

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2022-13433
(P2022-13433A)

(43)公開日 令和4年1月18日(2022.1.18)

(51)国際特許分類
G 0 6 T 7/00 (2017.01)

F I
G 0 6 T 7/00 6 1 0
G 0 6 T 7/00 3 5 0 B

テーマコード (参考)
5 L 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数 24 O L (全27頁)

(21)出願番号	特願2020-115990(P2020-115990)	(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
(22)出願日	令和2年7月3日(2020.7.3)	(74)代理人	110003281 特許業務法人大塚国際特許事務所
		(72)発明者	高山 慧 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	森 克彦 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
		(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
		Fターム (参考)	5L096 AA06 BA03 BA18 CA01 最終頁に続く

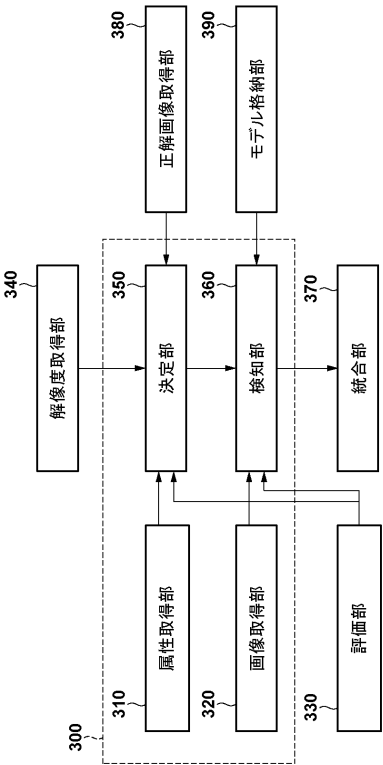
(54)【発明の名称】 情報処理装置、情報処理方法

(57)【要約】

【課題】 モデルに入力する画像範囲に影響するパラメータの設定値を適切に決定するための技術を提供すること。

【解決手段】 画像から検知すべき検知対象の属性を取得し、該属性に基づき、画像範囲に関連するパラメータの設定値を決定し、該設定値に基づく画像の画像範囲に対して検知対象の検知を行う。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

画像から検知すべき検知対象の属性を取得し、該属性に基づき、画像範囲に関連するパラメータの設定値を決定する決定手段と、
前記設定値に基づく前記画像の画像範囲に対して前記検知対象の検知を行う検知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】

前記決定手段は、検知対象である構造物の変状に応じた前記設定値が示すサイズの画像範囲を決定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 3】

前記決定手段は、前記パラメータの組合せを決定し、
前記検知手段は、前記組合せに基づく前記画像の画像範囲に対して前記検知対象の検知を行うことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

更に、
前記画像の検知対象の領域を正解領域とする正解画像を取得する手段を備え、
前記決定手段は、前記正解領域に基づき前記組合せを決定することを特徴とする請求項 3 に記載の情報処理装置。

【請求項 5】

前記決定手段は、前記正解領域の面積の度数分布に基づき前記組合せを決定することを特徴とする請求項 4 に記載の情報処理装置。

【請求項 6】

更に、
前記画像の解像度を取得する手段を備え、
前記決定手段は、前記解像度に基づき前記組合せを決定することを特徴とする請求項 3 ないし 5 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 7】

前記決定手段は、前記画像の解像度と、該画像と異なる別画像の解像度と、の比率に基づき、前記別画像に適した設定値の組合せから前記画像に適した設定値の組合せを決定することを特徴とする請求項 6 に記載の情報処理装置。

【請求項 8】

前記検知のためのモデルを、前記設定値と前記画像の解像度と関連付けて管理する手段を備え、
前記決定手段は、前記画像の解像度と前記組合せに含まれる設定値とに基づき、対応するモデルを選択することを特徴とする請求項 3 ないし 6 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 9】

更に、
前記検知手段による検知の結果を表すスコアマップの精度を前記正解画像に基づき評価する評価手段を備え、
前記決定手段は、前記評価に基づき前記組合せを決定することを特徴とする請求項 4 に記載の情報処理装置。

【請求項 10】

前記決定手段は、設定値の個数により予測される検知性能と、設定値の個数により予測される処理時間と、に基づき、前記組合せに含める設定値の個数を決定することを特徴とする請求項 3 ないし 9 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 11】

前記決定手段は、設定値の個数により予測される検知性能と、設定値の個数により予測される処理時間と、を比較可能に表示す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

【請求項 1 2】

前記決定手段は、設定値の個数により予測される検知性能を、前記評価の結果に基づき決定することにより、前記組合せに含める前記設定値の個数を決定することを特徴とする請求項 9 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 3】

前記検知手段は、前記組合せに含まれる設定値ごとに、該設定値に基づく前記検知手段の検知の結果であるスコアマップを取得し、該取得したスコアマップを統合した統合結果を取得することを特徴とする請求項 3 ないし 1 2 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 1 4】

更に、

前記検知のためのモデルと、前記モデルの信頼度と、を関連付けて管理する手段を備え、前記検知手段は、前記組合せに含まれる設定値ごとに取得したスコアマップを、該スコアマップを出力したモデルの信頼度に応じて重みづけして加算することで前記統合を行うことを特徴とする請求項 1 3 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 5】

前記検知手段は、前記組合せに含まれる設定値ごとに取得したスコアマップを、前記属性に基づく重みで重みづけして加算することで前記統合を行うことを特徴とする請求項 1 3 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 6】

前記決定手段は、前記画像から切り出したパッチ画像が前記検知対象か否かの識別可否の判断結果の入力を受け付け、該入力に基づき前記組合せを決定することを特徴とする請求項 3 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 7】

更に、

前記検知の結果と、前記正解画像と、の誤差に基づきモデルの学習を行うことで、前記検知対象を検知するための学習済みモデルを生成する学習手段を備えることを特徴とする請求項 4 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 8】

前記学習手段は、1 つのモデルを学習し、

前記検知手段は、前記画像と異なる画像に対し、前記 1 つのモデルと前記組合せにより前記検知対象の検知を行う

ことを特徴とする請求項 1 7 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 9】

前記決定手段は、前記画像の検知対象の領域を正解領域とする正解画像と、前記画像と異なる画像の検知対象の領域を正解領域とする正解画像と、から、正解領域に関する統計値を取得し、該統計値に基づき前記画像の難度を推定し、該難度に基づき前記組合せに含める設定値の個数を決定することを特徴とする請求項 4 ないし 9、1 3 ないし 1 8 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 2 0】

前記決定手段は、複数の画像と、前記画像と、のそれぞれから、検知対象の領域と背景領域の画像特徴の類似度を取得し、該類似度に基づき前記画像の難度を推定し、該難度に基づき前記組合せに含める設定値の個数を決定することを特徴とする請求項 4 ないし 9、1 3 ないし 1 8 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 2 1】

前記決定手段は、複数の画像における検知対象の領域の度数分布と、前記画像における検知対象の領域の度数分布と、の類似度に基づき前記組合せを決定することを特徴とする請求項 3 に記載の情報処理装置。

【請求項 2 2】

前記決定手段は、前記度数分布の類似度が低い場合にはメッセージを出力することを特徴とする請求項 2 1 に記載の情報処理装置。

10

20

30

40

50

【請求項 2 3】

情報処理装置が行う情報処理方法であって、
画像から検知すべき検知対象の属性を取得し、該属性に基づき、画像範囲に関連するパラメータの設定値を決定する決定工程と、
前記設定値に基づく前記画像の画像範囲に対して前記検知対象の検知を行う検知工程とを備えることを特徴とする情報処理方法。

【請求項 2 4】

コンピュータを、請求項 1 ないし 2 2 の何れか 1 項に記載の情報処理装置の各手段として機能させるためのコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】**【0 0 0 1】**

本発明は、画像から検知対象を検知するための技術に関するものである。

【背景技術】**【0 0 0 2】**

大きな画像から検知対象の領域を検知するとき、一般的に、画像から所定サイズの小領域を多数切り出し、小領域ごとにモデルに入力して検知処理を行う。特に検知対象のサイズが不定であるとき、モデルに入力する小領域の大きさは、検知性能に影響するため重要である。例えば、小領域に検知対象が映っていても、映っている部分が検知対象の一部であれば、モデルは検知対象を正しく検知できない場合がある。この問題に対し、特許文献 1
では、画像から複数の異なるサイズの小領域を切り出し、小領域のサイズごとに学習したモデルを適用して検知処理を行う方法を開示している。この方法によれば、検知対象が不定サイズであっても、いずれかのモデルにより検知対象を検知できる可能性がある。

20

【先行技術文献】**【特許文献】****【0 0 0 3】**

【特許文献 1】特許第 5 8 3 4 8 1 2 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0 0 0 4】**

30

ただし、特許文献 1 の開示の方法では、小領域は規定のサイズと決められている。一方で、小領域の適切なサイズは、検知対象の属性によって変化する。例えば、検知対象のサイズに大きなばらつきがある場合には、小領域のサイズを幅広く設定するのがよいが、ばらつきが小さい場合にはその必要はない。したがって、検知対象の属性によってサイズの組合せを適切に設定することが求められる。本発明では、モデルに入力する画像範囲に影響するパラメータの設定値を適切に決定するための技術を提供する。

【課題を解決するための手段】**【0 0 0 5】**

本発明の一様態は、画像から検知すべき検知対象の属性を取得し、該属性に基づき、画像範囲に関連するパラメータの設定値を決定する決定手段と、前記設定値に基づく前記画像の画像範囲に対して前記検知対象の検知を行う検知手段とを備えることを特徴とする。

40

【発明の効果】**【0 0 0 6】**

本発明の構成によれば、モデルに入力する画像範囲に影響するパラメータの設定値を適切に決定することができる。

【図面の簡単な説明】**【0 0 0 7】**

【図 1】(A) は検知対象の画像から検知対象を検知する検知処理を示す図、(B) は検知窓のサイズを複数用いる場合の処理を示す図。

【図 2】情報処理装置 2 0 0 のハードウェア構成例を示すブロック図。

50

【図 3】情報処理装置 200 の機能構成例を示すブロック図。

【図 4】情報処理装置 200 が検知対象の画像を読み込んでから統合結果を取得するまでの処理のフローチャート。

【図 5】(A) はウィンドウ 510 の構成例を示す図、(B) はテーブルの構成例を示す図。

【図 6】決定部 350 による「設定値の組合せの候補」の決め方を説明する図。

【図 7】ウィンドウ 710 の構成例を示す図。

【図 8】情報処理装置 200 の機能構成例を示すブロック図。

【図 9】(A) は学習処理の具体的な流れを示す図、(B) は検知処理の具体的な流れを示す図。

【図 10】第 2 の実施形態に係る処理のフローチャート。

【図 11】ステップ S405 の処理の詳細を示すフローチャート。

【図 12】設定値の組合せの決定方法の別の形態を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

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はない。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。

【0009】

[第 1 の実施形態]

本実施形態では、画像から検知対象を検知する際、モデルに入力する画像上の範囲に関連するパラメータの設定値を適切に決定するための技術に関するものである。モデルに入力する画像上の範囲のことを、上記では小領域と述べたが、以降では画像範囲と称する。また、本実施形態では、モデルに入力する画像範囲に関するパラメータとして、検知窓のサイズに着目し、この設定値の組合せを決める。検知窓のサイズの単位は $\text{pixel} \times \text{pixel}$ であるが、以下では簡単のため pixel と称する。

【0010】

本実施形態では、パラメータの設定値の組合せが重要となるケースとして、橋やダムなどのインフラ構造物の点検を目的とし、インフラ構造物の壁面の一例であるコンクリート壁面の画像から異常な領域を検知（検出）することを例に挙げて説明する。

【0011】

まず、コンクリート壁面の点検について説明する。コンクリート壁面の点検では、点検者は、コンクリート壁面上にある、後述のエフロレッセンス、鉄筋露出またはひびなどの異常な領域の情報を記録する。以降では、このような異常な領域のことを変状と称する。画像を用いたコンクリート壁面の点検では、点検者は、コンクリート壁面を撮影し、撮影した画像から、変状の位置や範囲を記録することにより点検結果を作成する。作成した点検結果は、画像と共にコンクリート壁面の図面に対応づけて管理する。このとき、画像から全ての変状を発見、記録する作業は大変な作業となる。したがって、近年、機械学習により、コンクリート壁面の画像における変状を検知するモデルを学習し、画像点検の効率化を図ることが行われている。以下、検知に用いるモデルは、コンクリート壁面の画像から特定の変状の領域を検知するモデルであるとする。

【0012】

次に、前提として本実施形態で扱うデータについて説明する。まず、本実施形態で扱う画像は、コンクリート壁面を映した画像である。この画像は、コンクリート壁面上の細かい変状も点検するために、高精細に撮影する。そのため、巨大なインフラ構造物の全てのコンクリート壁面を画像として記録するためには、撮影する対象の範囲を多数の区画に分割し、区画ごとに撮影を行って多数の画像を取得する必要がある。撮影後は、多数の画像を繋ぎ合わせる処理を行うことにより、多数の画像から構成される 1 枚の大きな画像を取得

10

20

30

40

50

する。本実施形態では、このように取得する画像を扱う。以下では、これから検知を行う画像のことを、検知対象の画像と称する。

【0013】

また、本実施形態で扱う画像は、後から図面の座標情報と対応づけることを想定しているため、コンクリート壁面上の単位長さを写す画像上の画素数が、コンクリート壁面全体の撮影において一定となるように撮影する。例えば、実物のコンクリート壁面における1mmが画像上の1画素に相当するように撮影する。以降では、コンクリート壁面上の単位長さを写す画像上の画素数のことを解像度と称し、この単位は mm/pixel とする。なお、所定解像度の画像を撮影するためには、実物のある矩形範囲を撮影する際に、撮影した画像の一辺の画素数に解像度を乗じた値が、実物の矩形範囲の対応する一辺の長さ

10

【0014】

次に、本実施形態における検知対象について説明する。本実施形態では検知対象は橋やダムなどの構造物のコンクリート壁面上の変状とする。変状にはエフロレッセンス、鉄筋露出またはひびなど、様々な種類がある。エフロレッセンスは、コンクリートの内部に侵入した雨水によりコンクリート内側の成分が溶けて表面に流れ出た白い物質である。鉄筋露出は、コンクリートの表面が劣化して剥がれ落ちた箇所から、内側の鉄筋がむき出しになっている状態のことである。これらの変状は、領域の大きさの傾向に違いがある。例えば、エフロレッセンスの大きさにはばらつきがあり、実寸が数センチのものから1メートル

20

【0015】

次に、本実施形態に必要な事前準備について述べる。まず、様々なコンクリート壁面を異なる複数の解像度で撮影してあるものとする。そして、それらの画像には、画像上の変状領域の正解箇所を示す正解画像があるものとする。正解画像は、対応する画像と同じサイズの画像であり、画像上で検知対象（変状）が映っている領域に対応する領域には1、それ以外の領域には0を格納している。以下、画像上で、検知対象（変状）が映っている領域のことを検知対象領域、それ以外の領域を背景領域と称する。また、正解画像上で、1

30

【0016】

さらに、事前準備として、学習データを用いて、検知対象を画素ごとに判定するためのモデルを複数生成（学習）する。本実施形態では、検知窓のサイズの設定値を複数用意し、設定値ごとにモデルを生成（学習）する。この学習は、学習データを撮影時の解像度ごとに分けた上で、解像度ごとに行うものとする。生成された各モデル（学習済みモデル）は、該モデルに対応する設定値および解像度と対応付けて管理しておく。本実施形態のモデル

40

【0017】

以上の処理を行った上で、本実施形態では、複数の変状の種類の選択肢の中から検知対象の種類の指定を受け、検知対象の種類に応じて適切な設定値が異なることを考慮し、指定された検知対象の種類に応じて設定値の組合せを決める。詳しくは後述するが、組合せの決定は、検知対象の画像の解像度と、検知対象である変状の領域の面積の大きさの傾向に基づいて行う。組合せが決まったら、該組合せに含まれている設定値ごとに検知対象の解像度に基づきモデルを選択し、該選択したモデルを用いて検知対象の検知処理を行う。したがって、本実施形態では、適切な設定値を決めることにより、適切なモデルを選択する

50

ことになる。

【0018】

次に、本実施形態に係る情報処理装置200のハードウェア構成例について、図2のブロック図を用いて説明する。なお、図2に示した構成は、情報処理装置200に適用可能な構成の一例に過ぎず、以下の説明は図2の構成に限定することを意図したものではない。

【0019】

CPU(Central Processing Unit)201は、ROM202やRAM203に格納されているコンピュータプログラムやデータを用いて各種の処理を実行する。これによりCPU201は、情報処理装置200全体の動作制御を行うとともに、情報処理装置200が行うものとして説明する各処理を実行もしくは制御する。

10

【0020】

ROM(Read-Only Memory)202には、情報処理装置200の設定データ、情報処理装置200の起動に係るコンピュータプログラムやデータ、情報処理装置200の基本動作に係るコンピュータプログラムやデータ、などが格納されている。

【0021】

RAM(Random Access Memory)203は、ROM202やHDD(Hard Disk Drive)204からロードされたコンピュータプログラムやデータを格納するためのエリアを有する。さらにRAM203は、通信部207が外部から受信したデータを格納するためのエリアを有する。さらにRAM203は、CPU201が各種の処理を実行する際に用いるワークエリアを有する。このようにRAM203は、各種のエリアを適宜提供することができる。

20

【0022】

HDD204には、OS(オペレーティングシステム)、情報処理装置200が行うものとして説明する各種の処理をCPU201に実行もしくは制御させるためのコンピュータプログラムやデータ、等が保存されている。HDD204に保存されているデータには、以下の説明において、事前に準備されているものとして説明するデータや、既知のデータとして取り扱うデータなどが含まれている。HDD204に保存されているコンピュータプログラムやデータは、CPU201による制御に従って適宜RAM203にロードされ、CPU201による処理対象となる。なお、情報処理装置200は、HDD204に加えて、若しくは代えて外部記憶装置を用いてもよい。外部記憶装置は、例えば、メディア(記録媒体)と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、情報処理装置200とネットワークを介して通信可能なサーバ装置等であってもよい。このような外部記憶装置にHDD204の機能の一部若しくは全部を担わせてもよい。

30

【0023】

表示部205は、液晶画面やタッチパネル画面を有し、CPU201による処理結果を画像や文字などでもって表示する。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。また、表示部205は、画像や文字を投影するプロジェクタなどの投影装置であってもよい。

40

【0024】

操作部206は、キーボード、マウス、タッチパネル画面などのユーザインターフェースであり、ユーザが操作することで各種の指示をCPU201に対して入力することができる。

【0025】

通信部207は、公知の通信技術により、外部装置との間で、有線および/または無線のデータ通信を行うための通信インターフェースである。CPU201、ROM202、RAM203、HDD204、表示部205、操作部206、通信部207、は何れもシステムバス208に接続されている。

50

【 0 0 2 6 】

本実施形態に係る情報処理装置 2 0 0 の機能構成例を、図 3 のブロック図に示す。図 3 において矩形 3 0 0 内の機能部は情報処理装置 2 0 0 の特徴的な構成であるが、本実施形態では情報処理装置 2 0 0 は更に、矩形 3 0 0 外の機能部も有するものとする。

【 0 0 2 7 】

以下では、図 3 に示した機能部を処理の主体として説明する。しかし実際には、該機能部の機能を C P U 2 0 1 に実行もしくは制御させるためのコンピュータプログラムを C P U 2 0 1 が実行することで該機能部の機能が実現される。なお、図 3 に示した機能部はハードウェア（演算部や回路）で実装しても構わない。

【 0 0 2 8 】

情報処理装置 2 0 0 が検知対象の画像を読み込んでから統合結果を取得するまでの処理について、図 4 のフローチャートに従って説明する。ステップ S 4 0 1 では、画像取得部 3 2 0 が、検知対象の画像を取得する。ステップ S 4 0 1 で取得する画像は、上述の通り、インフラ構造物の壁面を撮影した撮影画像であり、画像全体の解像度が一定の画像である。本実施形態では、この画像は、エフロレッセンスを検出する目的で使用する。画像取得部 3 2 0 は、検知対象の画像を H D D 2 0 4 から取得してもよいし、通信部 2 0 7 を介して外部の装置から受信した検知対象の画像を取得してもよい。つまり、検知対象の画像はいずれの装置から取得してもよい。

【 0 0 2 9 】

ステップ S 4 0 2 では、解像度取得部 3 4 0 は、ステップ S 4 0 1 で取得した検知対象の画像の解像度を取得する。検知対象の画像の解像度を取得する方法は特定の取得方法に限らないが、一例を図 5 を用いて説明する。例えば、C P U 2 0 1 は、図 5 (A) に例示するウィンドウ 5 1 0 を表示部 2 0 5 に表示させる。ユーザは操作部 2 0 6 を操作して、領域 5 1 4 に検知対象の画像の解像度を入力する。そしてユーザが操作部 2 0 6 を操作してポインタ 5 1 2 を決定ボタン 5 1 3 に移動させて決定操作（例えばクリック操作）を行うと、解像度取得部 3 4 0 は、ユーザが該領域 5 1 4 に入力した解像度を取得する。以下では、具体的な説明を行うべく、ステップ S 4 0 2 で取得した解像度は 1 . 0 m m / p i x e l であるものとして説明するが、以下の説明はこのような解像度に限定したものではなく、如何なる解像度であってもよい。

【 0 0 3 0 】

ステップ S 4 0 3 では、属性取得部 3 1 0 は、検知対象の属性（カテゴリ）を取得する。本実施形態では、検知対象の属性として、検知する対象となる変状の種類を取得するものとして説明する。以下では、具体的な説明を行うべく、検知対象の属性として、エフロレッセンスを取得したケースについて説明するが、以下の説明はこのケースに限らない。検知対象の属性を取得する方法は特定の方法に限らないが、一例を図 5 を用いて説明する。上記のウィンドウ 5 1 0 には、変状の種類の一覧を表示するプルダウンリスト 5 1 1 が設けられている。ユーザは操作部 2 0 6 を操作して、プルダウンリスト 5 1 1 に表示されている変状の種類のうちこれから検知したい変状の種類（所望の変状の種類）の表示位置にポインタ 5 1 2 を移動させて選択操作（例えばクリック操作）を行うと、該所望の変状の種類を選択種類として選択することができる。そしてユーザが操作部 2 0 6 を操作してポインタ 5 1 2 を決定ボタン 5 1 3 に移動させて決定操作（例えばクリック操作）を行うと、属性取得部 3 1 0 は、該選択種類を、検知対象の属性として取得する。図 5 (A) では、選択種類としてエフロレッセンスが選択されている状態を示している。

【 0 0 3 1 】

次に、ステップ S 4 0 4 およびステップ S 4 0 5 の処理で、決定部 3 5 0 は、設定値の組合せを決定する。大まかな流れとしてはステップ S 4 0 4 でまず設定値の組合せの候補を取得し、ステップ S 4 0 5 で該候補から設定値の組合せを選択する。

【 0 0 3 2 】

まず、ステップ S 4 0 4 の処理について説明する。ステップ S 4 0 4 では、決定部 3 5 0 は、ステップ S 4 0 3 で取得した変状の種類に対応する、「設定値の組合せの候補」を取

10

20

30

40

50

得する。例えば、HDD204には、図5(B)に示す如く、変状の種類ごとに、対応する「設定値の組合せの候補」が登録されているテーブルが保存されている。然るに決定部350は、ステップS403で取得した変状の種類に対応する「設定値の組合せの候補」を該テーブルから取得する。ここでは、ステップS403で取得した変状の種類はエフロレッセンスであるから、ステップS404では、図5(B)より、点線の矩形515で囲った「設定値の組合せの候補」を取得することになる。図5(B)に示したテーブルはHDD204に保存されていることに限らず、通信部207と通信可能な外部の装置に保存されていてもよいし、他の機器に保存されていてもよい。

【0033】

ここで、ステップS404の処理のための事前準備として、テーブルに登録する「設定値の組合せの候補」を決める処理について説明する。決定部350は、正解画像取得部380が変状の種類ごとに取得した正解画像群を、該正解画像取得部380から取得する。正解画像取得部380は、変状の種類ごとの正解画像群をHDD204から取得してもよいし、外部の装置から取得してもよいし、変状の種類ごとの正解画像群はいずれの装置から取得してもよい。そして決定部350は、変状の種類ごとに取得した正解画像群に基づいて、変状の種類ごとに、対応する「設定値の組合せの候補」を決定する。以下に、決定部350による「設定値の組合せの候補」の決め方として、所定解像度の正解画像群から、正解領域の面積の度数分布を取得し、該取得した度数分布に基づいて「設定値の組合せの候補」を決める方法について、図6を例にとり説明する。

【0034】

図6(A)の左側に示す正解画像610は、エフロレッセンスの正解画像であり、図6(A)の右側に示す度数分布620は、正解画像610のようなエフロレッセンスの正解画像の集合における正解領域の面積の度数分布を示す。つまり、図6(A)の右側において横軸は正解領域の面積、縦軸は個数を示す。

【0035】

図6(B)の左側に示す正解画像630は、鉄筋露出の正解画像であり、図6(B)の右側に示す度数分布660は、正解画像630のような鉄筋露出の正解画像の集合における正解領域の面積の度数分布を示す。つまり、図6(B)の右側において横軸は正解領域の面積、縦軸は個数を示す。

【0036】

正解領域の面積がSmaxに近い変状にはより大きな検知窓が適していて、正解領域の面積がより小さい変状にはより小さな検知窓が適していると仮定すると、エフロレッセンスと鉄筋露出では適した設定値が異なる。エフロレッセンスでは、正解画像610に示すように、正解領域の面積にばらつきがある傾向があるため、様々なサイズの検知窓を用意する必要がある。

【0037】

具体的には、エフロレッセンスでは、面積Smaxを囲える矩形のサイズを検知窓の最大値とする。ここでは例えば最大値を1000pixelとし、1000pixel以下の範囲で、設定値を等間隔に選択する。図5の点線の矩形515で囲まれた「設定値の組合せの候補」は、1000pixel以下の範囲で等間隔に選択した4個の設定値の組合せ「250pixel, 500pixel, 750pixel, 1000pixel」、該範囲で等間隔に選択した3個の設定値の組合せ「330pixel, 660pixel, 990pixel」、該範囲で等間隔に選択した2個の設定値の組合せ「500pixel, 1000pixel」、該範囲で等間隔に選択した1個の設定値の組合せ「500pixel」、を含む。

【0038】

一方、鉄筋露出の場合、度数分布640では、ピーク位置がSrにあり、ピークの幅が狭い。このことから、例えば、「設定値の組合せの候補」に含める設定値は1つと決め、面積Srを囲える矩形サイズを、「設定値の組合せの候補」に含める設定値とする。

【0039】

10

20

30

40

50

このようにして、変状の種類ごとに、対応する「設定値の組合せの候補」を取得しておく。この処理が、ステップ S 4 0 4 の処理のための事前準備として行われるべき処理である。

【 0 0 4 0 】

次に、ステップ S 4 0 5 では、決定部 3 5 0 は、ステップ S 4 0 4 で取得した「設定値の組合せの候補」から、以下の処理で用いる「設定値の組合せ」を決定する。決定部 3 5 0 は、検知対象の画像に対して検知処理を行う際に予測される処理時間と検知性能を考慮し、「設定値の組合せの候補」から適切な「設定値の組合せ」を決定する。

【 0 0 4 1 】

ここでは、処理時間と検知性能はパラメータの組合せの設定値の個数により変化することに着目する。予測される検知性能は、設定値の個数が多いと検知性能が良好になると仮定し、設定値の個数により検知性能の予測値を決めることができる。予測される処理時間についても、設定値の個数が多いと処理時間が長くなると仮定すると、設定値の個数により処理時間の予測値を決めることができる。これらの予測値は、例えば設定値の個数に対して比例する値として、設定値の個数ごとに事前に決めておく。以下では、設定値の個数に対する検知性能と処理時間のトレードオフの關係に着目し、「設定値の組合せの候補」から、ユーザにとって好ましい「設定値の組合せ」を選択させる。

【 0 0 4 2 】

以下に、図 7 のウィンドウ 7 1 0 を用いて、「設定値の組合せの候補」から適切な「設定値の組合せ」を選択する方法を説明する。ウィンドウ 7 1 0 において点線の領域 7 1 1 には、検知処理を行う上で予測される処理時間と検知性能とが予測値として表示されており、この予測の結果は、点線の領域 7 1 2 内のスライダバーと連動して変化する。このスライダバーは、処理時間の短さと検知性能の高さのどちらを重視するかを操作するためのスライダバーである。ユーザが操作部 2 0 6 を操作してポインタ 7 1 3 をスライダバーのつまみに重ねてそこでドラッグ操作を行うことで該つまみをスライダバーの上端に近づけると、処理時間は短いが検知性能は低い組合せ、すなわち設定値の個数が少ない組合せを用いたときの予測値が領域 7 1 1 内に表示される。一方、ユーザが操作部 2 0 6 を操作してポインタ 7 1 3 をスライダバーのつまみに重ねてそこでドラッグ操作を行うことで該つまみをスライダバーの下端に近づけると、領域 7 1 1 には、処理時間は長いが検知性能は高くなる組合せ、すなわち設定値の個数が多い組合せを用いたときの予測値が表示される。ユーザは、つまみの位置を動かし、候補ごとに予測される処理時間と検知性能を比較した上で、処理時間と検知性能が好ましい値となったときに操作部 2 0 6 を操作してポインタ 7 1 3 を決定ボタン 7 1 4 に重ねてそこでクリック操作を行う。このクリック操作により、決定部 3 5 0 は、この時点において領域 7 1 1 内に表示されている「処理時間と検知性能の予測値」に対応する「個数」の設定値を含む「設定値の組合せ」を、適切な「設定値の組合せ」として決定する。

【 0 0 4 3 】

ここでは、適切な組合せとして設定値の個数が 3 の組合せ、すなわち、図 5 (B) の点線の矩形 5 1 5 に示す「設定値の組合せの候補」のうち「3 3 0 p i x e l、6 6 0 p i x e l、9 9 0 p i x e l」が選択されたとする。このように、処理時間と検知性能を比較可能に表示することにより、候補の中から、ユーザにとって好ましい組合せを選択することができる。なお、設定値の候補から実際に用いる設定値を選択する構成としたが、1 つの設定値を自動的に決定する構成としてもよい。また、設定値の組合せを決定する構成としたが、1 つの設定値を自動的に決定する構成としてもよい。

【 0 0 4 4 】

次に、ステップ S 4 0 6 では、決定部 3 5 0 は、ステップ S 4 0 2 で取得した「検知対象の画像の解像度」に基づき、ステップ S 4 0 5 で決定した組合せに含まれる設定値ごとに学習済みモデルを選択する。本実施形態では、複数の設定値に対応する学習済みモデルを解像度別に関連付けてモデル格納部 3 9 0 で管理している。そのため、設定値が決まると、解像度に基づき学習済みモデルを決めることができる。ここでは、組合せの設定値の個

10

20

30

40

50

数が 3 であるため、選択される学習済みモデルは 3 つとなる。

【 0 0 4 5 】

次に、ステップ S 4 0 7 ~ ステップ S 4 1 1 において検知部 3 6 0 は、検知対象の画像から検知対象を検知する検知処理を行う。ステップ S 4 0 7 ~ ステップ S 4 1 1 において行われる、検知対象の画像から検知対象を検知する検知処理について、図 1 (A) を例にとり説明する。

【 0 0 4 6 】

図 1 (A) において参照番号 1 1 0 は検知対象の画像を示しており、参照番号 1 1 2 は学習済みモデルを示しており、参照番号 1 2 0 は、画像 1 1 0 に対して検知窓により一通り検知を行った結果としての画像 1 2 0 を示している。

10

【 0 0 4 7 】

検知対象の画像 1 1 0 において所定サイズ (ステップ S 4 0 5 で決定した組合せに含まれる設定値に応じたサイズ) の検知窓を設置した箇所 1 1 1 が、学習済みモデル 1 1 2 に入力する画像範囲である。画像範囲内の画像 (部分画像) を、以降ではパッチ画像と称する。箇所 1 1 1 内のパッチ画像を学習済みモデル 1 1 2 に入力すると、学習済みモデル 1 1 2 は該パッチ画像に対して検知処理を行い、該パッチ画像と同じサイズの画像 1 2 1 を出力する。この画像 1 2 1 には、箇所 1 1 1 内のパッチ画像上の検知対象が存在する可能性の高い画素には高いスコア、検知対象が存在する可能性の低い画素には低いスコアが格納されている。このような画像 1 2 1 を、以降ではパッチスコアマップと称する。このように、画像からパッチ画像を取得して検知する処理は、検知窓を少しずつ動かしながら実施する。具体的には、検知窓のはじめの位置は画像の左上端とし、次の位置は一つ前の位置から所定画素数分だけ右側に平行移動させた位置とする処理を、検知窓が画像右端に到達するまで繰り返す。画像の右端に到達後、次の検知窓は、画像左端の、前回の左端位置より所定画素数分だけ下の位置に移動させ、再び所定画素数ずつ右側に移動させる。この繰り返し処理を、検知窓が画像右下端に到達するまで続け、移動の度に検知を行うことにより、多数のパッチスコアマップを取得できる。その後、各パッチスコアマップを該パッチスコアマップに対応するパッチ画像と対応する位置に配置することにより、元の画像 1 1 0 と同じサイズで、画素ごとに変状のある可能性を示す画素が格納された画像 1 2 0 を取得できる。ここで取得する画像 1 2 0 を、パッチスコアマップと区別し、以降ではスコアマップと称する。

20

30

【 0 0 4 8 】

本実施形態では、このような基本の検知処理を、複数のサイズの検知窓を用いて行う。検知窓のサイズを複数用いる場合の処理について、図 1 (B) を用いて説明する。図 1 (B) では、3 つの異なるサイズの検知窓を検知対象の画像 1 3 0 に設置し、該 3 つの異なるサイズの検知窓を設置した箇所である画像範囲 1 3 1、1 3 2、1 3 3 のそれぞれからパッチ画像を取得する。

【 0 0 4 9 】

画像範囲 1 3 1 から取得したパッチ画像を、該画像範囲 1 3 1 に対応する学習済みモデル 1 3 4 に入力すると、学習済みモデル 1 3 4 は該パッチ画像に対して検知処理を行い、該パッチ画像に対応するパッチスコアマップを出力する。画像 1 3 0 上の全ての画像範囲 1 3 1 について同様の処理を行うことで、画像 1 3 0 に対応する、画像範囲 1 3 1 のサイズに応じたスコアマップ 1 5 0 が生成される。

40

【 0 0 5 0 】

画像範囲 1 3 2 から取得したパッチ画像を、該画像範囲 1 3 2 に対応する学習済みモデル 1 3 5 に入力すると、学習済みモデル 1 3 5 は該パッチ画像に対して検知処理を行い、該パッチ画像に対応するパッチスコアマップを出力する。画像 1 3 0 上の全ての画像範囲 1 3 2 について同様の処理を行うことで、画像 1 3 0 に対応する、画像範囲 1 3 2 のサイズに応じたスコアマップ 1 6 0 が生成される。

【 0 0 5 1 】

画像範囲 1 3 3 から取得したパッチ画像を、該画像範囲 1 3 3 に対応する学習済みモデル

50

136に入力すると、学習済みモデル136は該パッチ画像に対して検知処理を行い、該パッチ画像に対応するパッチスコアマップを出力する。画像130上の全ての画像範囲133について同様の処理を行うことで、画像130に対応する、画像範囲133のサイズに応じたスコアマップ170が生成される。

【0052】

そして本実施形態では、これらのスコアマップ150、160、170を統合した結果である統合結果180を、最終的な検知の結果として取得する。以上説明した大まかな流れを踏まえ、図4に戻り、ステップS407～ステップS410の処理を順に説明する。

【0053】

ステップS407では、検知部360は、ステップS405で決定した組合せに含まれる設定値のうち未選択の設定値を1つ選択設定値として選択する。ステップS408では、検知部360は、ステップS406で選択した設定値ごとのモデルから、ステップS407で選択した選択設定値およびステップS402で取得した解像度に対応するモデルを選択モデルとして選択する。ステップS409では、検知部360は、検知対象の画像に、選択設定値に応じたサイズの検知窓を設置し、該検知窓の画像領域内のパッチ画像を取得する（切り出す）。

10

【0054】

ステップS410では、検知部360は、ステップS409で取得したパッチ画像をステップS408で選択した選択モデルに入力し、該選択モデルを用いて該パッチ画像に対する検知処理を行うことで、該パッチ画像に対応するパッチスコアマップを生成する。

20

【0055】

ステップS411では、検知部360は、検知対象の画像上における検知窓の移動が完了したか否かを判断する。この判断の結果、検知対象の画像上における検知窓の移動が完了した（現在の検知窓の位置は検知対象の画像の右下隅の位置である）場合には、処理はステップS412に進む。一方、検知窓の移動が未だ完了していない（現在の検知窓の位置は検知対象の画像の右下隅の位置ではない）場合には、検知窓の位置を上記の如く移動させてから処理はステップS409に進む。

【0056】

ステップS412では、検知部360は、選択設定値に応じたサイズの検知窓を移動させながら取得したそれぞれのパッチスコアマップを、対応するパッチ画像の位置に応じて並べて1枚のスコアマップを生成する。例えば、ステップS407で選択した選択設定値に応じたサイズの検知窓の画像領域が画像範囲131/132/133で、検知対象の画像上における該検知窓の移動が完了した場合、ステップS412では、スコアマップ150/160/170を生成する。

30

【0057】

ステップS413では、検知部360は、ステップS405で決定した組合せに含まれるすべての設定値を選択設定値として選択したか否かを判断する。この判断の結果、ステップS405で決定した組合せに含まれるすべての設定値を選択設定値として選択した場合には、処理はステップS414に進む。一方、ステップS405で決定した組合せに含まれる設定値のうち未だ選択設定値として選択してない設定値が残っている場合には、処理はステップS407に進む。

40

【0058】

ステップS414では、統合部370は、ステップS405で決定した組合せに含まれるそれぞれの設定値について生成したスコアマップを1枚の統合スコアマップ（統合結果）に統合する処理を行う。具体的には、それぞれのスコアマップから同位置（着目画素位置）の画素値を取得し、該取得した画素値の平均値を、統合スコアマップの着目画素位置における画素値とする。統合スコアマップの着目画素位置（x、y）における画素値m（x、y）は、例えば、以下の式（1）に基づいて求める。

【0059】

【数1】

50

$$m(x, y) = \frac{\sum_i^n p_i(x, y)}{n} \cdots \text{式 (1)}$$

10

【 0 0 6 0 】

ここで、 n はパッチスコアマップの数（＝設定値の個数＝学習済みモデルの個数）である。 $p_i(x, y)$ は、 n 枚のパッチスコアマップを p_1, p_2, \dots, p_n としたときの i 番目のパッチスコアマップ p_i における着目画素位置（ x, y ）の画素値である。この式（1）を全ての画素位置に適用することで、統合スコアマップにおける全ての画素位置における画素値を求めることができる。

【 0 0 6 1 】

このように、本実施形態によれば、検知対象の画像の解像度と、検知対象の属性と、に基づき、学習済みモデルに入力するパッチ画像の画像範囲に影響するパラメータの設定値の組合せを適切に決めることができる。

20

【 0 0 6 2 】

なお、図 4 の各ステップにおける処理は、上記の順序で実行されることに限らない。例えば、ステップ S 4 0 1～ステップ S 4 0 3 の各ステップにおける処理はどのような順で実行してもよい。また、ステップ S 4 0 1 における画像の取得は、ステップ S 4 0 9 におけるパッチ画像の取得までに行っておけばよい。また、ステップ S 4 0 9 よりも前のどのタイミングで実行してもよい。また、図 4 では、ステップ S 4 0 9～ステップ S 4 1 1 で画像全体に検知窓を走査する処理が完了してから、ステップ S 4 1 2 で画像全体のスコアマップを生成したが、この順番でなくてもよい。方法としては、まず、ステップ S 4 0 9 でパッチ画像を切り出す前に検知対象の画像と同じサイズで、全画素に 0 など仮の値を格納した仮のスコアマップを作成しておく。そして、パッチ画像からステップ S 4 1 0 で取得するパッチスコアマップを取得する度に、仮のスコアマップ上で、パッチ画像と対応する画像範囲の画素を、パッチスコアマップの値で書き換える。この方法により、検知窓の走査が完了するタイミングでスコアマップを作成することができる。

30

【 0 0 6 3 】

< 統合部 3 7 0 のバリエーション >

上記の説明では、統合部 3 7 0 は、複数のスコアマップにおける平均画素値を算出することで該複数のスコアマップを統合した 1 枚の統合スコアマップを生成したが、複数のスコアマップの統合方法は特定の統合方法に限らない。例えば、各スコアマップの各画素値に対して重みづけ加算を行うことにより統合スコアマップの画素値を決定してもよい。この場合における統合スコアマップの着目画素位置（ x, y ）における画素値 $m(x, y)$ は、例えば、以下の式（2）に基づいて求める。

40

【 0 0 6 4 】

【 数 2 】

$$m(x, y) = \sum_i^n w_i p_i(x, y) \cdots \text{式 (2)}$$

50

【 0 0 6 5 】

w_i は、スコアマップ p_i における着目画素位置 (x 、 y) の画素値に対する重み係数 (統合重み) である。統合重みを適切に決めることにより統合結果の精度を高めることを狙い、統合重みの決め方を 2 つ説明する。

【 0 0 6 6 】

統合重みの決め方の 1 つ目は、学習済みモデルごとの信頼度を考慮した方法である。信頼度は、各学習済みモデルが相対的にどれくらい良質であるかを表す値である。この方法では、モデル格納部 390 は、学習済みモデルを、該学習済みモデルの信頼度と関連付けて保持している。そして、スコアマップに対する統合重みには、該スコアマップに対応する学習済みモデルと関連付けてモデル格納部 390 が保持している信頼度を用いる。ここで、3 つの学習済みモデルから取得するスコアマップを統合する状況を例に、信頼度の決め方の具体例を 2 つ説明する。

10

【 0 0 6 7 】

1 つ目の具体例として、信頼度を学習済みモデルの検知性能に基づいて決定する方法について説明する。ここでは、学習済みモデルごとに後述の評価方法により検知性能を算出しているものとし、ある学習済みモデルの信頼度は、例えば以下の式により算出する。

【 0 0 6 8 】

【 数 3 】

20

$$\text{reliability}_i = \frac{\text{rate}_i}{\sum_j^n \text{rate}_i} \cdot \cdot \cdot \text{式 (3)}$$

30

【 0 0 6 9 】

ここで、 reliability_i はスコアマップ p_i に対応する学習済みモデル M_i の信頼度である。 rate_i は、学習済みモデル M_i の検知性能である。例えば、3 つの学習済みモデルのそれぞれの検知性能が、90%、85%、75% であるとする。このとき、該 3 つの学習済みモデルのそれぞれの信頼度は $0.36 (= 90 / (90 + 85 + 75))$ 、 $0.34 (= 85 / (90 + 85 + 75))$ 、 $0.30 (= 75 / (90 + 85 + 75))$ となる。そしてこのようにして求めた信頼度 reliability_i を、そのまま統合重み w_i として用いる。このようにして統合重みを決めると、より良質な学習済みモデルによる出力の寄与が高くなるように調整でき、検知性能を高められる。

【 0 0 7 0 】

40

次に、2 つ目の具体例として、信頼度を、学習済みモデルの学習に用いたデータ量の割合に基づいて決定方法について説明する。この方法では、モデル格納部 390 は、学習済みモデルの学習に用いたデータ量の情報を、該学習済みモデルと関連付けて保持している。そして、多くのデータで学習した学習済みモデルの出力が良質であるとみなし、信頼度はデータ量の比率とする。例えば、3 つの学習済みモデルのそれぞれの学習に用いたパッチ枚数が、7 万枚、2 万枚、1 万枚であるとする。このとき、該 3 つの学習済みモデルのそれぞれの信頼度は、 $0.7 (= 7 \text{ 万} / (7 \text{ 万} + 2 \text{ 万} + 1 \text{ 万}))$ 、 $0.2 (= 2 \text{ 万} / (7 \text{ 万} + 2 \text{ 万} + 1 \text{ 万}))$ 、 $0.1 (= 1 \text{ 万} / (7 \text{ 万} + 2 \text{ 万} + 1 \text{ 万}))$ とする。そしてこのようにして求めた信頼度を、そのまま統合重みとして用いる。このように、データ量に基づく統合重みを用いると、検知性能に基づき重みを決める場合と同様の効果が得られる。

50

【 0 0 7 1 】

統合重みの決め方の2つ目の方法は、検知対象の属性を考慮した方法である。ここでは、検知対象の属性ごとに、画像上の領域の大きさに傾向があることを考慮し、統合重みを該属性に合った値に決定することを狙う。具体的には、検知対象の属性ごとの正解領域の度数分布に基づき統合重みを決める。ここでは説明のため、エフロレッセンスの正解画像から作成した度数分布は、図6(C)の度数分布650として示すように、面積がより大きい正解領域の個数がより多い傾向があるとする。度数分布により面積の大きい変状が多いことが分かるため、上述の仮定と同様に面積が大きい変状には大きなサイズの検知窓が適しているとする、サイズの大きい検知窓により検知できる変状が多いと想定される。このため、サイズの大きい検知窓を用いて取得するスコアマップの統合重みを大きく設定する。例えば、使用した検知窓のサイズが330 pixel、660 pixel、990 pixelであるとする。このとき、330 pixelのサイズを有する検知窓を用いて取得したスコアマップに対する結合重みは $0.2(330 / (330 + 660 + 990))$ の計算結果を四捨五入したものとなる。同様に、660 pixelのサイズを有する検知窓を用いて取得したスコアマップに対する結合重みは $0.3(660 / (330 + 660 + 990))$ の計算結果を四捨五入したものとなる。同様に、990 pixelのサイズを有する検知窓を用いて取得したスコアマップに対する結合重みは $0.5(990 / (330 + 660 + 990))$ の計算結果を四捨五入したものとなる。このように、検知窓のサイズに基づいて統合重みを決定することにより、属性に合った値を設定することができる。

10

20

【 0 0 7 2 】

なお、上記では統合重みの算出方法として、信頼度を考慮した方法と属性を考慮した方法について説明したが、統合重みは信頼度および属性の両方を考慮して算出してもよい。例えば、以下の式(4)により、スコアマップ p_i における着目画素位置の画素値に対する重み係数(統合重み)を求めてもよい。

【 0 0 7 3 】

【 数 4 】

$$w_i = \frac{(w_{ai} + w_{ri})}{\sum_i^n (w_{ai} + w_{ri})} \cdots \text{式 (4)}$$

30

【 0 0 7 4 】

ここで、 w_{ri} は信頼度から決まる重み(reliability $_i$)、 w_{ai} は検知対象の属性から決まる重み、である。このように、信頼度と属性の両方を考慮して統合重みを求めることで、統合重みをよりバランスのとれた値に設定できる。

【 0 0 7 5 】

40

< 決定部350のバリエーション >

上記では、図5(B)のテーブルはステップS404の開始時にはすでに作成されてHDD204に保存されているものとして説明した。しかし、このテーブルはステップS404までに作成されていれば、その作成タイミングは特定の作成タイミングに限らない。例えば、このテーブルを図4のフローチャートに従った処理の開始前に作成しておいてもよいし、図4のフローチャートに従った処理の開始後、ステップS404までにこのテーブルを作成しても良い。

【 0 0 7 6 】

また、上記では、決定部350が設定値の組合せの候補を複数作成し、その中から適切な組合せを決定する方法を述べたが、設定値の組合せの候補を作成する処理は省略してもよ

50

い。この場合、組合せに含める設定値の個数をはじめから１つと決める。候補の作成を省略すると、ユーザにとって好ましい条件を満たす組合せを選ぶことはできなくなるが、ユーザによる操作の手間を省くことができる。

【 0 0 7 7 】

また、上記では、決定部 3 5 0 が処理時間および検知性能の予測値を表示する際、該予測値は設定値の個数により予測することを述べたが、該予測の方法は上記の方法に限定されない。以下に、学習データの一部を用いて取得する検知性能と処理時間に基づき、予測される検知性能と処理時間を取得する方法について説明する。

【 0 0 7 8 】

まず、予測される検知性能の取得方法について説明する。まず、検知部 3 6 0 が学習データの一部に対し、設定値ごとに対応する学習済みモデルを適用して複数のスコアマップを取得する。そして、各スコアマップに対して評価部 3 3 0 が評価を行って、スコアマップごとに精度の評価値を取得し、該スコアマップの評価値を、該スコアマップに対応する学習済みモデルの検知性能の予測値とする。評価値として、例えばスコアマップと正解画像を用いて一致率を算出する。具体的には、スコアマップに対して二値化処理を行って二値画像を取得し、二値画像から正解画像を差し引いた差分画像を取得する。差分画像において 0 が格納されている箇所においては両者の画素値が一致しているとわかることから、全画素のうち 0 が格納されている画素が占める割合を一致率とする。ここでは、このように一部の学習データを対象に、スコアマップごとに算出する検知性能の予測値をウィンドウ 7 1 0 に表示する。

10

20

【 0 0 7 9 】

続いて、予測される処理時間の取得方法について説明する。この処理では、学習データの一部の画像に対して検知部 3 6 0 による上記の検知処理を行い、そのときの処理時間を基に、検知対象の画像に要する処理時間を算出する。ここでは、上記の検知性能の算出のための検知処理において処理時間を計測したものとする。予測される処理時間は、処理時間を計測した画像の規模（画像サイズや画像ファイルの合計サイズ）と、検知対象の画像の規模に基づき取得する。例えば、検知対象の画像の規模が、処理時間を計測した画像の規模の半分であれば、予測値は計測した処理時間の半分とする。このように、学習データの一部を用いて取得する検知性能と処理時間に基づき、予測される検知性能と処理時間を取得すると、予測値の精度を高めることができる。

30

【 0 0 8 0 】

また、上記では、決定部 3 5 0 は、ユーザが設定値の組合せを決定するために処理時間と検知性能の予測値を比較可能に表示する方法を示したが、表示の方法はこれに限定されない。例えば、表示部 2 0 5 に組合せごとに予測される処理時間のみを表示し、許容可能な処理時間をユーザに操作部 2 0 6 を用いて設定させる。そして、許容可能な処理時間に対応し、かつ、検知性能が最大となる候補を適切な組合せとして決定する。このように、許容可能な処理時間を基に組合せを決定すると、上記の方法に比べ、ユーザの操作回数を減らすことができる。

【 0 0 8 1 】

また、上記では、決定部 3 5 0 は、度数分布から直接設定値を決定してもよい。ここでは、説明のため、図 6 (D) に示す度数分布 6 6 0 を用いる。度数分布 6 6 0 は、ある種類の正解画像群から生成されたものである。面積 S 1 ~ S 2 の間の面積の変状に適した検知窓のサイズとして設定値 W 1 を決定する。面積 S 2 ~ S 3 の間の面積の変状に適した検知窓のサイズとして設定値 W 2 を決定する。面積 S 3 ~ S 4 の間の面積の変状に適した検知窓のサイズとして設定値 W 3 を決定する。面積 S 4 ~ S 5 の間の面積の変状に適した検知窓のサイズとして設定値 W 4 を決定する。面積 S 5 以上の面積の変状に適した検知窓のサイズとして設定値 W 5 を決定する。

40

【 0 0 8 2 】

また、検知対象の画像とは解像度のみが異なる別画像に適切な設定値の組合せが得られていれば、該組合せと、該別画像の解像度と検知対象の画像の解像度との比率と、に応じて

50

、該検知対象の画像に適切な設定値の組合せを得ることができる。検知対象の画像とは解像度の異なる別画像であっても、設定値（検知窓サイズ）の実物の壁面上に対応する大きさが検知対象の画像と別画像とで同じになるように、設定値を決めることができる。本実施形態では、上述のように、検知対象の属性（ここではエフロレッセンス、鉄筋露出などの変状の種類）の大きさに傾向があることを前提としているため、このことは検知性能の向上に繋がる。具体的には、検知対象の画像と解像度のみが異なる別画像の解像度は 2.0 mm / pixel であり、該別画像に適切な設定値の組合せは 330 pixel 、 660 pixel 、 990 pixel とする。検知対象の画像の解像度が 1.0 mm / pixel のとき、検知対象の画像に適した設定値の組合せは、解像度の比率「2」を 330 pixel 、 660 pixel 、 990 pixel に乗じた 660 pixel 、 1320 pixel 、 1980 pixel となる。

【0083】

また、設定値の組合せの決定方法の別の形態について説明する。以下に、解像度を用いずに、検知対象の属性の正解画像を用いて設定値の組合せを決める方法を説明する。ここでは、仮の設定値としてランダムな値を複数用意しておき、仮の設定値ごとに得点付けを行う。そして、得点に基づき組み合わせを決める。具体的には、様々なサイズの画像範囲を切り出したパッチ画像を表示部 205 に表示し、識別可否についてユーザからの入力（フィードバック）を受け、該フィードバックに基づき得点を決める。ここでは、人が識別できない場合は学習済みモデルも判断できないはずであるという仮定の下、仮の設定値ごとに得点をつけ、得点の高い設定値を採用する。具体例を図 12 を用いて説明する。ウィンドウ 1210 は表示部 205 に表示される。ウィンドウ 1210 における列 1211 には、仮の設定値として複数の検知窓サイズ $w s 1$ 、 $w s 2$ 、 $w s 3$ が表示されている。列 1212 および列 1213 にはそれぞれ、正解画像の正解領域に基づき検知対象の画像から切り出した検知対象の領域のパッチ画像と背景領域の画像とを表示している。ユーザは、それぞれの仮の設定値について、列 1212 のパッチ画像と列 1213 の画像とを比較し、目で識別できるかを判断し、列 1214 に示すチェックボタンを用いて、識別可否の判断結果を入力する。ユーザは操作部 206 を操作してポインタ 1215 を、識別可能な場合は左側のチェックボタンに移動させて指示し、識別不可能な場合は右側のチェックボタンに移動させて指示し、どちらともいえない場合は中央のチェックボタンに移動させて指示する。決定部 350 は、仮の設定値ごとに、指示されたチェックボタンに応じた得点を求める。例えば、識別可能であるとユーザにより指示された仮の設定値には得点「1」を付け、識別不可能であるとユーザにより指示された仮の設定値には得点「0」を付け、どちらともいえないとユーザにより指示された仮の設定値には得点「0.5」を付ける。そして決定部 350 は、それぞれの仮の設定値のうち得点が所定値よりも高い仮の設定値を、組み合わせに含める設定値として採用する。図 12 の場合、例えば、所定値が 0.3 である場合には、仮の設定値 $w s 1$ 、 $w s 2$ 、 $w s 3$ のうち $w s 2$ 、 $w s 3$ を、組み合わせに含める設定値として採用し、該採用した仮の設定値の組合せを適切な組合せとする。このように、検知対象の属性の正解画像を利用して、人の目で識別可能かにより組合せを決定することにより、検知対象の属性により適した組合せを決めることができる。

【0084】

[第 2 の実施形態]

本実施形態を含む以下の各実施形態では、第 1 の実施形態との差分について説明し、以下で特に触れない限りは第 1 の実施形態と同様であるものとする。第 1 の実施形態では、検知処理を行う際に学習済みモデルに入力する画像上の画像範囲に関連するパラメータの設定値の組合せを決める方法について説明した。これに対し、本実施形態では、学習データの正解画像を用いて、学習にも検知にも適したパラメータの設定値の組合せを決定する。本実施形態で扱う画像は第 1 の実施形態と同様にインフラ構造物の壁面の画像とし、検知対象の属性はエフロレッセンスとし、着目するパラメータは検知窓のサイズとする。また、本実施形態では、第 1 の実施形態と同様に、学習データを用いてパラメータの設定値の組合せを決める。

【 0 0 8 5 】

本実施形態に係る情報処理装置 2 0 0 の機能構成例について、図 8 のブロック図を用いて説明する。図 8 に示した構成は、図 3 に示した構成に学習部 8 1 0 を加えた構成となっている。学習部 8 1 0 は、パッチ画像に対して検知部 3 6 0 が出力するパッチスコアマップと、該パッチ画像に対応する正解画像と、の誤差に基づき、モデルの学習を行う。

【 0 0 8 6 】

次に、本実施形態の概要を説明する。本実施形態では、第 1 の実施形態と同様に、事前準備として、様々な設定値に対応するモデルの学習を行い、設定値と学習済みモデルとを関連付けて管理しておく。事前準備ができたら、組合せの設定値の個数ごとに適切な組合せを決める。方法としては、設定値の個数ごとに、学習済みモデルに対応する設定値を用いて様々な組合せを作成し、組合せごとに統合結果の評価を行う。そして、評価の結果に基づき、設定値の個数ごとに適切な組合せを決める。

10

【 0 0 8 7 】

次に、具体的な処理の流れについて説明する。まず、事前準備について説明する。ここでは、設定値の上限は、第 1 の実施形態と同様に度数分布により決定するものとする。上限は例えば 1 0 0 0 p i x e l とし、1 0 0 0 p i x e l 以下の範囲で等間隔に設定値を選択し、設定値ごとにモデルの学習を行っておく。事前準備が完了したら、組合せを決定する処理を行う。図 1 0 のフローチャートを用いて処理の流れを説明する。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 1 0 0 1 では、画像取得部 3 2 0 は評価に用いる画像を取得し、ステップ S 1 0 0 2 では、画像取得部 3 2 0 は、評価に用いる正解画像を正解画像取得部 3 8 0 から取得する。これらの画像は、モデルの学習に用いたデータとは異なるデータとする。

20

【 0 0 8 9 】

ステップ S 4 0 2 では、解像度取得部 3 4 0 は、ステップ S 1 0 0 1 で取得した画像の解像度を取得する。解像度の取得方法は第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 4 0 3 では、属性取得部 3 1 0 は、検知対象の属性としてエフロレッセンスを取得する。そして、ステップ S 1 0 0 3 ~ ステップ S 1 0 1 0 の処理により、設定値の個数ごとに適した組合せを決める。

【 0 0 9 1 】

ステップ S 1 0 0 3 では、決定部 3 5 0 は、設定値の個数の集合から未選択の個数を 1 つ選択個数として選択する。ここでは、例えば、選択個数として「 4 」を選択したとする。

30

【 0 0 9 2 】

ステップ S 1 0 0 4 では、決定部 3 5 0 は、ステップ S 1 0 0 3 で選択した選択個数分の設定値を含む組合せを複数個作成する。ステップ S 1 0 0 5 では、決定部 3 5 0 は、ステップ S 1 0 0 4 で作成した複数の組合せのうち未選択の組合せを 1 つ、選択組み合わせとして選択する。ステップ S 1 0 0 6 では、検知部 3 6 0 は、選択組み合わせに対応するモデルを取得する。

【 0 0 9 3 】

ステップ S 1 0 0 7 では、ステップ S 1 0 0 1 で取得した評価用の画像と、ステップ S 1 0 0 2 で取得した評価用の正解画像と、を用いて評価を行う。より詳しくは、検知部 3 6 0 は、評価用の画像に対して設定値ごとに検知処理を行い、設定値ごとに得られるスコアマップを統合した統合結果を取得する。そして評価部 3 3 0 は、統合結果と評価用の正解画像と、を用いて、第 1 の実施形態で説明した評価方法により評価を行うことで評価値を求める。

40

【 0 0 9 4 】

ステップ S 1 0 0 8 では、CPU 2 0 1 は、ステップ S 1 0 0 4 で作成した全ての組合せをステップ S 1 0 0 5 で選択組み合わせとして選択したか否かを判断する。この判断の結果、全ての組合せを選択組み合わせとして選択した場合には、処理はステップ S 1 0 0 9 に進む。一方、ステップ S 1 0 0 4 で作成した複数の組合せのうちまだ選択組み合わせと

50

して選択していない組み合わせが残っている場合には、処理はステップ S 1 0 0 5 に進む。

【 0 0 9 5 】

ステップ S 1 0 0 9 では、決定部 3 5 0 は、ステップ S 1 0 0 7 における評価の結果に基づいて、最適な組み合わせを決定する。具体的には、決定部 3 5 0 は、ステップ S 1 0 0 4 で作成した複数個の組合せのうち、最も高い評価値を求めた組合せを、ステップ S 1 0 0 3 で選択した選択個数における最適な組合せとして決定する。

【 0 0 9 6 】

ステップ S 1 0 1 0 では、CPU 2 0 1 は、ステップ S 1 0 0 3 で設定値の個数の集合に含まれる全ての個数を選択個数として選択したか否かを判断する。この判断の結果、設定値の個数の集合に含まれる全ての個数を選択個数として選択した場合には、図 1 0 のフローチャートに従った処理は終了する。一方、設定値の個数の集合においてまだステップ S 1 0 0 3 で選択個数として選択していない個数が残っている場合には、処理はステップ S 1 0 0 3 に進む。以上の処理により、設定値の個数ごとに、最適な設定値の組合せを決定することができる。

10

【 0 0 9 7 】

このように決定した設定値の個数ごとの組合せは、ステップ S 4 0 4 で設定値の組合せの候補として取得することができる。上記の方法によれば、第 1 の実施形態の方法に比べ、検知性能をより高める組合せを選択することができる。

【 0 0 9 8 】

なお、上記の方法により決定した組合せは、検知に限らず、学習に用いるパラメータの設定値の組合せとしてもよい。例えば、検知対象の画像の一部に正解画像があるとき、一部の画像を用いて学習して学習済みモデルを生成し、残りの画像に学習済みモデルを適用して検知するとする。このとき、上記の方法で決めた設定値（検知窓のサイズ）の組合せを用いて、画像からパッチ画像を切り出し、学習データを作成する。そして、設定値ごとに学習を行い、学習済みモデルを生成することができる。この方法によれば、属性に合った組合せにより、検知対象の画像に特化した学習を行うことができる。

20

【 0 0 9 9 】

なお、上記では、属性はエフロレッセンスや鉄筋露出としたが、これに限定されない。属性は、面積の大きいエフロレッセンス、面積の小さいエフロレッセンスとすることもできる。この場合、事前準備は少し変化する。まず、上述のように設定値を複数決定する。また、学習データを面積の大きいエフロレッセンスを含むデータとそうでないデータに予め分割しておき、それぞれのデータから、学習データを作成する。次に、ランダムに決めた設定値を複数用意する。そして、設定値ごとに、設定値が所定値より大きい場合は大きいエフロレッセンスを含むデータで学習を行い、所定値より小さい場合は小さいエフロレッセンスを含むデータで学習し、学習済みモデルを生成しておく。以上の事前準備を済ませた上で、組合せを決定する処理を行う。属性取得部 3 1 0 が例えば、検知対象は小さいエフロレッセンスであるという情報を取得すると、所定値以下の設定値を用いて、図 1 0 に示す一連の処理を行うことになる。このように、検知対象の属性として面積の大きさも考慮した処理を行うことにより、検知したい対象に特化した組合せの決定が可能となる。

30

40

【 0 1 0 0 】

< 1 つのモデルで学習と検知を行う方法 >

ここまででは、複数の検知窓のサイズに対応するモデルにより学習や検知を行うための処理を説明したが、学習と検知に用いるモデルは 1 つとすることもできる。この場合、着目するパラメータは検知窓のサイズではなく、後述の倍率も含む。

【 0 1 0 1 】

この処理では、学習や検知を行う前に、まずパラメータの設定値の組合せを決める。注目するパラメータは倍率とするが、パラメータが検知窓のサイズである場合と同様に、組合せの決定は、検知対象の属性に基づいて行う。ルールベースで設定値の下限を例えば 1 / 3 と決め、指定の属性に基づき決定する。例えば検知対象の属性がエフロレッセンスのと

50

き、第 1 の実施形態で説明した度数分布（図 6（A））を考慮して、下限の条件に合うように設定する。ここでは、倍率の設定値の組合せを等倍、1 / 2 倍、1 / 3 倍と決めたとする。

【0102】

学習と検知の具体的な処理の流れを図 9 に示す。図 9（A）は学習処理、図 9（B）は検知処理を表している。まず学習データに含まれる画像と正解画像のそれぞれに対し、一般的な画像処理により、複数の異なる倍率によってサイズ変換を行う。画像 910 は、学習データに含まれている画像とする。画像 910 を等倍、1 / 2 倍、1 / 3 倍に縮小し、それぞれの結果としてサイズ変換後の画像 911、912、913 を取得したとする。このようなサイズ変換を学習データに含まれている正解画像についても行うことで、サイズ変換後の正解画像を取得する。

10

【0103】

その後、画像と正解画像のそれぞれにサイズ変換を適用した結果（それぞれ、サイズ変換後の画像、サイズ変換後の正解画像）から所定サイズの検知窓を用いて、パッチ画像を収集する。このように、複数の倍率によりサイズ変換した後、同じサイズの検知窓によりパッチ画像を収集すると、結果として、収集するパッチ画像 917 は、サイズは均一であるが、元の画像 910 においてサイズの異なる画像範囲の情報を含むことになる。次に、学習データに含まれている画像と正解画像とで共通の画像範囲に対応するパッチ画像をペアとし、多数のペアを用いて 1 つのモデルの学習を行って、学習済みモデル 918 を生成する。以上が、学習処理の大まかな流れである。続いて、図 9（B）を用いて検知処理の流れを説明する。

20

【0104】

手順としてはまず、検知対象の画像 920 に対して、学習と同様の倍率を用いてサイズ変換を行う。検知対象の画像 920 に対してサイズ変換を行った結果が、画像 921、922、923 とする。次に、画像 921、922、923 のそれぞれに対し、学習済みモデル 918 を適用して、第 1 の実施形態で説明した基本の検知処理を行うことで、画像 921、922、923 のそれぞれに対応するスコアマップ 924、925、926 を取得する。ここで用いる検知窓のサイズは、学習で使用したサイズと同じとする。スコアマップ 924、925、926 は何れも、対応するサイズ変換後の画像 921、922、923 と同じサイズとなる。サイズ変換後の画像とその画像から取得するスコアマップのサイズは同じである。最後に、統合部 370 により、これらのスコアマップを統合する。第 1 の実施形態と異なり、本実施形態では、統合する対象であるスコアマップのサイズが互いに異なるため、各スコアマップに対して、倍率の逆数を用いてサイズ変換を行って、それぞれのスコアマップを同サイズに変換してから 1 枚に統合する。例えば、スコアマップ 925 は元の画像 920 の 1 / 2 倍のサイズであるため、逆数の 2 倍にサイズ変換し、サイズ変換後のスコアマップ 927 を取得する。同様の方法により、スコアマップ 926 にもサイズ変換を行い、スコアマップ 928 を取得する。一方、スコアマップ 924 は元の画像 920 と等倍のためサイズ変換はせず、スコアマップ 924 をそのまま統合に用いる。統合処理では、スコアマップ 924、927、928 を第 1 の実施形態と同様の方法で統合して 1 枚の統合スコアマップ 929 を生成する。

30

40

【0105】

以上が、1 つのモデルを用いて学習と検知を行う処理の流れである。このように、まとめて学習を行うと、設定値ごとにモデルを用意しなくて済むため、モデルの管理が簡単になる。

【0106】

なお、上記の説明では、サイズ変換の処理において、元の画像を縮小することを述べたが、縮小に限らず、拡大することもできる。例えば、入力画像を高解像度化する学習を行ったモデルを用意し、画像に適用することにより、サイズを拡大した、高解像度の画像を取得できる。

【0107】

50

〔第3の実施形態〕

第1, 2の実施形態では、学習データの正解画像に基づき、設定値の組合せを決めて、検知対象の画像に対し、その組合せを用いて検知を行っていた。これに対し、本実施形態では、検知対象の画像の一部に正解画像があることを前提として、その正解画像に基づき、検知対象の画像に合った設定値の組合せを決定する。以下では、検知対象の画像のうち、正解のある一部の画像を、正解付き画像と称し、正解付き画像の正解画像は、部分正解画像と称する。本実施形態で扱う画像は、第1, 2の実施形態と同様にインフラ構造物の壁面の画像とする。属性は変状の種類とし、検知対象の属性はエフロレッセンスとする。また、本実施形態で注目するパラメータは、第1の実施形態と同様に、検知に用いる検知窓のサイズとする。

10

【0108】

次に、本実施形態の概要を説明する。本実施形態では、検知対象の画像の難度を推定し、難度に基づきパラメータの設定値の個数を決めることにより、設定値の組合せを決める。方法としては、検知対象以外の様々な構造物の画像の正解画像と、検知対象の画像の部分正解画像と、のそれぞれから取得する後述の統計値を比較し、他の構造物の画像に対する検知対象の画像の相対的な難度を推定する。ここでは、最低限の検知性能の担保を目的とし、設定値の個数が多いと多数のスコアマップを統合するため検知性能が高くなる反面、処理時間が長くなることを考慮し、難度に応じて設定値の個数を調整する。具体的には、難度が低いときには多くのスコアマップを用いなくても最低限の検知性能は得られると想定し、難度が高いときより設定値の個数を少なくすることにより、組合せを決定する。

20

【0109】

本実施形態では、図4のフローチャートに従った処理において、以下の変更を行った処理を行う。本実施形態では、ステップS405における処理のみが第1の実施形態と異なる。

【0110】

以下では、ステップS401～ステップS404までの処理により、設定値の組合せの候補として、点線の矩形515で囲った「設定値の組合せの候補」を取得し、ステップS405では、この候補から設定値の組合せを決定するものとして説明する。以下に、本実施形態に係るステップS405の処理について、図11のフローチャートに従って説明する。

30

【0111】

ステップS1101では、正解画像取得部380は、複数の構造物の正解画像を取得し、ステップS1102では、正解画像取得部380は、検知対象の画像の部分正解画像を取得する。なお、複数の構造物の画像と検知対象の画像の解像度は同一とする。

【0112】

次に、ステップS1103では、決定部350は、複数の構造物の画像の正解画像と、部分正解画像と、を用いて、検知対象の画像の難度を推定する。方法としては、複数の構造物の画像を、統計値に基づき、数段階の難度のクラスに分けておく。統計値は、例えば正解領域の分散とする。該分散が大きい画像は、正解領域の面積のばらつきが大きく、難度が高いと解釈し、ここでは分散の大小に応じてレベル分けをする。例えば、3つの所定値により、複数の構造物の画像を4段階のレベルにクラス分けし、各クラスの難度を低い方から順にレベル1、2、3、4と決めておく。その上で、部分正解画像から同様に統計値を算出し、該統計値が、上記のレベル1～4の何れに該当するのかを判断し、該当するレベルを、検知対象の画像の難度として推定する。ここでは難度はレベル2と決まったとする。

40

【0113】

次に、ステップS1104では、決定部350は、ステップS1103で推定した難度に基づき、組合せの設定値の個数をルールベースで決定する。例えば、難度のレベル1、2、3、4についてそれぞれ、設定値の個数は1、2、3、4と決めておく。ここでは一例としてステップS1103で難度はレベル2と推定したため、ステップS1104では、

50

設定値の個数は2と決定する。

【0114】

最後に、ステップS1105では、決定部350は、ステップS1104で決定した設定値の個数と、設定値の組合せの候補と、を用いて、組合せを選択する。上記の処理により、設定値の個数は2と決定していることから、設定値の組合せの候補のうち2個の設定値を含む候補「500 pixel、1000 pixel」を組合せとして選択する。

【0115】

以上のように、検知対象の画像の難度を推定し、難度に基づき組み合わせを決定することができる。この方法によれば、難度が低いときには組合せに含める設定値の個数を少なくすることにより、最低限の検知性能は担保しつつ、画像に応じて処理時間を短くすることができる。

10

【0116】

なお、上記では、難度を推定する際に、統計値として正解領域の分散を用いたが、画像特徴を用いても、上記の方法と同様に目的を達成できる。この方法では、難度推定のために、複数の構造物の正解画像や検知対象の正解画像だけでなく、対応する画像も読み込んでおく必要がある。まず、複数の構造物の正解画像を参照して、対応する画像上の検知対象領域と背景領域を切り出し、それぞれから画像特徴を取得する。画像特徴は、例えば輝度の平均とする。次に、複数の構造物の画像のそれぞれについて、該画像中の検知対象領域の画像特徴と背景領域の画像特徴との類似度を算出する。類似度が高い場合は、検知対象領域と背景領域の識別が困難であり、類似度が低い場合は、識別が容易であると解釈し、複数の構造物の画像のそれぞれについて類似度を取得する。そして、類似度の大小に応じて、上記と同様に複数の構造物の画像の難度のレベルを決める。最後に、検知対象の画像からも類似度を同様に取得し、該類似度に該当するレベルを難度として推定する。以上が、画像特徴に基づき難度を推定する方法である。

20

【0117】

なお、画像特徴は輝度に限らず、下記のテクスチャ情報やCNN特徴であってもよい。テクスチャ情報は、例えば周波数成分の取得方法の1つであるフーリエ変換を画像に適用することにより抽出できる。CNN特徴は、画像に対してDeep Learningのアーキテクチャを適用することで取得できる特徴量のマップから生成されるデータである。他の画像特徴は人が手動で設定する特徴であるのに対し、CNN特徴は機械が自動で設定する特徴である。例えば、特徴のマップからヒストグラムを算出し、ヒストグラムを画像特徴として用いる。

30

【0118】

なお、上記では、1つの統計量を用いて難度を推定する方法を述べたが、1つの統計量だけでは難度の推定が難しい場合がある。例えば、統計値として分散のみを用いる場合、画像上の検知対象領域と背景領域が似ていることによる難しさは考慮されない。したがって、複数の統計値に基づき難度を推定するとよい。例えば、上述の分散と画像特徴との2つにより難度を推定することができる。例えば、統計値の線形和の大小に基づき、構造物の画像ごとの難度のレベル分けをする。このように複数の統計値を使用する方法では多角的な観点から難度を推定できるため、より適切な設定値の個数を決めることができる。

40

【0119】

なお、上記では、検知対象の画像の正解画像がある場合に難度に基づき組合せに含める設定値の個数を決める方法を述べたが、難度を用いずに組合せを決める方法もある。例えば、複数の構造物の正解画像と検知対象の部分正解画像を比較し、類似性に基づき組合せを決定する方法がある。

【0120】

この方法では、複数の構造物について、実験的に適切な組合せの情報が得られているものとし、構造物の画像ごとに適切な組合せの情報を紐づけておく。そして、複数の構造物の画像のうち、検知対象の画像との類似性が高い構造物の画像と紐づく組合せの情報を取得し、該取得した組合せを適切な組合せとして決定する。具体的には、複数の構造物の正解

50

画像から取得する度数分布ごとに、検知対象の部分正解画像から取得する度数分布との類似度を算出し、類似度が高い構造物の画像を選ぶ。そして該選んだ構造物の画像に紐づいている組合せを、検知対象の画像に対する適切な設定値の組合せとして決定する。このようにデータの類似性を考慮して組合せを決めることによって、検知対象の画像については実験的な試行を繰り返さなくても、適切な組合せを適用できる。

【 0 1 2 1 】

なお、複数の構造物の画像の中に類似度の高い構造物の画像がない場合は、それらの構造物の画像と紐づく組合せの情報は適用できないと判断し、例外処理として、メッセージを出力するようにしてもよい。ユーザはメッセージを受けることにより、その検知対象の画像に対しては、類似性に基づく方法ではなく、これまでに述べた別の方法を適用すべきである、といった判断ができる。このメッセージの出力形態については特定の出力形態に限らず、例えば、文字情報として表示部 2 0 5 に表示してもよいし、不図示のスピーカを介して音声として出力してもよい。

10

【 0 1 2 2 】

上記の説明において使用した数値、処理タイミング、処理順、ウィンドウの構成やその操作方法などは、具体的な説明を行うために一例として挙げたものであり、これらの一例に限定することを意図したものではない。

【 0 1 2 3 】

また、以上説明した各実施形態や各変形例の一部若しくは全部を適宜組み合わせて使用しても構わない。また、以上説明した各実施形態や各変形例の一部若しくは全部を選択的に使用しても構わない。

20

【 0 1 2 4 】

(その他の実施形態)

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。

【 0 1 2 5 】

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。

30

【符号の説明】

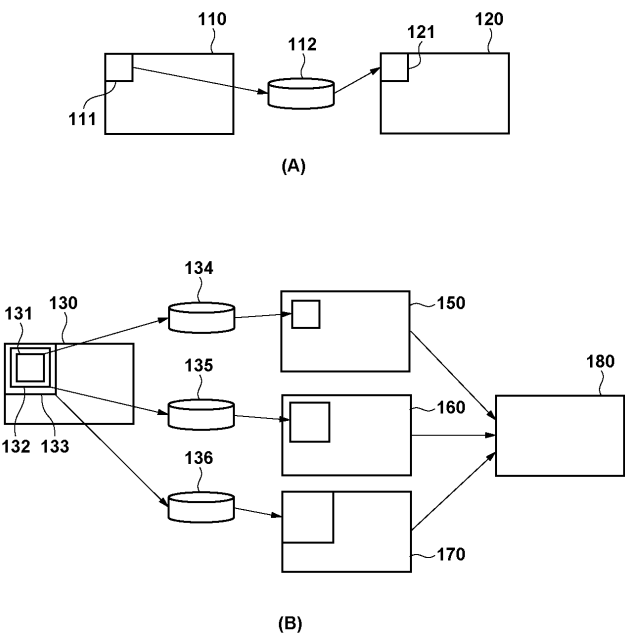
【 0 1 2 6 】

3 1 0 : 属性取得部 3 2 0 : 画像取得部 3 3 0 : 評価部 3 4 0 : 解像度取得部 3 5 0 : 決定部 3 6 0 : 検知部 3 7 0 : 統合部 3 8 0 : 正解画像取得部 3 9 0 : モデル格納部

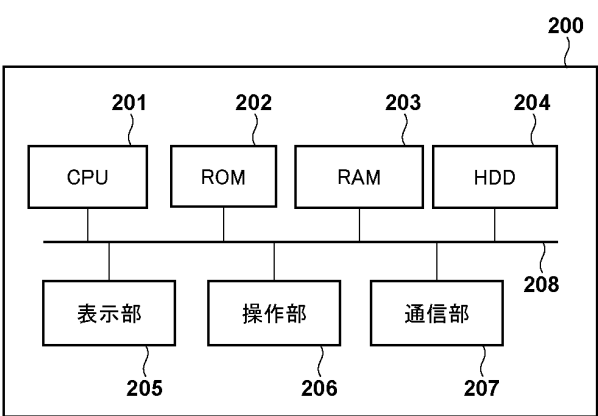
40

50

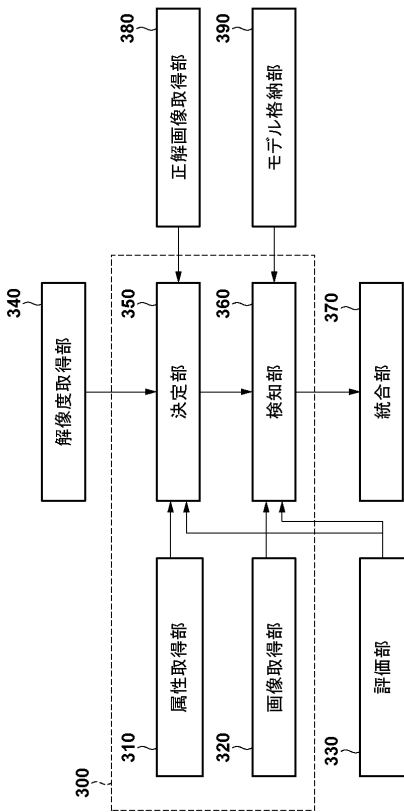
【 図 面 】
【 図 1 】



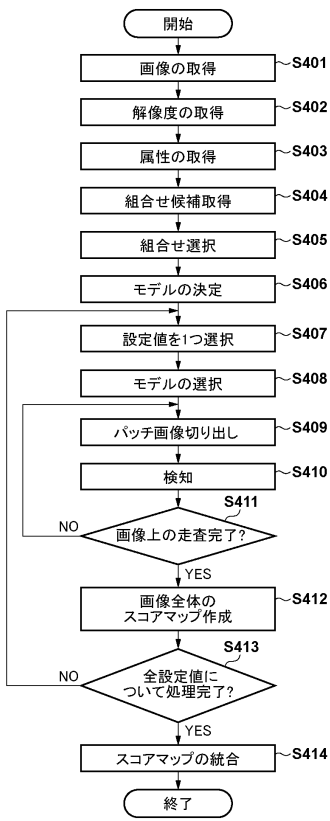
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



10

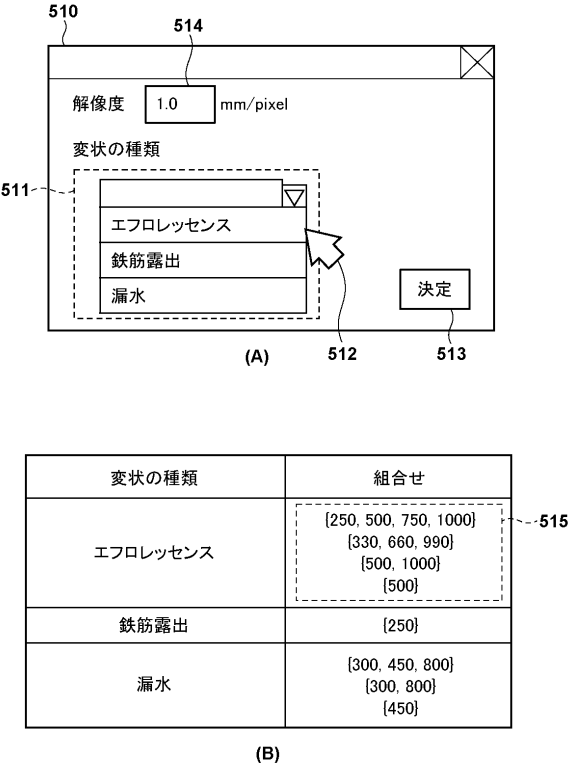
20

30

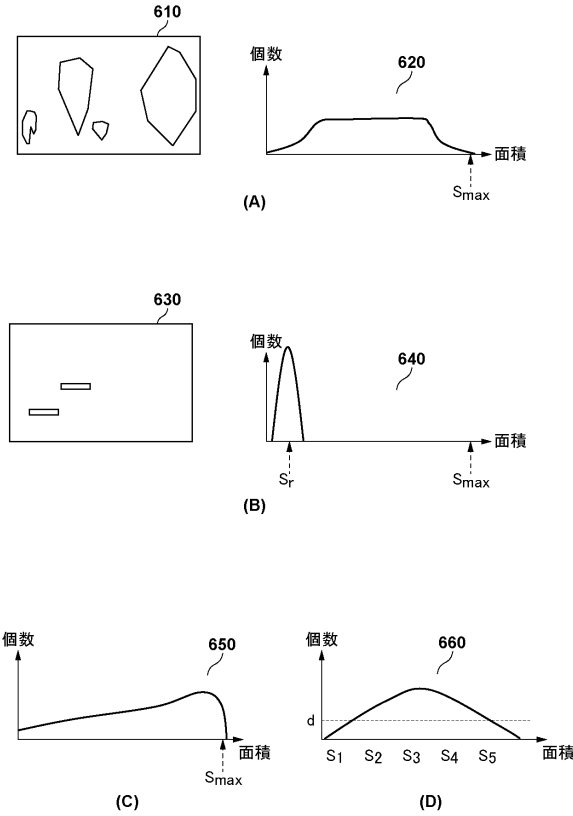
40

50

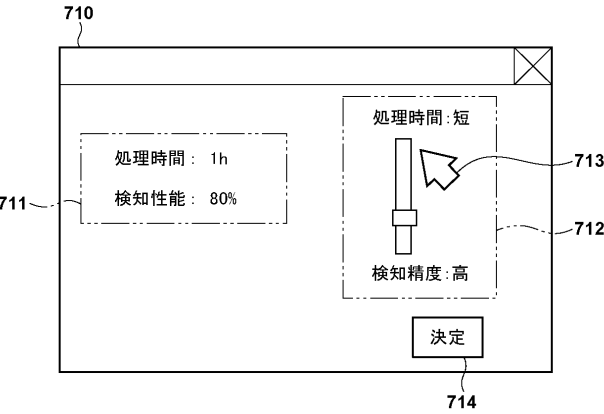
【 図 5 】



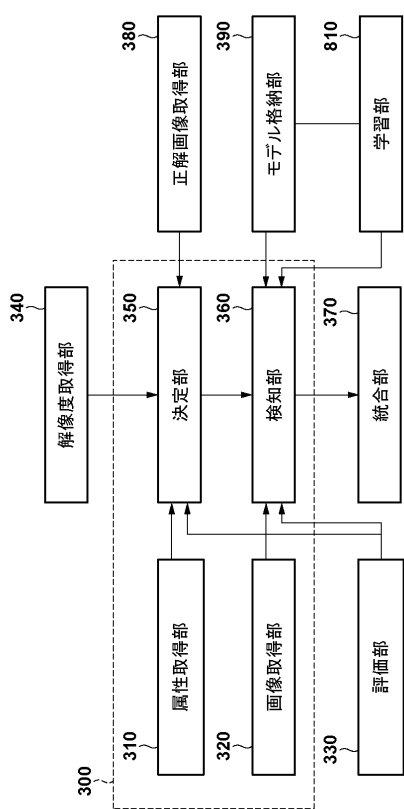
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



10

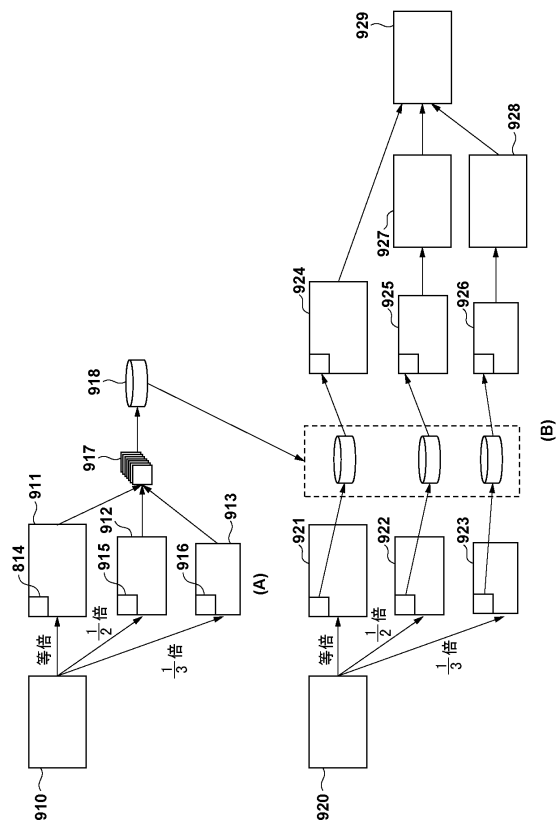
20

30

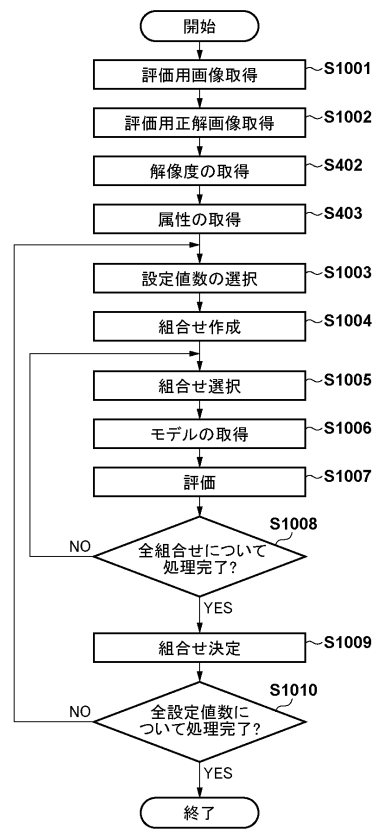
40

50

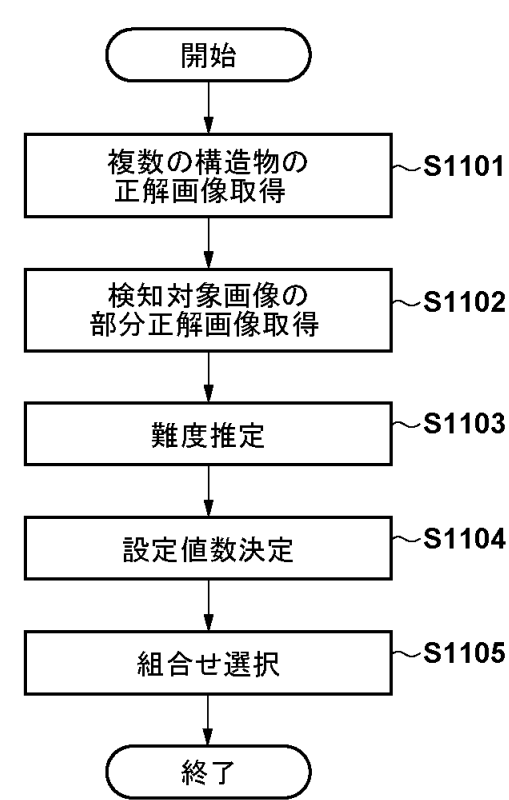
【図 9】



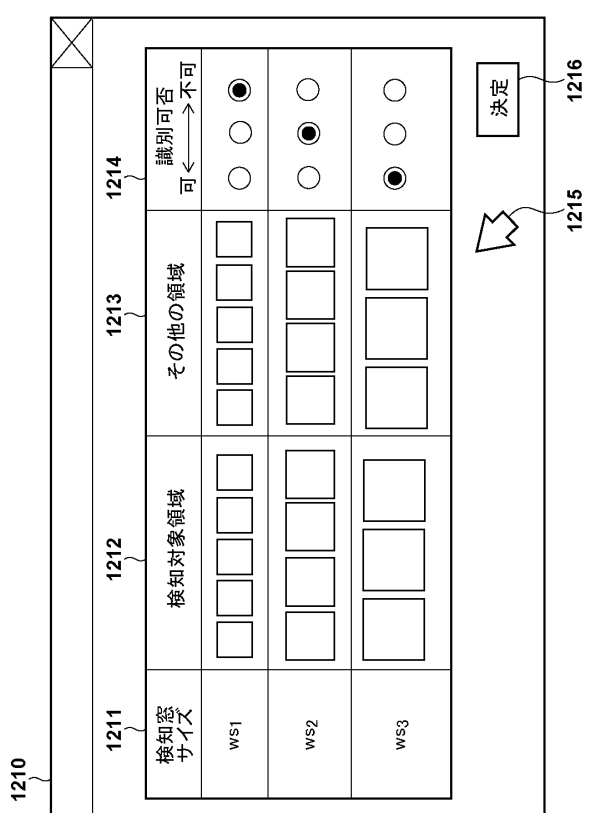
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

F ターム (参考) CA22 DA01 DA02 DA03 EA03 EA39 EA43 FA32 FA33 FA35
FA59 FA64 GA51 GA53 HA08 HA11 JA03 JA09 KA04