

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5932603号  
(P5932603)

(45) 発行日 平成28年6月8日(2016.6.8)

(24) 登録日 平成28年5月13日(2016.5.13)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>G06Q</b>	<b>50/10</b>	<b>(2012.01)</b>	G06Q	50/10	130
<b>G06Q</b>	<b>50/06</b>	<b>(2012.01)</b>	G06Q	50/06	
<b>G05B</b>	<b>23/02</b>	<b>(2006.01)</b>	G05B	23/02	T
<b>H02J</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G05B	23/02	302W
			H02J	3/00	

請求項の数 8 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2012-233371 (P2012-233371)  
 (22) 出願日 平成24年10月23日(2012.10.23)  
 (65) 公開番号 特開2014-85774 (P2014-85774A)  
 (43) 公開日 平成26年5月12日(2014.5.12)  
 審査請求日 平成27年2月16日(2015.2.16)

(73) 特許権者 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (74) 代理人 100100310  
 弁理士 井上 学  
 (74) 代理人 100098660  
 弁理士 戸田 裕二  
 (74) 代理人 100091720  
 弁理士 岩崎 重美  
 (72) 発明者 水野 洋一  
 東京都品川区南大井六丁目27番18号  
 株式会社日立製作所 情報制御システム事業部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 寿命予測における地域傾向抽出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の領域内に設置される設備の寿命予測における地域傾向抽出方法であって、  
 複数の前記設備のうち、特定の設備を選択する選択ステップと、  
 前記複数の設備の位置情報に基づいて、前記選択された特定の設備に近接する前記設備を選定し、選定された当該設備に近接の設備を順次選定することで、近接する設備が一列に繋がった近傍リストを作成する近傍リスト作成ステップと、  
 前記近傍リストを複数のパターンで2つのグループに分割し、それぞれのパターンにおいて、分割したそれぞれのグループ内での前記設備の属性情報の平均値を算出し、当該グループ間の平均値の差分を算出する平均値算出ステップと、  
 前記差分が最も大きくなったパターンにて、前記設備の集合を分割する分割ステップと

を備えることを特徴とする地域傾向抽出方法。

【請求項2】

請求項1に記載の地域傾向抽出方法において、  
 前記分割ステップは、前記差分と所定の閾値とを比較し、当該差分が当該閾値より大きい場合に分割を行うことを特徴とする地域傾向抽出方法。

【請求項3】

請求項2に記載の地域傾向抽出方法において、  
 前記分割ステップは、分割された近傍リストを更に分割することを特徴とする地域傾向

抽出方法。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の地域傾向抽出方法において、  
更に、分割された近傍リストを統合する統合ステップを備えることを特徴とする地域傾向抽出方法。

【請求項 5】

請求項 2 に記載の地域傾向抽出方法において、  
更に、分割された近傍リストを統合する統合ステップを備え、  
前記統合ステップは、前記閾値とは異なる第二の閾値に基いて、分割された近傍リストを統合することを特徴とする地域傾向抽出方法。

10

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の地域傾向抽出方法において、  
前記分割ステップは、前記近傍リストの設備の寿命の分散  $S^2$  を算出し、前記近傍リストを端から順に二分し、分割後の 1 つのリストにおける設備の寿命の分散  $S_1^2$  と、もう 1 つのリストにおける設備の寿命の分散  $S_2^2$  とを求め、 $(S_1^2 + S_2^2) / S^2$  が最小かつ予め設定された閾値以下となる位置で近傍リストを分割し、分割できるリストがなくなるまで同様の分割を繰り返すことを特徴とする地域傾向抽出方法。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の地域傾向抽出方法を用いて出力された地域に属する設備の寿命の平均値又は分散値と、前記設備の稼働日数を用いて、前記設備の平均寿命を求め、前記設備の巡視や保全計画を決定するための入力とすることを特徴とする設備保全システム。

20

【請求項 8】

所定の領域内に設置される設備の寿命予測における地域傾向抽出装置であって、  
複数の前記設備のうち、特定の設備を選択する選択部と、  
前記複数の設備の位置情報に基づいて、前記選択された特定の設備に近接する前記設備を選定し、選定された当該設備に近接の設備を順次選定することで、近接する設備が一列に繋がった近傍リストを作成する近傍リスト作成部と、  
前記近傍リストを複数のパターンで 2 つにグループに分割し、それぞれのパターンにおいて、分割したそれぞれのグループ内での前記設備の属性情報の平均値を算出し、当該グループ間の平均値の差分を算出し、当該差分が最も大きくなったパターンにて、前記設備の集合を分割する分割部と、  
を備えることを特徴とする地域傾向抽出装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、設備の保全を計画管理するシステムに関し、電力配電設備における電柱等の散在する設備に対して、対象設備の設置位置と故障履歴に記録された各設備の寿命から設備の集合を地域に分割することにより、各地域の傾向を反映した寿命の平均値や分布のパラッキを求めることを可能とする、寿命予測における地域傾向抽出方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

装置産業や社会インフラ事業者の多くが、経年劣化していく設備を抱えて必要な維持コストが膨らむ一方で、かけられるコストには限界があるという課題に直面している。そのなかで設備保全の取り組みを、ITによって総合的に支援するEAM(Enterprise Asset Management)システムへの関心が高まっている。設備保全においては、設備の安全性、信頼性を維持しつつ、保全コストを低減するというバランスが重要視されるが、そのためには設備の寿命(故障時期)をできるかぎり正確に予測することが重要となる。設備の寿命を正確に予測することができれば、故障や事故の発生を未然に防ぐことができ、かつ巡視や点検等の保全にかかるコストを低減することができる。また、設備を寿命まで最大限に利用

50

することができ設備投資を低減することができる。

【 0 0 0 3 】

設備の寿命を予測する方法としては、設備の故障履歴から、各設備群の寿命の平均値やバラツキを求めて予測する方法がある。特許文献1記載の従来技術では、設備を設備種類や材料等の属性の組合せで分類し、設備の故障実績とベイズの定理を用いて、分類毎の設備の故障率を求め劣化を予測する方法が述べられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【特許文献1】特開2010 - 097392号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

特許文献1に記載の設備の劣化予測方法では、塩害地区や雪害地区等の地域傾向を設備の属性として分類に用いることにより、地域傾向毎の設備の劣化予測をすることができる。しかし、設備の分類に用いる地域傾向は設備の属性として予め設定されたものであり、地域傾向自体を抽出する方法に関しては記載されていない。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記の課題を解決するため、本発明においては、処理部と記憶部と入出力部を備えた計算機を用い、設備の設置位置や設置日等の属性を記憶する設備データと、設備の故障日等の履歴を記憶する履歴データを入力とし、設備の種類や設置位置から選択した対象設備に対し、対象設備の設置位置を用いて近傍リストを作成し、近傍リストを端から順に二分して、対象設備の寿命について平均値の差の絶対値が最大、対象設備の寿命の平均値の差の絶対値が最大、かつ予め設定された閾値以上となる位置で近傍リストを分割し、分割できるリストがなくなるまで同様の分割を繰り返すことにより、設備の寿命予測における地域傾向を抽出する方法を提供する。

20

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、対象設備の設置位置と故障履歴に記録された対象設備の寿命を用いて、対象設備の寿命予測における地域傾向を機械的に求めることができる。また、求められた地域毎に寿命の平均や分布のバラツキを求めることにより、ひいては、対象設備の現在の稼働日数と属する地域の平均寿命から設備の平均余命を求めたり、属する地域の寿命の分布から対象設備の稼働日数に対する故障確率を求めることも可能になる。また、設備全体の寿命の平均値や分布を元に求めるより、地域の傾向を反映した正確な平均余命や故障確率を求めることができる。これにより、平均寿命の地域差を洗い出し環境や運用方法等の要因を洗い出したり、平均寿命の短い地域や故障確率が高い地域の設備に対して、優先的に巡視やCBM(Condition Based Maintenance)を行うなど、巡視計画や保全計画を立てるうえでの入力とすることも可能になる。

30

【図面の簡単な説明】

40

【 0 0 0 8 】

【図1】寿命予測における地域傾向抽出方法のシステム構成の一例を示す図である。

【図2】設備データのデータ構造の一例を示す図である。

【図3】位置情報のデータ構造の一例を示す図である。

【図4】履歴データの故障履歴のデータ構造の一例を示す図である。

【図5】寿命予測における地域傾向抽出方法の一例を示す全体フローチャートである。

【図6】近傍リストを作成する方法の一例を示すフローチャートである。

【図7】入力データの一例を示す図である。

【図8】近傍リストの作成の一例を示す図である。

【図9】近傍リストを分割する方法の一例を示すフローチャートである。

50

【図10】近傍リストの分割位置と平均値の差の絶対値の一例を示す図である。

【図11】地域傾向により分類された設備群の一例を示す図である。

【図12】異なる近傍リストの作成方法により分類された設備群の一例を示す図ある。

【図13】設備の管理区の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明を実施するための形態を図面に従い説明する。

【0010】

図1に、本実施例のシステム構成例を示す。当該システムは、設備データ(201)、履歴データ(202)を記憶する記憶部(200)、及び、寿命予測における地域傾向を計算するための対象設備選択部(211)、近傍リスト作成部(212)、近傍リスト分割部(213)からなる処理部(210)と、データの入力や寿命予測における地域傾向の出力を行う入出力部(220)から構成される。ここで、設備データ(201)は、設備の設備識別子、設置日、設置位置等の設備に関する属性値が設定されている。履歴データ(202)は、設備の故障履歴や使用履歴等である。

10

【0011】

図2に、設備データ(201)の一例を示す。設備データとして、本実施例では、電柱、変圧器、開閉機等が記録されている(301~304)。ここで、300は設備を一意に識別する設備識別子、310は設備の分類を示す設備分類、320は設備の型名を示す設備型名、330は設備に付けられた名称である設備名称、340は設備を設置した日を示す設置日、350は設備の設置された位置(緯度経度、座標)を示す設置位置である。また、設置位置350は別のテーブルに格納してもよい。

20

【0012】

図3に、設置位置を別に格納した場合の設置位置テーブルの例を示す。本例では、電柱、変圧器、開閉機の位置を記録されている(401~403)。400は位置を一意に識別する位置識別子、410は当該位置に設置できる設備の分類を示す位置タイプ、420および430は位置を示すX座標とY座標である。420、430は緯度、経度でもよい。設置位置を別テーブルに格納することにより、設備の交換等で当該位置の設備が変わった場合でも、当該位置の位置識別子と紐づけた履歴データから、当該位置に設置された過去の設備に関する故障等の履歴を見つけることができる。

30

【0013】

図4に、履歴データ(202)の例を示す。履歴データとして、本実施例では故障履歴が記録されている(501~504)。500は、300と同様に設備を一意に識別する設備識別子、510は当該設備の故障した日を示す故障日である。また、設置位置を設備データと別に格納する場合は、位置識別子を付加してもよい。

【0014】

図5のフローチャートを用いて、本実施例の処理の流れを説明する。まず、寿命予測における地域傾向を求める対象設備を設備データ(201)から選択する(ステップ100)。選択する設備群は、入出力部(220)から地図上で選択したり、条件を指定することにより設備データ(201)から対象設備選択部(211)により選択する。指定する条件としては、設備分類や型名を指定したり、同じ素材でできたものを選択することができる。電力設備の例においては、設備分類として電柱を選択したり、電柱のなかでも特定の型に属する設備を選択する。

40

【0015】

次に、選択した対象設備の近傍リストを作成する(ステップ101)。近傍リストとは、隣接する設備の位置が比較的近くである設備を特定するリストのことであり、「リスト上で隣接する設備間の距離が予め定められた定数以下であるリスト」と定義することができる。ここで近傍リストの作成の方法は特に規定しない。

【0016】

次に、作成された近傍リストを分割し(ステップ102)、処理を終了させる。

50

## 【 0 0 1 7 】

図6のフローチャートを用いて、ステップ101の近傍リストの作成方法の一例を説明する。なお、この処理は、近傍リスト作成部が実行する。

## 【 0 0 1 8 】

はじめに対象設備の中から任意の設備を一つ選択し近傍リストに追加する(ステップ600)。ここで、対象設備の選択は、ユーザが入出力部を操作することにより選択する設備の情報を受信して行う。次に、選択された設備に最も近接する設備を設備データの中から抽出し近傍リストに追加する(ステップ601)。ここで最も近接する設備とは、選択された設備からの距離が予め定められた定数以下の設備のことを指す。なお、設備間の距離は位置情報に基づいて判定する。同様に近傍リストに最後に追加した設備の近傍の設備を選択して近傍リストに追加することを、対象設備が全て近傍リストに追加されるまで繰り返す(ステップ602)。

10

## 【 0 0 1 9 】

図7及び図8を用いて、近傍リストの作成例を説明する。図7に、入力データの一例を示す。入力データにおいて、700は300と同様の設備識別子であり、設備識別子が「A」～「J」の10個の設備がある(721～730)。710は寿命であり、設備データの設置日から故障履歴の故障日までの日数である。720は350と同様に各設備の設置位置となる。

## 【 0 0 2 0 】

図8に、10個の設備をXY座標上にプロットし、設備識別子「A」の設備からはじめて、最も近い距離にある設備を順に選択していくことにより近傍リストを作成した場合の例を示す。設備識別子「A」の設備を近傍リストに追加し、次に設備識別子「A」の設備と最も近い設備識別子「B」の設備を選択し近傍リストに追加する。同様に、残りの設備から、最後に近傍リストに追加した設備から最も近い設備を選択し近傍リストに追加すること繰り返すと、図8中の矢印の順に設備を近傍リストに追加していくことになる。結果として、近傍リスト[A、B、C、D、E、F、G、H、I、J]が作成される。なお、近傍リストの作成においては、一般的に知られている「R木」の技術を使って近傍の設備を繋いでいき近傍リストを作成することもできる。

20

## 【 0 0 2 1 】

図9のフローチャートを用いて近傍リストを分割する方法の一例を説明する。この分割は、ひとつの近傍リストにまとめられた設備を、同様の地域特性を示すグループに分けることを意味する。この処理は、近傍リスト分割部が実行する。はじめに、近傍リストを端から順に分割していき、分割した左右のリストの設備の寿命の平均値を求め、平均値の差の絶対値が最大となる分割位置を求める(ステップ900)。次に、求めた平均値が予め定められた閾値以上であるかを判定する(ステップ902)。閾値以上であれば、当該位置で近傍リストを分割する(ステップ903)。次に、分割された近傍リストのそれぞれについて、ステップ900からステップ903を実施し、近傍リストを細分化していく(ステップ904)。なお、このステップ904は任意であり、一度の分割で処理を終了させても良い。図7、図8に記載の対象設備の例により具体的に説明する。図7に記載の対象設備ではじめに「A」を選択して近傍リストを作成すると[A、B、C、D、E、F、G、H、I、J]であった。まず近傍リストを[A]と[B、C、D、E、F、G、H、I、J]に分割すると、左のリストの寿命の平均値は1000、右のリストの寿命の平均値は1433となる。よって、寿命の平均値の差の絶対値は433となる。同様に、分割位置を変えながら平均値の差の絶対値を求める。

30

40

## 【 0 0 2 2 】

図10に、それぞれの箇所で分割した場合の平均値の差の絶対値についての結果を示す。図左の三角形(1001)は近傍リストを分割する位置を示し、図の右側に当該分割位置における平均値の差の絶対値(1002)を示している。結果として、平均値の差の絶対値が最大となるのは近傍リストを[A、B、C、D、E、F、G]と[H、I、J]に分割した場合となる。ここで、閾値を300がであった場合、433が(300)より大きいため、

50

当該位置で近傍リストを分割する。

【 0 0 2 3 】

同様に、分割した[A、B、C、D、E、F、G]と[H、I、J]の各リストに対して同様の分割を繰り返すことができる。リスト[A、B、C、D、E、F、G]で平均値の差の絶対値が最大となる分割位置は、リストを[A、B、C]と[D、E、F、G]に分割する位置となり、差の絶対値は450となる。450は(300)より大きいため、当該位置でも近傍リストを分割する。分割後の[A、B、C]と[D、E、F、G]と[H、I、J]は平均値の差の絶対値が以上になる分割位置がないため分割を完了する。

【 0 0 2 4 】

ここで、近傍リストを分割するために、近傍リストに含まれる設備の寿命の平均値だけでなく分散を利用することもできる。はじめに近傍リストの設備の寿命の分散 $S^2$ を求め、近傍リストを端から順に二分し、左のリストにおける設備の寿命の分散 $S_1^2$ と、右のリストにおける設備の寿命の分散 $S_2^2$ とを求め、 $(S_1^2 + S_2^2) / S^2$ が最小かつ予め設定された閾値以下となる位置で近傍リストを分割し、分割できるリストがなくなるまで同様の分割を繰り返してもよい。

【 0 0 2 5 】

近傍リストの分割結果は入出力部(220)により出力する。分割された各リストの設備群をグルーピングし、座標上や地図上に地域として表示することができる。また地域と合せて、地域毎の寿命を表示し、地域傾向を示すことができる。

【 0 0 2 6 】

図11は、図7、図8の対象設備から、3つの地域傾向が求められた例を示す図である。座標上に示された10個の対象設備は3つの地域(1101~1103)に分類して表示され、各地域の平均寿命も表示している(1111~1113)。これにより、1101の地域は他の地域と比較して設備の寿命が短いことがわかる。

【 0 0 2 7 】

ここで、図7、図8に記載の対象設備の例において、設備識別子「F」の設備をはじめに選択して近傍リストを作成した場合の出力例を図12に示す。前例と同様に、最も近い距離にある設備を近傍リストに追加していくと、近傍リストは[F、G、H、I、J、E、D、C、B、A]となる。同様に、閾値を300とし、平均値の差の絶対値が以上になる分割位置で分割を繰り返すと、近傍リストは[F]、[G]、[H、I、J]、[E、D、C、B、A]に分割される(1201~1205)。各地域の平均寿命は1211~1215に示す通りになる。このように近傍リストや閾値により、出力される地域が異なる場合があるが、特に問題はない。また、寿命予測における地域傾向が近い地域を統合することも可能である。統合する方法の一例としては、隣接する2つの地域の組合せのなかで、最も寿命の平均値の差が小さい組合せを1つ選択し、差が予め定められた閾値以下の場合に統合する方法がある。閾値を200とし、図12の1201~1205の地域に本方法を適用すると、平均値の差が最も小さい隣接する地域の組合せは、地域1201と地域1202、地域1201と地域1204となり、平均値の差は200となる。地域1201と地域1202を選択した場合、この差である200がより小さいため、統合すると寿命の平均値が1300となる地域となる。次に、同様の手順で更なる統合が可能かを確認する。最も寿命の平均値の差が小さい組合せは統合された地域と地域1204となり、平均値の差は100となる。この差100がであり、統合すると寿命の平均値が1350となる地域となる。そして、統合後に最も寿命の平均値の差が小さい組合せは統合された地域と地域1205となり、平均値の差は450となる。この450はより大きいため、統合を完了する。本例では、近傍リストを[A、B、C、D、E、F、G、H、I、J]とした場合の分割結果と、近傍リストを[F、G、H、I、J、E、D、C、B、A]とした場合の分割結果に対し統合を行った結果は図11となり同じになる。統合において、地域の隣接の判定が計算機上難しい場合があるが、図13のように設備を矩形の管理区に分けておくことにより、管理区の隣接関係を求めることが容易にすることもできる。

【 0 0 2 8 】

10

20

30

40

50

なお、上記実施例では、寿命という文言を使用して地域傾向の抽出技術を説明したが、寿命に限らず、設備の属性を表すパラメータであれば他のパラメータに基づいて地域傾向の抽出を行っても良い。

【 0 0 2 9 】

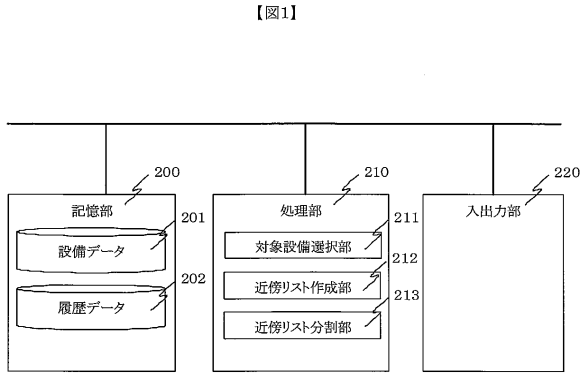
また、上記実施例で説明した地域傾向抽出方法を用いて出力された地域に属する設備の寿命の平均値（や分散）と、設備の稼働日数を用いることで、設備の平均余命を求め、設備の巡視や保全計画を決定する設備保全システムに応用してもよい。

【符号の説明】

【 0 0 3 0 】

2 0 0 ~ 2 0 2 ... 記憶部	10
2 1 0 ~ 2 1 3 ... 処理部	
2 2 0 ... 入出力部	
3 0 1 ~ 3 0 4 ... 設備データ	
3 0 0、5 0 0、7 0 0 ... 設備識別子	
3 1 0 ... 設備分類	
3 2 0 ... 設備型名	
3 3 0 ... 設備名	
3 4 0 ... 設置日	
3 5 0、7 2 0 ... 設置位置	
4 0 1 ~ 4 0 3 ... 設置位置データ	20
4 0 0 ... 位置識別子	
4 1 0 ... 位置タイプ	
4 2 0 ... X座標	
4 3 0 ... Y座標	
5 0 1 ~ 5 0 4 ... 履歴データ	
5 1 0 ... 故障日時	
7 1 0 ... 寿命	
8 0 1 ... 対象設備	
1 0 0 1 ... リストの分割位置	
1 0 0 2 ... 平均値の差の絶対値	30
1 1 0 1 ~ 1 1 0 3、1 2 0 1 ~ 1 2 0 5 ... 地域	
1 1 1 1 ~ 1 1 1 3、1 2 1 1 ~ 1 2 1 5 ... 地域傾向（平均寿命）	
1 3 0 1 ... 管理区	

【図1】



【図2】

【図2】

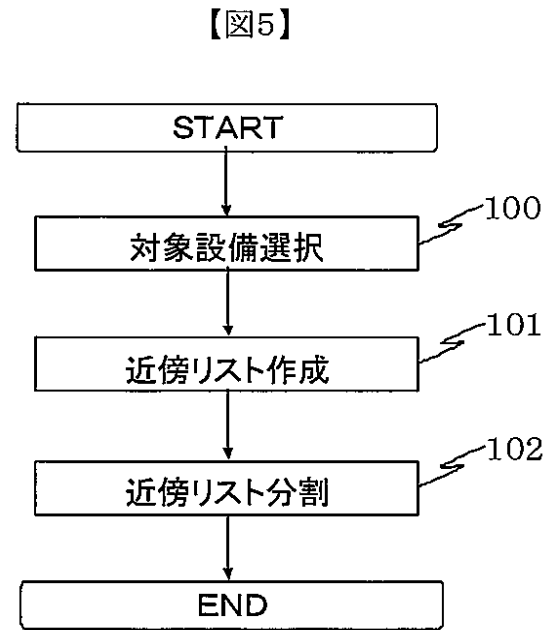
300	設備識別子	310	設備分類	320	設備名	330	設置日	340	設置位置	301
A00001	電柱	P1	電柱A	2005/12/1	(X1, Y1)	302				
A00002	変圧器	T1	変圧器A	2006/6/3	(X2, Y2)	303				
A00003	開閉器	S1	開閉器A	2006/8/21	(X3, Y3)	304				
A00004	変圧器	T2	変圧器B	2004/9/1	(X4, Y4)	...				
...	...	...	...	...	...	...				

【図3】

【図3】

400	位置識別子	410	位置タイプ	420	X座標	430	Y座標	401
L00001	電柱タイプ	X1	Y1	402				
L00002	変圧器タイプ	X2	Y2	403				
L00003	開閉機タイプ	X3	Y3	...				
...	...	...	...	...				

【図5】



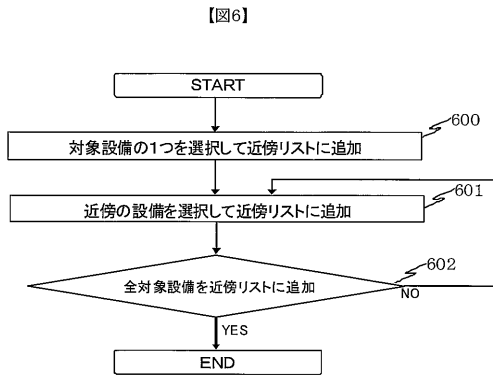
【図4】

【図4】

500	設備識別子	510	故障日	501
A00001	2010/1/1	502		
A00002	2011/2/3	503		
A00003	2011/8/5	504		
A00004	2012/3/5	...		
...	...	...		



【図6】

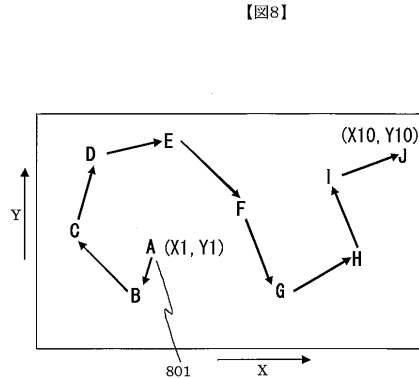


【図7】

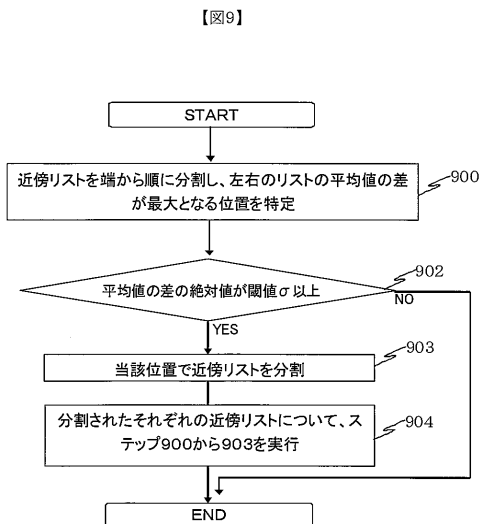
【図7】

700 設備識別子	710 寿命	720 設置位置
A	1000	(X 1, Y 1)
B	800	(X 2, Y 2)
C	900	(X 3, Y 3)
D	1500	(X 4, Y 4)
E	1300	(X 5, Y 5)
F	1200	(X 6, Y 6)
G	1400	(X 7, Y 7)
H	1800	(X 8, Y 8)
I	2100	(X 9, Y 9)
J	1900	(X 10, Y 10)

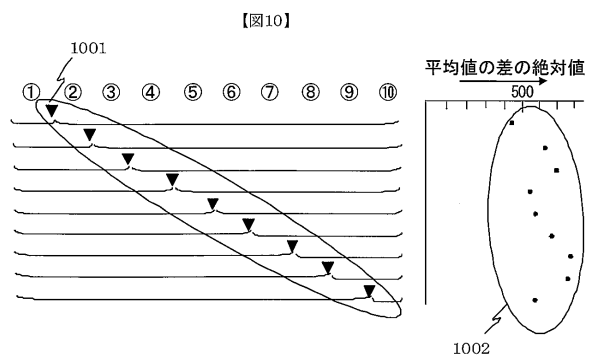
【図8】



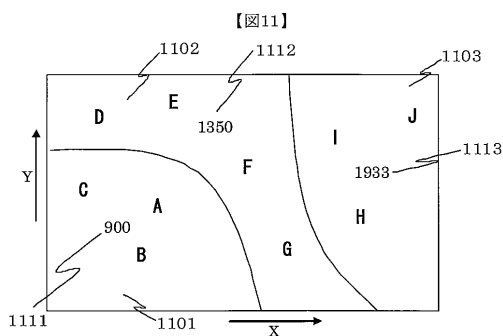
【図9】



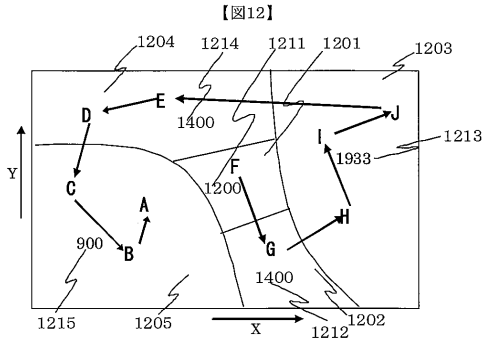
【図10】



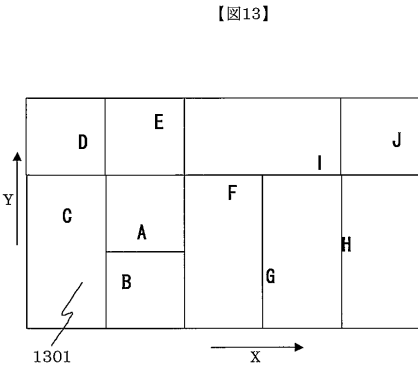
【図11】



【 1 2 】



【 1 3 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 長谷川 隆

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

審査官 山内 裕史

(56)参考文献 特開2009-087235(JP,A)

特開2009-169483(JP,A)

特開2012-013674(JP,A)

特開2006-011715(JP,A)

特開2008-032730(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06Q 10/00 - 50/34

G05B 23/02

G06Q 50/06

H02J 3/00