

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7446549号
(P7446549)

(45)発行日 令和6年3月8日(2024.3.8)

(24)登録日 令和6年2月29日(2024.2.29)

(51)国際特許分類 F I
G 0 6 Q 10/20 (2023.01) G 0 6 Q 10/20

請求項の数 10 (全16頁)

| | | | |
|-------------|-----------------------------|----------|--|
| (21)出願番号 | 特願2023-572185(P2023-572185) | (73)特許権者 | 000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 |
| (86)(22)出願日 | 令和4年4月5日(2022.4.5) | (73)特許権者 | 000236056 三菱電機ビルソリューションズ株式会社 東京都千代田区有楽町一丁目7番1号 |
| (86)国際出願番号 | PCT/JP2022/017074 | (74)代理人 | 110002491 弁理士法人クロスボーダー特許事務所 |
| 審査請求日 | 令和5年11月21日(2023.11.21) | (72)発明者 | 平野 仁 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 |
| 早期審査対象出願 | | (72)発明者 | 小泉 賢一 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 |
| | | (72)発明者 | 安部 雅哉 |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 保守計画支援装置、保守計画支援方法、保守計画支援プログラム及び保守計画支援システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

保守作業が必要な部品である保守部品がある物件を保守物件として、出発地から前記保守物件までの経路からの距離に基づき1つ以上の候補物件を抽出する候補抽出部と、

前記候補抽出部によって抽出された前記1つ以上の候補物件それぞれを対象として、対象の候補物件における保守対象の部品である対象部品の残存寿命から前記対象部品の残存価値を計算する残存価値計算部と、

前記残存価値計算部によって計算された前記残存価値を基準費用から減算して、前記対象の候補物件についての保守費用を計算する保守費用計算部とを備える保守計画支援装置。

10

【請求項2】

前記保守費用計算部は、前記対象の候補物件への出張費用の一部を前記基準費用からさらに減算して、前記保守物件に保守に行く日における前記保守費用を計算する請求項1に記載の保守計画支援装置。

【請求項3】

前記残存価値計算部は、前記保守部品の残存寿命がなくなる日を基準とした候補期間における複数の日それぞれを対象として、対象の日における前記残存寿命から前記対象の日における前記残存価値を計算し、

前記保守費用計算部は、前記対象の日における前記残存価値を前記基準費用から減算して、前記対象の日における前記保守費用を計算する

20

請求項 1 又は 2 に記載の保守計画支援装置。

【請求項 4】

前記保守計画支援装置は、さらに、

前記対象の候補物件について、前記複数の日それぞれについての前記保守費用を示して保守実施日の選択を受け付ける実施日選択部

を備える請求項 3 に記載の保守計画支援装置。

【請求項 5】

前記実施日選択部は、前記 1 つ以上の候補物件それぞれについて順に、前記複数の日それぞれについての前記保守費用を示して前記保守実施日の選択を受け付け、

前記保守費用計算部は、前記実施日選択部によって前記保守実施日の選択を受け付けされると、前記対象の候補物件への出張費用の一部を前記基準費用からさらに減算して、前記保守実施日における前記保守費用を再計算する

請求項 4 に記載の保守計画支援装置。

10

【請求項 6】

前記保守費用計算部は、出張費用の一部として、前記保守実施日に保守が実施される物件の数に応じた割合を前記出張費用に乗じた金額を用いる

請求項 5 に記載の保守計画支援装置。

【請求項 7】

前記保守計画支援装置は、さらに、

前記対象の候補物件についての前記残存価値が前記対象の候補物件への出張費用よりも高い物件である除外物件を、前記 1 つ以上の候補物件から除外する候補除外部

を備える請求項 1 に記載の保守計画支援装置。

20

【請求項 8】

コンピュータが、保守作業が必要な部品である保守部品がある物件を保守物件として、出発地から前記保守物件までの経路からの距離に基づき 1 つ以上の候補物件を抽出し、

コンピュータが、前記 1 つ以上の候補物件それぞれを対象として、対象の候補物件における保守対象の部品である対象部品の残存寿命から前記対象部品の残存価値を計算し、

コンピュータが、前記残存価値を基準費用から減算して、前記対象の候補物件についての保守費用を計算する保守計画支援方法。

【請求項 9】

保守作業が必要な部品である保守部品がある物件を保守物件として、出発地から前記保守物件までの経路からの距離に基づき 1 つ以上の候補物件を抽出する候補抽出処理と、

前記候補抽出処理によって抽出された前記 1 つ以上の候補物件それぞれを対象として、対象の候補物件における保守対象の部品である対象部品の残存寿命から前記対象部品の残存価値を計算する残存価値計算処理と、

前記残存価値計算処理によって計算された前記残存価値を基準費用から減算して、前記対象の候補物件についての保守費用を計算する保守費用計算処理と

を行う保守計画支援装置としてコンピュータを機能させる保守計画支援プログラム。

30

【請求項 10】

保守作業が必要な部品である保守部品がある物件を保守物件として、出発地から前記保守物件までの経路からの距離に基づき 1 つ以上の候補物件を抽出する候補抽出部と、

前記候補抽出部によって抽出された前記 1 つ以上の候補物件それぞれを対象として、対象の候補物件における保守対象の部品である対象部品の残存寿命から前記対象部品の残存価値を計算する残存価値計算部と、

前記残存価値計算部によって計算された前記残存価値を基準費用から減算して、前記対象の候補物件についての保守費用を計算する保守費用計算部と

を備える保守計画支援システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本開示は、予防保全の導入を考慮した保守計画の支援技術に関する。

【背景技術】

【0002】

エレベータ又は空調機器等の保守では、保守員が顧客物件を訪問し対応する。保守経費として、作業人件費以外に、移動時間分の人件費及び交通費である出張費用がかかる。

遠隔地の保守では1件の保守のために長時間移動することが多々ある。そのため、出張費用と移動時間とが保守側の大きな負担となっている。

【0003】

突発対応の場合、他物件と合わせて対応するような柔軟な日程調整ができない。突発対応は、故障又は寿命に起因する異常が発生してから対応することである。そのため、突発対応では、効率的な保守計画を立てることが困難である。

10

遠隔保守を活用した予防保全の技術により、故障前に保守対応できる環境が整いつつある。しかし、予防保全では、故障していない機器を前倒しで保守する。例えば、残存価値がある部品が交換されるといったことが行われる。この場合には、残存価値分だけ、保守を受ける顧客に経済的損失が発生する。そのため、予防保全は、顧客に受け入れられづらい。

【0004】

特許文献1には、予防保全の技術を用いた保守計画の立案技術が記載されている。具体的には、特許文献1には、点検時期と物件位置と残存価値と保守員の技量とを考慮して、保守経費が最小となるように保守対象の物件を選定し、計画立案を行うことが記載されている。これにより、出張費用と移動時間との削減を行っている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2012-133773号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1では、予防保全によって顧客に発生する経済的損失が考慮されていない。そのため、立案された保守計画が顧客には受け入れられない可能性がある。

30

本開示は、予防保全によって顧客に発生する経済的損失を考慮した保守計画の立案を支援することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示に係る保守計画支援装置は、

保守作業が必要な部品である保守部品がある物件を保守物件として、出発地から前記保守物件までの経路からの距離に基づき1つ以上の候補物件を抽出する候補抽出部と、

前記候補抽出部によって抽出された前記1つ以上の候補物件それぞれを対象として、対象の候補物件における保守対象の部品である対象部品の残存寿命から前記対象部品の残存価値を計算する残存価値計算部と、

40

前記残存価値計算部によって計算された前記残存価値を基準費用から減算して、前記対象の候補物件についての保守費用を計算する保守費用計算部とを備える。

【発明の効果】

【0008】

本開示では、対象部品の残存価値を基準費用から減算して保守費用を計算する。これにより、予防保全によって顧客に発生する経済的損失を抑えることができる。その結果、予防保全に基づく保守計画が顧客に受け入れられやすくなる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

50

【図 1】実施の形態 1 に係る保守計画支援装置 10 の構成図。

【図 2】実施の形態 1 に係る保守計画支援装置 10 の全体的な動作を示すフローチャート。

【図 3】実施の形態 1 に係る残存価値計算処理の説明図。

【図 4】実施の形態 1 に係る候補除外処理の説明図。

【図 5】実施の形態 1 に係る実施日決定処理のフローチャート。

【図 6】実施の形態 1 に係る実施日決定処理の具体例の説明図。

【図 7】実施の形態 1 に係る実施日決定処理の具体例の説明図。

【図 8】実施の形態 1 に係る実施日決定処理の具体例の説明図。

【図 9】実施の形態 1 に係る実施日決定処理の具体例の説明図。

【図 10】実施の形態 1 に係る実施日決定処理の具体例の説明図。

10

【図 11】従来の予防保全と突発対応とのメリット及びデメリットの説明図。

【図 12】実施の形態 1 に係る保守計画支援装置 10 を導入した場合における予防保全と突発対応とのメリット及びデメリットの説明図。

【図 13】変形例 1 に係る保守計画支援装置 10 の構成図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

実施の形態 1 .

*** 構成の説明 ***

図 1 を参照して、実施の形態 1 に係る保守計画支援装置 10 の構成を説明する。

保守計画支援装置 10 は、コンピュータである。

20

保守計画支援装置 10 は、プロセッサ 11 と、メモリ 12 と、ストレージ 13 と、通信インタフェース 14 とのハードウェアを備える。プロセッサ 11 は、信号線を介して他のハードウェアと接続され、これら他のハードウェアを制御する。

【0011】

プロセッサ 11 は、プロセッシングを行う IC である。IC は Integrated Circuit の略である。プロセッサ 11 は、具体例としては、CPU、DSP、GPU である。CPU は、Central Processing Unit の略である。DSP は、Digital Signal Processor の略である。GPU は、Graphics Processing Unit の略である。

【0012】

30

メモリ 12 は、データを一時的に記憶する記憶装置である。メモリ 12 は、具体例としては、SRAM、DRAM である。SRAM は、Static Random Access Memory の略である。DRAM は、Dynamic Random Access Memory の略である。

【0013】

ストレージ 13 は、データを保管する記憶装置である。ストレージ 13 は、具体例としては、HDD である。HDD は、Hard Disk Drive の略である。また、ストレージ 13 は、SD (登録商標) メモリカード、Compact Flash (登録商標)、NAND フラッシュ、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、Blu-ray (登録商標) ディスク、DVD といった可搬記録媒体であってもよい。SD は、Secure Digital の略である。DVD は、Digital Versatile Disk の略である。

40

【0014】

通信インタフェース 14 は、外部の装置と通信するためのインタフェースである。通信インタフェース 14 は、具体例としては、Ethernet (登録商標)、USB、HDMI (登録商標) のポートである。USB は、Universal Serial Bus の略である。HDMI は、High-Definition Multimedia Interface の略である。

【0015】

保守計画支援装置 10 は、機能構成要素として、対象検知部 21 と、候補選定部 22 と

50

、保守費用計算部 2 3 と、実施日選択部 2 4 とを備える。候補選定部 2 2 は、候補抽出部 2 5 と、残存価値計算部 2 6 と、出張費用計算部 2 7 と、候補除外部 2 8 とを備える。保守計画支援装置 1 0 の各機能構成要素の機能はソフトウェアにより実現される。

ストレージ 1 3 には、保守計画支援装置 1 0 の各機能構成要素の機能を実現するプログラムが格納されている。このプログラムは、プロセッサ 1 1 によりメモリ 1 2 に読み込まれ、プロセッサ 1 1 によって実行される。これにより、保守計画支援装置 1 0 の各機能構成要素の機能が実現される。

【 0 0 1 6 】

ストレージ 1 3 には、機器状態情報 3 1 と、顧客情報 3 2 と、部品情報 3 3 とが記憶される。機器状態情報 3 1 は、保守対象の複数の機器それぞれの状態を示す情報である。顧客情報 3 2 は、保守契約している顧客の情報である。顧客情報 3 2 は、顧客の物件の位置と、顧客の物件にある機器の機種と等を示す。部品情報 3 3 は、各機器を構成する部品の情報である。部品情報 3 3 は、各部品について、部品単価と、部品寿命と、導入日と等を示す。ここでは、部品寿命は、過去の部品の使用実績から予測される寿命であってもよいし、使用実績に関わらず製造元等により定められた耐用年数であってもよい。

10

【 0 0 1 7 】

図 1 では、プロセッサ 1 1 は、1 つだけ示されていた。しかし、プロセッサ 1 1 は、複数であってもよく、複数のプロセッサ 1 1 が、各機能を実現するプログラムを連携して実行してもよい。

【 0 0 1 8 】

*** 動作の説明 ***

図 2 から図 1 0 を参照して、実施の形態 1 に係る保守計画支援装置 1 0 の動作を説明する。

20

実施の形態 1 に係る保守計画支援装置 1 0 の動作手順は、実施の形態 1 に係る保守計画支援方法に相当する。また、実施の形態 1 に係る保守計画支援装置 1 0 の動作を実現するプログラムは、実施の形態 1 に係る保守計画支援プログラムに相当する。

【 0 0 1 9 】

図 2 を参照して、実施の形態 1 に係る保守計画支援装置 1 0 の全体的な動作を説明する。

【 0 0 2 0 】

(ステップ S 1 1 : 対象検知処理)

対象検知部 2 1 は、点検又は修理等の保守作業が必要な部品を保守部品として検知する。具体的には、対象検知部 2 1 は、複数の顧客それぞれの物件にある機器の状態を監視する状態監視システムから、定期的に機器情報を収集する。機器情報は、機器についての稼働データと音と振動と映像といった情報である。対象検知部 2 1 は、機器情報から、機器の状態を予測して、機器状態情報 3 1 としてストレージ 1 3 に蓄積する。機器の状態としては、機器の劣化状況と予測寿命と故障状態と等である。対象検知部 2 1 は、機器の状態が予め定められた保守作業が必要な状態になっている部品を保守部品として検知する。

30

【 0 0 2 1 】

(ステップ S 1 2 : 候補抽出処理)

候補抽出部 2 5 は、ステップ S 1 1 で検知された保守部品がある物件を保守物件 X に設定する。候補抽出部 2 5 は、出発地から保守物件 X までの経路からの距離に基づき 1 つ以上の候補物件 Y を抽出する。出発地は、保守作業を行う作業者がいる場所である。ここでは、出発地を保守事業所とする。

40

具体的には、候補抽出部 2 5 は、保守事業所から保守物件までの経路を特定する。保守物件の位置は、顧客情報 3 2 を参照することにより特定される。経路の特定は、既存の経路探索アルゴリズム等を用いることで実現される。候補抽出部 2 5 は、複数の顧客それぞれの物件から経路上の最近点までの距離を計算する。候補抽出部 2 5 は、距離が基準距離以内であった 1 つ以上の物件を候補物件 Y として抽出する。

【 0 0 2 2 】

(ステップ S 1 3 : 残存価値計算処理)

50

残存価値計算部 2 6 は、ステップ S 1 2 で抽出された 1 つ以上の候補物件 Y それぞれを対象の候補物件に設定する。残存価値計算部 2 6 は、対象の候補物件における保守対象の部品である対象部品の残存寿命から対象部品の残存価値を計算する。

具体的には、残存価値計算部 2 6 は、部品情報 3 3 を参照して、対象部品の導入日と部品寿命とを特定する。残存価値計算部 2 6 は、導入日からの経過期間を部品寿命から減算することにより、残存寿命を計算する。残存価値計算部 2 6 は、残存寿命と部品単価とから予め定められた方法により残存価値を計算する。例えば、残存価値計算部 2 6 は、残存寿命を部品寿命で除した値を部品単価に乗じて残存価値を計算する。

この際、残存価値計算部 2 6 は、保守部品の残存寿命がなくなる日を基準とした一定期間を候補期間に設定する。具体的には、残存価値計算部 2 6 は、保守部品の残存寿命がなくなる日以前の一定期間を候補期間に設定する。残存価値計算部 2 6 は、候補期間における複数の日それぞれを対象に設定する。候補期間における複数の日は、例えば、候補期間における保守業者の全ての営業日である。残存価値計算部 2 6 は、対象の日における残存寿命から対象の日における残存価値を計算する。

10

【 0 0 2 3 】

図 3 を参照して具体的に説明する。図 3 では、物件 0 が、ステップ S 1 1 で検知された保守部品がある保守物件 X である。物件 1 ~ 物件 4 の 4 つの物件が、ステップ S 1 2 で抽出された候補物件 Y である。

保守物件 X の残存寿命は 3 / 3 1 に 0 になる。3 / 3 1 以前の 1 月間が候補期間に設定されている。そして、物件 1 ~ 物件 4 の 4 つの物件それぞれについて、候補期間における各日における残存価値が計算されている。早い日ほど残存寿命が長いので残存価値が高くなっている。

20

【 0 0 2 4 】

(ステップ S 1 4 : 出張費用計算処理)

出張費用計算部 2 7 は、ステップ S 1 2 で抽出された 1 つ以上の候補物件 Y それぞれを対象の候補物件に設定する。出張費用計算部 2 7 は、対象の候補物件についての出張費用を計算する。

具体例としては、出張費用は、保守事業所から対象の候補物件までの距離に応じて予め定められている。そこで、出張費用計算部 2 7 は、保守事業所から対象の候補物件までの距離を計算する。そして、出張費用計算部 2 7 は、計算された距離に対応する出張費用を特定する。

30

【 0 0 2 5 】

(ステップ S 1 5 : 候補除外処理)

候補除外部 2 8 は、ステップ S 1 3 で計算された残存価値が出張費用よりも高い物件を除外物件に設定する。候補除外部 2 8 は、除外物件を候補物件 Y から除外する。

具体的には、候補除外部 2 8 は、ステップ S 1 2 で抽出された 1 つ以上の候補物件 Y それぞれを対象の候補物件に設定する。候補除外部 2 8 は、対象の候補物件についての残存価値が、ステップ S 1 4 で特定された出張費用よりも高い場合には、対象の候補物件を除外物件に設定する。そして、候補除外部 2 8 は、除外物件を候補物件 Y から除外する。

40

【 0 0 2 6 】

図 3 の物件 1 ~ 物件 4 の出張費用がいずれも ¥ 2 5 , 0 0 0 であるとする。この場合には、図 4 に示すように、物件 3 については、残存価値が出張費用よりも高いため、除外物件に設定される。そして、物件 3 は、候補物件 Y から除外される。

なお、候補期間における一部の日に関してだけ、候補物件 Y から除外される可能性もある。正確には、残存価値が高い、候補期間における早い日に関してだけ、候補物件 Y から除外される可能性もある。

【 0 0 2 7 】

(ステップ S 1 6 : 実施日決定処理)

保守費用計算部 2 3 は、ステップ S 1 5 で除外物件が除外された後の 1 つ以上の候補物件 Y それぞれについての保守費用を計算する。そして、実施日選択部 2 4 は、保守物件 X

50

とステップ S 1 5 で除外物件が除外された後の 1 つ以上の候補物件 Y それぞれとについて、複数の日それぞれについての保守費用を示して保守実施日の選択を受け付ける。

【 0 0 2 8 】

図 5 を参照して、実施の形態 1 に係る実施日決定処理を説明する。

(ステップ S 2 1 : 費用計算処理)

保守費用計算部 2 3 は、保守物件 X 及び候補物件 Y の保守費用を計算する。

具体的には、保守費用計算部 2 3 は、保守物件 X と、ステップ S 1 4 で除外物件が除外された後の 1 つ以上の候補物件 Y それぞれとを対象の候補物件に設定する。保守費用計算部 2 3 は、候補期間における複数の日それぞれを対象に設定する。保守費用計算部 2 3 は、対象の候補物件について、ステップ S 1 3 で計算された対象の日における残存価値を基

10

準費用から減算して、対象の候補物件についての対象の日における保守費用を計算する。ここでは、保守費用は、出張費用と交換費用との合計とする。基準費用は、対象の候補物件についての出張費用と、対象の候補物件についての保守作業における交換費用との合計である。保守費用計算部 2 3 は、基準費用のうちの交換費用から残存価値を減算して、保守費用を計算する。

【 0 0 2 9 】

(ステップ S 2 2 : 順序決定処理)

保守費用計算部 2 3 は、保守物件 X と 1 つ以上の候補物件 Y とについて、実施日の決定順序を決定する。具体的には、保守費用計算部 2 3 は、実施日の決定順序を残存寿命の短い順に決定する。ここでは、残存寿命の短い順に、実施日の決定順序が 1 , . . . , m に

20

【 0 0 3 0 】

変数 n の初期値として 1 が設定される。

【 0 0 3 1 】

(ステップ S 2 3 : 日程調整処理)

実施日選択部 2 4 は、実施日の決定順序が n 番目の物件を対象の物件に設定する。これは、保守実施日が決まっていない物件のうち、実施日の決定順序が最も高い物件が対象の物件に設定されることを意味する。実施日選択部 2 4 は、対象の物件について、複数の日それぞれについての保守費用を示して保守実施日の選択を受け付ける。例えば、実施日選択部 2 4 は、対象の物件のユーザ端末に、複数の日それぞれについての保守費用を表示し

30

て、保守実施日を選択させる。初めてステップ S 2 3 の処理が実行される場合には、実施日選択部 2 4 は、保守物件 X について保守実施日の選択を受け付けることになる。

【 0 0 3 2 】

(ステップ S 2 4 : 保守計画生成処理)

実施日選択部 2 4 は、ステップ S 2 3 で選択された保守実施日についての、保守員派遣計画を更新させる。具体的には、実施日選択部 2 4 は、実施日の決定順序が n 番目の物件に保守員を派遣する計画を組み込ませる。保守員を派遣する計画をどのように組み込むかは、保守事業所の状況等に応じて決められる。保守員を派遣する計画を組み込む処理は、既存の計画立案システムに実行させてもよいし、管理者等に行わせてもよい。

40

【 0 0 3 3 】

(ステップ S 2 5 : 上限判定処理)

実施日選択部 2 4 は、ステップ S 2 3 で選択された日について、その日が保守実施日として選択された選択数が、保守可能上限数に到達したか否かを判定する。保守可能上限数は、1 日に保守作業を実行可能な物件数の上限値である。

実施日選択部 2 4 は、選択数が保守可能上限数に到達した場合には、処理をステップ S 2 6 に進める。一方、実施日選択部 2 4 は、選択数が保守可能上限数に到達していない場合には、処理をステップ S 2 7 に進める。

【 0 0 3 4 】

(ステップ S 2 6 : 日程除外処理)

50

実施日選択部 2 4 は、ステップ S 2 3 で選択された日を保守実施日として選択可能な日から除外する。除外された日は、これ以降ステップ S 2 3 で保守実施日として選択することができない状態になる。

【 0 0 3 5 】

(ステップ S 2 7 : 残候補判定処理)

実施日選択部 2 4 は、保守実施日が決まっていない候補物件 Y が存在するか否かを判定する。

実施日選択部 2 4 は、存在する場合には、処理をステップ S 2 8 に進める。一方、存在しない場合には、処理を終了する。

【 0 0 3 6 】

(ステップ S 2 8 : 費用再計算処理)

保守費用計算部 2 3 は、保守実施日が決定していない 1 つ以上の候補物件 Y それぞれの保守費用を再計算する。

具体的には、保守費用計算部 2 3 は、保守実施日が決定していない 1 つ以上の候補物件 Y それぞれを対象の候補物件に設定する。保守費用計算部 2 3 は、ステップ S 2 3 で選択された保守実施日について、対象の候補物件への出張費用の一部を基準費用からさらに減算して、保守費用を再計算する。ここでは、保守費用計算部 2 3 は、基準費用のうちの出張費用から出張費用の一部を減算して、保守費用を再計算する。

【 0 0 3 7 】

実施の形態 1 では、保守費用計算部 2 3 は、出張費用の一部として、保守実施日に保守が実施される物件の数に応じた割合を出張費用に乗じた金額を用いる。ここでは、保守費用計算部 2 3 は、出張費用の一部として、出張費用に $(1 - (1 / (保守実施日に保守が実施される物件の数 + 1)))$ を乗じた金額を用いる。

例えば、保守実施日に保守が実施される物件の数が 1 であれば、出張費用に $(1 - (1 / (1 + 1))) = 1 / 2$ を乗じた金額が用いられる。つまり、出張費用が $1 / 2$ に減額される。

例えば、保守実施日に保守が実施される物件の数が 2 であれば、出張費用に $(1 - (1 / (2 + 1))) = 2 / 3$ を乗じた金額が用いられる。つまり、出張費用が $1 / 3$ に減額される。

【 0 0 3 8 】

保守費用計算部 2 3 は、保守費用を再計算した後、変数 n に 1 加算した上で処理をステップ S 2 3 に戻す。

【 0 0 3 9 】

図 6 から図 1 0 を参照して、実施の形態 1 に係る実施日決定処理の具体例を説明する。図 6 から図 1 0 では、図 4 に示す物件 0 と物件 1 と物件 2 と物件 4 とについての保守実施日を決定する例が示されている。

ステップ S 2 1 では、図 4 における例では、図 6 に示すように、物件 1 と物件 2 と物件 4 とについて候補期間における複数の日それぞれの保守費用が計算される。ステップ S 2 2 では、物件 0、物件 1、物件 2、物件 4 の順に実施日の決定順序が決定されたとする。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 2 3 では、物件 0 である保守物件 X について、保守実施日の選択が受け付けられる。この際、図 7 に示すように、保守物件 X については、候補期間における複数の日について、基準費用をそのまま保守費用として示して、保守実施日の選択が受け付けられる。ここでは、 $3 / 2 1$ が保守実施日として選択されたとする。すると、ステップ S 2 4 で $3 / 2 1$ に保守物件 X に保守員を派遣する計画が組み込まれる。

ステップ S 2 5 では、ステップ S 2 3 で選択された日について、選択数が保守可能上限数に到達したか否かを判定する。つまり、ここでは、 $3 / 2 1$ の選択数が保守可能上限数に到達したか否かを判定する。ここでは、 $3 / 2 1$ の選択数が保守可能上限数に到達していないとする。そのため、処理がステップ S 2 7 に進められる。ステップ S 2 7 では、保守実施日が決まっていない候補物件 Y が存在すると判定される。そのため、処理がステッ

10

20

30

40

50

プS 2 8に進められる。ステップS 2 8では、図8に示すように、物件1と物件2と物件4とについて、3 / 2 1の出張費用が1 / 2に減額されて、保守費用が再計算される。そして、処理がステップS 2 3に戻される。

【0041】

ステップS 2 3では、図8の物件1についての保守費用を示して、物件1についての保守実施日の選択が受け付けされる。ここでは、3 / 2 4が保守実施日として選択されたとする。すると、ステップS 2 4で3 / 2 4に物件1に保守員を派遣する計画が組み込まれる。

ステップS 2 5では、ステップS 2 3で選択された日について、選択数が保守可能上限数に到達したか否かを判定する。つまり、ここでは、3 / 2 4の選択数が保守可能上限数に到達したか否かを判定する。ここでは、3 / 2 4の選択数が保守可能上限数に到達していないとする。そのため、処理がステップS 2 7に進められる。ステップS 2 7では、保守実施日が決まっていない候補物件Yが存在すると判定される。そのため、処理がステップS 2 8に進められる。ステップS 2 8では、図9に示すように、物件2と物件4とについて、3 / 2 4の出張費用が1 / 2に減額されて、保守費用が再計算される。そして、処理がステップS 2 3に戻される。

【0042】

ステップS 2 3では、図9の物件2についての保守費用を示して、物件2についての保守実施日の選択が受け付けされる。ここでは、3 / 2 1が保守実施日として選択されたとする。すると、ステップS 2 4で3 / 2 1に物件2に保守員を派遣する計画が組み込まれる。

ステップS 2 5では、ステップS 2 3で選択された日について、選択数が保守可能上限数に到達したか否かを判定する。つまり、ここでは、3 / 2 1の選択数が保守可能上限数に到達したか否かを判定する。ここでは、3 / 2 1の選択数が保守可能上限数に到達していないとする。そのため、処理がステップS 2 7に進められる。ステップS 2 7では、保守実施日が決まっていない候補物件Yが存在すると判定される。そのため、処理がステップS 2 8に進められる。ステップS 2 8では、図10に示すように、物件4について、3 / 2 1の出張費用が1 / 3に減額されて、保守費用が再計算される。そして、処理がステップS 2 3に戻される。

【0043】

ステップS 2 3では、図10の物件4についての保守費用を示して、物件4についての保守実施日の選択が受け付けされる。ここでは、3 / 2 1が保守実施日として選択されたとする。すると、ステップS 2 4で3 / 2 1に物件4に保守員を派遣する計画が組み込まれる。

ステップS 2 5では、ステップS 2 3で選択された日について、選択数が保守可能上限数に到達したか否かを判定する。つまり、ここでは、3 / 2 1の選択数が保守可能上限数に到達したか否かを判定する。ここでは、3 / 2 1の選択数が保守可能上限数に到達したとする。そのため、処理がステップS 2 6に進められる。ステップS 2 6では、3 / 2 1が保守実施日として選択可能な日から除外される。そして、ステップS 2 7では、保守実施日が決まっていない候補物件Yが存在しないと判定される。そのため、処理が終了する。

【0044】

実施の形態1の効果

以上のように、実施の形態1に係る保守計画支援装置10は、対象部品の残存価値を基準費用から減算して保守費用を計算する。

これにより、予防保全によって顧客に発生する経済的損失を抑えることができる。その結果、予防保全に基づく保守計画が顧客に受け入れられやすくなる。予防保全が顧客に受け入れられることにより、突発対応が減る。そのため、効率的な保守計画を立てやすくなる。そして、保守に伴う移動時間分の人件費及び交通費を抑えることが可能になる。

【0045】

また、実施の形態1に係る保守計画支援装置10は、他の物件の保守実施日と同じ日に

10

20

30

40

50

ついでに保守費用を減額する。

これにより、顧客が他の物件の保守実施日が、保守実施日として選択され易くなる。その結果、同日に同一方面の保守作業が多く設定され易くなる。そのため、効率的な保守計画を立てやすくなる。

【 0 0 4 6 】

図 1 1 及び図 1 2 を参照して、実施の形態 1 に係る保守計画支援装置 1 0 の効果を詳しく説明する。

図 1 1 を参照して、従来の予防保全と突発対応とのメリット及びデメリットを説明する。

顧客側には、予防保全のメリットとして、停止期間が最短化される点がある。一方、突発対応のメリットとして、保守料金が最小化される点がある。予防保全のデメリットとして、保守料金が高くなる点がある。つまり、残存寿命分の残存価値を捨てることになるというデメリットがある。突発対応のデメリットとして、停止期間が長期化してしまう点がある。

保守側には、予防保全のメリットとして、計画的な対応が可能のため、保守コストを低減できる点がある。突発対応にはメリットがない。予防保全にはデメリットがない。突発対応のデメリットとして、即時対応が必要になる点がある。つまり、故障が発生した場合に、急な部品手配と急な日程調整が発生する。また、突発対応のデメリットとして、計画的な対応が不可能のため、保守コストが高くなる点がある。具体的には、出張費用が増加してしまう。また、突発対応のデメリットとして、対応の遅れ等に起因して顧客の不満が高まる点がある。

【 0 0 4 7 】

図 1 2 を参照して、実施の形態 1 に係る保守計画支援装置 1 0 を導入した場合における予防保全と突発対応とのメリット及びデメリットを説明する。ここでは、図 1 1 と相違する点について説明する。

顧客側には、予防保全のメリットとして、停止期間が最短化される点に加え、突発対応の場合と同じコスト費用で故障前に部品交換できる点がある。突発対応にはメリットがない。予防保全にはデメリットがない。突発対応のデメリットは、図 1 1 と同じである。

保守側については、予防保全のデメリットとして、残存価値分だけ保守費用を減額する分だけ収入が減る点がある。その他は、図 1 1 と同じである。

【 0 0 4 8 】

このように、実施の形態 1 に係る保守計画支援装置 1 0 を導入することにより、顧客側としては、突発対応よりも予防保全を導入することが望ましい状態になる。その結果、予防保全に基づく保守計画が顧客に受け入れられ易くなる。

【 0 0 4 9 】

他の構成

<変形例 1>

実施の形態 1 では、保守計画支援装置 1 0 は、1 台の装置として構成された。しかし、保守計画支援装置 1 0 の機能構成要素のうち、一部がクラウド上のサーバで実現され、残りがクライアント端末で実現されるといった構成であってもよい。この場合には、保守計画支援装置 1 0 は、複数の装置から構成される保守計画支援システムとなる。

また、ストレージ 1 3 に記憶された機器状態情報 3 1 と顧客情報 3 2 と部品情報 3 3 とは、外部のデータベースに記憶されてもよい。この場合にも、保守計画支援装置 1 0 は、複数の装置から構成される保守計画支援システムとなる。

【 0 0 5 0 】

実施の形態 1 では、各機能構成要素がソフトウェアで実現された。しかし、変形例 1 として、各機能構成要素はハードウェアで実現されてもよい。この変形例 1 について、実施の形態 1 と異なる点を説明する。

【 0 0 5 1 】

図 1 3 を参照して、変形例 1 に係る保守計画支援装置 1 0 の構成を説明する。

各機能構成要素がハードウェアで実現される場合には、保守計画支援装置 1 0 は、プロ

セッサ 1 1 とメモリ 1 2 とストレージ 1 3 とに代えて、電子回路 1 5 を備える。電子回路 1 5 は、各機能構成要素と、メモリ 1 2 と、ストレージ 1 3 との機能とを実現する専用の回路である。

【 0 0 5 2 】

電子回路 1 5 としては、単一回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ロジック IC、GA、ASIC、FPGA が想定される。GA は、Gate Array の略である。ASIC は、Application Specific Integrated Circuit の略である。FPGA は、Field - Programmable Gate Array の略である。

各機能構成要素を 1 つの電子回路 1 5 で実現してもよいし、各機能構成要素を複数の電子回路 1 5 に分散させて実現してもよい。

10

【 0 0 5 3 】

< 変形例 2 >

変形例 2 として、一部の各機能構成要素がハードウェアで実現され、他の各機能構成要素がソフトウェアで実現されてもよい。

【 0 0 5 4 】

プロセッサ 1 1 とメモリ 1 2 とストレージ 1 3 と電子回路 1 5 とを処理回路という。つまり、各機能構成要素の機能は、処理回路により実現される。

【 0 0 5 5 】

また、以上の説明における「部」を、「回路」、「工程」、「手順」、「処理」又は「処理回路」に読み替えてもよい。

20

【 0 0 5 6 】

以上、本開示の実施の形態及び変形例について説明した。これらの実施の形態及び変形例のうち、いくつかを組み合わせる実施してもよい。また、いずれか 1 つ又はいくつかを部分的に実施してもよい。なお、本開示は、以上の実施の形態及び変形例に限定されるものではなく、必要に応じて種々の変更が可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

1 0 保守計画支援装置、1 1 プロセッサ、1 2 メモリ、1 3 ストレージ、1 4 通信インタフェース、1 5 電子回路、2 1 対象検知部、2 2 候補選定部、2 3 保守費用計算部、2 4 実施日選択部、2 5 候補抽出部、2 6 残存価値計算部、2 7 出張費用計算部、2 8 候補除外部、3 1 機器状態情報、3 2 顧客情報、3 3 部品情報。

30

40

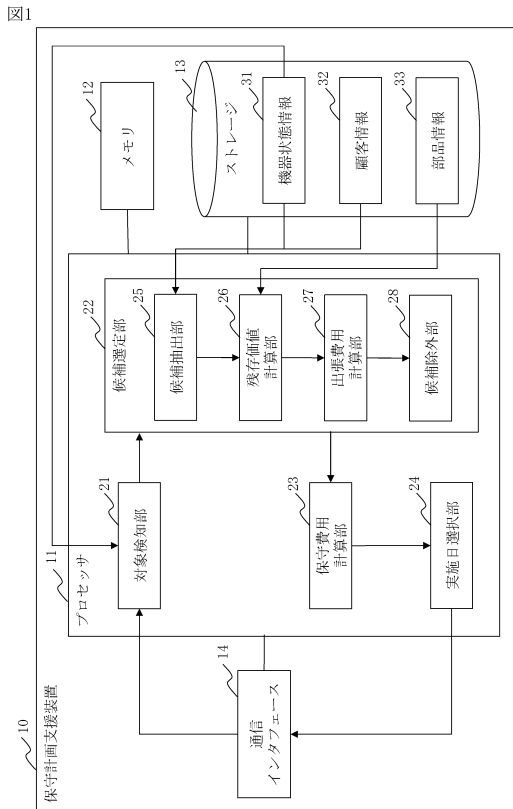
50

【要約】

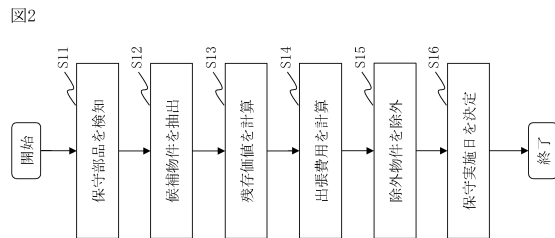
候補抽出部（25）は、保守作業が必要な保守部品がある物件を保守物件として、出発地から保守物件までの経路からの距離に基づき1つ以上の候補物件を抽出する。残存価値計算部（26）は、抽出された1つ以上の候補物件それぞれを対象として、対象の候補物件における保守対象の部品である対象部品の残存寿命から対象部品の残存価値を計算する。保守費用計算部（23）は、残存価値を基準費用から減算して、対象の候補物件についての保守費用を計算する。

【図面】

【図1】



【図2】



10

20

30

40

50

【図 3】

図3

| | | | | | | | | | |
|------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|
| 物件0 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | ... | 3/31 |
| 出張費用 | 25000 | | | | | | | | |
| 物件1 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | ... | 3/31 |
| 残存価値 | 13699 | | 8493 | 8219 | 7945 | 7671 | 7397 | | 5479 |
| 出張費用 | 25000 | | | | | | | | |
| 物件2 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | ... | 3/31 |
| 残存価値 | 2192 | | 1671 | 1644 | 1616 | 1689 | 1562 | | 673 |
| 出張費用 | 25000 | | | | | | | | |
| 物件3 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | ... | 3/31 |
| 残存価値 | 42000 | | 34400 | 34000 | 33600 | 33200 | 32800 | | 30000 |
| 出張費用 | 25000 | | | | | | | | |
| 物件4 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | ... | 3/31 |
| 残存価値 | 6027 | | 4986 | 4932 | 4877 | 4822 | 4767 | | 4382 |
| 出張費用 | 25000 | | | | | | | | |

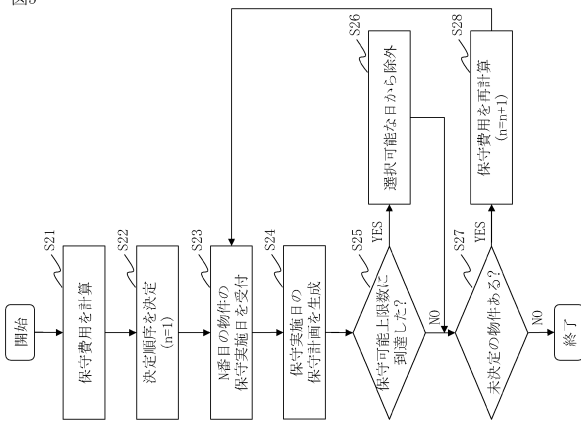
【図 4】

図4

| | | | | | | | | | |
|------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|
| 物件0 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | ... | 3/31 |
| 出張費用 | 25000 | | | | | | | | |
| 物件1 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | ... | 3/31 |
| 残存価値 | 13699 | | 8493 | 8219 | 7945 | 7671 | 7397 | | 5479 |
| 出張費用 | 25000 | | | | | | | | |
| 物件2 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | ... | 3/31 |
| 残存価値 | 2192 | | 1671 | 1644 | 1616 | 1689 | 1562 | | 673 |
| 出張費用 | 25000 | | | | | | | | |
| 物件3 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | ... | 3/31 |
| 残存価値 | 42000 | | 34400 | 34000 | 33600 | 33200 | 32800 | | 30000 |
| 出張費用 | 25000 | | | | | | | | |
| 物件4 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | ... | 3/31 |
| 残存価値 | 6027 | | 4986 | 4932 | 4877 | 4822 | 4767 | | 4382 |
| 出張費用 | 25000 | | | | | | | | |

【図 5】

図5



【図 6】

図6

| | | | | | | | | | |
|------|---------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|-----|---------|
| 物件1 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | ... | 3/31 |
| 残存価値 | 13699 | | 8493 | 8219 | 7945 | 7671 | 7397 | | 5479 |
| 出張費用 | 25000 | | | | | | | | |
| 交換費用 | 1000000 | | | | | | | | |
| 保守費用 | 1011301 | | 1016507 | 1016781 | 1017055 | 1017329 | 1017603 | | 1019521 |
| 物件2 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | ... | 3/31 |
| 残存価値 | 2192 | | 1671 | 1644 | 1616 | 1689 | 1562 | | 673 |
| 出張費用 | 25000 | | | | | | | | |
| 交換費用 | 100000 | | | | | | | | |
| 保守費用 | 122808 | | 123329 | 123356 | 123383 | 123410 | 123437 | | 124327 |
| 物件4 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | ... | 3/31 |
| 残存価値 | 6027 | | 4986 | 4932 | 4877 | 4822 | 4767 | | 4382 |
| 出張費用 | 25000 | | | | | | | | |
| 交換費用 | 100000 | | | | | | | | |
| 保守費用 | 118973 | | 120014 | 120068 | 120122 | 120176 | 120230 | | 120618 |

【 7 】

7

| | | | | | | | | |
|------|-----|-----|------|------|--------|------|------|------|
| 物件0 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | 3/31 |
| 出張費用 | | | | | 25000 | | | |
| 交換費用 | | | | | 100000 | | | |
| 保守費用 | | | | | 125000 | | | |

【 8 】

8

| | | | | | | | | |
|------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 物件1 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | 3/31 |
| 残存価値 | 13699 | | 8493 | 8219 | 7945 | 7671 | 7397 | 5479 |
| 出張費用 | | 25000 | | 12500 | | | 25000 | |
| 交換費用 | | | | 1000000 | | | | |
| 保守費用 | 1011301 | | 1016507 | 1004281 | 1017055 | 1017329 | 1017603 | 1019521 |
| 物件2 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | 3/31 |
| 残存価値 | 2192 | | 1671 | 1644 | 1616 | 1689 | 1562 | 673 |
| 出張費用 | | 25000 | | 12500 | | | 25000 | |
| 交換費用 | | | | 1000000 | | | | |
| 保守費用 | 122808 | | 123329 | 110856 | 123383 | 123410 | 123437 | 124327 |
| 物件4 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | 3/31 |
| 残存価値 | 6027 | | 4986 | 4932 | 4877 | 4822 | 4767 | 4382 |
| 出張費用 | | 25000 | | 12500 | | | 25000 | |
| 交換費用 | | | | 1000000 | | | | |
| 保守費用 | 118973 | | 120014 | 107568 | 120122 | 120176 | 120230 | 120618 |

【 9 】

9

| | | | | | | | | |
|------|--------|-------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 物件2 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | 3/31 |
| 残存価値 | 2192 | | 1671 | 1644 | 1616 | 1689 | 1562 | 673 |
| 出張費用 | | 25000 | | 12500 | 25000 | 12500 | 25000 | |
| 交換費用 | | | | 1000000 | | | | |
| 保守費用 | 122808 | | 123329 | 110856 | 123383 | 123410 | 110937 | 124327 |
| 物件4 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | 3/31 |
| 残存価値 | 6027 | | 4986 | 4932 | 4877 | 4822 | 4767 | 4382 |
| 出張費用 | | 25000 | | 12500 | 25000 | 12500 | 25000 | |
| 交換費用 | | | | 1000000 | | | | |
| 保守費用 | 118973 | | 120014 | 107568 | 120122 | 120176 | 107730 | 120618 |

【 10 】

10

| | | | | | | | | |
|------|--------|-------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 物件4 | 3/1 | ... | 3/20 | 3/21 | 3/22 | 3/23 | 3/24 | 3/31 |
| 残存価値 | 6027 | | 4986 | 4932 | 4877 | 4822 | 4767 | 4382 |
| 出張費用 | | 25000 | | 8333 | 25000 | 12500 | 25000 | |
| 交換費用 | | | | 1000000 | | | | |
| 保守費用 | 118973 | | 120014 | 103401 | 120122 | 120176 | 107730 | 120618 |

【図 1 1】

図11

| | | | |
|-------|------|------|------|
| 顧客側 | | 事後保全 | 事後保全 |
| メリット | 予防保全 | 予防保全 | 事後保全 |
| デメリット | 予防保全 | 予防保全 | 事後保全 |
| 保守側 | | 事後保全 | 事後保全 |
| デメリット | 予防保全 | 予防保全 | 事後保全 |
| デメリット | 予防保全 | 予防保全 | 事後保全 |

予防保全 (顧客側):

- ・ 停止期間が最小化
- ・ 保守料金が最小化
- ・ 保守料金がUp (残存寿命分の残存価値を捨てることによる)
- ・ 停止期間が長期化

事後保全 (保守側):

- ・ 即時対応が必要。(部品手配、日程調整)
- ・ 個別対応で保守コスト増加(出張費用)
- ・ 顧客の不満

【図 1 2】

図12

| | | | |
|-------|------|------|------|
| 顧客側 | | 事後保全 | 事後保全 |
| メリット | 予防保全 | 予防保全 | 事後保全 |
| デメリット | 予防保全 | 予防保全 | 事後保全 |
| 保守側 | | 事後保全 | 事後保全 |
| デメリット | 予防保全 | 予防保全 | 事後保全 |
| デメリット | 予防保全 | 予防保全 | 事後保全 |

予防保全 (顧客側):

- ・ 停止期間が最小化
- ・ 同コストで故障前に部品交換できる
- ・ 即時対応が必要。(部品手配、日程調整)
- ・ 個別対応で保守コスト増加(出張費用)
- ・ 顧客の不満

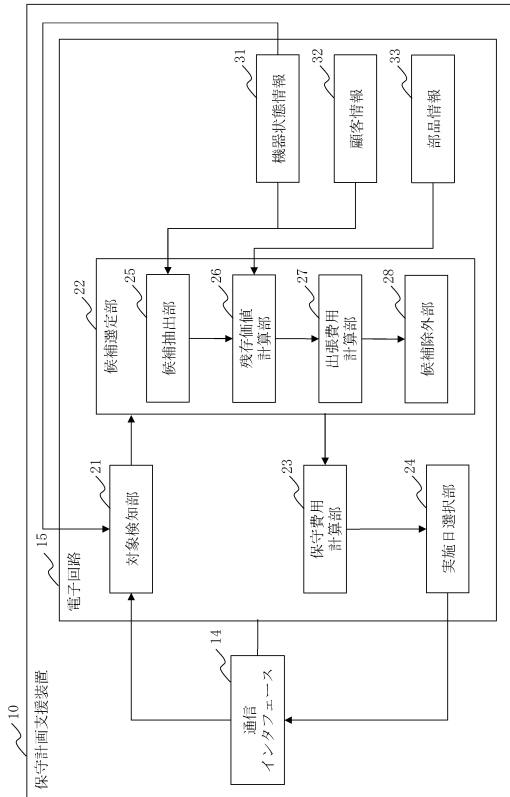
事後保全 (保守側):

- ・ 即時対応が必要。(部品手配、日程調整)
- ・ 個別対応で保守コスト増加(出張費用)
- ・ 顧客の不満

10

【図 1 3】

図13



20

30

40

50

フロントページの続き

- 東京都千代田区有楽町一丁目7番1号 三菱電機ビルソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 宮野 一輝
東京都千代田区有楽町一丁目7番1号 三菱電機ビルソリューションズ株式会社内
- 審査官 加内 慎也
- (56)参考文献 国際公開第2019/180947(WO, A1)
特開2002-329021(JP, A)
特開2011-70274(JP, A)
特開2006-127070(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G06Q 10/00-99/00