

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-141167

(P2007-141167A)

(43) 公開日 平成19年6月7日(2007.6.7)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G08G</b> 1/16 (2006.01)	G08G 1/16 C	5B057
<b>G06T</b> 7/60 (2006.01)	G06T 7/60 200J	5H180
<b>G06T</b> 1/00 (2006.01)	G06T 1/00 330A	5L096
<b>B60R</b> 21/00 (2006.01)	B60R 21/00 624F	
<b>B60R</b> 1/00 (2006.01)	B60R 21/00 624C	
審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2005-337502 (P2005-337502)  
 (22) 出願日 平成17年11月22日 (2005.11.22)

(71) 出願人 000237592  
 富士通テン株式会社  
 兵庫県神戸市兵庫区御所通 1丁目2番28号  
 (74) 代理人 100094514  
 弁理士 林 恒徳  
 (74) 代理人 100094525  
 弁理士 土井 健二  
 (72) 発明者 丸野 浩明  
 兵庫県神戸市兵庫区御所通 1丁目2番28号 富士通テン株式会社内  
 Fターム(参考) 5B057 AA16 BA02 CA08 CA12 CA16  
 DA06 DC13  
 5H180 AA01 CC04 LL01 LL04 LL09  
 5L096 BA04 CA02 FA15 FA24

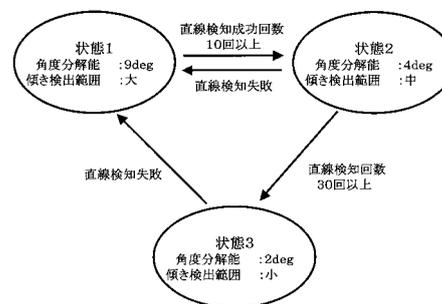
(54) 【発明の名称】 車線検出装置、車線検出方法、及び車線検出プログラム

(57) 【要約】

【課題】処理量を抑えるとともに演算精度を高精度に維持した車線検出装置、車線検出方法、及び車線検出プログラムを提供すること。

【解決手段】カメラ10で撮影した画像中から白線エッジの候補点を抽出する。抽出した候補点からハフ変換により白線エッジの近似直線を得る。この際に、状態1では、角度分解能を例えば9°、傾き検出範囲を大きく(例えば0°~179°)して近似直線を得る。状態1で近似直線を連続して例えば10回検出すると、状態2に移行する。状態2では角度分解能を例えば4°、傾き検出範囲を状態1で得た近似直線の傾きを中心にして中(例えば80°)にして近似直線を検出する。状態2で近似直線を連続して30回検出すると状態3に移行する。状態3では、角度分解能を例えば2°、傾き検出範囲を状態2で得た近似直線の傾きを中心にして小(例えば40°)にして近似直線を検出する。

【選択図】 図5



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

抽出された画像中の候補点からハフ変換により車線を検出する車線検出装置において、前記候補点を通る直線であって前記各直線の隣り合う角度の角度分解能を状態遷移しながら上げるとともに、前記候補点を中心にした前記直線の傾きの範囲である傾き検出範囲を状態遷移しながら小さくして近似直線を得、当該近似直線により前記車線を検出する検出手段、

を備えることを特徴とする車線検出装置。

**【請求項 2】**

前記検出手段は前記近似直線の傾きと切片とが所定範囲内にあるときに、現状態よりも前記角度分解能を上げ、前記傾き検出範囲の小さい次の状態に移行して前記近似直線を得ることを特徴とする請求項 1 記載の車線検出装置。

10

**【請求項 3】**

前記検出手段は前状態で得た前記近似直線の結果を基準にして現状態の前記傾き検出範囲を限定することで前記傾き検出範囲を小さくすることを特徴とする請求項 1 記載の車線検出装置。

**【請求項 4】**

前記検出手段は前記画像の下部で抽出された候補点に上部で抽出された候補点よりも大きい重み付けを行い、前記近似直線を得ることを特徴とする請求項 1 記載の車線検出装置。

20

**【請求項 5】**

前記検出手段は前記画像の下部での候補点が上部の候補点よりも多く抽出して前記近似直線を得ることを特徴とする請求項 1 記載の車線検出装置。

**【請求項 6】**

前記検出手段は前記画像を左右に分割し分割された左右の画像のうち抽出点の多い側で得た近似直線を基準にして他方の側の近似直線を得るようにすることを特徴とする請求項 1 記載の車線検出装置。

**【請求項 7】**

前記検出手段は前状態で得た前記近似直線の近傍を前記候補点として抽出することを特徴とする請求項 1 記載の車線検出装置。

30

**【請求項 8】**

前記検出手段は前記近似直線を連続して所定回数検知したときに、現状態よりも前記角度分解能を上げ、前記傾き検出範囲を小さくした次の状態に移行して前記近似直線を得ることを特徴とする請求項 1 記載の車線検出装置。

**【請求項 9】**

前記検出手段は現状態において前記近似直線を検出できなかったとき、前記状態のうち最も前記角度分解能が低く前記傾き検出範囲の大きい状態に移行することを特徴とする請求項 1 又は 8 記載の車線検出装置。

**【請求項 10】**

前記検出手段は前状態で得た前記近似直線の前記傾きを中心にして所定範囲内を前記傾き検出範囲とすることで前記傾き検出範囲を小さくすることを特徴とする請求項 3 記載の車線検出装置。

40

**【請求項 11】**

前記検出手段は前記画像の下部で走査するライン数を上部よりも多くとることで前記画像の下部で抽出する候補点を上部よりも多く抽出することを特徴とする請求項 1 記載の車線検出装置。

**【請求項 12】**

抽出された画像中の候補点からハフ変換により車線を検出する車線検出装置における車線検出方法において、

前記候補点を通る直線であって前記各直線の隣り合う角度の角度分解能を状態遷移しな

50

がら上げるとともに、前記候補点を中心にした前記直線の傾きの範囲である傾き検出範囲を状態遷移しながら小さくして近似直線を得、当該近似直線により前記車線を検出することを特徴とする車線検出方法。

【請求項13】

抽出された画像中の候補点からハフ変換により車線を検出する車線検出プログラムにおいて、

前記候補点を通る直線であって前記各直線の隣り合う角度の角度分解能を状態遷移しながら上げるとともに、前記候補点を中心にした前記直線の傾きの範囲である傾き検出範囲を状態遷移しながら小さくして近似直線を得、当該近似直線により前記車線を検出する処理、

10

をコンピュータに実行させることを特徴とする車線検出プログラム。

【請求項14】

抽出された画像中の候補点からハフ変換により画像中の直線を検出する直線検出装置における直線検出方法において、

前記候補点を通る直線であって前記各直線の隣り合う角度の角度分解能を状態遷移しながら上げるとともに、前記候補点を中心にした前記直線の傾きの範囲である傾き検出範囲を状態遷移しながら小さくして近似直線を得、当該近似直線により前記画像中の直線を検出することを特徴とする直線検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、撮影した車両前方あるいは後方等の画像に対して車線を検出する車線検出装置、車線検出方法、車線検出プログラム、及び直線検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、画像中の直線を検出するアルゴリズムとして、ハフ(Hough)変換と呼ばれるものがある。ハフ変換により、画像中の点の集合を線分として抽出することができる。

【0003】

このようなハフ変換を用いた従来技術として、計測手段により計測した物体位置データをハフ変換して前方道路の曲率を推定し、推定した道路曲率により前方車両が自車両と同一車線に存在するか否かを判定する車両前方監視装置がある(例えば、以下の特許文献1)。

30

【特許文献1】特開2001-167396号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、ハフ変換の処理過程では、抽出されたある点に対して全角度において直線を求めようとするとは非常に多くの処理量が必要となる。

【0005】

一方で、全角度ではなく、ある角度間隔で直線を求めようとするとは処理量はその分少なくなるものの、演算の精度が低くなり直線の精度の低下を招く。

40

【0006】

ハフ変換を用いて車線を検出する車線検出装置においても同様の問題がある。特にこのような装置では、ハフ変換による処理以外にも種々の処理が行われるため、ハフ変換による処理のみに時間をかけることは難しい。

【0007】

そこで、本発明は上記問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、処理量を抑えるとともに演算精度を高精度に維持した車線検出装置やその方法及び車線検出プログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

50

## 【0008】

上記目的を達成するために本発明は、抽出された画像中の候補点からハフ変換により車線を検出する車線検出装置において、前記候補点を通る直線であって前記各直線の隣り合う角度の角度分解能を状態遷移しながら上げるとともに、前記候補点を中心にした前記直線の傾きの範囲である傾き検出範囲を状態遷移しながら小さくして近似直線を得、当該近似直線により前記車線を検出する検出手段を備えることを特徴とする。

## 【0009】

また、本発明は前記車線検出装置において、前記検出手段は前記近似直線の傾きと切片とが所定範囲内にあるときに、現状態よりも前記角度分解能を上げ、前記傾き検出範囲の小さい次の状態に移行して前記近似直線を得ることを特徴とする。

10

## 【0010】

更に、本発明は前記車線検出装置において、前記検出手段は前状態で得た前記近似直線の結果を基準にして現状態の前記傾き検出範囲を限定することで前記傾き検出範囲を小さくすることを特徴とする。

## 【0011】

更に、本発明は前記車線検出装置において、前記検出手段は前記画像の下部で抽出された候補点に上部で抽出された候補点よりも大きい重み付けを行い、前記近似直線を得ることを特徴とする。

## 【0012】

更に、本発明は前記車線検出装置において、前記検出手段は前記画像の下部での候補点が上部の候補点よりも多く抽出して前記近似直線を得ることを特徴とする。

20

## 【0013】

更に、本発明は前記車線検出装置において、前記検出手段は前記画像を左右に分割し分割された左右の画像のうち抽出点の多い側で得た近似直線を基準にして他方の側の近似直線を得るようにすることを特徴とする。

## 【0014】

更に、本発明は前記車線検出装置において、前記検出手段は前状態で得た前記近似直線の近傍を前記候補点として抽出することを特徴とする。

## 【0015】

更に、本発明は前記車線検出装置において、前記検出手段は前記近似直線を連続して所定回数検知したときに、現状態よりも前記角度分解能を上げ、前記傾き検出範囲を小さくした次の状態に移行して前記近似直線を得ることを特徴とする。

30

## 【0016】

更に、本発明は前記車線検出装置において、前記検出手段は現状態において前記近似直線を検出できなかったとき、前記状態のうち最も前記角度分解能が低く前記傾き検出範囲の大きい状態に移行することを特徴とする。

## 【0017】

更に、本発明は前記車線検出装置において、前記検出手段は前状態で得た前記近似直線の前記傾きを中心にして所定範囲内を前記傾き検出範囲とすることで前記傾き検出範囲を小さくすることを特徴とする。

40

## 【0018】

更に、本発明は前記車線検出装置において、前記検出手段は前記画像の下部で走査するライン数を上部よりも多くとることで前記画像の下部で抽出する候補点を上部よりも多く抽出することを特徴とする。

## 【0019】

また、本発明は上記目的を達成するために、抽出された画像中の候補点からハフ変換により車線を検出する車線検出装置における車線検出方法において、前記候補点を通る直線であって前記各直線の隣り合う角度の角度分解能を状態遷移しながら上げるとともに、前記候補点を中心にした前記直線の傾きの範囲である傾き検出範囲を状態遷移しながら小さくして近似直線を得、当該近似直線により前記車線を検出することを特徴とする。

50

## 【0020】

更に、本発明は上記目的を達成するために、抽出された画像中の候補点からハフ変換により車線を検出する車線検出プログラムにおいて、前記候補点を通る直線であって前記各直線の隣り合う角度の角度分解能を状態遷移しながら上げるとともに、前記候補点を中心にした前記直線の傾きの範囲である傾き検出範囲を状態遷移しながら小さくして近似直線を得、当該近似直線により前記車線を検出する処理をコンピュータに実行させることを特徴とする。

## 【0021】

更に、本発明は上記目的を達成するために、抽出された画像中の候補点からハフ変換により画像中の直線を検出する直線検出装置における直線検出方法において、前記候補点を通る直線であって前記各直線の隣り合う角度の角度分解能を状態遷移しながら上げるとともに、前記候補点を中心にした前記直線の傾きの範囲である傾き検出範囲を状態遷移しながら小さくして近似直線を得、当該近似直線により前記画像中の直線を検出することを特徴とする。

10

## 【発明の効果】

## 【0022】

本発明によれば、処理量を抑えるとともに演算精度を高精度に維持した車線検出装置を提供することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0023】

本発明を実施するための最良の形態について、以下図面を参照しながら説明する。図1は本発明にかかる車線検出装置1の構成例を示す図である。

20

## 【0024】

車線検出装置1は、カメラ10と、マイコン20、及び車体制御部30から構成される。

## 【0025】

カメラ10は車両前方の画像を撮影するためのものである。撮影した画像はマイコン20に出力される。

## 【0026】

例えば、図2(A)に示すように、カメラ10は車両2の前方であって車両内部のインターミラー付近に取り付けられている。このような位置で車両2前方を撮影すると、図2(B)に示すように、車両2前方の2つの車線(白線)3、4を含む画像を得る。

30

## 【0027】

マイコン20は、カメラ10からの画像が入力され、当該画像に対して白線3、4のエッジ部分の候補点を抽出してハフ変換を施し、白線3、4の近似直線を検出する。マイコン20は、近似直線を検出後、その位置と方向に関するデータを出力する。尚、マイコン20は他にも前方の車両を検出したり、障害物を検出したり等、種々の処理を行う。また、このマイコン20が車線の検出を行う検出手段となる。

## 【0028】

車体制御部30は、マイコン20からの白線3、4に関する近似直線の位置と方向に関するデータが入力されて、例えば、車両2の速度を制御する。車体制御部30は、車両2の種々の装置に接続される。マイコン20から車線の位置等のデータ以外、種々のデータが入力されて、それに応じて種々の装置を制御する。

40

## 【0029】

次にハフ変換について説明する。例えば、マイコン20はカメラ10からの画像に対して白線3、4のエッジとしてある候補点を抽出したとする。図3(A)に示すように、縦軸をy、横軸をxとし、その抽出点を(x1、y1)とする。このとき、この抽出点(x1、y1)を通る直線は、傾きをa、切片をbとして、

## 【0030】

## 【数 1】

$$y = ax + b$$

## 【0031】

で、表される。

## 【0032】

今、傾きと切片の代わりに、図3(A)で示すように、原点から抽出点( $x_1$ 、 $y_1$ )を通る直線におろした垂線の長さを、垂線がx軸となす角を とすると、直線の式は、

## 【0033】

## 【数 2】

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$$

10

## 【0034】

で、表される。即ち、ある点( $x_1$ 、 $y_1$ )が与えられたとき、この点を通る全直線の集合は、横軸、縦軸の座標上における曲線(図3(B))で表される。言い換えると、この曲線上のある点が図3(A)で示す直線に対応する。

## 【0035】

そして、図4(A)に示すように、複数の抽出点を得られたとき、各抽出点に対応する曲線を描くと図4(B)のように複数の曲線を得る。この曲線が最も多く交わる点が、各抽出点を通る近似直線(図4(A)の点線で示す直線)となる。この近似直線により白線

20

## 【0036】

次に、ハフ変換による処理に際し、少ない処理量で演算の精度を高精度に維持するための手法について述べる。図5は、かかる手法を概念的に示した図である。

## 【0037】

まず、状態1において、画像からある抽出点を抽出すると、角度分解能 $9^\circ$ 、傾き検出範囲を大(本実施例では、 $0^\circ \sim 179^\circ$ の範囲)として当該抽出点を通る全直線を演算する。

## 【0038】

ここで、角度分解能とは、抽出点を通る直線であって隣り合う各直線の角度間隔のこと

30

## 【0039】

また、傾き検出範囲とは、抽出点を通る直線の傾きの範囲のことである。従って、傾き検出範囲が $0^\circ \sim 179^\circ$ とは、抽出点を通る直線を、抽出点を中心にして $0^\circ$ から $179^\circ$ の範囲に亘り求めることになる。

## 【0040】

状態1において、複数の抽出点から前述した図4(B)に示すような最多投票の組み合わせを求めて全ての抽出点を通るような近似直線を求める。本実施例ではこの近似直線が白線エッジとなる。このとき、連続して近似直線を検知した回数を求め、例えば10回以上連続して検知したとき、状態2に移行する。

40

## 【0041】

状態2では、再び抽出点から近似直線を求めることになるが、角度分解能は $4^\circ$ 、傾き検出範囲を中(例えば、状態1で得た近似直線の傾き $\theta_1$ に対して $\theta_1 - 40^\circ \sim \theta_1 + 40^\circ$ の、 $80^\circ$ の範囲)として求める。状態1にて求めた近似直線を検出した後は、白線3、4の傾きは急激には変化しないため、前回の検知で得た結果を用いて計算を行う。この状態2は、状態1と比較して傾き検出範囲を限定し、角度分解能を上げている。分解能を上げて計算の処理量が増えるのを防止している。そして、状態2において近似直線を連続して、例えば30回以上検知したとき、状態3に移行する。

## 【0042】

50

状態3では、角度分解能 $2^\circ$ 、傾き検出範囲を小（例えば、状態2で得た近似直線の傾き $\theta_2$ に対して、 $-20^\circ \leq \theta \leq 20^\circ$ の、 $40^\circ$ の範囲）として抽出点から近似直線を求める。状態2の場合と同様に急減に白線3、4の傾きは変化しないことを考慮して状態2で得た結果を利用している。状態3は、状態1や状態2と比較して更に傾き検出範囲を限定し、角度分解能を上げて近似直線の精度を高めている。分解能を上げて計算の処理量が増加するのを防いでいる。この状態3において近似直線を検知することができれば、精度の高い白線エッジを検出することができる。

#### 【0043】

尚、各状態において近似直線の検知が1回でも失敗したときは、状態1に移行する。通常、道路の白線3、4はカメラ10からの画像に対して斜め方向に位置するが、例えば、垂直方向に近似直線を検知したり、白線3、4の幅がある間隔よりも大きくその幅を検知したとき、更に、前回求めた近似直線と今回求めた近似直線とをマッチングさせて大きく変化したとき等において、近似直線の検知が失敗したものとする。実際には、各場合において、ある閾値を設定してその閾値を超えて近似直線を検知したときに、近似直線の検知が失敗したものとする。

10

#### 【0044】

次に、各状態で座標上における曲線がどのように状態が変化するかについて説明する。図6は、その一例である。各状態における角度分解能の値は図5の例と同一である。

#### 【0045】

図6(A)に示すように、状態1では全傾き検出範囲( $0^\circ \leq \theta \leq 179^\circ$ )で抽出点から近似直線を求める。ただし、角度分解能は $9^\circ$ なので、その曲線の横軸は $9^\circ$ 間隔でプロットされる。複数の抽出点から複数の曲線が得られ、それらの曲線から最高投票位置( $\theta_1$ と $\theta_1$ )、即ち近似直線を得る。これが、例えば10回成功すると、状態2に移行する。

20

#### 【0046】

図6(B)に示すように、状態2では、傾き検出範囲が状態1で検出した近似直線の傾き $\theta_1$ を中心にして $\pm 40^\circ$ の範囲で抽出点から全直線を求める。この場合の角度分解能は $4^\circ$ なので、横軸は $4^\circ$ 間隔でプロットされる。この状態2で複数の曲線から最高投票位置を求め、例えば、連続して30回近似直線の検出に成功すると状態3に移行する。

30

#### 【0047】

図6(C)に示すように、状態3では、傾き検出範囲は状態2で検出した近似直線の傾き $\theta_2$ に対して、 $\pm 20^\circ$ の範囲で全直線を求める。この場合、角度分解能は $2^\circ$ なので横軸は $2^\circ$ 間隔でプロットされる。

#### 【0048】

図6(A)乃至図6(C)に示すように、状態1では直線の傾き範囲を全範囲で検出し、状態が状態1から状態3に移行するに従い、その範囲を狭めている。一方で、角度分解能は状態が状態1から状態3に移行するに従い、間隔が狭まっている。

#### 【0049】

即ち、座標上の曲線は状態が状態1から状態3に移行するに従い、検出範囲が狭まるとともに曲線は滑らかなになっている。従って、除々に近似直線の精度が上がるものの検出範囲を狭めているため計算回数は増加しない。

40

#### 【0050】

尚、図5と図6の例で示す数値は一例であって、状態1から状態3に移行するに伴い角度分解能は上がり、傾き検出範囲は狭くなるように値を設定すれば、上述した例と同様の作用効果を奏する。

#### 【0051】

次に、以上の点を踏まえた上で、本車線検出装置1の近似直線検出のための動作について説明する。

#### 【0052】

50

図7はその動作を示すフローチャートの一例である。まず、マイコン20は本処理の動作を開始すると、白線エッジ候補点の抽出範囲を設定する(S11)。

【0053】

例えば、図9に示すように、マイコン20はカメラ10から得られた画像に対して水平方向に走査して候補点を抽出する。このとき、前回算出した近似直線(或いは予めマイコン20内のメモリに記憶された直線など)近傍の範囲で抽出範囲を設定する。例えば、前回算出した近似直線の走査方向に対して前後100画素の範囲を設定する。これにより、全画素の範囲で抽出するよりも処理量を減らすことができる。

【0054】

尚、走査により候補点を抽出する際にマイコン20は左側白線3と右側白線4を検知するため、画像を半分にして夫々において左側白線用の候補点と右側白線用の候補点を抽出する。

【0055】

抽出範囲を設定した後、マイコン20はその範囲で白線エッジ候補点の抽出を行う(S12)。このとき、マイコン20は画像に対して抽出するライン数を画像上部よりも画像下部の方を多くする。

【0056】

例えば、図10(A)に示すように、画像下部は車両2近傍であり白線3、4は太く、画像上部は車両2から遠い位置となるため白線3、4は細くなる。画像下部では白線3、4が太いため、この範囲で多くの候補点を抽出できれば、より確からしい近似直線を得ることができる。

【0057】

即ち、抽出ライン数を画像下部の方を多くすることで、図10(A)に示すように、画像下部の2つの抽出点A1、A2は抽出でき、画像上部の抽出点A3は抽出できない。画像下部の抽出点から各曲線を求めると、図10(B)に示すように、各曲線は似通った形となる。その交点は1点で交わる可能性が高く、従って、より確からしい近似直線を得ることができる。

【0058】

抽出ライン数を多くするには、例えば、図10(A)に示すように画像の対象領域を設定し、その対象領域では全ライン数を走査し、対象領域以外では10ラインごとに走査する、等するようにする。勿論、対象領域で走査するライン数をそれ以外の領域で走査するライン数より多くすれば、どのように設定してもよい。

【0059】

図7に戻り、候補点を抽出した後、マイコン20は白線エッジ候補点の抽出数が所定数以上か否かを判断する(S13)。抽出数をある程度確保した上でハフ変換により近似直線を求めた方が得られる直線の信頼性が高いためである。所定数とは、例えば、「5」や「10」などの値である。勿論それ以外の値でもよい。

【0060】

抽出数が所定数より少ないとき(S13でNO)、マイコン20は連続抽出回数をクリアする(S15)。これまで、白線3、4の近似直線を連続して抽出してきた場合に、近似直線を検知できないとして抽出回数をクリアする。即ち、状態1に移行する。そして、処理は再びS11に移行して上述の処理を繰り返す。

【0061】

一方、抽出数が所定数以上のとき(S13でYES)、マイコン20はハフ変換で使用する角度分解能を設定する(S14)。状態に応じて、角度分解能を所定値、例えば9°に設定したり、4°に設定したり、2°に設定したりする。

【0062】

次いで、マイコン20はハフ変換に必要な傾き検出角度の範囲を設定する(S17)。前述したように現在の状態に応じて、検出角度の範囲を設定する。状態2や状態3の場合は、前状態で求めた傾き検出角度を基準にして範囲を限定する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 3 】

次いで、マイコン 20 は近似直線候補の投票を行う ( S 1 8 )。各抽出点において、設定した角度分解能と傾き検出範囲に基づいて、座標上で曲線を求め、各曲線が最も多く交差する交点を求める。

## 【 0 0 6 4 】

この場合、ハフ変換の投票の際に候補点に対して重み付けをしておけば、交点が複数あったときに重み付けのした曲線の交点の方を選んで求めることができる。例えば、図 1 1 ( A )、( B ) に示すように、3 点の候補点を抽出して、車両 2 に近い側の候補点 A 1 の曲線に + 3 の重み付け、最も遠い候補点 A 3 の曲線に + 1 の重み付け、中間にある候補点 A 2 の曲線に + 2 の重み付けを行う。そして、各曲線の交点を求める際に、例えば図 1 1 ( B ) に示すように 2 つの交点 X 1、X 2 が存在したときに、抽出点 A 1 と A 3 による交点 X 2 ではなく、抽出点 A 1 と A 2 による交点 X 1 の方を選択するようにする。車両 2 に近い候補点の方が信頼性が高く、そのため実際の白線 3、4 のエッジに近似した正しい近似直線を得やすいからである。

10

## 【 0 0 6 5 】

次いで、マイコン 20 は近似直線の検出を行う ( 図 8 の S 1 9 )。最多投票の組み合わせから、ととが求められるため、この値を用いて近似直線を求める。即ち、数 2 から

## 【 0 0 6 6 】

## 【 数 3 】

$$y = (-\cos\theta / \sin\theta)x + \rho / \sin\theta$$

20

## 【 0 0 6 7 】

を得、求めた と を代入することで近似直線を得る。

## 【 0 0 6 8 】

前述したように、候補点は 1 つの画像に対して左側と右側に分割して、夫々で近似直線を求める。この近似直線の検出に際して、左右の白線候補点においてより抽出点の多い側を基準としてもう一方の側の近似直線を検出する際の指標とする。

## 【 0 0 6 9 】

例えば、図 1 2 ( A ) に示すように、左側画像には 5 つの抽出点、右側画像には 3 つの抽出点があるときを考える。左側の抽出点から曲線を求めると、例えば図 1 2 ( B ) のように集中した交点が 1 点存在する。一方、右側の抽出点から曲線を求めると、例えば図 1 2 ( C ) のように抽出点が右側と比較して少ない分だけ集中した交点が得られ難い。従って、右側の近似直線を検出するとき左側で検出した近似直線を指標にして、例えば、左側の近似直線より最適な近似直線を選択するようにする。これにより、近似直線の精度を向上させることができる。

30

## 【 0 0 7 0 】

次いで、マイコン 20 は近似直線の連続検出回数を検知する ( S 2 0 )。前述したように、連続検出回数は近似直線の確からしさを判定する指標であり、これを基にして状態遷移が行われる。尚、求めた近似直線 ( S 1 9 ) の傾きと切片がある値の範囲にあれば連続して近似直線が検出されたものとして判断してもよい。この場合、連続検出回数を検知するのでなく S 1 9 で求めた近似直線からその傾き等により確からしさを判断することになる。

40

## 【 0 0 7 1 】

そして、白線エッジを検出したか否かを判断する ( S 2 1 )。例えば、白線エッジを検出したか否かは、状態 3 において近似直線を求められたか否かにより判断してもよい。

## 【 0 0 7 2 】

白線エッジを検出したときは ( Y E S )、一連の処理が終了する ( S 2 2 )。検出できないとき ( S 2 1 で N O )、再び S 1 1 に処理が移行して前述の処理を繰り返す。

## 【 0 0 7 3 】

50

上述した例では、画像下部の候補点を上部より多く抽出したり（S 1 2、図 1 0（A）及び（B））、画像下部で抽出された候補点到重み付けしたり（S 1 8、図 1 1（A）及び（B））、更に、左右の画像での候補点で抽出数の多い側を他方の側の近似直線を検出するときの指標にする（S 1 9、図 1 2（A）及び（B））ことで、近似直線の演算精度を良くするようにした。また、上述した例では、候補点の探索範囲を前回算出した近似直線の近傍にする（S 1 1、図 9）ことで候補点の抽出時間を減らし処理量を抑制するようにした。これらの例は、すべて本処理の中で行われる必要はなく、いずれか 1 つ或いは 2 つ等が行われるようにしてもよい。かかる場合でも、状態遷移しながら近似直線の検出が行われるため、処理量を抑えて演算精度を十分に維持できるからである。

【0074】

10

また、上述した例では 3 つの状態を遷移して近似直線を得るようにしたが、例えば、2 つの状態を遷移してもよいし、4 つ以上の状態を遷移しながら近似直線を得るようにしてもよい。3 つの状態の例と同様に直線の連続検知回数（或いはある状態で得た近似直線の傾きや切片）が所定回数に至ったとき（或いは所定範囲内にあるとき）に次の状態に移行して角度分解能を上げるとともに傾き検出範囲を小さくするようにすればよい。いずれの場合も、3 つの状態の例と同様の作用効果を奏する。

【0075】

更に、上述した例では検出すべき対象として車線を例にして説明した。他にも、駐車場における駐車範囲を示す線や、施設内における道案内の線等の画像中の直線を検出するようにしてもよい。上述した例と同様の構成で動作させることで、同様の作用効果を奏する。

20

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図 1】本発明に係る車線検出装置の構成例を示す図である。

【図 2】図 2（A）はカメラが取り付けられた車両の例を示し、図 2（B）はカメラで撮影した画像の例を示す。

【図 3】図 3（A）は候補点を通る直線の例を示し、図 3（B）はハフ変換後の曲線の例を示す。

【図 4】図 4（A）は複数の候補点を通る直線の例を示し、図 4（B）は複数の候補点に対するハフ変換後の曲線を示す。

30

【図 5】ハフ変換の際の状態遷移を示す図である。

【図 6】ハフ変換の際の状態遷移を示す図である。

【図 7】近似直線を検出するためのフローチャートの一例である。

【図 8】近似直線を検出するためのフローチャートの一例である。

【図 9】候補点の抽出範囲を示す図である。

【図 10】図 10（A）は候補点の例を示し、図 10（B）は候補点のハフ変換後の曲線を示す。

【図 11】図 11（A）は候補点の例を示し、図 11（B）は候補点のハフ変換後の曲線を示す。

【図 12】図 12（A）は候補点の例を示し、図 12（B）及び図 12（C）は候補点のハフ変換後の曲線を示す。

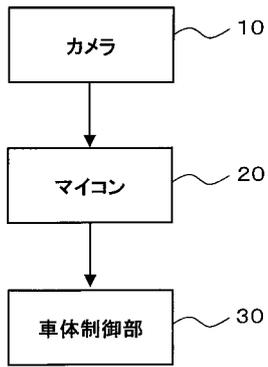
40

【符号の説明】

【0077】

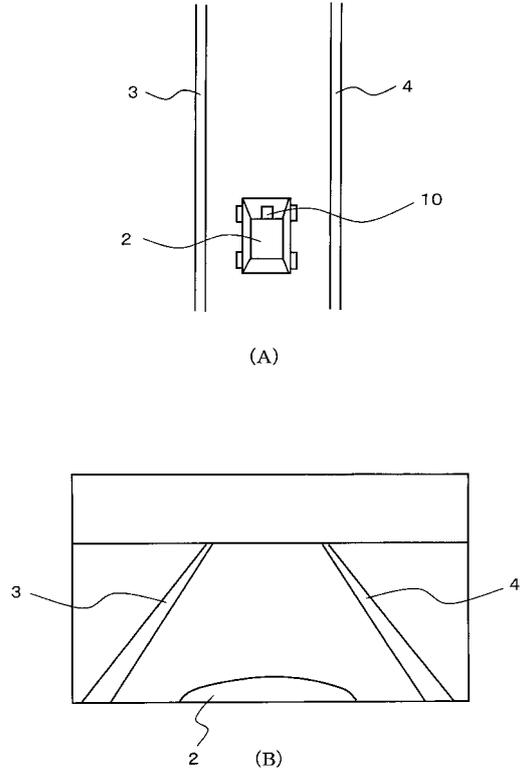
1：車線検出装置、2：車両、3：左側白線、4：右側白線、10：カメラ、20：マイコン、30：車体制御部、 $\theta$ ：直線の傾き、 $L$ ：原点から直線におろした垂線の長さ、 $A_1 \sim A_3$ ：候補点

【 図 1 】

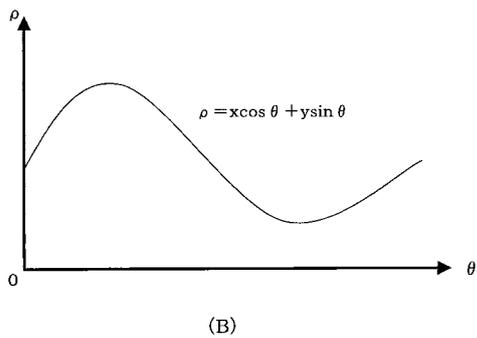
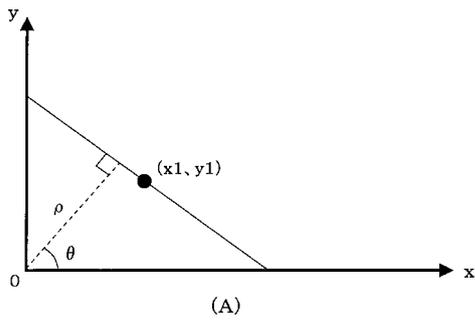


車線検出装置 1

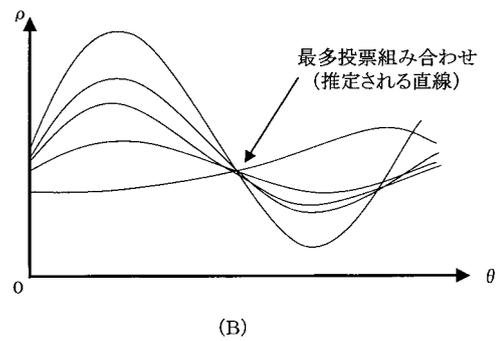
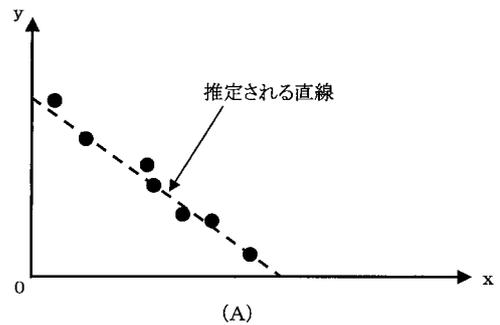
【 図 2 】



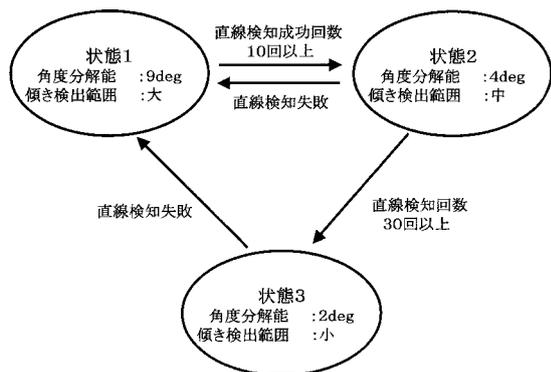
【 図 3 】



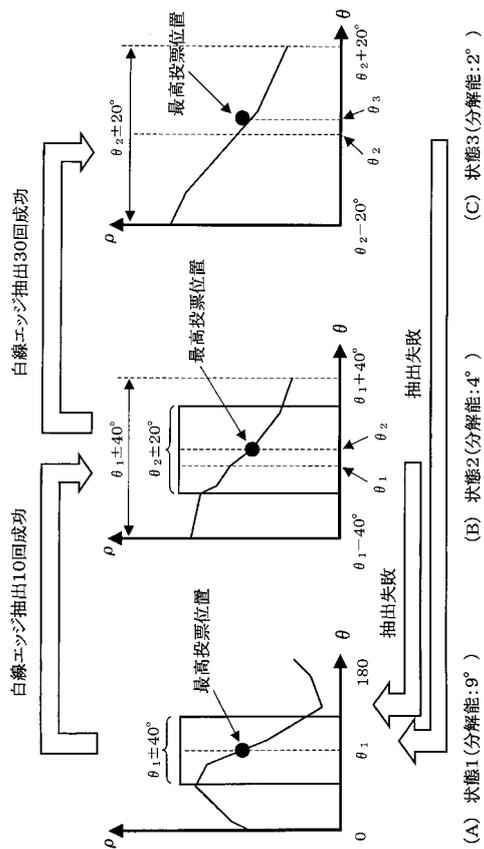
【 図 4 】



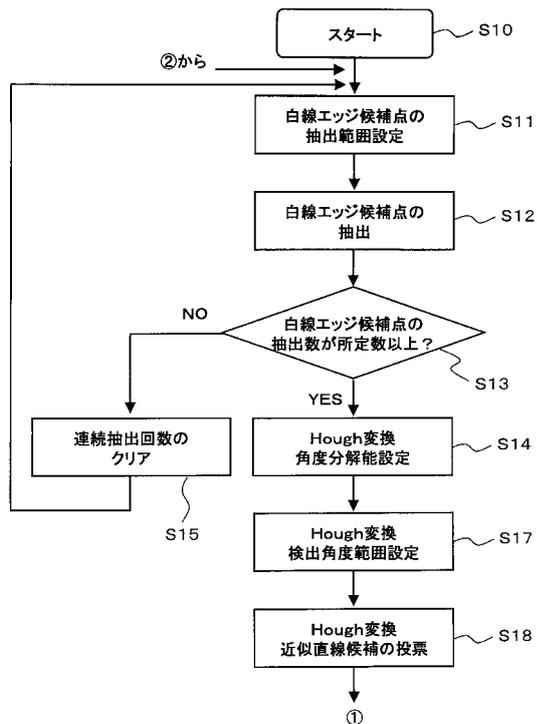
【 図 5 】



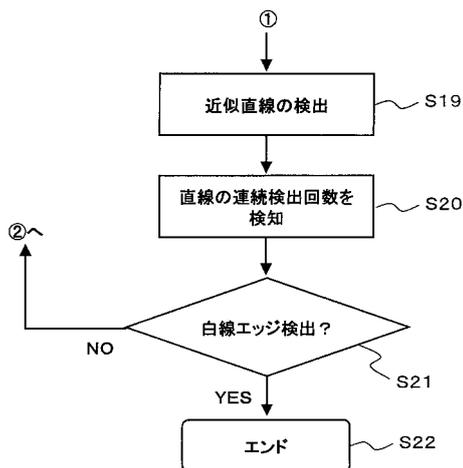
【 図 6 】



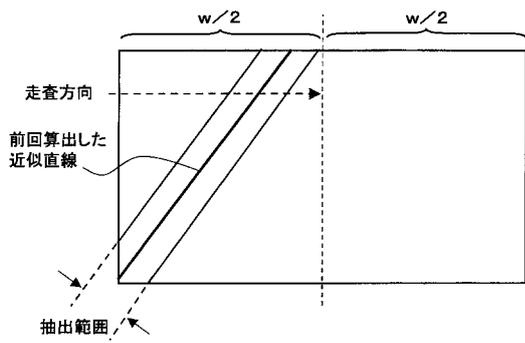
【 図 7 】



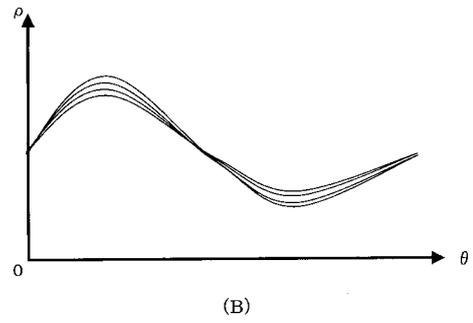
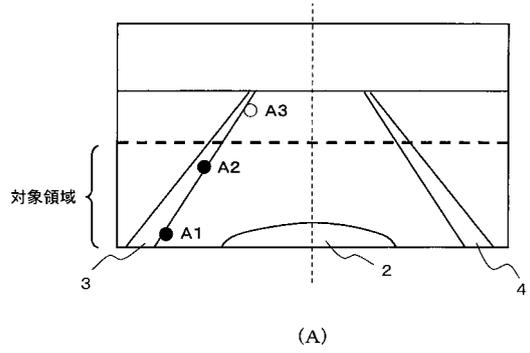
【 図 8 】



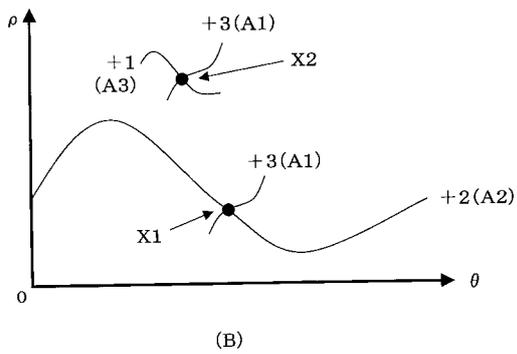
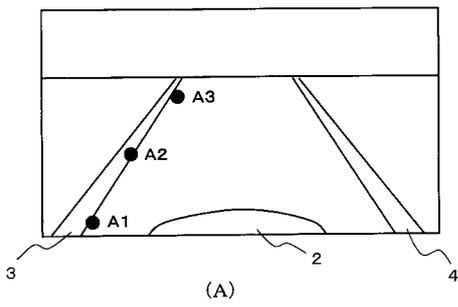
【 図 9 】



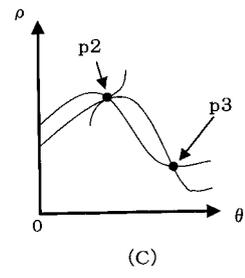
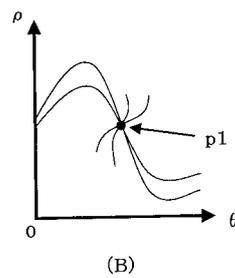
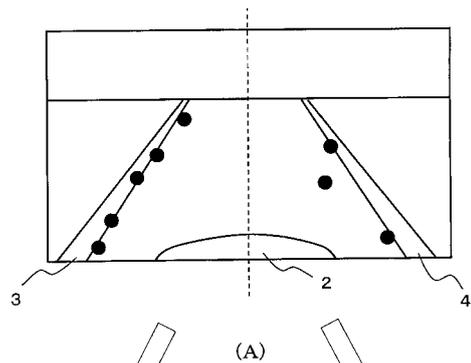
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

B 6 0 R 1/00

A

テーマコード(参考)