

明 細 書

発明の名称： 架線金具異常検出装置及び架線金具異常検出方法

技術分野

[0001] 本発明は、架線金具異常検出装置及び架線金具異常検出方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、電気鉄道設備のうち、架線金具に対する保守点検作業があり、架線金具の異常を検査員が目視で確認して保守を行っている。架線金具とは、電気鉄道設備における車両に電力を供給するための架空電車線（トロリ線、吊架線、補助吊架線；以下「架線」）を所定の位置に保持し、又は複数の架線間を電氣的に接続し、若しくは区分するための金具をいう。しかしながら、目視による点検には限界があり、異常を見逃す可能性があるため、この点検に対して自動化の要請があった。

[0003] そこで、特許文献1では、移動体に搭載されたカメラで対象物を撮影し、その撮影画像を用いて、ニューラルネットワーク等の生成モデルを用いて画像を生成し、生成された画像と撮影された画像との類似度を求め、この類似度が小さい場合に異常であると判定する技術を開示している。

[0004] 特許文献2では、異常検出の精度を向上させるため、架線金具を構成するパーツ毎に学習を行い、異常検出を行う架線金具異常検出装置について開示している。この装置では、まず、鉄道車両の屋根上に搭載されたラインセンサカメラによって鉄道車両の上空画像を取得する。次に、取得した画像から、機械学習の物体検出によって学習した電車線金具を検出し、その対象設備画像に対して、セマンティックセグメンテーションを適用しone-hot表現にする。このことにより画像を単純化し、形状異常の異常判定を簡易にすることを行っている。セマンティックセグメンテーションによって、金具の各パーツ領域だけを抜き出すことが可能であるため、それを利用し、パーツ部分のみのマスク画像を生成し、パーツごとの正常データ学習を行い、マスク部分の復元誤差を用いて異常判定をする技術を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2019-133306号公報

特許文献2：特開2022-159010号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1に開示された技術では、領域の小さい部分を網羅して検出を行っているわけではないので、検出対象部品が小さい場合は、検出精度を向上させることが困難である恐れがある。

[0007] 特許文献2に開示された技術では、セマンティックセグメンテーションを必要としており、アノテーションコストや学習コストが大きいという課題がある。また、セグメンテーションの精度（誤差）が後段の異常判定に影響を与えるという課題もある。また、異常検知時に設備検出した対象設備を異常検知モデルで扱えるようにリサイズをする必要があるが、その際に対象設備に対して対象部品が小さい場合、リサイズによって情報が欠落してしまい異常判定が困難になるという課題がある。

[0008] そこで本発明は、検出対象部品が小さい場合でも、低コストで架線金具の異常の検出精度を向上させることが可能な架線金具異常検出装置及び架線金具異常検出方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記の課題を解決するための本発明に係る架線金具異常検出装置は、架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行う学習処理部と、前記画像データを用いて異常判定を行うデータ処理部と、を備え、前記学習処理部では、設備の検出を学習する設備学習部と、前記設備の部品の検出を学習する部品学習部と、を備え、前記データ処理部では、前記設備学習部で学習した設備検出モデルにより前記設備を検出し、検出した前記設備から前記部品学習部で学習した部品検出モデルにより前記部品を検出し、予め学習した

異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定する。

- [0010] 本発明の一態様では、前記データ処理部では、前記設備検出モデルと、車両の走行位置情報と、設備情報と、に基づいて前記設備の検出を行う。
- [0011] 本発明の一態様では、前記データ処理部では、前記異常検知モデルの復元誤差に基づいて、設備および／または部品の異常を判定する。
- [0012] 本発明の一態様では、入出力部を更に備え、前記データ処理部で検出した前記設備、および／または前記部品の検出結果を前記入出力部に表示し、作業者が前記入出力部から前記検出結果を確認し編集する。
- [0013] 本発明の架線金具異常検出方法は、架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行うこと、前記画像データを用いて異常判定を行うこと、を含み、前記学習を行うことは、設備の検出を学習すること、前記設備の部品の検出を学習すること、を含み、前記異常判定を行うことは、前記設備の検出を学習することで学習した設備検出モデルにより前記設備を検出すること、検出した前記設備から前記設備の部品の検出を学習することで学習した部品検出モデルにより前記部品を検出し、予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定すること、を含む。
- [0014] 本発明の一態様では、前記異常判定を行うことは、前記設備検出モデルと、車両の走行位置情報と、設備情報と、に基づいて前記設備の検出を行うこと、を含む。
- [0015] 本発明の一態様では、前記異常判定を行うことは、前記異常検知モデルの復元誤差に基づいて、設備および／または部品の異常を判定すること、を含む。
- [0016] 本発明の一態様では、前記異常判定を行うことで検出した前記設備、および／または前記部品の検出結果を入出力部に表示すること、作業者が前記入出力部から前記検出結果を確認し編集すること、を含む。
- [0017] 本発明の一観点による架線金具異常検出装置は、架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行う学習処理部と、前記画像データを用いて異常判定を行うデータ処理部と、を備え、前記学習処理部では、設備の検出

を学習する設備学習部と、前記設備の部品の検出を学習する部品学習部と、を備え、前記データ処理部では、前記設備学習部で学習した設備検出モデルにより前記設備を検出し、検出した前記設備から前記部品学習部で学習した部品検出モデルにより前記部品を検出し、前記設備または前記部品を検出した前記画像データの補正を行い、予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定する。

[0018] 本発明の他の観点による架線金具異常検出装置は、架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行う学習処理部と、前記画像データを用いて異常判定を行うデータ処理部と、を備え、前記学習処理部では、設備の検出を学習する設備学習部と、前記設備の部品の検出を学習する部品学習部と、を備え、前記データ処理部では、前記画像データの補正を行い、前記設備学習部で学習した設備検出モデルにより前記設備を検出し、検出した前記設備から前記部品学習部で学習した部品検出モデルにより前記部品を検出し、予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定する。

[0019] 本発明のさらに他の観点による架線金具異常検出装置は、架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行う学習処理部と、前記画像データを用いて異常判定を行うデータ処理部と、を備え、前記学習処理部では、設備の検出を学習する設備学習部と、前記設備の部品の検出を学習する部品学習部と、を備え、前記データ処理部では、前記設備学習部で学習した設備検出モデルにより前記設備を検出し、検出した前記設備から前記部品学習部で学習した部品検出モデルにより前記部品を検出し、撮影時刻と車両の走行位置情報とに基づいて前記設備または前記部品を検出した前記画像データの補正を行い、予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定する。

[0020] 本発明のさらに他の観点による架線金具異常検出装置は、架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行う学習処理部と、前記画像データを用いて異常判定を行うデータ処理部と、を備え、前記学習処理部では、設

備の検出を学習する設備学習部と、前記設備の部品の検出を学習する部品学習部と、を備え、前記データ処理部では、前記設備学習部で学習した設備検出モデルにより前記設備を検出し、検出した前記設備から前記部品学習部で学習した部品検出モデルにより前記部品を検出し、前記設備または前記部品を検出した前記画像データの輝度情報または識別AIに基づいて前記画像データの補正を行い、予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定する。

[0021] 本発明の一態様では、前記データ処理部では、前記予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定することの前に、前記画像データの検出対象物の位置に基づいて前記画像データの反転処理を行う。

[0022] 本発明の一観点による架線金具異常検出方法は、架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行うこと、前記画像データを用いて異常判定を行うこと、を含み、前記学習を行うことは、設備の検出を学習すること、前記設備の部品の検出を学習すること、を含み、前記異常判定を行うことは、前記設備の検出を学習することで学習した設備検出モデルにより前記設備を検出すること、検出した前記設備から前記設備の部品の検出を学習することで学習した部品検出モデルにより前記部品を検出すること、前記設備または前記部品を検出した前記画像データの補正を行うこと、予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定すること、を含む。

[0023] 本発明の他の観点による架線金具異常検出方法は、架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行うこと、前記画像データを用いて異常判定を行うこと、を含み、前記学習を行うことは、設備の検出を学習すること、前記設備の部品の検出を学習すること、を含み、前記異常判定を行うことは、前記画像データの補正を行うこと、前記設備の検出を学習することで学習した設備検出モデルにより前記設備を検出すること、検出した前記設備から前記設備の部品の検出を学習することで学習した部品検出モデルにより前

記部品を検出すること、予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定すること、を含む。

[0024] 本発明のさらに他の観点による架線金具異常検出方法は、架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行うこと、前記画像データを用いて異常判定を行うこと、を含み、前記学習を行うことは、設備の検出を学習すること、前記設備の部品の検出を学習すること、を含み、前記異常判定を行うことは、前記設備の検出を学習することで学習した設備検出モデルにより前記設備を検出すること、検出した前記設備から前記設備の部品の検出を学習することで学習した部品検出モデルにより前記部品を検出すること、撮影時刻と車両の走行位置情報とに基づいて前記設備または前記部品を検出した前記画像データの補正を行うこと、予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定すること、を含む。

[0025] 本発明のさらに他の観点による架線金具異常検出方法は、架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行うこと、前記画像データを用いて異常判定を行うこと、を含み、前記学習を行うことは、設備の検出を学習すること、前記設備の部品の検出を学習すること、を含み、前記異常判定を行うことは、前記設備の検出を学習することで学習した設備検出モデルにより前記設備を検出すること、検出した前記設備から前記設備の部品の検出を学習することで学習した部品検出モデルにより前記部品を検出すること、前記設備または前記部品を検出した前記画像データの輝度情報または識別AIに基づいて前記画像データの補正を行うこと、予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定すること、を含む。

[0026] 本発明の一態様では、前記異常判定を行うことは、前記予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定することの前に、前記画像データの検出対象物の位置に基づいて前記画像データの反転処理を行うこと、を含む。

発明の効果

[0027] この発明によれば、検出対象部品が小さい場合でも、低コストで架線金具

の異常の検出精度を向上させることが可能な架線金具異常検出装置及び架線金具異常検出方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]本発明の実施形態による架線金具異常検出装置の設置例を示す模式図である。

[図2]本発明の実施形態による架線金具検出装置の構成を示すブロック図である。

[図3]本発明の実施形態による架線金具異常検出装置の動作を説明するフローチャートである。

[図4]本発明の実施形態による設備検出学習の動作を説明するフローチャートである。

[図5]本発明の実施形態による設備検出結果を例示する模式図である。

[図6]本発明の実施形態による部品検出学習の動作を説明するフローチャートである。

[図7]本発明の実施形態による部品検出結果を例示する模式図である。

[図8]本発明の実施形態による画像切り出しとリサイズ結果を例示する模式図である。

[図9]本発明の実施形態による異常検知学習の動作を説明するフローチャートである。

[図10]本発明の実施形態による異常検出結果を例示する模式図である。

[図11]本発明の実施形態による架線金具異常検出装置の動作を説明するフローチャートである。

[図12]本発明の実施形態による架線金具異常検出装置の動作を説明するフローチャートである。

[図13]本発明の実施形態による復元誤差による異常検知を例示する模式図である。

[図14]本発明の実施形態による架線金具異常検出装置の動作を説明するフローチャートである。

[図15]本発明の実施形態による架線金具異常検出装置の動作を説明するフローチャートである。

[図16]本発明の実施形態による架線金具異常検出装置の動作を説明するフローチャートである。

[図17]本発明の実施形態による架線金具異常検出装置の動作を説明するフローチャートである。

[図18]本発明の実施形態による架線金具異常検出装置の動作を説明するフローチャートである。

[図19]本発明の実施形態による架線金具異常検出装置の動作を説明するフローチャートである。

[図20]本発明の実施形態による架線金具異常検出装置の画像反転処理を説明するためのカメラと架線金具の位置関係を示す模式図である。

[図21]本発明の実施形態による架線金具異常検出装置の画像反転処理を説明するための模式図である。

[図22]本発明の実施形態による架線金具異常検出装置の画像反転処理を説明するための模式図である。

[図23]本発明の実施形態による架線金具異常検出装置の画像反転処理を説明するための模式図である。

[図24]本発明の実施形態による架線金具異常検出装置の画像反転処理を説明するための模式図である。

[図25]本発明の実施形態による架線金具異常検出装置の画像反転処理を説明するための鉄道軌道と架線の関係を示す模式図である。

[図26]本発明の実施形態による架線金具異常検出装置の動作を説明するフローチャートである。

[図27]本発明の実施形態による架線金具異常検出装置の動作を説明するフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

A. 第1実施形態

図1は、本発明の第1実施形態による架線金具異常検出装置13の設置例を示す模式図である。図1には、鉄道車両である車両1と、車両1が走行する鉄道軌道2と、異常検出対象である架線金具3と、が示されている。図1に示す車両1は、カメラ11と、保存装置12と、架線金具異常検出装置13と、ユーザインターフェース（入出力部）14と、を備える。

[0030] カメラ11は、車両1の屋根上に設置され、架線金具3を撮影し、画像データを出力する。カメラ11としては、エリアセンサカメラ及びラインセンサカメラを例示することができる。なお、カメラ11の撮影のために、架線金具3に投光する、図示しない照明装置が必要に応じて設けられていてもよい。

[0031] 保存装置12は、カメラ11から出力された画像データを記憶する。ユーザインターフェース14は、ポインティングデバイス及びキーボードの少なくともいずれかを含む入力部と、ディスプレイを含む出力部と、を備える。ここで、保存装置12は、半導体メモリや磁気ディスクなどの記憶装置により実装されてよい。

[0032] 図2は、本実施形態に係る架線金具異常検出装置13の構成を示すブロック図である。

架線金具異常検出装置13は、物体検出と異常判定機能を有するデータ処理部15と、物体検出と異常判定モデルの学習を行う学習処理部17と、を備え、保存装置12に記憶された画像データに基づいて架線金具3の異常検出を行う。学習処理部17は、設備の検出を学習する設備学習部19と、設備の部品の検出を学習する部品学習部21とを備え、保存装置12に記憶された画像データに基づいて、深層学習により設備学習部19は、設備検出モデルを、部品学習部21は、部品検出モデルを生成する。データ処理部では、設備学習部で学習した設備検出モデルにより設備を検出し、検出した設備から部品学習部で学習した部品検出モデルにより部品を検出し、予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定する。架線

金具異常検出装置 13 は、例えばパーソナルコンピュータ等の情報処理装置で構成されてよい。

[0033] 図3は、本実施形態による架線金具異常検出装置 13 の動作を説明するフローチャートである。このフローチャートを用いて、架線金具異常検出装置 13 の動作を説明する。

[0034] <画像入力>

車両 1 の屋根上に取り付けたカメラ 11 によって架線金具 3 を撮影する。
(図3、S001)。

<保存装置に保存>

カメラ 11 に取り込んだ画像データを保存装置 12 に保存する (図3、S002)。

[0035] <設備検出>

設備検出モデルデータベース M01 からの設備検出モデルを用いて、対象設備の検出を行う (図3、S003)。設備検出モデルは、予め深層学習が行われている。図4は、設備学習部 19 で実行される設備検出モデルの学習動作を示すフローチャートである。図5は、設備検出モデル MS を用いて対象設備の検出を行った結果を示す模式図である。図4に示す通り、設備学習部 19 では、まず、走行画像データセット D03 から画像データを読み込む (図4、S101)。次に、設備アノテーションデータベース D04 からの、画像データの対象設備を囲む矩形領域の位置情報 (矩形領域の4頂点の座標) と正解ラベルとの2つを含むデータを用いて、設備検出学習を行う (図4、S102)。深層学習された設備検出モデルは、設備検出モデルデータベース M01 に保存される (図4、S103)。

[0036] 図5は、このように予め深層学習によって学習済みの設備検出モデル MS を用いて設備検出を行う動作を例示している。設備検出モデル MS は、入力画像 G1 を入力され、設備検出結果 G2 を出力する。設備検出結果としては、設備検出結果 G2 の破線 A で示される「画像データ中の矩形座標情報」として「設備の矩形座標情報」と、「ラベル情報」として設備の種別に対応す

る「設備ラベル」とを獲得する。

＜設備検出結果判定＞

次に、設備が検出された場合、部品存在判定へ進む（図3、S004、YES）。設備が検出されなかった場合、撮影終了条件判定へ進む（図3、S004、NO）。

[0037] ＜部品存在判定＞

設備検出（図3、S003）で設備が検出された場合の「設備ラベル」と検査項目データベースD01に基づき、検出された対象設備に対象部品が存在するかを判定する（図3、S005）。ここで検査項目データベースD01には、各設備ラベルに対象部品が存在するかどうか記載されている。対象部品が存在する場合、部品検出の処理に進み（図3、S005、YES）、存在しない場合には、画像切り出しとリサイズの処理に進む（図3、S005、NO）。

[0038] ＜部品検出＞

部品検出では、設備検出（図3、S003）によって検出された矩形領域内に限定して、物体検出を行う。このとき、対象部品が存在する対象設備ごとに部品検出モデルデータベースM02からの部品検出モデルを用いて、部品検出を行う（図3、S006）。部品検出モデルは、予め深層学習が行われている。図6は、部品学習部21で実行される部品検出モデルの学習動作を示すフローチャートである。図7は、部品検出モデルMBを用いて対象部品の検出を行った結果を示す模式図である。図6に示す通り、部品学習部21では、まず、設備画像データセットD05から画像データを読み込む（図6、S201）。次に、部品アノテーションデータベースD06からの、画像データの対象部品を囲む矩形領域の位置情報（矩形領域の4頂点の座標）と正解ラベルとの2つを含むデータを用いて、部品検出学習を行う（図6、S202）。深層学習された部品検出モデルは、部品検出モデルデータベースM02に保存される（図6、S203）。次に、全設備の部品の学習が終了していない場合（図6、S204、NO）、画像入力S201から再び同

じフローを繰り返す。全設備の部品の学習が終了した場合（図6、S204、YES）、そこで学習動作は終了する。

[0039] 図7には、このように予め深層学習によって学習済みの部品検出モデルMBを用いて設備検出を行う動作を例示している。部品検出モデルMBは、入力画像G3を入力され、部品検出結果G4を出力する。部品検出結果としては、「画像データ中の矩形座標情報」として検出結果G2の破線Bで示される複数の「部品の矩形座標情報」と、「ラベル情報」として部品の種別に対応する「部品ラベル」とを獲得する。ここで、検出結果としては、設備検出から引き継いでいる「設備の矩形座標情報」と「設備ラベル」、および部品検出で検出された「部品の矩形座標情報」と「部品ラベル」というように、設備と部品の双方の検出結果が保持される。

[0040] <画像切り出しとリサイズ>

画像データから、図5に破線Aで示される「設備の矩形座標情報」、または図7に破線Bで示される「部品の矩形座標情報」を基に画像を切り出し、異常検知モデルで扱える画像サイズにリサイズを行う（図3、S007）。図8は、画像切り出しとリサイズの処理結果例を示した模式図である。図8では、設備検出結果について、破線Aの矩形座標領域についての画像切り出しとリサイズが例示されている。切り出された画像は、物体検出のため正方形にリサイズされる。後段の処理には、「画像データ中の矩形座標情報」「ラベル情報」「リサイズした切り出し画像」を送る。

[0041] <異常度算出>

異常検知モデルデータベースM03から事前に学習した各設備または部品の異常検知モデルを読み出し、リサイズした切り出し画像に適用し、異常度の算出を行う（図3、S008）。異常検知モデルは、予め深層学習が行われている。図9は、設備学習部19および部品学習部21で実行される異常検知モデルの学習動作を示すフローチャートである。図10は、異常検知モデルMKを用いて異常度算出を行った結果を示す模式図である。図9に示す通り、設備学習部19、部品学習部21では、まず、それぞれの異常検知画

像データセットD07から画像データを読み込む（図9、S301）。読み込まれた画像から異常検知学習を行う（図9、S302）。深層学習された異常検知モデルは、異常検知モデルデータベースM03に保存される（図9、S303）。次に、全設備・部品の異常検知学習が終了していない場合（図9、S304、NO）、画像入力S301から再び同じフローを繰り返す。全設備・部品の異常検知学習が終了した場合（図9、S304、YES）、そこで学習動作は終了する。

[0042] 図10には、このように予め深層学習によって学習済みの異常検知モデルMKを用いて異常検知を行う動作を例示している。異常検知モデルMKは、入力画像G5、G6を入力され、部品検出結果G7を出力する。ここでは、G5が正常データ、G6が異常データの例である。本実施形態では、異常検知モデルとして、多次元の特徴量による距離ベースの異常検知モデルを例示している。ここで使用する異常検知モデルは、多次元の特徴量を出力するものであれば、学習データとして教師ありでも教師なしでもよいが、教師ありの学習データの場合は、予め正常か異常かのアノテーションの付与が必要となる。出力された多次元特徴量は潜在変数空間にプロットされ、正常中心からの距離で異常度が算出される。異常データは、正常中心から比較的離れた位置にプロットされる。

[0043] <異常度判定>

潜在変数空間における距離として算出される異常度を、事前に作成した異常検出閾値データベースD02をから、各対象設備、対象部品ごとに設定した異常判定閾値を読み出し、その閾値を用いて、異常判定を行う（図3、S009）。前述したように、出力が多次元特徴量の場合、異常度は、正常中心からの距離で計算され、その異常度が閾値以上の場合（図3、S009、YES）、異常フラグが付与される（図3、S010）。異常度が閾値以上でない場合（図3、S009、NO）、正常フラグが付与される（図3、S011）。それぞれのフラグが付与されたのち、異常検知結果が保存される（図3、S012）。ここで保存する情報は、「矩形座標情報」、「ラベル

情報」、「異常判定結果」である。

<撮影終了判定>

最後に、全画像に対して処理が完了したかを判定する（図3、S013）。撮影が終了していない場合（図3、S013、NO）、画像入力S001から一連のフローを繰り返す。撮影が終了した場合（図3、S013、YES）、処理を終了する。

[0044] なお、この処理フローにおける、設備検出（図3、S004）、部品検出（図3、S006）の検出モデルを用いた深層学習の手法としては、特に限定しないが、SSD（Single Shot Multibox Detector）等が例示される。

[0045] 以上述べたように、本実施形態では、設備検出モデルによって、設備検出を行い、検出された設備について、さらに設備ごとの部品検出モデルによって、部品検出を行う。検出されたそれぞれの設備、部品について、それぞれの異常検知モデルによって異常度の算出が行われるので、比較的領域の大きな設備だけではなく、小さな領域の部品についても異常検知を行うことができ、異常検知の精度を向上することができる。設備検出、部品検出と段階的に物体検出を行うことによって、セマンティックセグメンテーションを用いることなく比較的小さい領域の検知を可能としたうえで、対象部品検出に計算コスト、アノテーションコストが低い物体検出を採用することにより、計算にかかるコストを削減し、検出精度を向上することが可能となる。かくして、検出対象部品が小さい場合でも、低コストで架線金具の異常の検出精度を向上させることが可能な架線金具異常検出装置及び架線金具異常検出方法を提供することができる。

[0046] B. 第2実施形態

図11に、本実施形態の架線金具異常検出装置13の動作のフローチャートを示す。本実施形態が、第1実施形態と異なるのは、設備検出に、設備データベースF1から設備の設置位置情報（設備情報）、車両の走行位置情報F2を加える点、および部品検出に、設備データベースF3から設備の設置

位置情報、車両の走行位置情報 F 4 を加える点である。これ以外は、同じ動作、機能であるので、図面に同符号を付しその説明を省略する。設備検出、部品検出に車両の走行情報、設備の設置情報を加えるということは、例えば、撮像された画像の車両位置情報から、設備が設置されているか否かを判定可能とすることである。このことにより、第 1 実施形態の作用効果に加え、設備、部品が存在していないのに設備、部品があると判定する過検出を抑制し、設備、部品が設置されている走行位置での検出を確実にすることによって、検出精度を向上することができる。

[0047] C. 第 3 実施形態

図 1 2 に、本実施形態の架線金具異常検出装置 1 3 の動作のフローチャートを示す。図 1 3 に、本実施形態における復元誤差による異常検知モデル M A を用いた異常検知動作をしめす模式図を示す。本実施形態が、第 1 実施形態と異なるのは、異常度判定（図 1 2、S 4 0 9）にオートエンコーダ等によって復元された画像と入力画像とから算出される復元誤差を用いる点である。これ以外は、同じ動作、機能であるので、図面に同符号を付しその説明を省略する。図 1 3 に示すように、本実施形態における異常検知モデル M A は、エンコーダとデコーダとで構成されており、画像 G 8、G 9 を入力して、復元画像 G 1 0、G 1 1 を出力する。その後入力画像 G 8、G 9 と復元画像 G 1 0、G 1 1 との差を比較し結果を出力する。差分比較は例えばピクセル毎の R G B の値の差を演算し、それらを合計して異常度の指標として用いる。したがって、第 1 実施形態の作用効果に加え、実施の検出対象に基づいて、本実施形態の異常度算出手法を適用し、検出精度を向上することができる。

[0048] D. 第 4 実施形態

図 1 4 に、本実施形態の架線金具異常検出装置 1 3 の動作のフローチャートを示す。本実施形態が、第 3 実施形態と異なるのは、設備検出に、設備データベース F 1 から設備の設置位置情報（設備情報）、車両の走行位置情報 F 2 を加える点、および部品検出に、設備データベース F 3 から設備の設置

位置情報、車両の走行位置情報 F 4 を加える点である。これ以外は、同じ動作、機能であるので、図面に同符号を付しその説明を省略する。設備検出、部品検出に車両の走行情報、設備の設置情報を加えるというのは、例えば、撮像された画像の車両位置情報から、設備が設置されているか否かを判定可能とすることである。このことにより、第 3 実施形態の作用効果に加え、設備、部品が存在していないのに設備、部品があると判定する過検出を抑制し、設備、部品が設置されている走行位置での検出を確実にすることによって、検出精度を向上することができる。

[0049] E. 第 5 実施形態

図 1 5 に、本実施形態の架線金具異常検出装置 1 3 の動作のフローチャートを示す。本実施形態が、第 1 実施形態と異なるのは、設備検出（図 1 5、S 0 0 3）または部品検出（図 1 5、S 0 0 6）の後に、検出結果の表示と作業による検出結果編集が行われる点である。これ以外は、同じ動作、機能であるので、図面に同符号を付しその説明を省略する。本実施形態の動作では、例えば、検出結果がユーザインターフェース（入出力部）1 4 のディスプレイに表示される。作業者は、ディスプレイに表示された検出結果を確認し、誤検出があった場合は、手入力によって、ユーザインターフェース（入出力部）1 4 のポインティングデバイスまたは／およびキーボードから、矩形位置、または／およびラベルを修正する（図 1 5、S 5 0 1）。このことにより、第 1 実施形態の作用効果に加え、異常判定に入力される画像が修正されて正しいものとなり、高精度な異常判定を実施可能となる。作業者が手入力によって検出結果を編集するという本実施形態の構成は、図 1 6、図 1 7、および図 1 8 に示すように、それぞれ第 2 実施形態、第 3 実施形態、および第 4 実施形態にも適用可能であり、同様にそれぞれの作用効果に加えて、異常判定に入力される画像が修正されて正しいものとなり、高精度な異常判定を実施可能となる。

[0050] F. 第 6 実施形態

図 1 9 に、本実施形態の架線金具異常検出装置 1 3 の動作のフローチャー

トを示す。装置構成は、第1実施形態で示された図2と同じである。本実施形態が、第1実施形態と異なるのは、画像切り出し（図19、S007a）と画像リサイズ（図19、S007b）の後に、画像補正処理（図19、S601）と画像反転処理（図19、S602、S603）が行われる点である。なお、第1実施形態のフローチャート図3で、画像切り出しとリサイズ（図3、S007）として表現されたステップは、図19では、画像切り出し（図19、S007a）と画像リサイズ（図19、S007b）として2つのステップで表現されているが、動作は、第1実施形態と同じである。これら以外は、第1実施形態と同じ動作、機能であるので、図19のフローチャートでは、同符号を付してその説明を省略する。

[0051] 以下に、本実施形態で新たに付与された機能について説明する。

<画像補正処理>

画像補正処理では、図5に破線Aで示される「設備の矩形座標情報」、または図7に破線Bで示される「部品の矩形座標情報」を基に画像を切り出し（図19、S0007a）、異常検知モデルで扱える画像サイズにリサイズ（図19、S007b）された画像データを補正する（図19、S601）。画像補正の処理としては、例えば、明るさ補正処理とエッジ強調処理を実施する。このとき、明るさの補正方法やエッジ強調処理は任意の方法でよいが、例としては、明るさ補正ではガンマ補正やコントラスト補正など、エッジ強調ではバイラテラルフィルタなどを挙げることが出来る。補正された「補正画像」は、「矩形座標情報」、「ラベル情報」とともに次の画像反転処理に送られる。

[0052] <画像反転処理>

画像反転処理では、左右反転対象領域情報データベース（図19、D20）より、左右反転対象領域情報を読み出し、前段の画像補正処理（図19、S601）より受け取った補正画像データの検出対象物の位置が、左右反転対象領域に属しているか否かを調べる（図19、S602）。検出対象物の位置が、左右反転対象領域に属している場合（図19、S601、YES）

、画像反転処理が行われ（図１９、Ｓ６０３）、画像反転された画像データが異常度算出処理（図１９、Ｓ００８）に送られる。検出対象物の検出位置が、左右反転対象領域に属していない場合（図１９、Ｓ６０１、ＮＯ）、画像補正された画像データがそのまま異常度-算出処理（図１９、Ｓ００８）に送られる。

[0053] ここで、画像反転処理についてさらに詳細に説明する。図２０は、本実施形態において検査対象物である架線金具３を撮影する状況を説明するための模式図である。図２０に示すように、鉄道車両である車両１が鉄道軌道２上を走行している。車両１の屋根上には、右カメラ１１ａと左カメラ１１ｂとが、設置されている。右カメラ１１ａと左カメラ１１ｂは、車両１上方に位置する架線金具３を撮影するように、そのカメラの光軸を上方に向けて設置されている。図２０では、架線金具３の構成としては、吊架線３ａ、ハンガー３ｂ、トロリ線３ｃが例示されている。図２１は、図２０に示された車両１と右カメラ１１ａと左カメラ１１ｂとを含む構成を上方から見た平面図である。右カメラ１１ａと左カメラ１１ｂとによって撮影された画像から設備として切り出された矩形画像が、画像Ｒと画像Ｌとして示されている。白矢印Ｓは、上方を仰ぐ右カメラ１１ａと左カメラ１１ｂのスキャン方向を示している。ここでは、左カメラに注目して説明するが右カメラにおいても同様の状況が生じている。

[0054] 図２２には、図２１の位置関係のとき左カメラ１１ｂで撮影された画像切り出し前の画像Ｌ０が示されている。設備検出処理によって画像Ｌ０から画像Ｌが切り出される。線Ｃによって左右に分割された領域が、前述の左右反転対象領域を定義する。左右反転対象領域情報データベース（図１９、Ｄ２０）には、この領域情報が記録されている。図２２では、線Ｃに対して右側に架線金具３が撮影されている。図２０、図２１に示すとおり、架線金具３は、左カメラ１１ｂからみて図２１紙面上右上方に位置している。従って矢印Ｓのようにカメラがスキャンすると、図２２に示すとおり、撮影画像は、紙面右から、トロリ線３ｃ、ハンガー３ｂ、吊架線３ａの順に撮影される。

[0055] 図23は、図21と同様の平面図であるが、架線金具3が、左カメラ11bからみて図23紙面上左上方に位置していることを示している。図24は、図23の位置関係のとき左カメラ11bで撮影された切り出し前の画像L1が示されている。設備検出処理によって画像L1から画像Laが切り出される。ここでは、線Cに対して左側に架線金具3が撮影されている。図23に示すとおり、架線金具3は、左カメラ11bからみて図23紙面上左上方に位置している。従って矢印Sのようにカメラがスキャンすると、図24に示すとおり、撮影画像は、紙面右から、吊架線3a、ハンガー3b、トロリ線3cの順に撮影される。

[0056] 以上の考察より、検出対象物が線Cに対して右領域に撮影されるか左領域に撮影されるかで、検出対象物の対称性が変化する。異常検知モデル学習の際、およびモデルによる異常検知の際には、対称性をそろえて学習、検出を実行した方が検出精度を向上することが可能となるため、検出対象物の構成はそろえた方がよい。例えば、図22に示すとおり、紙面右から、トロリ線3c、ハンガー3b、吊架線3aの順に画像をそろえる場合は、線Cの右側領域に検出対象物が位置する場合は、左右画像の反転を行わず、線Cの左側領域に検出対象物が位置する場合は、左右画像の反転を行う様に画像処理をする。この場合、右カメラ11aについても、同様に画像右からトロリ線3c、ハンガー3b、吊架線3aとなるように、検出対象物の位置する領域を判定して左右画像の反転を行う。

[0057] 図25は、鉄道軌道2に対しての架線20の位置関係を示す図である。図25では、左右二つの鉄道軌道2と架線20が示されている。右カメラ11aと左カメラ11bとで撮影される画像において、検出対象である架線金具3が画像領域を左右に移動する理由は、図25に示すように、架線20が、曲線引き装置23によって、鉄道軌道2に対して左右に引っ張るように設置されているためである。このような架線20の配置が行われる理由は、受電装置であるパンタグラフの局所的摩耗を防ぐためである。すなわち、架線20とパンタグラフとの接触頻度をパンタグラフの接触面で均等にするために

、いわゆるジグザグとなるような架線 20 の配置が行われている。したがって、走行線上であっても、架線 20 がカメラの中心軸をまたがる可能性がある。また、並走する鉄道軌道 2（上下線など）がある場合は並走する鉄道軌道 2 の電車線設備が検出される場合もあり、それらも反転領域側に撮像される時がある。いずれにしても、検出対象物が画像反転領域か否かに基づいて、左右画像の反転処理を行い、異常度算出に提供される画像が共通の構成（吊架線、ハンガー、トロリ線の並びが一定）となるように画像反転処理を行う。

[0058] 本実施形態の画像反転処理に続く処理については、第 1 実施形態と同じである。ただし、異常度算出に関しては、画像補正と反転処理した切り出し画像に適用し、異常度の算出を行う。この時、事前学習モデルは画像補正処理と画像反転処理をしたデータを用いて学習を実施する。

[0059] 以上述べたように、本実施形態では、切り出してリサイズした画像データに対して、画像補正処理と画像反転処理を行うので、第 1 実施形態の作用、効果に加えて、異常検知の精度を向上させることができる。具体的には、設備検出後の切り出し、リサイズ画像に対して、画像補正処理として明るさ補正処理とエッジ強調処理を全データで行う。このことにより、夜間やトンネル内などの低輝度に撮影されやすい環境下のように、対象設備が鮮明に撮影されない場合が含まれていても、高精度な異常検知を実現することができる。また、本実施形態では、画像反転処理によって、異常度の算出を行う画像データの検出対象物の並びを揃えることができるので、異常検知の精度を向上させることができる。

[0060] G. 第 7 実施形態

図 26 に、本実施形態の架線金具異常検出装置 13 の動作のフローチャートを示す。装置構成は、第 1 実施形態で示された図 2 と同じである。本実施形態が、第 6 実施形態と異なるのは、画像補正処理（図 26、S701）が、撮像されたすべての画像に対して行われる点である。これ以外は、第 6 実施形態と同じ動作、機能であるので、図 26 のフローチャートでは、同符号

を付してその説明を省略する。本実施形態では、第6実施形態の作用、効果に加え、設備検出前に、画像補正処理として明るさ補正処理とエッジ強調処理を加えることにより、夜間やトンネル内などの低輝度に撮影されやすい環境下のように、対象設備が鮮明に撮影されない場合が含まれていても、高精度な設備検出と異常検知を実現することができる。

[0061] H. 第8実施形態

図27に、本実施形態の架線金具異常検出装置13の動作のフローチャートを示す。装置構成は、第1実施形態で示された図2と同じである。本実施形態が、第6実施形態と異なるのは、第6実施形態の画像補正処理（図19、S601）に換えて、撮影時刻と車両の走行位置情報とに基づいて、画像切り出し、リサイズ後の画像に対して、補正を行う点である（図27、S801、S802）。これ以外は、第6実施形態と同じ動作、機能であるので、図27のフローチャートでは、同符号を付してその説明を省略する。具体的には、第6実施形態では、全ての切り出し、リサイズ画像データに対して画像補正処理を実施していたが、対象の撮影時間と走行情報（現在走行している地点の位置情報を車両から取得する）を基に夜間とトンネル内などの不鮮明になりうる走行区間を判定（予め取得したトンネル内などのキロ程情報を元に現在走行している位置情報と照らして判定する）し、画像補正をかける画像データを限定して処理を適用する。

[0062] 以下、本実施形態で付与された機能について説明する。

<不鮮明区間判定>

画像切り出し、リサイズ画像が供給されたとき、データ処理部15では、撮影時刻と走行位置情報を参照し、その情報に基づいて、夜間であるか、トンネル内であるかなどの不鮮明になりうる走行区間と判断される場合に画像補正処理を実行するフラグを与える（図27、S801）。不鮮明な区間でないとは判断された場合（図27、S801、NO）、次の左右画像反転処理（図27、S602）に処理を移行する。不鮮明な区間であると判断された場合（図27、S801、YES）、画像補正処理を行う（図27、S80

2)。ここでの画像補正処理は、第6実施形態の図19のS601と同じものである。画像補正終了後、処理は、次の左右画像反転処理の判断（図27、S602）に移行する。

[0063] 本実施形態では、第6実施形態の作用、効果に加え、設備検出後の切り出しリサイズ画像に対して、画像補正処理として明るさ補正処理とエッジ強調処理を、撮影時間や走行情報を基に行う。したがって、夜間やトンネル内などの低輝度に撮影されやすい環境下のように、対象設備が鮮明に撮影されない場合を的確に判断して画像補正が行われ、高精度な異常検知を実現することができる。

[0064] 1. 第9実施形態

本実施形態の架線金具異常検出装置13の動作のフローチャートは、第8実施形態で示された図27と同じである。また、装置構成も、第1実施形態で示された図2と同じである。本実施形態が、第8実施形態と異なるのは、不鮮明区間判定の条件判断である。これ以外は、第8実施形態と同じ動作、機能であるので、その説明を省略する。

[0065] 本実施形態においては、不鮮明区間判定の条件として、第8実施形態の撮影時刻と車両の走行位置情報に換えて、画像データの輝度情報に基づいて行う。例えば自動判定処理を用いて夜間やトンネル内などの不鮮明になりうる走行区間の判定を実施する。自動判定処理では、撮像画像の平均輝度等の輝度情報を用いたアルゴリズム（ラインごとまたは複数ラインを合成した画像ごとに「平均輝度<しきい値」により判定する）によって判定してよい。あるいは、識別AI（AlexNet、VGG、GoogLeNet、ResNetなど）等を用いて判定してよい。また、輝度情報によるアルゴリズムを用いる場合は、輝度の平均値と分散とを用いてもよい。輝度の統計情報を用いる場合、統計情報を算出する前には必要に応じて、ノイズ除去等の前処理を行ってよい。

[0066] 本実施形態では、第6実施形態の作用、効果に加え、設備検出後の切り出し、リサイズ画像に対して、画像補正処理として明るさ補正処理とエッジ強

調処理を、画像の輝度情報や識別 AI に基づいて行う。したがって、夜間やトンネル内などの低輝度に撮影されやすい環境下のように、対象設備が鮮明に撮影されない場合を的確に判断して画像補正が行われ、高精度な異常検知を実現することができる。

[0067] これ以外にも、本発明の主旨を逸脱しない限り、上記実施形態で挙げた構成を取捨選択したり、他の構成に適宜変更したりすることが可能である。

符号の説明

[0068]	1	車両
	2	鉄道軌道
	3	架線金具
	1 1	カメラ
	1 2	保存装置
	1 3	架線金具異常検出装置
	1 4	ユーザインターフェース（入出力部）
	1 5	データ処理部
	1 7	学習処理部
	1 9	設備学習部
	2 1	部品学習部

請求の範囲

- [請求項1] 架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行う学習処理部と、
前記画像データを用いて異常判定を行うデータ処理部と、を備え、
前記学習処理部では、設備の検出を学習する設備学習部と、前記設備の部品の検出を学習する部品学習部と、を備え、
前記データ処理部では、前記設備学習部で学習した設備検出モデルにより前記設備を検出し、検出した前記設備から前記部品学習部で学習した部品検出モデルにより前記部品を検出し、予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定する、架線金具異常検出装置。
- [請求項2] 前記データ処理部では、前記設備検出モデルと、車両の走行位置情報と、設備情報と、に基づいて前記設備の検出を行う、請求項1に記載の架線金具異常検出装置。
- [請求項3] 前記データ処理部では、前記異常検知モデルの復元誤差に基づいて、設備および／または部品の異常を判定する、請求項1または2に記載の架線金具異常検出装置。
- [請求項4] 入出力部を更に備え、前記データ処理部で検出した前記設備、および／または前記部品の検出結果を前記入出力部に表示し、作業者が前記入出力部から前記検出結果を確認し編集する、請求項1または2に記載の架線金具異常検出装置。
- [請求項5] 架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行うこと、
前記画像データを用いて異常判定を行うこと、を含み、
前記学習を行うことは、設備の検出を学習すること、前記設備の部品の検出を学習すること、を含み、
前記異常判定を行うことは、前記設備の検出を学習することで学習した設備検出モデルにより前記設備を検出すること、検出した前記設備から前記設備の部品の検出を学習することで学習した部品検出モデル

ルにより前記部品を検出し、予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定すること、を含む架線金具異常検出方法。

[請求項6] 前記異常判定を行うことは、前記設備検出モデルと、車両の走行位置情報と、設備情報と、に基づいて前記設備の検出を行うこと、を含む請求項5に記載の架線金具異常検出方法。

[請求項7] 前記異常判定を行うことは、前記異常検知モデルの復元誤差に基づいて、設備および／または部品の異常を判定すること、を含む請求項5または6に記載の架線金具異常検出方法。

[請求項8] 前記異常判定を行うことで検出した前記設備、および／または前記部品の検出結果を入出力部に表示すること、作業者が前記入出力部から前記検出結果を確認し編集すること、を含む請求項5または6に記載の架線金具異常検出方法。

[請求項9] 架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行う学習処理部と、
前記画像データを用いて異常判定を行うデータ処理部と、を備え、
前記学習処理部では、設備の検出を学習する設備学習部と、前記設備の部品の検出を学習する部品学習部と、を備え、
前記データ処理部では、
前記設備学習部で学習した設備検出モデルにより前記設備を検出し、
検出した前記設備から前記部品学習部で学習した部品検出モデルにより前記部品を検出し、
前記設備または前記部品を検出した前記画像データの補正を行い、
予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定する、架線金具異常検出装置。

[請求項10] 架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行う学習処理部と、

前記画像データを用いて異常判定を行うデータ処理部と、を備え、
前記学習処理部では、設備の検出を学習する設備学習部と、前記設備の部品の検出を学習する部品学習部と、を備え、
前記データ処理部では、
前記画像データの補正を行い、
前記設備学習部で学習した設備検出モデルにより前記設備を検出し

、
検出した前記設備から前記部品学習部で学習した部品検出モデルにより前記部品を検出し、
予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定する、架線金具異常検出装置。

[請求項11] 架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行う学習処理部と、

前記画像データを用いて異常判定を行うデータ処理部と、を備え、
前記学習処理部では、設備の検出を学習する設備学習部と、前記設備の部品の検出を学習する部品学習部と、を備え、
前記データ処理部では、
前記設備学習部で学習した設備検出モデルにより前記設備を検出し

、
検出した前記設備から前記部品学習部で学習した部品検出モデルにより前記部品を検出し、
撮影時刻と車両の走行位置情報とに基づいて前記設備または前記部品を検出した前記画像データの補正を行い、
予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定する、架線金具異常検出装置。

[請求項12] 架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行う学習処理部と、

前記画像データを用いて異常判定を行うデータ処理部と、を備え、

前記学習処理部では、設備の検出を学習する設備学習部と、前記設備の部品の検出を学習する部品学習部と、を備え、

前記データ処理部では、

前記設備学習部で学習した設備検出モデルにより前記設備を検出し

、

検出した前記設備から前記部品学習部で学習した部品検出モデルにより前記部品を検出し、

前記設備または前記部品を検出した前記画像データの輝度情報または識別 A I に基づいて前記画像データの補正を行い、

予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定する、架線金具異常検出装置。

[請求項13]

前記データ処理部では、

前記予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定することの前に、前記画像データの検出対象物の位置に基づいて前記画像データの反転処理を行う、請求項9から12のいずれか1項に記載の架線金具異常検出装置。

[請求項14]

架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行うこと、

前記画像データを用いて異常判定を行うこと、を含み、

前記学習を行うことは、設備の検出を学習すること、前記設備の部品の検出を学習すること、を含み、

前記異常判定を行うことは、

前記設備の検出を学習することで学習した設備検出モデルにより前記設備を検出すること、

検出した前記設備から前記設備の部品の検出を学習することで学習した部品検出モデルにより前記部品を検出すること、

前記設備または前記部品を検出した前記画像データの補正を行うこと、

予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の

異常を判定すること、を含む架線金具異常検出方法。

- [請求項15] 架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行うこと、
前記画像データを用いて異常判定を行うこと、を含み、
前記学習を行うことは、設備の検出を学習すること、前記設備の部品の検出を学習すること、を含み、
前記異常判定を行うことは、
前記画像データの補正を行うこと、
前記設備の検出を学習することで学習した設備検出モデルにより前記設備を検出すること、
検出した前記設備から前記設備の部品の検出を学習することで学習した部品検出モデルにより前記部品を検出すること、
予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定すること、を含む架線金具異常検出方法。

- [請求項16] 架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行うこと、
前記画像データを用いて異常判定を行うこと、を含み、
前記学習を行うことは、設備の検出を学習すること、前記設備の部品の検出を学習すること、を含み、
前記異常判定を行うことは、
前記設備の検出を学習することで学習した設備検出モデルにより前記設備を検出すること、
検出した前記設備から前記設備の部品の検出を学習することで学習した部品検出モデルにより前記部品を検出すること、
撮影時刻と車両の走行位置情報とに基づいて前記設備または前記部品を検出した前記画像データの補正を行うこと、
予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定すること、を含む架線金具異常検出方法。

- [請求項17] 架線金具の撮影により生じた画像データを用いて学習を行うこと、
前記画像データを用いて異常判定を行うこと、を含み、

前記学習を行うことは、設備の検出を学習すること、前記設備の部品の検出を学習すること、を含み、

前記異常判定を行うことは、

前記設備の検出を学習することで学習した設備検出モデルにより前記設備を検出すること、

検出した前記設備から前記設備の部品の検出を学習することで学習した部品検出モデルにより前記部品を検出すること、

前記設備または前記部品を検出した前記画像データの輝度情報または識別 A I に基づいて前記画像データの補正を行うこと、

予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定すること、を含む架線金具異常検出方法。

[請求項18]

前記異常判定を行うことは、

前記予め学習した異常検知モデルによって、設備および／または部品の異常を判定することの前に、前記画像データの検出対象物の位置に基づいて前記画像データの反転処理を行うこと、を含む請求項 1 4 から 1 7 のいずれか 1 項に記載の架線金具異常検出方法。