

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2024-166300

(P2024-166300A)

(43)公開日 令和6年11月28日(2024.11.28)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 N 21/88 (2006.01)

G 0 1 N 21/88 J

G 0 6 T 7/00 (2017.01)

G 0 6 T 7/00 6 1 0 Z

G 0 6 T 7/60 (2017.01)

G 0 6 T 7/60 1 1 0

G 0 6 T 7/38 (2017.01)

G 0 6 T 7/38

審査請求 有 請求項の数 13 O L (全21頁)

(21)出願番号 特願2024-155132(P2024-155132)
 (22)出願日 令和6年9月9日(2024.9.9)
 (62)分割の表示 特願2020-163886(P2020-163886)
)の分割
 原出願日 令和2年9月29日(2020.9.29)

(71)出願人 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74)代理人 110003281
 弁理士法人大塚国際特許事務所
 (72)発明者 星野 彰市
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 キヤノン株式会社内
 (72)発明者 野上 敦史
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 キヤノン株式会社内
 (72)発明者 小林 一彦
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 キヤノン株式会社内

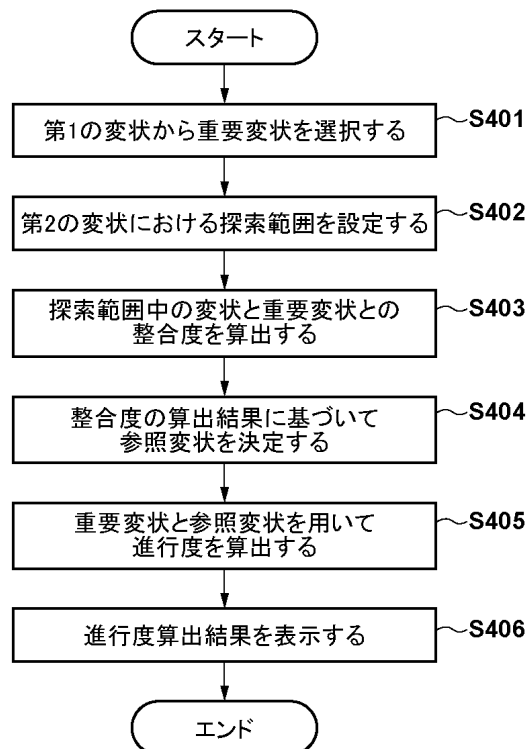
(54)【発明の名称】 情報処理装置、情報処理装置の制御方法、及び、プログラム

(57)【要約】

【課題】 構造物に多数の変状が存在する場合であっても、変状の経年変化の状態を効率的に求める。

【解決手段】 情報処理装置は、第1の時期における構造物の画像である第1の画像の部分領域を決定するとともに、前記第1の時期の後の第2の時期における前記構造物の画像である第2の画像において、前記第1の画像の前記部分領域に対応する部分領域を決定する決定手段と、前記第1の画像の前記部分領域に含まれる第1の変状と前記第2の画像の前記部分領域に含まれる第2の変状とに基づいて、前記第1の変状から前記第2の変状についての進行度を表示するための表示データを生成する生成手段と、を備えることを特徴とする。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の時期における構造物の画像である第 1 の画像の部分領域を決定するとともに、前記第 1 の時期の後の第 2 の時期における前記構造物の画像である第 2 の画像において、前記第 1 の画像の前記部分領域に対応する部分領域を決定する決定手段と、

前記第 1 の画像の前記部分領域に含まれる第 1 の変状と前記第 2 の画像の前記部分領域に含まれる第 2 の変状とに基づいて、前記第 1 の変状から前記第 2 の変状についての進行度を表示するための表示データを生成する生成手段と、を備えることを特徴とする、情報処理装置。

【請求項 2】

前記部分領域は、前記第 1 の画像を等間隔で分割した領域であることを特徴とする、請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 3】

前記第 1 の画像の前記部分領域と前記第 2 の画像の前記部分領域は、前記構造物の同一の領域に対応することを特徴とする、請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

前記第 1 の変状と前記第 2 の変状に基づいて、前記第 2 の画像の前記部分領域に含まれる前記第 2 の変状の進行度を前記第 1 の変状から算出する算出手段を備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 5】

前記変状の種類がひび割れである場合、前記第 1 の変状と前記第 2 の変状のひび割れ本数、またはひび割れ密度を取得することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 6】

前記生成手段は、前記進行度に応じて前記部分領域を表示するための前記表示データを生成することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 7】

ユーザ指示に応じて、前記部分領域の進行度表示対象を切り替えることを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 8】

第 1 の時期における構造物の画像である第 1 の画像の部分領域を決定するとともに、前記第 1 の時期の後の第 2 の時期における前記構造物の画像である第 2 の画像において、前記第 1 の画像の前記部分領域に対応する部分領域を決定する決定工程と、

前記第 1 の画像の前記部分領域に含まれる第 1 の変状と前記第 2 の画像の前記部分領域に含まれる第 2 の変状とに基づいて、前記第 1 の変状から前記第 2 の変状についての進行度を表示するための表示データを生成する生成工程と、を備えることを特徴とする、情報処理装置の制御方法。

【請求項 9】

コンピュータが読み込み実行することで、前記コンピュータに、請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の情報処理装置が有する各手段として機能させるためのプログラム。

【請求項 10】

変状に係る情報、構造物に係る情報、および、2 つ以上の変状に係る情報のうち少なくとも一つに基づいて、第 1 の時期における前記構造物の画像である第 1 の画像に含まれる複数の変状のうちの一部の変状を選択する選択手段と、

前記第 1 の時期とは異なる第 2 の時期における前記構造物の画像である第 2 の画像に含まれる複数の変状の中から前記選択手段により選択された前記変状に対応する変状を決定する決定手段と、

前記選択手段により選択された変状と前記決定手段により決定された変状とに基づいて、前記選択された変状または前記決定された変状についての進行度を表示するための表示データを生成する生成手段と、を備えることを特徴とする、情報処理装置。

【請求項 11】

前記決定手段は、前記選択された変状と前記決定された変状とに基づいて、前記決定された変状の進行度を算出する算出手段を備えることを特徴とする、請求項 10 に記載の情報処理装置。

10

20

30

40

50

前記表示データは、前記選択された変状と前記決定された変状との差分を示すことを特徴とする請求項 10 に記載の情報処理装置。

【請求項 12】

変状に係る情報、構造物に係る情報、および、2つ以上の変状に係る情報のうち少なくとも一つに基づいて、第1の時期における前記構造物の画像である第1の画像に含まれる複数の変状のうちの一部の変状を選択する選択工程と、

前記第1の時期とは異なる第2の時期における前記構造物の画像である第2の画像に含まれる複数の変状の中から前記選択工程により選択された前記変状に対応する変状を決定する決定工程と、

前記選択工程により選択された変状と前記決定工程により決定された変状とに基づいて、前記選択された変状または前記決定された変状についての進行度を表示するための表示データを生成する生成工程と、を備えることを特徴とする、情報処理装置の制御方法。 10

【請求項 13】

コンピュータが読み込み実行することで、前記コンピュータに、請求項 10 または請求項 11 に記載の情報処理装置が有する各手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、構造物の変状変化の判定技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

橋梁やトンネル等の構造物点検において、構造物の部材の健全性を示す健全度を判断するために、構造物壁面に生じるひび割れや鉄筋露出等の変状がどれだけ進行（経年変化）したかを把握することが求められている。特に、健全度の判断において、太いひび割れや広範囲に広がる鉄筋露出など、構造物の機能への影響が大きな変状の進行状況は重視される。

【0003】

画像を用いたインフラ構造物の点検では、異なる時期に構造物の壁面を撮影した画像から変状を検出し、検出した変状同士の差分を求めることにより、個々の変状の進行の度合い（進行度）を算出する。特許文献1には、異なる時刻に撮影された画像間で特徴量が近似するひび割れを同一のひび割れとし、その進行度を求めることが記載されている。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2019-20220号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

撮影のたびに撮影位置や天候など撮影条件が変化するため、同一構造物の同一壁面を撮影した画像であっても、画像間の各画素には位置ずれを含む。そのため、変状の経年変化の状態を求めるためには、このずれを考慮しながら変状同士の対応関係を求める必要がある。しかしながら、年数が経過した構造物の壁面には、非常に多くの変状が生じる。そのため、異なる時期の画像から検出したすべての変状同士の対応関係を、画像間のずれを考慮しながら求めるためには多くの時間を必要とする。 40

【0006】

本発明はかかる問題に鑑み成されたものであり、変状の経年変化の状態を効率的に求める技術を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この課題を解決するため、例えば本発明の情報処理装置は以下の構成を備える。すなわ 50

ち、

第 1 の時期における構造物の画像である第 1 の画像の部分領域を決定するとともに、前記第 1 の時期の後の第 2 の時期における前記構造物の画像である第 2 の画像において、前記第 1 の画像の前記部分領域に対応する部分領域を決定する決定手段と、

前記第 1 の画像の前記部分領域に含まれる第 1 の変状と前記第 2 の画像の前記部分領域に含まれる第 2 の変状とに基づいて、前記第 1 の変状から前記第 2 の変状についての進行度を表示するための表示データを生成する生成手段と、を備える。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、構造物に多数の変状が存在する場合であっても、変状の経年変化の状態を効率的に求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】本発明の概要を説明する図。

【図 2】ハードウェア構成図と機能ブロック図。

【図 3】変状データと画像の関係を説明するための図。

【図 4】第 1 の実施形態の処理内容を示すフローチャート。

【図 5】重要変状を選択する例を説明するための図。

【図 6】探索範囲を設定する例を説明するための図。

【図 7】整合度を算出する例を説明するための図。

【図 8】参照変状を決定する例を説明するための図。

【図 9】第 2 の実施形態の機能ブロック図。

【図 10】第 2 の実施形態の処理内容を示すフローチャート。

【図 11】変状グループの対応関係を説明するための図。

【図 12】変状グループの進行度を説明するための図。

【図 13】第 3 の実施形態の機能ブロック図。

【図 14】第 3 の実施形態の処理内容を示すフローチャート。

【図 15】異なるサイズの変状グループを説明するための図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。尚、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものでない。実施形態には複数の特徴が記載されているが、これらの複数の特徴の全てが発明に必須のものとは限らず、また、複数の特徴は任意に組み合わせられてもよい。さらに、添付図面においては、同一若しくは同様の構成に同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

【0011】

[第 1 の実施形態]

第 1 の実施形態として、異なる時期に撮影された 2 つの画像を用いて、検査対象の変状の進行度を算出する方法の例を説明する。特に本実施形態においては、橋梁等の構造物の健全度を判定するようないわゆるインフラ点検を行うための情報処理装置を例に説明する。

【0012】

「検査対象」とは、インフラ点検を行う情報処理システムを説明する場合には、コンクリート構造物等を指す。本実施形態で説明する情報処理システムのユーザは、検査対象を撮像した画像を基に、表面にひび割れなどの変状がないかを検査することを目的としている。「変状」とは、例えば、コンクリート構造物の場合、コンクリートのひび割れや浮き、剥落を指す。他にも、エフロレッセンスや、鉄筋露出、錆、漏水、水垂れ、腐食、損傷（欠損）、コールドジョイント、析出物、ジャンカなどを指す。

【0013】

「第 1 の画像」および「第 2 の画像」とは、同一構造物の同一壁面を異なる時期に撮影

10

20

30

40

50

した画像である。本実施形態において、第1の画像の撮影時期は、第2の画像を撮影した時期から年数が経過した後の時期を指すものとする。

【0014】

本実施形態の概要について、ひび割れの経年変化の状態を示す進行度を算出する例を用いて説明する。図1(a)、(b)に、インフラ構造物の例として、橋梁の壁面を異なる時期に撮影した画像101、102を示す。画像101は、画像102よりも年数が経過した後に撮影した画像である。インフラ構造物の壁面には、経年変化により多数のひび割れが発生する。そのため、撮影画像101、102には多数のひび割れが存在している。図1(c)は画像101に対応するひび割れデータ111を、図1(d)は画像102に対応するひび割れデータ112を示す。ひび割れデータ111、112の破線と実線は、ひび割れ幅の異なる微細なひび割れと太いひび割れを示している。ひび割れデータは、例えば、調査技術者が、画像をもとにひび割れや鉄筋露出などの変状の位置や形状等を入力し、画像と対応付けて記録したデータである。ひび割れデータを取得する他の方法として、例えば、機械学習によりあらかじめ学習させたモデルを用いて、画像からひび割れを検出することにより取得することもできる。なお、画像101、102、及び、ひび割れデータ111、112には、紙面に表現していない多数のひび割れを含むものとする。

10

【0015】

部材の健全度を判断するにあたり、部材表面に存在しているひび割れの進行度を確認する。ひび割れの進行度を算出するためには、異なる時期のひび割れ同士を1本ずつ比較して、ひび割れ長やひび割れ幅等の差分を求める必要がある。この時、異なる時期のひび割れの間には、撮影条件の違い等に起因する位置ずれや形状ずれを含む。さらに、経年変化によるひび割れ自体の進行による差分も含む。ひび割れの進行度を算出するためには、これらのずれや差分を考慮しながらひび割れの対応関係を求める必要がある。

20

【0016】

この対応関係を求める処理を、ひび割れデータ111が示す全てのひび割れに対して行うと非常に時間がかかってしまう。そこで、健全度の判断で重視すべきひび割れに限定して対応関係を求める。例えば、ひび割れデータ111の中から、部材の機能に対して影響を及ぼす可能性が高い太いひび割れ121、122を選択する。そして、選択したひび割れ121、122に対応するひび割れを、ひび割れデータ112から求める処理を行う。ひび割れ同士の対応関係を求める方法として、例えば、ひび割れの形状を重ね合わせた時の重複度合いに基づいて決定する方法がある。図1(e)は、ひび割れ121をひび割れデータ112に重ね合わせて領域131部分を拡大した様子を示している。図1(e)より、ひび割れ121との重複度合いが最も高いひび割れはひび割れ132と求まる。その後、ひび割れ121、132を用いて、ひび割れの進行度を算出する。ひび割れの進行度として、例えば、ひび割れの総延長や最大ひび割れ幅の差分を算出する。

30

【0017】

以上のように、部材表面に多数のひび割れが発生している場合であっても、健全度の判断で重視するひび割れのみを選択することで、効率的に進行度を算出することができる。

【0018】

< 情報処理装置 >

図2(a)は、本実施形態に係る情報処理装置200のハードウェア構成図である。図2(a)に示すように、情報処理装置200は、CPU201、ROM202、RAM203、HDD204、表示部205、操作部206、及び、通信部207を有する。CPU201は、中央演算装置(Central Processing Unit)であり、各種処理のための演算や論理判断等を行い、システムバス208に接続された各構成要素を制御する。ROM(Read-Only Memory)202は、プログラムメモリであって、後述する各種処理手順を含むCPU201による制御のためのプログラムを格納する。RAM(Random Access Memory)203は、CPU201の主メモリ、ワークエリア等の一時記憶領域として用いられる。尚、情報処理装置200に接続された外部記憶装置等からRAM203にプログラムをロードすることで、プログラムメモリを実現しても構わない。

40

50

【 0 0 1 9 】

HDD 204は、本実施形態に係る電子データやプログラムを記憶しておくためのハードディスクである。同様の役割を果たすものとして外部記憶装置を用いてもよい。ここで、外部記憶装置は、例えば、メディア（記録媒体）と、当該メディアへのアクセスを実現するための外部記憶ドライブとで実現することができる。このようなメディアとしては、例えば、フレキシブルディスク（FD）、CD-ROM、DVD、USBメモリ、MO、フラッシュメモリ等が知られている。また、外部記憶装置は、ネットワークで接続されたサーバ装置等であってもよい。

【 0 0 2 0 】

表示部 205は、例えばCRTディスプレイや、液晶ディスプレイ等であって、表示画面に画像を出力するデバイスである。なお表示部 205は、情報処理装置 200と有線あるいは無線で接続された外部デバイスでも構わない。操作部 206は、キーボードやマウスを有し、ユーザによる各種操作を受け付ける。通信部 207は、公知の通信技術により、他の情報処理装置や通信機器、外部記憶装置等との間で、有線又は無線による双方向の通信を行う。

10

【 0 0 2 1 】

< 機能ブロック図 >

図 2 (b) は、情報処理装置 200の機能構成を示すブロック図の一例である。これらの各機能部は、CPU 201が、ROM 202に格納されたプログラムをRAM 203に展開し、後述する各フローチャートに従った処理を実行することで実現されている。そして、各処理の実行結果をRAM 203に保持する。また例えば、CPU 201を用いたソフトウェア処理の代替としてハードウェアを構成する場合には、ここで説明する各機能部の処理に対応させた演算部や回路を構成すればよい。

20

【 0 0 2 2 】

管理部 222は、記憶部 221（例えばHDD 204）に記憶された、異なる時期に撮影された画像や各画像に対応する変状データ、構造物に係る構造情報を管理する。重要変状選択部 223は、第1の変状データから、進行度算出対象の変状データを重要変状として選択する。探索範囲設定部 224は、重要変状選択部 223で選択した重要変状に対応する変状を、第2の変状データの中から探索する範囲を設定する。整合度算出部 225は、探索範囲中の変状と重要変状を用いて、整合度を算出する処理を行う。参照変状決定部 226は、整合度の算出結果に基づいて、重要変状に対応する変状を参照変状として決定する。進行度算出部 227は、重要変状と参照変状の差分を進行度として算出する処理を行う。

30

【 0 0 2 3 】

< 画像と変状データの関係と構造情報の説明 >

本実施形態を説明するにあたり、画像と変状データの関係、および構造情報について説明する。画像点検において、構造物壁面を撮影した画像は、その設計図面と対応付けて管理することが好ましい。図 3 (a) は、インフラ構造物の1つの例として、橋梁の壁面を撮影した画像 311を、図面 300へ張り付けた状態を示している。図面 300は、点 302を原点とした図面座標 301を持つ。画像の図面上の位置は、画像左上の頂点座標で定義される。例えば、画像 311の図面上の位置を示す座標は、頂点 312の位置 (x 312、y 312) である。画像は、座標情報とともに、記憶部 221に記憶されている。本実施形態において、インフラ構造物の画像点検で使用する画像は、微細なひび割れなどを確認できるよう高解像度（例：1画素あたり1mm）で撮影する。このため、点検に用いる構造物の画像のサイズは大きい。例えば、図 3 (a) の画像 311は、20m x 10mの橋梁の床版を撮影した画像である。画像解像度が1画素あたり1.0mm (1.0mm / pixel) の場合、画像 311の画像サイズは20,000 pixel x 10,000 pixelとなる。高解像度で撮影した画像 311には、多数（例：1000以上）のひび割れや鉄筋露出等の変状が存在するが、すべての変状を紙面上で表現することは困難であるため、紙面に表示している変状は一部に限定している。以降の説明で広範囲の画

40

50

像や変状データを表示している図においても、表示している変状は一部に限定している。

【0024】

変状データは、コンクリート壁面に生じるひび割れ等の変状の自動検出結果、または人間による入力結果を記録した情報である。本実施形態を説明するにあたり、変状データは図面に対応付けて管理しているものとする。図3(b)に、画像311に対応する変状データ321を、図面300に、画像311と同じ位置に張り付けた状態を示す。変状データ321には、紙面に表示されない変状も含め多数(例:1000以上)の変状が存在している。変状データ321中の各変状データの図面上の位置は、変状データの構成する画素座標で定義される。図3(c)に、変状データのデータ構造を表す変状データテーブル331の一例を示す。この変状データテーブル331における第1、第2フィールドは変状を特定するためのID、変状の種別を示している。また、変状データテーブル331のうち、第3、第4フィールドの座標列と数値列は、変状データを構成する複数の座標と、その座標における変状の幅を表す属性値である。例えば、ひび割れC001は、(Xc001__1、Yc001__1)から(Xc001__n、Yc001__n)のn点からなる連続画素で表されていることを示す。また、変状データテーブル331における第5乃至第7フィールドには、最大幅、総延長/輪郭長、面積が格納される。

10

【0025】

このように、本実施形態では、変状データは画素で表現されているものとする。変状データの表現は、複数点から構成されるポリラインや曲線等のベクターデータで表現するようにしてもよい。変状データをベクターデータで表現する場合、データ容量が減少し、より簡略的な表現となる。ひび割れ以外の変状データの例として、IDがT001の鉄筋露出がある。鉄筋露出をポリラインで表現する場合、ポリラインで囲まれた領域を持つ変状となる。なお、変状データの持つ属性情報は、変状データテーブル331に示す属性情報に限定されるものではなく、その他の属性情報を保持してもよい。

20

【0026】

構造情報とは、検査対象の構造物の構造に係る情報であり、構造物の種別や基本構造、構造物の各種寸法、部材情報、竣工年度をはじめとする諸元を含む情報である。さらに、補修実績として、補修年度や補修箇所、補修方式といった保守メンテナンスに係る情報を含んでもよい。本実施形態では、部材情報や補修情報といった構造物の特定位置に関する構造情報は、図面上における位置情報とともに記憶されているものとする。すなわち、各部材の図面上の位置や補修箇所の図面上の位置が構造情報の一部として記憶される。したがって、図面を介して、構造情報と画像および変状データとの対応関係を求めることができる。構造情報は、画像や変状データとともに記憶部221に格納され、管理部222により取得することができる。なお、構造情報に含まれる情報は、上記の情報に限定されるものではなく、その他の情報を保持してもよい。また、構造物の種別に応じて、種別ごとに限定された情報を保持してもよい。

30

【0027】

<フローチャート>

図4は、本実施形態における情報処理装置のメイン処理の流れを表すフローチャートである。以下、各工程(ステップ)は、それら符号の先頭にはSを付与して説明することとする。本実施形態では、構造物の壁面に生じる変状の進行度を算出するために、2つの異なる時期に撮影した第1、2の画像を用いる。第1の画像を撮影した時期は、第2の画像を撮影した時期から、数年(例えば5年)経過した時期であるとする。第1の画像と第2の画像はともに、構造物の壁面に生じる多数(例:1,000以上)の変状を撮影した画像であるとする。第1の画像から変状を検出したデータを第1の変状データとし、第2の画像から変状を検出したデータを第2の変状データとする。本実施形態では、操作部206から、処理開始の入力を受け付けて、図4のフローチャートの処理を開始する。そして、進行度の算出処理が完了したら、進行度算出結果を示す表示データを表示部205に表示して、処理が終了する。以下、図4のフローチャートに従って本実施形態の処理を説明する。

40

50

【 0 0 2 8 】

< 重要変状の選択 >

S 4 0 1にて、重要変状選択部 2 2 3は、第 1の画像に対応する第 1の変状データの中から、進行度算出対象の変状を重要変状として選択する。重要変状を選択する方法として、例えば、変状データの属性情報に基づいて選択する方法がある。本実施形態では、ひび割れの進行度の算出方法を説明する例として、変状データの最大幅に基づいて第 1の変状データから重要変状を選択する方法を説明する。

【 0 0 2 9 】

図 5 (a)は、図面 5 0 0上の座標 5 0 3に張り付けた第 1の画像 5 0 1を示し、図 5 (b)は第 1の画像 5 0 1における第 1の変状データ 5 0 2を示している。第 1の画像 5 0 1のサイズは、2 0 , 0 0 0 p i x e l x 1 0 , 0 0 0 p i x e lである。第 1の変状データ 5 0 2の破線と実線は、それぞれ最大幅が 1 . 0 m m未満のひび割れと 1 . 0 m m以上のひび割れを示している。第 1の画像 5 0 1および第 1の変状データ 5 0 2には、紙面で表現していない多数の変状が存在している。

10

【 0 0 3 0 】

第 1の変状データ 5 0 2の中から重要変状を選択する方法として、例えば、基準値以上の最大幅を持つ変状データを経年変化の状態の判定対象とする重要変状として選択する方法がある。その判定式を次式 (1)に示す。

$$W \geq W_c \quad \dots (1)$$

ここで、パラメータ W_c は、各変状データの最大幅の値であり、パラメータ W は、重要変状とするか否かを判定する基準値 (もしくは閾値) である。本実施形態におけるパラメータ W を決定する 1 つの方法として、変状種別毎に構造物全体であらかじめ決められた一律の基準値を閾値として使用する方法がある。例えば、変状種別がひび割れの場合における基準値 W を 1 . 0 m mとした場合、変状データ 5 0 2において、1 . 0 m m以上の太いひび割れを示す実線の変状 5 1 1、5 1 2が重要変状として選択される。パラメータ W を決定する他の方法として、構造情報毎にあらかじめ決められた基準値を使用する方法がある。図 5 (c)に、橋梁における構造毎の異なる基準値一覧 5 2 1の例を示す。画像・変状データと、構造物の構造との対応関係は、図面を介して求めることができる。したがって、検査対象の構造に合わせて、重要変状を選択する基準値を切り替えることができる。これらの基準値は、実験的に求めた値を使用してもよいし、点検結果を蓄積した過去 DB に基づいて決定してもよい。また、パラメータ W を決定する他の方法として、ユーザが直接指定できるようにしてもよい。ユーザが基準値を指定する場合、基準値を指定する範囲を、任意の範囲で指定することが望ましい。例えば、画像単位や部分画像単位で基準値を指定してもよいし、構造情報毎 (例 : 部材毎、構造物毎) で基準値を指定してもよい。

20

30

【 0 0 3 1 】

最大幅に基づいて重要変状を選択する他の方法として、例えば、最大幅が大きい上位 1 0 の変状データを重要変状として選択してもよい。重要変状の選択数を固定にすることにより、進行度を算出する処理時間の増加を抑制することができる。また、その他の方法として、最大幅の大きい順から上位 1 % の変状データを重要変状として選択してもよい。

【 0 0 3 2 】

ここまで、属性情報の 1 つである最大幅を用いて重要変状を選択する例を説明したが、使用する属性情報は最大幅に限定されない。例えば、ひび割れ長さを示す総延長に基づいて、基準値以上の長さを持つひび割れを重要変状として選択することもできる。重要変状か否かを判定する式 (1) や、ひび割れ長基準値 (パラメータ W) の決定方法等は最大幅を用いた場合と同様の方法を用いることができる。

40

【 0 0 3 3 】

重要変状を選択する他の方法として、複数の変状データを組合せた複合変状を選択してもよい。複合変状の一例として、図 5 (d)に、同一種別のひび割れを組み合わせた格子状ひび割れ 5 3 1を示す。複数のひび割れが交差して格子状を形成すると、斜線で囲われた領域 5 3 2のコンクリート壁面がはがれやすくなる。その結果、コンクリート落下や鉄

50

筋露出による構造物内部の劣化などの可能性が高くなる。そのため、格子状ひび割れ 5 3 1 のような、複数の同一変状からなる複合変状を重要変状として選択することが望ましい。格子状ひび割れを識別する方法には、任意の方法を利用可能である。例えば、形状の一部が重なりあうひび割れを数珠繋ぎのように複数選択して閉領域を構成する場合に、選択した複数のひび割れを格子状ひび割れと識別することができる。複数の変状データを組み合わせた他の複合変状として、異なる変状種別の変状を組み合わせた複合変状でもよい。例えば、図 5 (e) に示すようなひび割れの近傍にエフロレンスが発生している複合変状 5 3 3 がある。析出物を伴うひび割れは、ひび割れが構造物内部に進行している可能性があり、構造物の機能への影響が高い。したがって複合変状 5 3 3 のような変状は重要変状として選択することが望ましい。なお、析出物を伴うひび割れのような複合変状は、

10

【 0 0 3 4 】

< 探索範囲の設定 >

20

S 4 0 2 にて、探索範囲設定部 2 2 4 は、重要変状に対応する変状を第 2 の変状データから探索する探索範囲を設定する。図 6 を参照して、この探索範囲を設定する方法を説明する。

【 0 0 3 5 】

図 6 (a) は第 1 の変状データ 6 1 1 を示す図、図 6 (b) は第 2 の変状データ 6 2 1 を示す図である。それぞれの変状データは、ともに図面 6 0 0 上の同一位置に張り付けられている。第 1 の変状データ 6 1 1 のうち、実線で示す変状 6 1 2 , 6 1 3 を、重要変状選択部 2 2 3 により選択された重要変状とする。

【 0 0 3 6 】

探索範囲を設定する 1 つの方法として、重要変状の座標情報を用いて設定する方法がある。具体的には、第 1 の変状データ 6 1 1 上の重要変状 6 1 2 、 6 1 3 を囲む矩形範囲 6 1 4 、 6 1 5 を、各重要変状における探索範囲とする。探索範囲のサイズは、重要変状の座標情報を囲む矩形範囲であれば、任意のサイズに変更してもよい。例えば、重要変状を囲む矩形範囲を初期範囲とし、図面上の X 軸および Y 軸方向に任意のサイズ分拡張させた矩形範囲を探索範囲とする。

30

【 0 0 3 7 】

重要変状の座標情報のみを用いて探索範囲を決定した場合、探索範囲の境界付近で第 2 の変状データの一部が分断されてしまうことがある。図 6 (c) に、第 2 の変状データの一部の変状が分断される例として、第 2 の変状データ 6 2 1 の一部の領域 6 3 1 と、重要変状 6 1 2 の座標情報を用いて決定した探索範囲 6 3 2 を示す。図 6 (c) 上の探索範囲 6 3 2 は、変状 6 3 3 、 6 3 4 を境界付近で分断してしまっている。第 2 の変状データを分断する探索範囲を設定した場合、後述する S 4 0 3 の整合度算出処理が複雑化してしまう。そこで、変状 6 3 3 、 6 3 4 の座標を全て含むように矩形範囲を拡張する。図 6 (d) に、拡張後の探索範囲 6 3 5 を示す。このように第 2 の変状データを分断しないように探索範囲を拡張することが好適な方法である。

40

【 0 0 3 8 】

< 整合度の算出 >

S 4 0 3 にて、整合度算出部 2 2 5 は、重要変状と探索範囲内の変状を用いて、整合度を算出する処理を行う。整合度を算出する 1 つの方法として、探索範囲内の 1 つの変状と重要変状の両方の形状をそれぞれまたは一方を膨張させ、変状同士の重なり度合いを整合

50

度として算出する方法がある。図 7 を参照して、整合度算出処理の例を説明する。

【 0 0 3 9 】

図 7 (a) は、第 1 の変状データの中から、重要変状選択部 2 2 3 により選択された重要変状 7 0 1 を示す図である。図 7 (b) は、第 2 の変状データのうち、重要変状 7 0 1 に対応する探索範囲に含まれる変状データ 7 1 1 を示す図である。整合度を算出するにあたり、まず、変状データ 7 1 1 の中から、変状 7 1 2 を参照変状候補として 1 つ選択する。次に、変状 7 1 2 と、重要変状 7 0 1 の形状を重ね合わせる処理を行う。このとき、第 1 の変状データと第 2 の変状データの間を含む位置ずれを考慮するため、変状の形状を膨張させてから重ね合わせる。図 7 (c) に、膨張させた重要変状 7 0 2 と膨張させた参照変状候補 7 1 3 を重ね合わせた状態を示す。そして、重要変状 7 0 2、参照変状候補 7 1 3 の重複度合いを整合度として算出する。この整合度 C は、例えば次式 (2) に従って算出する。

10

$$C = \{ S_1 \cap S_2 \} / \{ S_1 \cup S_2 \} \dots (2)$$

式中、「 \cap 」は論理積、「 \cup 」は論理和を示す。また、パラメータ S_1 は、膨張後の重要変状 7 0 2 の面積を示し、パラメータ S_2 は、膨張後の参照変状候補 7 1 3 の面積を示す。式 (2) より、変状同士が一致する場合は、整合度 C は 1 となり、変状同士が一切重なっていない場合には、整合度 C は 0 となる。すなわち、変状同士の重複度合いを整合度として算出する場合、整合度の取りうる範囲は 0 ~ 1 となる。

【 0 0 4 0 】

式 (2) を用いて整合度を 1 つ算出したのち、重要変状は固定のまま、探索範囲内の変状データの中から別の変状を次の参照変状候補に選択し、整合度を算出する。この整合度算出処理を繰り返すことで、探索範囲内のすべての変状データに対する整合度を算出する。

20

【 0 0 4 1 】

整合度を算出する他の方法として、変状データから算出した特徴量を用いてもよい。一例として、変状の面積重心座標を用いて整合度 C を算出する算出式を式 (3)、(4) に示す。

$$C = 1 / \{ (S_{1x} - S_{2x})^2 + (S_{1y} - S_{2y})^2 \}^{1/2} \dots (3)$$

$$C = C_c \dots (4)$$

ここで、パラメータ S_{1x} 、 S_{1y} は、重要変状の面積重心座標 (S_{1x} 、 S_{1y}) を示し、パラメータ S_{2x} 、 S_{2y} は、参照変状候補の面積重心座標 (S_{2x} 、 S_{2y}) を示す。パラメータ C_c は、変状同士の面積重心座標が一致する場合の固定値であり、1 より大きな任意の定数を指定する。式 (3) より、変状同士の面積重心間距離が離れるほど、整合度 C は小さな値となる。反対に、変状同士の面積重心が一致する場合は、整合度が最も高い定数 C_c となる。

30

【 0 0 4 2 】

< 参照変状の決定 >

S 4 0 4 には、参照変状決定部 2 2 6 は、整合度の算出結果に基づいて、重要変状に対応する参照変状を決定する処理を行う。整合度を用いて参照変状を決定する例について、図 8 を参照して説明する。ここで、本実施形態で使用する整合度は、変状同士の重複度合いに基づいて算出した整合度とする。したがって、整合度の取りうる値の範囲は 0 ~ 1 であり、1 に近い値ほど変状同士の整合関係が高いことを表している。

40

【 0 0 4 3 】

図 8 (a) と (b) は、整合度算出対象の重要変状 8 0 1 および重要変状 8 0 1 に対応する探索範囲内の変状データ 8 0 2 を示す図である。変状データ 8 0 2 上の各変状の近傍には、“CR” から始まる数字で構成される ID が併記されている。図 8 (c) は、重要変状 8 0 1 と、変状データ 8 0 2 上の各変状 (参照変状候補) のそれぞれに対して算出した整合度一覧 8 0 3 を示している。整合度に基づいて参照変状を決定する 1 つの方法として、整合度が最大の変状を参照変状として決定する。たとえば、図 8 (c) の整合度一覧 8 0 3 のうち、整合度が最大の変状 (ID : CR 0 0 1) を、参照変状に決定する。整合度

50

一覧 803 のように、整合度の最大値が 1 つのみの場合には、整合度を用いて、参照変状を一意に決定することができる。

【0044】

一方、図 8 (d) のように、整合度が最大値の変状が複数あると、参照変状を一意に決定することができない。このような場合は、整合度が最大となった複数の変状と、重要変状とを示す画像データを生成して表示部 205 に表示させ、ユーザに参照変状を決定させるのが望ましい。

【0045】

整合度算出結果において、整合度の最大値が 0 に近い値 (例: 0.1) となる場合がある。このとき、整合度に基づいて参照変状を一意に決定することはできるが、そもそも参照変状として適切でない可能性が高い。このような場合は、算出した整合度の最大値が所定の基準値 (例: 0.2) よりも低い場合に、整合度の最大値とともに参照変状と重要変状とを示す画像データを生成し、表示部 205 に表示してユーザに参照変状を確認・修正・選択させることが望ましい。

10

【0046】

算出した整合度がいずれも 0 の場合や、ユーザ確認の結果参照変状が指定されなかった場合は、「重要変状に対応する参照変状なし」と決定する。この場合、後述する S405 の進行度算出処理において、重要変状自体が進行したと判定される。なお、S404 において、整合度に基づいて参照変状を決定する例を説明したが、これに限られない。例えば、第 2 の画像に含まれる変状のうち重要変状の座標上の位置と最も距離が短い変状を参照変造として決定する構成としてもよい。また、ユーザの選択に基づいて参照変造として決定する構成としてもよい。

20

【0047】

< 進行度の算出 >

S405 にて、進行度算出部 227 が、重要変状と参照変状を用いて、重要変状に対する進行度を算出する。本実施形態では、変状データの属性値の差を進行度として求める処理を行う。例えば、変状種別がひび割れの場合、最大幅や総延長の差分を算出する。ひび割れの最大幅や総延長は、記憶部 221 に格納されている。したがって、重要変状と参照変状のそれぞれで最大幅と総延長を取得し、変状間で差を求めることにより、重要変状に対する進行度を算出することができる。変状種別がひび割れ以外の場合も、同様の方法で進行度を算出することができる。例えば、変状種別が鉄筋露出の場合、面積の差分を進行度として算出する。変状データの面積は、属性値として記憶部 221 に格納されている。したがって、重要変状と参照変状の面積を取得し、変状間で面積差を求めることにより進行度を算出することができる。なお、S405 にて、変状の経年変化の状態を示す情報として進行度を判定する構成を例示したが、これに限られない。例えば、S405 にて、情報処理装置 200 は、経年変化の状態を示す情報として、「進行している」、「進行していない」などの 2 値の情報を求める構成としてもよい。

30

【0048】

そして、S406 にて、進行度算出部 227 は、算出した進行度を表示部 205 に出力し、算出した進行度を表示し、ユーザに進行度を示すことになる。進行度の表示形式は特に問わないが、進行度を表す数値を表示しても良いし、進行度に応じた色で変状データを色分けして表示しても良い。

40

【0049】

< 第 1 の実施形態の変形 >

ここまで第 1 の実施形態では、第 1 の変状データから重要変状を選択し、第 2 の変状データから重要変状に対応する参照変状を求めて進行度を算出する方法を説明したが、第 2 の変状データから重要変状を選択する実施形態も考えられる。すなわち、過去の点検結果に対応する第 2 の変状データの中から重要変状を選択し、第 1 の変状データから重要変状に対応する参照変状を求め、進行度を算出する。これにより、例えば、過去の点検結果における健全度の判断で重視した変状がどのように進行したかを確認することができる。

50

【 0 0 5 0 】

以上説明した第 1 の実施形態によれば、異なる時期に撮影した画像から検出したひび割れ等の変状が多数存在している場合であっても、健全度の判断で重視する変状に限定することにより、効率的に進行度を算出することができる。

【 0 0 5 1 】

〔 第 2 の実施形態 〕

第 1 の実施形態では、多数の変状の中から一部の重要な変状の進行度を求める例を説明した。構造物の健全度を判断するにあたり、一部の變状の進行度に加え、全体的な變状の進行傾向を確認したい場合がある。しかし、一部の變状のみの進行度から全体的な變状の進行傾向を把握することは難しい。そこで、第 2 の実施形態では、一部の變状の進行度に加えて、小領域毎の変状データの進行度を算出する例を説明する。具体的には、画像を分割して、分割領域毎に変状データをグループ化してグループ単位で進行度を算出する。これにより、一部の變状の進行度と、全体的な變状の進行度の両方を確認しながら構造物や部材の健全度を判断することができる。以下、第 1 の実施形態との差分を中心に、第 2 の実施形態を説明する。

10

【 0 0 5 2 】

第 2 の実施形態に係る情報処理装置 2 0 0 のハードウェア構成は、図 2 (a) に示した第 1 の実施形態の構成に準じるため、説明を省略する。図 9 は、第 2 の実施形態の構成に係る情報処理装置 2 0 0 の機能ブロック図の一例を示す図である。第 2 の実施形態の構成は、第 1 の実施形態の図 2 (b) の構成に、第 1 グループ設定部 9 0 1、第 2 グループ設定部 9 0 2 が追加したものである。第 1 グループ設定部 9 0 1 は、CPU 2 0 1 の機能部であって、第 1 の變状データの一部をグループ化して第 1 の變状グループを作成する。第 2 グループ設定部 9 0 2 は、CPU 2 0 1 の機能部であって、第 1 の變状グループに対応する第 2 の變状グループを作成する。なお、進行度算出部 2 2 7 は、一部の變状の進行度を算出する処理に加えて、第 1 の變状グループと第 2 の變状グループを用いて、變状グループ単位の進行度を算出する処理を行う。

20

【 0 0 5 3 】

図 1 0 は、第 2 の実施形態に係る情報処理装置 2 0 0 が実行するメイン処理の一部を示すフローチャートである。図 1 0 のフローチャートにおいて、第 1 の実施形態で説明した図 4 のフローチャートと同じ番号を付したステップでは、第 1 の実施形態と同様の処理が実行されるものと理解されたい。第 2 の実施形態の場合、S 4 0 5 で重要變状の進行度を算出した後、処理は S 1 0 0 1 へ進む。

30

【 0 0 5 4 】

S 1 0 0 1 にて、第 1 グループ設定部 9 0 1 は、第 1 の變状データから第 1 の變状グループを設定する処理を行う。続く S 1 0 0 2 にて、第 2 グループ設定部 9 0 2 が、第 1 の變状グループに対応する第 2 の變状グループを設定する。その後、S 1 0 0 3 へ進み、第 1 の變状グループと第 2 の變状グループを用いて、變状グループの進行度を算出する。變状グループの進行度として、例えば、變状グループ内の變状の個数や變状の総延長を集計し、變状グループ間の集計データの差分を進行度とする。その後、S 4 0 6 にて、進行度算出部 2 2 7 は、算出された進行度を表示部 2 0 5 に表示する処理を行い、本終了する。

40

【 0 0 5 5 】

< 第 1 グループの設定および第 2 グループの設定 >

続いて、図 1 1 を参照して、S 1 0 0 1 の第 1 の變状グループの設定、S 1 0 0 2 の第 2 の變状グループの設定を、順に説明する。本第 2 の実施形態における變状データは、第 1 の実施形態と同様に、構造物表面のひび割れとする。また、第 1 の画像と第 2 の画像、およびそれぞれの画像に対応する變状データは、すべて同一図面の同一位置に張り付けられている。図 1 1 (a) は、第 1 の画像 1 1 0 1、同図 (b) は第 1 の画像 1 1 0 1 に含まれる變状を示す第 1 の變状データ 1 1 0 2 を示している。また、図 1 1 (c) は第 2 の画像 1 1 2 1、図 1 1 (d) は、第 2 の画像 1 1 2 1 に含まれる變状を示す第 2 の變状データ 1 1 2 2 を示している。

50

【 0 0 5 6 】

S 1 0 0 1 の処理では、第 1 グループ設定部 9 0 1 は、第 1 の変状データから第 1 の変状グループを設定する。第 1 の変状グループを設定する方法として、第 1 の画像を分割し、分割領域毎に第 1 の変状データをグループ化する例を説明する。まず、第 1 グループ設定部 9 0 1 は、第 1 の画像 1 1 0 1 を任意の固定サイズで分割する。格子状の線分 1 1 1 1 は、第 1 の画像 1 1 0 1 を X 軸、Y 軸方向に等間隔で分割する線分であり、例えば 1, 0 2 4 p i x e l 間隔で分割する。次に、第 1 グループ設定部 9 0 1 は、分割領域のうち、斜線で囲われた領域 1 1 1 2 を 1 つ選択し、領域 1 1 1 2 の左上頂点座標 1 1 1 3 と領域サイズを取得する。そして、第 1 グループ設定部 9 0 1 は、第 1 の変状データ 1 1 0 2 上で、領域 1 1 1 2 と同一位置および同一サイズの斜線領域 1 1 1 4 を設定する。その後、斜線領域 1 1 1 4 に含まれる変状データをグループ化して、第 1 の変状グループ 1 1 1 5 とする。以上の処理を分割領域毎に繰り返すことにより、全体にわたって第 1 の変状グループを設定することができる。ここで、第 1 の画像 1 1 0 1 を分割する方法として等間隔に分割する例を説明したが、任意の間隔で分割してもよい。例えば、X 軸方向に 1, 0 2 4 p i x e l、Y 軸方向に 5 1 2 p i x e l 間隔で分割して、長方形の領域単位で第 1 の変状グループを作成してもよい。

10

【 0 0 5 7 】

続く S 1 0 0 2 の処理で、第 2 グループ設定部 9 0 2 は、第 1 の変状グループに対応する第 2 の変状グループを設定する。第 2 の変状グループを設定する方法として、例えば、第 1 の変状グループと同一位置および同一範囲の領域に含まれる第 2 の変状データをグループ化する方法がある。ここで、第 1 の変状グループ 1 1 1 5 に対応する第 2 の変状グループを設定する例を説明する。まず、第 2 グループ設定部 9 0 2 は、斜線領域 1 1 1 4 の左上頂点座標 1 1 1 6 と領域サイズを取得する。次に、第 2 グループ設定部 9 0 2 は、図 1 1 (d) の第 2 の変状データ 1 1 2 2 上で、斜線領域 1 1 1 4 と同一位置および同一範囲の斜線領域 1 1 3 1 を設定する。そして、斜線領域 1 1 3 1 に含まれる第 2 の変状データをグループ化して、第 2 の変状グループ 1 1 3 2 とする。このように、同一位置、同一範囲内の変状データのグループ同士を対応付けることで、第 2 の変状グループを設定することができる。

20

【 0 0 5 8 】

通常、異なる時期の撮影では撮影条件が異なるため、同一構造物の同一壁面を撮影した場合であっても、第 1 の画像と第 2 の画像の各画素の間には位置ずれを含む。したがって、第 1 の変状データと第 2 の変状データの間にも位置ずれが含まれる。上記の例は、この位置ずれを無視して、簡易的に第 1 の変状グループと第 2 の変状グループを作成する例である。変状グループ間の変状の進行度は、大まかな進行の傾向をとらえることを目的とするため、厳密に変状グループ間の対応を取らなくても良い。このように簡易的に第 1 の変状グループと第 2 の変状グループを作成する方法では、グループ作成の処理が簡易となる。

30

【 0 0 5 9 】

一方、変状グループ間の対応関係を求めるときに、位置ずれを考慮するようにしても良い。画像間の位置ずれを取得する方法の一例として、画像特徴量を用いて領域毎の位置ずれを取得する処理の概要を説明する。まず、第 1 の画像上の分割領域を 1 つ選択し、領域内の部分画像を取得する。次に、取得した部分画像を、第 2 の画像に重ね合わせ、各画素の輝度値差分の二乗和を算出する。この算出処理を、重ね合わせ位置をずらしながら繰り返し、算出結果が最小となる位置、すなわち、領域単位の位置ずれを求める。この処理を、第 1 の画像の分割領域毎に繰り返すことにより、画像間の位置ずれを、領域単位で全体にわたって取得することができる。ここで一例として、第 1 の変状グループから、位置ずれを反映させて第 2 の変状グループを設定した結果を図 1 1 (e) に示す。図 1 1 (e) は、第 1 の変状グループ 1 1 1 5 から、位置ずれを補正して求めた第 2 の変状グループ 1 1 4 1 を示す図である。このように、画像間の位置ずれを考慮した第 2 の変状グループを設定することができる。

40

50

【 0 0 6 0 】

変状グループ間の位置ずれを取得する他の方法として、重要変状の座標情報に基づいて決定してもよい。例えば、第1変状グループ内に含まれる重要変状の少なくとも1つを選択し、重要変状の面積重心座標の平均を、位置ずれの始点とする。そして、選択した重要変状に対応する参照変状の面積重心座標の平均を位置ずれの終点とする。この始点と終点を結ぶベクトルを、第1の変状グループの位置ずれとする。このように、重要変状の位置ずれを変状グループ間の位置ずれに代用することで、位置ずれを考慮した第2の変状グループを効率的に求めることができる。

【 0 0 6 1 】

< 変状グループの進行度の算出処理 >

S 1 0 0 3 にて、進行度算出部 2 2 7 は、第1の変状グループと第2の変状グループから、変状グループ間の進行度を算出する。本実施形態では、変状グループ内の変状データを集計した集計データを用いて進行度を算出する。例えば、変状種別がひび割れの場合、第1の変状グループと第2の変状グループのそれぞれでひび割れ本数やひび割れ密度等を集計データとして求める。その後、進行度算出部 2 2 7 は、集計データの差を変状グループ間の進行度として算出する。

【 0 0 6 2 】

図 1 2 (a)、(b) は、変状種別がひび割れの場合の集計データ 1 2 0 1 と変状グループ間の進行度 1 2 0 2 の例を示している。集計データ 1 2 0 1 は、第1の変状グループと第2の変状グループのそれぞれで、ひび割れの本数、本数密度、総延長、最大幅平均を集計した結果である。集計データ 1 2 0 1 のうち、本数は、変状グループ毎の変状データ個数をカウントすることで取得できる。本数密度は、変状データの個数に加え、変状グループの領域サイズと画像解像度を用いて算出することができる。総延長や最大幅平均は、変状グループ内の各変状データの持つ属性値を集計して算出することができる。進行度 1 2 0 2 は、変状グループ間の集計データの差を求めることにより算出できる。

【 0 0 6 3 】

図 1 2 (c) に、一例として、第2の実施形態における進行度算出結果の可視化画面を示す。図 1 2 (c) は、ウィンドウ 1 2 1 1 上に、重要変状の進行度および領域毎の変状の進行度を可視化した可視化結果 1 2 1 2 を表示する例である。可視化結果 1 2 1 2 は、ひび割れの本数密度に係る進行度を可視化した結果であり、進行度の違いに応じて、領域毎に異なるパターンで表現している。可視化結果 1 2 1 2 では、パターン密度の高い領域ほど進行度の高い領域であることを表現しているが、進行度に応じて領域毎に異なる輝度や異なる色で表現するのが好適な表示方法である。図 1 2 (c) 上のひび割れ 1 2 2 1、1 2 2 2 は、重要変状を示しており、重要変状の近傍には、進行情報 1 1 2 3 のように、ひび割れ近傍に進行度に係る情報を併記している。このように、領域毎の進行度と重要変状の進行度を同時に表示することにより、重要変状の進行度と変状の全体的な進行傾向をユーザは確認しやすい。

【 0 0 6 4 】

可視化画面において、ユーザが進行度の可視化内容を切り替えられることが望ましい。例えば、種別選択項目 1 2 1 3 のユーザによる選択に合わせて、CPU 2 0 1 は、可視化結果 1 2 1 2 における進行度表示対象の変状データを切り替える。ユーザによる表示データ選択項目 1 2 1 4 の切り替えに応じて、CPU 2 0 1 は、可視化結果 1 2 1 2 における変状データの表示対象（例：重要変状のみ表示、すべての変状を表示）を切り替える。ユーザによる進行表示対象項目 1 2 1 5 の切り替えに応じて、CPU 2 0 1 は、可視化結果 1 2 1 2 における進行度の表示対象（例：本数密度、総延長、最大幅平均）を切り替える。このように、ユーザが確認したい内容を切り替えられるようにするのが好適な方法である。また、重要変状の進行度や領域単位の進行度を詳細に確認できることが望ましい。例えば、進行度表示領域選択 1 2 1 6 による選択や、マウス 1 2 2 4 を用いたクリック操作により、領域を選択する。その領域選択に応じて、詳細な進行情報を表示する。例えば、図 1 2 (c) では、選択中の領域「A 4 - 2」に対応する進行情報を、進行結果 1 2 1 7

10

20

30

40

50

に表示している。

【 0 0 6 5 】

以上、第 2 の実施形態によれば、一部の変状の進行度に加えて、領域単位の変状の進行度を算出することができる。これにより、全ての変状データについて、過去の変状データと個々の整合性を判定することなく、全体的な変状の進行度を判定することができるようになる。且つ、重要な変状データについては、ひび割れ幅の変化量など、過去の変状データからの進行度を詳細に把握できるようになる。

【 0 0 6 6 】

[第 3 の実施形態]

第 2 の実施形態では、一部の变状の進行度に加え、領域単位で变状の進行度を算出する例を説明した。構造物の劣化状況は、様々な要因により、部位ごとに大きく異なる。そのため、一部の部位で变状の進行度を詳細に確認したい場合がある。しかし、固定領域サイズで变状の進行度を算出する場合、進行度を詳細に把握するためには、領域サイズを小さくする必要があり、処理時間が大幅に増加してしまう。そこで、第 3 の実施形態では、部位ごとに異なる領域サイズで变状の進行度を算出する例を説明する。部位に応じて变状をグループ化する領域サイズを変更することにより、処理時間の増加を抑制しつつ、特定の部位の変状の進行度を詳細に把握することができる。以下、第 2 の実施形態との差分を中心に、本第 3 の実施形態を説明する。

10

【 0 0 6 7 】

第 3 の実施形態に係る情報処理装置 2 0 0 のハードウェア構成は、図 2 (a) に示した第 1 の実施形態の構成に準じるため、説明を省略する。図 1 3 は、第 3 の実施形態の構成に係る情報処理装置 2 0 0 の機能ブロック図の一例を示す図である。本第 3 の実施形態は、第 2 の実施形態で示した構成 (図 9) に、分割サイズ取得部 1 3 0 1 を追加した構成となる。分割サイズ取得部 1 3 0 1 は、CPU 2 0 1 の機能部であって、第 1 の変状データの一部をグループ化する範囲のサイズを取得する。

20

【 0 0 6 8 】

図 1 4 は、第 3 の実施形態に係る情報処理装置 2 0 0 が実行するメイン処理の一部を示すフローチャートである。図 1 4 のフローチャートにおいて、第 2 の実施形態で説明した図 1 0 のフローチャートと同じ番号を付したステップでは、第 2 の実施形態と同様の処理が実行されるものと理解されたい。本第 3 の実施形態の場合、S 4 0 5 にて、重要変状の進行度を算出した後、処理は S 1 4 0 1 へ進む。

30

【 0 0 6 9 】

S 1 4 0 1 にて、分割サイズ取得部 1 3 0 1 で取得した分割サイズに基づいて、第 1 グループ設定部 9 0 1 が、第 1 の変状データを分割して第 1 の変状グループを設定する処理を行う。続く S 1 0 0 2 にて、第 2 グループ設定部 9 0 2 が、第 1 の変状グループに対応する第 2 の変状グループを設定する。その後、S 1 0 0 3 へ進み、進行度算出部 2 2 7 が、第 1 の変状グループと第 2 の変状グループを用いて、変状グループの進行度を算出する。その後、S 4 0 6 には、進行度算出部 2 2 7 が、進行度算出結果を表示部 2 0 5 に表示させ、本処理を終了する。

【 0 0 7 0 】

< 異なるサイズの第 1 グループ設定 >

図 1 5 を参照して、S 1 4 0 1 における異なるサイズで第 1 の変状グループを設定する処理を説明する。本実施形態における変状データは、第 2 の実施形態と同様に、構造物表面のひび割れとする。

40

【 0 0 7 1 】

S 1 4 0 1 にて、第 1 グループ設定部 9 0 1 は、分割サイズ取得部 1 3 0 1 により取得した分割サイズに基づいて第 1 の変状データを分割し、分割領域毎に第 1 の変状グループを設定する。第 1 の変状データの分割サイズを決定する方法として、構造情報に基づいて分割サイズを決定する方法がある。図 1 5 (a) に、橋梁の部位毎の異なる分割サイズ一覧 1 5 0 1 の例を示す。分割サイズ一覧 1 5 0 1 を用いて第 1 の変状データを分割する例

50

を図15(b)、(c)に示す。図15(b)は、橋梁の床版画像に対応する第1の変状データ1502と、格子状の分割線1511を示す図である。図15(b)上の斜線領域1512のサイズは、512 pixel x 512 pixelである。また、図15(c)は、橋梁の橋脚画像に対応する第1の変状データ1503と、格子状の分割線1521を示す図である。図15(c)上の斜線領域1522のサイズは、1,024 pixel x 1,024 pixelである。各変状データと構造情報との対応関係は、図面を介して求めることができる。したがって、構造情報を用いることにより、特定の部位のみ変状の進行度を詳細に求めることができる。分割サイズ一覧1501に示すような分割サイズを決定する方法として、実験的に求めた値を使用してもよいし、ユーザが指定した分割サイズを使用してもよい。

10

【0072】

第1の変状データの分割サイズを決定する他の方法として、変状の分布状況に基づいて決定してもよい。具体的には、第1の変状データにおいて、あらかじめ変状の分布状況(密度)を求めておく。そして、変状の分布状況に応じて、異なるサイズで第1の変状データを分割する。図15(d)に、第1の変状データ1531を変状の分布状況に合わせて異なるサイズで分割した例を示す。第1の変状データ1531において、変状が密集している中央付近の分割サイズは小さく、変状が疎な端付近の分割サイズは大きい。このように、変状の分布状況に基づいて分割サイズを変更することにより、例えば、変状が密集している箇所のみ変状の進行度を詳細に求めることができる。

【0073】

20

第1の変状データの分割サイズを決定する他の方法として、重要変状に基づいて決定してもよい。例えば、第1の変状データの分割サイズを、重要変状近傍では小さく、重要近傍から離れた位置では大きくする。重要変状周辺の変状の進行度を詳細に把握することにより、重要変状の構造物機能に対する影響度合いや、重要変状の今後の進行可能性を判断しやすくすることができる。

【0074】

第1の変状データの分割サイズを決定する他の方法として、複数の異なるサイズで繰り返し分割(多重分割レベルで分割)して、分割サイズの異なる複数の第1の変状グループを作成してもよい。例えば、第1の変状データ全体を、3パターンの分割レベル(1,024 pixel x 1,024 pixel、512 pixel x 512 pixel、256 x 256 pixel)でそれぞれ分割し、各分割レベルで第1の変状グループを設定する。そして、詳細な処理は省略するが、分割領域毎に変状の進行度を算出する。このように多重分割レベルで第1の変状データを分割することにより、変状の進行度を確認するユーザ作業において、狭い範囲の詳細な進行度と、広範囲な大まかな進行度を容易に切り替えることができるようになる。なお、多重分割レベルで分割する第1の変状データの範囲は、分割レベル毎に任意の範囲に限定してもよい。例えば、1つ目の分割レベル(1,024 pixel x 1,024 pixel)では、第1の変状データ全体を分割し、2つ目の分割レベル(256 x 256 pixel)では、第1の変状データ上の重要変状近傍のみ分割する。分割レベル毎に第1の変状データの範囲を限定することにより、進行度算出にかかる時間の増加を抑制しつつ、特定の範囲のみ詳細な進行度を確認できるようになる。

30

40

【0075】

以上、第3の実施形態によれば、処理時間の大幅な増加を抑制しつつ、特定部位の変状の進行度を詳細に算出することができる。

【0076】

なお、上記実施形態では、理解を容易にするため構造物として橋梁を例にして説明したが、構造物の種類はこれに限らず、他の構造物(例えばビル、ダム等)であっても構わない。

【0077】

(その他の実施例)

本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は

50

記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路(例えば、ASIC)によっても実現可能である。

【0078】

発明は上記実施形態に制限されるものではなく、発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、発明の範囲を公にするために請求項を添付する。

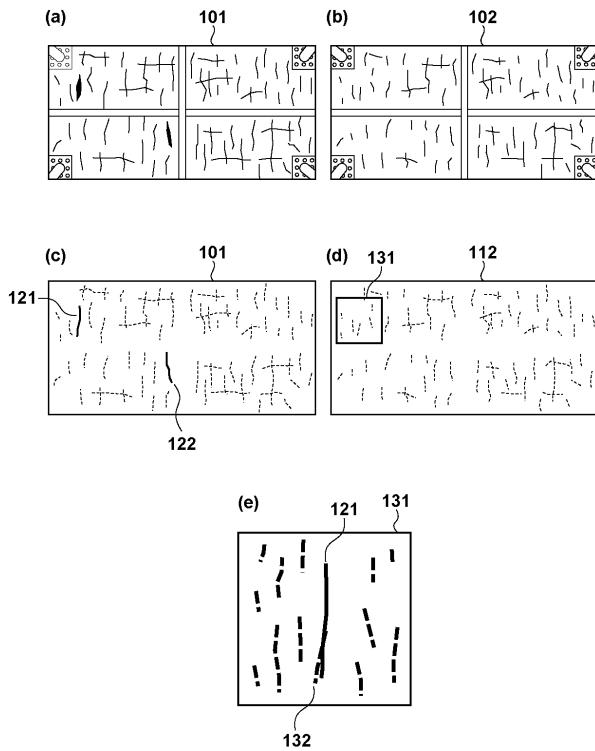
【符号の説明】

【0079】

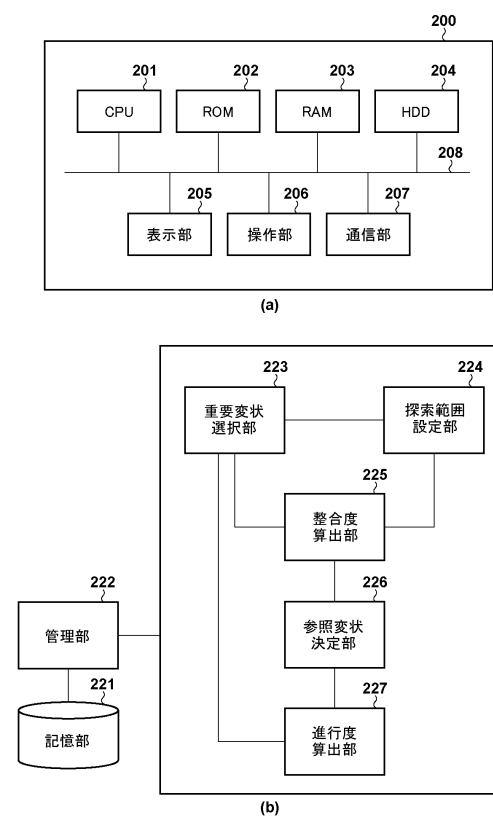
221...記憶部、222...管理部、223...重要度選択部、224...探索範囲設定部、225...整合度算出部、226...参照変状決定部、227...進行度算出部

【図面】

【図1】



【図2】



10

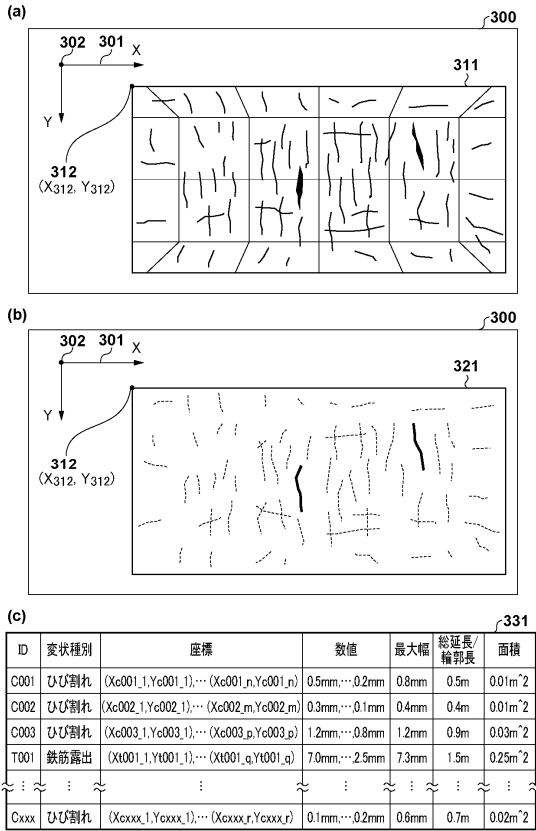
20

30

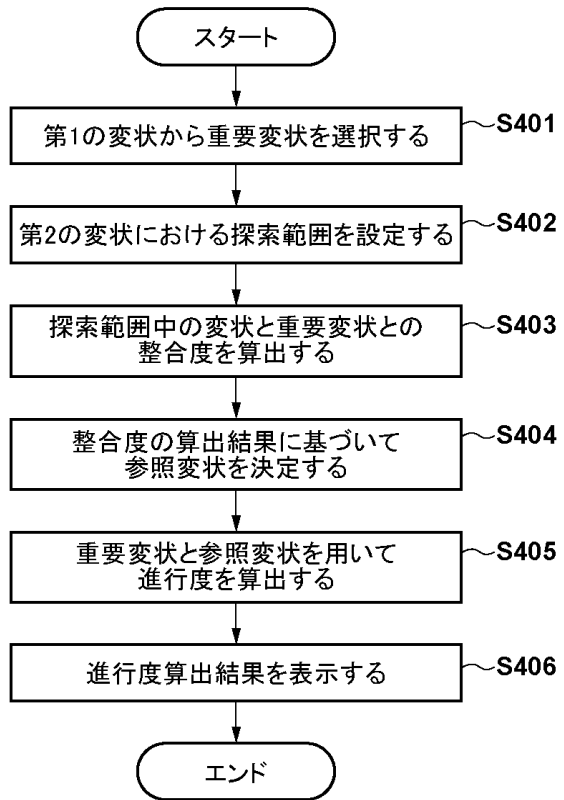
40

50

【図3】



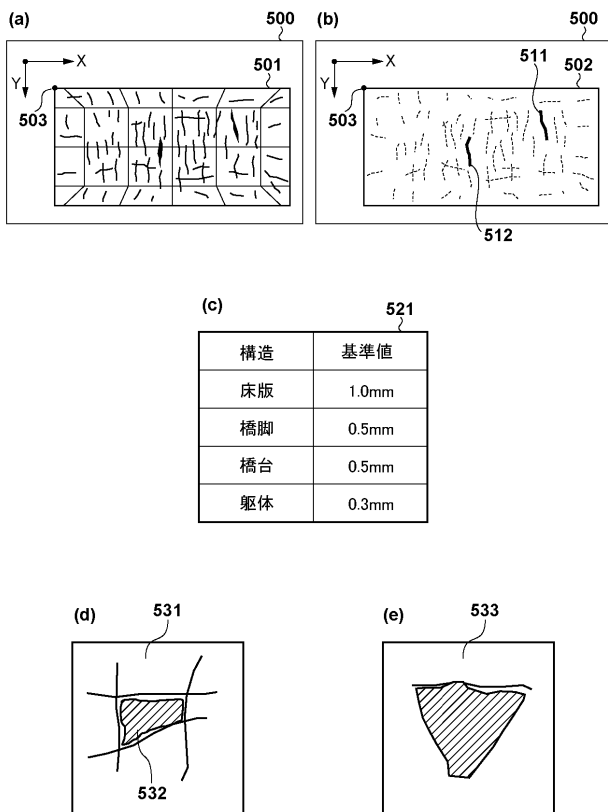
【図4】



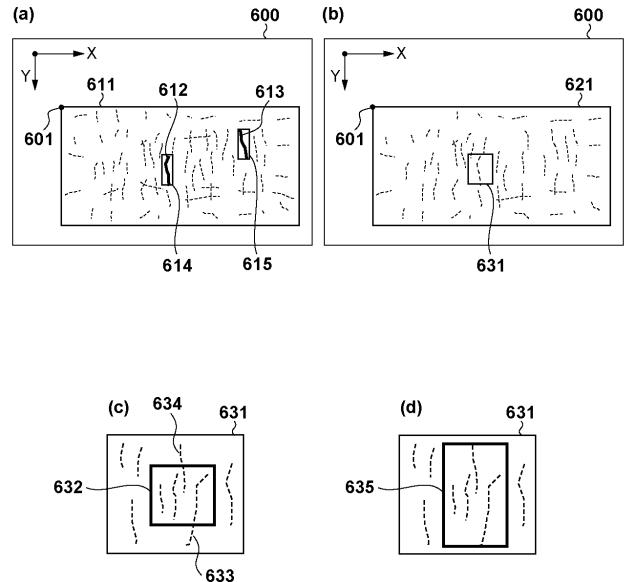
10

20

【図5】



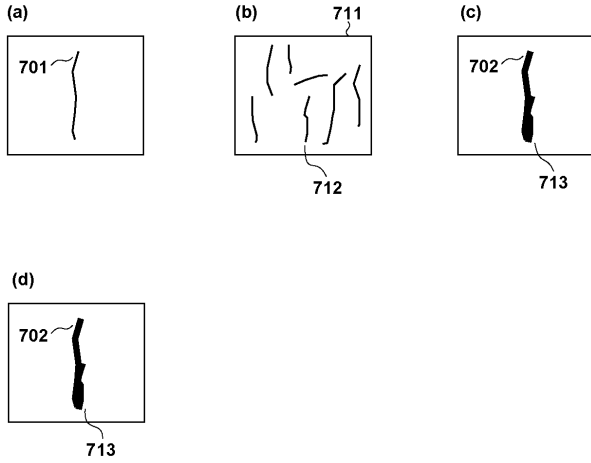
【図6】



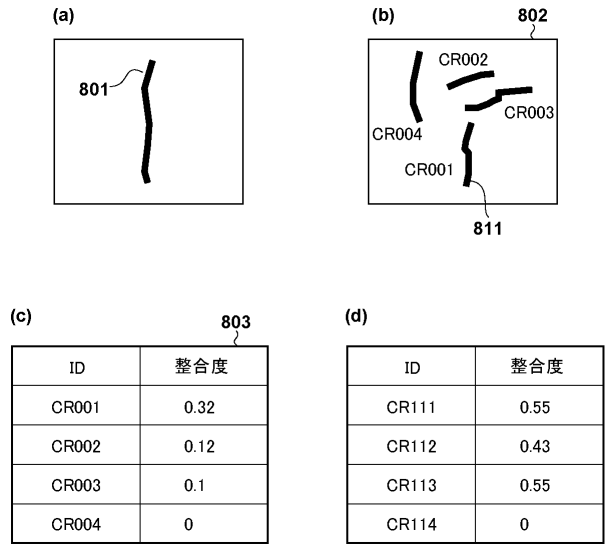
30

40

【 図 7 】

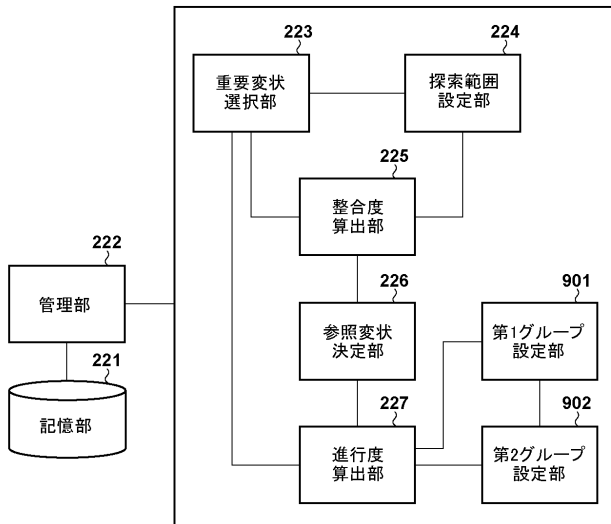


【 図 8 】

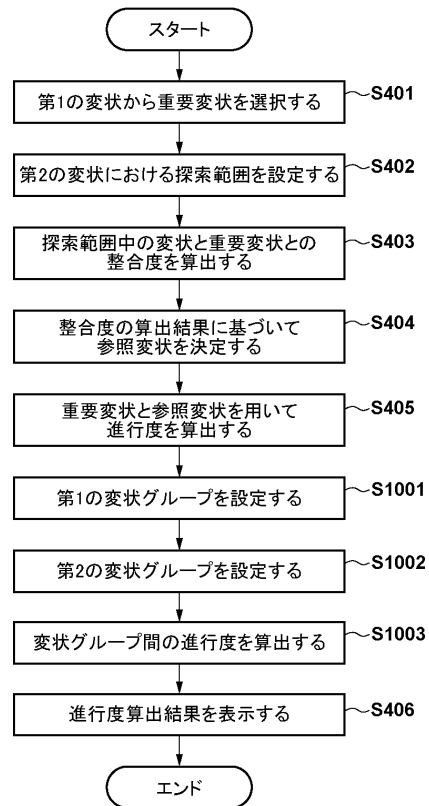


10

【 図 9 】



【 図 10 】

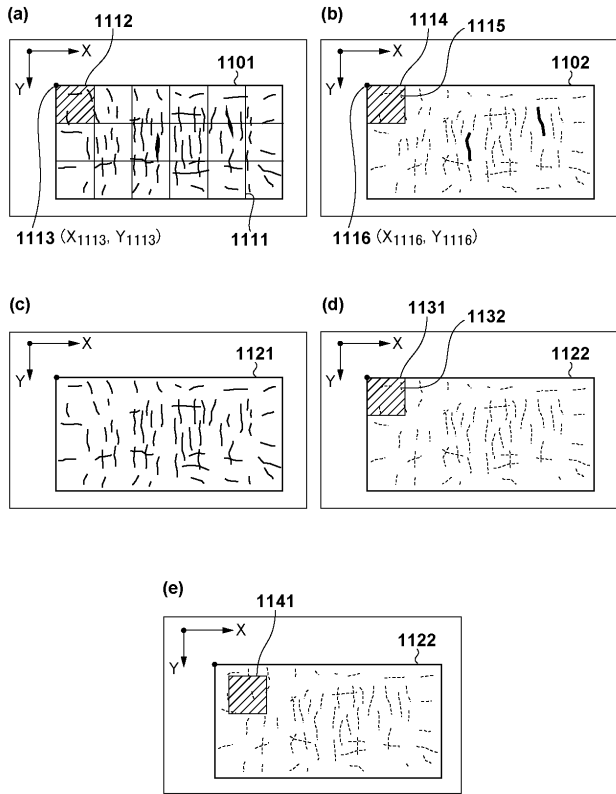


20

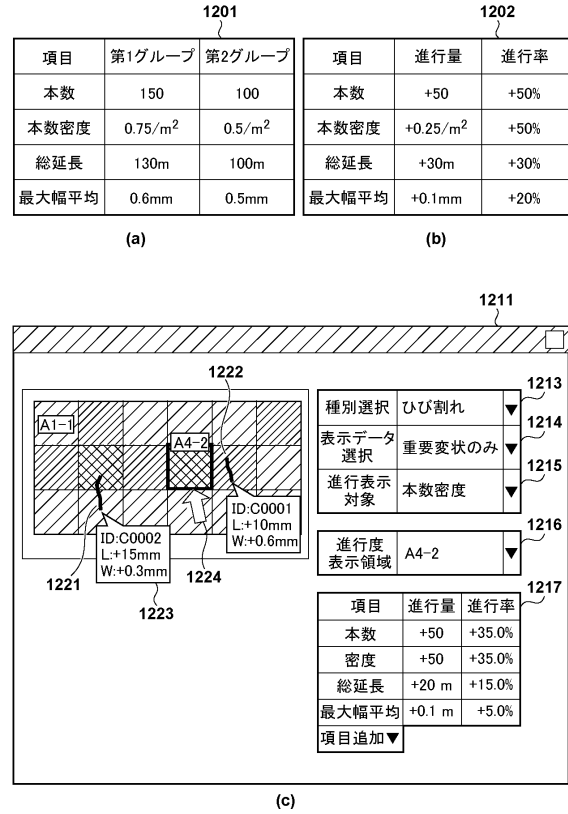
30

40

【図 1 1】



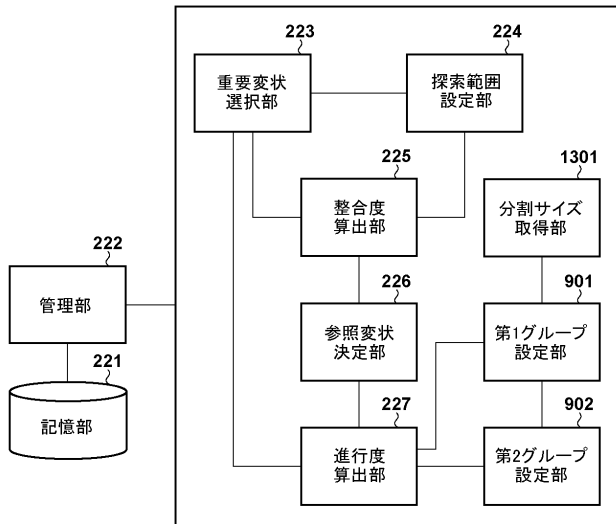
【図 1 2】



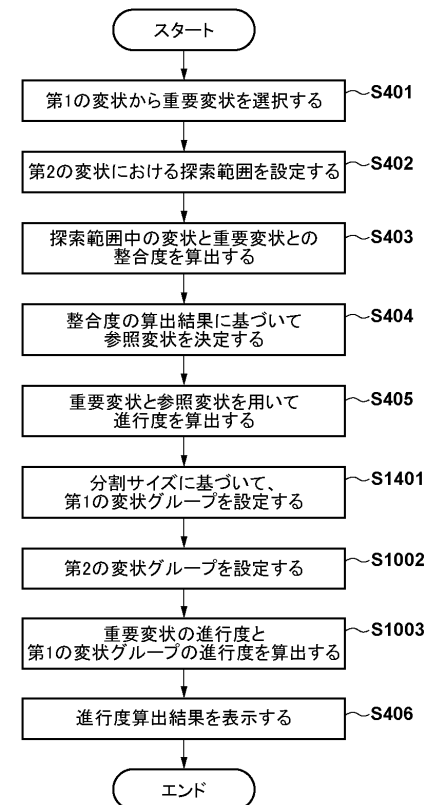
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】

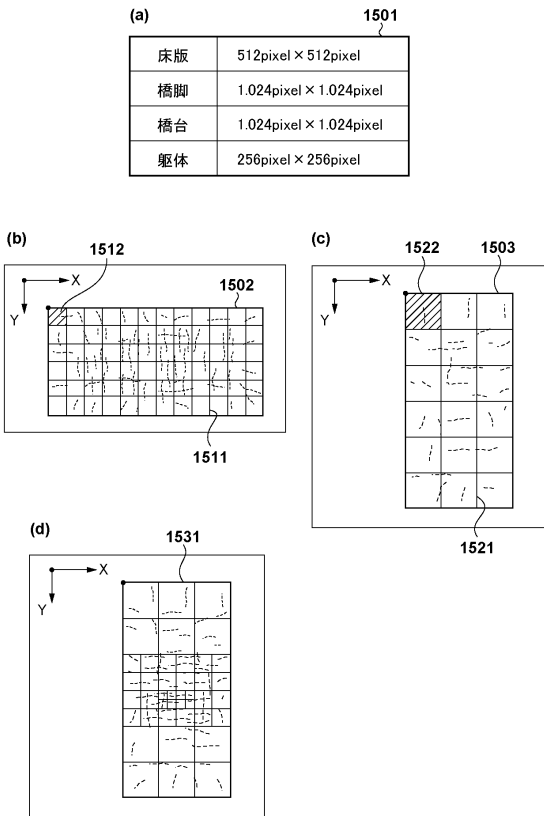


30

40

50

【 図 15 】



10

20

30

40

50