

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7348575号
(P7348575)

(45)発行日 令和5年9月21日(2023.9.21)

(24)登録日 令和5年9月12日(2023.9.12)

(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 B

請求項の数 6 (全19頁)

(21)出願番号	特願2022-507931(P2022-507931)	(73)特許権者	000004226
(86)(22)出願日	令和2年3月18日(2020.3.18)		日本電信電話株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/012104		東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(87)国際公開番号	WO2021/186640	(74)代理人	100147485
(87)国際公開日	令和3年9月23日(2021.9.23)		弁理士 杉村 憲司
審査請求日	令和4年7月7日(2022.7.7)	(74)代理人	100164471
特許法第30条第2項適用 2019年8月1日付で、 濱野勇臣、内堀大輔、中川雅史、柳秀一が、土木学会全 国大会 第74回年次学術講演会 講演概要集にて、濱野 勇臣、内堀大輔、渡邉一旭、中川雅史、荒武淳が発明し た「劣化検出装置、劣化検出システム、劣化検出方法、 およびプログラム」に関する技術について公開。		(74)代理人	100164471
			弁理士 岡野 大和
		(74)代理人	100176728
			弁理士 北村 慎吾
		(72)発明者	濱野 勇臣
			東京都千代田区大手町一丁目5番1号
			日本電信電話株式会社内
		(72)発明者	内堀 大輔
			東京都千代田区大手町一丁目5番1号
			日本電信電話株式会社内
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 劣化検出装置、劣化検出システム、劣化検出方法、およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

構造物に添架された設備の劣化を検出する劣化検出装置であって、
前記設備の撮影画像に基づいて、前記設備の存在領域を抽出する設備領域抽出部と、
前記存在領域に基づいて、前記設備の劣化領域を検出する劣化領域検出部と、
を備え、
前記設備領域抽出部は、
前記撮影画像を、複数の矩形領域に分割する矩形領域分割部と、
前記矩形領域をずらして、前記矩形領域に対応するずらし矩形領域を生成する矩形領域ずらし部と、
前記矩形領域に前記設備が存在するか否かを示す第1スコア、および、前記ずらし矩形領域に前記設備が存在するか否かを示す第2スコアに基づいて、前記矩形領域と前記ずらし矩形領域との重複領域に前記設備が存在するか否かを示す第3スコアを算出するスコア算出部と、
前記第3スコアに基づいて、前記矩形領域に前記設備が存在するか否かを判定する判定部と、
を備える、劣化検出装置。

【請求項2】

前記矩形領域ずらし部は、前記矩形領域のそれぞれに対して複数の前記ずらし矩形領域を生成する、請求項1に記載の劣化検出装置。

【請求項 3】

構造物に添架された設備の劣化を検出する劣化検出システムであって、
請求項 1 または 2 に記載の劣化検出装置と、
前記設備を撮影する撮影装置と、
前記劣化領域を記憶するサーバ装置と、
を備える、劣化検出システム。

【請求項 4】

構造物に添架された設備の劣化を検出する劣化検出方法であって、
前記設備を撮影するステップと、
撮影画像に基づいて、前記設備の存在領域を抽出し、該存在領域に基づいて、前記設備
の劣化領域を検出するステップと、
前記劣化領域を記憶するステップと、
を含み、

10

前記設備の劣化領域を検出するステップは、
前記撮影画像を、複数の矩形領域に分割するステップと、
前記矩形領域をずらして、前記矩形領域に対応するずらし矩形領域を生成するステップと、
前記矩形領域に前記設備が存在するか否かを示す第 1 スコア、および、前記ずらし矩形領
域に前記設備が存在するか否かを示す第 2 スコアに基づいて、前記矩形領域と前記ずらし
矩形領域との重複領域に前記設備が存在するか否かを示す第 3 スコアを算出するステッ
プと、

20

前記第 3 スコアに基づいて、前記矩形領域に前記設備が存在するか否かを判定するステッ
プと、
を含む、劣化検出方法。

【請求項 5】

前記ずらし矩形領域を生成するステップは、
前記矩形領域に対応する複数の前記ずらし矩形領域を生成する、
請求項 4 に記載の劣化検出方法。

【請求項 6】

コンピュータを、請求項 1 または 2 に記載の劣化検出装置として機能させるためのプロ
グラム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、劣化検出装置、劣化検出システム、劣化検出方法、およびプログラムに関す
る。

【背景技術】

【0002】

屋外に設置される橋梁などの構造物における側面又は裏面には、液体、気体、通信ケー
ブルなどを通過させる目的で、管路などのインフラ設備が添架されている。インフラ設備
を保有している企業又は自治体は、管路又は管路を橋梁に添架するための添架部材の点検
を定期的実施しており、それらに発生した錆などの劣化を確認している。

40

【0003】

従来、上述の構造物に点検用の足場などを設置し、作業者が設備に近づいて設備を点検
する近接目視による点検が行われていた。しかし、近接目視による点検は、足場を設置す
るためのコストがかかること、高所作業に伴う作業者の安全性を確保し難いことなどが懸
念されていた。そこで、近年では、無人飛行機が設備を撮影し、画像処理技術を用いて、
撮影画像に基づいて設備の劣化を効率的に検出する点検方法が提案されている。例えば、
非特許文献 1 には、深層学習による画像分類手法（CNN：Convolution Neural Netwo
rk）を用いて、撮影画像を矩形領域に分割し、分割された矩形領域のそれぞれにおける劣
化の有無を自動的に判定する技術が開示されている。

50

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【文献】田畑佑，他5名，「UAV撮影と深層学習を用いた橋梁損傷の自動検知に関する検証」，土木学会論文集，F4，Vol.74，No.2，I_62-I_74，2018年

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、無人飛行機が設備を撮影した撮影画像には、木、河川、車両、歩行者、標識、道路、建物などのような点検対象である設備以外の要素が写り込んでしまう。このため、従来の技術では、このような撮影画像に基づいて対象設備に着目した劣化を高精度に検出することは困難であるという問題があった。

10

【0006】

かかる事情に鑑みてなされた本開示の目的は、撮影画像に基づいて設備の劣化を高精度に検出することが可能な劣化検出装置、劣化検出システム、劣化検出方法、およびプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

一実施形態に係る劣化検出装置は、構造物に添架された設備の劣化を検出する劣化検出装置であって、前記設備の撮影画像に基づいて、前記設備の存在領域を抽出する設備領域抽出部と、前記存在領域に基づいて、前記設備の劣化領域を検出する劣化領域抽出部と、を備えることを特徴とする。

20

【0008】

一実施形態に係る劣化検出システムは、構造物に添架された設備の劣化を検出する劣化検出システムであって、上記劣化検出装置と、前記設備を撮影する撮影装置と、前記劣化領域を記憶するサーバ装置と、を備えることを特徴とする。

【0009】

一実施形態に係る劣化検出方法は、構造物に添架された設備の劣化を検出する劣化検出方法であって、前記設備を撮影するステップと、撮影画像に基づいて、前記設備の存在領域を抽出し、該存在領域に基づいて、前記設備の劣化領域を検出するステップと、前記劣化領域を記憶するステップと、を含むことを特徴とする。

30

【0010】

一実施形態に係るプログラムは、コンピュータを、劣化検出装置として機能させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本開示によれば、撮影画像に基づいて設備の劣化を高精度に検出することが可能な劣化検出装置、劣化検出システム、劣化検出方法、およびプログラムを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

40

【0012】

【図1】本実施形態に係る劣化検出システムの構成の一例を示す図である。

【図2】本実施形態に係る劣化検出装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図3】本実施形態に係る矩形領域分割部の処理の一例を説明するための図である。

【図4A】本実施形態に係る矩形領域ずらし部の処理の一例を説明するための図である。

【図4B】本実施形態に係る矩形領域ずらし部の処理の一例を説明するための図である。

【図5A】本実施形態に係るスコア計算部の処理の一例を説明するための図である。

【図5B】本実施形態に係るスコア計算部の処理の一例を説明するための図である。

【図5C】本実施形態に係るスコア計算部の処理の一例を説明するための図である。

【図6】本実施形態に係る劣化検出方法の一例を示すフローチャートである。

50

【図 7】実施例および比較例に係る判定精度の一例を示す図である。

【図 8 A】実施例に係る検出精度の一例を示す図である。

【図 8 B】比較例に係る検出精度の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明を実施するための形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0014】

<劣化検出システムの構成>

図 1 を参照して、本実施形態に係る劣化検出システム 1 の構成の一例について説明する。

【0015】

劣化検出システム 1 は、深層学習を用いて、構造物 2 に添架された設備 3 の撮影画像（動画像、静止画像）に基づいて、設備 3 の劣化 V を検出するシステムである。構造物 2 としては、例えば、橋梁などが挙げられる。設備 3 としては、例えば、管路、管路を橋梁に添架するための添架部材などが挙げられる。

【0016】

図 1 に示すように、劣化検出システム 1 は、撮影装置 100 と、劣化検出装置 200 と、サーバ装置 300 と、を備える。撮影装置 100、劣化検出装置 200、および、サーバ装置 300 は、それぞれ、有線または無線により通信可能に接続されている。各装置間で情報を送受信するための通信方法は、特に限定されない。

【0017】

撮影装置 100 は、例えば、無人航空機、望遠カメラなどである。撮影装置 100 は、設備 3 を撮影する。撮影装置 100 は、設備 3 を光学的に撮影する機能を有する装置であればよく、その構成は、特に限定されない。撮影装置 100 は、撮影画像の画像データを、劣化検出装置 200 へ送信する。なお、撮影画像には、設備 3 のみならず、木、河川、車両、歩行者、標識、道路、建物などのような点検対象である設備 3 以外の要素も写り込んでいる。

【0018】

劣化検出装置 200 は、例えば、作業員 U が使用するスマートフォンなどの携帯電話、タブレット端末、ノート PC (personal computer) などである。劣化検出装置 200 は、撮影装置 100 から、撮影画像の画像データを受信する。詳細は後述するが、劣化検出装置 200 は、撮影画像に基づいて、設備 3 の存在領域を抽出し、設備 3 の存在領域に基づいて、設備 3 の劣化領域を検出する。劣化検出装置 200 は、設備 3 の劣化領域の検出データを、ネットワークを介してサーバ装置 300 へ送信する。

【0019】

サーバ装置 300 は、劣化検出装置 200 から、ネットワークを介して設備 3 の劣化領域の検出データを受信する。サーバ装置 300 は、設備 3 の劣化領域の検出データを記憶する。

【0020】

<劣化検出装置>

図 2 乃至図 5 C を参照して、本実施形態に係る劣化検出装置 200 の構成の一例について説明する。

【0021】

図 2 に示すように、劣化検出装置 200 は、入力部 210 と、制御部 220 と、記憶部 230 と、出力部 240 と、通信部 250 と、を備える。制御部 220 は、設備領域抽出部 221 と、劣化領域検出部 222 と、を備える。設備領域抽出部 221 は、矩形領域分割部 2211 と、矩形領域ずらし部 2212 と、スコア算出部 2213 と、判定部 2214 と、を備える。

【0022】

入力部 210 は、各種情報の入力を受け付ける。入力部 210 は、作業員 U による所定の操作が可能であればどのようなデバイスでもよく、例えば、マイク、タッチパネル、キ

10

20

30

40

50

ーボード、マウスなどである。例えば、作業者Uが、入力部210を用いて所定の操作を行うことで、撮影装置100が設備3を撮影した撮影画像の画像データが、設備領域抽出部221に入力される。入力部210は、劣化検出装置200と一体化されていてもよいし、別々に設けられていてもよい。

【0023】

制御部220は、専用のハードウェアによって構成されてもよいし、汎用のプロセッサ又は特定の処理に特化したプロセッサによって構成されてもよい。

【0024】

設備領域抽出部221は、入力部210により入力された撮影画像の画像データに基づいて、深層学習の1つの手法であるCNNによる画像分類手法を用いて、設備3の存在領域を抽出する。モデルとしては、例えば、VGG16などが挙げられるが、これに限定されない。設備領域抽出部221は、設備3の存在領域の抽出データを、劣化領域検出部222へ出力する。

10

【0025】

VGG16の詳細については、例えば、下記の文献を参照することができる。

Karen Simonyan, Andrew Zisserman (2014), Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition, arXiv:1409.1556 [cs. CV].

【0026】

設備領域抽出部221の詳細について説明する。

【0027】

20

矩形領域分割部2211は、例えば、図3に示すように、撮影画像Iを、複数の矩形領域Rに分割する。撮影画像Iのサイズは、例えば、縦： $H(\text{pixel})$ 、横： $W(\text{pixel})$ のように表せる。矩形領域Rのサイズは、例えば、縦： $h(\text{pixel})$ 、横： $w(\text{pixel})$ のように表せる。

【0028】

具体的には、矩形領域分割部2211は、撮影画像Iにおいて、矩形領域Rを、x方向に $A(=W/w$ ：定数)回、y方向に $B(=H/h$ ：定数)回、移動させながら切り取ることで、撮影画像Iを、 $A \times B(=(W/w) \times (H/h))$ 個の矩形領域Rに分割する。例えば、矩形領域分割部2211は、撮影画像Iにおいて、矩形領域Rを、x方向に8回、y方向に6回、移動させながら切り取ることで、撮影画像Iを、 $48(=8 \times 6)$ 個の矩形領域Rに分割する。なお、矩形領域Rのサイズ(縦： h 、横： w)、矩形領域Rの個数($A \times B$)などは、任意に設定されてよい。

30

【0029】

矩形領域ずらし部2212は、例えば、図4Aおよび図4Bに示すように、撮影画像Iに含まれる複数の矩形領域Rのそれぞれを、xy(2次元)方向に、一部領域を重ねながらずらすことで、矩形領域Rに対応するずらし矩形領域R'を生成する。これにより、矩形領域Rとずらし矩形領域R'とが重複する重複領域Xが生成される。ずらし矩形領域R'の個数は、単数であっても複数であっても構わない。ずらし矩形領域R'の個数が多い程、後述するスコア算出部2213における算出負荷は大きくなるが、矩形領域ずらし部2212が適切な位置に適切な個数のずらし矩形領域R'を生成することで、スコア算出部2213における算出精度、判定部2214における判定精度、劣化領域検出部222における検出精度などを高めることが可能である。

40

【0030】

以下、本明細書において、「1/2ずらし」とは、矩形領域Rを、x方向に所定回数、 $w/2$ ずらすこと、あるいは、矩形領域Rを、y方向に所定回数、 $h/2$ ずらすこと(図4Aの白抜き矢印参照)を意味するものとする。また、「1/3ずらし」とは、矩形領域Rを、x方向に所定回数、 $w/3$ ずらすこと、あるいは、矩形領域Rを、y方向に所定回数、 $h/3$ ずらすこと(図4Bの白抜き矢印参照)を意味するものとする。また、「1/n(n は、2以上の整数)ずらし」とは、矩形領域Rを、x方向に所定回数、 w/n ずらすこと、あるいは、矩形領域Rを、y方向に所定回数、 h/n ずらすことを意味するもの

50

とする。

【 0 0 3 1 】

例えば、図 4 A に示すように、矩形領域ずらし部 2 2 1 2 は、矩形領域 R を、x 方向に 1 回、 $w/2$ ずらして、ずらし矩形領域 $R'_{1(1/2)}$ を生成する。また、矩形領域ずらし部 2 2 1 2 は、矩形領域 R を、y 方向に 1 回、 $h/2$ ずらして、ずらし矩形領域 $R'_{2(1/2)}$ を生成する。また、矩形領域ずらし部 2 2 1 2 は、矩形領域 R を、x 方向に 1 回、 $w/2$ ずらして、且つ、y 方向に 1 回、 $h/2$ ずらして、ずらし矩形領域 $R'_{3(1/2)}$ を生成する。

【 0 0 3 2 】

この際、矩形領域 R、ずらし矩形領域 $R'_{1(1/2)}$ 、ずらし矩形領域 $R'_{2(1/2)}$ 、および、矩形領域 $R'_{3(1/2)}$ が重複する重複領域 $X_{(1/2)}$ が生成される。重複領域 $X_{(1/2)}$ のサイズは、例えば、縦： $h/2$ (pixel)、横： $w/2$ (pixel) のように表せる。

10

【 0 0 3 3 】

例えば、図 4 B に示すように、矩形領域ずらし部 2 2 1 2 は、矩形領域 R を、x 方向に 1 回、 $w/3$ ずらして、ずらし矩形領域 $R'_{1(1/3)}$ を生成する。また、矩形領域ずらし部 2 2 1 2 は、矩形領域 R を、x 方向に 2 回、 $w/3$ ずらして、ずらし矩形領域 $R'_{2(1/3)}$ を生成する。また、矩形領域ずらし部 2 2 1 2 は、矩形領域 R を、y 方向に 1 回、 $h/3$ ずらして、ずらし矩形領域 $R'_{3(1/3)}$ を生成する。また、矩形領域ずらし部 2 2 1 2 は、矩形領域 R を、x 方向に 1 回、 $w/3$ ずらして、且つ、y 方向に 1 回、 $h/3$ ずらして、ずらし矩形領域 $R'_{4(1/3)}$ を生成する。また、矩形領域ずらし部 2 2 1 2 は、矩形領域 R を、x 方向に 2 回、 $w/3$ ずらして、且つ、y 方向に 1 回、 $h/3$ ずらして、ずらし矩形領域 $R'_{5(1/3)}$ を生成する。また、矩形領域ずらし部 2 2 1 2 は、矩形領域 R を、y 方向に 2 回、 $h/3$ ずらして、ずらし矩形領域 $R'_{6(1/3)}$ を生成する。また、矩形領域ずらし部 2 2 1 2 は、矩形領域 R を、x 方向に 1 回、 $w/3$ ずらして、且つ、y 方向に 2 回、 $h/3$ ずらして、ずらし矩形領域 $R'_{7(1/3)}$ を生成する。また、矩形領域ずらし部 2 2 1 2 は、矩形領域 R を、x 方向に 2 回、 $w/3$ ずらして、且つ、y 方向に 2 回、 $w/3$ ずらして、ずらし矩形領域 $R'_{8(1/3)}$ を生成する。

20

【 0 0 3 4 】

この際、矩形領域 R、ずらし矩形領域 $R'_{1(1/3)}$ 、ずらし矩形領域 $R'_{2(1/3)}$ 、ずらし矩形領域 $R'_{3(1/3)}$ 、ずらし矩形領域 $R'_{4(1/3)}$ 、ずらし矩形領域 $R'_{5(1/3)}$ 、ずらし矩形領域 $R'_{6(1/3)}$ 、ずらし矩形領域 $R'_{7(1/3)}$ 、および、ずらし矩形領域 $R'_{8(1/3)}$ が重複する重複領域 $X_{(1/3)}$ が生成される。重複領域 $X_{(1/3)}$ のサイズは、例えば、縦： $h/3$ (pixel)、横： $w/3$ (pixel) のように表せる。

30

【 0 0 3 5 】

また、矩形領域ずらし部 2 2 1 2 は、ずらし矩形領域 R' を生成する際、ずらし矩形領域 R' の個数、および、ずらし矩形領域 R' の位置、言い換えれば、xy 平面における 2 次元直交座標 $P(x, y)$ を決定する。

【 0 0 3 6 】

矩形領域 R の座標を $P(i, j)$ とする場合、矩形領域 R を、x 方向に k 回、 w/n ずらして生成されたずらし矩形領域 R' の座標は、 $P_{(1/n)}(i+k, j)$ のように表せる。また、この場合、矩形領域 R を、y 方向に 1 回、 h/n ずらして生成されたずらし矩形領域 R' の座標は、 $P_{(1/n)}(i, j+1)$ のように表せる。また、この場合、矩形領域 R を、x 方向に k 回、 $w/n \times$ ずらして、且つ、y 方向に 1 回、 $h/n \times$ ずらして生成されたずらし矩形領域 R' の座標は、 $P_{(1/n)}(i+k, j+1)$ のように表せる。

40

【 0 0 3 7 】

例えば、図 4 A に示すように、 $1/2$ ずらしの場合、矩形領域ずらし部 2 2 1 2 は、ずらし矩形領域 R' の個数を、例えば、3 個と決定する。また、矩形領域ずらし部 2 2 1 2 は、1 個目のずらし矩形領域 $R'_{1(1/2)}$ の座標を、 $P_{(1/2)}(i+1, j)$ 、2 個目

50

のずらし矩形領域 $R'_{2(1/2)}$ の座標を、 $P_{(1/2)}(i, j+1)$ 、3 個目のずらし矩形領域 $R'_{3(1/2)}$ の座標を、 $P_{(1/2)}(i+1, j+1)$ と決定する。

【0038】

例えば、図 4 B に示すように、 $1/3$ ずらしの場合、矩形領域ずらし部 2212 は、ずらし矩形領域 R' の個数を、例えば、8 個と決定する。また、矩形領域ずらし部 2212 は、1 個目のずらし矩形領域 $R'_{1(1/3)}$ の座標を、 $P_{(1/3)}(i+1, j)$ 、2 個目のずらし矩形領域 $R'_{2(1/3)}$ の座標を、3 個目の $P_{(1/3)}(i+2, j)$ 、ずらし矩形領域 $R'_{3(1/3)}$ の座標を、 $P_{(1/3)}(i, j+1)$ 、4 個目のずらし矩形領域 $R'_{4(1/3)}$ の座標を、 $P_{(1/3)}(i+1, j+1)$ 、5 個目のずらし矩形領域 $R'_{5(1/3)}$ の座標を、 $P_{(1/3)}(i+2, j+1)$ 、6 個目のずらし矩形領域 $R'_{6(1/3)}$ の座標を、 $P_{(1/3)}(i, j+2)$ 、7 個目のずらし矩形領域 $R'_{7(1/3)}$ の座標を、 $P_{(1/3)}(i+1, j+2)$ 、8 個目のずらし矩形領域 $R'_{8(1/3)}$ の座標を、 $P_{(1/3)}(i+2, j+2)$ と決定する。

10

【0039】

スコア算出部 2213 は、深層学習の 1 つの手法である CNN による画像分類手法を用いて、矩形領域 R に設備 3 が存在するか否かを示すスコア S_1 (第 1 スコア)、および、ずらし矩形領域 R' に設備 3 が存在するか否かを示すスコア S_2 (第 2 スコア) を算出する。学習を行うモデルには、例えば、VGG16 を用いる。矩形領域 R におけるスコア S_1 およびずらし矩形領域 R' におけるスコア S_2 は、それぞれ、0 から 1 までの数値で予測値として算出される。

20

【0040】

そして、スコア算出部 2213 は、矩形領域 R におけるスコア S_1 およびずらし矩形領域 R' におけるスコア S_2 に基づいて、重複領域 X に設備 3 が存在するか否かを示すスコア S_3 (第 3 スコア) を算出する。ずらし矩形領域 R' におけるスコア S_2 の個数は、ずらし矩形領域 R' の個数と一致する。例えば、矩形領域ずらし部 2212 により、ずらし矩形領域 R' が 3 個生成された場合、スコア算出部 2213 は、矩形領域 R におけるスコア S_1 および 3 個のずらし矩形領域 R' における 3 個のスコア S_2 の合計 4 個のスコアに基づいて、重複領域 X におけるスコア S_3 を算出する。例えば、矩形領域ずらし部 2212 により、ずらし矩形領域 R' が 8 個生成された場合、スコア算出部 2213 は、矩形領域 R におけるスコア S_1 および 8 個のずらし矩形領域 R' における 8 個のスコア S_2 の合計 9 個のスコアに基づいて、重複領域 X におけるスコア S_3 を算出する。

30

【0041】

例えば、スコア算出部 2213 は、スコア S_1 およびスコア S_2 の荷重平均を算出し、当該荷重平均をスコア S_3 として算出してよい。例えば、スコア算出部 2213 は、スコア S_1 およびスコア S_2 の幾何平均を算出し、当該幾何平均をスコア S_3 として算出してよい。例えば、スコア算出部 2213 は、スコア S_1 およびスコア S_2 の最小値又は最大値を探索し、探索結果をスコア S_3 として算出してよい。なお、スコア S_3 の算出方法は、これらの算出方法に限定されるものではない。

【0042】

例えば、図 5 A に示すように、 $1/2$ ずらしの場合、スコア算出部 2213 は、矩形領域 $R_{(1/2)}$ におけるスコア $S_1_{(1/2)}(i, j)$ を算出する。また、スコア算出部 2213 は、ずらし矩形領域 $R'_{1(1/2)}$ におけるスコア $S_2_{(1/2)}(i+1, j)$ を算出する。また、スコア算出部 2213 は、ずらし矩形領域 $R'_{2(1/2)}$ におけるスコア $S_2_{(1/2)}(i, j+1)$ を算出する。また、スコア算出部 2213 は、ずらし矩形領域 $R'_{3(1/2)}$ におけるスコア $S_2_{(1/2)}(i+1, j+1)$ を算出する。ここで、重複領域 $X_{(1/2)}$ は、矩形領域 $R_{(1/2)}$ 、および、矩形領域 $R_{(1/2)}$ に近傍する 3 個のずらし矩形領域 R' における 4 個のスコアを保有することになる。

40

【0043】

さらに、スコア算出部 2213 は、矩形領域 $R_{(1/2)}$ におけるスコア $S_1_{(1/2)}(i, j)$ 、ずらし矩形領域 $R'_{1(1/2)}$ におけるスコア $S_2_{(1/2)}(i+1, j)$

50

、ずらし矩形領域 $R'_{2(1/2)}$ におけるスコア $S_{2(1/2)}(i, j+1)$ 、ずらし矩形領域 $R'_{3(1/2)}$ におけるスコア $S_{2(1/2)}(i+1, j+1)$ に基づいて、次式を用いて、重複領域 $X_{(1/2)}$ におけるスコア $S_{3(1/2)}$ を算出する。

【0044】

【数1】

$$S_{3\frac{1}{2}} = F \begin{bmatrix} S_{1\frac{1}{2}}(i, j) & S_{2\frac{1}{2}}(i+1, j) \\ S_{2\frac{1}{2}}(i, j+1) & S_{2\frac{1}{2}}(i+1, j+1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

10

【0045】

式(1)における F は、例えば、荷重平均、幾何平均、最小値、最大値などの演算を示している。

【0046】

F が、例えば、荷重平均の演算である場合、スコア算出部 2213 は、矩形領域 $R_{(1/2)}$ におけるスコア $S_{1(1/2)}(i, j)$ 、ずらし矩形領域 $R'_{1(1/2)}$ におけるスコア $S_{2(1/2)}(i+1, j)$ 、ずらし矩形領域 $R'_{2(1/2)}$ におけるスコア $S_{2(1/2)}(i, j+1)$ 、ずらし矩形領域 $R'_{3(1/2)}$ におけるスコア $S_{2(1/2)}(i+1, j+1)$ に基づいて、次式(2)を用いて、重複領域 $X_{(1/2)}$ におけるスコア $S_{3(1/2)}$ を算出する。ここで、 a, b, c, d は、重みである。

20

【0047】

【数2】

$$S_{3\frac{1}{2}} = \frac{a \times S_{1\frac{1}{2}}(i, j) + b \times S_{2\frac{1}{2}}(i+1, j) + c \times S_{2\frac{1}{2}}(i, j+1) + d \times S_{2\frac{1}{2}}(i+1, j+1)}{a + b + c + d} \quad (2)$$

【0048】

ここで、矩形領域 $R_{(1/2)}$ におけるスコア $S_{1(1/2)}(i, j) = 0.8$ 、ずらし矩形領域 $R'_{1(1/2)}$ におけるスコア $S_{2(1/2)}(i+1, j) = 0.7$ 、ずらし矩形領域 $R'_{2(1/2)}$ におけるスコア $S_{2(1/2)}(i, j+1) = 0.8$ 、ずらし矩形領域 $R'_{3(1/2)}$ におけるスコア $S_{2(1/2)}(i+1, j+1) = 0.7$ とすると、重複領域 $X_{(1/2)}$ におけるスコア $S_{3(1/2)}$ は、次式のように表せる。

30

【0049】

【数3】

$$S_{3\frac{1}{2}} = \frac{a \times 0.8 + b \times 0.7 + c \times 0.8 + d \times 0.7}{a + b + c + d} \quad (3)$$

40

【0050】

F が、例えば、幾何平均の演算である場合、スコア算出部 2213 は、矩形領域 $R_{(1/2)}$ におけるスコア $S_{1(1/2)}(i, j)$ 、ずらし矩形領域 $R'_{1(1/2)}$ におけるスコア $S_{2(1/2)}(i+1, j)$ 、ずらし矩形領域 $R'_{2(1/2)}$ におけるスコア $S_{2(1/2)}(i, j+1)$ 、ずらし矩形領域 $R'_{3(1/2)}$ におけるスコア $S_{2(1/2)}(i+1, j+1)$ に基づいて、次式を用いて、重複領域 $X_{(1/2)}$ におけるスコア $S_{3(1/2)}$ を算出する。

【0051】

【数4】

50

$$S3_{\frac{1}{2}} = \frac{S1_{\frac{1}{2}}(i, j) + S2_{\frac{1}{2}}(i + 1, j) + S2_{\frac{1}{2}}(i, j + 1) + S2_{\frac{1}{2}}(i + 1, j + 1)}{4} \quad (4)$$

【 0 0 5 2 】

ここで、矩形領域 $R_{(1/2)}$ におけるスコア $S1_{(1/2)}(i, j) = 0.8$ 、ずらし矩形領域 $R'_{1(1/2)}$ におけるスコア $S2_{(1/2)}(i + 1, j) = 0.7$ 、ずらし矩形領域 $R'_{2(1/2)}$ におけるスコア $S2_{(1/2)}(i, j + 1) = 0.8$ 、ずらし矩形領域 $R'_{3(1/2)}$ におけるスコア $S2_{(1/2)}(i + 1, j + 1) = 0.7$ とすると、重複領域 $X_{(1/2)}$ におけるスコア $S3_{(1/2)}$ は、次式のように表せる。

【 0 0 5 3 】

【数 5】

$$S3_{\frac{1}{2}} = \frac{0.8 + 0.7 + 0.8 + 0.7}{4} = 0.75 \quad (5)$$

【 0 0 5 4 】

例えば、図 5 に示すように、 $1/3$ ずらしの場合、スコア算出部 2213 は、矩形領域 $R_{(1/3)}$ におけるスコア $S1_{(1/3)}(i, j)$ を算出する。また、スコア算出部 2213 は、ずらし矩形領域 $R'_{1(1/3)}$ におけるスコア $S2_{(1/3)}(i + 1, j)$ を算出する。また、スコア算出部 2213 は、ずらし矩形領域 $R'_{2(1/3)}$ におけるスコア $S2_{(1/3)}(i + 2, j)$ を算出する。また、スコア算出部 2213 は、ずらし矩形領域 $R'_{3(1/3)}$ におけるスコア $S2_{(1/3)}(i, j + 1)$ を算出する。また、スコア算出部 2213 は、ずらし矩形領域 $R'_{4(1/3)}$ におけるスコア $S2_{(1/3)}(i + 1, j + 1)$ を算出する。また、スコア算出部 2213 は、ずらし矩形領域 $R'_{5(1/3)}$ におけるスコア $S2_{(1/3)}(i + 2, j + 1)$ を算出する。また、スコア算出部 2213 は、ずらし矩形領域 $R'_{6(1/3)}$ におけるスコア $S2_{(1/3)}(i, j + 2)$ を算出する。また、スコア算出部 2213 は、ずらし矩形領域 $R'_{7(1/3)}$ におけるスコア $S2_{(1/3)}(i + 1, j + 2)$ を算出する。また、スコア算出部 2213 は、ずらし矩形領域 $R'_{8(1/3)}$ におけるスコア $S2_{(1/3)}(i + 2, j + 2)$ を算出する。ここで、重複領域 $X_{(1/3)}$ は、矩形領域 $R_{(1/3)}$ 、および、矩形領域 $R_{(1/3)}$ に近傍する 8 個のずらし矩形領域 R' における 9 個のスコアを保有することになる。

【 0 0 5 5 】

さらに、スコア算出部 2213 は、矩形領域 $R_{(1/3)}$ におけるスコア $S1_{(1/3)}(i, j)$ 、ずらし矩形領域 $R'_{1(1/3)}$ におけるスコア $S2_{(1/3)}(i + 1, j)$ 、ずらし矩形領域 $R'_{2(1/3)}$ におけるスコア $S2_{(1/3)}(i + 2, j)$ 、ずらし矩形領域 $R'_{3(1/3)}$ におけるスコア $S2_{(1/3)}(i, j + 1)$ 、ずらし矩形領域 $R'_{4(1/3)}$ におけるスコア $S2_{(1/3)}(i + 1, j + 1)$ 、ずらし矩形領域 $R'_{5(1/3)}$ におけるスコア $S2_{(1/3)}(i + 2, j + 1)$ 、ずらし矩形領域 $R'_{6(1/3)}$ におけるスコア $S2_{(1/3)}(i, j + 2)$ 、ずらし矩形領域 $R'_{7(1/3)}$ におけるスコア $S2_{(1/3)}(i + 1, j + 2)$ 、ずらし矩形領域 $R'_{8(1/3)}$ におけるスコア $S2_{(1/3)}(i + 2, j + 2)$ に基づいて、次式を用いて、重複領域 $X_{(1/3)}$ におけるスコア $S3_{(1/3)}$ を算出する。

【 0 0 5 6 】

【数 6】

10

20

30

40

$$S_{\frac{1}{3}} = F \begin{bmatrix} S_{\frac{1}{3}}(i, j) & S_{\frac{1}{3}}(i+1, j) & S_{\frac{1}{3}}(i+2, j) \\ S_{\frac{1}{3}}(i, j+1) & S_{\frac{1}{3}}(i+1, j+1) & S_{\frac{1}{3}}(i+2, j+1) \\ S_{\frac{1}{3}}(i, j+2) & S_{\frac{1}{3}}(i+1, j+2) & S_{\frac{1}{3}}(i+2, j+2) \end{bmatrix} \quad (6)$$

【 0 0 5 7 】

式 (6) における F は、例えば、荷重平均、幾何平均、最小値、最大値などの演算を示している。

【 0 0 5 8 】

例えば、図 5 C に示すように、 $1/n$ ずらしの場合も、 $1/2$ ずらしの場合および $1/3$ ずらしの場合と同様に、スコア算出部 2 2 1 3 は、矩形領域 $R(1/n)$ におけるスコア $S_1(1/n)$ 、および、ずらし矩形領域 $R'(1/n)$ におけるスコア $S_2(1/n)$ を算出する。さらに、スコア算出部 2 2 1 3 は、矩形領域 $R(1/n)$ におけるスコア $S_1(1/n)$ 、および、ずらし矩形領域 $R'(1/n)$ におけるスコア $S_2(1/n)$ に基づいて、重複領域 $X(1/n)$ におけるスコア $S_3(1/n)$ を算出する。

【 0 0 5 9 】

なお、スコア算出部 2 2 1 3 は、重複領域 X におけるスコア S_3 を算出する際、必ずしも、重複領域 X が保有する全てのスコアを採用して上述の演算を行う必要はない。スコア算出部 2 2 1 3 は、重複領域 X が保有する全てのスコアの中から、適宜、複数のスコアを選択して上述の演算を行ってよい。この際、スコア算出部 2 2 1 3 は、例えば、矩形領域 R に、より近傍するずらし矩形領域 R' におけるスコアを選択し、矩形領域 R から、より離れたずらし矩形領域 R' におけるスコアを除外してよい。

【 0 0 6 0 】

判定部 2 2 1 4 は、重複領域 X におけるスコア S_3 に基づいて、矩形領域 R に設備 3 が存在するか否かを判定する。判定部 2 2 1 4 は、重複領域 X におけるスコア S_3 と閾値 V_{th} とを比較して、重複領域 X におけるスコア S_3 が閾値 V_{th} 以上である場合、矩形領域 R に設備 3 が存在すると判定し、重複領域 X におけるスコア S_3 が閾値 V_{th} より小さい場合、矩形領域 R に設備 3 が存在しないと判定する。閾値 V_{th} は、その値が特に限定されるものではなく、任意に設定されてもよいし、機械的に算出されてもよい。判定部 2 2 1 4 は、設備 3 の存在領域の抽出データを、劣化領域検出部 2 2 2 へ出力する。

【 0 0 6 1 】

例えば、重複領域 X におけるスコア S_3 が 0.8、閾値 V_{th} が 0.7 である場合、判定部 2 2 1 4 は、矩形領域 R に設備 3 が存在する、すなわち、矩形領域 R に写っている画像が設備 3 であると判定する。これにより、当該矩形領域 R が、設備 3 の存在領域として抽出される。

【 0 0 6 2 】

例えば、重複領域 X におけるスコア S_3 が 0.6、閾値 V_{th} が 0.7 である場合、判定部 2 2 1 4 は、矩形領域 R に設備 3 が存在しない、すなわち、矩形領域 R に写っている画像が非設備（木、河川、車両、歩行者、標識、道路、建物などのような点検対象である設備 3 以外の要素）であると判定する。

【 0 0 6 3 】

劣化領域検出部 2 2 2 は、設備領域抽出部 2 2 1 から入力された設備 3 の存在領域の抽出データに基づいて、深層学習の 1 つの手法であるセマンティックセグメンテーション (semantic segmentation) による領域検出手法を用いて、設備 3 の劣化領域を検出する。設備 3 の劣化領域は、形状、大きさなどが千差万別で異なるため、クラス分類型での認識ではなく、画素単位での認識を行うことが好ましい。セマンティックセグメンテーションのモデルとしては、例えば、U-net などが挙げられるが、これに限定されない。劣化領域検出部 2 2 2 は、設備 3 の劣化領域の検出データを、出力部 2 4 0 へ出力する。

【 0 0 6 4 】

10

20

30

40

50

U-netの詳細については、例えば、下記の文献を参照することができる。

Olaf Ronneberger et.al(2015), Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation, arXiv:1505.04597 [cs. CV].

【 0 0 6 5 】

記憶部 2 3 0 は、1 つ以上のメモリを含み、例えば、半導体メモリ、磁気メモリ、光メモリなどを含んでよい。記憶部 2 3 0 に含まれる各メモリは、例えば、主記憶装置、補助記憶装置、又はキャッシュメモリとして機能してよい。各メモリは、必ずしも劣化検出装置 2 0 0 がその内部に備える必要はなく、劣化検出装置 2 0 0 の外部に備える構成としてもよい。

【 0 0 6 6 】

記憶部 2 3 0 は、劣化検出装置 2 0 0 の動作に用いられる各種情報を記憶する。記憶部 2 3 0 は、例えば、撮影画像の画像データ、設備 3 の存在領域の抽出データ、設備 3 の劣化領域の検出データなどを記憶する。また、記憶部 2 3 0 は、例えば、矩形領域 R、ずらし矩形領域 R'、重複領域 X、スコア S 1、スコア S 2、スコア S 3 などのデータを記憶する。この他にも、記憶部 2 3 0 は、例えば、各種のプログラム、各種のデータなどを記憶する。

【 0 0 6 7 】

出力部 2 4 0 は、各種情報を出力する。出力部 2 4 0 は、例えば、液晶ディスプレイ、有機 E L (Electro - Luminescence) ディスプレイ、スピーカーなどである。例えば、出力部 2 4 0 は、劣化領域検出部 2 2 2 から入力された設備 3 の劣化領域の検出データに基づいて、所定の画面を表示する。出力部 2 4 0 は、劣化検出装置 2 0 0 と一体化されていてもよいし、別々に設けられていてもよい。

【 0 0 6 8 】

通信部 2 5 0 は、撮影装置 1 0 0 と通信する機能、および、サーバ装置 3 0 0 と通信する機能を有する。通信部 2 5 0 は、例えば、撮影装置 1 0 0 から、撮影画像の画像データを受信する。通信部 2 5 0 は、例えば、サーバ装置 3 0 0 へ、設備 3 の劣化領域の検出データを送信する。

【 0 0 6 9 】

本実施形態に係る劣化検出装置 2 0 0 は、撮影画像に基づいて、設備の存在領域を抽出し、設備の存在領域に基づいて、設備の劣化領域を検出する。劣化検出装置 2 0 0 は、設備の存在領域を抽出する際、撮影画像が分割された 1 個の矩形領域に対して算出された 1 個のスコアを用いるのではなく、撮影画像が分割された 1 個の矩形領域に対して算出された複数のスコアを用いる。これにより、撮影画像に設備以外の要素が写り込んでいても、このような撮影画像から設備の画像を正確に特定することができるため、設備の劣化を高精度に検出することができる。

【 0 0 7 0 】

< 劣化検出方法 >

図 6 を参照して、本実施形態に係る劣化検出方法の一例について説明する。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 1 0 1 において、撮影装置 1 0 0 は、設備 3 を撮影する。撮影装置 1 0 0 は、撮影画像の画像データを、劣化検出装置 2 0 0 へ送信する。なお、作業員 U は、撮影装置 1 0 0 により撮影された撮影画像の画像データを、メモリカード又は U S B メモリなどの電子媒体に記憶させてもよい。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 1 0 2 において、劣化検出装置 2 0 0 は、撮影装置 1 0 0 から、撮影画像の画像データを受信する。劣化検出装置 2 0 0 は、撮影画像を、複数の矩形領域に分割する。

【 0 0 7 3 】

ステップ S 1 0 3 において、劣化検出装置 2 0 0 は、撮影画像に含まれる複数の矩形領域のそれぞれを、x y 方向に、一部領域を重ねながらずらすことで、矩形領域に対応するずらし矩形領域を生成する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 4 】

ステップ S 1 0 4 において、劣化検出装置 2 0 0 は、深層学習の 1 つの手法である C N N による画像分類手法を用いて、矩形領域に設備 3 が存在するか否かを示すスコア S 1、および、ずらし矩形領域に設備 3 が存在するか否かを示すスコア S 2 を算出する。モデルには、例えば、V G G 1 6 を用いる。

【 0 0 7 5 】

ステップ S 1 0 5 において、劣化検出装置 2 0 0 は、所定の算出方法を用いて、矩形領域に設備 3 が存在するか否かを示すスコア S 1、および、ずらし矩形領域に設備 3 が存在するか否かを示すスコア S 2 に基づいて、重複領域に設備 3 が存在するか否かを示すスコア S 3 を算出する。

10

【 0 0 7 6 】

ステップ S 1 0 6 において、劣化検出装置 2 0 0 は、重複領域に設備 3 が存在するか否かを示すスコア S 3 に基づいて、矩形領域に設備 3 が存在するか否かを判定する。劣化検出装置 2 0 0 は、重複領域におけるスコア S 3 と閾値 V_{th} とを比較して、重複領域におけるスコア S 3 が閾値 V_{th} 以上である場合、矩形領域に設備 3 が存在すると判定し、重複領域 X におけるスコア S 3 が閾値 V_{th} より小さい場合、矩形領域に設備 3 が存在しないと判定する。

【 0 0 7 7 】

ステップ S 1 0 7 において、劣化検出装置 2 0 0 は、設備 3 の存在領域の抽出データに基づいて、深層学習の 1 つの手法であるセマンティックセグメンテーションによる領域検出手法を用いて、設備 3 の劣化領域を検出する。モデルには、例えば、U - n e t を用いる。劣化検出装置 2 0 0 は、設備 3 の劣化領域の検出データを、サーバ装置 3 0 0 へ送信する。

20

【 0 0 7 8 】

ステップ S 1 0 8 において、サーバ装置 3 0 0 は、劣化検出装置 2 0 0 から、設備 3 の劣化領域の検出データを受信する。サーバ装置 3 0 0 は、設備 3 の劣化領域の検出データを記憶する。

【 0 0 7 9 】

本実施形態に係る劣化検出方法は、従来のように、撮影画像に基づいて、設備の劣化領域を検出するという 1 段階の処理ではなく、撮影画像に基づいて、設備の存在領域を抽出し、設備の存在領域に基づいて、設備の劣化領域を検出するという 2 段階の処理を行う。これにより、撮影画像に設備以外の要素が写り込んでいても、このような撮影画像から設備の画像を正確に特定することができるため、点検対象となる設備の劣化を高精度に検出することができる。

30

【 0 0 8 0 】

< 判定精度の評価 >

本実施形態に係る劣化検出装置 2 0 0 (設備領域抽出部を備えている) を用いた場合におけるスコアの判定精度と、従来に係る劣化検出装置 (設備領域抽出部を備えていない) を用いた場合におけるスコアの判定精度と、を比較し評価した。

【 0 0 8 1 】

40

スコアの判定精度は、混同行列 (confusion matrix) を基に算出した。スコアの判定精度の評価の指標としては、真陽性率 (T P R : True Positive Rate) を用いた。なお、スコアの判定精度の評価の指標としては、真陽性率の他、例えば、正解率 (Accuracy)、適合率 (Precision)、偽陽性率 (F P R : False Positive Rate) などを用いても構わない。

【 0 0 8 2 】

実施例として、1 / 2 ずらしを行った。矩形領域 $R_{(1/2)}$ のサイズは、縦 : $h = 80$ (pixel)、横 : $w = 80$ (pixel) とした。重複領域 $X_{(1/2)}$ のサイズは、縦 : $h = 40$ (pixel)、横 : $w = 40$ (pixel) とした。矩形領域 R におけるスコア S 1、ずらし矩形領域 $R'_{1(1/2)}$ におけるスコア S 2、ずらし矩形領域 $R'_{2(1/2)}$ におけるスコア S 2、ずらし矩形領域 $R'_{3(1/2)}$ におけるスコア S 2 の平均値

50

を、重複領域 $X(1/2)$ におけるスコア S_3 として算出した。

【0083】

比較例として、矩形領域 R をずらさなかった。矩形領域 R のサイズは、縦： $h = 40$ (pixel)、横： $w = 40$ (pixel) とした。矩形領域 R に含まれる所定領域におけるスコア S を算出した。所定領域のサイズは、縦： $h = 40$ (pixel)、横： $w = 40$ (pixel) とした。

【0084】

図7に示すグラフ201から、比較例において、真陽性率は、67%であることがわかる。図7に示すグラフ202から、実施例において、真陽性率は、78%であることがわかる。すなわち、実施例におけるスコアの判定精度は、比較例におけるスコアの判定精度より、10%程度高いことがわかる。

10

【0085】

したがって、本実施形態に係る劣化検出装置200は、従来に係る劣化検出装置より、スコアの判定精度が高いことが示唆される。すなわち、本実施形態に係る劣化検出装置200は、撮影画像から設備の画像を正確に特定することができることが示唆される。

【0086】

なお、上述の実施例において、 $1/2$ ずらし、 $1/3$ ずらし、...、 $1/n$ ずらし、を行って、スコアの判定精度、演算量、および、演算時間を比較したところ、 n が大きい程、演算量および演算時間が増大した。これらのバランスを考慮すると、 $1/2$ ずらし、 $1/3$ ずらし、...、 $1/n$ ずらしの中で、 $1/2$ ずらしが最も好適であることがわかった。したがって、劣化検出装置200が適切な位置に適切な個数のずらし矩形領域を生成することで、高い効果を得られることが示唆される。

20

【0087】

<検出精度の評価>

本実施形態に係る劣化検出装置200（設備領域抽出部を備えている）を用いた場合における設備3の劣化領域の検出精度と、従来に係る劣化検出装置（設備領域抽出部を備えていない）を用いた場合における設備3の劣化領域の検出精度と、を比較し評価した。

【0088】

実施例として、撮影画像Iに基づいて、設備3の存在領域を抽出し、設備3の存在領域300に基づいて、設備3の劣化領域を検出した。

30

【0089】

比較例として、撮影画像Iに基づいて、設備3の劣化領域を検出した。

【0090】

図8Aは、実施例に係る検出精度の一例を示す図である。領域301は、検出領域を示している。領域302は、誤検出領域を示している。領域303は、未検出領域を示している。

【0091】

図8Bは、比較例に係る検出精度の一例を示す図である。領域301は、検出領域を示している。領域302は、誤検出領域を示している。領域303は、未検出領域を示している。

40

【0092】

図8Aに示す領域301と図8Bに示す領域301とを比較すると、図8Aに示す領域301は、図8Bに示す領域301より広いことがわかる。また、図8Aに示す領域302と図8Bに示す領域302とを比較すると、図8Aに示す領域302は、図8Bに示す領域302より狭いことがわかる。すなわち、実施例は、比較例より、設備3の劣化領域を正確に検出していることがわかる。

【0093】

図8Aに示す領域303と図8Bに示す領域303とを比較すると、図8Aに示す領域303は、図8Bに示す領域303より狭いことがわかる。すなわち、実施例は、比較例より、設備3の劣化領域の誤検出が少ないことがわかる。

50

【 0 0 9 4 】

したがって、本実施形態に係る劣化検出装置 2 0 0 は、従来に係る劣化検出装置より、設備 3 の劣化領域の検出精度が高いことが示唆される。すなわち、本実施形態に係る劣化検出装置 2 0 0 は、撮影画像に基づいて設備 3 の劣化を高精度に検出することが可能であることが示唆される。

【 0 0 9 5 】

< 変形例 >

本発明は上記の実施形態および変形例に限定されるものではない。例えば、上述の各種の処理は、記載にしたがって時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行されてもよい。その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能である。

【 0 0 9 6 】

< プログラム及び記録媒体 >

上記の実施形態及び変形例として機能させるためにプログラム命令を実行可能なコンピュータを用いることも可能である。コンピュータは、各装置の機能を実現する処理内容を記述したプログラムを該コンピュータの記憶部に格納しておき、該コンピュータのプロセッサによってこのプログラムを読み出して実行させることで実現することができ、これらの処理内容の少なくとも一部をハードウェアで実現することとしてもよい。ここで、コンピュータは、汎用コンピュータ、専用コンピュータ、ワークステーション、P C、電子ノートパッドなどであってよい。プログラム命令は、必要なタスクを実行するためのプログラムコード、コードセグメントなどであってもよい。プロセッサは、C P U (Central Processing Unit)、G P U (Graphics Processing Unit)、D S P (Digital Signal Processor)、A S I C (Application Specific Integrated Circuit) などのであってよい。

【 0 0 9 7 】

例えば、上述した劣化検出方法をコンピュータに実行させるためのプログラムは、図 6 を参照すると、構造物に添架された設備の劣化を検出する劣化検出方法であって、設備を撮影するステップ (S 1 0 1) と、撮影画像に基づいて、設備の存在領域を抽出し (S 1 0 2 ~ S 1 0 6)、設備の存在領域に基づいて、設備の劣化領域を検出するステップ (S 1 0 7) と、劣化領域を記憶するステップ (S 1 0 8) と、を含む。

【 0 0 9 8 】

また、このプログラムは、コンピュータが読み取り可能な記録媒体に記録されていてもよい。このような記録媒体を用いれば、プログラムをコンピュータにインストールすることが可能である。ここで、プログラムが記録された記録媒体は、非一過性の記録媒体であってもよい。非一過性の記録媒体は、C D (Compact Disk) - R O M (Read-Only Memory)、D V D (Digital Versatile Disc) - R O M、B D (Blu-ray (登録商標) Disc) - R O M などであってもよい。また、このプログラムは、ネットワークを介したダウンロードによって提供することもできる。

【 0 0 9 9 】

上述の実施形態は代表的な例として説明したが、本開示の趣旨及び範囲内で、多くの変更及び置換ができることは当業者に明らかである。したがって、本発明は、上述の実施形態によって制限するものと解するべきではなく、請求の範囲から逸脱することなく、種々の変形や変更が可能である。例えば、実施形態の構成図に記載の複数の構成ブロックを 1 つに組み合わせたり、あるいは 1 つの構成ブロックを分割したりすることが可能である。また、実施形態のフローチャートに記載の複数の工程を 1 つに組み合わせたり、あるいは 1 つの工程を分割したりすることが可能である。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 0 】

- | | |
|---|----------|
| 1 | 劣化検出システム |
| 2 | 構造物 |
| 3 | 設備 |

10

20

30

40

50

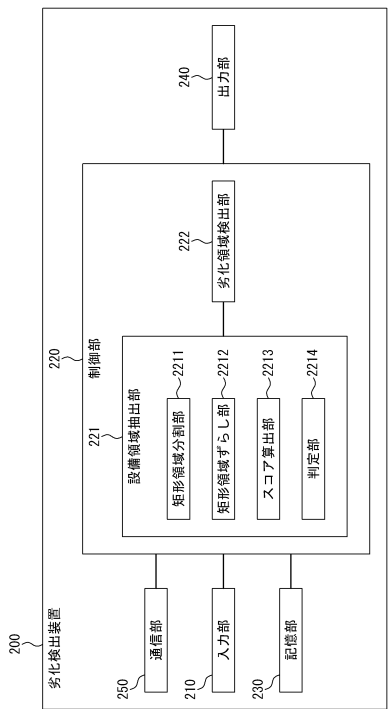
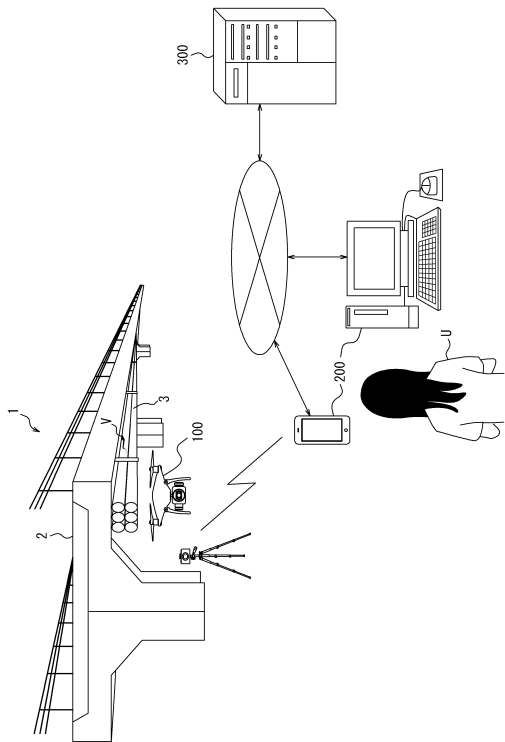
1 0 0	撮影装置
2 0 0	劣化検出装置
2 1 0	入力部
2 2 0	制御部
2 3 0	記憶部
2 4 0	出力部
2 5 0	通信部
2 2 1	設備領域抽出部
2 2 2	劣化領域検出部
3 0 0	サーバ装置
2 2 1 1	矩形領域分割部
2 2 1 2	矩形領域ずらし部
2 2 1 3	スコア算出部
2 2 1 4	判定部

10

【図面】

【図 1】

【図 2】



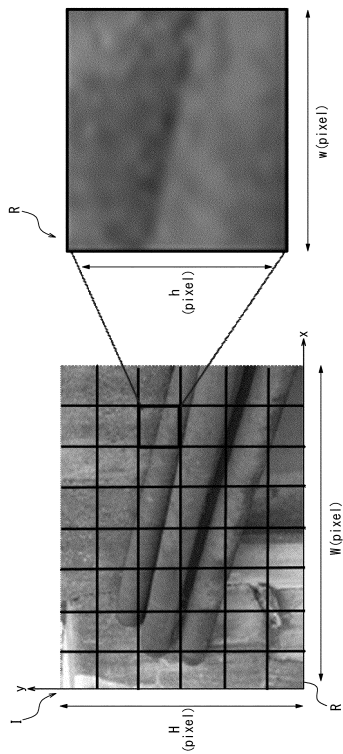
20

30

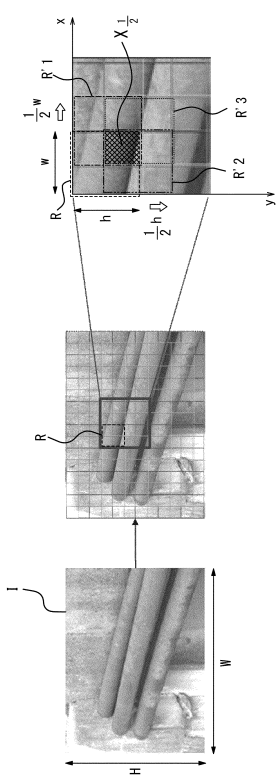
40

50

【図 3】



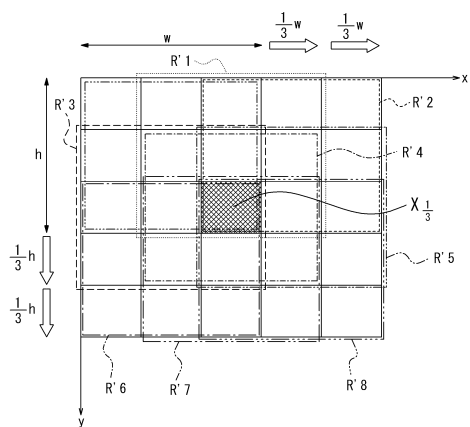
【図 4 A】



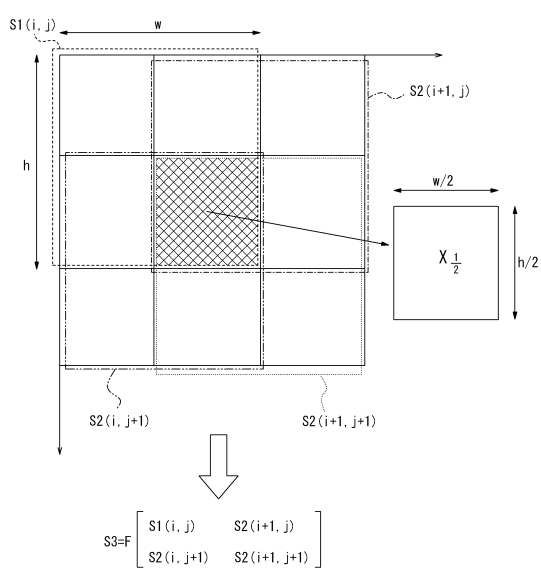
10

20

【図 4 B】



【図 5 A】

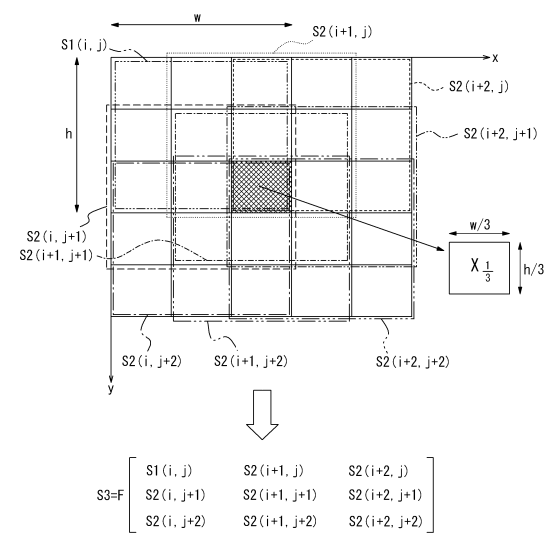


30

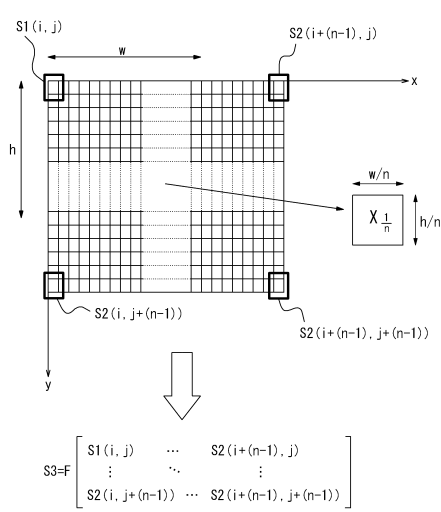
40

50

【図 5 B】



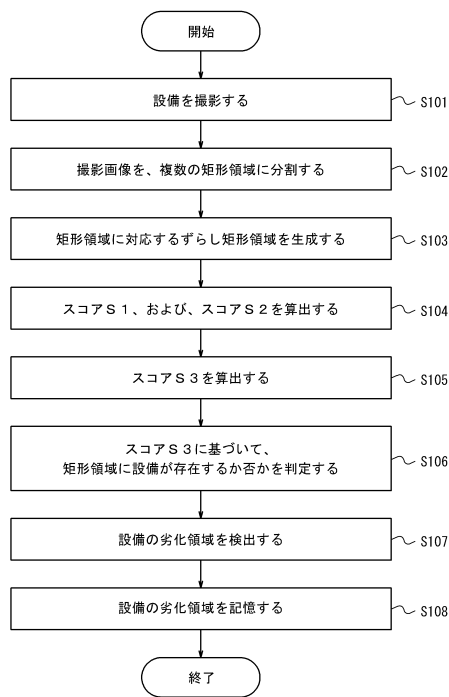
【図 5 C】



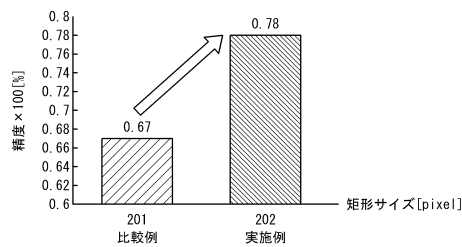
10

20

【図 6】



【図 7】

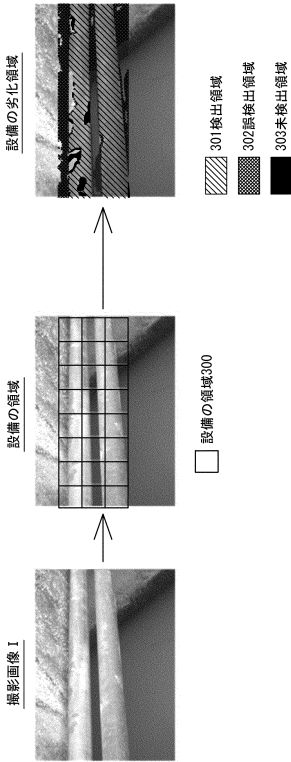


30

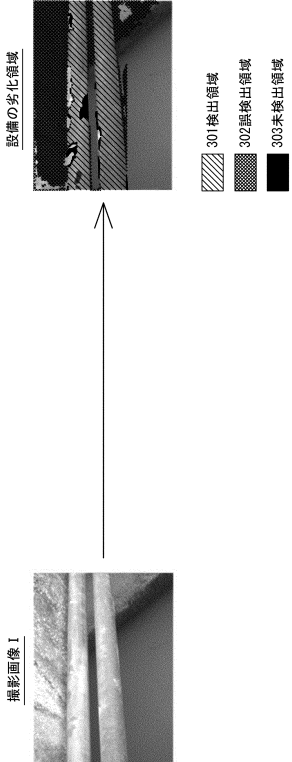
40

50

【図 8 A】



【図 8 B】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 渡邊 一旭
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 中川 雅史
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 荒武 淳
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- 審査官 蔵田 真彦
- (56)参考文献 特開2005-057956(JP,A)
特開2018-074757(JP,A)
特開2011-252746(JP,A)
特開2016-133878(JP,A)
米国特許出願公開第2016/0371850(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01N 21/84 - 21/958
G06T 1/00 - 1/60、7/00 - 7/90