

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6682561号
(P6682561)

(45) 発行日 令和2年4月15日(2020.4.15)

(24) 登録日 令和2年3月27日(2020.3.27)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 N 21/88 (2006.01) GO 1 N 21/88 J

請求項の数 9 (全 29 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-563782 (P2017-563782) (86) (22) 出願日 平成29年1月11日 (2017.1.11) (86) 国際出願番号 PCT/JP2017/000671 (87) 国際公開番号 W02017/130699 (87) 国際公開日 平成29年8月3日 (2017.8.3) 審査請求日 平成30年6月18日 (2018.6.18) (31) 優先権主張番号 特願2016-12538 (P2016-12538) (32) 優先日 平成28年1月26日 (2016.1.26) (33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国 (JP)</p>	<p>(73) 特許権者 306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号 (74) 代理人 100083116 弁理士 松浦 憲三 (72) 発明者 荻部 樹彦 東京都港区赤坂9丁目7番3号 富士フイルム株式会社内 審査官 越柴 洋哉</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ひび割れ情報検出装置、ひび割れ情報検出方法およびひび割れ情報検出プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

構造物の表面画像の画像解析により検出される構造物のひび割れについてのひび割れ情報を検出するひび割れ情報検出部と、

前記ひび割れ情報検出部が検出したひび割れ情報に基づいて、ひび割れに対応するひび割れ情報を識別するラベルを付与するラベリング部と、

前記ひび割れ情報の編集を受け付けるひび割れ情報編集部と、

前記ひび割れ情報の編集結果と前記ひび割れ情報の編集に要した操作履歴と前記ラベルとを対応づけてデータベースに登録する登録部と、

前記データベースに登録された前記ラベルごとの前記ひび割れ情報の操作履歴に基づいて、学習すべき編集履歴を特定し、前記特定された編集履歴に対応する編集結果から、連続したひび割れまたは不連続なひび割れとして検出すべきひび割れの特徴を機械学習することにより、前記ひび割れ情報検出部によるひび割れ情報を検出するモデルを更新する機械学習部と、

を備えるひび割れ情報検出装置。

【請求項 2】

前記ひび割れ情報の編集結果は、同一のラベルに対応するひび割れ情報を構成する画素の削除位置、同一のラベルに対応するひび割れ情報を構成する画素の追加位置、および異なるラベルに対応する不連続なひび割れ情報同士を接続する画素の追加位置のうち少なくとも1つを含む請求項1に記載のひび割れ情報検出装置。

【請求項 3】

前記ひび割れ情報の編集に要した操作履歴は、前記ひび割れ情報を構成する画素の削除に要した操作の回数および前記ひび割れ情報を構成する画素の削除に要した操作の時間のうち少なくとも1つを含む請求項2に記載のひび割れ情報検出装置。

【請求項 4】

前記ひび割れ情報の編集に要した操作履歴は、前記ひび割れ情報を構成する画素の追加に要した操作の回数および前記ひび割れ情報を構成する画素の追加に要した操作の時間のうち少なくとも1つを含む請求項2に記載のひび割れ情報検出装置。

【請求項 5】

前記ひび割れ情報の編集に要した操作履歴は、前記不連続なひび割れ情報同士を接続する画素の追加に要した操作の回数および前記不連続なひび割れ情報同士を接続する画素の追加に要した操作の時間のうち少なくとも1つを含む請求項2に記載のひび割れ情報検出装置。

10

【請求項 6】

前記連続したひび割れまたは不連続なひび割れとして検出すべきひび割れの特徴は、ひび割れの幅、長さ、および向きを含むベクトルデータを含む請求項1～5のいずれか1項に記載のひび割れ情報検出装置。

【請求項 7】

前記ひび割れ情報検出部は、クラスカル法、プリム法、ニューラルネット収束演算、およびパーコレイション法のうち少なくとも1つにより、前記構造物のひび割れについてのひび割れ情報を検出する請求項1～6のいずれか1項に記載のひび割れ情報検出装置。

20

【請求項 8】

コンピュータが、
 構造物の表面画像の画像解析により検出される構造物のひび割れについてのひび割れ情報を検出するステップと、
 前記検出したひび割れ情報に基づいて、ひび割れに対応するひび割れ情報を識別するラベルを付与するステップと、
 前記ひび割れ情報の編集を受け付けるステップと、
 前記ひび割れ情報の編集結果と前記ひび割れ情報の編集に要した操作履歴と前記ラベルとを対応づけてデータベースに登録するステップと、
前記データベースに登録された前記ラベルごとの前記ひび割れ情報の操作履歴に基づいて、学習すべき編集履歴を特定し、前記特定された編集履歴に対応する編集結果から、連続したひび割れまたは不連続なひび割れとして検出すべきひび割れの特徴を機械学習することにより、前記ひび割れ情報を検出するステップによるひび割れ情報を検出するモデルを更新するステップと、
 を実行するひび割れ情報検出方法。

30

【請求項 9】

請求項8に記載のひび割れ情報検出方法をコンピュータに実行させるためのひび割れ情報検出プログラム。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、ひび割れ情報検出装置、ひび割れ情報検出方法およびひび割れ情報検出プログラムに関し、特に、構造物のひび割れに関するひび割れ情報を検出するためのひび割れ情報検出装置、ひび割れ情報検出方法およびひび割れ情報検出プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

橋梁、トンネル、道路、及びビル等の構造物には各種の損傷（ひび割れ）が発生し、時間と共に損傷が大きくなってゆくため、構造物の安全を確保するには、損傷の状況に応じて補修を行う必要がある。従来、損傷の検査は作業員による目視あるいは器具を用いた検

50

査により行われてきたが、検査時間及びコスト、作業場所の環境等の問題により、近年は撮像装置及び/または画像処理装置により電子的な処理が行われるようになってきている。

【0003】

特許文献1によると、ひび割れの検知装置が、画素値に関する特徴量選定とニューラルネット収束演算により、ひび割れ候補画像を生成する。候補画像におけるひび割れ判定では、ひび割れ候補画像の決定と、その近傍範囲内にある画素の連結判定を行っている。また、隣接画素のユークリッド距離に基づき、飛び地であってひび割れではないとする判定を行う。

【0004】

特許文献2には、連結する黒画素(または白画素)の塊に対して同じラベル(番号)を割り当て、異なる連結成分どうしは異なるラベル(番号)を割り当てるラベリング処理が記載されており、これにより、ひび割れ等の損傷領域のラベル、汚れなどのラベルに分けることができる。

【0005】

また、ラベリング処理されたラベリング画像は、“1”の集合、すなわち“1”の塊に対して、「A」、「B」及び「C」というラベルを割り当てたものであり、ラベル「A」はひび割れ部分のラベルで、ラベル「B」及び「C」は汚れなどに対する塊部分であることが識別できるようになっている。また、ラベルとして記号を付したが、番号であっても良いものとしている。さらに、画像上に現れたひび割れ部分にラベルを割り当て、そのラベリング画像からひび割れ部分の画素数を計測し、画素数及び分解能からひび割れ幅及び長さを計測する。

【0006】

特許文献3には、コンクリート表面の原画像から汚れやムラを取り除いた前処理済画像を取得し、取得した前処理画像を段階的な画像圧縮により圧縮した、4階層の4つのレイヤ画像を形成し、抽出対象に応じたレイヤ画像から対応する変状を抽出し、全てのレイヤ画像を統合し、検出した変状を一括して表示する方法が記載されている。

【0007】

特許文献4には、欠陥を含まない学習画像から取得された学習結果に基づいて検査画像における欠陥を検出する欠陥検出装置が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2011-242365号公報

【特許文献2】特開2002-174601号公報

【特許文献3】特開2014-6222号公報

【特許文献4】特開2010-203845号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

これらの電子的な損傷の自動検出処理では、損傷の検出もれ、過検出、誤検出が生じる。これは損傷の断続的な形状やコンクリート表面の汚れなどが原因である。このため、ユーザーが自動検出結果を確認し、ひび割れ領域の追加や不要な検出領域の削除といった手動の編集や修正を行う必要がある。

【0010】

これらの手動の編集履歴を蓄積して機械学習し、ひび割れの検出精度の向上に役立てることが考えられる。

【0011】

もっとも、ひび割れによっては、精度よく自動検出されているものもあればそうでないものもある。編集履歴上でこれらのひび割れの区別をつけないと、機械学習の対象を絞っ

10

20

30

40

50

た効率的な機械学習ができない。

【0012】

特許文献1には、自動的なひび割れ検出結果に対し、ユーザが特定のひび割れのみを指定して自動的なひび割れ検出結果を編集することは記載されていない。よって、上記のようなひび割れの区別はできない。

【0013】

特許文献2の技術では、ひび割れと汚れをラベルで識別することはできるが、ラベルによりひび割れ等の欠陥情報を指定したり、その指定した欠陥情報を削除（編集等）することはできない。よって、上記のようなひび割れの区別はできない。

【0014】

特許文献3には、入力済の変状図形に対して対話的に削除や連結などの図形編集が行われる記載があるが、編集情報を変状図形とともにベクトル化して管理する記載や、編集情報に基づいて変状抽出を機械学習させる記載はない。

【0015】

特許文献4には、検出された欠陥情報をユーザが編集したり、編集情報を機械学習用に保存する記載はない。

【0016】

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、自動検出された損傷に対する手動の編集履歴を蓄積して、ひび割れの検出精度の向上に役立てることができるひび割れ情報検出装置、ひび割れ情報検出方法およびひび割れ情報検出プログラムを提供

【課題を解決するための手段】

【0017】

上記の課題を解決するため、本願発明の第1態様に係るひび割れ情報検出装置は、構造物の表面画像の画像解析により検出される構造物のひび割れについてのひび割れ情報を検出するひび割れ情報検出部と、ひび割れ情報検出部が検出したひび割れ情報に基づいて、ひび割れに対応するひび割れ情報を識別するラベルを付与するラベリング部と、ひび割れ情報の編集を受け付けるひび割れ情報編集部と、ひび割れ情報の編集結果とひび割れ情報の編集に要した操作履歴とラベルとを対応づけてデータベースに登録する登録部と、を備える。

【0018】

この第1態様に係るひび割れ情報検出装置は、ひび割れ情報の編集結果とひび割れ情報の編集に要した操作履歴とラベルとを対応づけてデータベースに登録する。このため、ひび割れごとに、編集に要した操作履歴を区別でき、機械学習によるひび割れの検出精度の向上に役立てることができる。

【0019】

本願発明の第2態様に係るひび割れ情報検出装置において、ひび割れ情報の編集結果は、同一のラベルに対応するひび割れ情報を構成する画素の削除位置、同一のラベルに対応するひび割れ情報を構成する画素の追加位置、および異なるラベルに対応する不連続なひび割れ情報同士を接続する画素の追加位置のうち少なくとも1つを含む。

【0020】

本願発明の第3態様に係るひび割れ情報検出装置において、ひび割れ情報の編集に要した操作履歴は、ひび割れ情報を構成する画素の削除に要した操作の回数およびひび割れ情報を構成する画素の削除に要した操作の時間のうち少なくとも1つを含む。

【0021】

本願発明の第4態様に係るひび割れ情報検出装置において、ひび割れ情報の編集に要した操作履歴は、ひび割れ情報を構成する画素の追加に要した操作の回数およびひび割れ情報を構成する画素の追加に要した操作の時間のうち少なくとも1つを含む。

【0022】

本願発明の第5態様に係るひび割れ情報検出装置において、ひび割れ情報の編集に要し

10

20

30

40

50

た操作履歴は、不連続なひび割れ情報同士を接続する画素の追加に要した操作の回数および不連続なひび割れ情報同士を接続する画素の追加に要した操作の時間のうち少なくとも1つを含む。

【0023】

本願発明の第6態様に係るひび割れ情報検出装置において、データベースに登録されたラベルごとのひび割れ情報の操作履歴に基づいて、学習すべき編集履歴を特定し、特定された編集履歴に対応する編集結果から、連続したひび割れまたは不連続なひび割れとして検出すべきひび割れの特徴を機械学習することにより、ひび割れ情報検出部によるひび割れ情報を検出するモデルを更新する機械学習部を備える。

【0024】

本願発明の第7態様に係るひび割れ情報検出装置において、連続したひび割れまたは不連続なひび割れとして検出すべきひび割れの特徴は、ひび割れの幅、長さ、および向きを含むベクトルデータを含む。

【0025】

本願発明の第8態様に係るひび割れ情報検出装置において、ひび割れ情報検出部は、クラスカル法、プリム法、ニューラルネット収束演算、パーコレーション法などにより、構造物のひび割れについてのひび割れ情報を検出する。

【0026】

本願発明の第8態様に係るひび割れ情報検出方法では、コンピュータが、構造物の表面画像の画像解析により検出される構造物のひび割れについてのひび割れ情報を検出するステップと、検出したひび割れ情報に基づいて、ひび割れに対応するひび割れ情報を識別するラベルを付与するステップと、ひび割れ情報の編集を受け付けるステップと、ひび割れ情報の編集結果とひび割れ情報の編集に要した操作履歴とラベルとを対応づけてデータベースに登録するステップと、を実行する。

【0027】

このひび割れ情報検出方法をコンピュータに実行させるためのひび割れ情報検出プログラムも本願発明の態様に含まれる。

【発明の効果】

【0028】

本発明によると、ひび割れ情報の編集結果とひび割れ情報の編集に要した操作履歴とラベルとを対応づけてデータベースに登録する。このため、ひび割れごとに、編集に要した操作履歴を区別でき、機械学習によるひび割れの検出精度の向上に役立てることができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】図1は、構造物の例である橋梁を示す図である。

【図2】図2は、本発明の一実施形態に係る損傷情報処理装置の構成を示すブロック図である。

【図3】図3は、本発明の一実施形態に係る損傷情報処理方法の手順を示すフローチャートである。

【図4】図4は、曲線状の損傷を分割して複数の損傷ベクトルを生成する様子を示す図である。

【図5】図5は、損傷ベクトルの始点を決める様子を説明するための図である。

【図6】図6は、損傷ベクトルの始点を決める様子を説明するための他の図である。

【図7】図7は、分離した損傷ベクトルの連結を示す図である。

【図8】図8は、分離した損傷ベクトルの連結を示す他の図である。

【図9】図9は、階層構造情報に含まれる画像情報を示す表である。

【図10】図10は、階層構造情報に含まれる損傷ベクトルの情報の例（階層決定手法の例1に対応）を示す図である。

【図11A】図11Aは、損傷ベクトルとラベルの表示例を説明するための図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1 B】図 1 1 B は、損傷ベクトルの部分的削除と部分的追加を説明するための図である。

【図 1 1 C】図 1 1 C は、損傷ベクトルの部分的削除と部分的追加に対応する削除操作フラグおよび追加操作フラグの変更を説明するための図である。

【図 1 1 D】図 1 1 D は、損傷ベクトルとラベルの表示例を説明するための図である。

【図 1 2】図 1 2 は、損傷ベクトルの階層決定手法の例 2 を説明するための他の図である。

【図 1 3】図 1 3 は、階層決定手法の例 2 に対応した階層構造情報（損傷ベクトル情報）の例を示す表である。

【図 1 4】図 1 4 は、損傷ベクトルの階層決定手法の例 3 を説明するための図である。

【図 1 5】図 1 5 は、損傷ベクトルの階層決定手法の例 3 を説明するための他の図であり、図 1 4 よりも時間的に後に撮影した画像を示す図である。

【図 1 6】図 1 6 は、損傷ベクトルの階層決定手法の例 3 を説明するためのさらに他の図であり、図 1 5 よりも時間的に後に撮影した画像を示す図である。

【図 1 7】図 1 7 は、階層決定手法の例 3 に対応した階層構造情報（損傷ベクトル情報）の例を示す表である。

【図 1 8】図 1 8 は、損傷ベクトルの階層決定手法の例 4 を説明するための図である。

【図 1 9】図 1 9 は、階層決定手法の例 4 に対応した階層構造情報（損傷ベクトル情報）の例を示す表である。

【図 2 0】図 2 0 は、C 1 - 3 のラベルが選択され、このラベルに対応する損傷ベクトルに削除指示入力が行われる様子を示す図である。

【図 2 1】図 2 1 は、C 1 - 3 のラベルに対応する損傷ベクトルに削除指示入力が行われた結果、C 1 - 3 のラベルの表示が削除されかつ C 1 - 3 のラベルに対応する損傷ベクトルの表示が削除された更新表示例を示す図である。

【図 2 2】図 2 2 は、当該削除指示入力が行われた結果、C 1 - 3 のラベルに対応する損傷ベクトルの削除操作フラグに " 1 " が割り当てられている階層構造情報の一例を示す図である。

【図 2 3】図 2 3 は、C 1 - 5 および C 8 - 1 のラベルが選択され、これらのラベルに対応する損傷ベクトル同士の結合指示入力が行われている様子を示す図である。

【図 2 4 A】図 2 4 A は、当該結合指示入力が行われた結果、C 1 - 5 および C 8 - 1 のラベルに対応する損傷ベクトルを結合した損傷ベクトルの線分および当該追加損傷ベクトルに付与されたラベル " C 1 - 5 + C 8 - 1 " の更新表示例を示す図である。

【図 2 4 B】図 2 4 B は、当該結合指示入力が行われた結果、C 1 - 5 および C 8 - 1 のラベルに対応する損傷ベクトルを結合した損傷ベクトルの線分および当該追加損傷ベクトルに付与されたラベル " C 1 - 5 + C 8 - 1 " の更新表示例、および、C 1 - 5 および C 8 - 1 のラベルの表示が削除された更新表示例を示す図である。

【図 2 5】図 2 5 は、C 1 - 5 および C 8 - 1 のラベルに対応する損傷ベクトルの追加操作フラグに " 1 " が割り当てられている階層構造情報の更新例を示す図である。

【図 2 6】図 2 6 は、追加損傷ベクトルに対応する " C 1 - 5 + C 8 - 1 " のラベルが選択され、これらのラベルに対応する損傷ベクトル同士の結合解除指示入力が行われている様子を示す図である。

【図 2 7】図 2 7 は、当該結合解除指示入力が行われた結果、C 1 - 5 および C 8 - 1 のラベルの損傷ベクトル同士の結合が解除された表示例を示す図である。

【図 2 8】図 2 8 は、C 1 - 5 および C 8 - 1 のラベルに対応する損傷ベクトルの追加操作フラグに " 0 " が割り当てられている階層構造情報の一例を示す図である。

【図 2 9】図 2 9 は、C 3 - 1 と C 4 - 1 を結合する損傷ベクトル C 5 - 2 の結合解除の指示の一例を示す図である。

【図 3 0】図 3 0 は、C 3 - 1 と C 4 - 1 を結合する損傷ベクトル C 5 - 2 の結合解除後の表示の一例を示す図である。

【図 3 1】図 3 1 は、損傷ベクトル C 5 - 2 に対する削除操作の完了によって、この損傷

10

20

30

40

50

ベクトル C 5 - 2 の削除フラグ “ 1 ” とこれに関連する操作履歴を含む付加情報が階層構造情報に記録された様子を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 0 】

以下、添付図面を参照しつつ、本発明に係るひび割れ情報検出装置、ひび割れ情報検出方法およびひび割れ情報検出プログラムの実施形態について説明する。

【 0 0 3 1 】

< 第 1 の実施形態 >

図 1 は、本発明に係るひび割れ情報検出装置、ひび割れ情報検出方法およびひび割れ情報検出プログラムが適用される構造物の例である橋梁 1 (構造物、コンクリート構造物) の構造を示す斜視図である。図 1 に示す橋梁 1 は主桁 3 を有し、主桁 3 は接合部 3 A で接合されている。主桁 3 は橋台及び / または橋脚の間に渡され、床版 2 上の車輛等の荷重を支える部材である。また主桁 3 の上部には、車輛等が走行するための床版 2 が打設されている。床版 2 は鉄筋コンクリート製のものとする。なお橋梁 1 は、床版 2 及び主桁 3 の他に図示せぬ横桁、対傾構、及び横構等の部材を有する。

【 0 0 3 2 】

< 画像の取得 >

橋梁 1 の損傷を検査する場合、検査員はデジタルカメラ 1 0 4 (図 2 参照) を用いて橋梁 1 を下方から撮影し (図 1 の C 方向) 、検査範囲について表面画像を取得する。撮影は、橋梁 1 の延伸方向 (図 1 の A 方向) 及びその直交方向 (図 1 の B 方向) に適宜移動しながら行う。なお橋梁 1 の周辺状況により検査員の移動が困難な場合は、橋梁 1 に沿って移動可能な移動体にデジタルカメラ 1 0 4 を設置して撮影を行ってもよい。このような移動体には、デジタルカメラ 1 0 4 の昇降機構及び / またはパン・チルト機構を設けてもよい。なお移動体の例としては車輛、ロボット、及び飛翔体を挙げることができるが、これらに限定されるものではない。

【 0 0 3 3 】

< 損傷情報処理装置の構成 >

図 2 は、本実施形態に係るひび割れ情報検出装置の実施態様である損傷情報処理装置 1 0 0 の概略構成を示すブロック図である。損傷情報処理装置 1 0 0 は、損傷情報取得部 1 0 2 、損傷ベクトル生成部 1 1 0 (ひび割れ情報検出部に対応) 、階層構造情報生成部 1 1 2 (ラベリング部に対応) 、損傷ベクトル抽出部 1 1 4 、階層構造情報記録部 1 1 6 (登録部に対応) 、表示部 1 1 8 、操作部 1 2 0 (ひび割れ情報編集部に対応) 、及び学習調整部 1 2 2 (機械学習部に対応) を備え、互いに接続されていて、必要な情報を互いに送受信できるようになっている。

【 0 0 3 4 】

各部の機能は、例えば CPU (Central Processing Unit) 等の制御デバイスがメモリに記憶されたプログラムを実行することで実現できる。また、損傷情報取得部 1 0 2 は無線通信用アンテナ及び入出力インタフェース回路を含み、階層構造情報記録部 1 1 6 は HDD (Hard Disk Drive) 等の非一時的記録媒体を含んで構成される。また表示部 1 1 8 は液晶ディスプレイ等の表示デバイスを含み、操作部 1 2 0 はキーボード等の入力デバイスを含む。なおこれらは本発明に係る損傷情報処理装置の構成の一例を示すものであり、他の構成を適宜採用し得る。

【 0 0 3 5 】

上述のようにデジタルカメラ 1 0 4 を用いて撮影された画像は、無線通信により画像取得部 1 0 6 に入力されて、画像処理部 1 0 8 により損傷情報が取得される。デジタルカメラ 1 0 4 、画像取得部 1 0 6 、及び画像処理部 1 0 8 は損傷情報取得部 1 0 2 を構成する。損傷ベクトル生成部 1 1 0 は、損傷情報取得部 1 0 2 が取得した損傷情報から画像解析により損傷ベクトル (ひび割れベクトル) を生成し、また空間的に分離した損傷ベクトルを連結させる。階層構造情報生成部 1 1 2 は損傷ベクトル生成部 1 1 0 が生成した損傷ベクトルに基づいて階層構造情報を生成し、生成された階層構造情報は階層構造情報記録部

10

20

30

40

50

116に記録される。損傷ベクトル抽出部114は、階層構造情報を参照して、損傷ベクトルの所属階層等の指定された条件を満たす損傷ベクトルを抽出する。表示部118は、入力した画像、生成あるいは抽出した損傷ベクトル、階層構造情報等を表示する。表示部118はまた、損傷ベクトルの情報から線分の画像を生成する等、表示の際に必要な画像処理を行う。操作部120は、損傷ベクトル及び階層構造情報の抽出条件並びに表示条件の設定、及び階層構造情報の編集等に関するユーザの指示入力を受け付ける。

【0036】

< 損傷情報処理の手順 >

次に、上述した構成の損傷情報処理装置100を用いた損傷情報処理（本発明のひび割れ情報検出方法に対応）について説明する。図3は本実施形態に係る損傷情報処理の手順を示すフローチャートである。なお、本実施形態では損傷が床版2に生じたひび割れである場合について説明し、損傷を適宜「ひび割れ」と記載するが、本発明が適用可能な損傷はひび割れに限らず、遊離石灰等他の損傷でもよい。この処理を損傷情報処理装置100により実行させるためのプログラム（本発明のひび割れ情報検出プログラムに対応）は、損傷情報処理装置100に内蔵のフラッシュメモリなどのコンピュータ読み取り可能な非一時的有形媒体に記録されている。

【0037】

< 損傷情報取得工程 >

まず、上述のようにデジタルカメラ104で撮影した橋梁1の画像を、無線通信により画像取得部106に入力する（ステップS100；画像入力工程）。橋梁1の画像は検査範囲に応じて複数入力され、また入力する画像には、デジタルカメラ104により撮影日時の情報が付加されている。なお入力画像の撮影日時は必ずしも全ての画像において同一である必要はなく、複数日に亘っていてもよい。画像は複数の画像を一括して入力してもよいし、一度に1つの画像を入力するようにしてもよい。なお、橋梁1の画像は無線通信でなく各種メモリカード等の非一時的記録媒体を介して入力するようにしてもよいし、既に撮影され記録されている画像のデータをネットワーク経由で入力してもよい。なおステップS100で入力する橋梁1の画像は、撮影画像そのままでもよいし、撮影画像に前処理を施したものでもよい。

【0038】

< 損傷抽出工程 >

次に、画像処理部108は、入力した画像から損傷（ひび割れ）を抽出する（ステップS110；損傷抽出工程）。ステップS100の画像入力工程及びステップS110の損傷抽出工程は、本発明の損傷情報処理方法における損傷情報取得工程を構成する。なおステップS110では、ステップS100で入力した画像から損傷が抽出されていれば、即ち画像における損傷の領域が識別されていれば損傷情報が取得できたものと考えてよく、損傷の詳細な特徴が把握されることまでは要しない。

【0039】

ステップS110における損傷の抽出は種々の手法により行うことができるが、例えば特許4006007号公報に記載されたひび割れ検出方法を用いることができる。この方法は、対比される2つの濃度に対応したウェーブレット係数を算定すると共に、該2つの濃度をそれぞれ変化させた場合のそれぞれのウェーブレット係数を算定してウェーブレット係数テーブルを作成し、ひび割れ検出対象であるコンクリート表面を撮影した入力画像をウェーブレット変換することによってウェーブレット画像を作成する工程と、ウェーブレット係数テーブル内において、局所領域内の近傍画素の平均濃度と注目画素の濃度に対応するウェーブレット係数を閾値として、注目画素のウェーブレット係数と該閾値とを比較することによりひび割れ領域とひび割れでない領域を判定する工程とからなるひび割れ検出方法である。

【0040】

なおステップS110における損傷の抽出は、ステップS100で入力した画像に必要な前処理を施してから行うようにしてもよい。

【 0 0 4 1 】

< 損傷ベクトルの生成 >

ステップ S 1 1 0 で損傷が抽出されると（損傷情報が取得されると）、損傷ベクトル生成部 1 1 0 が、取得した損傷情報をベクトル化して損傷ベクトル（ひび割れベクトル）を生成する（ステップ S 1 2 0 ; 損傷ベクトル生成工程）。ベクトル化に際しては、抽出した損傷（ひび割れ）を必要に応じ 2 値化及び / または細線化する。なお「ベクトル化」とは、損傷に対し始点及び終点で定まる線分を求めることであり、損傷（ひび割れ）が曲線状の場合、曲線と線分の距離が閾値以下になるように損傷を複数の区間に分割し、複数の区間のそれぞれについて損傷ベクトルを生成する。図 4 の例では、曲線状の損傷 C r を 4 つの区間 C r 1 ~ C r 4 に分割し、それぞれの区間について損傷ベクトル C v 1 ~ C v 4 を生成することで、区間 C r 1 ~ C r 4 における損傷と損傷ベクトル C v 1 ~ C v 4 との距離 d 1 ~ d 4 が閾値以下になるようにしている。

10

【 0 0 4 2 】

損傷ベクトルの生成に際しては、例えば床版 2 の特徴点を座標系の原点とし、損傷ベクトルのグループ（ベクトルグループ）について、原点からの距離が最小になる端点を第 1 の始点とし、以下損傷ベクトルの走行方向に沿って順次終点、始点を決定することができる。図 5 の例では、床版 2 上の点 P 0 を座標系の原点、図の右方向及び下方向をそれぞれ座標系の X 軸方向、Y 軸方向としたときに、ベクトルグループ C 7 の点 P 1 3 , P 1 4 , P 1 5 , P 1 6 のうち点 P 0 からの距離 d が最も短くなる点 P 1 3 を損傷ベクトル C 7 - 1 の始点とし、以下、点 P 1 4 を損傷ベクトル C 7 - 1 の終点（かつ損傷ベクトル C 7 - 2 , C 7 - 3 の始点）、点 P 1 5 , P 1 6 をそれぞれ損傷ベクトル C 7 - 2 , C 7 - 3 の終点とすることができる。

20

【 0 0 4 3 】

しかしながら、同様の手法でベクトルグループ C 8 の始点を決定すると、点 P 1 7 が損傷ベクトル C 8 - 1 の始点、点 P 1 8 が損傷ベクトル C 8 - 2 , C 8 - 3 の始点となり、損傷ベクトル C 8 - 3 の走行方向（点 P 1 8 から点 P 2 0 へ向かう方向）が損傷ベクトル C 8 - 1 の走行方向と逆行してしまう。そこでこのような場合は、図 6 に示すように点 P 1 9 を損傷ベクトル C 8 A - 1 の始点とし、以下、点 P 1 8 を損傷ベクトル C 8 A - 1 の終点（かつ損傷ベクトル C 8 A - 2 , C 8 A - 3 の始点）、点 P 1 7 , P 2 0 をそれぞれ損傷ベクトル C 8 A - 2 , C 8 A - 3 の終点とするようにしてもよい。なおこの場合の損傷ベクトルの集合体をベクトルグループ C 8 A と表記する。このような処理は損傷ベクトル生成部 1 1 0 がユーザの指示入力を介さずに行うようにしてもよいし、操作部 1 2 0 を介したユーザの指示入力に基づいて損傷ベクトル生成部 1 1 0 が行うようにしてもよい。

30

【 0 0 4 4 】

< 分離した損傷ベクトルの連結 >

上述のようにして損傷ベクトルを生成する場合、損傷が床版 2 の内部では連続しているが表面では分離していると、分離した損傷ベクトルとして認識されてしまう可能性がある。そこで本実施形態に係る損傷情報処理装置 1 0 0 では、そのような複数の損傷ベクトルを連結して 1 または複数のベクトルを生成する。

【 0 0 4 5 】

図 7 は損傷ベクトルの連結の例を示す図であり、損傷ベクトル C 3 - 1（点 P 2 1、点 P 2 2 がそれぞれ始点、終点）を含むベクトルグループ C 3 と、損傷ベクトル C 4 - 1（点 P 2 3、点 P 2 4 がそれぞれ始点、終点）を含むベクトルグループ C 4 とが抽出された状況を示している。また、損傷ベクトル C 3 - 1 が点 P 2 2 及び点 P 2 3 を結ぶ線分となす角を θ_1 とし、点 P 2 2 及び点 P 2 3 を結ぶ線分が損傷ベクトル C 4 - 1 となす角を θ_2 とする。このとき、角 θ_1 及び角 θ_2 が共に閾値以下ならば、損傷ベクトル C 3 - 1 及び C 4 - 1 を連結し、またベクトルグループ C 3 及び C 4 を融合させる。具体的には、図 8 に示すように新たな損傷ベクトル C 5 - 2 を生成してその他の損傷ベクトル C 5 - 1（損傷ベクトル C 3 - 1 と同一）及び C 5 - 3（損傷ベクトル C 4 - 1 と同一）と連結させ、これら損傷ベクトル C 5 - 1 , C 5 - 2 , 及び C 5 - 3 を含む新たなベクトルグループ

40

50

をベクトルグループ C 5 とする。

【 0 0 4 6 】

なお上述の手法は損傷ベクトル連結手法の一例であり、他の方法を用いてもよい。また、上述のように損傷ベクトル同士を連結させるか否かは、ユーザの指示入力によらずに損傷ベクトル生成部 1 1 0 が判断するようにしてもよいし、操作部 1 2 0 を介したユーザの指示入力に基づいて損傷ベクトル生成部 1 1 0 が判断するようにしてもよい。

【 0 0 4 7 】

このように本実施形態に係る損傷情報処理装置 1 0 0 では、空間的に（床版 2 の表面で）分離した損傷ベクトルを適宜連結させることにより、損傷ベクトル同士の連結関係を正確に把握することができる。

【 0 0 4 8 】

< 階層構造情報の生成 >

ステップ S 1 2 0 で損傷ベクトルが生成されると、生成した損傷ベクトルに基づいて、階層構造情報生成部 1 1 2 が階層構造情報を生成する（ステップ S 1 3 0 ; 階層構造情報生成工程）。階層構造情報は損傷ベクトル同士の連結関係を階層的に表現した情報であり、画像情報（図 9 を参照）及び損傷ベクトル情報（図 1 0 , 1 3 , 1 7 , 及び 1 9 を参照）により構成される。これら画像情報及び損傷ベクトル情報は、損傷ベクトル（ひび割れベクトル）の集合体であるベクトルグループを介して関連づけられている。したがって損傷の画像からベクトルグループの ID (Identification) を参照して損傷ベクトルを抽出することもできるし、逆に損傷ベクトルに基づいて画像を抽出することもできる。なお、階層構造情報は損傷ベクトルが所属する階層（レベル）によらず同一の項目及び形式で生成されるデータベースであるので（図 1 0 , 1 3 , 1 7 , 及び 1 9 を参照）、ユーザは階層構造情報を容易に認識及び把握することができる。

【 0 0 4 9 】

< 画像情報 >

上述した画像情報とは、損傷が撮像された撮影画像についての情報であり、損傷ベクトルのグループについて、撮影画像の識別情報（ID）及び画像データ、画像取得日時等を規定したものである。図 9 は画像情報の例を示す表であり、ベクトルグループ C 1（図 1 1 A 参照）について、画像の ID、画像データ、取得日時、画像の幅及び高さ、チャンネル数、ビット/ピクセル、解像度が規定されている。チャンネル数は RGB（R：赤、G：緑、B：青）カラー画像なら 3 チャンネルであり、モノクロ画像なら 1 チャンネルである。なお図 9 ではベクトルグループ C 1 についてのみ記載しているが、ベクトルグループが複数存在する場合は、各グループについて同様の情報が生成される。

【 0 0 5 0 】

< 損傷ベクトル情報 >

図 1 0 は、損傷ベクトル情報の例である。損傷ベクトル情報は、損傷ベクトルが所属するベクトルグループの情報と、各損傷ベクトルの固有情報と、ベクトルグループ内において各損傷ベクトルに連結する他の損傷ベクトルの情報と、付加情報と、から構成される。

【 0 0 5 1 】

ベクトルグループ（図 1 0 の表の場合ベクトルグループ C 1 ; 図 1 1 A 参照）の情報はグループのラベル（識別情報）を含む。損傷ベクトルの固有情報は、損傷ベクトルのラベル（識別情報）、階層（レベル；所属階層情報）、始点及び終点（点番号及び位置座標）、損傷ベクトルの向き（始点から終点へ向かう方向）、及び長さを含む。ここで階層（レベル）は、レベル 1 が最上位であり、数字が大きくなるほど下位の階層になる。具体的な階層の決定方法については詳細を後述する。他の損傷ベクトルの情報は、以下に説明するように親ベクトル、兄弟ベクトル、及び子ベクトルのラベル（識別情報）を含む。

【 0 0 5 2 】

< 親ベクトル、兄弟ベクトル、及び子ベクトル >

本実施形態において、一の損傷ベクトルの終点が他の損傷ベクトルの始点となっている場合、そのような一の損傷ベクトルを「親ベクトル」といい、他の損傷ベクトルを「子ベ

10

20

30

40

50

クトル」という。親ベクトルは1つの損傷ベクトルについてゼロまたは1つとなるように決めるものとするが、子ベクトルは1つの親ベクトルに対しゼロ以上の任意の数だけ存在してよい。また、親ベクトルの終点が複数の子ベクトルの始点となっている場合、それら複数の子ベクトルは互いに「兄弟ベクトル」という。兄弟ベクトルも、ゼロ以上の任意の数だけ存在してよい。

【0053】

このように、本実施形態では階層構造情報に親ベクトル、兄弟ベクトル、及び子ベクトルのラベル（識別情報）が含まれるので、任意の損傷ベクトルに基づいて、ベクトルのIDを参照して親ベクトル、兄弟ベクトル、及び子ベクトルを順次特定することができる。例えば、ある損傷ベクトルの親ベクトルを特定し、その親ベクトルの親ベクトルをさらに特定することができる。このようにして本実施形態に係る損傷情報処理装置100では、損傷ベクトル同士の連結関係を容易に把握でき、また損傷ベクトルの分析及び検索を容易に行うことができる。

10

【0054】

<付加情報>

付加情報は、損傷の幅、編集履歴（削除操作フラグ、追加操作フラグ）、点検日、及び補修情報を含む。

【0055】

付加情報に含まれる「幅」は、各損傷ベクトルに対応するひび割れの幅を示す。削除操作フラグは削除操作が行われたベクトルであるかどうかを示し、削除操作が行われた場合は“1”、行われていない場合は“0”である。この削除操作フラグを参照して、損傷ベクトルの表示と非表示とを切り替えることができる。追加操作フラグは、損傷ベクトルの検出態様に関連しており、自動で検出されたベクトルである場合は“0”、手動で（ユーザの指示入力により）追加されたベクトルである場合は“1”、手動で追加され異なるラベルのベクトルを接続して生成されたベクトルである場合は“2”である。

20

【0056】

付加情報は、編集履歴の削除操作フラグが“1”の場合に限り、さらに編集履歴として、削除操作回数、削除操作時間、削除画素位置、削除画素面積などの操作履歴を含む。

【0057】

また付加情報は、編集履歴の追加操作フラグが“1”または“2”の場合に限り、さらに編集履歴として、追加操作回数、追加操作時間、追加画素位置、追加画素面積などの操作履歴を含む。

30

【0058】

図11Bに例示するように、損傷ベクトルを構成する領域の加除（部分的追加および/または部分的除去）がされた場合、図11Cに例示するように、削除操作フラグおよび/または追加操作フラグに“1”が割り当てられる。よって、ある損傷ベクトルについて領域の部分的追加と部分的削除が組み合わせて行われた場合、対応する削除フラグは“1”かつ追加操作フラグは“1”となる。この結果、損傷ベクトルの追加部分の線分は表示、削除部分の線分は非表示となる。

【0059】

ラベル履歴は、操作履歴の更新に伴うラベルの変更の履歴である。操作履歴がない場合、ラベル履歴は記録されない。

40

【0060】

その他、操作履歴には、個々の操作と操作の間の時間の最大値や最小値、単位時間当たりの操作回数など、編集操作に関して測定可能な各種の値を含めることができる。

【0061】

「削除操作回数」は、上記削除操作の開始から完了までの操作回数を示す。

「削除操作時間」は、上記削除操作の開始から完了までの操作時間を示す。

「削除画素位置」は、上記削除操作によって削除された損傷ベクトルの画素位置を示す。

50

「削除画素面積」は、上記削除操作によって削除された損傷ベクトルの画素面積を示す。

「追加操作回数」は、上記追加操作の開始から完了までの操作回数を示す。

「追加操作時間」は、上記追加操作の開始から完了までの操作時間を示す。

「追加画素位置」は、上記追加操作によって追加された損傷ベクトルの画素位置を示す。

「追加画素面積」は、上記追加操作によって追加された損傷ベクトルの画素面積を示す。

【0062】

「点検日」には損傷の画像を撮像した日を設定するが、操作部120を介したユーザの指示入力により編集することもできる。また「補修」の情報は、操作部120を介したユーザの指示入力（補修の種類及び補修日）に基づいて生成することができる。補修の種類は例えば、セメントで埋める、樹脂で埋める、放置（経過観察）など（図10の表ではそれぞれR1, R2, R3と記載している）がある。

10

【0063】

< 損傷ベクトルの階層 >

次に、損傷ベクトルが所属する階層（レベル）について説明する。損傷ベクトルの階層は、例えば以下の例1～4で説明するように、種々の手法で決定することができる。

【0064】

< 階層決定手法（例1） >

20

図11Aは、ベクトルグループC1を示す図である。ベクトルグループC1は、損傷ベクトルC1-1～C1-6により構成されており、これら損傷ベクトルは点P1～P7を始点または終点としている。このような状況において例1では、損傷ベクトルが分岐する（ある損傷ベクトルの終点が他の複数の損傷ベクトルの始点となっている）ごとに階層が下位になるとしている。具体的には損傷ベクトルC1-1の階層を最も上位の“レベル1”として、損傷ベクトルC1-1の終点である点P2を始点とする損傷ベクトルC1-2及びC1-3の階層は、損傷ベクトルC1-1よりも下位である“レベル2”とする。同様に、損傷ベクトルC1-3の終点である点P4を始点とする損傷ベクトルC1-5及びC1-6の階層は、損傷ベクトルC1-3よりも下位である“レベル3”とする。一方、損傷ベクトルC1-2の終点である点P3は損傷ベクトルC1-4の始点であるが、点P3を始点とする損傷ベクトルは損傷ベクトルC1-4だけであり分岐はないので、損傷ベクトルC1-4の階層はC1-2と同じ“レベル2”とする。このようにして決定した各損傷ベクトルの階層は、図10の表に示すように階層構造情報に含まれる。

30

【0065】

また図11Aに示すように、各損傷ベクトルのラベルは、対応する各損傷ベクトルの始点、終点、またはこれらを結ぶ線分の近傍の任意の位置を起点とする吹き出しの映像によって、各損傷ベクトルと関連付けて表示部118にて表示される。このほか、各損傷ベクトルのラベルは、対応する各損傷ベクトルの線分近傍の任意の位置を起点とする旗、帯、プレート、ボックス、線、表などの映像、あるいはこれらの全部または一部の組み合わせによって、各損傷ベクトルと関連付けて表示されてもよい。吹き出しは、損傷ベクトルそのものと重複を避ける位置に配置するとよい。

40

【0066】

また、ラベルの表示位置や表示形式も任意である。図11Aでは、損傷ベクトルの近傍にラベルを配置しているが、図11Dのように、損傷ベクトルと重複しない画面の空白部分にラベル群を一覧表にて表示し、各ラベルと各損傷ベクトルとを一对一で結ぶ線で関連づけることで両者の対応を示してもよい。なお、吹き出しなどで示された個々のラベルまたはラベルの一覧表は、同一グループの損傷ベクトルとの重複表示が回避されればよく、異なるグループに対応する損傷ベクトルとは重複して表示されてもよい。

【0067】

< 階層決定手法（例2） >

50

図12は、ベクトルグループC1（損傷ベクトル同士の連結関係は図11Aに示すものと同一）を示す図である。例2では、連結する損傷ベクトルのうち他の損傷ベクトルとなす角度が閾値以下であるもの（木構造における「幹」に相当する損傷ベクトル）は同一の階層に属するものとしている。具体的には図12の点線内（参照符号Lv1で示す範囲）に存在する損傷ベクトルC1-1, C1-2, 及びC1-4は同一の階層である“レベル1”（最上位）とする。また、それ以外の損傷ベクトルC1-3, C1-5, 及びC1-6については、例1と同様に損傷ベクトルが分岐するごとに階層が下位になるとしており、損傷ベクトルC1-3（木構造における「枝」に相当）を“レベル2”、損傷ベクトルC1-5及びC1-6（木構造における「葉」に相当）を“レベル3”としている。このようにして決定した各損傷ベクトルの階層及び種別（幹、枝、あるいは葉）は、図13の表に示すように、階層構造情報に含まれる。

10

【0068】

<階層決定手法（例2の変形例）>

上述した階層決定手法（例2）の変形例について説明する。階層決定手法（例2）のように損傷ベクトルを木構造における幹、枝、及び葉に相当するものとして階層を決定するに際して、一般に「枝」は「幹」よりも短いと考えられるため、最長の損傷ベクトルを「幹」（レベル1）とし、その他の損傷ベクトルを「枝」または「葉」として階層を決定するようにしてもよい。この場合、例えば図13の表に示す損傷ベクトル情報では、長さ10mmの損傷ベクトルC1-1が「幹」（レベル1）となる。損傷ベクトルC1-2及びC1-3は「枝」（レベル2）とし、損傷ベクトルC1-4は「枝」（レベル2）または「葉」（レベル3）、損傷ベクトルC1-5, 及び6は「葉」（レベル3）とすることができる。

20

【0069】

なお、「最長の損傷ベクトル」ではなく「最長のひび割れ」を構成する損傷ベクトルを「幹」（レベル1）とし、「幹」から分岐しているひび割れに対応する損傷ベクトルを「枝」または「葉」としてもよい。この場合、「最長のひび割れ」とは「太いひび割れも細かいひび割れも全て繋がった状態において、ひび割れとして最長である」ことを意味するものとする。

【0070】

また、損傷ベクトルの長さに加え幅（損傷ベクトルに対応する損傷の幅）をも考慮して種別（幹、枝、及び葉）及び階層を決定するようにしてもよい。例えば、「長さ×幅」が最大になる損傷ベクトルを「幹」とし、その他の損傷ベクトルを「枝」または「葉」として階層を決定するようにしてもよい。この場合、例えば図13の表に示す損傷ベクトル情報では、「長さ×幅」が最大（ 100mm^2 ）である傷ベクトルC1-1が「幹」となる。損傷ベクトルC1-2及びC1-3は「枝」（レベル2）とし、損傷ベクトルC1-4は「枝」（レベル2）または「葉」（レベル3）、損傷ベクトルC1-5, 及び6は「葉」（レベル3）とすることができる。

30

【0071】

上述した変形例のように損傷ベクトルの長さ、または「長さ×幅」を考慮して損傷ベクトルの階層を決定することで、階層化の精度を向上させることができる。

40

【0072】

<階層決定手法（例3）>

図14～16は、ベクトルグループC1（損傷ベクトル同士の連結関係は図11, 12に示すものと同一）を示す図である。例3では、損傷ベクトルが生じた時間の先後を橋梁1の画像の撮影日時に基づいて判断し、損傷ベクトルが時間的に後に生じたものであるほど下位の階層に属するものとしている。図14～16の場合、最初に撮影した画像では損傷ベクトルC1-1を含むベクトルグループC1Aが生じており（図14）、次に撮影した画像では損傷ベクトルC1-2及びC1-3が新たに発生してベクトルグループC1Bとなり（図15）、最後に撮影した画像ではさらに損傷ベクトルC1-4, C1-5, 及びC1-6が発生してベクトルグループC1となった（図16）ものとする。

50

【 0 0 7 3 】

このような状況において例 3 では、最初の画像で生じている損傷ベクトル C 1 - 1 (図 1 4 において参照符号 L v 1 で示す範囲) を最も上位の “ レベル 1 ” とし、次の画像で生じている損傷ベクトル C 1 - 2 及び C 1 - 3 (図 1 5 において参照符号 L v 2 で示す範囲) を “ レベル 2 ” とし、最後の画像で生じている損傷ベクトル C 1 - 4 , C 1 - 5 , 及び C 1 - 6 (図 1 6 において参照符号 L v 3 で示す範囲) を “ レベル 3 ” とする。

【 0 0 7 4 】

このようにして決定した各損傷ベクトルの階層は、図 1 7 の表に示すように階層構造情報に含まれる。

【 0 0 7 5 】

< 階層決定手法 (例 4) >

図 1 8 は、ひび割れ C 2 A 及びこれに対応するベクトルグループ C 2 を示す図である。例 4 では、一の損傷ベクトルに連結している他の損傷ベクトルが 1 つのみである場合、そのような他の 1 つの損傷ベクトルは一の損傷ベクトルと同じ階層に属するものとしている。具体的には、図 1 8 に示すように一本の曲線状のひび割れ C 2 A が複数のひび割れ C 2 A - 1 ~ C 2 A - 4 に分割されており、これらひび割れが点 P 8 ~ 点 P 1 2 を始点または終点とする損傷ベクトル C 2 - 1 ~ C 2 - 4 にそれぞれ対応している場合を考えると、損傷ベクトル C 2 - 1 ~ C 2 - 3 の終点にはそれぞれ 1 つの損傷ベクトル (損傷ベクトル C 2 - 2 ~ C 2 - 4) しか連結していない。このような場合、例 4 では損傷ベクトル C 2 - 1 ~ C 2 - 4 (図 1 8 において参照符号 L v 1 で示す範囲) は実質的に 1 つであると考え、全て同一の階層である “ レベル 1 ” (最上位) に属するものとする。

【 0 0 7 6 】

このようにして決定した各損傷ベクトルの階層は、図 1 9 の表に示すように階層構造情報に含まれる。

【 0 0 7 7 】

以上、損傷ベクトルの所属階層決定手法の例 1 ~ 4 について説明したが、これらの手法は具体的な損傷の態様に応じて適宜使い分けことができ、また必要に応じて複数の手法を組み合わせて用いてもよい。例えば連結のパターンが複雑な損傷ベクトルのグループに対し、ある部分は例 1 を用いて階層を決定し、他の部分は例 4 を用いて階層を決定するようにしてもよい。このような階層手法の組合せは階層構造情報生成部 1 1 2 が判断して行うようにしてもよいし、操作部 1 2 0 を介したユーザの指示入力に基づいて行うこともできる。

【 0 0 7 8 】

< 階層構造情報の項目及び形式 >

本実施形態では、図 1 0 , 1 3 , 1 7 , 及び 1 9 の表に示すように階層構造情報が損傷ベクトルの属する階層によらず同一の項目及び形式なので、損傷ベクトル同士の連結関係を迅速かつ容易に把握することができる。

【 0 0 7 9 】

< 損傷ベクトルの抽出 >

次に、損傷ベクトルの抽出について説明する。本実施形態において、階層構造情報には損傷ベクトルが所属するベクトルグループ、損傷ベクトルのラベル、所属階層、連結する他の損傷ベクトル (親ベクトル、兄弟ベクトル、及び子ベクトル) のラベル等が含まれているので (図 1 0 , 1 3 , 1 7 , 及び 1 9 参照) 、これらの項目について所望の条件を指定して損傷ベクトルを抽出することができる。指定する条件としては、例えば「損傷ベクトルが所属する階層」及び「特定のベクトルを親ベクトル、兄弟ベクトル、あるいは子ベクトルとするベクトル」を挙げることができるが、指定しうる条件はこれらの例に限定されるものではない。

【 0 0 8 0 】

例えば図 1 0 に示す損傷ベクトル情報の場合、「損傷ベクトルの階層 (レベル) がレベル 2 」を条件として指定すると、階層構造情報の「階層 (レベル) 」の欄を参照して損傷

10

20

30

40

50

ベクトルC 1 - 2 , C 1 - 3 , 及びC 1 - 4 が抽出され、「損傷ベクトルC 1 - 2 と連結し、損傷ベクトルC 1 - 2 よりも上位の階層に属する損傷ベクトル」を条件として指定すると、損傷ベクトルC 1 - 1 (親ベクトル) が抽出される。また、「損傷ベクトルC 1 - 2 と連結し、損傷ベクトルC 1 - 2 と同じ階層に属する損傷ベクトル」を条件として指定すると、損傷ベクトルC 1 - 3 (兄弟ベクトル) 及び損傷ベクトルC 1 - 4 (子ベクトル) が抽出され、「損傷ベクトルC 1 - 3 と連結し、損傷ベクトルC 1 - 3 よりも下位の階層に属する損傷ベクトル」を条件として指定すると、損傷ベクトルC 1 - 5 及びC 1 - 6 (子ベクトル) が抽出される。このような損傷ベクトルの抽出は、操作部120を介したユーザの指示入力に基づいて、損傷ベクトル抽出部114が階層構造情報記録部116を参照して行うことができる。

10

【0081】

このように、本実施形態に係る損傷情報処理装置100では損傷ベクトルの検索、分析、及び評価を容易に行うことができる。なお抽出した損傷ベクトルは、個々の情報及び/または線画の形式で表示することができる(後述)。

【0082】

< 損傷ベクトル及び階層構造情報の表示 >

ステップS140では、ステップS130で生成された階層構造情報を表示部118に表示する(表示工程)。階層構造情報の表示は、例えば図9, 10, 13, 17, 及び19に示す表の形式で行ったり、それらの表から抽出した一部の情報により行ったりすることができる。そのような「一部の情報」の一例としては、「指定した条件で抽出した損傷ベクトルの情報」及び「点検日及び/または補修日等、特定の項目についての情報」を挙げることができる。

20

【0083】

また、階層構造情報に基づいて損傷ベクトルを示す線画を描画し、表示部118に表示するようにしてもよい。図10, 13, 17, 19の表に示すように、階層構造情報には損傷ベクトルの始点及び終点、並びに連結する他の損傷ベクトルの情報が含まれているので、これらの情報に基づいて損傷ベクトルを示す線画(例えば図11A, 11B, 12, 14~16を参照)を描画し、表示することができる。損傷ベクトルを示す線画には、損傷ベクトルの向き(始点から終点へ向かう方向)が識別できるように矢印を付してもよい(図11A, 11B, 12, 14~16を参照)。損傷ベクトルの線画を描画及び表示する場合、階層構造情報に含まれる全ての損傷ベクトルを描画及び表示してもよいし、一部の損傷ベクトル(例えば、上述のように指定された条件で抽出したもの)のみを表示するようにしてもよい。

30

【0084】

なお、損傷ベクトルを示す線画を表示する場合、その線画の近傍に、対応するラベルの映像を配置したり、階層構造情報に含まれる情報のうち特定の情報に応じて損傷ベクトルの色、太さ、及び線種(実線、点線等)等の表示条件を変えるようにしてもよい。そのような情報としては、例えば損傷ベクトルの階層(レベル)、種別(幹、枝、葉)、発生日時、削除操作フラグ、及び追加操作フラグの値等を挙げることができ、階層構造情報に含まれる項目のうちから適宜設定してよい。このように損傷ベクトルの特徴に応じた態様で表示することにより、損傷ベクトル同士の連結関係及び/または時間変化の様子を容易に把握することができる。

40

【0085】

上述した損傷ベクトルの線画と階層構造情報とは、いずれか一方を表示するようにしてもよいし、両方を同時に表示するようにしてもよい。また、上述の表示において損傷(ひび割れ)を撮像した画像(例えば図9の表に示す画像“img_2015-001”)を損傷ベクトルの線画と重ね合わせて、あるいは並べて表示し、両者が比較できるようにしてもよい(例えば図18を参照)。

【0086】

本実施形態では、このようにして損傷ベクトル及び/または階層構造情報を表示するの

50

で、損傷ベクトルの情報及び損傷ベクトル同士の連結関係を容易に把握することができる。

【0087】

< 損傷ベクトル及び階層構造情報の記録 >

ステップS150では、階層構造情報を階層構造情報記録部116に記録する(記録工程)。階層構造情報記録部116に記録された階層構造情報は、損傷の分析及び評価などの目的に使用することができる。なお階層構造情報から一部の情報(例えば指定した条件を満たす損傷ベクトル)を抽出した場合、そのようにして抽出した情報は全て元の階層構造情報に含まれるため、抽出結果は必ずしも記録しておかなくてもよいが、抽出結果についても階層構造情報記録部116に記録しておくことで、必要に応じ迅速に参照することができる。

10

【0088】

なお、ステップS100～S150の工程は、上記の方法以外にも、グラフ理論で重み付き連結グラフの最小全域木を求める最適化問題のアルゴリズムであるプリム法で実行することができる。

【0089】

すなわち、例えば、グラフ理論の考え方に従って、検出結果の画素間にコストが設定できるとする。コストは損傷ベクトル(ひび割れ)の方向や幅や距離などの基準値を用いた計算結果であり、コストが最も小さい画素間を接続するものとする。コスト計算の概念として、損傷ベクトル同士の距離が離れるほどコストが大きくなるが、損傷ベクトル同士の方向が互いに一致するほどコストが小さくなるような計算方法が考えられる。距離は遠くとも他の基準で1本のひび割れらしさが大きい場合に、その情報を反映した接続結果を得ることができる。もし、周辺で画素間のコストが十分大きいものしかなければ、損傷ベクトル同士を接続する必要はない。また、接続した結果、不自然な角度(例えば90°以下の鋭角)で折れ曲がるような形状になったり、不自然な幅の差が生じたりする(例えば接続された損傷ベクトル同士に5画素以上の幅の段差が生じる)場合は、接続しないような条件にしてもよい。このように、損傷ベクトル同士の距離、角度、幅の差について、両者の距離が小さい、角度が小さい、幅の差が小さいと、コストが小さくなるよう設定できる。

20

【0090】

そのほか、特許文献1と同様のニューラルネット収束演算などの各種の機械学習や、本出願人による特願2015-195769号に記載のパーコレーション法、クラスカル法など、各種の手法、あるいは、プリム法、ニューラルネット収束演算、パーコレーション法、クラスカル法など、各種の手法の一部または全部の組み合わせ、あるいはこれら一部または全部の組み合わせの1以上の反復により、1本の損傷ベクトルの抽出を精度よく行うことができる。

30

【0091】

< 損傷ベクトル及び階層構造情報の編集 >

ステップS160では、操作部120を介したユーザの編集指示入力に基づいて、階層構造情報生成部112が階層構造情報記録部116に記録された階層構造情報を修正する(編集工程)。また、この編集指示入力に基づいて、表示部118による損傷ベクトルとラベルの表示が更新される。

40

【0092】

この編集指示入力は以下のものを含む。

【0093】

(1)任意に選択されたラベルに対応する損傷ベクトルを削除すること。この編集指示入力が行われた場合、削除された損傷ベクトルの削除操作フラグに"1"が割り当てられる。

【0094】

損傷ベクトルの削除指示入力は、次のようにして行うことができる。例えば、任意のラ

50

ベルがクリック選択されると、選択されたラベルおよび当該選択されたラベルに対応する損傷ベクトルの線画が強調表示される。強調表示は、ラベルや損傷ベクトルの線画のデザインの変更（着色、点線化、太線化、輝度の変化など）によって行われる。また、選択されたラベルの近傍に、損傷ベクトルについて行うことが可能な編集操作「削除」を実行するか否かを確認するダイアログボックスが表示され、そのダイアログボックスから「削除」の実行を可とする選択がされると、選択されたラベルに対応する損傷ベクトルの削除操作フラグに“1”が割り当てられ、削除指示入力完了する。

【0095】

図20は、C1-3のラベルが選択され、このラベルに対応する損傷ベクトルに削除指示入力が行われる様子を示す。図21では、C1-3のラベルに対応する損傷ベクトルに削除指示入力が行われた結果、C1-3のラベルの表示が削除されかつC1-3のラベルに対応する損傷ベクトルの線画の表示が削除された更新表示例を示す。また図22は、当該削除指示入力が行われた結果、C1-3のラベルに対応する損傷ベクトルの削除操作フラグに“1”が割り当てられた階層構造情報の編集結果の一例である。なお、損傷ベクトルに削除指示入力が行われても、その損傷ベクトルに対応するラベルなどの階層構造情報は削除しない。これは後述のように、機械学習に使用するためである。

10

【0096】

(2) 任意に選択されたラベルに対応する損傷ベクトルに対し、当該損傷ベクトルを構成する領域を加除（部分的追加および/または部分的除去）すること。この編集指示入力が行われた場合、選択されたラベルに対応する削除操作フラグおよび/または追加操作フラグに“1”が割り当てられる。また、加除領域を構成する画素の位置および範囲に対応して、階層構造情報に記録された損傷ベクトルの始点、終点、長さ、幅の値が更新される。

20

【0097】

(3) 任意に選択された複数のラベルに関連づけられた複数の不連続な損傷ベクトル同士を1つの連続した損傷ベクトルに結合する損傷ベクトルを追加すること。この編集指示入力が行われた場合、結合された各損傷ベクトルの各追加操作フラグにそれぞれ“2”が割り当てられる。

【0098】

損傷ベクトルの追加指示入力は、次のようにして行うことができる。例えば、任意の2つのラベルがクリック選択されると、その選択されたラベルおよび対応する損傷ベクトルの線画が強調表示されるとともに、ラベルの近傍に、対応する損傷ベクトルについて行うことが可能な編集操作「結合」を実行するか否かを確認するダイアログボックスが表示され、そのダイアログボックスから「結合」の実行を可とする選択がされると、選択されたラベルに対応する各損傷ベクトルの各追加操作フラグに“2”が割り当てられ、損傷ベクトルの追加指示入力完了する。

30

【0099】

図23は、C1-5およびC8-1のラベルが選択され、これらのラベルに対応する損傷ベクトル同士を結合する損傷ベクトルの追加指示入力が行われている様子を示す。図24Aは、当該指示入力が行われた結果、C1-5およびC8-1のラベルに対応する損傷ベクトルを結合する追加の損傷ベクトルの線画と、当該追加の損傷ベクトルによって結合した損傷ベクトルに付与されたラベル“C1-5+C8-1”の更新表示例を示す。なお、図24Bに示すように、C1-5およびC8-1のラベルに対応する損傷ベクトルが一直線に結合される場合は、点P6、P17の表示を消去してもよい。図25は、C1-5およびC8-1のラベルに対応する損傷ベクトルの追加操作フラグに“2”が割り当てられている階層構造情報の更新例である。結合した損傷ベクトルのラベルは、他の損傷ベクトルと区別可能であれば何でもよい。また、結合した損傷ベクトルのベクトルグループは、結合された損傷ベクトルのいずれかのベクトルグループ（例えば長い方または短い方の損傷ベクトルの属するベクトルグループ）と同じでもよいし、別の新たなベクトルグループを生成してもよい。これは<分離した損傷ベクトルの連結>で説明したのと同様に行わ

40

50

れる。

【0100】

なお、この更新された階層構造情報では、先に選択されたラベルC1-5の損傷ベクトルを親ベクトルとし、後に選択されたラベルC8-1の損傷ベクトルを子ベクトルとしている。ラベルC8-1が先に選択され、ラベルC1-5が後に選択された場合は、ラベルC8-1の損傷ベクトルを親ベクトルとし、ラベルC5-1の損傷ベクトルを子ベクトルとする。いずれにせよ、追加操作フラグに“2”が割り当てられた複数の損傷ベクトルC1-5およびC8-1と、これらのいずれか一方を親ベクトルとしかつ他方を子ベクトルとして結合する追加の損傷ベクトルとは、これらが一直線に結合される場合は、まとめて1つの連続した結合損傷ベクトルとなり、この1つの連続した結合損傷ベクトルには新たなラベル“C1-5+C8-1”が付与される(図24B参照)。

10

【0101】

ただし、損傷ベクトルC1-5およびC8-1を1つの連続した損傷ベクトルとして抽出しなかったことを機械学習するため、損傷ベクトルC1-5およびC8-1のラベルは削除せず、損傷ベクトルC1-5およびC8-1の追加操作フラグ“2”を階層構造情報に記録しておく。

【0102】

(4)複数のラベルに関連づけられた複数の不連続な損傷ベクトル同士の結合を解除すること。この結合の解除指示入力が行われた場合、結合が解除された各損傷ベクトルの各追加操作フラグにそれぞれ“0”が割り当てられる。

20

【0103】

損傷ベクトル同士の結合の解除指示入力は、次のようにして行うことができる。例えば、上記(3)による結合損傷ベクトルのラベルの中から、任意のラベルが選択されると、その選択されたラベルおよび対応する結合損傷ベクトルの線画が強調表示され、なおかつその選択されたラベルの近傍に、当該結合損傷ベクトルについて行うことが可能な編集操作「結合解除」を実行するか否かを確認するダイアログボックスが表示され、そのダイアログボックスから「結合解除」の実行を可とする選択がされると、選択されたラベルに対応する結合損傷ベクトルによって結合された各損傷ベクトルの各追加操作フラグが“2”から“0”に変更されるとともに、両者の親ベクトル・子ベクトル関係が削除され、結合解除指示入力完了する。

30

【0104】

図26は、結合損傷ベクトルに対応する“C1-5+C8-1”のラベルが選択され、このラベルに対応する結合損傷ベクトルによる結合の解除指示入力が行われている様子を示す。図27は、当該結合の解除指示入力が行われた結果、C1-5およびC8-1のラベルの損傷ベクトル同士の結合が解除された表示例を示す。図28は、C1-5およびC8-1のラベルに対応する損傷ベクトルの追加操作フラグに“0”が割り当てられた階層構造情報の更新例である。なお、結合が解除された損傷ベクトル間の親ベクトルおよび子ベクトルの関係も削除されるよう階層構造情報が更新される。

【0105】

結合される前のラベルと同じラベルを、結合解除後の各損傷ベクトルのそれぞれに再割り当てする代わりに、結合解除後の各損傷ベクトルのそれぞれを区別可能なラベルを新たに割り当ててもよい。ただし、特定の損傷ベクトル同士の結合が誤りであり、手動で結合を解除したことを機械学習するには、結合される前のラベルと同じラベルを、結合解除後の各損傷ベクトルのそれぞれに再割り当てする方がよい。

40

【0106】

また、結合の解除の対象となる損傷ベクトルは、手動で指定されたものに限らない。例えば、図8に示したような損傷ベクトル連結手法によってC3-1とC4-1を結合した、損傷ベクトルC5-2を削除し、C3-1とC4-1の結合の解除を行うこともできる。具体的には、図29に示すように、損傷ベクトルC5-2のラベル選択と、結合解除の指示によって、図30に示すように、結合前のベクトルグループC3、C4と、それらに

50

属する損傷ベクトルの前のラベルC 3 - 1、C 4 - 1が復活する。これを実現するためには、図3 1に示すように、損傷ベクトル連結手法の実施前のラベルC 3 - 1、C 4 - 1から、損傷ベクトル連結手法の実施後のラベルC 5 - 1、C 5 - 3への遷移の内容を、ラベル履歴として階層構造情報に逐一記録しておかなければならない。また損傷ベクトルC 5 - 2による結合が誤りであったことを機械学習するため、損傷ベクトルC 5 - 2の削除フラグ“ 1 ”を階層構造情報に記録しておく。

【 0 1 0 7 】

(5) ベクトルグループに対応するラベルの表示および選択と、その選択したラベルに対応するベクトルグループの削除、結合、および結合の解除。これは個々の損傷ベクトルに対応するラベルの表示および選択などと同様にして行うことができる。

10

【 0 1 0 8 】

< 損傷ベクトル抽出基準の調整 >

ステップS 1 7 0では、S 1 6 0での編集結果を学習し、損傷ベクトルの抽出基準を調整する(調整工程)。このステップは学習調整部1 2 2によって行われる。

【 0 1 0 9 】

例えば、プリム法により損傷ベクトルを抽出する場合、編集指示入力 of 完了に応じて、損傷ベクトルの距離、方向、幅に関するコストの算出基準値を変更することで、損傷ベクトルの抽出基準を調整してもよい。

【 0 1 1 0 】

例えば、図3 1に示すように、損傷ベクトルC 5 - 2(図8参照)に対する削除操作の完了によって、この損傷ベクトルC 5 - 2の削除フラグ“ 1 ”が階層構造情報に記録されたとする。この場合、削除操作の完了に要した操作回数または操作時間が所定の閾値以上(例えばクリック1 0回以上、ドラッグアンドドロップ5回以上、あるいは編集操作の開始から終了までが1 0分以上など)であれば、角 1 及び角 2 の閾値を所定の量(例えば5°)だけ減らす。

20

【 0 1 1 1 】

これにより、接続の削除に要した時間や操作回数が特に大きかった損傷ベクトルの対を削除学習モデルとし、以後はこの削除学習モデルと近似する特徴(個々のベクトルの長さ、方向、幅、両ベクトル間の距離)を有するベクトル同士を接続する場合は、接続しようとするべき損傷ベクトル同士のなす角度が鋭角であるほど両者の間の方向に関するコストが大きくなる。つまり、削除学習モデルと同様の特徴を有する損傷ベクトルの対は、より自動的に接続されにくくなり、損傷ベクトルの過検出および誤った自動接続の修正に必要な手動編集の手間が軽減される。

30

【 0 1 1 2 】

あるいは、異なるベクトルグループに属する損傷ベクトルC 1 - 5、C 8 - 1(図2 5参照)同士の方向が一致しており、これらが所定回数以上または所定時間以上の編集操作の完了により接続され、これらの損傷ベクトルC 1 - 5、C 8 - 1の追加操作フラグ“ 2 ”が階層構造情報に記録されたとする。この場合、これらの損傷ベクトルC 1 - 5、C 8 - 1の対を追加学習モデルとし、同一方向の損傷ベクトル同士を接続する距離の閾値を所定の量(例えば1 0画素)だけ増やす。

40

【 0 1 1 3 】

これにより、以後はこの追加学習モデルと近似する特徴(個々のベクトルの長さ、方向、幅、両ベクトルのなす角度)を有する損傷ベクトル同士について、損傷ベクトル間の距離に関するコストは小さくなる。つまり、追加学習モデルの特徴と近似する損傷ベクトルの対は、より自動的に接続されやすくなり、損傷ベクトルの検出もれおよび自動的に接続されなかった損傷ベクトル同士を手動で接続する手間が軽減される。

【 0 1 1 4 】

以上説明したように、本実施形態に係る損傷情報処理装置1 0 0及び損傷情報処理方法によれば、損傷ベクトル同士の連結関係を容易に把握でき、また階層構造情報により損傷ベクトルの分析及び/または検索を容易に行うことができる。

50

【 0 1 1 5 】

また、ラベルの選択により、損傷ベクトルの削除、結合、結合の解除が行えるため、複雑な形状の損傷ベクトルの位置を正確に指定しなくても、容易に階層構造情報を編集することができる。

【 0 1 1 6 】

さらに、損傷ベクトルの編集履歴と操作履歴に基づいて、損傷ベクトルの抽出基準を修正し、より正確な損傷ベクトルの自動抽出を実現できる。

【 0 1 1 7 】

以上で本発明の例に関して説明してきたが、本発明は上述した実施形態及び変形例に限定されず、本発明の精神を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。

10

【 符号の説明 】

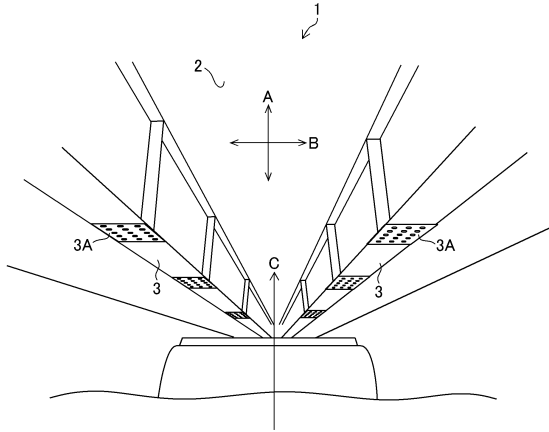
【 0 1 1 8 】

- 1 橋梁
- 2 床版
- 3 主桁
- 3 A 接合部
- 1 0 0 損傷情報処理装置
- 1 0 2 損傷情報取得部
- 1 0 4 デジタルカメラ
- 1 0 6 画像取得部
- 1 0 8 画像処理部
- 1 1 0 損傷ベクトル生成部
- 1 1 2 階層構造情報生成部
- 1 1 4 損傷ベクトル抽出部
- 1 1 6 階層構造情報記録部
- 1 1 8 表示部
- 1 2 0 操作部
- S 1 0 0 画像入力工程
- S 1 1 0 損傷抽出工程
- S 1 2 0 損傷ベクトル生成工程
- S 1 3 0 階層構造情報生成工程
- S 1 4 0 表示工程
- S 1 5 0 記録工程
- S 1 6 0 編集工程
- S 1 7 0 調整工程

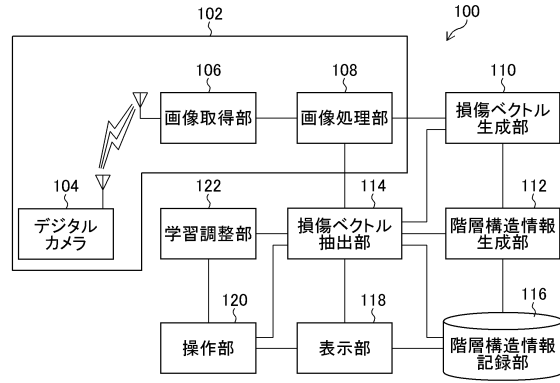
20

30

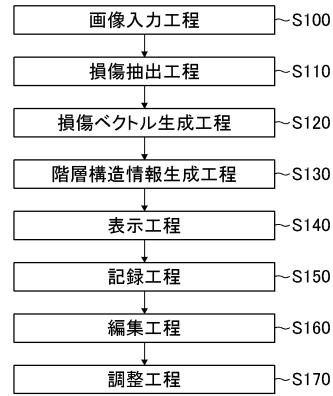
【図1】



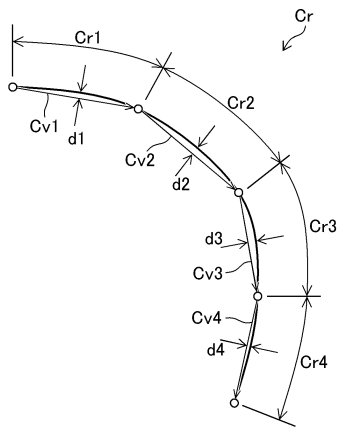
【図2】



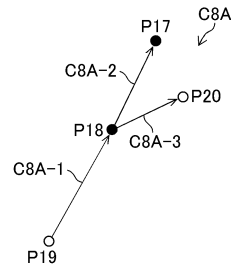
【図3】



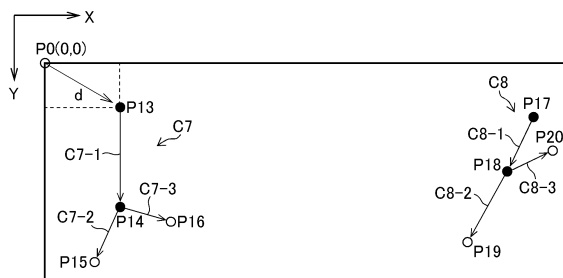
【図4】



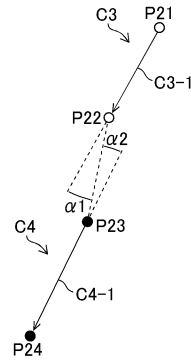
【図6】



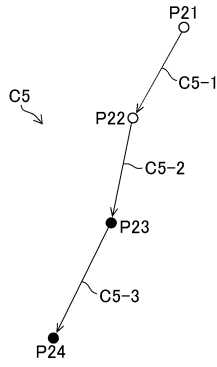
【図5】



【図7】



【図 8】



【図 9】

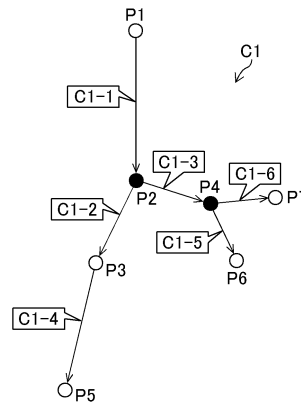
ベクトルグループID	画像ID	画像データ (img_2015_001の画像データ)	取得日時	画像の幅 (pixel)	画像の高さ (pixel)	チャンネル数	ビット/ピクセル	解像度 (mm/ピクセル)	
								X方向	Y方向
C1	img_2015-001	(img_2015_001の画像データ)	2015.12.18	5,000	3,500	3	64	0.5	0.5

【図 10】

ベクトルグループID	構構ベクトル情報										補修			
	ベクトルID	階層(レベル)	開始点座標(X1,Y1)	終了点座標(X2,Y2)	長さ(mm)	幅(mm)	削除操作フラグ	追加操作フラグ	ベクトルID	兄弟ベクトルID	子ベクトルID	点検日	種類	補修日
C1	C1-1	レベル1	P1 (X1,Y1)	P2 (X2,Y2)	100	1	0	0	-	C1-2	C1-3	2015.12.18	R1	2015.9.28
	C1-2	レベル2	P2 (X2,Y2)	P3 (X3,Y3)	50	1	0	0	C1-1	C1-3	C1-4	2015.12.18	R1	2015.9.28
	C1-3	レベル2	P2 (X2,Y2)	P4 (X4,Y4)	30	0.5	0	0	C1-1	C1-2	C1-5	2015.12.18	R2	2015.9.28
	C1-4	レベル2	P3 (X3,Y3)	P5 (X5,Y5)	60	1	0	0	C1-2	-	-	2015.12.18	R2	2015.9.28
	C1-5	レベル3	P4 (X4,Y4)	P6 (X6,Y6)	25	0.1	0	0	C1-3	C1-6	-	2015.12.18	R3	2015.9.28
	C1-6	レベル3	P4 (X4,Y4)	P7 (X7,Y7)	25	0.1	0	0	C1-3	C1-5	-	2015.12.18	R3	2015.9.28

編集履歴	
削除操作履歴	追加操作履歴
削除操作回数	追加操作回数
削除操作時間	追加操作時間
削除画面位置	追加画面位置
削除操作面積	追加操作面積
...	...
...	...
...	...

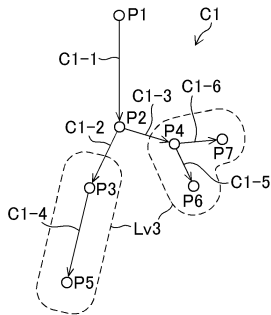
【図 11 A】



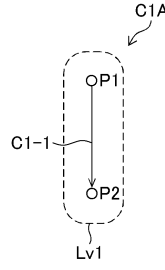
【図 13】

ベクトル グループID	振替ベクトル情報													補修	
	ベクトル ID	階層 (レベル)	種別	始点 点番号 座標	終点 点番号 座標	長さ (mm)	削除操作 フラグ	追加操作 フラグ	親ベクトル ID	兄弟ベクトル ID	子ベクトル ID	点検日	種類	補修日	
C1	C1-1	レベル1	幹	P1 (X1,Y1)	P2 (X2,Y2)	100	0	0	-	-	C1-2 C1-3	2015.12.18	R1	2015.9.28	
	C1-2	レベル2	枝	P2 (X2,Y2)	P3 (X3,Y3)	50	0	0	C1-1	C1-3	C1-4	2015.12.18	R1	2015.9.28	
	C1-3	レベル2	枝	P2 (X2,Y2)	P4 (X4,Y4)	30	0	0	C1-1	C1-2	C1-5 C1-6	2015.12.18	R2	2015.9.28	
	C1-4	レベル2	枝	P3 (X3,Y3)	P5 (X5,Y5)	60	1	0	C1-2	-	-	2015.12.18	R2	2015.9.28	
	C1-5	レベル3	葉	P4 (X4,Y4)	P6 (X6,Y6)	25	0	0	C1-3	C1-6	-	2015.12.18	R3	2015.9.28	
	C1-6	レベル3	葉	P4 (X4,Y4)	P7 (X7,Y7)	25	0	0	C1-3	C1-5	-	2015.12.18	R3	2015.9.28	

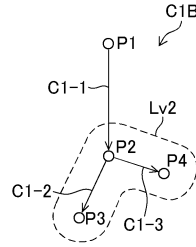
【図 16】



【図 14】



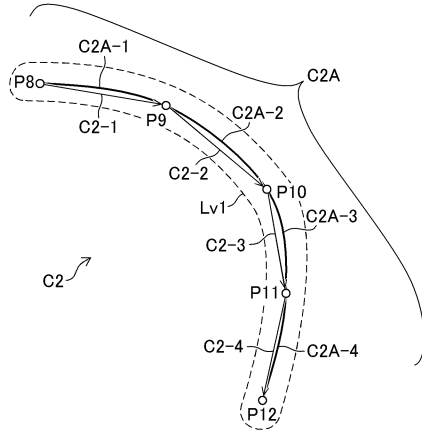
【図 15】



【図 17】

ベクトル グループID	振替ベクトル情報													補修	
	ベクトル ID	階層 (レベル)	種別	始点 点番号 座標	終点 点番号 座標	長さ (mm)	削除操作 フラグ	追加操作 フラグ	親ベクトル ID	兄弟ベクトル ID	子ベクトル ID	点検日	種類	補修日	
C1	C1-1	レベル1	幹	P1 (X1,Y1)	P2 (X2,Y2)	100	0	0	-	-	C1-2 C1-3	2015.3.1	R1	2015.9.28	
	C1-2	レベル2	枝	P2 (X2,Y2)	P3 (X3,Y3)	50	0	0	C1-1	C1-3	C1-4	2015.6.1	R1	2015.9.28	
	C1-3	レベル2	枝	P2 (X2,Y2)	P4 (X4,Y4)	30	0	0	C1-1	C1-2	C1-5 C1-6	2015.6.1	R2	2015.9.28	
	C1-4	レベル3	葉	P3 (X3,Y3)	P5 (X5,Y5)	60	1	0	C1-2	-	-	2015.9.1	R2	2015.9.28	
	C1-5	レベル3	葉	P4 (X4,Y4)	P6 (X6,Y6)	25	0	0	C1-3	C1-6	-	2015.9.1	R3	2015.9.28	
	C1-6	レベル3	葉	P4 (X4,Y4)	P7 (X7,Y7)	25	0	0	C1-3	C1-5	-	2015.9.1	R3	2015.9.28	

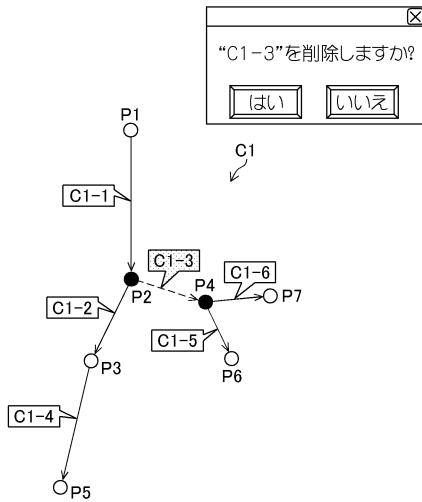
【図18】



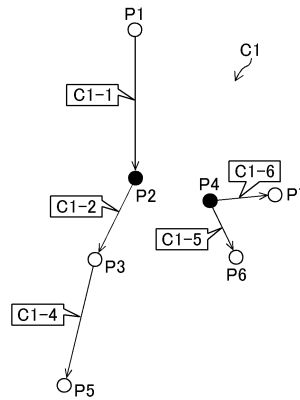
【図19】

ベクトルグループID	ベクトルID	階層(レベル)	始点 点番号	始点 座標 (X8,Y8)	終点 点番号	終点 座標 (X9,Y9)	長さ (mm)	幅 (mm)	削除操作追加操作		ベクトルID	ベクトルID	子ベクトルID	点検日	補修	
									フラグ	フラグ					種類	補修日
C2	C2-1	レベル1	P8	(X8,Y8)	P9	(X9,Y9)	100	1	0	0	-	C2-2	2015.12.18	R1	2015.9.28	
	C2-2	レベル1	P9	(X9,Y9)	P10	(X10,Y10)	120	1	0	0	C2-1	C2-3	2015.12.18	R1	2015.9.28	
	C2-3	レベル1	P10	(X10,Y10)	P11	(X11,Y11)	100	0.5	0	0	C2-2	C2-4	2015.12.18	R1	2015.9.28	
	C2-4	レベル1	P11	(X11,Y11)	P12	(X12,Y12)	110	1	0	0	C2-3	-	2015.12.18	R1	2015.9.28	

【図20】



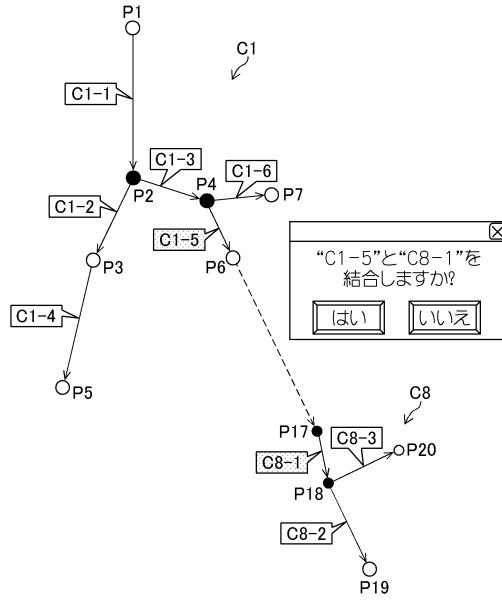
【図21】



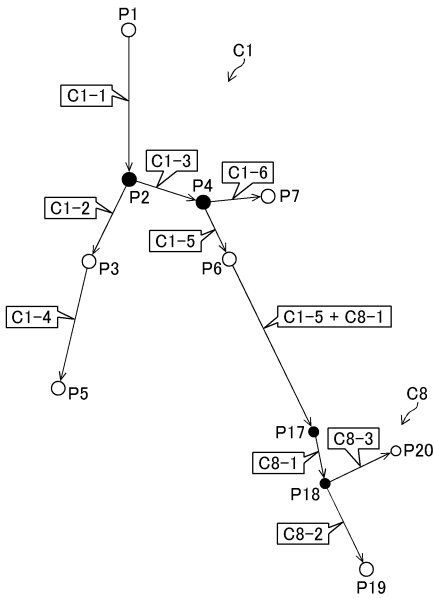
【図 2 2】

ベクトルグループID	ベクトルID	階層 (レベル)	始点 点番号	始点 座標	終点 点番号	終点 座標	長さ (mm)	幅 (mm)	削除操作追加操作		親ベクトルID	児童ベクトルID	子ベクトルID	点検日	補修	
									フラグ	フラグ					種類	補修日
C1	C1-1	レベル1	P1	(X1,Y1)	P2	(X2,Y2)	100	1	0	0	-	C1-2	C1-2	2015.12.18	R1	2015.9.28
	C1-2	レベル2	P2	(X2,Y2)	P3	(X3,Y3)	50	1	0	0	C1-1	C1-3	C1-3	2015.12.18	R1	2015.9.28
	C1-3	レベル2	P2	(X2,Y2)	P4	(X4,Y4)	30	0.5	1	0	C1-1	C1-2	C1-5	2015.12.18	R2	2015.9.28
	C1-4	レベル2	P3	(X3,Y3)	P5	(X5,Y5)	60	1	0	0	C1-2	-	-	2015.12.18	R2	2015.9.28
	C1-5	レベル3	P4	(X4,Y4)	P6	(X6,Y6)	25	0.1	0	0	C1-3	C1-6	-	2015.12.18	R3	2015.9.28
	C1-6	レベル3	P4	(X4,Y4)	P7	(X7,Y7)	25	0.1	0	0	C1-3	C1-5	-	2015.12.18	R3	2015.9.28

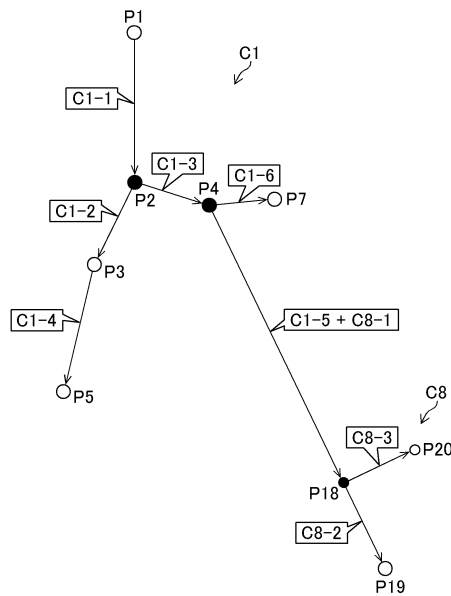
【図 2 3】



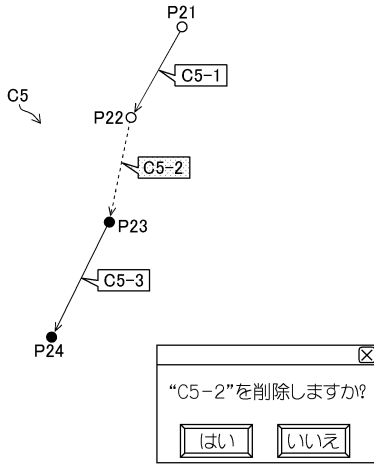
【図 2 4 A】



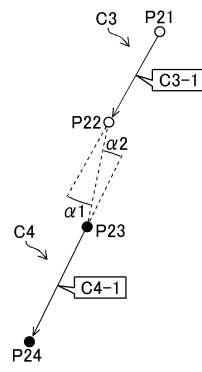
【図 2 4 B】



【図 29】



【図 30】



【図 31】

ベクトル グループID	編集ベクトル情報														
	ID	階層 (レベル)	開始 点番号	終点 点番号	長さ (mm)	幅 (mm)	削除フラグ	追加フラグ	ID	ID	子ベクトル ID	点検日	種類	補修日	ラベル履歴
C3	C3-1	...	...	...	...	...	0	0	...	...	...	...	...	...	C3-1→ C5-1 +C3-1
C4	C4-1	...	...	...	...	...	0	0	...	...	...	...	...	...	C4-1→ C5-3 +C4-1
C5	C5-2	...	...	...	...	...	...	...	...	0	...	...	...	...

編集履歴			
削除履歴			
削除操作回数	削除操作時間	削除作業位置	削除操作面積
クリック: 10回 ドラッグ&ドロップ: 5回	10分	始点: P22 終点: P23	... 面素

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2015-138467(JP,A)
特開2002-257744(JP,A)
特開2014-006222(JP,A)
特公平07-111735(JP,B2)
特開2015-095143(JP,A)
特開2015-179223(JP,A)
特開2004-355203(JP,A)
国際公開第2016/189764(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 21/84 - 21/958
G01B 11/00 - 11/30
G06T 1/00 - 9/40
G06Q 50/08