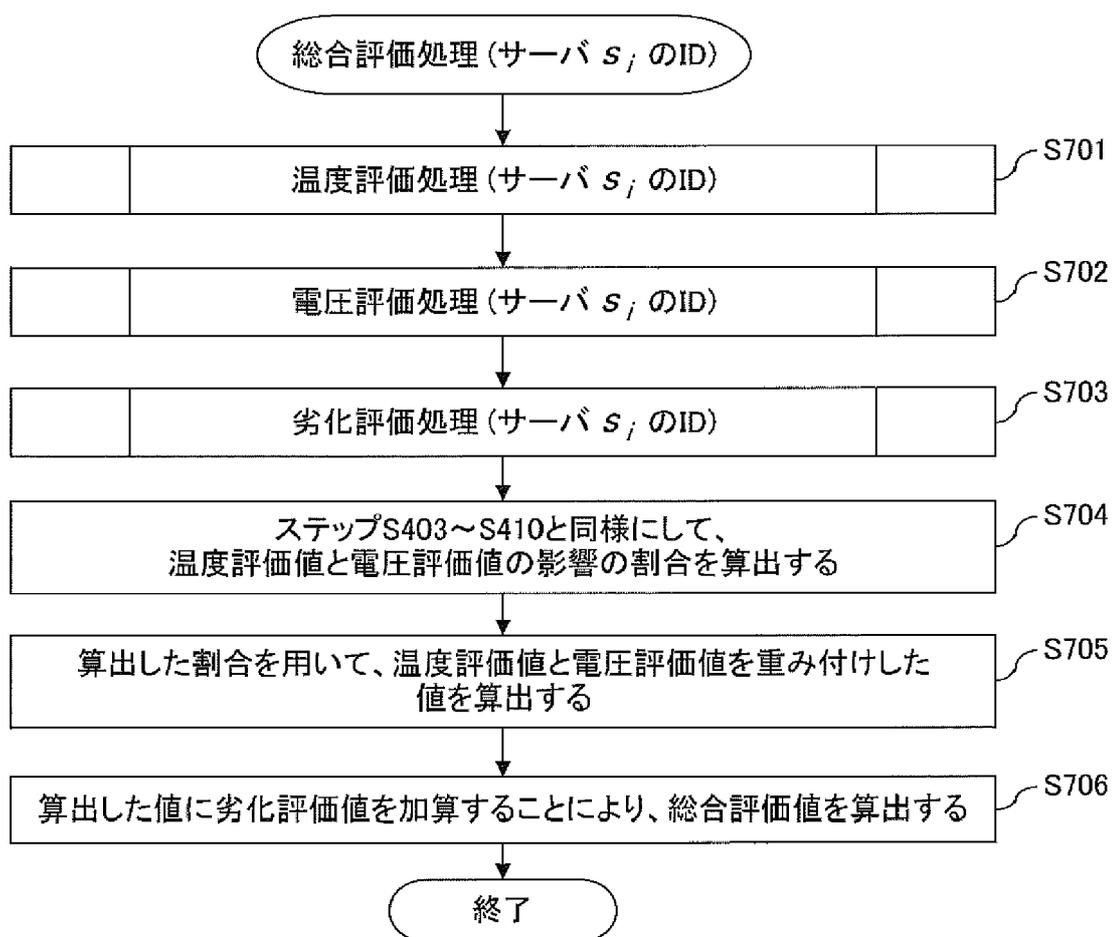
[図12A]



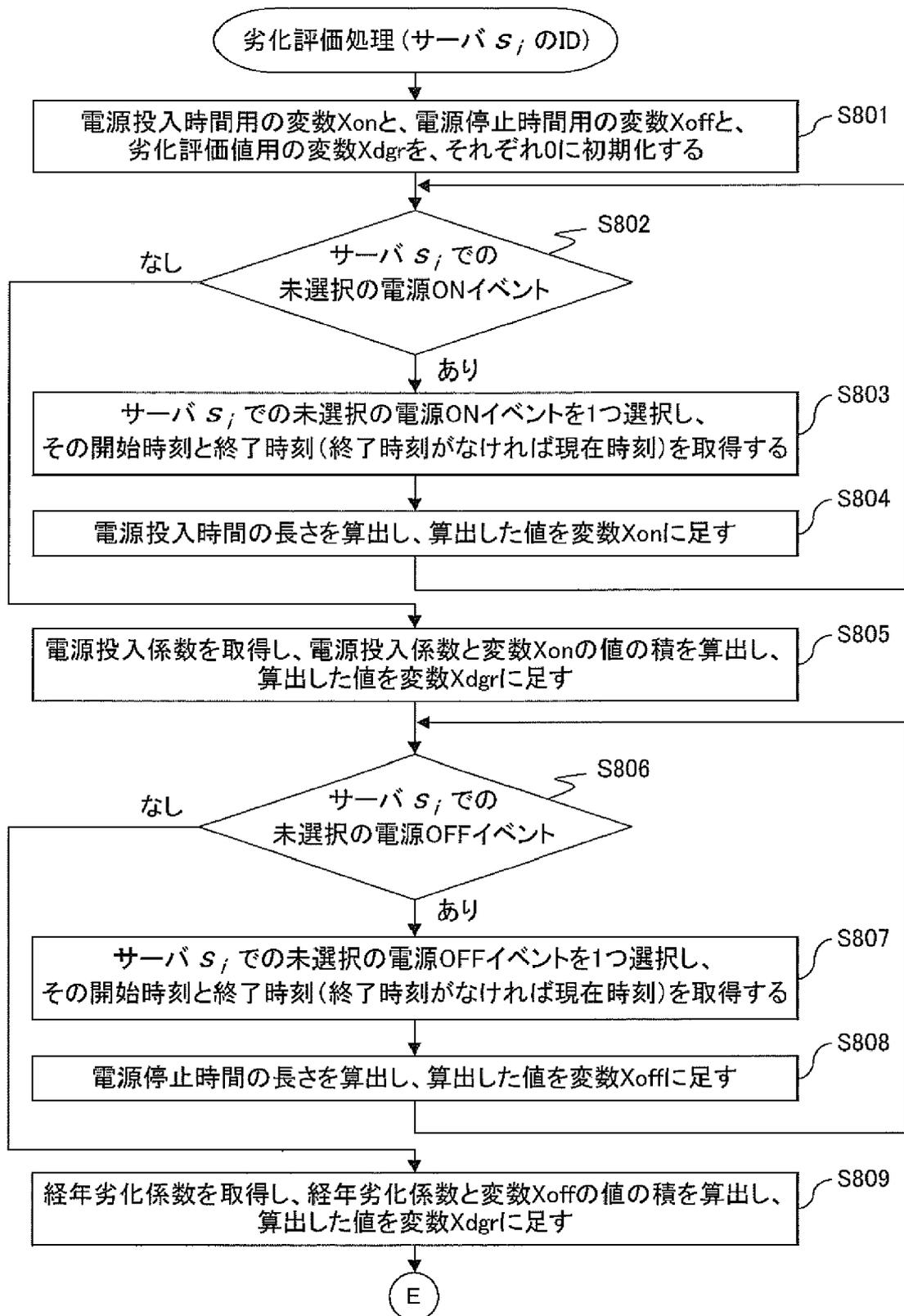
[図12B]



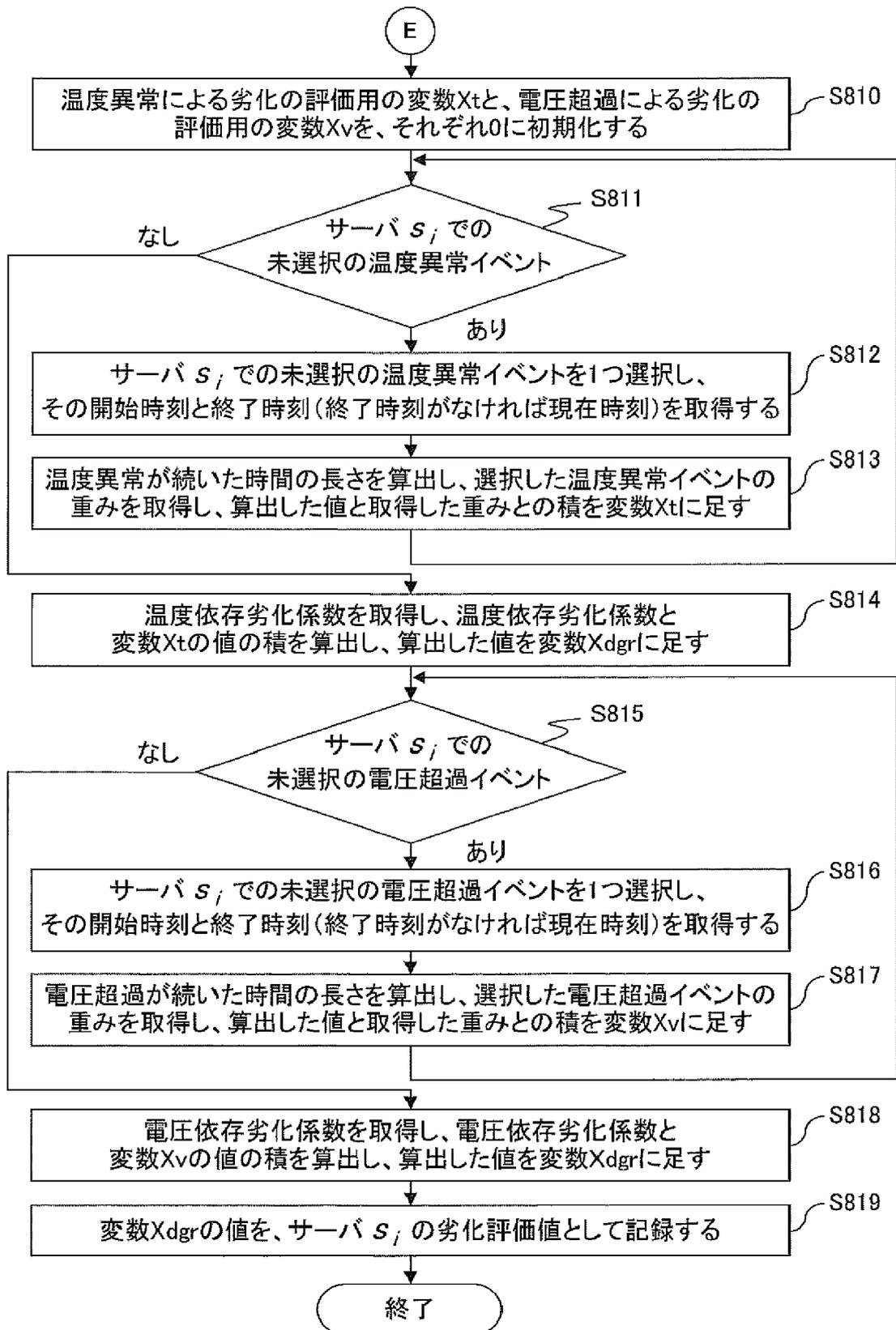
[図13]



[図14A]



[図14B]



[図15]

205c
↙

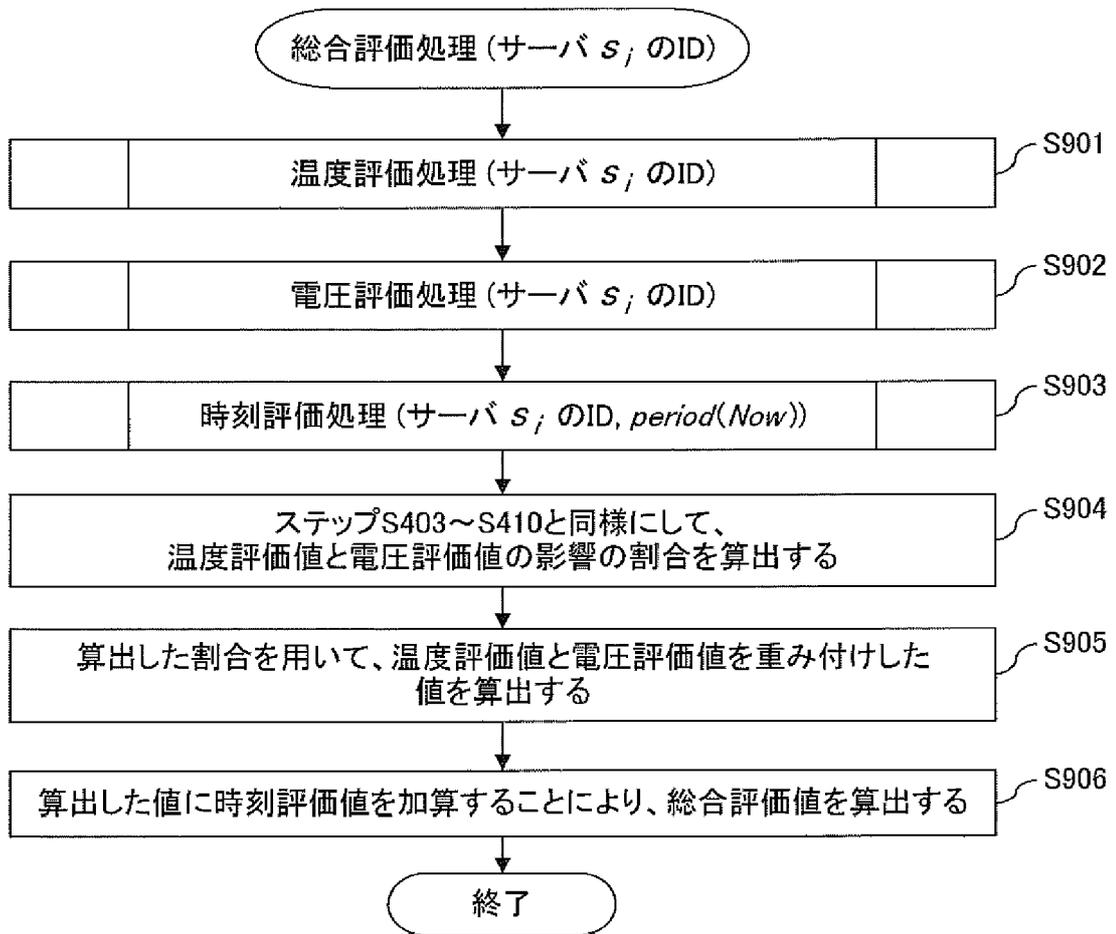
エントリ ID	サーバ ID	開始時刻	終了時刻	イベントのレベル	イベントの種類
1	1	2010/12/23 10:00	-	Information	電源ON
2	2	2010/12/23 10:00	2010/12/28 10:00	Information	電源OFF
3	4	2010/12/23 10:00	2010/12/27 10:00	Information	電源OFF
4	5	2010/12/23 10:00	-	Information	電源OFF
5	6	2010/12/23 10:00	2010/12/28 10:00	Information	電源OFF
6	7	2010/12/23 10:00	2010/12/31 10:00	Information	電源OFF
7	4	2010/12/27 10:00	-	Information	電源ON
8	2	2010/12/28 10:00	-	Information	電源ON
9	3	2010/12/28 10:00	-	Information	電源OFF
10	6	2010/12/28 10:00	-	Information	電源ON
11	7	2010/12/31 10:00	-	Information	電源ON
12	2	2011/1/1 10:00	2011/1/3 10:00	Major	温度異常
13	6	2011/1/1 11:00	2011/1/1 12:00	Minor	電圧低下
14	4	2011/1/2 10:00	2011/1/3 10:00	Critical	電圧低下
15	6	2011/1/2 11:00	2011/1/2 12:00	Minor	電圧低下
16	2	2011/1/3 11:00	-	Minor	温度異常
17	4	2011/1/3 11:00	-	Major	電圧超過

[図16]

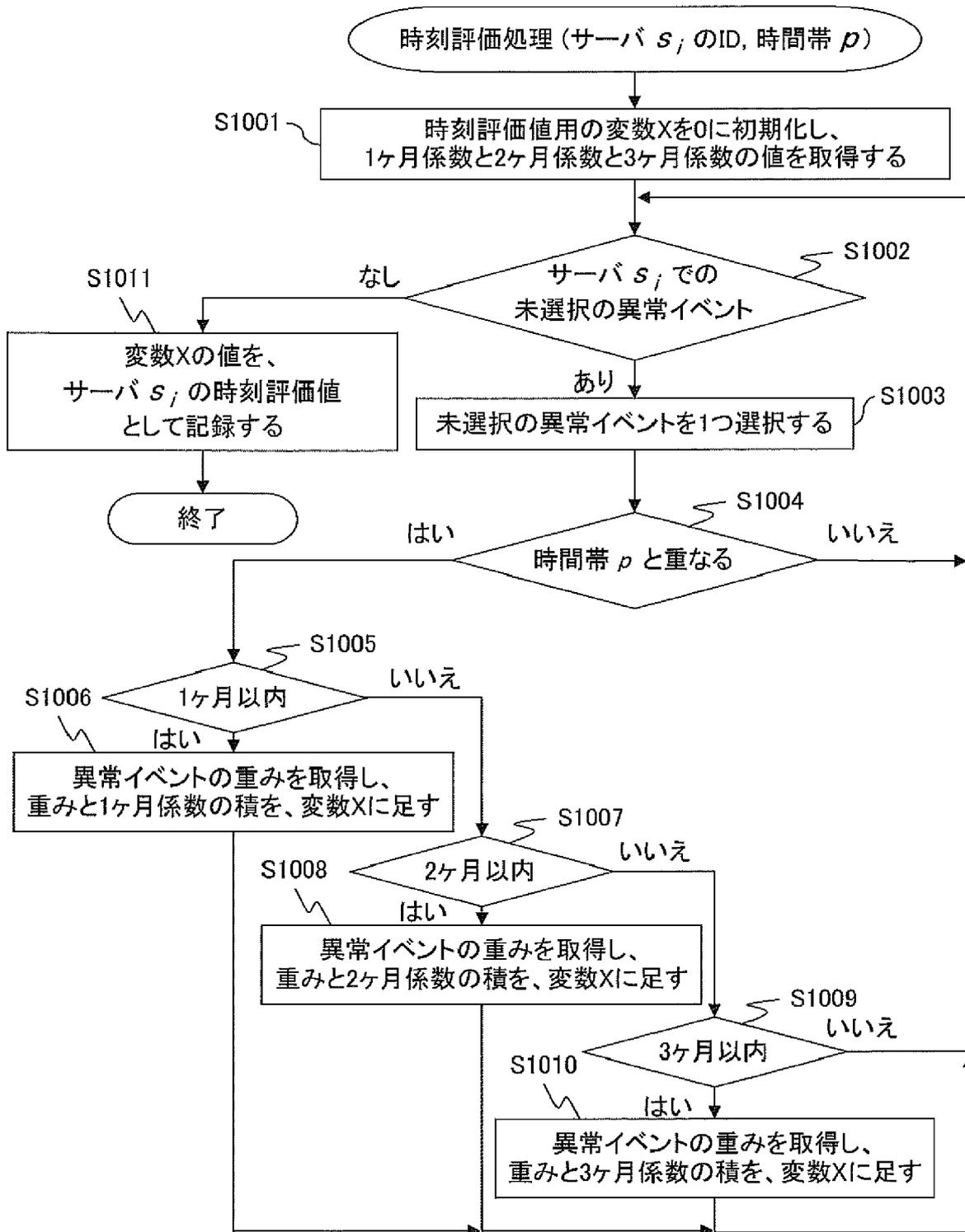
206c
↙

サーバID	温度評価値	電圧評価値	劣化評価値	総合評価値
2	0	0	0.83	0.83
3	0	0	0.20	0.20
4	0	0	0.60	0.60
5	0	0	0.37	0.37
6	0	0	0.57	0.57
7	0	0	0.47	0.47

[図17]



[図18]

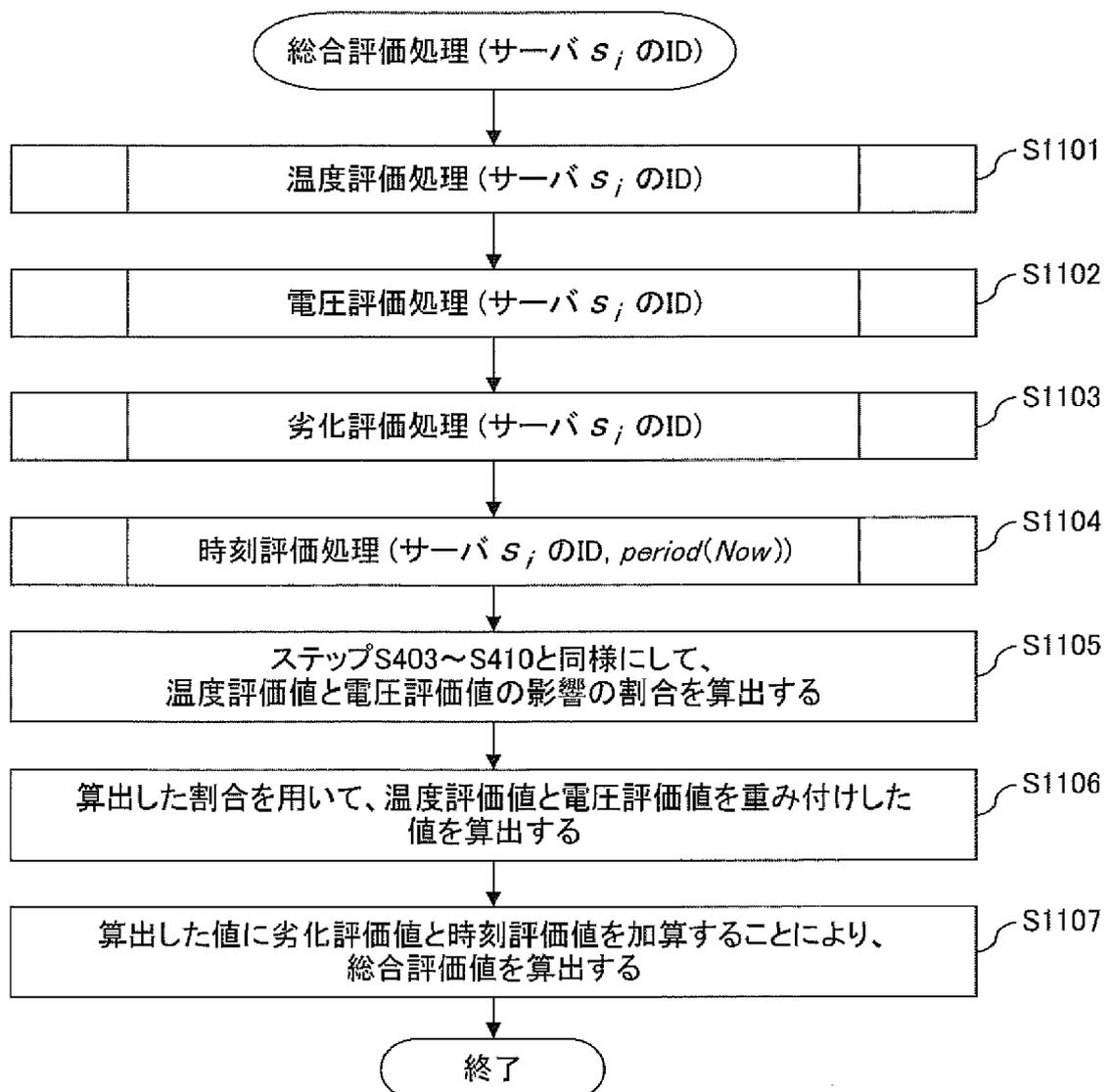


[図19]

サーバID	温度評価値	電圧評価値	時刻評価値	総合評価値
2	100	0	12	112
3	6	0	0	3
4	0	200	32	232
5	0	20	0	10
6	0	0	8	8
7	0	0	0	0

206d

[図20]



[図21]

206e

サーバID	温度評価値	電圧評価値	劣化評価値	時刻評価値	総合評価値
2	100	0	0.84	12	112.84
3	6	0	0.20	0	3.20
4	0	200	0.61	32	232.61
5	0	20	0.37	0	10.37
6	0	0	0.57	8	8.57
7	0	0	0.47	0	0.47

[図22]

301

スタンバイ サーバ	アクティブ サーバ	優先度	評価値				
			総合	詳細			
				温度	電圧	劣化	時刻
#2	#1	6	33	12	0	21	0
#3	#1	4	23	12	0	11	0
#4	#1	3	18	0	0	18	0
#5	#1	1	11	0	0	11	0
#6	#1	5	25	0	0	17	8
#7	#1	2	13	0	0	13	0

302

サーバ切り替え

以下のスタンバイサーバに切り替えます。

サーバ #5	評価値 (11)	<input checked="" type="checkbox"/>
サーバ #7	評価値 (13)	<input type="checkbox"/>
サーバ #4	評価値 (18)	<input type="checkbox"/>
サーバ #3	評価値 (23)	<input type="checkbox"/>
サーバ #6	評価値 (25)	<input type="checkbox"/>
サーバ #2	評価値 (33)	<input type="checkbox"/>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/079424

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F1 1/20 (2006.01)i, G06F1 1/16 (2006.01)i, G06F1 1/22 (2006.01)i, G06F1 1/30 (2006.01)i, G06F1 1/34 (2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G06F11/16-11/34

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1	996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2012
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2012	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-248735 A (Hi tachi , Ltd .) , 08 December 2011 (08.12.2011) , entire text ; all drawings & WO 2011/148524 A I	1-11
A	JP 2004-030363 A (Hi tachi , Ltd .) , 29 January 2004 (29.01.2004) , entire text ; all drawings & US 2004/0003319 A I	1-11
A	JP 2010-244524 A (Hi tachi , Ltd .) , 28 October 2010 (28.10.2010) , entire text ; all drawings & US 2010/0325634 A I	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 March , 2012 (28.03.12)

Date of mailing of the international search report
10 April , 2012 (10.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/079424

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-334713 A (Toshiba Corp.), 25 November 2004 (25.11.2004), entire text ; all drawings (Family : none)	1-11
A	JP 2007-257645 A (Fujitsu Ltd.), 04 October 2007 (04.10.2007), entire text ; all drawings (Family : none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06F1 1/20 (2006. 01) i, G06F1 1/16 (2006. 01) i, G06F11/22 (2006. 01) i, G06F1 1/30 (2006. 01) i, G06F1 1/34 (2006. 01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06F1 1/16- 11/34

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-
 日本国公開実用新案公報 1971-2
 日本国実用新案登録公報 1996-
 日本国登録実用新案公報 1994-2

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)
 年

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	J P 2011-248735 A (株式会社日立製作所) 2011. 12. 08, 全文, 全図 & W O 2011/148524 A 1	1-11
A	J P 2004-030363 A (株式会社日立製作所) 2004. 01. 29, 全文, 全図 & U S 2004/0003319 A 1	1-11

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

IA「特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの」
 IE「国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの」
 I「優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)」
 Iθ「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」
 IP「国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献」
 T「国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの」
 X「特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの」
 IY「特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの」
 I&「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日
28. 03. 2012

国際調査報告の発送日
10. 04. 2012

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 ▲高▼橋 正▲徳,
 電話番号 03-3581-1101 内線 3544

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-244524 A (株式会社日立製作所) 2010.10.28, 全文, 全図 & US 2010/0325634 A1	1-11
A	JP 2004-334713 A (株式会社東芝) 2004.11.25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2007-257645 A (富士通株式会社) 2007.10.04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11