

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-194813

(P2017-194813A)

(43) 公開日 平成29年10月26日(2017.10.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G06T 1/00 (2006.01)	G06T 1/00 300	2G051
G01N 21/954 (2006.01)	G01N 21/954 A	5B057
G03B 15/00 (2006.01)	G03B 15/00 L	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2016-84187 (P2016-84187)	(71) 出願人	000005108
(22) 出願日	平成28年4月20日 (2016. 4. 20)		株式会社日立製作所
		(74) 代理人	100098660
			弁理士 戸田 裕二
		(72) 発明者	高橋 文夫
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社 日立製作所内
		(72) 発明者	陰山 晃治
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社 日立製作所内
		(72) 発明者	田所 秀之
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社 日立製作所内

最終頁に続く

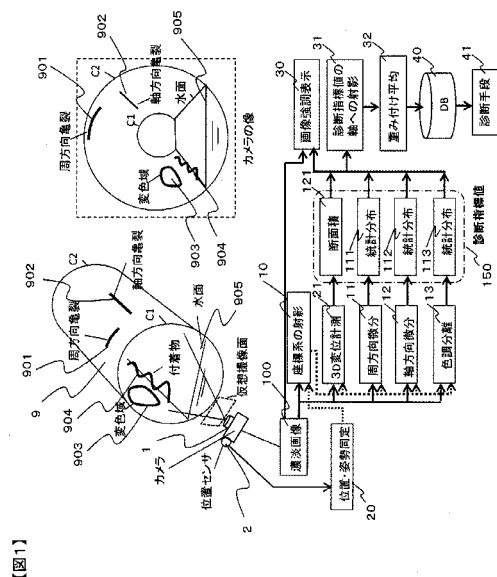
(54) 【発明の名称】 画像診断システム

(57) 【要約】

【課題】画像統計量および断面積などを診断指標とし、これらの複数の診断指標を用い、総合的な老朽化診断、データ蓄積を可能とする画像診断システムを提供する。

【解決手段】画像診断システムは、下水配管網の画像診断において、変形位置から求められる断面積を一方の診断指標に、先験的に定まる亀裂方向に直交する方向への濃淡勾配の画像統計量を他方の診断指標とし、予め対応付けられた診断指標の軸方向分布と実際の異常事象に基づき、下水配管網の異常を診断することを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下水配管網の画像診断において、変形位置から求められる断面積を一方の診断指標に、先験的に定まる亀裂方向に直交する方向への濃淡勾配の画像統計量を他方の診断指標とし、予め対応付けられた診断指標の軸方向分布と実際の異常事象に基づき、下水配管網の異常を診断することを特徴とする画像診断システム。

【請求項 2】

請求項 1 において、画像で得られたマクロ量を管軸上で重み付け平均し、管軸方向へ診断することを特徴とする画像診断システム。

【請求項 3】

請求項 1 において、下水管の軸方向と周方向の座標系を画像に射影し画素ごとの濃淡勾配を求めることを特徴とする画像診断システム。

【請求項 4】

請求項 3 において、得られた濃淡勾配を亀裂幅方向に膨張させマーク表示として画像に重ね合わせて表示することを特徴とする画像診断システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像診断システムに係り、特に、下水配管の画像診断に好適な画像診断システムに関する。

【背景技術】

【0002】

老朽化するインフラの健全性を低コストで保つために老朽化の進んだものから更新することが求められている。特に下水配管など配管については、画像診断が有望とされる。特許文献 1 では錆や塗装剥離などの特徴部を抽出している。特許文献 2 では下水配管の亀裂を抽出する手法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開2008-224381号公報

【特許文献 2】特開2005-227055号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 では画像濃淡の閾値に基づき錆などの特徴部の領域を判定し面積を求め、配管表面の面積比率を判定基準とする。しかし一般に、特徴部の形状は多様であり、また閾値は一意に決まらない。ときには熟練者の判断を必要とする。このため、基準が曖昧でデータの蓄積および診断の自動化が困難であった。

【0005】

特許文献 2 では画像から亀裂を抽出するための手法が開示されている。Canny法により空間微分の方向が決められ任意形状の亀裂を抽出できるとされている。しかし、空間微分により発生するノイズと亀裂の判別が困難である。

【0006】

さらに下水配管では前述に加え、管の大破損、繋ぎ目の位置ずれなどを判別し、総合的に老朽化を診断することが求められている。

【0007】

そこで、本発明の目的は、画像統計量および断面積などを診断指標とし、これらの複数の診断指標を用い、総合的な老朽化診断、データ蓄積を可能とする画像診断システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【0008】

画像診断システムは、下水配管網の画像診断において、変形位置から求められる断面積を一方の診断指標に、先験的に定まる亀裂方向に直交する方向への濃淡勾配の画像統計量を他方の診断指標とし、予め対応付けられた診断指標の軸方向分布と実際の異常事象に基づき、下水配管網の異常を診断することの特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、画像統計量および断面積などを診断指標とし、これらの複数の診断指標を用い総合的な老朽化診断、データ蓄積が可能となる。

【図面の簡単な説明】

10

【0010】

【図1】本発明に係る画像診断システムの構成図である。

【図2】本発明に係る診断指標値の算出フロー図である。

【図3】本発明に係る座標系を射影する模式図である。

【図4】本発明に係る画像統計分布の亀裂に関する例である。

【図5】本発明で得られる診断指標を用いた診断の例である。

【図6】本発明に係る亀裂強調表示の模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明を詳細に説明する。

20

【0012】

特徴部や亀裂の個々の形状は老朽化の診断に必ずしも必要とされない。その頻度が老朽化の指標となる。本発明は、個々の形状から離れ、画像中の画素濃度に関する頻度分布（以下、画像統計量）を診断指標にする提案である。

【0013】

配管に入る亀裂は応力によって発生し、主に周方向と軸方向に亀裂が発生する。配管の周方向座標と軸方向座標を画像に写像することで、画像上で特定の方向に空間微分する。個々の亀裂を抽出する代わりに、空間微分値に対する画像統計量を求め診断指標とする。すなわち、閾値を超える画素の頻度に応じて亀裂の有無や程度が判定できる。錆については鉄錆の場合、赤の色調が卓越する。カラー画像のRed信号に関する画像統計量を診断指標に用いる。

30

【0014】

管の大破損、繋ぎ目の位置ずれなど大変形は2地点からの画像を用い3次元位置を計測する。この場合も、個々の変形形状から離れ、軸方向に管断面積を算出し診断指標とする。

【0015】

以下、実施例を図面を用いて説明する。

【実施例1】

【0016】

図1は本発明のシステム構成図である。ここに、1はカメラ、2は位置センサ、9は下水管である。図1の下半分は処理ダイアグラムを示し、10は座標系の射影、11は周方向微分、12は軸方向微分、13は色調分離、20は位置・姿勢同定、21は3D変位計測、30は画像強調表示、31は診断指標値の軸への射影、32は重み付け平均、40はデータベース、41は診断手段、100は濃淡画像、112、113、114は統計分布、121は断面積、150は診断指標値を表す。なお、以下は下水管の異常にかかわる事象であり、901は周方向亀裂、902は軸方向亀裂、903は変色領域、904は付着物、905は水面である。

40

【0017】

カメラ1には位置センサ2が取り付けられ、位置・姿勢同定20でカメラ1の位置および姿勢、すなわちカメラ1の視野が決められる。視野が配管中心に向いている場合、カメ

50

ラの像は右図のようになる。座標系の射影 1 0 で配管表面の周方向および軸方向の座標をカメラの像に射影する。

【0018】

3D変位計測 2 1 では 2 地点でのカメラ画像の合成により、配管 9 の表面の断面中心方向への変位が計測を計測し、断面積 1 2 1 を得る。配管の破損、繋ぎ目の位置ずれなど大変形があると、断面積に現れる。

【0019】

配管に入る亀裂は応力によって発生し、主に周方向と軸方向に亀裂が発生する。周方向微分 1 1 によって軸方向亀裂 9 0 2 が検出されるはずだが、亀裂の有無によらず統計分布 1 1 1 を出力する。軸方向微分 1 2 も同様だが、この場合、周方向亀裂 9 0 1 が検出される。錆については鉄錆の場合、赤の色調が卓越する。色調分離 1 3 でカラー信号に関する統計分布 1 1 3 を得る。ここで、得られた断面積 1 2 1 および統計分布 1 1 1、1 1 2、1 1 3 を総称し、診断指標値 1 5 0 とする。

【0020】

診断指標値 1 5 0 は診断指標値の軸への射影 3 1 がされ、重み付け平均 3 2 の後、データベース 4 0 に記憶され、診断手段 4 1 での診断に用いられる。下水管内は一般に暗く、画像は照明の位置や照度に依存する。これらを考慮して重み付けの比が決められる。

【0021】

図 2 は本発明の診断指標値の算出フロー図であり、先の図 1 で説明しきれなかった診断指標値の軸への射影 3 1 を補足する。ここで、新たに、3 は移動手段、9 1 は周方向座標、9 2 は軸方向座標である。カメラ 1 を移動手段 3 に積み移動させ、連続的に画像を得ることを想定している。

【0022】

1 枚の画像の診断指標値には奥行き方向の情報を含むため、軸に射影 3 1 し、軸上の各点では射影された値を重み付け平均 3 2 し、図 1 のデータベース 4 0 に記憶する。

【0023】

図 3 は座標系の射影 1 0 と軸方向微分 1 2 を示す模式図である。座標系の射影 1 0 では画像の画素に対して、座標系の方向ベクトルを与える（周方向に e_θ 、軸方向に e_z ）。軸方向への微分は、画像の濃淡勾配ベクトルと画像に射影された軸座標の方向ベクトル e_z の内積により得られる。微分によるノイズは周方向 e_θ に自己相関（隣接する画素で同様に求められる軸方向をとることで低減される。これによって、周方向の亀裂が検出される。周方向への微分も同様であり、軸方向の亀裂が検出される。

【0024】

図 4 は本発明の画像統計分布の亀裂に関する例である。周方向の亀裂がある画像と亀裂が無い画像を比較したものであり、軸方向の濃淡勾配に対する画素数の残存頻度（＝総画素数－累積頻度）の分布を示す。亀裂がある画像で濃度勾配が大きい画素が多く残存する。なお、亀裂の局在性から亀裂が有っても画素数としては少ないため、画素数の残存頻度を対数で表示した。

【0025】

図 5 は本発明で得られる診断指標を用いた診断の例である。本発明では多次元の診断指標が得られるが、図 5 では 2 次元、すなわち 2 つの診断指標に略記している。管の軸方向に指標値が変動するが、過去の経験から診断指標 1 と 2 の指標値が共に高い場合に劣化すると分かっている場合、条件を満たす中間部で劣化と判断できる。一般的に書くと、各診断指標の軸方向への変化と過去のデータ（既に求められている診断指標の値と老朽化の実態との関係）から老朽化が診断される。新たな診断結果はデータに蓄積される。

【0026】

図 6 は本発明の亀裂強調表示の模式図である。これまでは、熟練者の判断を必要としないシステムについて述べてきた。経験が蓄積されるまでは、システムと熟練者の協調となると考えられる。この場合、亀裂は局在し見落とす原因となるため前述した濃度勾配の自己相関が大きい画素をマーク表示するものである。亀裂の幅方向（周方向亀裂であれば、

10

20

30

40

50

軸方向)の画素数は少ないため、軸方向92に膨張させてマーク表示する。

【0027】

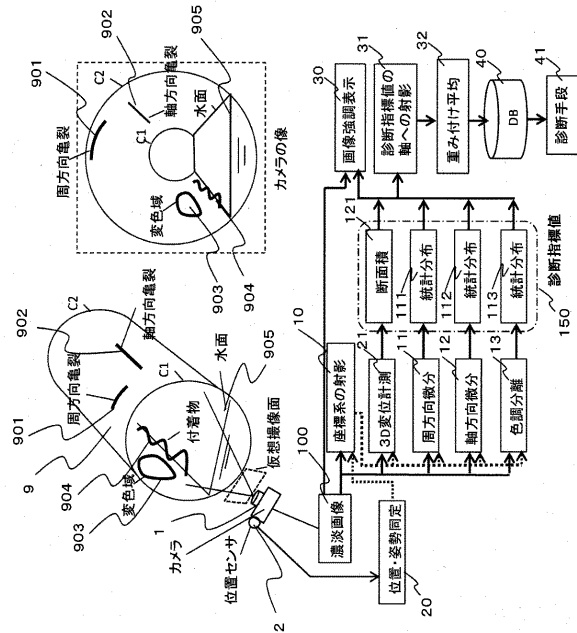
本実施形態によれば、画像統計量および断面積などを診断指標とし、これらの複数の診断指標を用い総合的な老朽化診断、データ蓄積が可能となる。例えば配管内を走るロボットにカメラを積み連続的に撮影させる。時系列の画像から各診断指標の管軸方向の分布を得る。各診断指標の軸方向への変化と過去のデータ(既に求められている診断指標の値と老朽化の実態との関係)から老朽化が診断される。新たな診断結果はデータに蓄積される。

【符号の説明】

【0028】

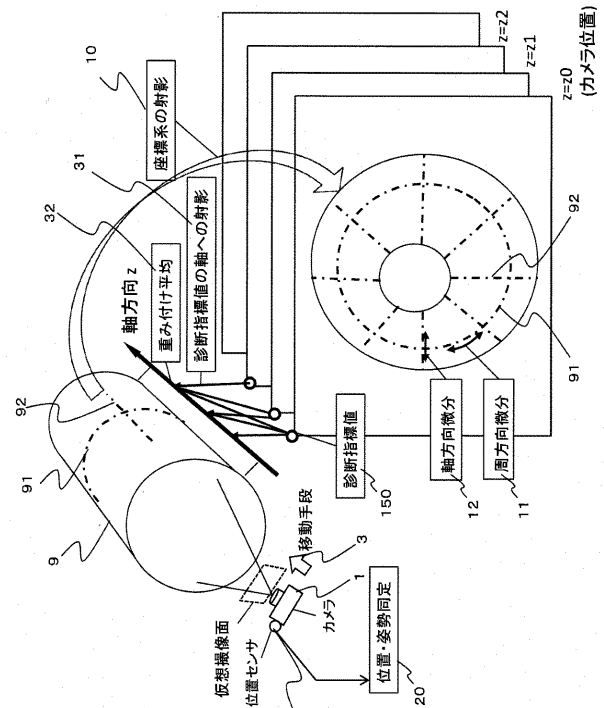
1	カメラ	
2	位置センサ	
3	移動手段	
9	下水管	
10	座標系の射影	
11	周方向微分	
12	軸方向微分	
13	色調分離	
20	位置・姿勢同定	
21	3D変位計測	20
30	画像強調表示	
31	診断指標値の軸への射影	
32	重み付け平均	
40	データベース	
41	診断手段	
91	周方向座標	
92	軸方向座標	
100	濃淡画像	
112、113、114	統計分布	
121	断面積	30
150	診断指標値	
901	周方向亀裂	
902	軸方向亀裂	
903	変色領域	
904	付着物	
905	水面	

【図1】



【図1】

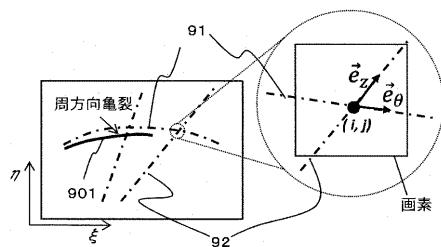
【図2】



【図2】

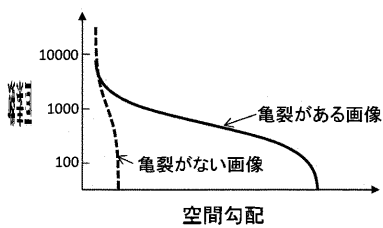
【図3】

【図3】



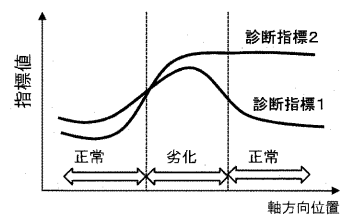
【図4】

【図4】



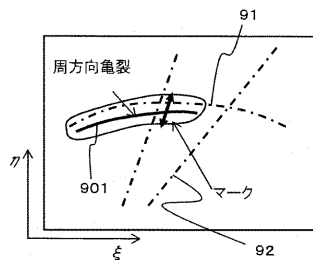
【図5】

【図5】



【図6】

【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 畑山 正美

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社 日立製作所内

Fターム(参考) 2G051 AA82 AB07 CA03 CA04 EA11 EA12 EA14 EA17 EC02 EC03
5B057 AA01 BA02 CA08 CA12 CA16 DA03 DA16 DB02 DB09 DC04
DC08 DC09 DC19 DC22