

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5277585号
(P5277585)

(45) 発行日 平成25年8月28日(2013.8.28)

(24) 登録日 平成25年5月31日(2013.5.31)

(51) Int. Cl.		F I			
B 6 O M	1/28	(2006.01)	B 6 O M	1/28	R
G O 1 B	11/00	(2006.01)	G O 1 B	11/00	H

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2007-207337 (P2007-207337)	(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
(22) 出願日	平成19年8月9日(2007.8.9)	(74) 代理人	100078499 弁理士 光石 俊郎
(65) 公開番号	特開2009-40215 (P2009-40215A)	(74) 代理人	100074480 弁理士 光石 忠敬
(43) 公開日	平成21年2月26日(2009.2.26)	(74) 代理人	100102945 弁理士 田中 康幸
審査請求日	平成22年6月3日(2010.6.3)	(74) 代理人	100120673 弁理士 松元 洋
		(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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トロリ線検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パンタグラフに向かって光を照射する光照射手段と、
前記光照射手段により光が照射された前記パンタグラフの近傍を撮像する1つの撮像手段と、

前記撮像手段に撮像された画像を記録すると共に当該画像の画像処理を行うことにより、前記パンタグラフに接触するトロリ線を検出する画像処理手段とを有するトロリ線検出装置において、

前記画像処理手段は、

前記画像のエッジ検出を行うことにより、複数の直線を検出し、

前記パンタグラフに投影されるトロリ線からの反射光を前記画像から検出し、

検出した前記複数の直線の中から、前記反射光がある直線を抽出することにより、パンタグラフに接触するトロリ線を検出することを特徴とするトロリ線検出装置。

【請求項2】

パンタグラフに向かって光を照射する光照射手段と、

前記光照射手段により光が照射された前記パンタグラフの近傍を撮像する1つの撮像手段と、

前記撮像手段に撮像された画像を記録すると共に当該画像の画像処理を行うことにより、前記パンタグラフに接触するトロリ線を検出する画像処理手段とを有するトロリ線検出装置において、

前記画像処理手段は、
 前記画像のエッジ検出を行うことにより、複数の直線を検出し、
 前記パンタグラフに投影されるトロリ線からの反射光を前記画像から検出し、
 検出した前記反射光を生成する光の入射角度を算出すると共に、前記反射光の反射角度を算出して、前記入射角度と前記反射角度とを照合し、
 検出した前記複数の直線の中から、前記反射光があり、かつ、前記入射角度と前記反射角度が同じとなる直線を抽出することにより、パンタグラフに接触するトロリ線を検出することを特徴とするトロリ線検出装置。

【請求項3】

パンタグラフに向かって光を照射する光照射手段と、
 前記光照射手段により光が照射された前記パンタグラフの近傍を撮像する複数の撮像手段と、
 前記複数の撮像手段に撮像された画像を各々記録すると共に当該画像の画像処理を行うことにより、前記パンタグラフに接触するトロリ線を検出する画像処理手段とを有するトロリ線検出装置において、

前記画像処理手段は、
 異なる撮像手段に撮像された前記画像を、投影変換を行うことにより同じ座標軸の画像に変換し、

投影変換された前記画像のエッジ検出を各々行うことにより、複数の直線を検出し、
 前記パンタグラフに投影されるトロリ線からの反射光を、投影変換された前記画像から各々検出し、

投影変換された前記画像各々において、検出した前記反射光を生成する光の入射角度を算出すると共に、前記反射光の反射角度を算出して、前記入射角度と前記反射角度とを照合し、検出した複数の直線の中から、前記反射光があり、かつ、前記入射角度と前記反射角度が同じとなる直線を抽出し、

投影変換された異なる撮像手段による前記画像同士において、抽出した前記直線と前記パンタグラフとの接触点の座標を互いに照合し、

抽出した前記直線の中から、前記接触点の座標が同じとなる直線を更に抽出することにより、パンタグラフに接触するトロリ線を検出することを特徴とするトロリ線検出装置。

【請求項4】

パンタグラフに向かって光を照射する光照射手段と、
 前記光照射手段により光が照射された前記パンタグラフの近傍を撮像する複数の撮像手段と、

前記複数の撮像手段に撮像された画像を各々記録すると共に当該画像の画像処理を行うことにより、前記パンタグラフに接触するトロリ線を検出する画像処理手段とを有するトロリ線検出装置において、

前記画像処理手段は、
 異なる撮像手段に撮像された前記画像を、投影変換を行うことにより同じ座標軸の画像に変換し、

投影変換された前記画像のエッジ検出を各々行うことにより、複数の直線を検出し、
 前記パンタグラフに投影されるトロリ線からの反射光を、投影変換された前記画像から各々検出し、

投影変換された前記画像各々において、検出した前記反射光を生成する光の入射角度を算出すると共に、前記反射光の反射角度を算出して、前記入射角度と前記反射角度とを照合し、検出した複数の直線の中から、前記反射光があり、かつ、前記入射角度と前記反射角度が同じとなる直線を抽出し、

投影変換された異なる撮像手段による前記画像同士において、抽出した前記直線における前記反射角度同士を互いに照合し、

抽出した前記直線の中から、前記前記反射角度が同じとなる直線を更に抽出することにより、パンタグラフに接触するトロリ線を検出することを特徴とするトロリ線検出装置。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電車線に接触するトロリ線を、画像処理により検出するトロリ線検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

トロリ線は、電気車へ電力を供給する設備線であり、検測車や車両限界計測車等と呼ばれる専用の計測車両が一定周期毎に電車線を走行することにより、この位置が計測される。計測項目には、トロリ線の高さやパンタグラフ上での偏位があり、これらの計測値が安全な管理値内かどうかを診断することにより、設備保全が実施される。

10

【0003】

トロリ線の位置を計測する方式としては、レーザ計測方式や画像処理計測方式があり、画像処理計測方式の中にも各種の方式がある。

【0004】

(1) レーザ計測方式は、車両の屋根上に取り付けたレーザ投光器をトロリ線に向け、その反射波によりトロリ線の位置を計測する方式である(非特許文献2)。

【0005】

(2) 画像処理計測方式は、車両の屋根上に取り付けた照明をトロリ線に向け、カメラで撮影した画像からトロリ線の位置を計測する方式である(非特許文献3、4)。

20

【0006】

画像中に写る吊架線や電線等は、設備保全管理上あまり重要視されるものではないが、パンタグラフと接触するトロリ線の位置は重要視されるものである。このトロリ線を検出する方式としては、以下の方式がある。

【0007】

(2-1) パンタグラフの影を利用する方式(非特許文献3)

パンタグラフに向けて照明を投光し、パンタグラフ付近の画像を取得する。取得した画像から複数の架線を検出し、パンタグラフの影の無い架線をパンタグラフと接触するトロリ線とし、影の有る架線をそれ以外の吊架線とし、影の有る架線を排除することにより、トロリ線を検出している。

30

【0008】

(2-2) 2台のカメラを使用する方式(非特許文献4)

パンタグラフへ向けて照明を投光し、枕木方向に並べて設置された2台のカメラによって、パンタグラフ付近の画像を取得する。そして、この2台のカメラの画像を照合して、接触するトロリ線と非接触の架線とを見分ける。接触するトロリ線の見分け方について説明すると、パンタグラフとトロリ線の交点を2台のカメラ両方で検出し、接触するトロリ線の場合、交点は、パンタグラフ上の座標が2台のカメラ画像間で同じ座標になるが、接触しない場合、架線の交点は、パンタグラフ上の座標が2台のカメラ画像間で異なる座標になる。この交点の座標の違いによって、接触するトロリ線と接触しない架線を区別することができる。

40

【0009】

【非特許文献1】電気学会編、電気鉄道における教育調査専門委員会編、“最新電気鉄道工学”、コロナ社、2000年9月、126-129頁

【非特許文献2】佐藤 裕樹 他、“新幹線電気軌道総合検測車電力測定装置の開発”、平成14年電気学会産業応用部門大会、2002年、1407-1410頁

【非特許文献3】吉田 洋 他、“画像処理を利用した電車線の偏位測定法について”、近鉄技報 Vol.24、1993年、77-81頁

【特許文献1】特開2003-341389号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 1 0 】

上述したように、トロリ線の位置を計測する方式としては、レーザ計測方式や画像処理計測方式があるが、これらの方式には、以下の問題がある。

【 0 0 1 1 】

(1) レーザ計測方式は、計測値の異常値を検知できるが、グラフ等に異常値が記録されているだけなので、異常値になった原因や、現象の解析が難しい。又、レーザ照射のための高周波電源装置等の装置が大きいため、車両の屋根上に設置することが難しい。

【 0 0 1 2 】

(2) パンタグラフの影を利用する画像処理計測方式は、パンタグラフと接触するトロリ線を誤検出する問題がある。例えば、図 9 に示すように、照明 3 5 からパンタグラフ 3 4 の方向へ光を照射し、カメラ 3 6 により撮像する場合、補助吊架線 3 3 は、パンタグラフ 3 4 に近いため、パンタグラフ 3 4 の影が補助吊架線 3 3 にできる。しかしながら、吊架線 3 2 は、パンタグラフ 3 4 と離れているため、パンタグラフ 3 4 の影が広がり薄い影しかできない。これにより、パンタグラフ 3 4 から一定距離以上離れた架線は、パンタグラフ 3 4 の影ができない問題がある。したがって、影の有無だけで架線がパンタグラフ 3 4 と接触するか否か判断できない問題がある。

【 0 0 1 3 】

(3) 2 台のカメラを使用する画像処理計測方式は、枕木方向へカメラ 2 台を設置する必要があり、カメラの設置位置に制約がある。

【 0 0 1 4 】

本発明は上記課題に鑑みなされたもので、カメラの設置位置の制約が小さく、確実にパンタグラフに接触するトロリ線を検出できるトロリ線検出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】

【 0 0 1 5 】

上記課題を解決する第 1 の発明に係るトロリ線検出装置は、
 パンタグラフに向かって光を照射する光照射手段と、
 前記光照射手段により光が照射された前記パンタグラフの近傍を撮像する 1 つの撮像手段と、
 前記撮像手段に撮像された画像を記録すると共に当該画像の画像処理を行うことにより、前記パンタグラフに接触するトロリ線を検出する画像処理手段とを有するトロリ線検出装置において、
 前記画像処理手段は、
 前記画像のエッジ検出を行うことにより、複数の直線を検出し、
 前記パンタグラフに投影されるトロリ線からの反射光を前記画像から検出し、
 検出した前記複数の直線の中から、前記反射光がある直線を抽出することにより、パンタグラフに接触するトロリ線を検出することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

上記課題を解決する第 2 の発明に係るトロリ線検出装置は、
 パンタグラフに向かって光を照射する光照射手段と、
 前記光照射手段により光が照射された前記パンタグラフの近傍を撮像する 1 つの撮像手段と、
 前記撮像手段に撮像された画像を記録すると共に当該画像の画像処理を行うことにより、前記パンタグラフに接触するトロリ線を検出する画像処理手段とを有するトロリ線検出装置において、
 前記画像処理手段は、
 前記画像のエッジ検出を行うことにより、複数の直線を検出し、
 前記パンタグラフに投影されるトロリ線からの反射光を前記画像から検出し、
 検出した前記反射光を生成する光の入射角度を算出すると共に、前記反射光の反射角度を算出して、前記入射角度と前記反射角度とを照合し、

検出した前記複数の直線の中から、前記反射光があり、かつ、前記入射角度と前記反射角度が同じとなる直線を抽出することにより、パンタグラフに接触するトロリ線を検出することを特徴とする。

【0017】

上記課題を解決する第3の発明に係るトロリ線検出装置は、
パンタグラフに向かって光を照射する光照射手段と、
前記光照射手段により光が照射された前記パンタグラフの近傍を撮像する複数の撮像手段と、

前記複数の撮像手段に撮像された画像を各々記録すると共に当該画像の画像処理を行うことにより、前記パンタグラフに接触するトロリ線を検出する画像処理手段とを有するトロリ線検出装置において、

前記画像処理手段は、

異なる撮像手段に撮像された前記画像を、投影変換を行うことにより同じ座標軸の画像に変換し、

投影変換された前記画像のエッジ検出を各々行うことにより、複数の直線を検出し、

前記パンタグラフに投影されるトロリ線からの反射光を、投影変換された前記画像から各々検出し、

投影変換された前記画像各々において、検出した前記反射光を生成する光の入射角度を算出すると共に、前記反射光の反射角度を算出して、前記入射角度と前記反射角度とを照合し、検出した複数の直線の中から、前記反射光があり、かつ、前記入射角度と前記反射角度が同じとなる直線を抽出し、

投影変換された異なる撮像手段による前記画像同士において、抽出した前記直線と前記パンタグラフとの接触点の座標を互いに照合し、

抽出した前記直線の中から、前記接触点の座標が同じとなる直線を更に抽出することにより、パンタグラフに接触するトロリ線を検出することを特徴とする。

【0018】

上記課題を解決する第4の発明に係るトロリ線検出装置は、
パンタグラフに向かって光を照射する光照射手段と、
前記光照射手段により光が照射された前記パンタグラフの近傍を撮像する複数の撮像手段と、

前記複数の撮像手段に撮像された画像を各々記録すると共に当該画像の画像処理を行うことにより、前記パンタグラフに接触するトロリ線を検出する画像処理手段とを有するトロリ線検出装置において、

前記画像処理手段は、

異なる撮像手段に撮像された前記画像を、投影変換を行うことにより同じ座標軸の画像に変換し、

投影変換された前記画像のエッジ検出を各々行うことにより、複数の直線を検出し、

前記パンタグラフに投影されるトロリ線からの反射光を、投影変換された前記画像から各々検出し、

投影変換された前記画像各々において、検出した前記反射光を生成する光の入射角度を算出すると共に、前記反射光の反射角度を算出して、前記入射角度と前記反射角度とを照合し、検出した複数の直線の中から、前記反射光があり、かつ、前記入射角度と前記反射角度が同じとなる直線を抽出し、

投影変換された異なる撮像手段による前記画像同士において、抽出した前記直線における前記反射角度同士を互いに照合し、

抽出した前記直線の中から、前記前記反射角度が同じとなる直線を更に抽出することにより、パンタグラフに接触するトロリ線を検出することを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

第1の発明によれば、トロリ線検出の信頼性を高くすることができると共に、カメラ等

の撮像手段の設置位置の制約を少なくすることができる。又、録画された画像により、異常状況を視認することができる。

【0020】

第2の発明によれば、トロリ線検出の信頼性を、第1の発明より向上させることができる。

【0021】

第3、第4の発明によれば、トロリ線検出の信頼性を、第2の発明より更に向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、図1～図8を参照して、本発明に係るトロリ線検出装置の実施形態例を説明する。

【実施例1】

【0023】

図1は、本発明に係るトロリ線検出装置の実施形態の一例を示す概略図であり、図2は、図1に示す本発明に係るトロリ線検出装置で得られた画像を示す図であり、図3は、図1に示す本発明に係るトロリ線検出装置において、その実施形態の一例となるトロリ線の検出方法を示すフローチャートである。

【0024】

図1に示すように、車両（電車6）へ電力を供給するためのトロリ線1は、吊架線2に吊されると共に、電柱3に設けられた振止金具4（又は曲引金具）に支持されて、各電柱3間に架設されるものである。

【0025】

そして、本実施例におけるトロリ線検出装置は、図1に示すように、レール5上を走行可能な電車6の上部（屋根上）に、パンタグラフ7に向かって下方側から光を照射する投光器8（光照射手段）と、パンタグラフ7の近傍を下方側から撮像する1つのカメラ9（撮像手段）とを有するものである。つまり、カメラ9は、投光器8により光が照射されたパンタグラフ7の近傍を視野9aとしており、この視野9aを撮像することになる。更に、電車6の車内には、カメラ9で撮像した画像信号を画像として記録する画像記録部と記録した画像の画像処理を行う画像処理部とを有する画像処理装置10（画像処理手段）を設けている。

【0026】

本実施例のトロリ線検出装置のカメラ9では、投光器8からの光が照射されたパンタグラフ7の近傍を撮像することにより、図2に示すような画像が撮像される。図2からわかるように、パンタグラフ7と接触しない架線（吊架線2）からは、その反射光がパンタグラフ7に投影されることはない。一方、パンタグラフ7と接触する架線（トロリ線1）からは、その反射光1aがパンタグラフ7に投影されることになる。そして、図2に示すように、この反射光1aは、カメラ9からは、パンタグラフ7と架線（トロリ線1）が交差する部分に見えることになる。このことから、パンタグラフ7に投影された反射光1aがある架線を、パンタグラフ7と接触するトロリ線1として検出することができる。

【0027】

ここで、図1、図2も参照しながら、図3に示すフローチャートを用いて、トロリ線の検出方法を説明する。

【0028】

最初に、カメラ9により、投光器8からの光が照射されたパンタグラフ7の近傍を撮像し、その画像信号を画像処理装置10へ送信する。つまり、図2に示すような画像をカメラ9で撮像して、画像処理装置10へ画像入力することになる（ステップS1）。

【0029】

次に、画像処理装置10において、入力された画像を画像処理することにより、エッジ検出を行い、複数の直線を検出する。つまり、トロリ線の候補となる直線を、画像処理に

10

20

30

40

50

より検出することになる（ステップS2）。

【0030】

次に、図2で説明したように、パンタグラフ7に投影されるトロリ線1からの反射光1aを検出すると共に、ステップS2で検出した複数の直線の中から、この反射光1aがある直線を抽出することにより、つまり、反射光1aの投影位置に対応する直線を抽出することにより、パンタグラフ7に接触するトロリ線1を検出する（ステップS3）。

【0031】

そして、測定対象区間の架線への測定が終了するまで、上記ステップS1～S3の手順を複数繰り返して行う（ステップS4）。つまり、測定対象区間の架線に対して、画像を複数回撮像し、撮像した各々の画像において、パンタグラフ7に接触するトロリ線1を検出することになる。

10

【0032】

なお、本実施例において、投光器8、カメラ9の配置位置は、特に大きな制約はないが、反射光1aの検出のためには、パンタグラフ7の真下を避けて、上面視において、パンタグラフ7に正対する位置に投光器8、カメラ9を配置すればよい。本実施例では、一例として、図1に示すように、車両6上におけるパンタグラフ7と直交する直線6a上に、距離を置いて投光器8、カメラ9を配置している。一方、後述の図6に示すカメラ21、22のように、上面視において、パンタグラフ7に正対する位置ではなく、パンタグラフ7に対して斜めとなる位置にカメラ9を配置する場合には、後述の図7で説明するように、投影変換により正面画像に変換してから、上記ステップS12以降の処理を行えばよい。

20

【0033】

上述したように、本実施例のトロリ線検出装置は、車両6に設置した投光器8、カメラ9を用いて、パンタグラフ7付近の画像を撮影し、パンタグラフ7に投影されるトロリ線1からの反射光1aを検出することにより、パンタグラフ7と接触するトロリ線1を検出することができるものである。そして、本実施例のトロリ線検出装置には、以下に示すような利点がある。

【0034】

(1) レーザ計測方式では、計測値が記録されるだけであり、異常値以外の情報が乏しいが、本実施例のトロリ線検出装置は、画像が画像処理装置10に録画されるため、録画された画像で異常状況を視認することができる。

30

(2) パンタグラフの影を利用する画像処理計測方式では、パンタグラフから離れたトロリ線を、誤ってトロリ線と誤検出することがあったが、本実施例のトロリ線検出装置では、パンタグラフ7に投影されるトロリ線1からの反射光1aを用いており、パンタグラフ7から離れた架線からは反射光が無くなり、パンタグラフ7に接触する架線からは必ず反射光ができることから、トロリ線検出の信頼性を高くすることができる。

(3) 2台のカメラを利用する画像処理計測方式に比べ、1台のカメラでトロリ線1を検出できるため、カメラの設置位置の制約を少なくすることができる。

【実施例2】

【0035】

図4は、図1に示す本発明に係るトロリ線検出装置において、実施形態の他の一例となるトロリ線の検出方法を示すフローチャートであり、図5は、図4に示すトロリ線の検出方法を説明する模式図である。

40

【0036】

本実施例のトロリ線検出装置は、装置構成としては、図1に示した実施例1のトロリ線検出装置と略同等の構成でよい。従って、ここでは、重複する装置構成の説明は省略する。

【0037】

本実施例と上記実施例1とは、その検出方法に相違点がある。具体的には、実施例1では、パンタグラフ7に投影されたトロリ線1の反射光1aを検出することにより、パン

50

タグラフ7に接触するトロリ線1を検出するのに対して、本実施例では、それに加えて、その反射光1aの反射角度を照合することにより、パンタグラフ7に接触するトロリ線1を検出するようにしている。

【0038】

ここで、本実施例におけるトロリ線の検出方法について、図4、図5に加えて、前述した図1、図2も参照して説明を行う。

【0039】

最初に、カメラ9により、投光器8からの光が照射されたパンタグラフ7の近傍を撮像し、図2に示すような画像を画像処理装置10へ画像入力する(ステップS11)。

【0040】

次に、画像処理装置10において、入力された画像を画像処理することにより、エッジ検出を行い、トロリ線の候補となる複数の直線を検出する(ステップS12)。

【0041】

次に、図2で説明したように、パンタグラフ7に投影されるトロリ線1からの反射光1aを検出する。そして、反射光1aを生成する光の入射角度及び反射光1aの反射角度を算出し、入射角度と反射角度とを照合し、反射光1aがあり、かつ、入射角度と反射角度が同じとなる直線を抽出することにより、ステップS12で検出した複数の直線の中から、パンタグラフ7に接触するトロリ線1を検出する(ステップS13)。

【0042】

ステップS13における入射角度及び反射角度の算出及び照合について、図5を用いて詳細に説明する。なお、本実施例のトロリ線検出装置のカメラ9においても、投光器8からの光が照射されたパンタグラフ7の近傍を撮像することにより、図2に示すような画像が撮像される。図5は、この図2の画像を視野9aとして模式的に表すと共に、投光器8との関係も模式的に表したものである。

【0043】

通常、架線からの反射光は、パンタグラフ上に傾きを持って投影される。例えば、図5に示すように、パンタグラフ7と接触するトロリ線1からの反射光1aも、パンタグラフ7上に傾きを持って投影される。そして、視野9aにおけるトロリ線1とパンタグラフ7との接触点11を起点として、視野9aに垂線12を設定すると共に、この垂線12と反射光1aの延長線8bとの角度を求めることにより、反射光1aの反射角度 r を算出することができる。反射角度 r の算出は、視野9aにおける画像を画像処理することにより行われる。

【0044】

又、投光器8の位置は既知であることから、視野9aにおいて、投光器8の位置を設定することができ、視野9aにおける投光器8の位置から接触点11への直線を設定することにより、投光器8から接触点11への入射光8aを設定することができる。そして、この入射光8aと垂線12との角度を求めることにより、入射光8aの入射角度 i を簡単に算出することができる。

【0045】

トロリ線1がパンタグラフ7と接触する場合には、反射光1aの基点(入射光8aと反射光1aの交点)が、視野9aにおける接触点11と一致するため、反射角度 r と入射角度 i は等しくなる。一方、架線がパンタグラフ7と接触しない場合には、その架線からの反射光1aの基点(入射光8aと反射光1aの交点)が、視野9aにおける接触点11と一致しないため、反射角度 r と入射角度 i は等しくならない。従って、視野9a中に検出された全ての反射光1aに対して、その反射角度 r と入射角度 i を算出し、その反射角度 r と入射角度 i と照合し、共に同じ角度であれば、パンタグラフ7に接触するトロリ線1であると判定することができ、異なる角度であれば、パンタグラフ7に接触するトロリ線1ではないと判定することができる。

【0046】

そして、測定対象区間の架線への測定が終了するまで、上記ステップS11~S13の

10

20

30

40

50

手順を複数繰り返して行う(ステップS14)。つまり、測定対象区間の架線に対して、画像を複数回撮像し、撮像した各々の画像において、パンタグラフ7に接触するトロリ線1を検出することになる。

【0047】

なお、本実施例においても、投光器8、カメラ9の配置位置は、特に大きな制約はないが、反射光1aの検出のためには、パンタグラフ7の真下を避けて、上面視において、パンタグラフ7に正対する位置に投光器8、カメラ9を配置すればよい。例えば、図1に示すように、直線6a上に、距離を置いて投光器8、カメラ9を配置している。一方、後述の図6に示すカメラ21、22のように、上面視において、パンタグラフ7に正対する位置ではなく、パンタグラフ7に対して斜めとなる位置にカメラ9を配置する場合には、後述の図7で説明するように、投影変換により正面画像に変換してから、上記ステップS12以降の処理を行えばよい。

10

【0048】

上述したように、本実施例のトロリ線検出装置は、車両6に設置した投光器8、カメラ9を用いて、パンタグラフ7付近の画像を撮影し、パンタグラフ7に投影されるトロリ線1からの反射光1aの反射角度 r とその入射角度 i とを更に照合することにより、パンタグラフ7と接触するトロリ線1を検出することができるものである。そして、本実施例のトロリ線検出装置では、トロリ線1からの反射光1aの反射角度 r とその入射角度 i とを更に照合するため、実施例1の利点に加え、トロリ線検出の信頼性を向上することができる。

20

【実施例3】

【0049】

図6は、本発明に係るトロリ線検出装置の実施形態の他の一例を示す概略図であり、図7は、図6に示す本発明に係るトロリ線検出装置で得られた画像を投影変換する方法を説明する図であり、図8は、図6に示す本発明に係るトロリ線検出装置において、その実施形態の一例となるトロリ線の検出方法を示すフローチャートである。

【0050】

本実施例のトロリ線検出装置は、複数のカメラ21、22の構成及び画像処理装置10における検出方法を除いて、実施例1の図1に示したトロリ線検出装置と同等の構成である。従って、ここでは、重複する構成の説明は省略する。

30

【0051】

具体的な相違点は、実施例1の図1に示したトロリ線検出装置では、カメラ9は、上面視において、パンタグラフ7に正対する位置に配置されているが、本実施例のトロリ線検出装置では、カメラ21、22は、上面視において、パンタグラフ7に対して斜めとなる位置(直線6a上ではない位置)に配置されており、図6に示すように、枕木方向(レール5に垂直な水平方向)に横に並べて配置している。つまり、このような配置構成により、カメラ21、22をステレオカメラとしている。

【0052】

又、本実施例のトロリ線検出装置は、上記実施例2と同様に、トロリ線1からの反射光1aの反射角度を照合することにより、パンタグラフ7と接触するトロリ線1を検出しようとするものであるが、実施例2のように1つカメラ9に撮像された画像中の反射角度と入射角度を照合するだけでなく、複数のカメラ21、22に撮像された画像同士において、反射角度等を互いに照合するようにもしている。従って、これらの相違点により、パンタグラフ7と接触するトロリ線1の検出が、図8に示すフローチャートにより実施されることになる。

40

【0053】

ここで、本実施例におけるトロリ線の検出方法について、図6~図8に加えて、前述した図5も参照して説明を行う。

【0054】

最初に、カメラ21、22により、投光器8からの光が照射されたパンタグラフ7の近

50

傍を撮像し、各々の画像を画像処理装置 10 へ画像入力する (ステップ S 2 1)。

【0055】

次に、画像処理装置 10 において、入力された各画像を投影変換する (ステップ S 2 2)。この投影変換は、上面視においてパンタグラフ 7 に対して斜めとなる位置に配置されたカメラ 2 1、2 2 からの画像 (図 7 (a)) を、上面視においてパンタグラフ 7 に正対する位置に配置されたカメラからの画像 (図 7 (b)) へ変換するものである。つまり、異なる座標軸 (座標系) の画像同士を、同じ座標軸 (座標系) へ変換しており、このことにより、異なるカメラ 2 1、2 2 で撮像された画像同士において、後述する比較が可能となる。

【0056】

この投影変換について説明する。上面視においてパンタグラフに対して斜めとなる位置に配置されたカメラ 2 1、2 2 からの画像では、図 7 (a) に示すように、上昇時のパンタグラフ、下降時のパンタグラフが、画像中で傾いて表示される。一方、上面視においてパンタグラフに対して正対する位置に配置されたカメラからの画像では、図 7 (b) に示すように、上昇時のパンタグラフ、下降時のパンタグラフが、画像中で水平に表示される。従って、図 7 (a) の画像から図 7 (b) の画像へ変換するためには、例えば、同一対象物について、図 7 (a) の画像、図 7 (b) の画像各々における座標を比較し、その座標を変換する行列式を求めればよい。

【0057】

従って、図 7 (a) においては、上昇時のパンタグラフの任意の 2 点、A 点、B 点と、下降時のパンタグラフにおける、A 点、B 点に対応する C 点、D 点とにより、四角形「A B C D」を形成し、A 点、B 点、C 点、D 点の座標を求め、又、図 7 (b) においては、上昇時のパンタグラフにおける、A 点、B 点に対応する A' 点、B' 点と、下降時のパンタグラフにおける、C 点、D 点に対応する C' 点、D' 点とにより、四角形「A' B' C' D'」を形成し、A' 点、B' 点、C' 点、D' 点の座標を求めておく。そして、四角形「A B C D」、四角形「A' B' C' D'」の座標を比較することにより、四角形「A B C D」から四角形「A' B' C' D'」へ変換する投影行列を予め求めることができる。この投影行列を用いることにより、図 7 (a) の画像から図 7 (b) の画像へ変換することが可能となる。

【0058】

次に、画像処理装置 10 において、投影変換された各画像を画像処理することにより、エッジ検出を行い、トリリ線の候補となる複数の直線を検出する (ステップ S 2 3)。

【0059】

次に、各画像において検出した複数の直線において、図 5 に示すような反射光 1 a を検出すると共に、その反射角度 r 、入射角度 i を算出し、反射角度 r と入射角度 i とを照合することにより、反射光 1 a があり、かつ、反射角度 $r =$ 入射角度 i となる直線を抽出する (ステップ S 2 4)。なお、このステップ S 2 4 における反射角度 r 及び入射角度 i の算出、照合は、前述した図 5 において説明した方法と全く同様の方法である。従って、その詳細な説明は省略する。

【0060】

次に、ステップ S 2 4 で抽出された、反射光 1 a があり、かつ、反射角度 $r =$ 入射角度 i となる直線に対して、各カメラ 2 1、2 2 の画像間で照合を行うことにより、パンタグラフ 7 に接触するトリリ線 1 を検出する (ステップ S 2 5)。具体的には、投影変換された各カメラ 2 1、2 2 の画像において、ステップ S 2 4 で抽出された、反射光 1 a があり、かつ、反射角度 $r =$ 入射角度 i となる直線における接触点 1 1 の座標を互いに照合し、接触点 1 1 の座標が共に同じであれば、パンタグラフ 7 に接触するトリリ線 1 と判定し、接触点 1 1 の座標が互いに異なれば、パンタグラフ 7 に接触するトリリ線 1 ではないと判定することにより、パンタグラフ 7 に接触するトリリ線 1 を検出している。

【0061】

そして、測定対象区間の架線への測定が終了するまで、上記ステップ S 2 1 ~ S 2 5 の

10

20

30

40

50

手順を複数繰り返して行う（ステップS26）。つまり、測定対象区間の架線に対して、画像を複数回撮像し、撮像した各々の画像において、パンタグラフ7に接触するトロリ線1を検出することになる。

【0062】

本実施例においては、カメラ21、22をステレオカメラとして用いているが、各々投影変換を行っているので、投光器8の配置位置を含めて、カメラ21、22の配置位置も、特に大きな制約はない。望ましい配置位置としては、例えば、図6に示すように、反射光の検出のため、パンタグラフ7の真下を避けて、上面視において、パンタグラフ7に正対する位置に投光器8を配置すると共に、枕木方向にカメラ21、22を配置すればよい。

10

【0063】

上述したように、本実施例のトロリ線検出装置は、車両6に設置した投光器8と複数のカメラ21、22を用いて、パンタグラフ7付近の画像を撮影し、パンタグラフ7に投影されるトロリ線1からの反射光1aの有無及びその反射角度 r 、入射角度 i の照合をすると共に、カメラ21、22間で接触点11同士を照合することにより、パンタグラフ7と接触するトロリ線1を検出することができるものである。そして、本実施例のトロリ線検出装置では、トロリ線1からの反射光1aの有無及びその反射角度 r 、入射角度 i の照合をすると共に、カメラ21、22間で接触点11同士を照合するため、トロリ線検出の信頼性を、実施例2より更に向上することができる。

【産業上の利用可能性】

20

【0064】

本発明に係るトロリ線検出装置は、パンタグラフと接触するトロリ線を画像処理によって検出する際に好適なものである。

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1】本発明に係るトロリ線検出装置の実施形態の一例を示す概略図である。

【図2】図1に示す本発明に係るトロリ線検出装置で得られた画像を示す図である。

【図3】図1に示す本発明に係るトロリ線検出装置において、その実施形態の一例となるトロリ線の検出方法を示すフローチャートである。

【図4】図1に示す本発明に係るトロリ線検出装置において、実施形態の他の一例となるトロリ線の検出方法を示すフローチャートである。

30

【図5】図4に示すトロリ線の検出方法を説明する模式図である。

【図6】本発明に係るトロリ線検出装置の実施形態の他の一例を示す概略図である。

【図7】図6に示す本発明に係るトロリ線検出装置で得られた画像を投影変換する方法を説明する図である。

【図8】図6に示す本発明に係るトロリ線検出装置において、その実施形態の一例となるトロリ線の検出方法を示すフローチャートである。

【図9】パンタグラフの影を利用する従来の画像処理計測方式のトロリ線検出方法を説明する図である。

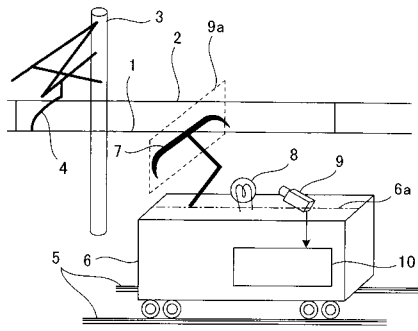
【符号の説明】

40

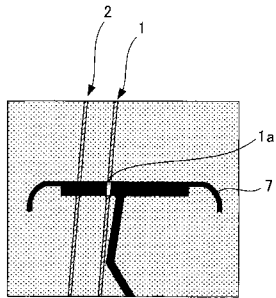
【0066】

- 1 トロリ線
- 2 吊架線
- 5 レール
- 6 電車
- 7 パンタグラフ
- 8 投光器
- 9、21、22 カメラ
- 10 画像処理装置

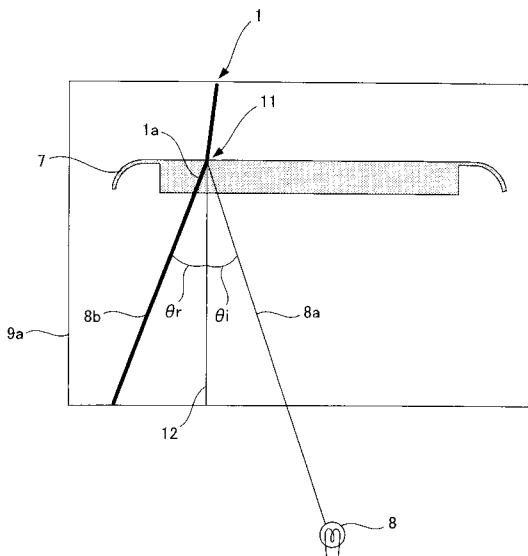
【図1】



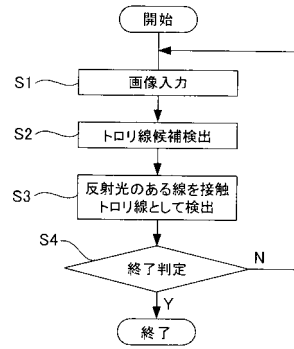
【図2】



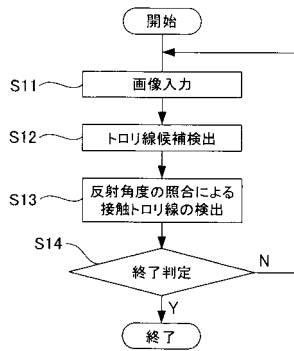
【図5】



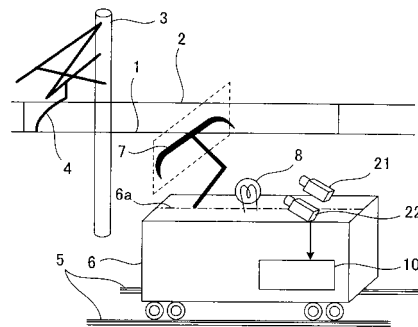
【図3】



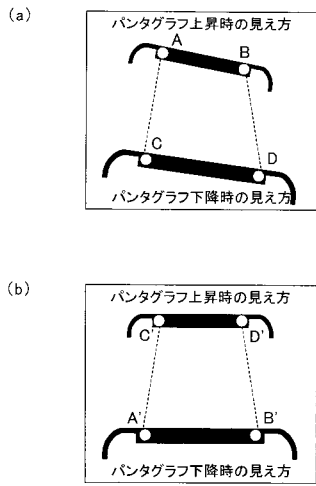
【図4】



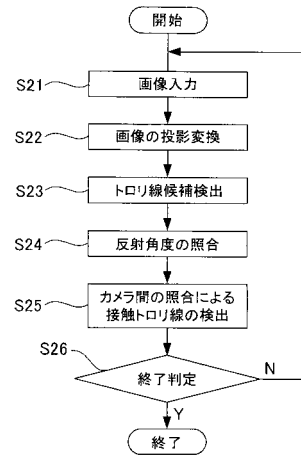
【図6】



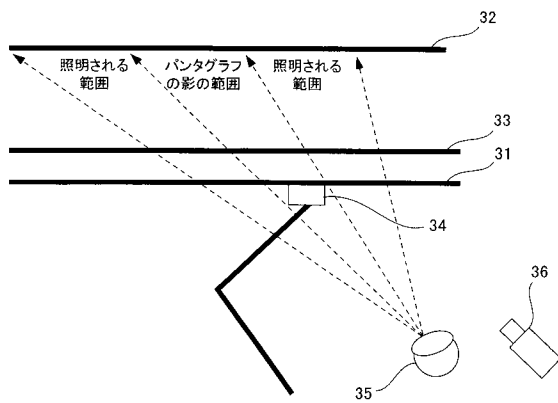
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 渡部 勇介
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 竹下 晋司

(56)参考文献 特開2007-091141(JP,A)
特開2003-341389(JP,A)
特開2002-029293(JP,A)
特開平05-278502(JP,A)
特開平05-278503(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B60M 1/28
G01B 11/00