

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4793324号
(P4793324)

(45) 発行日 平成23年10月12日(2011.10.12)

(24) 登録日 平成23年8月5日(2011.8.5)

(51) Int.Cl.	F I	
G08G 1/01 (2006.01)	G08G	1/01 D
G06T 7/60 (2006.01)	G06T	7/60 150B
G06T 1/00 (2006.01)	G06T	7/60 300A
G08G 1/052 (2006.01)	G06T	1/00 330A
H04N 5/225 (2006.01)	G08G	1/052

請求項の数 16 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2007-142754 (P2007-142754)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成19年5月30日(2007.5.30)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2008-299458 (P2008-299458A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成20年12月11日(2008.12.11)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成21年3月27日(2009.3.27)		弁理士 井上 学
		(72) 発明者	高橋 一哉
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
			株式会社 日立製作
			所 日立研究所内
		(72) 発明者	北村 忠明
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
			株式会社 日立製作
			所 日立研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両監視装置および車両監視方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

カメラで撮影した画像を用いて路上を走行する車両を監視する車両監視装置において、前記カメラで撮影した画像から車両のエッジを検出するエッジ検出手段と、前記エッジ検出手段の検出する車両のエッジを任意の平面に投影する投影手段と、前記投影手段により投影されたエッジの長さが予め定めたしきい値よりも大きい場合に、前記エッジの長さが前記しきい値以下となる投影位置を前記エッジの存在位置と推定するエッジ位置推定手段と、を備えることを特徴とする車両監視装置。

【請求項2】

請求項1において、前記エッジ位置推定手段により推定したエッジ位置における路面からのエッジの高さを前記車両の高さと推定することを特徴とする車両監視装置。

【請求項3】

請求項1において、前記カメラの撮影領域の路面の輝度パターンを保持する路面輝度パターン保持部を備え、前記カメラの撮影画像の輝度パターンと前記路面の輝度パターンとの類似度が低い状態から高い状態へ遷移したときの画像において車両のエッジを抽出することを特徴とする車両監視装置。

【請求項4】

請求項1において、

前記エッジ位置推定手段により推定したエッジ位置を車両の走行車線と推定することを特徴とする車両監視装置。

【請求項 5】

請求項 1 において、

所定時間における前記エッジの存在位置の所定時間における移動距離から車両の速度を計測することを特徴とする車両監視装置。

【請求項 6】

路上を走行する車両をカメラで撮影し、該撮影した画像を用いて前記車両を監視する車両監視装置において、

前記カメラで撮影された画像から車両のエッジを検出する車両エッジ検出手段と、

前記カメラで撮影された画像をカメラパラメータによって路面上に投影変換する投影変換手段と、

前記投影変換手段により路面上に投影された画像の車両エッジの長さが予め定めたとしきい値よりも小さい場合に、前記路面上における前記エッジの位置を車両存在位置と推定する第 1 の推定手段と、

前記投影変換手段により路面上に投影された画像の車両エッジの長さが予め定めたとしきい値よりも大きい場合に、前記エッジが投影される位置を前記カメラの視線方向に引き戻し、前記エッジが前記しきい値以下となる投影位置を車両の存在位置と推定する第 2 の推定手段と、を備えることを特徴とする車両監視装置。

【請求項 7】

請求項 6 において、

前記第 2 の推定手段により推定された車両の存在位置における車両エッジの路面からの高さを前記車両の高さと推定することを特徴とする車両監視装置。

【請求項 8】

請求項 6 において、

前記投影変換手段により路面上に投影された画像の車両エッジの長さが予め定めたとしきい値よりも大きい場合に、

前記車両の存在位置は、前記しきい値を前記投影変換手段により路面上に投影された画像の車両エッジの長さで除した係数を乗数とすることで得られる座標として算出されることを特徴とする車両監視装置。

【請求項 9】

請求項 6 において、

前記第 1 の推定手段または前記第 2 の推定手段により推定された車両の存在位置における車両エッジの長さを前記車両の幅と推定することを特徴とする車両監視装置。

【請求項 10】

請求項 6 において、

前記カメラの撮影領域に車両の通過タイミングを計る照合領域と、

前記照合領域の路面の輝度パターンを保持する路面輝度パターン保持部とを備え、

前記カメラの撮影画像の輝度パターンと前記路面の輝度パターンとの類似度が低い状態から高い状態へ遷移したときの画像において車両エッジを抽出することを特徴とする車両監視装置。

【請求項 11】

請求項 6 において、

前記第 1 の推定手段または前記第 2 の推定手段により推定された車両の存在位置の所定時間における移動距離から車両の速度を計測することを特徴とする車両監視装置。

【請求項 12】

カメラで撮影することで路上を走行する車両を監視する車両監視方法において、

前記カメラで撮影した画像から車両のエッジを検出し、

検出した前記車両のエッジを路面と平行な平面上に投影し、

投影した前記エッジの長さが予め定めたとしきい値よりも大きい場合に、前記エッジの長

10

20

30

40

50

さが前記しきい値となる投影位置を前記エッジの存在位置と推定することを特徴とする車両監視方法。

【請求項 13】

請求項 12 において、

推定したエッジの存在位置における路面からのエッジの高さを前記車両の高さと推定することを特徴とする車両監視方法。

【請求項 14】

請求項 12 において、

前記カメラの撮影画像の輝度パターンと前記路面の輝度パターンとの類似度が低い状態から高い状態へ遷移したときの画像において車両のエッジを抽出することを特徴とする車両監視方法。

10

【請求項 15】

請求項 12 において、

前記エッジの存在位置を車両の走行車線と推定することを特徴とする車両監視方法。

【請求項 16】

請求項 12 において、

前記エッジの存在位置の所定時間における移行距離から車両の速度を計測することを特徴とする車両監視方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は路上の車両を検出する車両監視装置とそのプログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

路上に設置した支柱にカメラを設置して、前記カメラで道路および車両を俯瞰した動画を撮影し、該動画を画像処理することにより、車両を検出追跡して車線毎の通過台数と速度を計測する交通量計測装置が知られている。カメラ画面内で検出した車両は前記カメラのカメラパラメータたとえば、カメラの高さ、ピッチ角（俯角）、ロール角（前記カメラのレンズ光軸を軸とした回転角）、ヨー角（道路方向とカメラの向きの偏角）、焦点距離（カメラのズーム率に関する）等を用いて、路面上の実際の座標系に変換することで通行車線の判定と、通過速度を計測している。たとえば、特許文献 1 に記載の物体認識装置の第一実施例において、俯瞰カメラによる画像を当該カメラのカメラパラメータに基づいて、高さゼロすなわち路面上へ投影する。当該投影画像から車両特徴（主に水平エッジ）を抽出した上で、これらの水平エッジを車線毎または所定の距離によりグループ分けして、グループ毎に車両モデルに当てはめて、当該車両の位置を特定する物体認識装置が開示されている。

30

【0003】

図 5 は路上カメラのピンホールカメラモデルである。VP はカメラの設置位置であると共にカメラの視点でもあり、VP とスクリーンの距離 F は焦点距離である。現実にはカメラの高さは路上から数メートルで、焦点距離 F は数十ミリメートルであるが、説明のためにデフォルメされている。通常はレンズで集光する構成のため、視点位置にレンズ中心を置き、スクリーンはレンズ後方に置きここに CCD などの受光素子を配置することで画像を電気信号に変換する。しかし図 5 においてはピンホールカメラモデルの透視変換を説明しやすいように、視点前方に仮想的にスクリーンを置いている。例えば、路面上の点 gCNT にカメラ中心が向いているとすると、視点 VP とスクリーン中心 cCNT と gCNT はカメラ光軸上に一直線にのる。ここで、ピッチ角は、VP と gCNT を結ぶ線分と、カメラを設置する支柱の路上の位置である O と gCNT を結ぶ線分のなす角をいう。路上に原点を持つワールド座標系の原点を O に置き、道路横断方向に X 軸、道路方向に Y 軸、支柱上向きに Z 軸を取ることにすると、原点 O と gCNT を結ぶ線分が Y 軸となす角をヨー角と呼ぶ。ロール角はここでは図示していないが、カメラ光軸（VP と cCNT を結ぶ半

40

50

直線)を軸とするスクリーンの回転角である。

【0004】

図6は路側に立てた支柱に設置のカメラによる道路俯瞰画像の例である。第一車線に大型車、第二車線に小型車が存在する場合である。ヨー角がゼロでないために高さのある大型車ほど隣接車線に大きくはみ出している。

【0005】

【特許文献1】特許3516118号公報

【特許文献2】特開2001-357402号公報

【特許文献3】特許3541774号公報

【特許文献4】特許3435623号公報

【非特許文献1】井口征士：“三次元画像計測”：昭晃堂：pp91～99

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1では、1台のカメラでの観測につき、物体の高さを計測することができないので、物体の各部分は路面上にあるものとみなして、路面上へ透視変換してから車両水平エッジを検出する装置が開示されている。図7(a)は特許文献1の記載にしたがって路面上へ透視変換した図であり、図7(b)は更に水平エッジを抽出した図である。ただし、図7(b)において破線で示した車線の区分線と車両の輪郭は説明の便宜上設けたものであり、水平エッジ検出処理で抽出できるものではない。特許文献1では水平エッジを車両ごとに分類してから予め設けてある各種エッジパターンモデルにあてはめて車両の位置を特定している。しかし、水平エッジは車線ごとまたは透視変換後の距離に基づいてグループ分けしており、特に図7の例のようにヨー角のあるシーンでの大型車の水平エッジにおいては、車両のグループ分けを誤る可能性が高く、車両の台数および存在位置を適切に計測できないという問題があった。

【0007】

本発明は、1台のカメラを用いて車両の台数や存在位置の計測精度を向上させた車両監視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】

【0008】

本発明の特徴の一つは、カメラで撮影した画像から車両のエッジを検出するエッジ検出手段と、エッジ検出手段の検出する車両のエッジを任意の平面に投影する投影手段と、投影手段により投影されたエッジの長さが予め定めた閾値よりも大きい場合に、エッジの長さが閾値以下となる投影位置をエッジの存在位置と推定するエッジ位置推定手段と、を備えることである。

【0009】

または、カメラで撮影された画像から車両のエッジを検出する車両エッジ検出手段と、カメラで撮影された画像をカメラパラメータによって路面上に投影変換する投影変換手段と、投影変換手段により路面上に投影された画像の車両エッジの長さが予め定めたしきい値よりも小さい場合に、路面上におけるエッジの位置を車両存在位置と推定する第1の推定手段と、投影変換手段により路面上に投影された画像の車両エッジの長さが予め定めたしきい値よりも大きい場合に、エッジが投影される位置を前記カメラの視線方向に引き戻し、エッジが前記しきい値以下となる投影位置を車両の存在位置と推定する第2の推定手段と、を備えることで上記課題を達成できる。

【0010】

または、カメラで撮影した画像から車両のエッジを検出し、検出した前記車両のエッジを路面と平行な平面上に投影し、投影した前記エッジの長さが予め定めた閾値よりも大きい場合に、前記エッジの長さが前記閾値となる投影位置を前記エッジの存在位置と推定する車両監視方法により上記課題を解決することができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

以上の構成により、車の存在位置検出の精度を向上させることが可能となり、交通量などの交通指標を計測する際には、高精度な計測装置を提供することができるという効果がある。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 2 】

以下、図面を参照しながら本発明の車両監視装置を実施するための最良の形態を説明する。

【 0 0 1 3 】

図 1 は本発明の車両監視装置の実施例であり、画像入力手段 1 1 と、車両後部絞込み手段 1 2 と、水平エッジ検出手段 1 3 と、車両幅変換手段 1 4 と、車両位置推定手段 1 5 と、車両追跡手段 1 6 と、交通指標計算手段 1 7 と、カメラパラメータ保持手段 1 8 で構成される。画像入力手段 1 1 は I T V カメラを利用することができ、毎秒 6 0 フレームから 1 5 フレーム程度の一定のフレームレートで車両後部絞込み手段 1 2 および車両追跡手段 1 6 に入力する。車両後部絞込み手段 1 2 は時系列に入力する複数フレームの画像から移動ベクトルの有無、あるいは路面画像との類似度の変化、あるいはエッジ輝度の変化から車両の後部領域を絞り込む。水平エッジ検出手段 1 3 においては、車両後部絞込み手段 1 2 にて絞り込まれた領域において水平エッジを検出する。次に車両幅変換手段 1 4 にて、ピンホールカメラモデルに用いる透視変換法（非特許文献 1 に詳細あり）により路面上に投影した場合の当該水平エッジの長さを計測する。車両位置推定手段 1 5 においては、大型車両の車幅として上限の 2 . 5 メートルから 3 . 0 メートル程度の範囲で車幅しきい値を定め、前記水平エッジの路面上に投影した場合の長さが前記車幅しきい値以下の場合には当該エッジの路面への投影位置を車両の後部の存在位置と推定し、前記水平エッジの路面上に投影した場合の長さが前記車幅しきい値よりも大きい場合は画像入力手段 1 1 のカメラの視線に沿って前記水平エッジを前記カメラに接近する方向へ仮想的に引き戻して、前記車幅しきい値以下になる位置の路面直下を車両後部位置と推定し、当該車両後部推定位置を基準として画像小領域を切り出す。ここで、前記大型車両の車幅上限としては、本発明が有料道路等の専用ゲートを通る場合であって、通過車両の車幅が当該専用ゲートを通る際に計測されて既知である場合には、大型車両に分類された車両の計測された車幅を用いることもできる。また、複数台車両の平均値に対して 1 割増しから 5 割増しの値を用いることもできる。車両追跡手段 1 6 は例えば、特許文献 4 に開示されているように、前記画像小領域を車両後部の輝度パターンとみなして最初のテンプレートとし、パターンマッチングにより車両を追跡する。交通指標計算手段 1 7 は車両追跡手段 1 6 において追跡する車両の位置から通行車線を判定して車線ごとの通過台数を計数する。また、車両追跡手段 1 6 において追跡する車両のフレームごとの移動量から当該車両の速度を計測する。車両追跡手段 1 6 において計測される当該車両の位置と移動量はあくまでも画像入力手段 1 1 のカメラの、スクリーン上のことであるから透視変換法によって当該車両の位置を路面上に投影する必要がある。カメラパラメータ保持手段 1 8 は画像入力手段 1 1 のカメラのカメラパラメータを保持しており、車両幅変換手段 1 4 と、車両位置推定手段 1 5 と、交通指標計算手段 1 7 において透視変換する際に参照される。

【 0 0 1 4 】

図 2 は車両後部検出手段の一例を示す図である。図 2 において、車両後部絞込み手段 1 2 は、入力画像の画面内で車両が進入してくる位置に設けた照合領域の路面の基準輝度パターンを保持する基準パターン保持手段 2 1 と、入力画像と前記基準画像を、相関係数を類似度としてパターン照合するパターン照合手段 2 2 と、循環型アドレッシングをするメモリアドレス管理手段 2 4 に基づいてアクセスされて所定フレーム分のパターン照合類似度を保持する類似度バッファメモリ 2 3 と、類似度バッファメモリ 2 3 の保持する類似度時系列の変化から車両後部の通過タイミングを計って前記入力画像から車両後部候補画像を出力する車両後部候補切り出し手段 2 5 からなる。

【 0 0 1 5 】

図3は車両後部絞込み手段12の処理画面の例であって、車線ごとに照合領域31と、照合領域32と、照合領域33が、車両が進入する位置に設定されている。各照合領域において、保持している路面の基準パターンと入力画像の該当領域について相関演算をしてその類似度を参照する。車両が存在せず、路面が当該画像上に現れている場合は類似度が高く、車両通過中につき路面が遮蔽されている場合は原則として類似度が低い。前記類似度時系列において、類似度の低いフレームがしばらく続いて類似度が高くなるタイミングが、車両が当該照合領域を通過した直後であり、このタイミングで領域34, 領域35, 領域36の中で最も長い水平エッジを持つ部分が、車両後部が路面と接する位置である可能性が高い。そこで、照合領域31, 照合領域32, 照合領域33にて車両通過タイミングが検出された場合にそれぞれ、領域34, 領域35, 領域36を出力する。以上が車両後部絞込み手段12の動作の一例である。照合領域においては特許文献2に開示されているように移動ベクトルの有無を車両通過タイミングに用いたり、特許文献3に開示のように水平エッジ強度の変化で車両通過タイミングを計ったりしても良い。

10

【0016】

図4は水平エッジ検出手段13が処理すべき画像領域と検出したエッジの例を示す図である。図4(a)は車両後部として正しいタイミングで処理領域34が入力された場合で、ここでの検出エッジは図4(b)に示す水平エッジ41である。これは当該車両と路面の接する位置であり、車両位置を特定するに相応しいエッジである。一方、図4(c)は車両後部として誤ったタイミングで処理領域34が入力された場合で、ここでの検出エッジは図4(d)に示す水平エッジ42および水平エッジ43である。このようなタイミングの誤りは車両の輝度が路面輝度に近い場合に発生する。水平エッジ42および水平エッジ43のように路面と隔たりの大きいエッジを路面上の車両の位置と推定すると、当該車両の存在車線を誤ることとなり、また、速度計測に大きな誤差を生じることになる。この問題を解消するために次段の車両幅変換手段14と車両位置推定手段15の処理が必要となる。尚、水平エッジを検出するフィルタとしては図13に示すようなソーベルフィルタなどがある。図13(a)は窓サイズ3行3列のフィルタ処理の荷重インデックスを示し、図13(b)は対応する荷重を示す。ソーベルフィルタは数1によって計算される。

20

【0017】

【数1】

$$\text{Out}(x, y) = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 a_{ij} \text{In}(x+i-2, y+j-2) \quad \dots \text{(数1)}$$

30

【0018】

ここで、 $\text{In}(x, y)$ はフィルタ処理の対象となる画像であって、車両後部絞込み手段12により絞り込まれた領域内のある画素の輝度を示していて、 x と y は当該画素の画面上での座標を表す。 $\text{Out}(x, y)$ はフィルタ処理後の画像における該当画素の輝度である。図13(b)に示す荷重で数1の処理を行うことにより、フィルタ対象画像における画素ごとの上下方向の輝度差を算出することになり、従って上下の輝度差の大きい水平エッジの部分の値が大きくなる。

【0019】

ここで、実施例の透視変換について簡単に説明する。透視変換は図5に示すカメラピンホールモデルにおいて、路側に原点 O を置き、路面上に X 軸と Y 軸を定め、路面垂直方向に Z 軸を定めるワールド座標系で位置決めされる車両3次元実体と、スクリーン中心 c CNT に原点を置き、前記スクリーン上の2軸の直交座標系(図示せず)であるスクリーン座標系で位置決めされる車両の2次元像の対応関係を規定する変換である。画像処理による車両検出は元々はスクリーン上での位置が計測されるのみであるからこれを透視変換によってワールド座標系の実際の位置に変換して車両位置と速度を計測している。図8はワールド座標系とスクリーン座標系の関係を示す図である。図8(a)はワールド座標系とスクリーン座標系の変換関係を示す図であって、ワールド座標系とスクリーン座標系の間にはカメラ座標系がある。カメラ座標系は図5において、 VP を原点として1軸をカメラ

40

50

光軸すなわちVPとgCNTを結ぶ線分上に設けて、他の直交2軸を前記スクリーンに平行な平面上に設けた3次元座標系である(図示せず)。透視変換においては、このカメラ座標系を經由してワールド座標系とスクリーン座標系が関係付けられる。ワールド座標系とカメラ座標系の変換は、座標系の併進変換と回転変換により達成される。カメラ座標系とスクリーン座標系は、カメラ座標系で表された3次元空間中(路面上も含む)の車両の部分とVPを結ぶ線分がスクリーン平面と交わる点に投影されることから、焦点距離Fを用いた比例計算で求めることができる。以上の計算をするに際してカメラパラメータ保持手段18の保持するカメラパラメータを用いる。カメラパラメータとは、カメラピンホールモデルで説明したピッチ角とヨー角とロール角の角度と、焦点距離Fと、VPの位置するワールド座標、すなわち(0, 0, h)である。ここで、hはカメラの高さである。以上の関係により図8(b)の逆投影と図8(c)の順投影により座標が変換される。物理的には物体からレンズを通じてスクリーンに光が到達するので光の進行方向とは逆であるが、以後このように定義する。図8(b)の逆投影により、3次元空間中の車両の部分の位置は、画像中の車両の部分の位置として変換される。一方、図8(c)の順投影は2次元座標系から3次元座標系への変換であるので、当該車両の部分の高さもしくは幅等の情報に、画像中の車両の部分の位置が、3次元空間中の車両の部分の位置として変換される。

10

【0020】

図9は車両幅変換手段14により水平エッジ41, 水平エッジ42, 水平エッジ43等のワールド座標系への変換を示した図である。変換は図8(c)の順投影による。当該エッジの高さが不明なので、高さゼロすなわち路面上へ投影する。この状態について、図9(a)には道路を側方から見た図として、図9(b)には道路を真上から見た図として示す。図9(a)において、実際の、車両後部の路上の位置はDである。そこで、Cの位置に生じる水平エッジがスクリーンに投影した像(図示せず)に基づいて、ワールド座標に変換した場合はワールド座標の位置はDの近傍であり、これに基づく車幅計測値は実際の車幅に近いものとなる。一方、Bの位置に生じる水平エッジがスクリーンに投影した像aに基づいて、ワールド座標に変換した場合はワールド座標の位置はAとなる。図9(b)において、Aは実際の車両後部の位置よりも隣車線に変位し大きさも拡大していることが分かる。小型車の場合に屋根部に生じる水平エッジを路面上に変換した場合にも同様なことが生じるが、高さが低いために変位と拡大の量は少ない。

20

30

【0021】

図10は車両位置推定手段15の処理フローを示す図である。上述のように、検出された水平エッジを路面上にあるものとしてワールド座標に変換すると、位置の変位と拡大を生じるが小型車両は無視できる程度であり、大型車両については無視できない。これを鑑みて車両位置推定手段15は特に大型車両に関する位置変位を補正する処理である。図10において、水平エッジのワールド座標に基づいて水平エッジの長さを計測し、所定値と比較する(st101)。所定の値とは2.5メートルまたは3.0メートルまたは3.5メートル程度であり、一般的な大型車両の上限値である。一般的にはこれ以上の幅を持つ車両が通行していないにも関わらず、前記所定値以上の車幅を計測したということは、大型車両の上部に生じた水平エッジを路面上のワールド座標に変換したものと判断する。したがって、前記所定値以下の場合にはそのまま車両位置のワールド座標と決定する(st102)。所定値より大きい場合は車両位置の引き戻し推定処理を行って当該水平エッジの長さが前記所定値以下になるようにする(st103)。前記車両位置の引き戻し推定処理の詳細は後記する。その後、このときの車両位置を当該車両位置のワールド座標と決定する(st102)。次に当該車両のワールド座標を図8(b)の逆投影により、車両位置をスクリーン座標系に変換する(st103)。尚、st101からst102へ直に行くルートではst103における車両位置のスクリーン座標系は元々水平エッジ検出手段13の出力座標と同一であるからこの座標をst103の処理結果としても良い。

40

【0022】

図11は車両位置の引き戻し推定処理の概念図で、図11(a)は道路を側方から見た

50

図で、図 1 1 (b) は道路を真上から見た図である。ワールド座標の Y 軸は路面上で道路方向に定め、X 軸は路面上で道路横断方向に定め、Z 軸は路面から垂直上方に定める。カメラ視点 V P は Z 軸上に定める。図 1 1 (b) において、エッジ 1 2 は順投影によりエッジを路面上に投影したもので、その両端のワールド座標はそれぞれ 1 (X 1 , Y 1 , 0) と、 2 (X 2 , Y 2 , 0) であって、長さは R であるとする。エッジ 1 2 は長さ r であり、前記所定の長さになるように引き戻し推定した車両の位置を表す。エッジ 1 2 の両端のワールド座標はそれぞれ 1 (x 1 , y 1 , 0) と、 2 (x 2 , y 2 , 0) であるとする。エッジ 1 2 のワールド座標は〔数 2〕、〔数 3〕、〔数 4〕、〔数 5〕により計算される。

【 0 0 2 3 】

【数 2】

$$x1 = \frac{r}{R} X1 \quad \dots \text{ (数 2)}$$

【 0 0 2 4 】

【数 3】

$$y1 = \frac{r}{R} Y1 \quad \dots \text{ (数 3)}$$

【 0 0 2 5 】

【数 4】

$$x2 = \frac{r}{R} X2 \quad \dots \text{ (数 4)}$$

【 0 0 2 6 】

【数 5】

$$y2 = \frac{r}{R} Y2 \quad \dots \text{ (数 5)}$$

【 0 0 2 7 】

以上の処理により仮に大型車両の屋根に生じたエッジであっても適切に車両の位置を算出し得る。さらに、エッジ 1 2 の距離を車両の車幅と推定でき、エッジ 1 2 の高さを車両の高さと推定することが可能となる。

【 0 0 2 8 】

図 1 2 は車両追跡手段 1 6 の処理フローの図である。前段の車両位置推定手段 1 5 から車両位置のスクリーン座標を入力する (s t 1 2 1)。このスクリーン座標に基づいて、当該画像から車両後部領域の画像を切り取って初期テンプレートとする (s t 1 2 2)。テンプレートの大きさは当該画像の切り出し位置における車線の幅に比例して定めることができる。当該テンプレートを切り出したフレームの次に入力した画像に対して正規化相関演算によりパタン照合を行う (s t 1 2 3)。パタン照合により該当領域がない場合は追跡を終了し (s t 1 2 4)、ある場合は当該スクリーン座標を出力した上で (s t 1 2 5)、当該スクリーン座標について、パタン照合の対象とした画像から当該領域を切り出すことによりテンプレートを更新する (s t 1 2 6)。テンプレート更新後は s t 1 2 3 の処理に戻り追跡処理を繰り返す。

【 0 0 2 9 】

交通指標計算手段 1 7 は車両追跡手段 1 6 の出力する、車両位置に関するスクリーン座標をカメラパラメータ保持手段 1 8 に保持のカメラパラメータを用いて、路面上であるとして、図 8 (c) の順投影によりワールド座標系に変換する。当該車両のワールド座標に基づいて車両の通過車線を特定し、所定時間における移動距離から速度を計測する。

【 0 0 3 0 】

10

20

30

40

50

以上説明した処理により、例えば大型車両が画像領域に混入した場合であっても、車両の存在する走行レーンを誤認識せず、正しい車両位置を検出することができるため、大型車両の混入率の高い場合でも精度良く車両監視をすることができる。

【0031】

なお、本実施例では車両幅変換手段によるエッジのカメラ座標系からワールド座標系への変換方法として、高さゼロの路面上へ投影する方法を説明したが、投影する平面は必ずしも高さゼロの路面上である必要はなく、例えば、任意の高さの路面に平行な平面に投影する方法においても、本願と同様の効果を奏する。

【産業上の利用可能性】

【0032】

本発明は複数のカメラを用いてステレオ撮影しなくても、大型車両の高さと位置を推定することで、車両位置を高精度に検出できるため、大型車両の通行車線の特定および速度計測の精度を向上させることができる。交通情報の計測センサーとして有用である。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の実施の一例を示す図。

【図2】車両後部検出手段の一例を示す図。

【図3】車両後部絞込み手段の処理画面の例を示す図。

【図4】水平エッジ検出例を示す図。

【図5】路上カメラのピンホールモデルを示す図。

【図6】路上カメラによる、道路俯瞰画像の例を示す図。

【図7】路面への透視変換と抽出された水平エッジを示す図。

【図8】ワールド座標系とスクリーン座標系の関係を示す図。

【図9】車両幅変換手段によるエッジのワールド座標系への変換を示す図。

【図10】車両位置推定手段の処理フローを示す図。

【図11】車両位置の引き戻し推定処理の概念図。

【図12】車両追跡手段の処理フローを示す図。

【図13】ソーベルフィルタの例を示す図。

【符号の説明】

【0034】

- 1 1 画像入力手段
- 1 2 車両後部絞込み手段
- 1 3 水平エッジ検出手段
- 1 4 車両幅変換手段
- 1 5 車両位置推定手段
- 1 6 車両追跡手段
- 1 7 交通指標計算手段
- 1 8 カメラパラメータ保持手段
- 2 1 基準パターン保持手段
- 2 2 パターン照合手段
- 2 3 類似度バッファメモリ
- 2 4 メモリアドレス管理手段
- 2 5 車両後部候補切り出し手段
- 3 1 , 3 2 , 3 3 照合領域
- 3 4 , 3 5 , 3 6 領域
- 4 1 , 4 2 , 4 3 水平エッジ

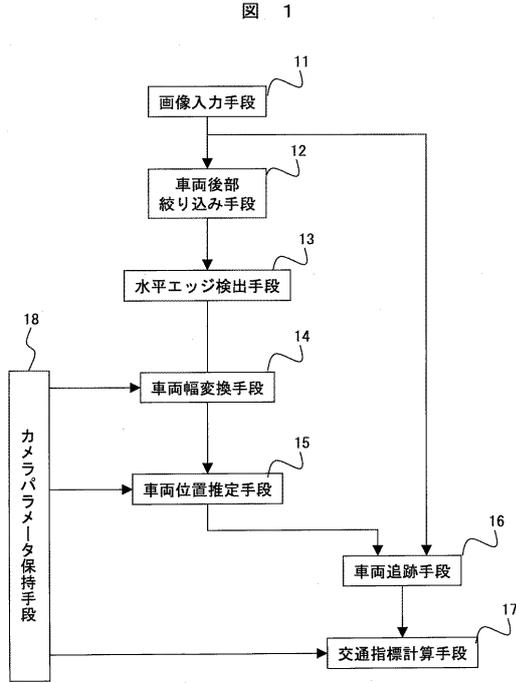
10

20

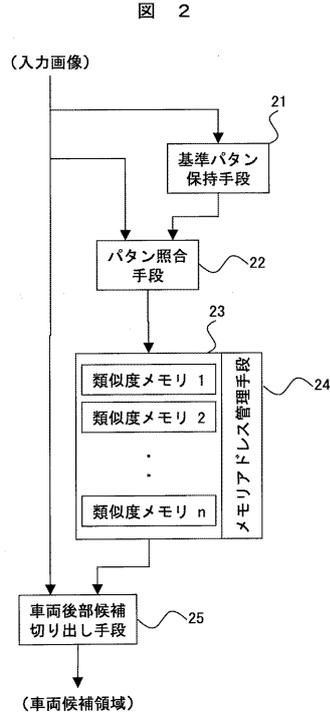
30

40

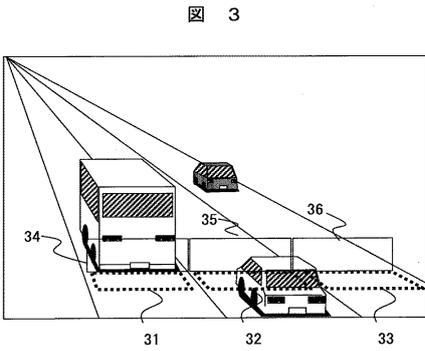
【図1】



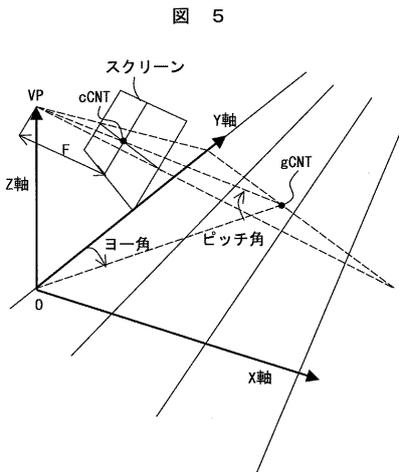
【図2】



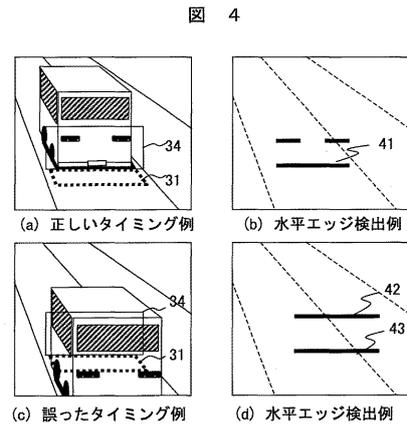
【図3】



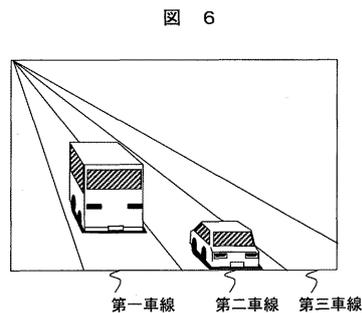
【図5】



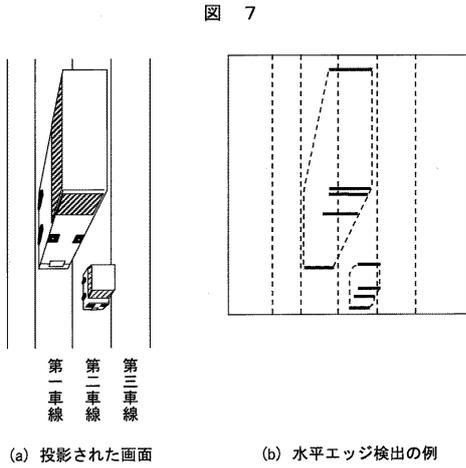
【図4】



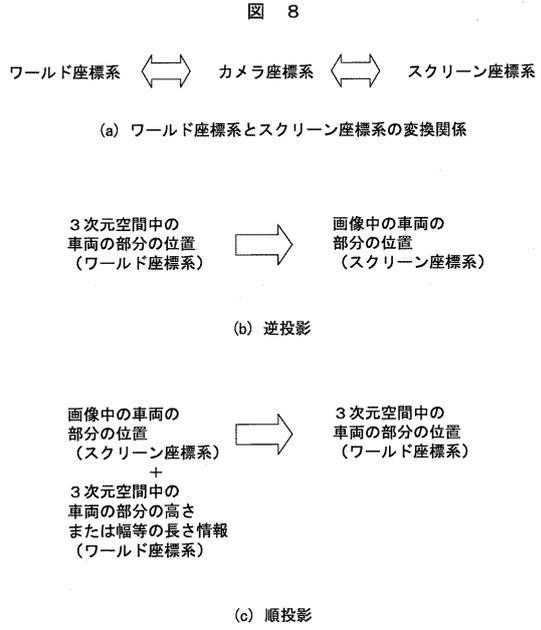
【図6】



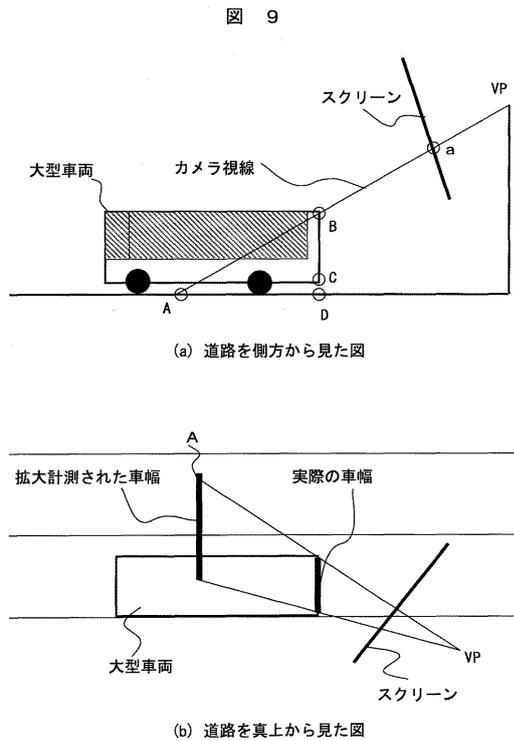
【図7】



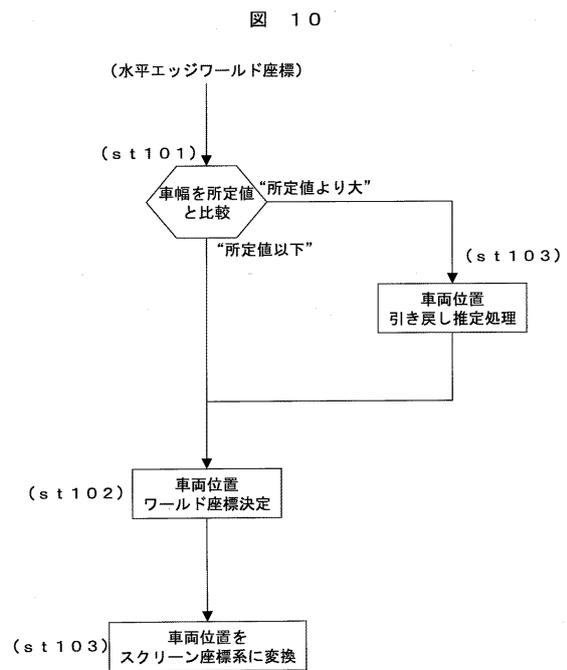
【図8】



【図9】

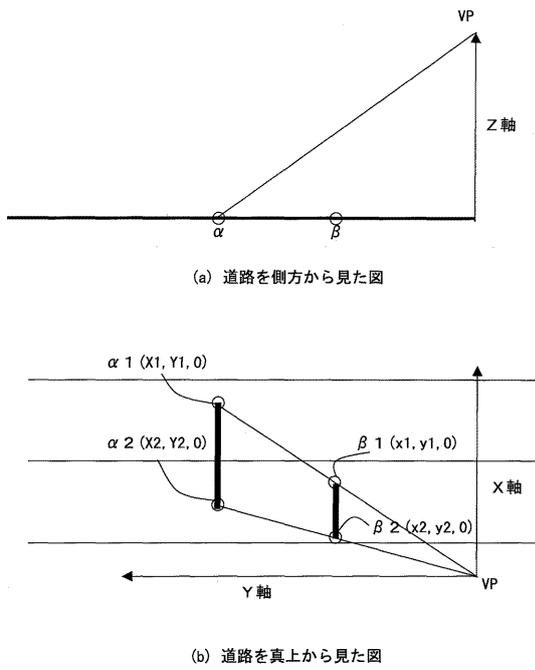


【図10】



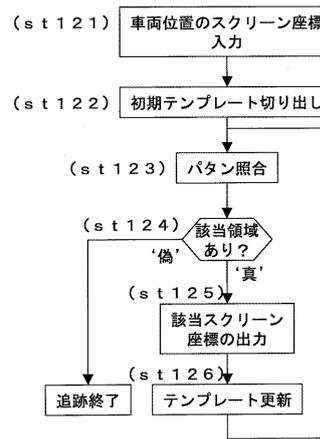
【図 1 1】

図 1 1



【図 1 2】

図 1 2



【図 1 3】

図 1 3

a_{11}	a_{12}	a_{13}
a_{21}	a_{22}	a_{23}
a_{31}	a_{32}	a_{33}

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

(a) ソーベルフィルタ荷重インデクス

(b) ソーベルフィルタの重み

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 N 5/225 C

(72)発明者 崎村 茂寿
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
所内 株式会社 日立製作所 日立研究

(72)発明者 弓場 竜
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
所内 株式会社 日立製作所 日立研究

審査官 池田 貴俊

(56)参考文献 特開2001-256485(JP,A)
特開2003-217084(JP,A)
特開2002-366932(JP,A)
特開2004-56497(JP,A)
特開平10-49662(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 8 G 1 / 0 1
G 0 6 T 1 / 0 0
G 0 6 T 7 / 6 0
G 0 8 G 1 / 0 5 2
H 0 4 N 5 / 2 2 5