

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3853542号
(P3853542)

(45) 発行日 平成18年12月6日(2006.12.6)

(24) 登録日 平成18年9月15日(2006.9.15)

(51) Int. Cl.

F I

G06T 7/20 (2006.01)
G06T 1/00 (2006.01)G06T 7/20 100
G06T 1/00 330A

請求項の数 18 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平11-211272
(22) 出願日 平成11年7月26日(1999.7.26)
(65) 公開番号 特開2001-34769(P2001-34769A)
(43) 公開日 平成13年2月9日(2001.2.9)
審査請求日 平成15年5月20日(2003.5.20)

(73) 特許権者 000005016
パイオニア株式会社
東京都目黒区目黒1丁目4番1号
(74) 代理人 100083839
弁理士 石川 泰男
(72) 発明者 柏崎 隆
埼玉県川越市大字山田字西町25番地1
パイオニア株式会社川越工場内
審査官 飯田 清司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法及びナビゲーション装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動体の側方を撮像して画像信号を出力する撮像手段と、
移動体が移動中の前記画像信号に基づいて、撮像された画像のそれぞれの領域ごとに、
移動ベクトルを検出する移動ベクトル検出手段と、
前記検出された移動ベクトルの大きさが一定の空間的变化率で変化する領域と前記移動
ベクトルの大きさが空間的に一定である領域とを区別することにより前記画像中の道路端
を判別し、前記判別した画像中の道路端に基づいて該道路端までの距離を算出する距離算
出手段と、
を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記撮像手段は、移動体の左側側方を撮像する第1の撮像手段と、移動体の右側側方を
撮像する第2の撮像手段とを含み、前記距離算出手段は、左側道路端までの第1の距離と
、右側道路端までの第2の距離とを算出することを特徴とする請求項1に記載の画像処理
装置。

【請求項3】

前記第1の距離及び前記第2の距離に基づいて、移動体の走行道路の道幅を算出する道
幅算出手段を更に備えることを特徴とする請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項4】

前記画像信号は、所定のフレーム周期を持つフレーム画像データを単位として構成され

10

20

、前記移動ベクトル検出手段は、連続する２つのフレーム画像データに基づいて前記移動ベクトルを検出することを特徴とする請求項１から請求項３のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項５】

前記撮像手段は、移動体の前側に設置されていることを特徴とする請求項１から請求項４のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項６】

前記撮像手段は、移動体の斜め前寄りの側方を撮像することを特徴とする請求項１から請求項５のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項７】

前記撮像手段は、移動体の斜め下寄りの側方を撮像することを特徴とする請求項１から請求項６のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項８】

移動体の側方を撮像する撮像手段から出力された画像信号に基づいて画像処理を行う画像処理方法であって、

移動体が移動中の前記画像信号に基づいて、撮像された画像のそれぞれの領域ごとに、移動ベクトルを検出する移動ベクトル検出工程と、

前記検出された移動ベクトルの大きさが一定の空間的変化率で変化する領域と前記移動ベクトルの大きさが空間的に一定である領域とを区別することにより前記画像中の道路端を判別し、前記判別した画像中の道路端に基づいて該道路端までの距離を算出する距離算出工程と、

を備えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項９】

前記画像信号は、移動体の左側側方を撮像する第１の撮像手段、及び、移動体の右側側方を撮像する第２の撮像手段からそれぞれ出力され、前記距離算出工程は、左側道路端までの第１の距離と、右側道路端までの第２の距離とを算出することを特徴とする請求項８に記載の画像処理方法。

【請求項１０】

前記第１の距離及び前記第２の距離に基づいて、移動体の走行道路の道幅を算出する道幅算出工程を更に備えることを特徴とする請求項９に記載の画像処理方法。

【請求項１１】

前記画像信号は、所定のフレーム周期を持つフレーム画像データを単位として構成され、前記移動ベクトル検出工程は、連続する２つのフレーム画像データに基づいて前記移動ベクトルを検出することを特徴とする請求項８から請求項１０のいずれかに記載の画像処理方法。

【請求項１２】

地図データに基づいて車両の現在位置から目的地までの経路案内を行うナビゲーション装置であって、

車両の移動速度を検出する車速センサを含むセンサ部と、

車両の側方を撮像して画像信号を出力する撮像手段と、

車両走行中の前記画像信号に基づいて、撮像された画像のそれぞれの領域ごとに、移動ベクトルを検出する移動ベクトル検出手段と、

前記検出された移動ベクトルの大きさが一定の空間的変化率で変化する領域と前記移動ベクトルの大きさが空間的に一定である領域とを区別することにより前記画像中の道路端を判別し、前記判別した画像中の道路端と前記移動速度に基づいて該道路端までの距離を算出する距離算出手段と、

を備えることを特徴とするナビゲーション装置。

【請求項１３】

前記算出された距離が予め設定された値より小さい場合、車両が道路端に近接したことを告知する告知手段を更に備えることを特徴とする請求項１２に記載のナビゲーション装

10

20

30

40

50

置。

【請求項 1 4】

前記算出された距離に基づいて、車両の走行道路の道幅を算出する道幅算出手段を更に備えることを特徴とする請求項 1 2 又は請求項 1 3 に記載のナビゲーション装置。

【請求項 1 5】

前記算出された道幅に対応する道幅データを前記地図データと関連づけて更新可能に記憶する道幅データ記憶手段を更に備えることを特徴とする請求項 1 4 に記載のナビゲーション装置。

【請求項 1 6】

前記距離算出手段と前記道幅算出手段の算出結果に基づいて車両の走行車線を判定する走行車線判定手段と、

前記判定された走行車線を前記目的地までの最適経路と照合して、該照合結果に基づいて走行すべき適正な車線を告知する車線告知手段と、

を更に備えることを特徴とする請求項 1 4 又は請求項 1 5 に記載のナビゲーション装置。

【請求項 1 7】

前記車線告知手段は、前記判定された走行車線が前記適正な車線に合致しない場合、該適正な車線を告知することを特徴とする請求項 1 6 に記載のナビゲーション装置。

【請求項 1 8】

前記車線告知手段は、前記判定された走行車線が前記適正な車線に合致する場合、該適正な車線に合致することを告知することを特徴とする請求項 1 6 に記載のナビゲーション装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、走行中の車両において、撮像手段からの画像信号に基づいて道路端までの距離及び道幅を求める画像処理装置、画像処理方法及びナビゲーション装置の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、移動体としての車両の現在位置を検出し、周辺の道路地図と共に検出された現在位置を表示画面に表示して経路案内を行うナビゲーション装置が広く用いられている。この種のナビゲーション装置においては、地図データが記憶された大容量の記録媒体を備えており、表示画面上の表示データを生成するために用いられる。記録媒体上の地図データには、道路形状に関するデータや表示用の各種データなどに加え、これに付随する道幅情報が含まれる。よって、走行中の道路に対応する道幅情報を読み出して、現在走行している道路の道幅を把握することができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来のナビゲーション装置では、地図データに含まれる道幅情報は正確な道幅を示すものではなく、例えば 5.5 m ~ 8 m のように、その道路の概略の道幅を示すに過ぎなかった。よって、道路のポイントに対応したきめ細かく正確な道幅情報は取得することができなかった。更に、単に道路の道幅を知るだけでなく、道路までの距離をリアルタイムに求め、これを車両の安全走行に役立てることへのニーズも強くなっている。

【0004】

そこで、本発明はこのような問題に鑑みなされたものであり、走行中の車両から撮像した画像に基づいて、壁面や溝、あるいは道路面に隣接する道路面以外の構造物を画像中から検出することにより、道路端までの距離及び道幅を求めることができる車載用画像処理装置、及び、画像処理の結果に応じて、ドライバーに対し安全走行を確保するための警告や

10

20

30

40

50

案内を行うことが可能なナビゲーション装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、請求項1に記載の画像処理装置は、移動体の側方を撮像して画像信号を出力する撮像手段と、移動体が移動中の前記画像信号に基づいて、撮像された画像のそれぞれの領域ごとに、移動ベクトルを検出する移動ベクトル検出手段と、前記検出された移動ベクトルの大きさが一定の空間的变化率で変化する領域と前記移動ベクトルの大きさが空間的に一定である領域とを区別することにより前記画像中の道路端を判別し、前記判別した画像中の道路端に基づいて該道路端までの距離を算出する距離算出手段とを備えることを特徴とする。

10

【0006】

この発明によれば、画像処理装置により、走行中の車両等の移動体において側方に向けて撮像手段による撮像が行われて画像信号が出力される。この画像信号を2つの時点で比較して、それぞれの領域ごとの移動ベクトルが検出される。画像中の道路面等の水平部分では移動ベクトルの変化率が略一定となるが、道路端では変化率の不連続点が生じる。よって、これら領域ごとに区別して道路端を判別でき、更に移動ベクトルの大きさに基づき道路端までの距離が算出できる。従って、算出された距離は、走行中の安全確保やナビゲーションの支援等の用途に利用可能であり、車両の安全性と利便性を高めることができる。

【0007】

請求項2に記載の画像処理装置は、請求項1に記載の画像処理装置において、前記撮像手段は、移動体の左側側方を撮像する第1の撮像手段と、移動体の右側側方を撮像する第2の撮像手段とを含み、前記距離算出手段は、左側道路端までの第1の距離と、右側道路端までの第2の距離とを算出することを特徴とする。

20

【0008】

この発明によれば、走行中の車両等の移動体では、左側に向けて第1の撮像手段が、右側に向けて第2の撮像手段がそれぞれ撮像を行って画像信号を出力する。その後の処理は請求項1に記載の発明と同様に、右側の画像と左側の画像について行われ、移動体の両側道路端までの距離が算出できる。従って、算出された2つの距離を取得して走行道路における車両位置の把握が容易となり、車両の安全性と利便性を一層高めることができる。

【0009】

30

請求項3に記載の画像処理装置は、請求項2に記載の画像処理装置において、前記第1の距離及び前記第2の距離に基づいて、移動体の走行道路の道幅を算出する道幅算出手段を更に備えることを特徴とする。

【0010】

この発明によれば、車両等の移動体における左右の画像に対応して算出された2つの距離に基づいて、走行道路の道幅を算出できる。例えば、撮像手段が車両両側の側部に設置されている場合、2つの距離を加え、更に撮像手段の間の距離を加えれば道幅が得られる。従って、この道幅を用いて走行中の安全を確保したり、道幅データを取得するなど、車両の安全確保とナビゲーションの機能向上に有用となる。

【0011】

40

請求項4に記載の画像処理装置は、請求項1から請求項3のいずれかに記載の画像処理装置において、前記画像信号は、所定のフレーム周期を持つフレーム画像データを単位として構成され、前記移動ベクトル検出手段は、連続する2つのフレーム画像データに基づいて前記移動ベクトルを検出することを特徴とする。

【0012】

この発明によれば、画像処理の対象は、フレーム周期ごとに出力されるフレーム画像データであり、連続する2つのフレーム画像データを用いて上述の画像処理が行われる。従って、車両の走行中に常にリアルタイムに画像処理が行われ、車両の状況に迅速に対応可能な画像処理装置を実現できる。

【0013】

50

請求項 5 に記載の画像処理装置は、請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の画像処理装置において、前記撮像手段は、移動体の前側に設置されていることを特徴とする。

【0014】

この発明によれば、移動体の前側に設置された撮像手段からの画像信号を例えば表示画面に表示することにより、上記の作用に加えて、通常は視認が困難である移動体前側の横方向を容易に視認することでき、車両の安全確保に一層有用となる。

【0015】

請求項 6 に記載の画像処理装置は、請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の画像処理装置において、前記撮像手段は、移動体の斜め前寄りの側方を撮像することを特徴とする。

【0016】

この発明によれば、移動体の斜め前寄りを撮像する撮像手段からの画像信号に基づいて上述の処理を行うようにしたので、車両の進行方向前方における道路端までの距離を時間的に先行して算出でき、迅速に車両の走行状態を把握することができる。

【0017】

請求項 7 に記載の画像処理装置は、請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の画像処理装置において、前記撮像手段は、移動体の斜め下寄りの側方を撮像することを特徴とする。

【0018】

この発明によれば、移動体の斜め下寄りを撮像する撮像手段からの画像信号に基づいて上述の処理を行うようにしたので、道路端に近接した場合であっても画角内に道路端を捉えやすくなり、走行車両の安全性を更に高めることができる。

【0019】

請求項 8 に記載の画像処理方法は、移動体の側方を撮像する撮像手段から出力された画像信号に基づいて画像処理を行う画像処理方法であって、移動体が移動中の前記画像信号に基づいて、撮像された画像のそれぞれの領域ごとに、移動ベクトルを検出する移動ベクトル検出工程と、前記検出された移動ベクトルの大きさが一定の空間的変化率で変化する領域と前記移動ベクトルの大きさが空間的に一定である領域とを区別することにより前記画像中の道路端を判別し、前記判別した画像中の道路端に基づいて該道路端までの距離を算出する距離算出工程とを備えることを特徴とする。

【0020】

この発明によれば、走行中の車両等の移動体に設置された撮像手段からの画像信号を入力し、請求項 1 に記載の発明と同様の作用により、道路端を判別でき、更に移動ベクトルの大きさに基づき道路端までの距離が算出できる。従って、算出された距離は、走行中の安全確保やナビゲーションの支援等の用途に利用可能であり、車両の安全性と利便性を高めることができる。

【0021】

請求項 9 に記載の画像処理方法は、請求項 8 に記載の画像処理方法において、前記画像信号は、移動体の左側側方を撮像する第 1 の撮像手段、及び、移動体の右側側方を撮像する第 2 の撮像手段からそれぞれ出力され、前記距離算出工程は、左側道路端までの第 1 の距離と、右側道路端までの第 2 の距離とを算出することを特徴とする。

【0022】

この発明によれば、走行中の車両等の移動体に設置された第 1 の撮像手段からの左側側方に対応する画像信号と、第 2 の撮像手段からの右側側方に対応する画像信号をそれぞれ入力し、請求項 2 に記載の発明と同様の作用により、移動体の両側道路端までの距離が算出できる。従って、算出された 2 つの距離を取得して走行道路における車両位置の把握が容易となり、車両の安全性と利便性を一層高めることができる。

【0023】

請求項 10 に記載の画像処理方法は、請求項 9 に記載の画像処理方法において、前記第 1 の距離及び前記第 2 の距離に基づいて、移動体の走行道路の道幅を算出する道幅算出工程を更に備えることを特徴とする。

【0024】

10

20

30

40

50

この発明によれば、請求項 3 に記載の発明と同様の作用により、走行道路の道幅を算出でき、この道幅を用いて走行中の安全を確保したり、道幅データを取得するなど、車両の安全確保とナビゲーションの機能向上に有用となる。

【0025】

請求項 11 に記載の画像処理方法は、請求項 8 から請求項 10 のいずれかに記載の画像処理方法において、前記画像信号は、所定のフレーム周期を持つフレーム画像データを単位として構成され、前記移動ベクトル検出工程は、連続する 2 つのフレーム画像データに基づいて前記移動ベクトルを検出することを特徴とする。

【0026】

この発明によれば、請求項 4 に記載の発明と同様の作用により、連続する 2 つのフレーム画像データを用いて上述の画像処理が行われるので、車両の走行中に常にリアルタイムに画像処理が行われ、車両の状況に迅速に対応可能な画像処理方法を提供できる。

10

【0027】

請求項 12 に記載のナビゲーション装置は、地図データに基づいて車両の現在位置から目的地までの経路案内を行うナビゲーション装置であって、車両の移動速度を検出する車速センサを含むセンサ部と、車両の側方を撮像して画像信号を出力する撮像手段と、車両走行中の前記画像信号に基づいて、撮像された画像のそれぞれの領域ごとに、移動ベクトルを検出する移動ベクトル検出手段と、前記検出された移動ベクトルの大きさが一定の空間的变化率で変化する領域と前記移動ベクトルの大きさが空間的に一定である領域とを区別することにより前記画像中の道路端を判別し、前記判別した画像中の道路端と前記移動速度に基づいて該道路端までの距離を算出する距離算出手段とを備えることを特徴とする。

20

【0028】

この発明によれば、ナビゲーション装置のセンサ部によって車両の移動速度が検出されると共に、車両側方に向けて撮像手段による撮像が行われて画像信号が出力される。そして、請求項 1 に記載の発明と同様の作用による画像処理が行われる。従って、算出された距離は、安全性の確保やその他の各種機能に有効に活用でき、車両の安全性と利便性を高めることができる。

【0029】

請求項 13 に記載のナビゲーション装置は、請求項 12 に記載のナビゲーション装置において、前記算出された距離が予め設定された値より小さい場合、車両が道路端に近接したことを告知する告知手段を更に備えることを特徴とする。

30

【0030】

この発明によれば、ナビゲーション装置では、道路端までの距離に基づいて、車両が道路端に近接し過ぎたことを判定し、その旨をドライバーに告知するようにしたので、車両の安全性と利便性を一層高めることができる。

【0031】

請求項 14 に記載のナビゲーション装置は、請求項 12 又は請求項 13 に記載のナビゲーション装置において、車両の走行道路の道幅を算出する道幅算出手段を更に備えることを特徴とする。

40

【0032】

この発明によれば、走行する車両では、走行道路の道幅を算出でき、例えば、撮像手段が車両両側の側部に設置されている場合、2 つの距離を加え、更に車両の幅を加えれば道幅が得られる。従って、この道幅を用いて走行中の安全を確保したり、道幅データを取得して地図データと関連づけて保持するなど、車両の安全確保とナビゲーションの機能向上に有用となる。

【0033】

請求項 15 に記載のナビゲーション装置は、請求項 14 に記載のナビゲーション装置において、前記算出された道幅に対応する道幅データを前記地図データと関連づけて更新可能に記憶する道幅データ記憶手段を更に備えることを特徴とする。

50

【0034】

この発明によれば、車載用ナビゲーション装置では、道幅データ記憶手段に上述のように求めた道幅に対応する道幅データを更新可能に記憶する。従って、車両が走行した道路の道幅データを保持し、その後、再び同じ道路を通ったときに活用できるので、ナビゲーション装置の機能を支援することができる。

【0035】

請求項16に記載のナビゲーション装置は、請求項14又は請求項15に記載のナビゲーション装置において、前記距離算出手段と前記道幅算出手段の算出結果に基づいて車両の走行車線を判定する走行車線判定手段と、前記判定された走行車線を前記目的地までの最適経路と照合して、該照合結果に基づいて走行すべき適正な車線を告知する車線告知手段とを更に備えることを特徴とする。

10

【0036】

この発明によれば、ナビゲーション装置では、車両が複数車線の道路を走行中に、道路端までの距離及び道幅に基づき走行車線を判定する。そして、判定された車線が最適経路と照合されて、その結果に基づき走行すべき適正な車線をドライバーに告知する。従って、最適経路に対応する車線を走行させるためドライバーの注意を喚起することができ、快適なナビゲーション機能を実現できる。

【0037】

請求項17に記載のナビゲーション装置は、請求項16に記載のナビゲーション装置において、前記車線告知手段は、前記判定された走行車線が前記適正な車線に合致しない場合、該適正な車線を告知することを特徴とする。

20

【0038】

この発明によれば、請求項16に記載の発明と同様の作用により、判定された車線が最適経路と照合され、車両が適正な車線を走行していないと判断されたとき、適正な車線をドライバーに告知する。よって、適正な車線を走行している際の不要な告知を回避しつつ、必要最小限の告知を行って、快適なナビゲーション機能を実現できる。

【0039】

請求項18に記載のナビゲーション装置は、請求項16に記載のナビゲーション装置において、前記車線告知手段は、前記判定された走行車線が前記適正な車線に合致する場合、該適正な車線に合致することを告知することを特徴とする。

30

【0040】

この発明によれば、請求項16に記載の発明と同様の作用により、判定された車線が最適経路と照合され、車両が適正な車線を走行している判断されたとき、その旨をドライバーに告知する。よって、適正な車線を走行していることをドライバーに知らしめて、ドライバーに安心感を与える快適なナビゲーション機能を実現できる。

【0041】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態を図面に基づいて説明する。以下の実施の形態においては、本発明を車両に搭載されるナビゲーション装置に適用した場合について説明する。

【0042】

40

図1は、本実施形態に係るナビゲーション装置の概略構成を示す図である。図1に示すナビゲーション装置は、制御部11と、地図データ記憶部12と、道幅データ記憶部13と、センサ部14と、現在位置検出部15と、ディスプレイ16と、スピーカ17と、画像処理部18と、CCDカメラ19a、19bとを含んで構成されている。

【0043】

以上の構成において、制御部11は、ナビゲーション装置全体の動作を制御する。制御部11はCPU等からなり、図示しないROMに格納される制御プログラムを読み出して実行し、ナビゲーション装置の各構成要素に制御信号を送出すると共に、データを入出力する。

【0044】

50

地図データ記憶部12は、地図データを格納する記憶容量の大きなメモリであり、例えばCD-ROMやDVD-ROMが用いられる。地図データ記憶部12に格納される地図データは、道路形状データ、名称データ、背景データなどを含んで構成される。

【0045】

道幅データ記憶部13は、本発明に係る画像処理に伴って得られた車両走行中の道幅データを更新可能に記録するメモリである。上述の地図データ記憶部12の地図データにも簡易な道幅情報が含まれるが、道幅データ記憶部13に記憶される道幅データは更に詳細なデータであり、道路の位置に応じて変化する道幅を正確に求めたデータである。なお、道幅データの生成方法については後述する。

【0046】

センサ部14は、車両の現在位置を検出するために必要な各種センサを含んでいる。具体的には、車両の速度を検出する車速センサや、車両の方位変化量を検出する方位センサや、GPS (Global Positioning System) 衛星からの電波を受信するGPS受信部などを含んで構成される。

【0047】

現在位置検出部15は、センサ部14からの出力信号に基づいて、車両の現在位置を算出し、現在位置データを出力する。なお、現在位置データは、制御部11によって前述の地図データと照合されて、マップマッチング処理等により補正される。

【0048】

ディスプレイ16には、制御部11の指示の下、地図データが種々の態様で表示されると共に、これに重畳して車両の現在位置がカーマークとして表示される。このディスプレイ16は、例えばCRT、液晶表示素子などから構成される。また、スピーカ17からは、車両の経路に沿った誘導情報が音声により出力されると共に、本発明に係る画像処理に関連して後述の案内音声出力される。

【0049】

画像処理部18は、車両に設置される2台のCCDカメラ19a、19bからの画像信号を解析して、本実施形態に係る画像処理を行う手段である。ここで、図2を用いて、画像処理部18の構成及び動作について説明する。

【0050】

図2に示すように、画像処理部18は、A/Dコンバータ21と、第1画像メモリ22と、第2画像メモリ23と、移動ベクトル検出部24と、移動ベクトル処理部25を含んで構成されている。また、画像制御部18は、制御部11からの制御信号に従って動作する。なお、画像処理部18は、実際には後述のように2台のCCDカメラ19a、19bからの画像信号を処理するが、簡単のため、一方のCCDカメラ19aからの画像信号を処理する場合を説明する。

【0051】

図2において、A/Dコンバータ21は、CCDカメラ19aによって撮像された画像に基づくアナログ画像信号をデジタル画像信号に変換する。通常、A/Dコンバータ21から出力されるデジタル画像信号は、所定のフレーム周期ごとに1つのフレーム画像データを構成し、連続する複数のフレーム画像データからなる。

【0052】

第1画像メモリ22及び第2画像メモリ23は、それぞれA/Dコンバータ21から出力されるフレーム画像データを格納する。第1画像メモリ22は最新のフレーム画像データを格納し、第2画像メモリ23は1つ前のフレーム画像データを格納する。よって、画像処理部18では、常に最新の2フレーム分の画像データが保持されており、これらを用いて後述の処理が行われる。

【0053】

移動ベクトル検出部24は、第1画像メモリ22及び第2画像メモリ23に格納されるフレーム画像データに基づいて、画像中の各領域ごとの移動ベクトルを検出する。この際、センサ部14から出力された車速データを用いる。

10

20

30

40

50

【0054】

また、移動ベクトル処理部25は、移動ベクトル検出部24により検出された移動ベクトルに基づいて、走行道路における道路端までの距離及びこれに基づく道幅を求め、道幅データ等として出力する。

【0055】

なお、移動ベクトル検出部24と移動ベクトル処理部25における処理の詳細については後述する。

【0056】

図1に戻って、CCDカメラ19a、19bは、それぞれ車両前方の両端部付近に設置され、車両の左右側方を撮像し、画像信号を出力する。ここで図3に、CCDカメラ19a、19bの車両への設置状態を示す。

10

【0057】

図3(a)は、車両上方から見たCCDカメラ19a、19bの設置状態を示す図である。図3(a)に示すように、CCDカメラ19a、19bは車両前方側において左右両側の車体上部に取付けられている。CCDカメラ19aが車両左側に、CCDカメラ19bが車両右側にそれぞれ取付けられている。CCDカメラ19aは、車両左側の側方を向いて撮像可能に取付けられ、CCDカメラ19bは、車両右側の側方を向いて撮像可能に取付けられ、それぞれ対称的な配置で設置されている。

【0058】

また、図3(b)は、CCDカメラ19aに関し、車両前方から見た設置状態を撮像範囲と共に示す図である。なお、簡単のため、車両左側の場合の撮像状態のみ示している。図3(b)に示すように、CCDカメラ19aは壁面に向かって画角 θ の範囲を撮像する。通常、撮像された画像には、上部の壁面が映ると共に下部に道路面が映る角度に取付けられる。本発明においては、CCDカメラ19aにより撮像された画像に基づいて、左側道路端までの距離DLを算出する。

20

【0059】

なお、CCDカメラ19aは、車両の高さ約1mの位置に取付けられる。また、右側のCCDカメラ19bの場合は、図3(b)と対称的な撮像状態となり、右側道路端までの距離DRを算出する。

【0060】

次に、本実施形態に係る画像処理の原理について、図4～図8を参照して説明する。

30

【0061】

図4は、前述のCCDカメラ19a、19bにより撮像された画像をピンホールカメラのモデルで表した図である。図4においては、CCDカメラ19aの受光素子部に対応する画像平面P0と、レンズ部に対応する焦点面Fとが焦点距離 f を隔てて平行に配置されている。焦点面Fのレンズ中心Cがピンホールに対応し、このレンズ中心Cを中心に空間座標系(X, Y, Z)を考える。一方、画像平面P0では、空間座標(0, 0, -f)を画像中心cとして、カメラ座標系(x, y)を考える。

【0062】

ここで、空間座標系の点M(X_m , Y_m , Z_m)を考える。この点Mは、例えば図3(b)における壁面上の所定の位置に対応させることができる。この点Mに対する中心射影を考えると、点Mから焦点面Fのレンズ中心Cを通して画像平面P0までが直線で結ばれ、カメラ座標系の点m(x_m , y_m)に射影される。このとき、点M(X_m , Y_m , Z_m)と射影された点m(x_m , y_m)の関係は次式で表される。

40

【0063】

【数1】

$$x_m = f \cdot X_m / Z_m$$

$$y_m = f \cdot Y_m / Z_m$$

次に図5は、図4に対応して、空間座標系(X, Y, Z)と画像データのピクセル座標系(u, v)の関係を表した図である。図5においては簡単のため、図4の画像平面P0を

50

焦点面 F の前方側に配置させると共に、カメラ座標系 (x, y) の x 軸、y 軸をそれぞれ反転させて u 軸、v 軸とすることにより、ピクセル画像系 (u, v) としたものである。図 4 の配置を図 5 の配置に置き換えても、互いに等価であるため、同様の関係が成り立つ。

【0064】

図 5 において、ピクセル画像系の画像平面 P 1 は、水平方向の画素数 N_w と垂直方向の画素数 N_h の表示画像に対応しており、画像平面 P 1 には全部で N_w × N_h の画素が含まれる。一方、この画像平面 P 1 は、サイズが横幅 w、高さ h となる CCD カメラ 19a、19b の受光領域に一致する。そして、図 4 と同様に空間座標系の点 M (X, Y, Z) を考えると、図 5 に示すように、画像平面 P 1 の点 m (u, v) を通って焦点面 F のレンズ中心 C まで直線で結ばれる。

10

【0065】

ここで、図 4 と同様に、点 m に対する中心射影を考えると、数 1 に対応して、点 M (X, Y, Z) と射影された点 m (u, v) の関係は次式で表される。

【0066】

【数 2】

$$u = (f \cdot X / Z) \cdot N_w / w$$

$$v = (f \cdot Y / Z) \cdot N_h / h$$

すなわち、数 2 は、点 m (u, v) の画像平面 P 1 における画素位置を表している。数 2 において、u が水平方向の画素位置に対応し、v が垂直方向の画素位置に対応している。

20

【0067】

本実施形態では、走行中の車両から撮像された画像を処理するので、画像平面 P 1 内の物体の動きを想定する必要がある。そのため、画像平面 P 1 におけるオプティカルフロー、すなわち移動ベクトル V (u, v) を求める必要がある。3 次元空間の同一点の明るさ I が一定に保たれる場合、次の時空間微分方程式が成り立つ。

【0068】

【数 3】

$$dI / dt = I_x \cdot u + I_y \cdot v + I_t = 0$$

ただし、それぞれ画像平面 P 1 内において、I_x が水平方向の偏微分、I_y が垂直方向の偏微分、I_t が時間軸方向の偏微分、u、v は上述の移動ベクトル V の水平方向、垂直方向の成分である。

30

【0069】

次に、図 6 及び図 7 を用いて移動ベクトル V を求める方法について説明する。図 6 に示すように、時刻 t における画像平面 P 1 内に参照ブロック R を定義する。この参照ブロック R は、左上の画素 p_r を起点として、u 軸に m 画素、v 軸に n 画素の範囲の矩形領域であり、全部で m × n 個の画素を含んでいる。そして、画像平面 P 1 を複数の参照ブロック R に分割し、各々の参照ブロック R ごとに移動ベクトル V を求める。図 6 の例では、m = 8、n = 8 となる参照ブロック R を示している。

【0070】

図 7 は、画像平面 P 1 内の所定の参照ブロック R に対する移動ベクトル V の求め方を説明する図である。図 7 は、図 6 の時刻 t から Δt が経過した時刻 t + Δt における画像平面 P 1 に対応する。そして、センサ部 14 からの車速データ等に基づいて、画像平面 P 1 内の所定の領域を予めサーチ範囲 S として定めておく。サーチ範囲 S は、u 軸に M 画素、v 軸に N 画素となる矩形領域であって、通常は、M、N が m、n に比べると十分大きくなる。

40

【0071】

そして、サーチ範囲 S に対し、参照ブロック R と同サイズの比較ブロック C を所定の位置に定義する。サーチ範囲 S は参照ブロック R に比べサイズが十分大きいので、比較ブロック C の位置をサーチ範囲 S 内で少しずつ動かす必要がある。図 7 では、比較ブロック C は参照ブロック R と同様に m × n のサイズであり、参照ブロックの左上の画素 p_r に対応す

50

る比較ブロックCの左上の画素 p_c を示している。最初はサーチ範囲Sの左上の画素を比較ブロックCの画素 p_c に設定し、その後はサーチ範囲Sの中で、 u 軸方向又は v 軸方向に画素 p_c の位置を1画素ずつ動かして、サーチ範囲S内に定義可能な全ての比較ブロックCについて後述の演算を行う。

【0072】

次いで、図6の時刻 t における参照ブロックRと、図7の時刻 $t + \Delta t$ における比較ブロックCの間で相関値を求める。ここで、画素の集合である画像データでは、 $m \times n$ 個の全ての画素に濃度値を対応させているので、参照ブロックRと比較ブロックCの対応する画素ごとの濃度値の差分を求める。この濃度値の各画素ごとの差分に対し、 $m \times n$ 個の画素についての和をとれば、相関値を計算することができる。

10

【0073】

そして、参照ブロックRに対し、サーチ範囲Sの中の全ての比較ブロックCとの間の相関値を求め、最小の相関値を与える比較ブロックCを探索する。例えば、図7に示す比較ブロックCが最小の相関値を与えるとする。

【0074】

この場合は、図7に示すように、画像平面P1において、点線で示した時刻 t における参照ブロックRから時刻 $t + \Delta t$ における比較ブロックCに向かうベクトルを移動ベクトルVとして決定することができる。

【0075】

図7では1つの移動ベクトルVのみ示したが、実際には移動ベクトルVを、画像平面P1に定義可能な全ての参照ブロックRについて求める。これにより移動ベクトルVの空間的な分布を求める。そして、この移動ベクトルVの空間的な分布に基づいて後述の処理が行われる。

20

【0076】

次に、図8を用いて、上記の距離 D_R 、 D_L 及び道幅の算出方法を説明する。図8は、CCDカメラ19aから撮像した画像における移動ベクトルVの分布の一例を示す図である。図8では簡単のため、図3(b)と同様に、車両の横方向において、道路面と壁面が境界部30にて接している場合を想定する。また、時刻 t におけるラインL1上の移動ベクトルVの分布を考える。

【0077】

30

図8に示すように、CCDカメラ19aにて撮像された画像において、境界部30の上部にある壁面では移動ベクトルVの大きさが一定値となっているのに対し、境界部30の下部にある道路面では移動ベクトルVの大きさが略一定の変化率で変化している。このように、移動ベクトルVの大きさは、撮影対象物までの距離 z に依存した値となる。

【0078】

すなわち、速度 v_0 (m/秒)で走行している車両において、フレーム周期 T でCCDカメラ19aによる撮像を行うとすると、1フレーム間の車両の移動距離 d は、

【0079】

【数4】

$$d = v_0 \cdot T \text{ (m)}$$

40

と表すことができる。ここで、撮影対象物は車両と相対的に u 方向にのみ動き、 v 方向及び z 方向に動かない状況を考えると、上述の数2に $x = d$ を代入すればよく、以下の式が成り立つ。

【0080】

【数5】

$$u = (f \cdot d / z) \cdot Nw / w = (f \cdot v_0 \cdot T / z) \cdot Nw / w$$

と表すことができる。数5に示す u により移動ベクトルV($u, 0$)が定まり、この u は移動ベクトルVの大きさに一致する。このように、移動ベクトルVの大きさは、撮影対象物との距離 z と反比例する。

【0081】

50

図9は、ラインL1の移動ベクトルVの大きさが、数5に対応して変化する様子を示す図である。図9においては、図8の画像中のv軸に対し、撮影対象物の移動ベクトルの大きさを実線で示すと共に、距離zを点線で示している。図8から判るように、壁面では距離zが一定となるため、移動ベクトルVの大きさも一定となる。これに対し、道路面では距離zが下方にいくほど略一定の割合で小さくなるので、数5のuは直線的に大きくなっていく。

【0082】

従って、図9において、移動ベクトルVが略一定の変化率で変化せず、概ね一定となるか否かに基づいて、壁面と道路面を区別することができ、境界部30の位置も判断することができる。そして、壁面の移動ベクトルVの平均値をMV（ピクセル）とすれば、上記の壁面までの距離DLは、数5に基づいて、

10

【0083】

【数6】

$$DL = (f \cdot v_0 \cdot T / MV) \cdot Nw / w$$

を算出して求めることができる。

【0084】

なお、道路端に溝部が存在する場合は、道路面では画像の上方に行くにつれ略一定の変化率で移動ベクトルVが小さくなるが、道路面と溝部の境界では部分的に変化率が一定ではなく急激に変化する。よって、この不連続点を判別することで溝部を検出し、その前後の移動ベクトルVの大きさに基づき道路端までの距離DLを求めることができる。

20

【0085】

また、単一の壁面ではなく、例えばガードレールのように部分的な壁面となる場合は、移動ベクトルVが概ね一定となる複数の領域が生じる可能性があるが、上述のように不連続点を検出すると共に、複数の領域についての距離DLを求め、そのうち最短となる距離DLを用いればよい。道路端にガードレールが隣接する場合も、ガードレールに対応する領域までの距離に基づいて、道路端の距離DLを求めることができる。

【0086】

なお、数5における各数値の具体例としては、焦点距離 $f = 4$ (mm)、水平方向の画素数 $Nw = 320$ (ピクセル)、受光領域の横幅 $w = 4$ (mm)、フレーム周期 $T = 1/30$ (秒) 程度になる。

30

【0087】

以上の画像処理を、2つのCCDカメラ19a、19bによる画像に対し同様に行えば、車両の左右における道路端までの距離DL、DRが求められる。よって、これらを加えると共に、更に車両の横幅を考慮して、走行中の道路における道幅を算出することができる。例えば、図2(b)の設置状態において車両が横幅Wを有するとき、道幅RWは、

【0088】

【数7】

$$RW = DL + DR + W$$

と近似的に求めることができる。

【0089】

なお、算出された道幅RWに対応する道幅データを地図データと関連づけて道幅データ記憶部13に更新可能に記憶すれば、後述の各種の処理に利用することができる。

40

【0090】

次に、本実施形態に係るナビゲーション装置における具体的な画像処理に関し、図10及び図11を参照して説明する。図10は、走行中の車両が道路端に近接するのを防止するための処理を示すフローチャートであり、図11は、複数車線の道路を走行中の車両が設定経路に対し適正な車線を走行させるための処理を示すフローチャートである。なお、図10及び図11は、主に制御部11の制御に従って行われる処理である。

【0091】

図10に示す処理が開始されると、上述のような画像処理部18の処理により、両側の道

50

路端までの距離DL、DRが求められ、これに基づき数7に従って道幅RWが算出される（ステップS1）。そして、ステップS1にて算出された道幅RWに対応する道幅データは、地図データと関連づけられて道幅データ記憶部13に書き込まれる（ステップS2）。このとき、予め設定された道路上の所定のポイントにおいて、道幅データの書き込みを行うようにしてもよい。

【0092】

次いで、ステップS1において得られた距離DL、DRに基づいて、走行中の車両が道路端に寄り過ぎているか否かが判断される（ステップS3）。すなわち、基準となる所定の距離を設定しておき、距離DL又はDRがこの所定の距離より小さい値となる場合は、車両が道路端に寄り過ぎであると判断すればよい。

10

【0093】

ステップS3の判断結果が「YES」である場合、車両が道路端に寄り過ぎであることをドライバーに警告する（ステップS4）。例えば、道路端に寄り過ぎである旨を示す所定のメッセージを、スピーカ17から音声として出力すればよい。あるいは、同様のメッセージ又は表示記号等をディスプレイ16に表示してもよい。

【0094】

ステップS3の判断結果が「NO」である場合、あるいはステップS4を終えると、車両が走行中であるか否かを判断する（ステップS5）。車両が走行中でない場合（ステップS5；NO）、画像処理を行う必要がないので処理を終える。一方、車両がまだ走行中である場合（ステップS5；YES）、ステップS1～ステップS5の処理を繰り返す。

20

【0095】

ナビゲーション装置において、以上のステップS1～ステップS5の処理を行うことにより、常に正確な道幅RWをリアルタイムに求めることができる。そして、道路端までの距離DL、DRを監視し、走行中の車両が道路端に寄り過ぎた時に、ドライバーに警告を行うようにしたので、ドライバーの運転を補助して走行中の安全を確保することができる。また、道幅データを道幅データ記憶部13に適宜に書き込むようにしたので、後に同じ道路を走行する場合、有効に道幅データを活用することが可能となる。

【0096】

次に、図11に示す処理は、ナビゲーション装置に所望の目的地が設定され、経路が判断される状況下にて行われる。まず、ステップS1と同様にして、両側の道路端までの距離DL、DRが求められ、更に道幅RWが算出される（ステップS11）。

30

【0097】

そして、地図データ記憶部12の地図データに含まれる走行中の車線に対する車線情報を読み出す（ステップS12）。この車線情報は、走行中の道路が何車線であるを示す情報であるため、車線情報に基づき走行中の道路が複数車線であるか否かを判断する（ステップS13）。

【0098】

ステップS13の判断結果が「YES」である場合、ステップS11の判断結果に基づいて、複数車線のうち現在どの車線を走行中であるかを判定する（ステップS14）。この判定は、ステップS1にて求めた車両の両側の道路端までの距離DLとDRとの比に基づいて行うことができる。

40

【0099】

続いて、ステップS14で判定された車線が、目的地に達する経路に対応して適正な車線であるか否かを判断する（ステップS15）。すなわち、例えば3車線の道路を走行している場合を例にとると、一般的には前方で右折するときは右側の車線が適正となり、前方で左折するときは左側の車線が適性となり、そのまま直進するときは何れの車線であってもよいことになる。あるいは予め左折、右折時の適正車線の情報を設定しておいてもよい。

【0100】

ステップS15の判定の結果、車両が適正な車線を走行している場合は（ステップS15

50

；YES）処理を終える。一方、車両が適正ではない車線を走行している場合は（ステップS15；NO）、ドライバーに車線変更の案内を指示する（ステップS16）。例えば、右折ポイントの手前で左側の車線を走行している場合、もう2車線右に移動することをドライバーに促す旨のメッセージを、スピーカ17から音声として出力し、あるいはディスプレイ16に表示すればよい。

【0101】

ナビゲーション装置において、以上のステップS11～ステップS16の処理を行うことにより、複数車線の道路において車両が位置する車線をリアルタイムに判定することができる。そして、右折や左折等を行うために適正な車線に位置しない場合のみ、ドライバーに車線変更の案内を行うようにしたので、必要な場合のみ案内が行われ、既に適正な車線を走行している場合は、不要な案内が行われずに済む。そのため、利便性が高く、ドライバーにとって一層快適なナビゲーションが実現可能となる。

10

【0102】

なお、図11の例では、車両が適正ではない車線を走行しているときにのみ車線変更の案内を指示する場合、すなわち、適正な車線を走行しているときに車線変更の案内を指示しない場合を説明したが、これに限られず、車両が適正な車線を走行しているとき、何らかの案内を行うようにしてもよい。例えば、適正な車線を走行中に、「このままの車線を維持して下さい」などの案内を音声等により出力してもよい。これにより、運転中のドライバーに適正な車線を走行していることを把握させて安心感を与えることができる。

【0103】

以上、実施形態に基づき本発明を説明したが、本発明は上記実施形態に何ら限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で種々の改良変形が可能であることは容易に推察できるものである。

20

【0104】

例えば、撮像手段としてのCCDカメラ19a、19bにより撮像した画像をディスプレイ16に表示するようにしてもよい。本実施形態では、CCDカメラ19a、19bが車両前方において真横方向を撮像するように設置されているため、ドライバーが側方を直接見ることができる位置に達する前に、ディスプレイ16にて側方画像を視認することができる。特に、車両が狭い路地から交差点に進入する場合などは、車両先端を僅かに交差点に出すだけで側方画像を視認でき、車両の安全走行に有用となる。

30

【0105】

また、上記実施形態では、撮像手段としてのCCDカメラ19a、19bが車両の側方における真横方向を撮像するように設置されている場合を説明したが、これに限られず、車両の側方における斜め前寄り方向を撮像するように設置してもよい。これにより、側方画像を時間的に先行して処理することができ、タイムリーに道路端までの距離を求めることができる。

【0106】

あるいは、CCDカメラ19a、19bを車両の側方における斜め下寄り方向を撮像するように設置してもよい。一般に、垂直方向の画角が狭いCCDカメラ19a、19bを用いると、車両が道路端に近接したときに道路端が画像内に入らなくなる場合が生じる。このような場合であっても、CCDカメラ19a、19bの撮像方向が下寄りであれば、道路端が画像内に入るのので、道路端までの距離を求めることが可能となる。

40

【0107】

また、より広い画角を有するCCDカメラ19a、19bを用いてもよい。例えば、水平方向の画角が180度近くあるCCDカメラ19a、19bを用い、それぞれの撮像画像における左側の領域と右側の領域に対し別個に上述の処理を行うことにより、道路端までの距離を求めてもよい。これにより、一層きめ細かく道路端までの距離を求めることができる。

【0108】

【発明の効果】

50

以上説明したように、本発明によれば、撮像手段により走行中の車両の側方を撮像し、画像処理を行って道路端までの距離を求めるようにしたので、走行車両の安全確保や道幅データの取得など、車両の安全性と利便性を高めることが可能となる。

【0109】

また、本発明をナビゲーション装置に適用すれば、車両の道路端近接時のドライバーへの告知、車線判定に基づく車線変更の告知、道幅データの記憶などにより、ナビゲーション装置を支援して機能向上を図ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態に係るナビゲーション装置の概略構成を示す図である。

【図2】ナビゲーション装置の画像処理部の構成を示す図である。

10

【図3】CCDカメラの車両への設置状態を示す図であり、(a)は車両上方から見た設置状態、(b)は車両前方から右側の設置状態をそれぞれ示す図である。

【図4】CCDカメラにより撮像された画像をピンホールカメラのモデルで表した図である。

【図5】空間座標系と画像データのピクセル座標系の関係を表した図である。

【図6】移動ベクトルを求める際に画像平面内に定義する参照ブロックについて説明する図である。

【図7】画像平面内の所定の参照ブロックに対し、サーチ範囲内に比較ブロックを定義して、移動ベクトルを求める方法を説明する図である。

【図8】本実施形態に係る画像処理において、道路端までの距離及び道幅の算出方法を説明する図である。

20

【図9】画像内の移動ベクトルの大きさ及び壁面との距離が変化する様子を説明する図である。

【図10】本実施形態に係るナビゲーション装置において、道幅検出に対応して、走行中の車両が道路端に近接するのを防止するための処理を示すフローチャートである。

【図11】本実施形態に係るナビゲーション装置において、道幅検出に対応して、複数車線の道路を走行中の車両が設定経路に対し適正な車線を走行させるための処理を示すフローチャートである。

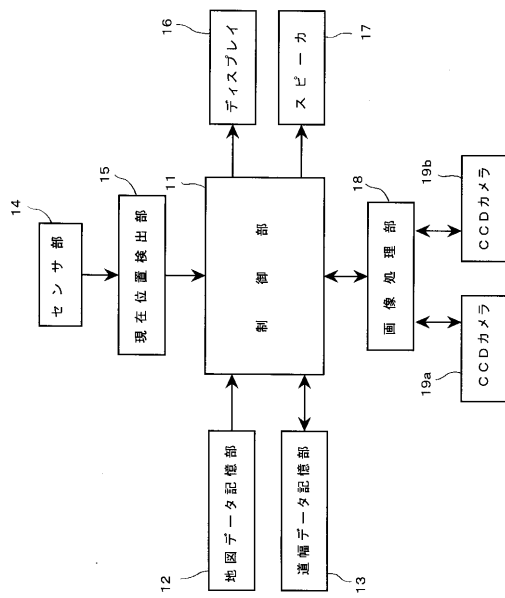
【符号の説明】

- 11…制御部
- 12…地図データ記憶部
- 13…道幅データ記憶部
- 14…センサ部
- 15…現在位置検出部
- 16…ディスプレイ
- 17…スピーカ
- 18…画像処理部
- 19a、19b…CCDカメラ
- 21…A/Dコンバータ
- 22…第1画像メモリ
- 23…第2画像メモリ
- 24…移動ベクトル検出部
- 25…移動ベクトル処理部

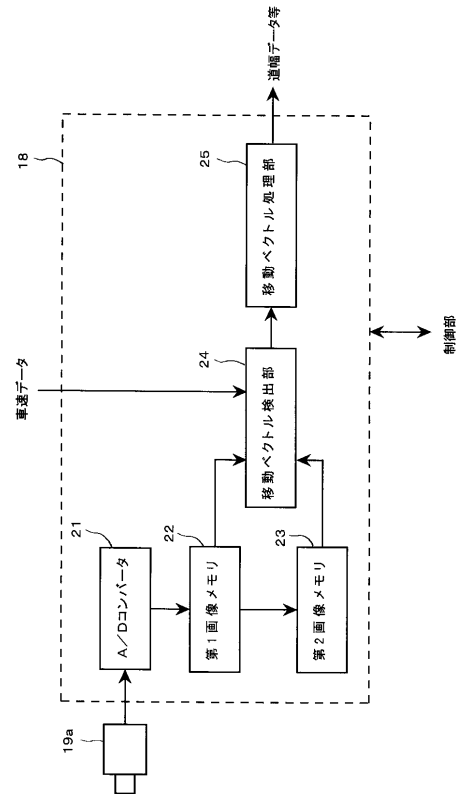
30

40

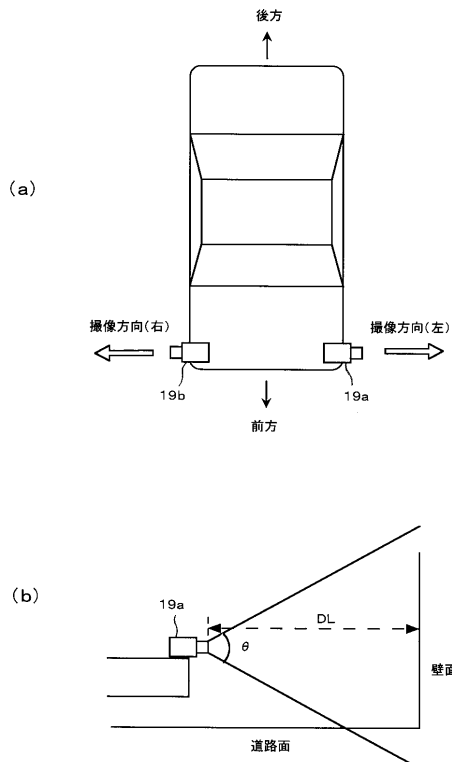
【図 1】



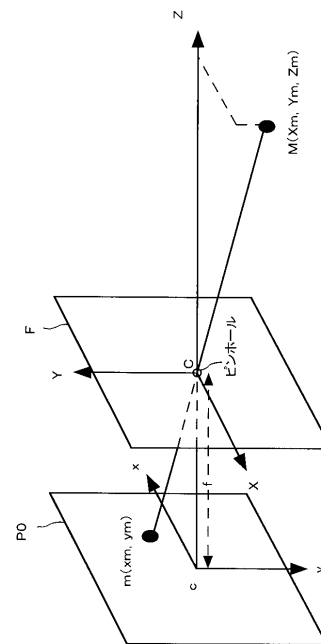
【図 2】



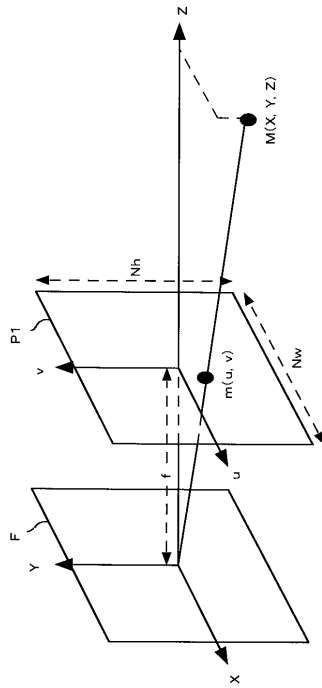
【図 3】



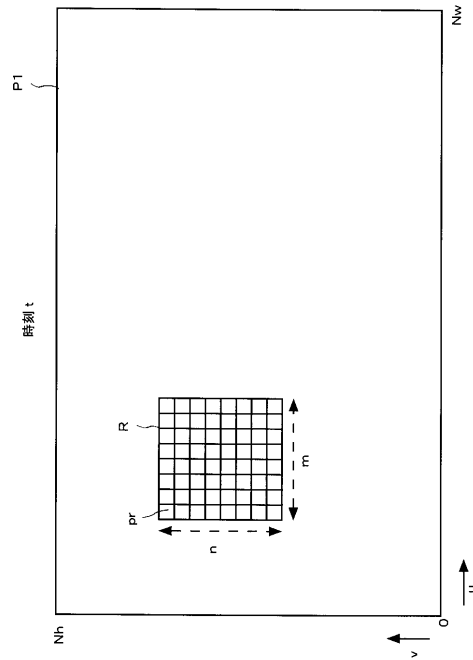
【図 4】



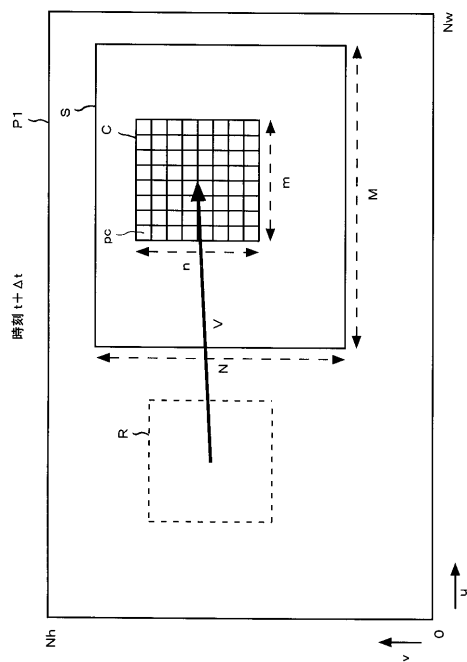
【 図 5 】



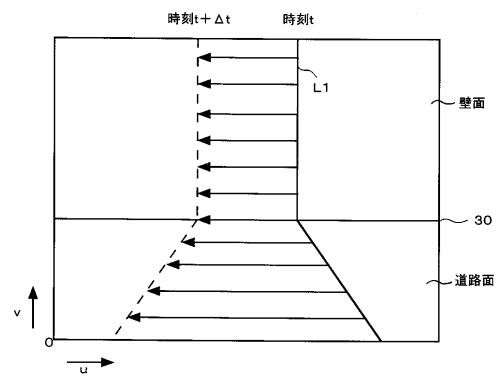
【图 6】



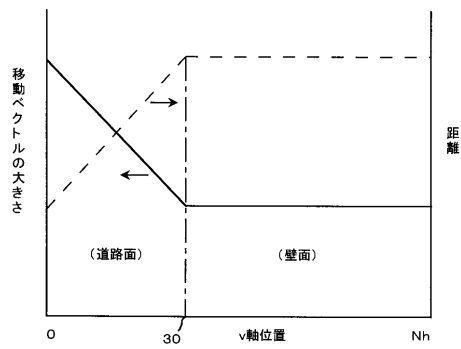
【圖 7】



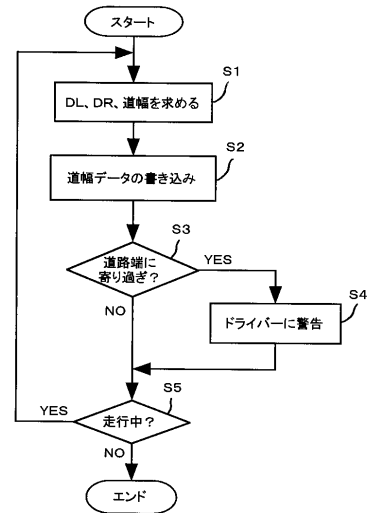
【 図 8 】



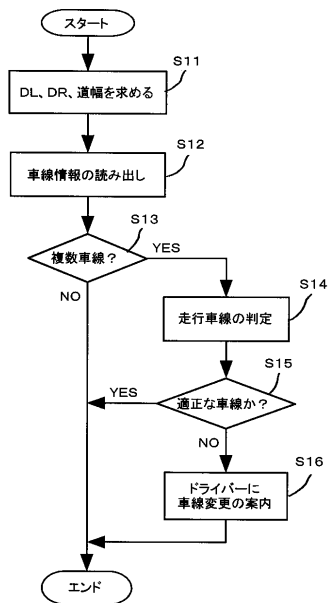
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-093954 (JP, A)
特開平06-130076 (JP, A)
特開平07-027541 (JP, A)
特開平07-077431 (JP, A)
特開平10-009886 (JP, A)
特開平10-031799 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06T 1/00,7/20