

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5243486号
(P5243486)

(45) 発行日 平成25年7月24日(2013.7.24)

(24) 登録日 平成25年4月12日(2013.4.12)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 B 11/00 (2006.01)

G O 1 B 11/00

H

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2010-125695 (P2010-125695)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成22年6月1日(2010.6.1)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2011-252746 (P2011-252746A)		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(43) 公開日	平成23年12月15日(2011.12.15)	(74) 代理人	100083806
審査請求日	平成22年6月1日(2010.6.1)		弁理士 三好 秀和
		(74) 代理人	100129230
			弁理士 工藤 理恵
		(72) 発明者	境野 英朋
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
			本電信電話株式会社内
		審査官	中川 康文

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ケーブル位置検出装置、ケーブル位置検出方法及びケーブル位置検出プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

可視カメラと赤外線カメラとによりそれぞれ撮影されたケーブルの可視画像と赤外線画像とを入力する画像入力手段と、

入力された前記可視画像及び前記赤外線画像を記憶する画像記憶手段と、

前記可視画像及び前記赤外線画像を前記画像記憶手段から読み出して、前記可視画像と前記赤外線画像との各画素の輝度の差分を計算して過去の測定結果に基づいて予め定めた閾値以上の画素を抽出することにより、前記ケーブルの位置を検出する位置検出手段と、

前記赤外線画像の輝度値を上方向・下方向・左方向・右方向の各方向にそれぞれ積分して前記検出されたケーブル位置でのヒストグラム分布曲線を生成し、前記ヒストグラム分布曲線において過去の測定結果に基づいて予め定めた閾値以上で変化のある位置をケーブル欠損領域として検出する欠損領域検出手段と、

を有することを特徴とするケーブル位置検出装置。

【請求項2】

コンピュータにより、

可視カメラと赤外線カメラとによりそれぞれ撮影されたケーブルの可視画像と赤外線画像とを入力するステップと、

入力された前記可視画像及び前記赤外線画像を画像記憶手段に記憶するステップと、

前記可視画像及び前記赤外線画像を前記画像記憶手段から読み出して、前記可視画像と前記赤外線画像との各画素の輝度の差分を計算して過去の測定結果に基づいて予め定めた

10

20

閾値以上の画素を抽出することにより、前記ケーブルの位置を検出するステップと、
前記赤外線画像の輝度値を上方向・下方向・左方向・右方向の各方向にそれぞれ積分し
て前記検出されたケーブル位置でのヒストグラム分布曲線を生成し、前記ヒストグラム分
布曲線において過去の測定結果に基づいて予め定めた閾値以上で変化のある位置をケー
ブル欠損領域として検出するステップと、

を有することを特徴とするケーブル位置検出方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の各ステップをコンピュータに実行させることを特徴とするケーブル位置検出プログラム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、カメラで撮影された画像からケーブルの位置を検出する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、街中の電柱には用途の異なる様々な種類のケーブル（非特許文献 1 参照）が張り巡らされている。そして、エンドユーザに対して安定的なサービスを提供するため、ケーブル品質検査が人手を介して定期的に行われている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

20

【0003】

【非特許文献 1】「電線」、[online]、フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』、[平成22年5月26日検索]、インターネット<URL : <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%9B%BB%E7%B7%9A>>

【非特許文献 2】デジタル画像処理編集委員会、「デジタル画像処理」、第2版、日本、財団法人 画像情報教育振興委員会（CG - ARTS 協会）、2006年3月1日、p.49-57、64-68、279-282

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

しかしながら、従来の検査方法は、ケーブルに無人走行器を取り付けて監視する手法や、特殊な車両を用いて目視による状態監視が主流であるため、ケーブルの正常・異常状態を広域で監視するには多くの人手や時間を要して非効率であった。

【0005】

また、ケーブルをカメラで撮影して取得した画像からケーブルの状態を検査する方法（非特許文献 2 参照）もあるが、ケーブル表面における色変化のみを監視できる程度であるため、ケーブル状態の監視レベルは低いものであった。また、図 4 に示すように、電柱や建物等の背景を含む画像からケーブルのみを検出することは困難であり、画像編集ツール等を用いてケーブルの黒色を指定しても背景が同時に検出されてしまうという問題もあった。

40

【0006】

本発明は、上記を鑑みてなされたものであり、カメラにより撮影された画像からケーブルを効率的に検出することを第 1 の課題とし、検出されたケーブルの劣化箇所を特定することを第 2 の課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項 1 に記載のケーブル位置検出装置は、可視カメラと赤外線カメラとによりそれぞれ撮影されたケーブルの可視画像と赤外線画像とを入力する画像入力手段と、入力された前記可視画像及び前記赤外線画像を記憶する画像記憶手段と、前記可視画像及び前記赤外線画像を前記画像記憶手段から読み出して、前記可視画像と前記赤外線画像との各画素の

50

輝度の差分を計算して過去の測定結果に基づいて予め定めた閾値以上の画素を抽出することにより、前記ケーブルの位置を検出する位置検出手段と、前記赤外線画像の輝度値を上方向・下方向・左方向・右方向の各方向にそれぞれ積分して前記検出されたケーブル位置でのヒストグラム分布曲線を生成し、前記ヒストグラム分布曲線において過去の測定結果に基づいて予め定めた閾値以上で変化のある位置をケーブル欠損領域として検出する欠損領域検出手段と、を有することを特徴とする。

【0008】

本発明によれば、可視カメラと赤外線カメラとによりそれぞれ撮影されたケーブルの可視画像と赤外線画像とを入力し、可視画像と赤外線画像との各画素の輝度の相違量に基づいて、ケーブルの位置を検出するため、複雑な背景の影響を受けることなく、カメラにより撮影された画像からケーブルを高速かつ簡易に効率的に検出することができる。

10

【0010】

本発明によれば、可視画像と赤外線画像との各画素の輝度の差分を計算し、過去の測定結果に基づいて予め定めた閾値以上の画素を抽出することにより、ケーブルの位置を検出するため、複雑な背景の影響を受けることなく、カメラにより撮影された画像からケーブルを高速かつ簡易に効率的に検出することができる。

【0013】

本発明によれば、赤外線画像の輝度値を上方向・下方向・左方向・右方向の各方向にそれぞれ積分して検出されたケーブル位置でのヒストグラム分布曲線を生成し、ヒストグラム分布曲線において過去の測定結果に基づいて予め定めた閾値以上で変化のある位置をケーブル欠損領域として検出するため、検出されたケーブルの劣化箇所を特定することができる。

20

【0014】

請求項2に記載のケーブル位置検出方法は、コンピュータにより、可視カメラと赤外線カメラとによりそれぞれ撮影されたケーブルの可視画像と赤外線画像とを入力するステップと、入力された前記可視画像及び前記赤外線画像を画像記憶手段に記憶するステップと、前記可視画像及び前記赤外線画像を前記画像記憶手段から読み出して、前記可視画像と前記赤外線画像との各画素の輝度の差分を計算して過去の測定結果に基づいて予め定めた閾値以上の画素を抽出することにより、前記ケーブルの位置を検出するステップと、前記赤外線画像の輝度値を上方向・下方向・左方向・右方向の各方向にそれぞれ積分して前記検出されたケーブル位置でのヒストグラム分布曲線を生成し、前記ヒストグラム分布曲線において過去の測定結果に基づいて予め定めた閾値以上で変化のある位置をケーブル欠損領域として検出するステップと、を有することを特徴とする。

30

【0015】

本発明によれば、可視カメラと赤外線カメラとによりそれぞれ撮影されたケーブルの可視画像と赤外線画像とを入力し、可視画像と赤外線画像との各画素の輝度の相違量に基づいて、ケーブルの位置を検出するため、複雑な背景の影響を受けることなく、カメラにより撮影された画像からケーブルを高速かつ簡易に効率的に検出することができる。

【0017】

本発明によれば、可視画像と赤外線画像との各画素の輝度の差分を計算し、過去の測定結果に基づいて予め定めた閾値以上の画素を抽出することにより、ケーブルの位置を検出するため、複雑な背景の影響を受けることなく、カメラにより撮影された画像からケーブルを高速かつ簡易に効率的に検出することができる。

40

【0020】

本発明によれば、赤外線画像の輝度値を上方向・下方向・左方向・右方向の各方向にそれぞれ積分して検出されたケーブル位置でのヒストグラム分布曲線を生成し、ヒストグラム分布曲線において過去の測定結果に基づいて予め定めた閾値以上で変化のある位置をケーブル欠損領域として検出するため、検出されたケーブルの劣化箇所を特定することができる。

【0021】

50

請求項 3 に記載のケーブル位置検出プログラムは、請求項 2 に記載の各ステップをコンピュータに実行させることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 2 2 】

本発明によれば、カメラにより撮影された画像からケーブルを効率的に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 3 】

【図 1】ケーブル位置検出装置の機能ブロック構成を示す図である。

【図 2】赤外線カメラ及び可視カメラで撮影された 2 つのケーブル画像と、位置検出部により計算された差分画像とを示す図である。

【図 3】ケーブル欠損領域の検出法を説明する図である。

【図 4】一般的なカメラにより撮影された観測画像の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 4 】

以下、本発明を実施する一実施の形態について図面を用いて説明する。但し、本発明は多くの異なる形態で実施することが可能であり、本実施の形態の記載内容に限定して解釈すべきではない。

【 0 0 2 5 】

図 1 は、本実施の形態に係るケーブル位置検出装置の機能ブロック構成を示す図である。このケーブル位置検出装置 1 は、画像入力部 1 1 と、データ蓄積部 1 2 と、ノイズ緩和部 1 3 と、位置検出部 1 4 と、連続性判断部 1 5 と、欠損領域検出部 1 6 と、検出結果表示部 1 7 とで構成されている。

【 0 0 2 6 】

画像入力部 1 1 は、可視カメラと赤外線カメラとにより日中の太陽光下で略同一時刻に略同一方向から略同一撮影範囲となるようにそれぞれ撮影されたケーブルの可視画像と赤外線画像との入力を受け付けて、ケーブル位置検出装置 1 の内部に inputs する機能を有している。なお、光軸の設定が不要となるため、可視・赤外一体型カメラを利用して各画像を撮影することが好ましい。但し、被写体であるケーブルまでの撮影距離が遠い場合には誤差の範囲内とみなすことが可能であるため、各画像をそれぞれ撮影する 2 台のカメラを利用してもよい。

【 0 0 2 7 】

データ蓄積部 1 2 は、画像入力部 1 1 によって受付・入力された可視画像及び赤外線画像を読み出し可能に記憶する機能を有している。

【 0 0 2 8 】

ノイズ緩和部 1 3 は、データ蓄積部 1 2 から可視画像及び赤外線画像を取得し、それら各画像に含まれる環境外乱等のノイズ成分を取り除く機能を有している。例えば、想定されるノイズ成分に相当する輝度の閾値を予め設定しておき、その閾値よりも輝度値の低い画素（又は高い画素）については輝度レベルを強制的に下げる（又は上げる）ようにする。

【 0 0 2 9 】

位置検出部 1 4 は、ノイズ緩和部 1 3 によってノイズ成分が除去された後の可視画像と赤外線画像との各画素の輝度の相違量に基づいて、画像内におけるケーブルの位置を検出する機能を有している。撮影環境によってはノイズ成分量が微少であることも容易に想定されるため、データ蓄積部 1 2 に蓄積されているノイズ成分除去前の画像を利用してもよい。位置検出部 1 4 の処理については後述にて詳細を説明する。

【 0 0 3 0 】

連続性判断部 1 5 は、赤外線画像の輝度値を水平方向及び／又は垂直方向に積分し、位置検出部 1 4 により検出されたケーブル位置でのヒストグラム分布曲線を生成し、所定の閾値を基準にして、ヒストグラム分布曲線の連続性・不連続性を判断する機能を有してい

10

20

30

40

50

る。連続性判断部 15 の処理についても詳細を後述する。

【0031】

欠損領域検出部 16 は、連続性判断部 15 によって不連続と判断された位置をケーブル欠損領域又はケーブル欠損候補領域として検出する機能を有している。なお、連続性判断部 15 の処理結果に基づいて欠損領域を検出するため、技術的關係性の強い連続性判断部 15 と欠損領域検出部 16 とを 1 つの機能部とすることも当然に可能である。欠損領域検出部 16 の処理についても詳細を後述する。

【0032】

検出結果表示部 17 は、位置検出部 14 によって検出された画像内のケーブルの位置や、欠損領域検出部 16 によって検出されたケーブルの欠損領域を、検出結果として画面に

10

【0033】

次に、位置検出部 14 の処理について説明する。位置検出部 14 は、前述したように、可視カメラによって撮影された可視画像や、赤外線カメラによって撮影された赤外線画像といった、同一被写体を略同一時刻で撮影した場合に輝度特性が異なる 2 枚の画像を利用してケーブルの位置を検出する。

【0034】

ここで、両カメラの特性について説明する。赤外線カメラは、被写体の温度分布を計測するには適しているが、輝度の高い被写体の周辺には被写体から輻射熱の影響が出るため、その輪郭がぼやけてしまう（図 2 の赤外線画像参照）。一方、可視カメラは、被写体の

20

【0035】

そこで、位置検出部 14 は、双方のカメラの利点を利用して被写体であるケーブルの輪郭を検出する。太陽光の影響により、ケーブル自体が熱を有している。そのため、物体が発生する熱（赤外光）に対応する電磁波の放射が観測された赤外線画像を利用することができる。しかし、街中にはケーブルが複数本隣接している場合が多く、この画像のみからではケーブルの特定が難しい。そこで、可視画像を併用する。可視画像は視認できる可視光に対応する電磁波の反射を観測可能な画像であって、可視画像内には、頭上の太陽光により、ケーブル上部の照り返しや、ケーブル下部の陰影が写し出されている。

30

【0036】

そして、可視画像と赤外線画像との各画素の輝度の差分の絶対値を計算して差分画像（図 2 の差分画像参照）を生成し、過去の計測結果に基づいて予め定めた閾値以上の画素を抽出する。これによりケーブルの輪郭が抽出され、街中の背景の影響を受けることなくケーブルの位置を検出することができる。

【0037】

その他、各画像の各画素の輝度を 1 次微分してエッジ画像を生成し、生成された 2 枚のエッジ画像をそれぞれ 2 値化した後に差分画像を生成して、ケーブルの輪郭を抽出するようにしてもよい。

【0038】

また、2 枚の画像の特徴量（輝度値）の相違に基づいてケーブルの位置を検出するため、相違量の把握が可能であれば、輝度の差分計算に代えて、加算計算、乗算計算、除算計算、各種演算の組み合わせを利用するようにしてもよい。

40

【0039】

次に、連続性判断部 15 及び欠損領域検出部 16 の処理について説明する。これら各機能部は、赤外線画像の利点を利用してケーブルの欠損箇所を検出する。赤外線画像は被写体の温度分布を示すため、破損のない正常なケーブルであれば、その温度分布は連続的となる。しかし、図 3 に示すように、ケーブルに欠損箇所がある場合には、その温度分布に不連続な部位が表れる。

【0040】

50

そこで、検出ケーブル画像の四方に、赤外線画像の輝度値を上方向・下方向・左方向・右方向の各方向にそれぞれ積分してヒストグラム分布曲線を生成し、生成された各ヒストグラム分布曲線から、予め設定された閾値未満で変化のある位置と閾値以上で変化のある位置とを把握し、前者を連続な位置と判断し、後者を不連続な位置と判断する。なお、ここで利用される閾値は、過去の計測結果に基づいて、生成されたヒストグラム分布において急峻に変動する輝度積分値から予め設定されている。

【 0 0 4 1 】

その後、不連続と判断された位置をケーブル欠損領域として検出する。なお、ヒストグラム分布曲線は4つ生成してもよいが、単に欠損箇所の位置のみを把握したい場合には、1つ又は2つ（右方向及び上方向等）のヒストグラム分布曲線のみを利用してもよい。欠損箇所の把握レベルに応じて生成されるヒストグラム分布曲線数を変更することが望ましい。また、輝度積分値については、1次空間微分を利用するようにしてもよいし、閾値については、例えば10～20を用いてもよい。

10

【 0 0 4 2 】

次に、ケーブル位置検出装置の動作について説明する。最初に、画像入力部11により、可視カメラで撮影された可視画像と赤外線カメラで撮影された赤外線画像とが入力され、データ蓄積部12に蓄積される（S1）。

【 0 0 4 3 】

次いで、ノイズ緩和部13により、データ蓄積部12から可視画像及び赤外線画像が取得され、各画像内に含まれるノイズ成分が取り除かれる（S2）。

20

【 0 0 4 4 】

次いで、位置検出部14により、ノイズ成分除去後の可視画像と赤外線画像との各画素の輝度の差分の絶対値が計算され、所定の閾値以上の画像が抽出されることにより、画像内のケーブルの位置が検出される（S3）。

【 0 0 4 5 】

次いで、連続性判断部15により、赤外線画像の輝度値が上方向・下方向・左方向・右方向の各方向にそれぞれ積分されてヒストグラム分布曲線が生成され、各ヒストグラム分布曲線から所定の閾値以上で変化のある位置が不連続な位置と判断される（S4）。

【 0 0 4 6 】

次いで、欠損領域検出部16により、S4で不連続と判断された位置がケーブル欠損領域として検出される（S5）。

30

【 0 0 4 7 】

最後に、検出結果表示部17により、S3で検出された画像内のケーブルの位置と、S5で検出されたケーブル欠損領域とが画面に表示される（S6）。

【 0 0 4 8 】

なお、本実施の形態では、可視カメラにより撮影された可視画像と赤外線カメラにより撮影された赤外線画像とを利用したが、被写体の輝度特性が異なる2枚の画像を利用してケーブルの位置を検出することを特徴としているため、異なる波長帯の電磁波の反射又は放射を観測する2種類のカメラによりそれぞれ撮影された2枚の画像を利用することも可能である。

40

【 0 0 4 9 】

また、本実施の形態で説明したケーブル位置検出装置1は、通信分野、非破壊検査分野、設備診断分野、実環境におけるモニタリングや画像センシング、映像製作等に関する産業分野に適用することが可能である。

【 0 0 5 0 】

また、本実施の形態で説明したケーブル位置検出装置1は、コンピュータで構成される。すなわち、データ蓄積部12は、メモリ等の記憶手段で実現される。また、画像入力部11と、ノイズ緩和部13と、位置検出部14と、連続性判断部15と、欠損領域検出部16と、検出結果表示部17とは、CPU等の演算手段で実現され、プログラムで実行される。

50

【 0 0 5 1 】

また、本実施の形態で説明したケーブル位置検出装置 1 をプログラムとして光記憶装置や磁気記憶装置等の記録媒体に読出可能に記録し、この記録媒体をコンピュータに組み込んだり、若しくは記録媒体に記録されたプログラムを、任意の通信回線を介してコンピュータにダウンロードしたり、又は記録媒体からインストールし、該プログラムでコンピュータを動作させることにより、上述した各処理動作をケーブル位置検出装置 1 として機能させることができるのは勿論である。

【 0 0 5 2 】

本実施の形態によれば、可視カメラ及び赤外線カメラによりそれぞれ撮影されたケーブルの可視画像及び赤外線画像を入力し、可視画像と赤外線画像との各画素の輝度の相違量に基づいて、ケーブルの位置を検出するので、複雑な背景の影響を受けることなく、カメラにより撮影された画像からケーブルを高速かつ簡易に効率的に検出することができる。

10

【 0 0 5 3 】

本実施の形態によれば、赤外線画像の輝度値を上方向・下方向・左方向・下方向にそれぞれ積分して検出されたケーブル位置でのヒストグラム分布曲線を生成し、ヒストグラム分布曲線において所定の閾値以上で変化のある位置をケーブル欠損領域として検出するので、検出されたケーブルの劣化箇所を特定することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 4 】

- 1 ... ケーブル位置検出装置
- 1 1 ... 画像入力部（画像入力手段）
- 1 2 ... データ蓄積部（画像記憶手段）
- 1 3 ... ノイズ緩和部
- 1 4 ... 位置検出部（位置検出手段）
- 1 5 ... 連続性判断部（欠損領域検出手段）
- 1 6 ... 欠損領域検出部（欠損領域検出手段）
- 1 7 ... 検出結果表示部

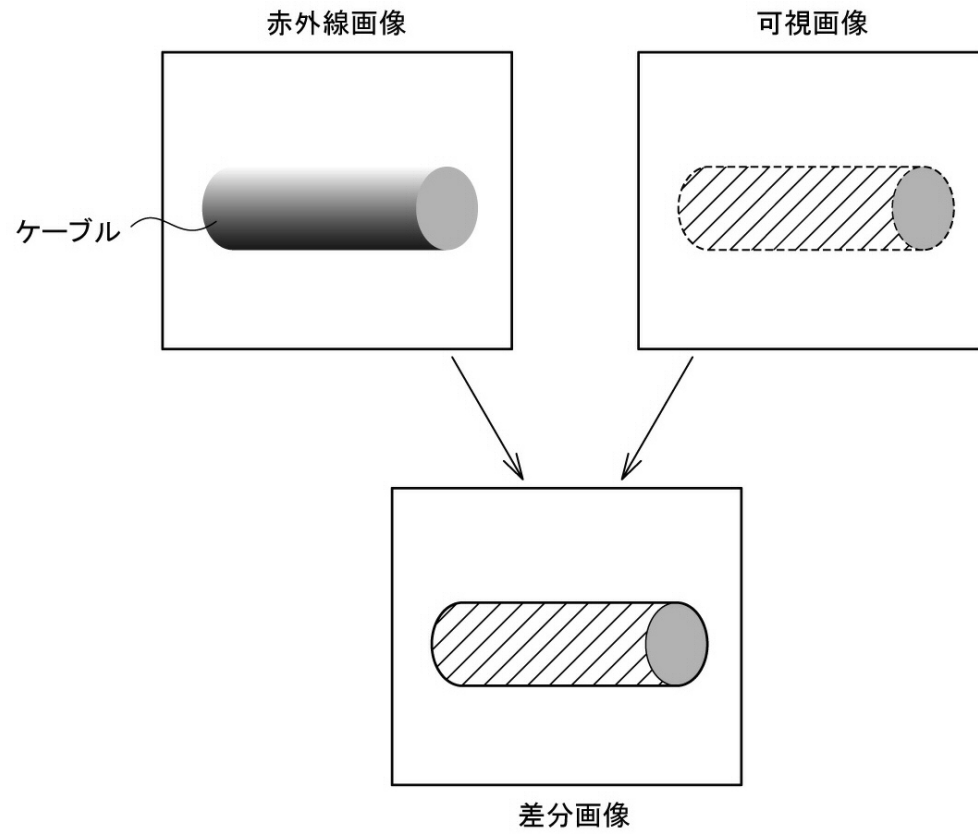
20

Figure 1: Cable defect detection method. The diagram illustrates a process for detecting cable defects using histograms and a central image. At the top, a histogram of vertical direction cumulative values shows a step-like distribution with a threshold line. To its right, a circular area contains a grid of values (e.g., 1, 1, 5, 1, 1, 1, 1, 1) and is labeled with 'vertical direction cumulative values' and 'horizontal direction cumulative values'. Below the top histogram, a central image shows a cable with a defect, labeled 'cable defect image'. To the left and right of the central image are histograms of left and right direction cumulative values, respectively. At the bottom, a histogram of bottom direction cumulative values is shown. Arrows indicate the flow of information and the relationship between the histograms and the central image.

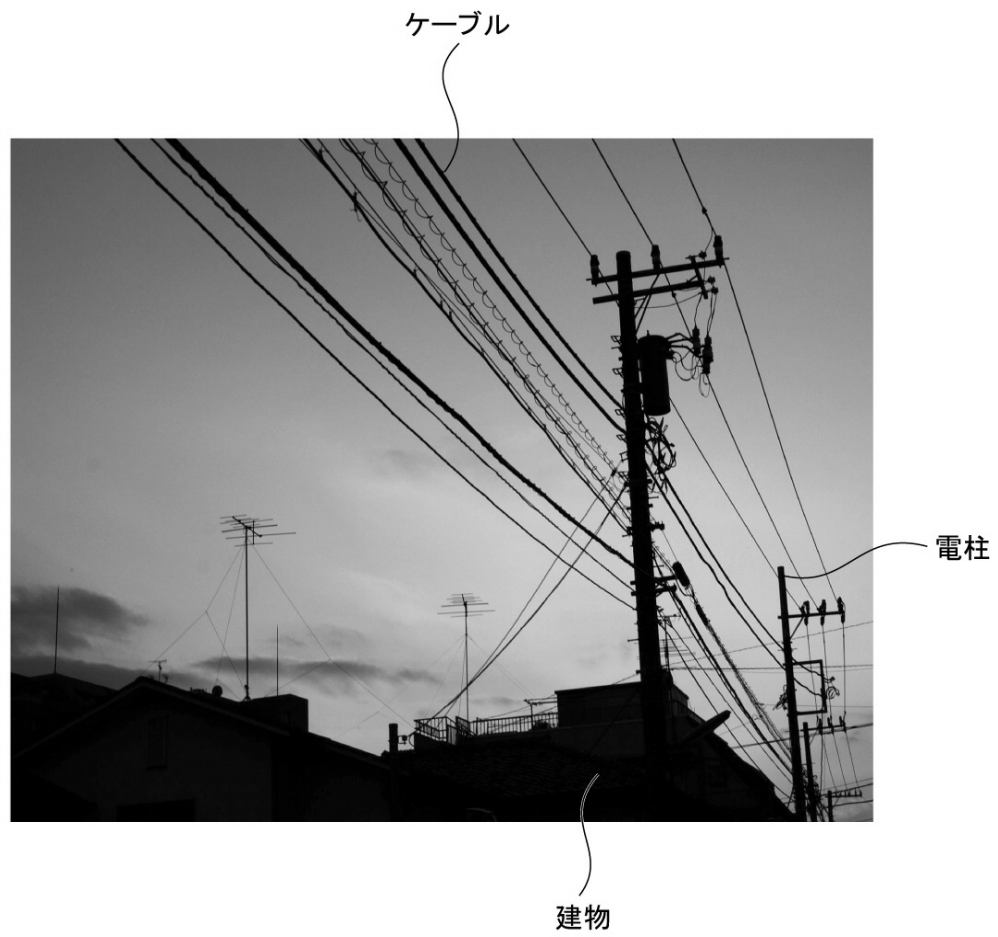
ケーブル位置検出装置

```
graph TD; 11[画像入力部] --> 12[データ蓄積部]; 12 --> 13[ノイズ緩和部]; 13 --> 14[位置検出部]; 14 --> 15[連続性判断部]; 15 --> 16[欠損領域検出部]; 16 --> 17[検出結果表示部]; 12 --> 13;
```

【図 2】



【図 4】



 フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-097410(JP,A)
 特開2000-019259(JP,A)
 特開2005-057956(JP,A)
 特開昭63-010277(JP,A)
 特開昭61-107102(JP,A)
 特開昭63-222245(JP,A)
 特開平02-027242(JP,A)
 特開平07-004916(JP,A)
 特開平09-101114(JP,A)
 特開2002-039715(JP,A)
 特開2003-269958(JP,A)
 特開2004-354064(JP,A)
 特表2004-512492(JP,A)
 特開2006-098340(JP,A)
 特開2006-332774(JP,A)
 特開2007-041730(JP,A)
 特開2007-107962(JP,A)
 特開2007-232652(JP,A)
 特開2007-298440(JP,A)
 特開2008-276805(JP,A)
 特開2009-104297(JP,A)
 実開平04-043322(JP,U)
 実開平04-043324(JP,U)
 特開平09-130680(JP,A)
 特開2006-226682(JP,A)
 特開2008-009627(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/00-11/30
 G01V 1/00-99/00
 G06T 1/00-1/40; 3/00-5/50;
 9/00-9/40
 G06T 1/00; 11/60-13/00; 15/70;
 17/40-17/50
 G06T 7/00; 7/20-7/60