

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4624826号  
(P4624826)

(45) 発行日 平成23年2月2日(2011.2.2)

(24) 登録日 平成22年11月12日(2010.11.12)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>B60M</b>	<b>1/28</b>	<b>(2006.01)</b>	B60M	1/28	R
<b>G06T</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G06T	1/00	300
<b>G06T</b>	<b>7/60</b>	<b>(2006.01)</b>	G06T	7/60	200H
			G06T	7/60	300A

請求項の数 2 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2005-68794 (P2005-68794)	(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17年3月11日(2005.3.11)	(73) 特許権者	591146893 九州旅客鉄道株式会社 福岡県福岡市博多区博多駅前3丁目25番21号
(65) 公開番号	特開2006-248410 (P2006-248410A)	(74) 代理人	100078499 弁理士 光石 俊郎
(43) 公開日	平成18年9月21日(2006.9.21)	(74) 代理人	100074480 弁理士 光石 忠敬
審査請求日	平成20年3月7日(2008.3.7)	(74) 代理人	100102945 弁理士 田中 康幸
		(74) 代理人	100120673 弁理士 松元 洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トロリー線検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

トロリー線が映る面像へトロリー線検出演算子を積和計算してトロリー線のエッジを抽出する画像処理を行うトロリー線検出装置において、前記トロリー線検出演算子の積和計算の前に、前記演算子の左右両端に対応する画像の濃淡値の差が一定値以上か否かを判定し、前記濃淡値の差が一定値以上でない場合はトロリー線であるとして積和計算を行う一方、前記濃淡値の差が一定値以上の場合はトロリー線以外であるとして積和計算しないことにより、トロリー線以外の誤検出を防止することを特徴とするトロリー線検出装置。

【請求項2】

請求項1において、前記トロリー線検出装置は、検出したエッジの座標をハフ(Hough)変換でハフ(Hough)空間へ投票し、投票されたハフ(Hough)空間の頂点を検出することでトロリー線を検出するに際し、ハフ(Hough)変換の頂点を所定の閾値で判定し、入力画像から1又は2以上の頂点を検出することを特徴とするトロリー線検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、トロリー線検出装置に関する。例えば、パンタグラフが映るように電車に設置されたカメラの映像を画像処理してトロリー線を検出するトロリー線検出装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

画像処理によりトロリー線を検出する現在の技術としては、映像中に直線で見えるトロリー線をエッジの検出する方法がある（特許文献1参照）。画像処理に使用されるハフ（Hough）変換については、非特許文献1に記載されている。

【特許文献1】特開平8-14820号（特願平6-149246号「画像処理装置のエッジ検出回路」）

【非特許文献1】「O plus E」1995/12 pp94-106

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

10

## 【0003】

トロリー線が映る画像に対して、図2のトロリー線検出演算子（特願2003-325411（以下、先願明細書という）に記載される）を単に積和演算すると、図3に示すように、狭い幅の個所1（灰色）をトロリー線のエッジとして正しく検出する一方、背景（白色）との濃淡差の大きな個所2（黒色）もトロリー線のエッジとして誤検出する問題がある。

また、薄暮の場合も、照明の強弱によって、図2に示す単純なトロリー線検出演算子を積和するだけでは、トロリー線を検出できなくなる問題がある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0004】

20

上記課題を解決する本発明の請求項1に係るトロリー線検出装置は、トロリー線が映る画像へトロリー線検出演算子を積和計算してトロリー線のエッジを抽出する画像処理を行うトロリー線検出装置において、前記トロリー線検出演算子の積和計算の前に、前記演算子の左右両端に対応する画像の濃淡値の差が一定値以上か否かを判定し、前記濃淡値の差が一定値以上でない場合はトロリー線であるとして積和計算を行う一方、前記濃淡値の差が一定値以上の場合はトロリー線以外であるとして積和計算しないことにより、トロリー線以外の誤検出を防止することを特徴とする。

## 【0005】

上記課題を解決する本発明の請求項2に係るトロリー線検出装置は、請求項1において、前記トロリー線検出装置は、検出したエッジの座標をハフ（Hough）変換でハフ（Hough）空間へ投票し、投票されたハフ（Hough）空間の頂点を検出することでトロリー線を検出するに際し、ハフ（Hough）変換の頂点を所定の閾値で判定し、入力画像から1又は2以上の頂点を検出することを特徴とする。

30

## 【0006】

上記課題を解決する本発明の請求項3に係るトロリー線検出装置は、請求項1又は2において、昼用演算子と夜用演算子を併用し、有効な結果が得られた方を、トロリー線の検出結果にすることを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0007】

請求項1に係る発明においては、トロリー線検出演算子の左右両端に対応する画像の濃淡値の差が一定値以上か否かを積和の前に判定し、一定値以下の場合はトロリー線であるとして積和計算を行うが、一定値以上の場合はトロリー線以外であるとして積和計算しないので、トロリー線の誤検出を防ぐ利点がある。

40

## 【0008】

また、請求項2に係る発明においては、ハフ（Hough）変換の頂点を所定の閾値で判定し、入力画像から1又は2以上の頂点を確実に検出することができ、特に、閾値を適切に設定することにより、誤った頂点を排除できる利点がある。

## 【0009】

また、請求項3に係る発明においては、昼・夜どちらとも判断し難い薄暮の場合や、昼間にトンネル坑口を走り抜けて一瞬で画像輝度が切り替わる場合等、証明の強弱によって

50

、灰色の背景中にトロリー線が白又は黒の直線で見える場合でも、入力画像ごと昼用演算子が夜用演算子のどちらを使用するのか判定するため、正しくトロリー線を検出できる利点がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下に実施例1～3として示す実施の形態が本発明を実施するための最良の形態である。

【実施例1】

【0011】

(トロリー線の濃淡値を検査)

本実施例は、図1に示すように、トロリー線20とパンタグラフ30が映る画像をカメラ10より取得してトロリー線検出装置40へ出力し、この画像へ図2のトロリー線検出演算子(以降は演算子と呼ぶ)を積和してトロリー線のエッジを検出する際に、演算子の左右両端の画像の濃淡値を式(1)により検査し、トロリー線の誤検出を防止するものである。

【0012】

即ち、取得された図3に示す画像へ単純に図2の演算子を積和すると、図8に示すような積和画像が得られる。

ここで、入力画像において、現在積和している領域と、その積和領域の中心画素を図6に示し、その積和領域の拡大図を図7に示す。

図7に示すように、 $g(h, j)$ 、 $g(i, j)$ 、 $g(k, j)$ は、それぞれ演算子の中心、左右両端の座標 $(h, j)$ 、 $(i, j)$ 、 $(k, j)$ における濃淡値であり、 $k = i + (\quad / 2) + 1$ 、 $h = i - (\quad / 2) - 1$ である。

【0013】

図8に示す積和画像において、トロリー線以外のエッジを横切る箇所E1と、トロリー線のエッジを横切る箇所E2では図9、図10で示すように濃淡値プロフィールが異なる。

図10に示すように、トロリー線である箇所E2の場合、積和演算の中心座標 $(i, j)$ の濃淡値 $g(i, j)$ に比較して、その左右の座標 $h, k$ の濃淡値 $g(h, j)$ 、 $g(k, j)$ が双方とも大きいのに対し、図9に示すように、トロリー線でない箇所E1の場合、演算子の積和領域の中心座標 $(i, j)$ の濃淡値 $g(i, j)$ に比較して、その左右の座標 $h, k$ の濃淡値 $g(h, j)$ 、 $g(k, j)$ の一方のみが大きい。図9、図10において、縦軸は濃淡値、横軸は画像の横方向の位置である。

【0014】

従って、下式(1)を評価することにより、E1をトロリー線以外のエッジであると判定し、E2のみがトロリー線のエッジであると判別することが出来る。

$L R > 0$  かつ  $t L > R$  かつ  $L < t R$  ... 式(1)

但し、

$L = g(h, j) - g(i, j)$ 、

$R = g(k, j) - g(i, j)$ 、

$t > 1$

【0015】

ここで、式(1)の $L R > 0$ は、LとRの符号が同じか判定するものであり、 $t L > R$ かつ  $L < t R$ は、図9、図10に示すように、LとRの差が一定以上あるか判定する意味がある。

図9の濃淡分布はトロリー線以外のものに関するもので、LとRに差があるのに対し、図10の濃淡分布はトロリー線に関するもので、LとRの値が近接している。

またtは1を超える係数で、 $t = 2$ とした場合、RがLの2倍以下の値で、かつRがLの半分以上の値なら、LとRが近似していると判定される。

【0016】

本実施例の具体的な手順について、図4のフローチャートを参照して説明する。

10

20

30

40

50

まず、図1に示すカメラ10を使用してトロリー線20とパンタグラフ30が映る画像を取得し(ステップS1)、画像の左上の画素より走査して(ステップS2)、1画素ごと図2の演算子を積和してトロリー線のエッジを検出する(ステップS4)。

【0017】

ただし、図7に示すように、演算子の左右両端 $(h, j)$ 、 $(k, j)$ に対応する画像の濃淡値 $g(h, j)$ 、 $g(k, j)$ が、式(1)を満たすかどうか積和の前に判定し(ステップS3)、満たす場合は積和計算を行い(ステップS4)、満たさない場合は積和計算しない。この処理を画像左上の画素から走査して画像右下の画素まで行う(ステップS5)。

次に、先願明細書に記載される通り、トロリー線のエッジをハフ(Hough)変換によりハフ(Hough)空間に投票し(ステップS6)、投票されたハフ(Hough)空間の頂点を検出することでトロリー線を検出する。以上を画像入力ごと繰り返す(ステップS7)。

【0018】

このように説明したように、本実施例によれば、以下の効果を奏する。

即ち、先願明細書に記載された演算子を入力画像に対して単純に積和すると、図3に示すトロリー線以外の個所2をトロリー線として誤って検出するおそれがある。

しかし、本実施例のように、演算子の左右両端 $(h, j)$ 、 $(k, j)$ に対応する画像の濃淡値 $g(h, j)$ 、 $g(k, j)$ が、式(1)を満たすかどうか、即ち、その差が一定値以上か否かを積和の前に判定し、一定値以下の場合はトロリー線であるとして積和計算を行うが、一定値以上の場合はトロリー線以外であるとして積和計算しないので、トロリー線の誤検出を防ぐ利点がある。

【実施例2】

【0019】

(トロリー線の頂点の検査)

本実施例は、図5のフローチャートに示すように、ハフ(Hough)変換の頂点(=トロリー線)を所定の閾値で判定し、入力画像から1又は2以上の頂点を確実に検出するものである。

【0020】

即ち、先願明細書に記載されるように、ハフ(Hough)変換で頂点1個を検出することは容易であるが、ハフ(Hough)変換で求めた頂点を棒グラフにした一例を図11と図12に示すように、制約条件なしで第1候補だけを選ぶのか、または第3候補まで選ぶのか判断するのは困難であり、複数の頂点を誤り無く検出することは難しい。

しかし、トロリー線が画像中に複数映るときは、画像中の複数のトロリー線の長さがほぼ同じである制約条件がある。

【0021】

これにより、画像中にトロリー線が2本ある場合、図11のように第1候補と第2候補の頂点はほぼ同じ値になる。

また、トロリー線が1本ある場合、図12のように第2候補以降はノイズ並の小さい頂点になる。

このように制約条件の無いハフ(Hough)変換では、いくつまでの候補を選び出すかを決めるのは困難であるのに対し、本実施例では、頂点に所定の制約条件を設定し、複数候補を確実に選ぶことができる。

また、図1に示すカメラ10で取得した画像には、トロリー線が通常2本映ることを利用すれば、図11に示すように第1候補、第2候補の頂点を閾値で確実に判定し、誤った頂点を排除できる利点がある。

【0022】

本実施例の具体的な手順を図5のフローチャートで説明する。

まず、実施例1と同様に、図1に示すカメラ10を使用してトロリー線20とパンタグラフ30が映る画像を取得し(ステップS1)、画像の左上の画素より走査して(ステッ

10

20

30

40

50

プS 2)、1画素ごと図2の演算子を積和してトロリー線のエッジを検出する(ステップS 4)。

ただし、図2の演算子の左右両端 $(h, j)$ 、 $(k, j)$ に対応する画像の濃淡値 $g(h, j)$ 、 $g(k, j)$ が、式(1)を満たすかどうか積和の前に判定し(ステップS 3)、満たす場合は積和計算を行い(ステップS 4)、満たさない場合は積和計算しない。この処理を画像左上の画素から走査して画像右下の画素まで行う(ステップS 5)。

#### 【0023】

次に、先願明細書に記載される通り、トロリー線のエッジをハフ(Hough)変換によりハフ(Hough)空間に投票し(ステップS 6)、投票されたハフ(Hough)空間の頂点を検出することでトロリー線を検出する。

このとき検出した頂点を $p(n)$ とすると( $n$ は検出した頂点番号、 $n=1$ は頂点の第1候補、 $k$ は実験的に決定)、 $p(1) > k \times p(n)$ を満たす場合 $p(n)$ を排除し、 $1 \sim n-1$ の頂点をトロリー線とする(ステップS 8)。以上を画像入力ごと繰り返す(ステップS 7)。

#### 【0024】

このように説明したように本実施例は、ハフ(Hough)変換の頂点(=トロリー線)を、所定の閾値で判定し、入力画像から1又は2以上の頂点を確実に検出することができる。本実施例では、閾値を適切に設定することにより、誤った頂点を排除できる利点がある。

#### 【実施例3】

#### 【0025】

(昼間処理と夜間処理の並列化)

本実施例は、図13のフローチャートに示すように、昼用演算子と夜用演算子を並用し、有効な結果が得られた方を、トロリー線の検出結果にするものである。

従来の技術では、昼・夜どちらとも判断し難い薄暮の場合や、昼間にトンネル坑口を走り抜けて一瞬で画像輝度が切り替わる場合に、トロリー線を正確に検出できない問題がある。

#### 【0026】

例えば、薄暮で強い照明をトロリー線に向けた場合、背景が灰色の空にトロリー線が白い直線に見える為、夜用演算子ではトロリー線が検出できるが昼用演算子では検出できない。

逆に薄暮で弱い照明をトロリー線に向けた場合、背景が灰色の空にトロリー線が黒い直線に見える為、昼用演算子ではトロリー線を検出できるが夜用演算子では検出できない。

#### 【0027】

本実施例は、昼用演算子と使用演算子を並用し、入力画像ごと昼用演算子か夜用演算子のどちらを使用するのか判定するため、昼夜の照度や照明の照度に影響されず、正しくトロリー線を検出できる利点がある。

#### 【0028】

本実施例の具体例を図13のフローチャートで説明する。

まず、実施例1と同様に、入力画像に昼用演算子と夜用演算子をそれぞれ積和し、トロリー線の昼用エッジと夜用エッジをそれぞれ検出する(ステップS 1~ステップS 5)。但し、夜用演算子を使用する場合は、 $L - L$ 、 $R - R$ として、式(1)の判定を行う。このエッジを求める手段として実施例2の手段を使用しても良い。

#### 【0029】

次に、先願明細書に記載される通り、トロリー線の昼用エッジと夜用エッジをハフ(Hough)変換によりハフ(Hough)空間にそれぞれ投票し、このハフ(Hough)空間の頂点を検出する(ステップS 6)。

最後に、昼用演算子の頂点と夜用演算子の頂点とを比較し大きい方をトロリー線の検出結果とする(ステップS 9)。以上を画像入力毎に繰り返す(ステップS 7)。

#### 【0030】

このように説明したように、本実施例は、昼用演算子と夜用演算子を並用し、有効な結果が得られた方を、トロリー線の検出結果にするものである。

従って、昼・夜どちらとも判断し難い薄暮の場合や、昼間にトンネル坑口を走り抜けて一瞬で画像輝度が切り替わる場合、証明の強弱によって、灰色の背景中にトロリー線が白又は黒の直線で見える場合でも、入力画像ごと昼用演算子が夜用演算子のどちらを使用するのか判定するため、正しくトロリー線を検出できる利点がある。

【産業上の利用可能性】

【0031】

本発明は、パンタグラフが映るように電車に設置されたカメラの映像を画像処理してトロリー線を検出するトロリー線検出装置として利用でき、検出したトロリー線は、規定の位置に設置されてるか定量的に管理される。

10

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明のトロリー線検出器の装置全体図である。

【図2】トロリー線検出演算子を示す説明図である。

【図3】トロリー線の映る画像を示す説明図である。

【図4】演算子両端の濃淡値を検査する手順を示すフローチャートである。

【図5】トロリー線の頂点を検査する手順を示すフローチャートである。

【図6】入力画像において現在積和している領域とその積和領域の中心画素を示す説明図である。

20

【図7】図6における積和領域の中心画素の拡大図である。

【図8】演算子の積和画像を示す説明図である。

【図9】トロリー線以外の濃淡値プロフィールを示すグラフである。

【図10】トロリー線の濃淡値プロフィールを示すグラフである。

【図11】トロリー線が2本映った頂点を示す棒グラフである。

【図12】トロリー線が1本映った頂点を示す棒グラフである。

【図13】昼用演算子と夜用演算子を並用する手順を示すフローチャートである。

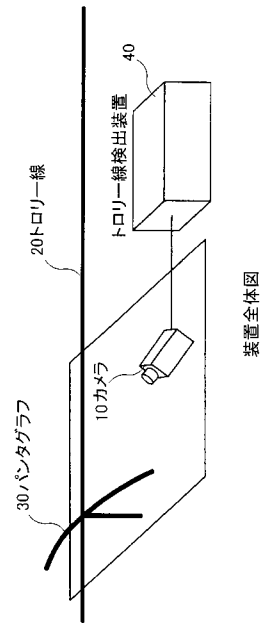
【符号の説明】

【0033】

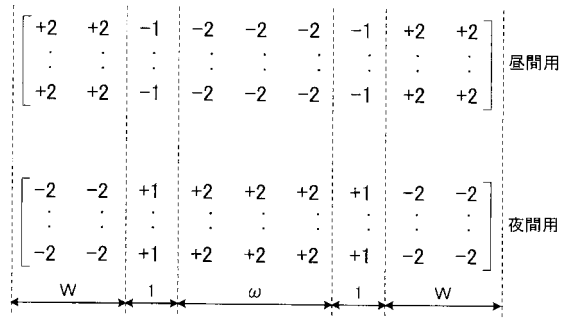
- 10 カメラ
- 20 トロリー線
- 30 パンタグラフ
- 40 画像処理装置

30

【図1】

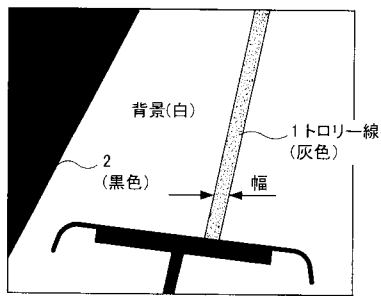


【図2】



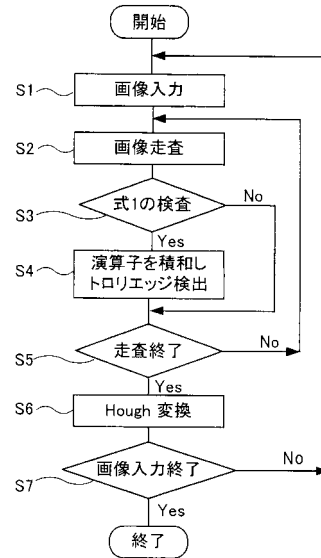
実施例1 トロリー線検出演算子  $W = (\omega + 1) / 2$

【図3】



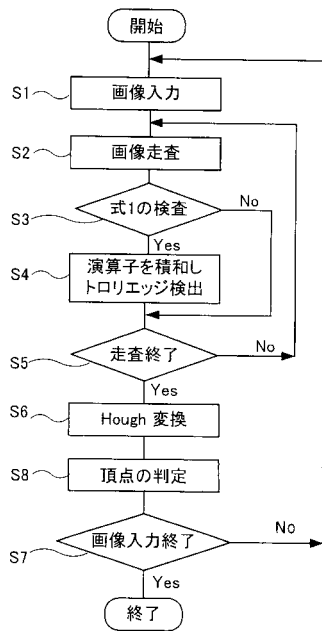
実施例1 トロリー線の画像

【図4】



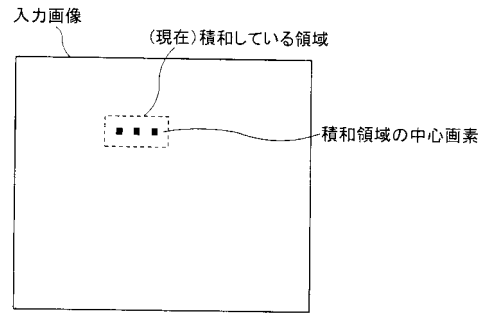
実施例1 演算子両端の濃淡値を検査

【図5】

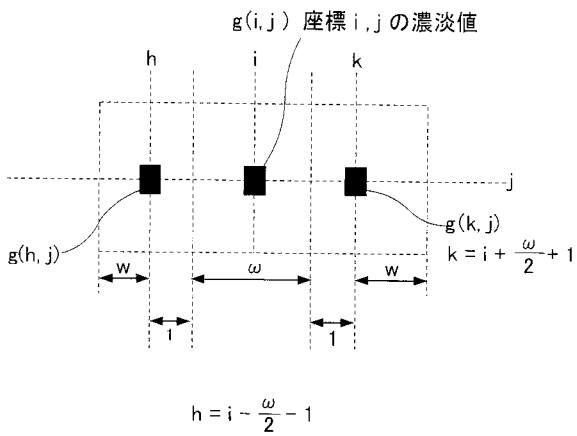


実施例2 トロリー線の頂点の検査

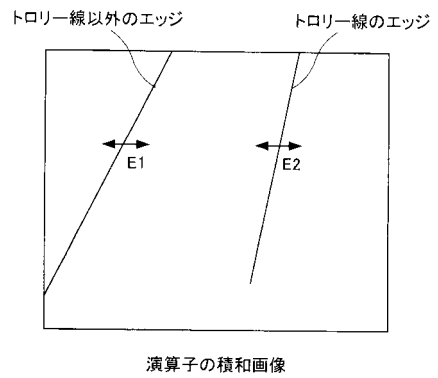
【図6】



【図7】

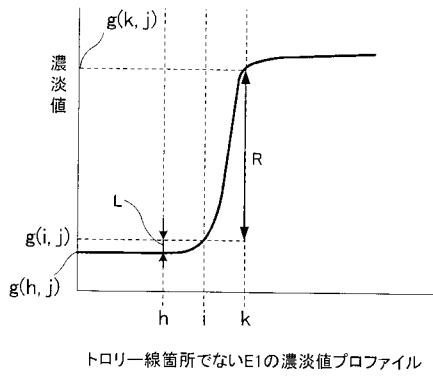


【図8】

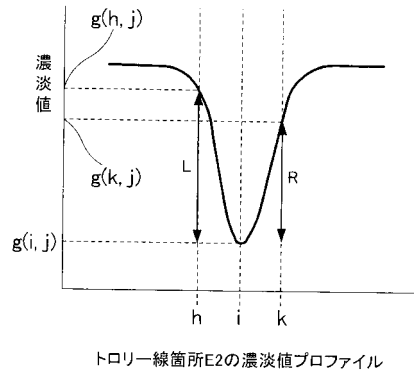




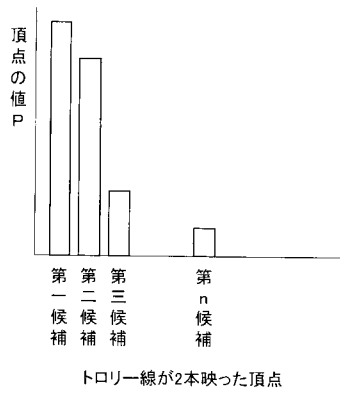
【図9】



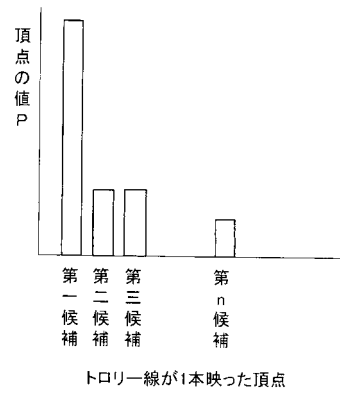
【図10】



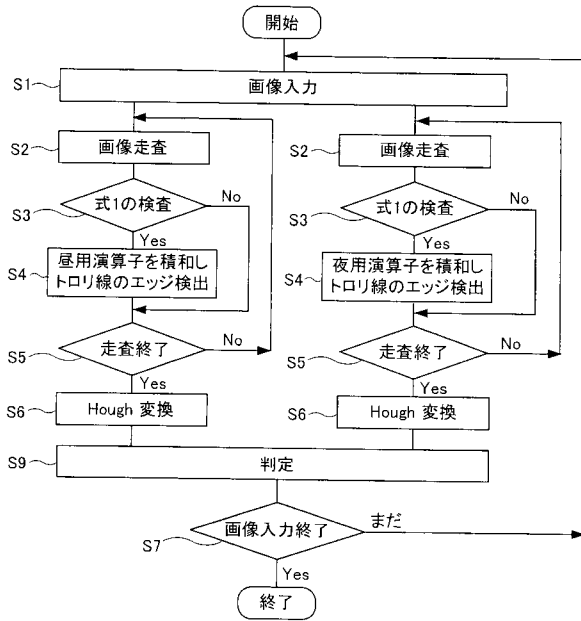
【図11】



【図12】



【図13】



実施例3 昼間処理と夜間処理の並列化

---

フロントページの続き

- (72)発明者 木下 信夫  
福岡県福岡市博多区博多駅中央街1番1号 九州旅客鉄道株式会社内
- (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 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

審査官 東 勝之

- (56)参考文献 特開2005-091181(JP,A)  
特開2002-139305(JP,A)  
特開2003-341389(JP,A)  
特開2001-250122(JP,A)  
特開平07-160892(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60M	1/28
G06T	1/00
G06T	7/60