

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4635657号
(P4635657)

(45) 発行日 平成23年2月23日 (2011.2.23)

(24) 登録日 平成22年12月3日 (2010.12.3)

(51) Int. Cl.

F 1

B 6 0 M 1/28 (2006.01)
G 0 1 B 11/02 (2006.01)
G 0 6 T 1/00 (2006.01)
G 0 6 T 3/00 (2006.01)

B 6 0 M 1/28 R
 G 0 1 B 11/02 H
 G 0 6 T 1/00 3 3 0 Z
 G 0 6 T 3/00 5 0 0 A

請求項の数 2 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2005-68796 (P2005-68796)
 (22) 出願日 平成17年3月11日 (2005.3.11)
 (65) 公開番号 特開2006-248411 (P2006-248411A)
 (43) 公開日 平成18年9月21日 (2006.9.21)
 審査請求日 平成19年12月20日 (2007.12.20)

(73) 特許権者 000006105
 株式会社明電舎
 東京都品川区大崎2丁目1番1号
 (74) 代理人 100078499
 弁理士 光石 俊郎
 (74) 代理人 100074480
 弁理士 光石 忠敬
 (74) 代理人 100102945
 弁理士 田中 康幸
 (74) 代理人 100120673
 弁理士 松元 洋
 (72) 発明者 藤原 伸行
 東京都品川区大崎二丁目1番17号 株式
 会社明電舎内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理によるトロリ線摩耗測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ラインセンサを用いてラインセンサ画像を作成するラインセンサ画像作成手段と、
 ラインセンサ画像に対して二値化処理を行うことによりトロリ線摩耗部分を強調した二
 値化ラインセンサ画像とする二値化処理手段と、

前記二値化ラインセンサ画像のノイズを除去するノイズ除去処理手段と、

ノイズ除去後の前記二値化ラインセンサ画像からトロリ線摩耗部のエッジを検出しエッ
 ジデータとするエッジ検出処理手段と、

前記エッジデータとラインセンサを基準としたときのトロリ線の高さのデータであるト
 ロリ線高さデータに基づいてトロリ線摩耗部幅の計算を行うトロリ線摩耗部幅計算処理手
 段と

を有し、

前記トロリ線摩耗部幅計算処理手段に、

計算対象となっているライン上の1つのエッジ点を基準エッジ点とし、前記基準エッジ
 点の近傍に設定した範囲内にあるエッジ点の近似直線を求め、

その近似直線に垂直で、かつ、前記基準エッジ点を通る垂直直線を求め、

前記垂直直線と前記基準エッジ点があるエッジと対をなす方のエッジとの交点を検出し
 てエッジ交点とし、前記基準エッジ点と前記エッジ交点との距離を前記基準エッジ点にお
 けるトロリ線摩耗部幅として求める処理を加えた

ことを特徴とする画像処理によるトロリ線摩耗測定装置。

10

20

【請求項 2】

ラインセンサを用いてラインセンサ画像を作成するラインセンサ画像作成手段と、
ラインセンサ画像に対して二値化処理を行うことによりトロリ線摩耗部分を強調した二
値化ラインセンサ画像とする二値化処理手段と、

前記二値化ラインセンサ画像のノイズを除去するノイズ除去処理手段と、
ノイズ除去後の前記二値化ラインセンサ画像からトロリ線摩耗部のエッジを検出しエッ
ジデータとするエッジ検出処理手段と、

前記エッジデータとラインセンサを基準としたときのトロリ線の高さのデータであるト
ロリ線高さデータに基づいてトロリ線摩耗部幅の計算を行うトロリ線摩耗部幅計算処理手
段と

を有し、

前記トロリ線摩耗部幅計算処理手段に、

計測対象となっているライン上の 2 つのエッジ点を各々基準エッジ点とし、前記 2 つの基準エッジ点の近傍に設定した範囲内にあるエッジ点の近似直線を各々求め、この近似直線と前記設定した範囲内にあるエッジ点との誤差の総和を求め、

前記誤差の総和の小さい方の基準エッジ点の近似直線に垂直で、かつ、計測対象となっている前記基準エッジ点を通る垂直直線を求め、

前記垂直直線と基準エッジ点があるエッジと対をなす方のエッジとの交点を検出してエッジ交点とし、前記誤差の総和の小さい方の基準エッジ点と前記エッジ交点との距離を前記誤差の総和の小さい方の基準エッジ点におけるトロリ線摩耗部幅として求める処理を加えた

ことを特徴とする画像処理によるトロリ線摩耗測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理によるトロリ線の摩耗測定に関するもので、特にトロリ線の摩耗部分の幅を測定するための測定装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

電気鉄道車両へ電力を供給するためのトロリ線は車両が通過する度に集電装置との接触が生じる。このため、電気鉄道車両を運用して行く中でトロリ線は徐々に摩耗して行き、摩耗したトロリ線を交換しない場合は最終的には破断して事故を招くことになる。そこでトロリ線には摩耗限界が設けられており、その摩耗限界を目安にトロリ線を交換し電気鉄道車両の安全性を確保している。

【0003】

トロリ線の摩耗を測定する方法としては、トロリ線の厚みを直接測定する方法、トロリ線の摩耗部の幅(以下、トロリ線摩耗部幅)を測定してその幅からトロリ線の厚みを換算する方法の 2 つの方法に大きく分けられる。

【0004】

トロリ線の厚みを直接測定する方法として、ノギスなどの定規を用いてトロリ線の厚みを測定する方法がある。この方法は作業員が測定したい部分のトロリ線の厚みを確実に求めることができる。その反面測定には手間がかかり自動化できないため、長い距離の区間を測定するのは困難である。

【0005】

トロリ線の厚みを直接測定するもう 1 つの方法として、光学センサを用いるものがある。これはトロリ線の上下を回転ローラで挟み、その上下の回転ローラに取付けたレーザ光を照射するためのレーザ光照射装置とその照射されたレーザ光を受光しその受光量を測定するためのレーザ光受光装置からなる測定装置により、その測定装置に挟まれた部分のトロリ線のレーザ光の受光量を測定し、その受光量からトロリ線の厚みを換算するものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

この方式は連続的にトロリ線の厚みを測定することが可能であるが、測定装置とトロリ線とが接触しているため低速で測定を行う必要があり、また測定装置がトロリ線を挟む構造であるため、ポイント、エアーセクション、アンカーといった既存の構造物と測定装置とが衝突するような部分での使用が不可能であり、それら既存の構造物が存在する場所では測定装置と既存の構造物とが衝突しないよう測定を行っている位置から測定装置を一時的に離す必要がある。

【 0 0 0 7 】

トロリ線摩耗部幅を計測する方法として、ナトリウムランプやレーザ光を照射してトロリ線摩耗部幅を測定する方法があり、その方法が下記非特許文献 1 に開示されている。

10

【 0 0 0 8 】

【非特許文献 1】ナトリウムランプ式トロリ線磨耗測定装置 <http://www.rtri.or.jp/rd/sales/index.html>

【 0 0 0 9 】

これはトロリ線の断面が丸いひょうたん形状になっていて、摩耗によりトロリ線の下部の丸い部分が平たく削れて行くほどその削れた部分の幅が広くなること利用したもので、摩耗部の幅からトロリ線の厚みを換算するものである。そのトロリ線摩耗部幅を測定する方法は、トロリ線の摩耗部にナトリウムランプやレーザ光といった光源から照射した光の反射光を正反射で受光するように受光部のラインセンサとの位置を精密に調整し、正反射による強い光を撮像することでトロリ線摩耗部をホワイトアウト状態にし、その強い光を受けたホワイトアウト部分の幅からトロリ線摩耗部幅を求めるものである。この方式は非

20

【 0 0 1 0 】

しかしながら、トロリ線を挟んでいるクランプや背景に映る既存の構造物などのノイズの影響を受けやすく、何らかのノイズにより間違った計測結果を得た場合は計測時の画像を記録しないのでそれを確認する方法がなく、トロリ線摩耗として問題があった部分については、結局は直接トロリ線の厚みを測定する方法を使用して確認する必要がある。また、光源と受光装置の位置を精密に調整して正反射光を受けるようにする必要がある。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

30

【 0 0 1 1 】

トロリ線摩耗の測定方法としては、トロリ線の厚みをノギスなどの定規を用いて直接測定する方法、トロリ線の厚みを光学センサを用いて直接測定する方法、トロリ線摩耗部の幅をナトリウムランプやレーザ光を照射して測定し摩耗幅からトロリ線の厚みを換算する方法があるが、これらには以下の問題がある。

【 0 0 1 2 】

第 1 に、トロリ線の厚みをノギスなどの定規を用いて直接測定する方法の場合、作業者が手作業にて測定を行うため、測定には手間がかかり自動化できないため、長い距離の区間を短期間で測定することは困難である。

【 0 0 1 3 】

40

第 2 に、トロリ線の厚みを光学センサを用いて直接測定する方法の場合、回転ローラとトロリ線とが接触を伴うため、センサと衝突するようなポイント、エアーセクション、アンカーといった既存の構造物が存在する部分での使用が不可能であり、それら既存構造物の存在する場所では衝突しないよう測定位置から装置を離す必要がある。

【 0 0 1 4 】

第 3 に、トロリ線摩耗部幅をナトリウムランプやレーザ光を照射して測定し摩耗幅からトロリ線の厚みを換算する方法の場合、まず、ナトリウムランプやレーザ光といった特殊な照明光を用意する必要がある、特にレーザ光を使用する場合は人体への影響を考慮する必要があるため取り扱いに注意が必要である。

【 0 0 1 5 】

50

次に、トロリ線を挟んでいるクランプや背景に映る構造物などのノイズの影響を受けやすく、結局は直接トロリ線の厚みを測定する方法を使用して確認するため手間がかかる。また、光源と受光装置の位置を精密に調整して正反射光を受けるようにする必要がある。

本発明は、トロリ線の磨耗部の幅を正確に測定し、かつ、作業効率を高めることができる画像処理によるトロリ線の磨耗状態計測装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記の課題を解決する第1の発明（請求項1に対応）に係る画像処理によるトロリ線磨耗測定装置は、

ラインセンサを用いてラインセンサ画像を作成するラインセンサ画像作成手段と、

ラインセンサ画像に対して二値化処理を行うことによりトロリ線磨耗部分を強調した二値化ラインセンサ画像とする二値化処理手段と、

前記二値化ラインセンサ画像のノイズを除去するノイズ除去処理手段と、

ノイズ除去後の前記二値化ラインセンサ画像からトロリ線磨耗部のエッジを検出しエッジデータとするエッジ検出処理手段と、

前記エッジデータとラインセンサを基準としたときのトロリ線の高さのデータであるトロリ線高さデータに基づいてトロリ線磨耗部幅の計算を行うトロリ線磨耗部幅計算処理手段と

を有し、

前記トロリ線磨耗部幅計算処理手段に、

計算対象となっているライン上の1つのエッジ点を基準エッジ点とし、前記基準エッジ点の近傍に設定した範囲内にあるエッジ点の近似直線を求め、

その近似直線に垂直で、かつ、前記基準エッジ点を通る垂直直線を求め、

前記垂直直線と前記基準エッジ点があるエッジと対をなす方のエッジとの交点を検出してエッジ交点とし、前記基準エッジ点と前記エッジ交点との距離を前記基準エッジ点におけるトロリ線磨耗部幅として求める処理を加えた

ことを特徴とする。

【0018】

上記の課題を解決する第2の発明（請求項2に対応）に係る画像処理によるトロリ線磨耗測定装置は、

ラインセンサを用いてラインセンサ画像を作成するラインセンサ画像作成手段と、

ラインセンサ画像に対して二値化処理を行うことによりトロリ線磨耗部分を強調した二値化ラインセンサ画像とする二値化処理手段と、

前記二値化ラインセンサ画像のノイズを除去するノイズ除去処理手段と、

ノイズ除去後の前記二値化ラインセンサ画像からトロリ線磨耗部のエッジを検出しエッジデータとするエッジ検出処理手段と、

前記エッジデータとラインセンサを基準としたときのトロリ線の高さのデータであるトロリ線高さデータに基づいてトロリ線磨耗部幅の計算を行うトロリ線磨耗部幅計算処理手段と

を有し、

前記トロリ線磨耗部幅計算処理手段に、

計測対象となっているライン上の2つのエッジ点を各々基準エッジ点とし、前記2つの基準エッジ点の近傍に設定した範囲内にあるエッジ点の近似直線を各々求め、この近似直線と前記設定した範囲内にあるエッジ点との誤差の総和を求め、

前記誤差の総和の小さい方の基準エッジ点の近似直線に垂直で、かつ、計測対象となっている前記基準エッジ点を通る垂直直線を求め、

前記垂直直線と基準エッジ点があるエッジと対をなす方のエッジとの交点を検出してエッジ交点とし、前記誤差の総和の小さい方の基準エッジ点と前記エッジ交点との距離を前記誤差の総和の小さい方の基準エッジ点におけるトロリ線磨耗部幅として求める処理を加えた

10

20

30

40

50

ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

第1、2の発明に係る画像処理によるトロリ線の磨耗状態計測装置によれば以下の効果がある。

第1に、測定装置とトロリ線が直接接触しない測定方式であるため高速な運用が可能であり、短時間で長い距離を測定できる。

【0020】

第2に、測定装置の構造上、ポイント、エアーセクション、アンカーといった既存の構造物から離れた位置にセンサを設置するため、回転ローラと光学センサを用いてトロリ線の厚みを直接測定する方式に比べて既存の構造物との衝突を考慮する必要が無く、既存の構造物が存在する場所でも測定を行うことができる。

【0021】

第3に、全ての区間においてラインセンサ画像の撮像が可能であり、測定区間内におけるトロリ線及びその近傍にある既存の構造物の画像データを取得することができる。

第4に、光源にナトリウムランプ等の特別な照明を使用する必要が無い。

第5に、レーザ光を使用する方法に比べて人体への悪影響を考慮する必要が無く、取り扱いが容易である。

【0022】

第6に、トロリ線の磨耗部に照射した光の反射光を正反射で受光する必要が無いため、光源と受光装置間で精密な位置あわせを行う煩わしさが無い。

第7に、測定区間内の画像データが残っているため、トロリ線磨耗部として問題があった部分については、その部分の画像を見ることで問題の部分の確認を行うことができる。

【0023】

第1の発明に係る画像処理によるトロリ線の磨耗状態計測装置によれば、検査車輛の進行方向に対してトロリ線が傾いていた場合においても、その傾きを補正し、より正確なトロリ線磨耗部幅を求めることができる。

【0024】

第2の発明に係る画像処理によるトロリ線の磨耗状態計測装置によれば、検査車輛の進行方向に対してトロリ線が傾いていた場合においてもその傾きを補正し、より正確なトロリ線磨耗部幅を求めることができ、さらにトロリ線磨耗部の一方がギザギザ状や波状などの扁平に削れている場合にも対処して、より正確なトロリ線磨耗部幅を求めることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の実施形態に係る画像処理によるトロリ線磨耗測定装置の実施例を図1から図7を用いて説明する。図1は本発明の実施例に係る装置構成の模式図、図2は本発明の実施例に係る二値化ラインセンサ画像の図、図3は本発明の実施例に係るエッジ検出の図、図4は実施例1に係るフローチャート、図5は実施例1に係る装置構成の模式図、図6は実施例2に係る装置構成の模式図、図7は実施例3に係る装置構成の模式図、図8は実施例2に係るトロリ線の傾き補正の図、図9は実施例3に係るトロリ線の傾き補正の図、図10は本発明の実施例に係るパンタグラフ上部位置の高さを測定するフローチャート、図11は本発明の実施例に係るパンタグラフ上部位置の高さを測定する装置構成の模式図である。

【実施例1】

【0026】

図1に示すように検査車輛10の屋根上にはラインセンサ11、ラインセンサ12、照明13、パンタグラフ14がある。本実施例による装置では、画像の取得手段としてラインセンサ11を用い、照明13には通常の白色光源を利用する。

【0027】

ラインセンサ 1 1 を検査車両の屋根上に鉛直上向きに設置し、ラインセンサ 1 1 の走査線の方向 1 8 が枕木方向と同じ方向になるようにし、ラインセンサ 1 1 の走査線がトロリ線 1 6 を横切るようにする。また、ラインセンサ 1 2 を検査車両の屋根上に斜め上方向きに設置し、ラインセンサ 1 2 の走査線の方向 1 9 が車両上下方向と同じ方向になるようにし、ラインセンサ 1 2 の走査線がパンタグラフ 1 4 を横切るようにする。以下に図 5 に示す装置構成について説明する。

【 0 0 2 8 】

図 5 に示すように、ラインセンサ 1 1 で撮影して得られた走査線の画像信号 F 5 0 をラインセンサ画像作成部 5 0 に送る。ラインセンサ画像作成部 5 0 では走査線の画像信号 F 5 0 を時系列に並べラインセンサ画像 F 5 1 を作成しメモリ 5 1 に保存する。また、走査線の画像信号 F 5 0 はラインと考えることもできる。メモリ 5 1 に保存したラインセンサ画像 F 5 0 は伝送線路 5 7 を介してメモリ 5 2 に保存する。

10

【 0 0 2 9 】

二値化処理部 5 3 では、メモリ 5 2 に保存したラインセンサ画像 F 5 1 に二値化処理を施し、それにより得られた二値化ラインセンサ画像 F 5 2 をメモリ 5 2 に保存する。

ノイズ除去処理部 5 4 では、メモリ 5 2 に保存したラインセンサ画像 F 5 2 にノイズ除去処理を施し、それにより得られたノイズ除去処理済み二値化ラインセンサ画像 F 5 3 をメモリ 5 2 に保存する。

【 0 0 3 0 】

トロリ線磨耗部エッジ検出処理部 5 5 では、メモリ 5 2 に保存したノイズ除去処理済み二値化ラインセンサ画像 F 5 3 にトロリ線磨耗部エッジ検出処理を施し、それにより得られたエッジデータ F 5 4 をメモリ 5 2 に保存する。

20

【 0 0 3 1 】

トロリ線磨耗部幅計算処理部 5 6 では、メモリ 5 2 に保存したエッジデータ F 5 4 とトロリ線高さデータ F 5 5 にトロリ線磨耗部幅計算処理を施し、それにより得られたトロリ線磨耗部幅データ F 5 8 をメモリ 5 2 に保存する。ここで用いるトロリ線高さデータ F 5 5 にはパンタグラフ上部位置高さデータ F 1 1 6 を用いる。パンタグラフ上部位置高さデータ F 1 1 6 は伝送線路 5 7 と伝送線路 1 1 8 を接続してメモリ 1 1 2 に保存してあるパンタグラフ上部位置高さデータ F 1 1 6 をメモリ 5 2 に保存することで利用できるようにする(図 1 1 参照)。

30

【 0 0 3 2 】

以下、図 4 に示すトロリ線 1 6 の磨耗部の幅を測定するフローチャートを説明する。

S 1 1 において、ラインセンサ 1 1 より得られる走査線 (x 軸) の画像信号を時系列 (t 軸) に並べラインセンサ画像作成部 5 0 でラインセンサ画像 F 5 1 (平面の画像) を作成し、メモリ 5 1 に入力画像として保存する。

【 0 0 3 3 】

S 1 2 において、ラインセンサ画像 F 5 1 を伝送線路 5 7 を介してメモリ 5 2 へ保存する。ラインセンサ画像 F 5 1 で帯状に撮影されたトロリ線磨耗部分とその他の背景部分を切り分けるように二値化処理を行うための閾値を設定し、二値化処理部 5 3 により閾値を用いてラインセンサ画像 F 5 1 に対して二値化処理を行い、二値化ラインセンサ画像 F 5 2 を得る。

40

【 0 0 3 4 】

トロリ線 1 6 の磨耗部分はトロリ線 1 6 がパンタグラフ 1 4 により削られた部分であるため、磨耗していない部分に比べて強い光沢がある、このためラインセンサ画像 F 5 1 上においてもトロリ線 1 6 の磨耗部分は背景部分と比較して輝度値の異なる帯状の部分として撮影されている。この処理により図 2 に示すような二値化ラインセンサ画像 F 5 2 が得られる。二値化ラインセンサ画像 2 6 上ではトロリ線磨耗部分が白 2 0、背景部分が黒 2 1 で表される。

【 0 0 3 5 】

S 1 3 において、ラインセンサ画像 F 5 2 に二値化処理を施して得られた二値化ライン

50

センサ画像 F 5 2 に対し、ノイズ除去処理部 5 4 により膨張処理および収縮処理を行うことでノイズを除去する。この処理をノイズ除去処理という。これはラインセンサ画像 F 5 1 に二値化処理を施すことにより得られる二値化ラインセンサ画像 F 5 2 にはトリ線 1 6 の摩耗部の傷や背景部分の状態により細かな点々状のノイズが含まれる場合があるためである。

【 0 0 3 6 】

S 1 4 において、ノイズ除去後の二値化ラインセンサ画像 F 5 3 上においてトリ線摩耗部エッジ検出部 5 5 により白 2 0 で表されているトリ線 1 3 の摩耗部分の両側のエッジ 2 2 を検出する。この処理をトリ線摩耗部エッジ検出処理という。これらのエッジは、二値化ラインセンサ画像のあるライン 2 3 について左から探索した場合、背景の黒 2 1 から摩耗部分の白 2 0 へ変化する点(以下、アップエッジ)が摩耗部分左側のエッジ 2 4 として、また摩耗部分の白 2 0 から背景の黒 2 1 へ変化する点(以下、ダウンエッジ)を摩耗部分右側のエッジ点 2 5 として検出することができる。この処理を画像の上から下へ各ラインごとに行うことで、図 3 に示すように 1 枚の二値化ラインセンサ画像 F 5 3 に関するトリ線の摩耗部分のエッジ 3 0 を検出することができる。

【 0 0 3 7 】

S 1 5 において、二値化ラインセンサ画像 F 5 3 から検出したトリ線摩耗部分の両側のエッジデータ F 5 4 を用いて、ラインセンサの一つの走査線上にある両側のエッジ間距離 3 1 をトリ線摩耗部分の画像上の幅として計算する。この処理をトリ線摩耗部幅計算処理という。

【 0 0 3 8 】

この時のラインセンサ 1 1 からトリ線 1 6 までの高さ、レンズ焦点距離、センサ幅、センサ画素数から 1 画素 [p i x] に対する実寸法 [m m] の度合いである画像分解能 [m m / p i x] を計算し、トリ線摩耗部分の画像上の幅と画像分解能の乗算を行うことでトリ線摩耗部分の幅を計算する。求めたエッジデータ、トリ線摩耗部幅、計算に用いたラインセンサ画像や対応する走査線を指し示すデータ等は記録部 (図示せず) に記録しておく。

【 0 0 3 9 】

ここで、計算に用いるラインセンサ 1 1 からトリ線 1 6 までの高さ F 5 5 については、パンタグラフ上部位置 1 5 の高さを測定して、そのパンタグラフ上部位置 1 5 の高さをラインセンサ 1 1 からトリ線 1 6 までの高さとする。S 1 5 でのトリ線摩耗部分の幅の計算に用いる。このパンタグラフ上部位置 1 5 の高さは伝送線路 5 7 を通してメモリ 5 2 に保存する。

【 0 0 4 0 】

パンタグラフ 1 4 の高さを測定するためにラインセンサ 1 2 を設け、ラインセンサ 1 2 の走査線の方向がパンタグラフ 1 4 の下から上へ向かう方向となるように、パンタグラフ 1 4 の前方にラインセンサ 1 2 を設置する。

【 0 0 4 1 】

以下に図 1 1 に示すパンタグラフの高さ測定装置の構成について説明する。ラインセンサ 1 2 で撮影して得られた走査線の画像信号 F 1 1 0 はラインセンサ画像作成部 1 1 0 に送られる。ラインセンサ画像作成部 1 1 0 では走査線の画像信号 F 1 1 0 を時系列に並べラインセンサ画像 F 1 1 1 を作成しメモリ 1 1 1 に保存する。メモリ 1 1 1 に保存したラインセンサ画像 F 1 1 1 は伝送線路 1 1 8 を介してメモリ 1 1 2 に保存する。

【 0 0 4 2 】

二値化処理部 1 1 3 ではメモリ 1 1 2 に保存したラインセンサ画像 F 1 1 1 に二値化処理を施し、それにより得られた二値化ラインセンサ画像 F 1 1 2 をメモリ 1 1 2 に保存する。

パンタグラフ幅フィルタ処理部 1 1 4 ではメモリ 1 1 2 に保存した二値化ラインセンサ画像 F 1 1 2 にパンタグラフ幅フィルタ処理を施し、得られたパンタグラフ幅フィルタ処理済みパンタグラフ軌跡画像 F 1 1 3 をメモリ 1 1 2 に保存する。

【 0 0 4 3 】

パンタグラフ軌跡トレースフィルタ処理部 1 1 5 ではメモリ 1 1 2 に保存したパンタグラフ幅フィルタ処理済みパンタグラフ軌跡画像 F 1 1 3 にパンタグラフ軌跡トレースフィルタ処理を施し、得られたパンタグラフ軌跡トレースフィルタ処理済みパンタグラフ軌跡画像 F 1 1 4 をメモリ 1 1 2 に保存する。

【 0 0 4 4 】

パンタグラフ単一点フィルタ処理部 1 1 6 ではメモリ 1 1 2 に保存したパンタグラフ軌跡トレースフィルタ処理済みパンタグラフ軌跡画像 F 1 1 4 にパンタグラフ単一点フィルタ処理を施し、得られたパンタグラフ単一点フィルタ処理済みパンタグラフ軌跡画像 F 1 1 5 をメモリ 1 1 2 に保存する。

10

【 0 0 4 5 】

パンタグラフ上部位置高さ計算処理部 1 1 7 ではメモリ 1 1 2 に保存したパンタグラフ単一点フィルタ処理済みパンタグラフ軌跡画像 F 1 1 5 にパンタグラフ上部位置高さ計算処理を施し、得られたパンタグラフ上部位置高さデータ F 1 1 6 をメモリ 1 1 2 に保存する。

【 0 0 4 6 】

以下に図 1 0 に示すパンタグラフ上部位置高さ測定方法のフローチャートについて説明する。

S 2 1 において、ラインセンサ 1 2 より得られる走査線 (y 軸) の画像信号を時系列 (t 軸) に並べラインセンサ画像作成部 1 1 0 でラインセンサ画像 F 1 1 1 (平面の画像) を作成し、メモリ 1 1 1 に入力画像として保存する。

20

【 0 0 4 7 】

S 2 2 において、ラインセンサ画像 F 1 1 1 に二値化処理を施す。ラインセンサ 1 2 でパンタグラフ 1 4 を撮影した場合、既存の構造物 1 7 がパンタグラフ 1 4 と同様にラインセンサ画像 F 1 1 1 に撮影されている。このため、パンタグラフ 1 4 と既存の構造物 1 7 とを切り分ける必要がある。

【 0 0 4 8 】

ラインセンサ画像 F 1 1 1 上において、パンタグラフ 1 4 部分は背景部分と比較して輝度値の異なる帯状の部分として撮影される。そこで帯状に撮影されたパンタグラフ 1 4 部分とその他の背景部分を切り分けるように閾値を設定し、その閾値を用いてラインセンサ画像 F 1 1 1 に二値化処理を行う。このとき、パンタグラフ 1 4 部分が白、背景部分が黒となるように二値化ラインセンサ画像 F 1 1 2 を構成する。

30

【 0 0 4 9 】

このときパンタグラフ 1 4 部分がパンタグラフ 1 4 の厚みに対応したある一定の幅を持った帯として二値化ラインセンサ画像 F 1 1 2 上に現れることに注目し、二値化ラインセンサ画像 F 1 1 2 上においてパンタグラフ 1 4 の幅と同じ幅を持つ白い部分を検出することでパンタグラフ 1 4 部分を検出する。

【 0 0 5 0 】

S 2 3 において、パンタグラフ幅フィルタ処理を行う。二値化ラインセンサ画像 F 1 1 2 の 1 つの走査線に対して走査方向に検査し、アップエッジとダウンエッジを検出する。

40

【 0 0 5 1 】

1 つの走査線上にあるアップエッジとダウンエッジの間隔が設定しておいた幅の範囲に入る部分をパンタグラフ 1 4 部分として検出し、そのときのダウンエッジをパンタグラフ上部位置として白で残し、他の部分を黒とする処理を行ってパンタグラフ上部位置 1 5 の軌跡を求める。この処理をパンタグラフ幅フィルタ処理という。また、このとき作成されるパンタグラフ上部位置の軌跡を表す画像をパンタグラフ軌跡画像 F 1 1 3 という。

【 0 0 5 2 】

しかし、このパンタグラフ幅フィルタ処理によってパンタグラフ上部位置 1 5 の軌跡を求めた場合、いくつかの部分でパンタグラフ上部位置 1 5 でない部分が検出される場合がある。これはトロリ線 1 6、碍子、トロリ線吊り上げ用ワイヤ類といったパンタグラフ 1

50

4以外の物体が二値化ラインセンサ画像F 1 1 2上でパンタグラフ1 4の幅に近い状態になった場合に発生する。これは、パンタグラフ軌跡画像F 1 1 3中にノイズとして残るため、これらを消去する必要がある。

【0053】

S 2 4において、パンタグラフ軌跡トレースフィルタ処理を行う。パンタグラフ1 4は二値化ラインセンサ画像F 1 1 2上に一定の幅で継続して存在するため、このパンタグラフ1 4はパンタグラフ軌跡画像F 1 1 3ではパンタグラフ上部位置1 5の点が連続した曲線として存在することに注目し、設定した長さより短い点列はノイズとして消去する。この処理をパンタグラフ軌跡トレースフィルタ処理という。

【0054】

しかし、このパンタグラフ軌跡トレースフィルタ処理によるノイズ消去では、連続しない短い点列となるノイズ部分を削除することはできるが、パンタグラフ上部位置の軌跡と判断するように設定してある長さを満たすノイズ部分については消去することができない。

【0055】

パンタグラフ軌跡トレースフィルタ処理とは別のノイズ消去方法として、パンタグラフがラインセンサ画像上で一つのみであるためラインセンサの走査線上においてパンタグラフ上部位置が一点のみであり、また、パンタグラフ幅フィルタ処理によって検出された点はパンタグラフ軌跡画像ではパンタグラフ上部位置の点がほとんどであることに注目する。

【0056】

S 2 5において、パンタグラフ単一点フィルタ処理を行う。パンタグラフ軌跡画像の点についてラインセンサ走査線方向の1ラインに関して軌跡点が複数存在する場合は軌跡店の平均位置に最も近い点をパンタグラフ上部位置の点としてその他を消去する。この処理をパンタグラフ単一点フィルタ処理という。

【0057】

S 2 6において、パンタグラフ上部位置高さ計算処理を行う。ノイズを除去したパンタグラフ軌跡画像を変換しパンタグラフの上部の実際の三次元高さを求める。この変換にはラインセンサの設置位置姿勢データから得られる射影変換を用いる。

【0058】

このようにして求めたパンタグラフ上部位置高さを、伝送線路1 1 8(図1 1参照)と伝送線路5 7(図5参照)とを接続し、トロリ線摩耗部幅計算処理部5 6でトロリ線高さデータF 5 5として利用する。

【0059】

また、トロリ線の高さは架線の保守及び点検等を行うときに必要なため、あらかじめ測定してある場合もあるので、このあらかじめ測定してある値をトロリ線高さデータF 5 5として利用することもできる。

【実施例2】

【0060】

図6に示す本発明による装置では、実施例1に示した装置でトロリ線摩耗部幅の計算処理S 1 5(図4参照)を行う際にトロリ線摩耗部計算処理部6 0において、トロリ線傾き補正付きトロリ線摩耗部計算処理を行う。

【0061】

図8に示すように計算対象となっているライン8 7上の左側のエッジ点8 0について、近傍の設定した範囲8 1内のエッジ点を直線8 2で直線近似し、その直線8 2に垂直に交わり、計測対象となっているエッジ点8 0を通る直線8 3ともう一方のエッジ点8 5との交点を検出し、計算対象となっているエッジ点8 0と検出したエッジ点8 5との距離8 6をそのエッジ点8 0におけるトロリ線摩耗部幅として求める。

【実施例3】

【0062】

10

20

30

40

50

図 7 に示す本発明による装置では、実施例 2 に示した装置でトロリ線摩耗部幅の計算処理 S 1 5 (図 4 参照)を行う際にトロリ線摩耗部計算処理部 7 0 において、トロリ線傾き補正付きトロリ線摩耗部算出処理を行う。

【 0 0 6 3 】

図 9 に示すように計測対象となっているライン 1 0 2 上の左側のエッジ点 9 0 および右側のエッジ点 9 1 について、それら近傍の設定した範囲 9 2 内のエッジ点を直線 9 3 , 9 4 で直接近似し、直線近似した際の近似誤差 9 5 , 9 6 の総計がより小さい方のエッジ点 9 3 もしくはエッジ点 9 4 を計測基準点とし、計測基準点を通り直線 9 3 もしくは直線 9 4 に垂直に交わる直線 9 8 もしくは直線 1 0 1 ともう一方のエッジ点との交点を求め、計測基準点と検出したエッジ点との距離をその点におけるトロリ線摩耗部幅として求める。

10

【 0 0 6 4 】

例として左側のエッジ点 9 0 の誤差の総計が右側のエッジ点 9 1 よりも小さいとした場合、計測基準点 9 7 を通り近似直線 9 3 に垂直な傾きを持つ直線 9 8 ともう一方のエッジ点との交点 9 9 を求め、計測基準点 9 7 と検出したエッジ点 9 9 との距離 1 0 0 をその点におけるトロリ線摩耗部幅として求める。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 5 】

本発明に係る画像処理によるトロリ線摩耗測定装置は、電気鉄道へ電力を供給するためのトロリ線の摩耗測定に用いることができる。

【 図面の簡単な説明 】

20

【 0 0 6 6 】

【 図 1 】 本発明の実施例に係る装置構成の模式図である。

【 図 2 】 本発明の実施例に係る二値化ラインセンサ画像の図である。

【 図 3 】 本発明の実施例に係るエッジ検出の図である。

【 図 4 】 実施例 1 に係るフローチャートである。

【 図 5 】 実施例 1 に係る装置構成の模式図である。

【 図 6 】 実施例 2 に係る装置構成の模式図である。

【 図 7 】 実施例 3 に係る装置構成の模式図である。

【 図 8 】 実施例 2 に係るトロリ線の傾き補正の図である。

【 図 9 】 実施例 3 に係るトロリ線の傾き補正の図である。

30

【 図 1 0 】 本発明の実施例に係るパンタグラフ上部位置の高さを測定するフローチャートである。

【 図 1 1 】 本発明の実施例に係るパンタグラフ上部位置の高さを測定する装置構成の模式図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 7 】

1 1 ラインセンサ

1 6 トロリ線

2 6 二値化ラインセンサ画像

3 2 エッジ検出

40

8 0、9 7 左側のエッジ点

1 0 2 右側のエッジ点

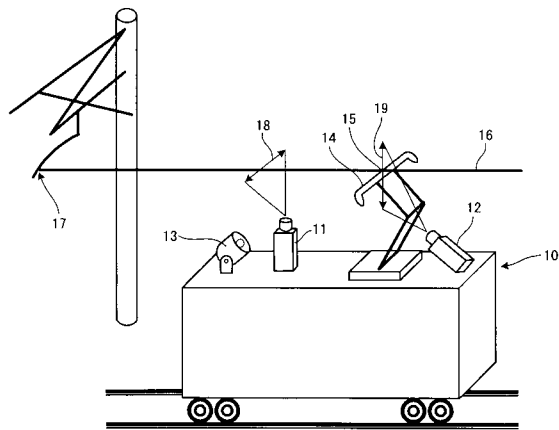
8 2、9 3、9 4 近似直線

8 3、9 8、1 0 1 近似直線に垂直な傾きを持つ直線

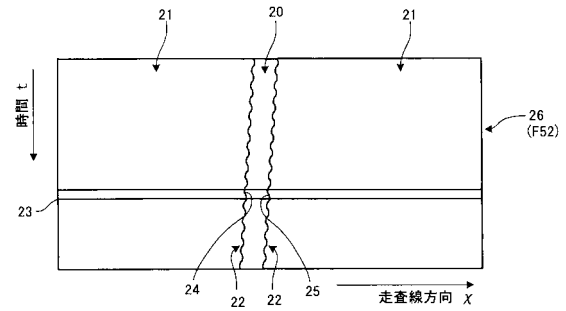
8 5、9 9 エッジ交点

2 3、8 7、1 0 2 ライン

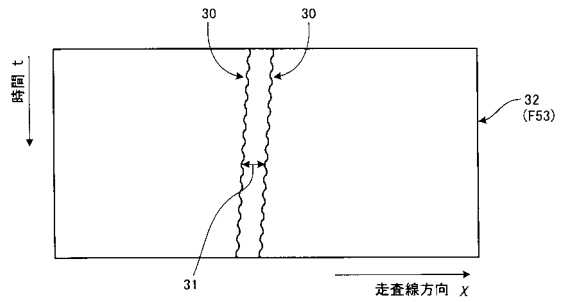
【図 1】



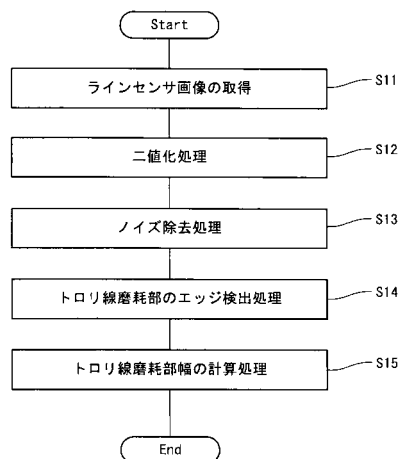
【図 2】



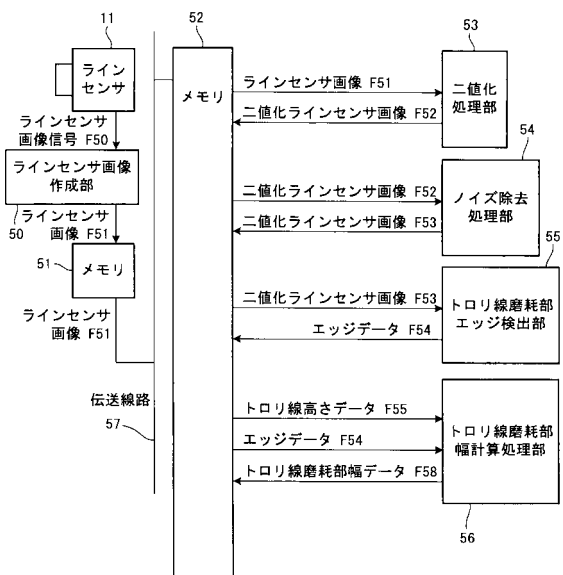
【図 3】



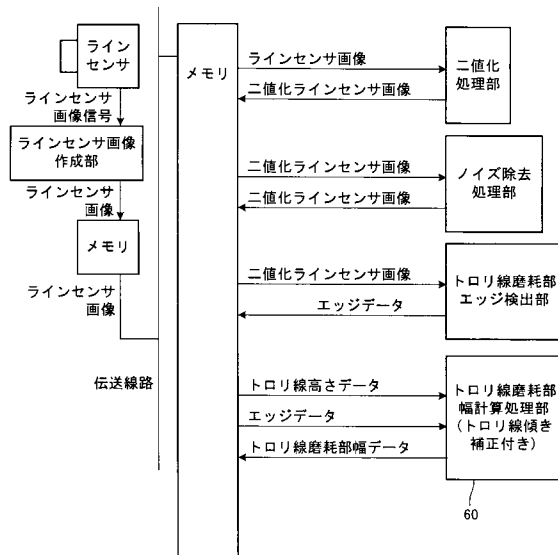
【図 4】



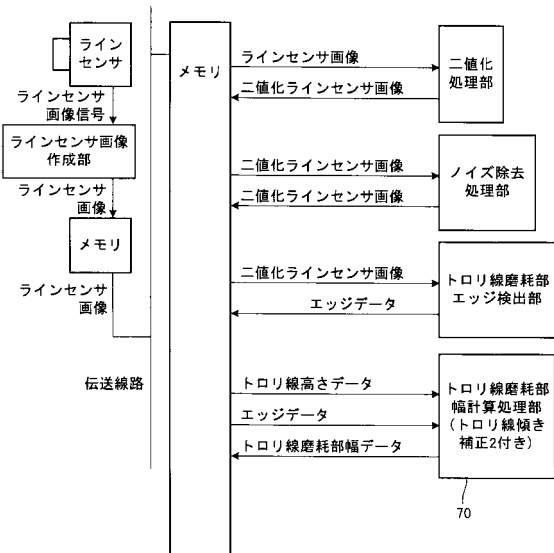
【図 5】



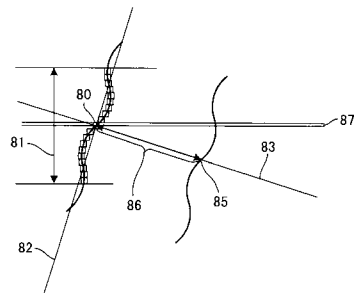
【図 6】



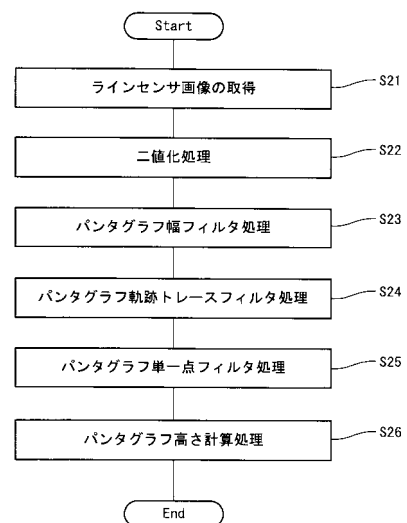
【図 7】



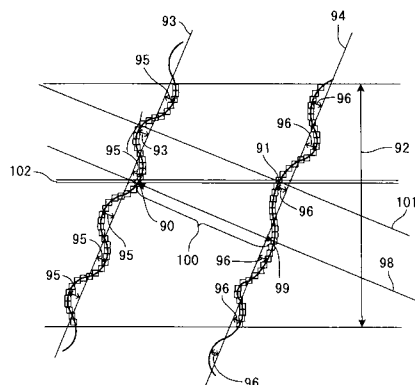
【図 8】



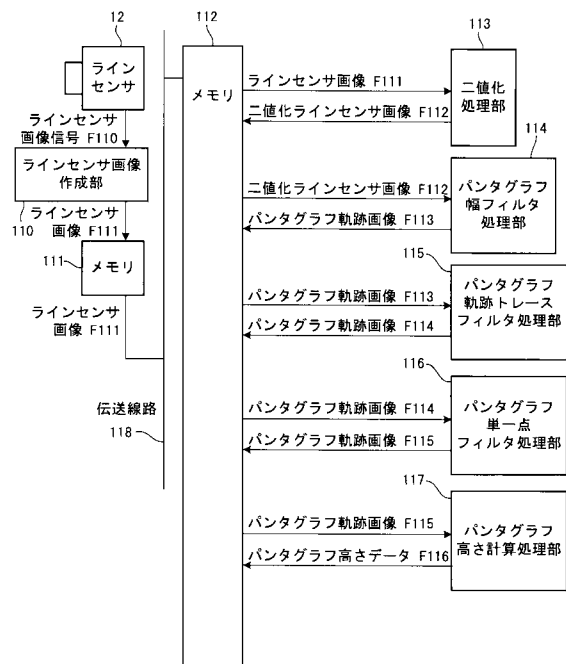
【図 10】



【図 9】



【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 庭川 誠
東京都品川区大崎二丁目1番17号 株式会社明電舎内
(72)発明者 渡邊 秀夫
東京都品川区大崎二丁目1番17号 株式会社明電舎内

審査官 奥隅 隆

- (56)参考文献 特開平05-096980(JP,A)
特開平09-118153(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60M	1/00 - 7/00
G01B	11/00 - 11/30
G06T	1/00
G06T	3/00