

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3882683号

(P3882683)

(45) 発行日 平成19年2月21日(2007.2.21)

(24) 登録日 平成18年11月24日(2006.11.24)

(51) Int. Cl.

F I

**B 6 0 M** 1/28 (2006.01)  
**G 0 1 B** 11/00 (2006.01)

B 6 0 M 1/28 R  
 G 0 1 B 11/00 H

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2002-151840 (P2002-151840)	(73) 特許権者	000006105
(22) 出願日	平成14年5月27日(2002.5.27)		株式会社明電舎
(65) 公開番号	特開2003-341389 (P2003-341389A)		東京都品川区大崎2丁目1番17号
(43) 公開日	平成15年12月3日(2003.12.3)	(74) 代理人	100078499
審査請求日	平成16年11月17日(2004.11.17)		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	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】 トロリー線の位置計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両に取り付けた複数台のカメラでパンタグラフ付近を撮影し、撮影された複数の画像に基づいてパンタグラフに接触する架線の位置を計測する装置であって、撮影された複数の画像をエッジ検出し、エッジから所定範囲の領域にある直線をトロリー線候補として抽出すると共に水平エッジをパンタグラフとして求め、抽出されたトロリー線候補と検出されたパンタグラフとの交点を、パンタグラフ中心を原点としたパンタグラフ座標系で各画像上に求め、各交点のパンタグラフ中心に対する偏差が閾値以下のものに関するトロリー線候補を前記パンタグラフに接触するトロリー線であると判定することを特徴とするトロリー線の位置計測装置。

【請求項2】

車両に取り付けた複数台のカメラでパンタグラフ付近を撮影し、撮影された複数の画像に基づいてパンタグラフに接触する架線の位置を計測する装置であって、撮影された複数の画像をエッジ検出し、エッジから所定範囲の領域にある直線をトロリー線候補として抽出すると共に水平エッジをパンタグラフとして求め、抽出されたトロリー線候補と検出されたパンタグラフとの交点を各画像上に求め、各交点のパンタグラフ中心に対する偏差が閾値以下のものに関するトロリー線候補を前記パンタグラフに接触するトロリー線であると判定するトロリー線の位置計測装置において、前記パンタグラフに接触するトロリー線が複数ある場合には、それらの離隔計測を行うことを特徴とするトロリー線の位置計測装置。

10

20

## 【請求項3】

前記カメラは3台以上とし、少なくとも1台のカメラからの画像が画像処理できない場合でも画像処理によりトロリー線候補を求めることを特徴とする請求項1又は2記載のトロリー線の位置計測装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、トロリー線の位置計測装置に関する。詳しくは、画像処理により電車線のトロリー線の位置を計測する装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

トロリー線は電気車へ電力を供給する設備線で、検測車や車両限界計測車などと呼ばれる専用の計測車が、一定周期毎走行してトロリー線の位置を計測している。

計測された位置は、トロリー線の高さやパンタグラフ上の偏位に変換され、これら値が管理値内かどうか診断されている。

トロリー線の位置を計測する方式としてレーザ計測方式や画像処理方式があり、主にレーザ計測方式が現場で使用されている。

## 【0003】

## 【発明が解決しようとする課題】

以下のような問題点がある。

1 レーザ計測方式は計測値の異常値が判るが、その異常値になった原因や、現象の解析が難しい。

2 画像処理方式によりトロリー線を検出する際、ちょう架線・補助ちょう架線・構造物・支持物（最新電気鉄道工学コロナ社、社）電気学会2000年9月）などが、トロリー線と似たように見えるため、これらをトロリー線として誤検出しやすい問題がある。

## 【0004】

3 画像処理方式によりトロリー線を検出する際、レンズの汚れや太陽光の写り込みによって、画像処理が難しいカメラ画像になることがある。これによりトロリー線を検出できないことがある。

4 画像処理方式の領域相関によるステレオ計測では、カメラの輻輳角が大きいと画像の差異が大きく、ステレオ計測できないことがある。

## 【0005】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決する本発明の請求項1に係るトロリー線の位置計測装置は、車両に取り付けた複数台のカメラでパンタグラフ付近を撮影し、撮影された複数の画像に基づいてパンタグラフに接触する架線の位置を計測する装置であって、撮影された複数の画像をエッジ検出し、エッジから所定範囲の領域にある直線をトロリー線候補として抽出すると共に水平エッジをパンタグラフとして求め、抽出されたトロリー線候補と検出されたパンタグラフとの交点を、パンタグラフ中心を原点としたパンタグラフ座標系で各画像上に求め、各交点のパンタグラフ中心に対する偏差が閾値以下のものに関するトロリー線候補を前記パンタグラフに接触するトロリー線であると判定することを特徴とする。

## 【0006】

上記課題を解決する本発明の請求項2に係るトロリー線の位置計測装置は、車両に取り付けた複数台のカメラでパンタグラフ付近を撮影し、撮影された複数の画像に基づいてパンタグラフに接触する架線の位置を計測する装置であって、撮影された複数の画像をエッジ検出し、エッジから所定範囲の領域にある直線をトロリー線候補として抽出すると共に水平エッジをパンタグラフとして求め、抽出されたトロリー線候補と検出されたパンタグラフとの交点を各画像上に求め、各交点のパンタグラフ中心に対する偏差が閾値以下のものに関するトロリー線候補を前記パンタグラフに接触するトロリー線であると判定するトロリー線の位置計測装置において、前記パンタグラフに接触するトロリー線が複数ある場

10

20

30

40

50

合には、それらの離隔計測を行うことを特徴とする。

【0007】

上記課題を解決する本発明の請求項3に係るトロリー線の位置計測装置は、請求項1又は2において、前記カメラは3台以上とし、少なくとも1台のカメラからの画像が画像処理できない場合でも画像処理によりトロリー線候補を求めることを特徴とする。

【0008】

【発明の実施の形態】

〔実施例1〕トロリー線計測方式

本発明の第1の実施例に係るトロリー線の位置計測装置を図1～図4に示す。本実施例は、車両に設置した2台のITVカメラ21, 22でパンタグラフ10の付近を撮影し、画像処理によってパンタグラフ10に接触するトロリー線の位置(パンタグラフ10上の偏位やトロリー線の垂直高さなど)を計測するものである。

10

【0009】

即ち、図2に示すように、車両上にはパンタグラフ10に対して平行な位置に2台のITVカメラ21, 22が設置され、図1(a)(b)に示す左右画像が撮影される。ここで、「平行な位置」とはパンタグラフ10のすり板に沿った点線aと2台のITVカメラ21, 22の焦点を結んだ点線bが、平行な位置関係のことである。

【0010】

ITVカメラ21, 22で撮影された各画像は、画像処理部40へ送られ、画像処理部40ではトロリー線の位置を計測し、その計測された値及び各画像は記録部50で保存される。

20

画像処理部40は、パンタグラフ10とトロリー線候補 $L_{L1}, L_{L2}, L_{L3}, L_{R1}, L_{R2}, L_{R3}$ を求めると共にこれらの交点 $P_{L1}, P_{L2}, P_{L3}, P_{R1}, P_{R2}, P_{R3}$ を求め、この交点 $P_{L1}, P_{L2}, P_{L3}, P_{R1}, P_{R2}, P_{R3}$ を図3のようにパンタグラフ中心とした座標へプロットし、左右画像間で位置が接近しているか否かが判定するものである。つまり、交点が接近していれば接触する架線と判別し、接近していなければ接触しない架線と判別するものである。

【0011】

画像処理部40としては、パーソナルコンピュータに画像処理プログラムを読み込ませて構成することもできる。

30

本実施例の処理手順を図4に示す。

まず、2台のITVカメラ21, 22でパンタグラフ10の付近を撮影し、左右のカメラ画像を取得する(ステップS1)。

【0012】

次に、左右のカメラ画像について、エッジ検出しエッジから直線を検出し、所定の範囲の垂直な直線をトロリー線候補 $L_{L1}, L_{L2}, L_{L3}, L_{R1}, L_{R2}, L_{R3}$ として検出する(ステップS2)。

トロリー線候補 $L_{L1}, L_{L2}, L_{L3}$ は、図1(a)に示す左画像で検出されるものであり、トロリー線候補 $L_{R1}, L_{R2}, L_{R3}$ は、図1(b)に示す右画像で検出されるものである。尚、エッジ検出としては特に限定するものではなく公知の方法を使用することができる。例えば、特願平6-149246号に示される方法を使用しても良いし、画像を水平微分する方法を使用しても良い。

40

【0013】

また、直線検出としては特に限定するものではなく公知の方法を使用することができる。例えば、特願平6-149246号に示される特徴抽出方法を使用しても良いし、ハフ変換を使用しても良い。

更に、「所定の範囲」とは、図2に示す構成では、2台のカメラ21, 22を設置した際にトロリー線が図1のように斜めに見える角度と位置範囲のことである。例えば、垂直から $\pm 30^\circ$ で、画像上半分の位置など、実験的に角度と位置範囲を決めることができる。

【0014】

50

引き続き、2台のITVカメラ21, 22からのカメラ画像について、図1に示すように、パンタグラフ10のすり板部分とパンタグラフの中心 $C_L$ ,  $C_R$ を検出する(ステップS3)。

パンタグラフ10はバネで支えられ上下動するため、位置は一定ではない。

この検出方法としては特に限定するものではなく公知の方法を使用することができる。例えば、特願2000-332841号に示されるパターンマッチ方式や特願平6-57924号に示されるモデルベースマッチ方式を採用することができる。

具体的には、予めパンタグラフの濃淡値又は特徴をモデルとして登録し、同時にパンタグラフの中心とすり板の直線位置も登録しておく。そして、このモデルを取得画像へ画像取得毎に対応させ、一致する位置からパンタグラフの中心とすり板部分を検出することにより行う。

10

#### 【0015】

その後、トロリー線候補 $L_{L1}$ ,  $L_{L2}$ ,  $L_{L3}$ ,  $L_{R1}$ ,  $L_{R2}$ ,  $L_{R3}$ とパンタグラフ10のすり板との交点 $P_{L1}$ ,  $P_{L2}$ ,  $P_{L3}$ ,  $P_{R1}$ ,  $P_{R2}$ ,  $P_{R3}$ を求める(ステップS4)。

尚、交点座標はカメラ座標系のピクセル単位であるため、投影変換しパンタグラフ座標系のメートル単位に変換する。

ここで、カメラ座標系とはそれぞれのカメラ焦点を中心とした直交座標系で、パンタグラフ座標系とはパンタグラフ中心を原点とした直交座標系である。

#### 【0016】

更に、トロリー線候補 $L_{L1}$ ,  $L_{L2}$ ,  $L_{L3}$ ,  $L_{R1}$ ,  $L_{R2}$ ,  $L_{R3}$ から次のようにしてパンタグラフ10と接触するトロリー線を検出する(ステップS5)。

20

即ち、ステップS4で求めた交点 $P_{L1}$ ,  $P_{L2}$ ,  $P_{L3}$ ,  $P_{R1}$ ,  $P_{R2}$ ,  $P_{R3}$ を図3に示すように左右画像別にプロットし、左画像の交点 $P_{L1}$ ,  $P_{L2}$ ,  $P_{L3}$ と右画像の交点 $P_{R1}$ ,  $P_{R2}$ ,  $P_{R3}$ との距離を組み合わせたの数だけ計算し、この距離のうち実験的に決めた閾値以下である組み合わせを抽出する。

図3は、具体的に交点 $P_{L1}$ と交点 $P_{R1}$ の距離 $d_x$ が閾値以下とした場合を示すものであり、この場合には、交点 $P_{L1}$ と交点 $P_{R1}$ に関するトロリー線候補 $L_{L1}$ をパンタグラフ10に接触するトロリー線であると判定することとなる。

#### 【0017】

そして、ステップS5で求めたパンタグラフ10と接触するトロリー線の交点から、パンタグラフ上の偏位、トロリー線の垂直高さなどに変換する(ステップS6)。

30

尚、変換された垂直高さはカメラ取り付け位置からトロリー線までの相対距離であるため、ルールレベルからカメラ取り付け位置までの距離を加えてルールレベルからの垂直距離に変換してもよい。

また、ステップS5において、パンタグラフ10と接触するトロリー線が複数検出された場合には、それぞれについて位置計測を繰り返す。

#### 【0018】

本実施例は、車両に設置した2台のカメラ画像から、パンタグラフに接触するトロリー線の位置(パンタグラフ中心からのトロリー線の偏位、トロリー線の垂直高さなど)を計測するものであり、以下の利点がある。

40

1 レーザ計測方式は計測値が記録されるだけだが、画像処理方式は入力画像を録画できる。これによりトロリー線の異常位置の録画画像を見ることで、パンタグラフ通過時のトロリーの異常状態が視認できる。

2 2台のカメラ画像の交点を比較することにより、パンタグラフと接触しない架線を排除し、接触するトロリー線だけ検出できる。

#### 【0019】

##### 〔実施例2〕トロリー線計測式

本実施例は実施例1と目的が同じであるが、レンズの汚れや太陽光の写り込みなどの問題を解決するため、図5のようにパンタグラフ10と平行な位置に3台以上ITVカメラ21, 22, ... 2nを設置するものである。

50

尚、「平行な位置」とは、図5に示すようにパンタグラフ10のすり板に沿った点線aとn台のITVカメラ21, 22, ... 2nの焦点を結んだ点線bが、平行な位置関係のことである。

本実施例における処理手順は図4と同様である。

まず、n台のITVカメラ21, 22, ... 2nでパンタグラフ10の付近を撮影し、第1、第2、...、第nカメラ画像を取得する(ステップS1)。

#### 【0020】

次に、第1、第2、...、第nカメラ画像について、エッジ検出しエッジから直線を検出し、所定の範囲の垂直な直線をトローリー線候補 $L_{11}, L_{12}, L_{13}, L_{21}, L_{22}, L_{23} \dots L_{n1}, L_{n2}, L_{n3}$ として検出する(ステップS2)。

トローリー線候補 $L_{L1}, L_{L2}, L_{L3}$ は、図6(a)に示す第1画像で検出されるものであり、トローリー線候補 $L_{n1}, L_{n2}, L_{n3}$ は、図6(b)に示す第n画像で検出されるものである。

尚、エッジ検出としては特に限定するものではなく公知の方法を使用することができる。例えば、特願平6-149246号に示される方法を使用しても良いし、画像を水平微分する方法を使用しても良い。

#### 【0021】

また、直線検出としては特に限定するものではなく公知の方法を使用することができる。例えば、特願平6-149246号に示される特徴抽出方法を使用しても良いし、ハフ変換を使用しても良い。

更に、「所定の範囲」とは、図5に示す構成では、n台のカメラ21, 22, ... 2nを設置した際にトローリー線が図1のように斜めに見える角度と位置範囲のことである。例えば、垂直から $\pm 30^\circ$ で、画像上半分の位置など、実験的に角度と位置範囲を決めることができる。

#### 【0022】

引き続き、n台のITVカメラ21, 22, ... 2nからのカメラ画像について、図5に示すように、パンタグラフ10のすり板部分とパンタグラフの中心 $C_1, C_2 \dots C_n$ を検出する(ステップS3)。

パンタグラフ10はバネで支えられ上下動するため、位置は一定ではない。

この検出方法としては特に限定するものではなく公知の方法を使用することができる。例えば、特願2000-332841号に示されるパターンマッチ方式や特願平6-57924号に示されるモデルベースマッチ方式を採用することができる。

具体的には、予めパンタグラフの濃淡値又は特徴をモデルとして登録し、同時にパンタグラフの中心とすり板の直線位置も登録しておく。そして、このモデルを取得画像へ画像取得毎に対応させ、一致する位置からパンタグラフの中心とすり板部分を検出することにより行う。

#### 【0023】

その後、トローリー線候補 $L_{L1}, L_{L2}, L_{L3}, L_{21}, L_{22}, L_{23} \dots L_{n1}, L_{n2}, L_{n3}$ とパンタグラフ10のすり板との交点 $P_{11}, P_{12}, P_{13}, P_{21}, P_{22}, P_{23} \dots P_{n1}, P_{n2}, P_{n3}$ を求める(ステップS4)。

尚、交点座標はカメラ座標系のピクセル単位であるため、投影変換しパンタグラフ座標系のメートル単位に変換する。

ここで、カメラ座標系とはそれぞれのカメラ焦点を中心とした直交座標系で、パンタグラフ座標系とはパンタグラフ中心を原点とした直交座標系である。

#### 【0024】

更に、トローリー線候補 $L_{L1}, L_{L2}, L_{L3}, L_{21}, L_{22}, L_{23} \dots L_{n1}, L_{n2}, L_{n3}$ から次のようにしてパンタグラフ10と接触するトローリー線を検出する(ステップS5)。

即ち、ステップS4で求めた交点 $L_{L1}, L_{L2}, L_{L3}, L_{21}, L_{22}, L_{23} \dots L_{n1}, L_{n2}, L_{n3}$ を図7に示すように第1、第2、...第n画像別にプロットし、第1各画像の交点 $P_{11}, P_{12}, P_{13}$ 、第2画像の交点 $P_{21}, P_{22}, P_{23}$ と、...、第n画像の交点 $P_{n1}, P_{n2}, P_{n3}$

10

20

30

40

50

との距離を組み合わせの数だけ計算し、この距離のうち実験的に決めた閾値以下である組み合わせを抽出する。

図7は、具体的には、交点 $P_{11}$ と交点 $P_{n1}$ の距離 $d_x$ が閾値以下とした場合を示すものであり、この場合には、交点 $P_{11}$ と交点 $P_{n1}$ に関するトロリー線候補 $L_{L1}$ をパンタグラフ10に接触するトロリー線であると判定することとなる。

その他の交点 $P_{12} \dots P_{n2}$ 、 $P_{13} \dots P_{n3}$ に関する直線はちょう架線・補助ちょう架線と判断されることになる。

#### 【0025】

そして、ステップS5で求めたパンタグラフ10と接触するトロリー線の交点から、パンタグラフ上の偏位、トロリー線の垂直高さなどに変換する(ステップS6)。

尚、変換された垂直高さはカメラ取り付け位置からトロリー線までの相対距離であるため、レールレベルからカメラ取り付け位置までの距離を加えてレールレベルからの垂直距離に変換してもよい。

また、ステップS5において、パンタグラフ10と接触するトロリー線が複数検出された場合には、それぞれについて位置計測を繰り返す。

#### 【0026】

このように説明したように本実施例では、 $n$ 台以上( $n \geq 3$ )のカメラ画像を処理することにより、1台のカメラ画像が太陽光の写り込みによって画像処理できない場合でも、残りのカメラ画像から接触するトロリー線を検出できるので、カメラ多重化により検出の信頼性が向上する特徴がある。

#### 【0027】

〔実施例3〕わたり線の離隔距離計測方式

本実施例の処理手順を図10に示す。接触か非接触の判断は、実施例1の図3のように、左右のカメラ画像で交点が一致するものを接触する架線、一致しないものを接触しない架線と判断する。実施例1のステップS1～S4は同じであるが、それ以降が異なる。

まず、2台のITVカメラ21, 22でパンタグラフ10の付近を撮影し、左右のカメラ画像を取得する(ステップT1)。

#### 【0028】

次に、左右のカメラ画像について、エッジ検出しエッジから直線を検出し、所定の範囲の垂直な直線をトロリー線候補 $L_{L1}$ ,  $L_{L2}$ ,  $L_{R1}$ ,  $L_{R2}$ として検出する(ステップT2)。

トロリー線候補 $L_{L1}$ ,  $L_{L2}$ は、図8(a)及び図9(a)に示す左画像で検出されるものであり、トロリー線候補 $L_{R1}$ ,  $L_{R2}$ ,  $L_{R3}$ は、図8(b)及び図9(b)に示す右画像で検出されるものである。

尚、エッジ検出としては特に限定するものではなく公知の方法を使用することができる。例えば、特願平6-149246号に示される方法を使用しても良いし、画像を水平微分する方法を使用しても良い。

#### 【0029】

また、直線検出としては特に限定するものではなく公知の方法を使用することができる。例えば、特願平6-149246号に示される特徴抽出方法を使用しても良いし、ハフ変換を使用しても良い。

更に、「所定の範囲」とは、図2に示す構成では、2台のカメラ21, 22を設置した際にトロリー線が図1のように斜めに見える角度と位置範囲のことである。例えば、垂直から $\pm 30^\circ$ で、画像上半分の位置など、実験的に角度と位置範囲を決めることができる。

#### 【0030】

引き続き、2台のITVカメラ21, 22からのカメラ画像について、図1に示すように、パンタグラフ10のすり板部分とパンタグラフの中心 $C_L$ ,  $C_R$ を検出する(ステップT3)。

パンタグラフ10はバネで支えられ上下動するため、位置は一定ではない。この検出方法としては特に限定するものではなく公知の方法を使用することができる。例えば、特願2000-332841号に示されるパターンマッチ方式や特願平6-579

10

20

30

40

50

24号に示されるモデルベースマッチ方式を採用することができる。

具体的には、予めパンタグラフの濃淡値又は特徴をモデルとして登録し、同時にパンタグラフの中心とすり板の直線位置も登録しておく。そして、このモデルを取得画像へ画像取得毎に対応させ、一致する位置からパンタグラフの中心とすり板部分を検出することにより行う。

#### 【0031】

その後、トロリー線候補  $L_{L1}$ ,  $L_{L2}$ ,  $L_{R1}$ ,  $L_{R2}$  とパンタグラフ10のすり板との交点  $P_{L1}$ ,  $P_{L2}$ ,  $P_{R1}$ ,  $P_{R2}$  を求める(ステップT4)。

尚、交点座標はカメラ座標系のピクセル単位であるため、投影変換しパンタグラフ座標系のメートル単位に変換する。

ここで、カメラ座標系とはそれぞれのカメラ焦点を中心とした直交座標系で、パンタグラフ座標系とはパンタグラフ中心を原点とした直交座標系である。

引き続き、ステップT4で求めた交点  $P_{L1}$ ,  $P_{L2}$ ,  $P_{R1}$ ,  $P_{R2}$  のうち、左右画像で交点が一致するものに関する直線を接触する架線とし、交点が一致しないものに関する直線を接触しない架線とする(ステップT5)。

#### 【0032】

更に、ステップT5で1画像について2カ所以上接触すると判定された場合には、その離隔距離を計測する(ステップT6)。図11では、2カ所接触と判定されたときに、垂直離隔V及び水平離隔Hを求めている。

本実施例は、図8に示すようにトロリー線とパンタグラフとが接触し、わたり線がパンタグラフに接触しない場合や、トロリー線とわたり線の両方がパンタグラフに接触する場合にも適用されるものである。

更に、本実施例では、2台以上のカメラを使用しパンタグラフと接触するわたり線とトロリー線の離隔距離を計測することができ、走行しながら取得した画像から離隔距離を計測するため、動的な状態の計測ができる利点がある。

また、本実施例では左右のカメラ画像と説明しているが、実施例2の様に、3台以上カメラ画像を使用しても良い。

#### 【0033】

##### 【発明の効果】

以上、実施例に基づいて具体的に説明したように、本発明によれば、以下の利点がある。

(1) レーザ計測方式は計測結果の値が得られるだけだが、画像処理方式は入力画像を録画できるため、異常なトロリー線の位置の録画画像を見ることで、異常値の原因究明が可能である。

(2) 2台のカメラ画像の交点を比較することにより、パンタグラフと接触しない架線を排除し、接触する架線を抽出することができる。

(3) 3台以上のカメラの交点を比較することにより、パンタグラフと接触しない架線を排除し、接触する架線を抽出することができる。

(4) わたり線は動的な状態で検出されることが望まれている。本発明は、走行しながら取得した画像を使用する為、動的な離隔距離が計測できる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る左右画像を示す説明図である。

【図2】本発明の実施例1に係る位置計測装置の構成図である。

【図3】本発明の実施例1に係るパンタグラフ中心に対する交点位置を示す説明図である。

【図4】本発明の実施例1に係るフローチャートである。

【図5】本発明の実施例2に係るカメラ設置位置を示す説明図である。

【図6】本発明の実施例1に係る第1、第n画像を示す説明図である。

【図7】本発明の実施例2に係るパンタグラフ中心に対する交点位置を示す説明図である。

【図8】本発明の実施例3に係る左右画像を示す説明図である。

10

20

30

40

50

【図9】本発明の実施例3に係る左右画像を示す説明図である。

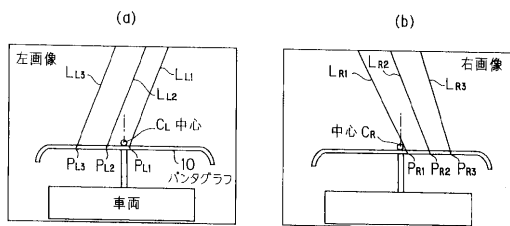
【図10】本発明の実施例3に係るフローチャートである。

【図11】わたり線とトロリー線との離隔を示す説明図である。

【符号の説明】

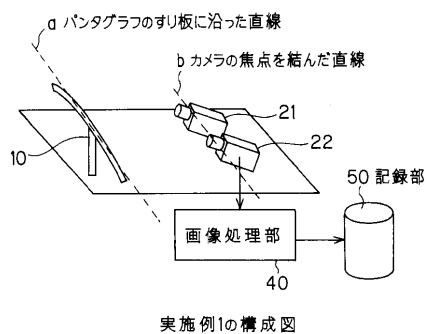
- 10 パンタグラフ
- 21, 22, ... 2n カメラ
- 40 画像処理部
- 50 記録部

【図1】



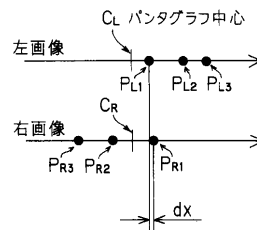
実施例1の左右画像

【図2】



実施例1の構成図

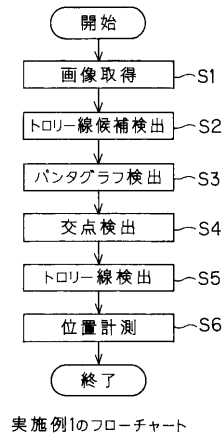
【図3】



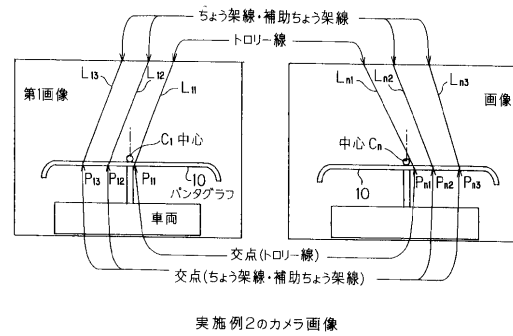
実施例1のカメラ設定位置



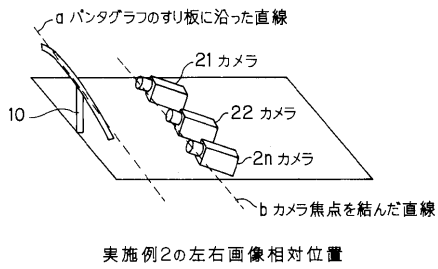
【 図 4 】



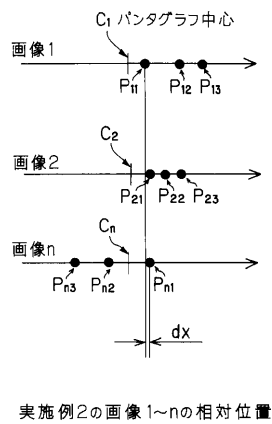
【 図 6 】



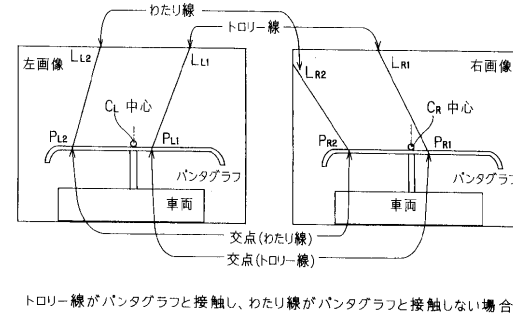
【 図 5 】



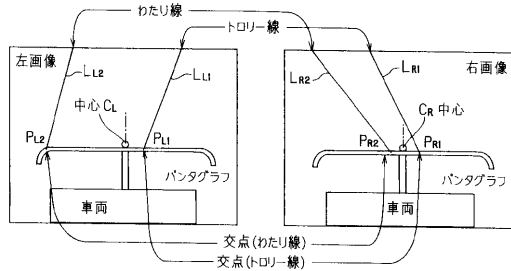
【 図 7 】



【 図 8 】

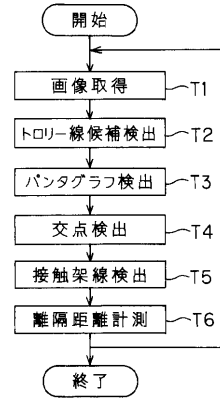


【 図 9 】



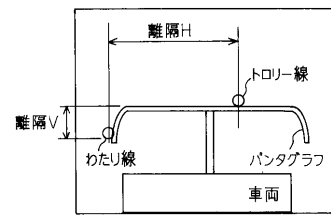
トロリー線とわたり線が両方パンタグラフと接触する場合

【 図 10 】



わたり線計測フローチャート

【 図 11 】



わたり線とトロリー線の離隔

---

フロントページの続き

審査官 安池 一貴

(56)参考文献 特開2002-139305(JP,A)  
特開2000-343986(JP,A)

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