

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6139088号
(P6139088)

(45) 発行日 平成29年5月31日(2017.5.31)

(24) 登録日 平成29年5月12日(2017.5.12)

(51) Int.Cl.		F I			
G08G	1/04	(2006.01)	G08G	1/04	D
G06T	1/00	(2006.01)	G06T	1/00	315
H04N	7/18	(2006.01)	G06T	1/00	330B
			H04N	7/18	K

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2012-220429 (P2012-220429)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成24年10月2日 (2012.10.2)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2014-74939 (P2014-74939A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成26年4月24日 (2014.4.24)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	平成27年3月6日 (2015.3.6)		弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100103034
			弁理士 野河 信久
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100153051
			弁理士 河野 直樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両検知装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ステレオカメラで撮像された各々の撮像画像に基づいて前記ステレオカメラの視野内を入出する車両を検知する車両検知装置であって、

前記各々の撮像画像について、車両の上下方向に延びる線上に存在するエッジに対し、エッジ強調を行うエッジ強調手段と、

前記エッジ強調された各々の撮像画像から視差データを画素毎に計測する視差データ計測手段と、

前記各々の撮像画像内の画素の輝度の分散を求め、その結果より前記画素毎の視差データを選択的に棄却する視差データ棄却手段と、

前記視差データから前記ステレオカメラと撮像対象との間の距離を示す距離データを画素毎に計測する距離データ計測手段と、

前記距離を画素毎に有する距離画像を作成する距離画像作成手段と、

前記車両の進行方向に前記距離画像を複数の領域に分割して複数の基準区間を形成し、複数の基準区間それぞれで、予め車両のない状態で計測される背景距離データと前記距離データ計測手段で車両の入出時に指定時刻毎に計測される距離データとの差分を求め、前記基準区間毎に差分の変化量を時刻毎に求め、前記基準区間毎に差分の変化量を閾値と比較することで、物体の有無に対応する状態を時刻毎に判定する状態判定手段と、

前記時刻毎の状態判定を保持し、前記車両の遷移を判定し、前記車両の入出を検知する入出検知手段と

を具備することを特徴とする車両検知装置。

【請求項 2】

前記視差データ棄却手段は、対応点探索のマッチング結果より、前記各々の撮像画像の対応点となる画素を参照し、輝度範囲の上限または下限を越える画素か否かを判定し、その判定結果によって当該画素の視差データを棄却することを特徴とする請求項 1 記載の車両検知装置。

【請求項 3】

前記視差データ棄却手段は、対応点探索のマッチング時に参照する領域内の分散が上限設定の閾値を超え、かつ下限設定の閾値以下となる画素の視差データを棄却することを特徴とする請求項 1 記載の車両検知装置。

10

【請求項 4】

前記視差データ棄却手段は、対応点探索のマッチングにより設定される撮像画像上の注目領域内の注目画素を中心に前記注目領域内の画素を昇順に並べ、予め設定した閾値以下、かつ閾値に近接した値を有する画素の視差データを棄却することを特徴とする請求項 1 記載の車両検知装置。

【請求項 5】

前記状態判定手段は、前記複数の基準区間それぞれの変化量の履歴を保持し、各基準区間について変化量の判定結果が物体有りと判定された連続オン判定回数を計測し、連続オン判定回数が閾値以上となる場合に、該当区間の状態判定結果を判定無効状態に置き換えることを特徴とする請求項 1 記載の車両検知装置。

20

【請求項 6】

前記状態判定手段は、前記画素毎の撮像対象の計測距離が道路面を基準とした基準距離を越える画素間の連結情報を取得し、前記連結情報より得られる各連結領域の面積が一定値以下の場合、ノイズと見なして該当画素の距離を前記基準距離以下の距離に置き換えることを特徴とする請求項 1 記載の車両検知装置。

【請求項 7】

前記状態判定手段は、道路面を基準とした高さの異なる 2 つの基準距離を備え、前記道路面に前記車両以外の物体がない状態の場合、前記画素毎の撮像対象の計測距離の比較に高い方の基準距離を適用し、前記道路面に前記車両以外の物体がある状態の場合、前記画素毎の撮像対象の計測距離の比較に低い方の基準距離を適用することを特徴とする請求項 1 記載の車両検知装置。

30

【請求項 8】

前記状態判定手段は、状態判定結果に依存せず、前記ステレオカメラから前記車両が遠ざかるにつれ、前記画素毎の撮像対象の計測距離の比較に前記高い方の基準距離を適用して、前記複数の基準区間それぞれの変化量を計測することを特徴とする請求項 7 記載の車両検知装置。

【請求項 9】

前記状態判定手段は、前記画素毎の計測距離が道路面を基準とした基準距離を越えるか否かの判定時に、前記ステレオカメラに近い領域については道路面の背景距離を適用し、前記ステレオカメラから遠い領域については仮想的な背景距離を適用することを特徴とする請求項 1 記載の車両検知装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、道路上の特定領域を入出する車両を検知する車両検知装置に関する。

【背景技術】

【0002】

料金収受システムに用いられる車両検知装置では、一般に、赤外線を用いた透過型のポールセンサによって車両の通過を検知する。すなわち、一対のポールセンサは、走行車線

50

の両側に設置され、互いに赤外線ビームを照射して検知し合い、車両が赤外線ビームを横切った瞬間を検知するので、比較的安定して車両の通過を検知することができる。しかしながら、ボールセンサは、設置時に掘削工事が必要であり、設置位置を調整するための測定器並びに作業も別途必要であることから、工事・調整コストがかかる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第4123138号公報

【特許文献2】特開平11120480号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

以上のように、車両検知装置に対して、工事・調整コストを極力抑えたい要求がある。

【0005】

代替案として、近年比較的安価に入手可能となっているカメラが注目されている。カメラを用いて車両の存在を検知する方法は、交通状況把握装置等で実用化されている。この交通状況把握装置では、動画処理による車両検知を行っている。

【0006】

しかしながら、カメラを用いる方法は、光学条件の変化の影響を大きく受けるので、高精度な検出機能のロバスト性の確保が困難である。このため、光学条件の影響を低減する施策を行ったステレオ方式を採用した上で、従来の透過型ボールセンサと同等な精度を確保する技術開発が必要となる。また、設置の容易性、機器コストの低減要求から、特にカメラ間距離が短い場合においては、光学条件の変動に左右されずにカメラから離れた位置での視差を安定して確保することが困難となる。

【0007】

そこで、目的は、ステレオカメラの採用において、光学条件の変化に影響されず、撮影画像から車両の入出を高精度に検知することのできる車両検知装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本実施形態によれば、車両検知装置は、ステレオカメラで撮像された各々の撮像画像に基づいて前記ステレオカメラの視野内を入出する車両を検知する車両検知装置であって、エッジ強調手段と、視差データ計測手段と、視差データ棄却手段と、距離データ計測手段と、距離画像作成手段と、状態判定手段と、入出検知手段とを具備する。エッジ強調手段は、前記各々の撮像画像について、車両の上下方向に延びる線上に存在するエッジに対し、エッジ強調を行う。視差データ計測手段は、前記エッジ強調された各々の撮像画像から視差データを画素毎に計測する。視差データ棄却手段は、前記各々の撮像画像内の画素の輝度の分散を求め、その結果より前記画素毎の視差データを選択的に棄却する。距離データ計測手段は、前記視差データから前記ステレオカメラと撮像対象との間の距離を示す距離データを画素毎に計測する。距離画像作成手段は、前記距離を画素毎に有する距離画像を作成する。状態判定手段は、前記車両の進行方向に前記距離画像を複数の領域に分割して複数の基準区間を形成し、複数の基準区間それぞれで、予め車両のない状態で計測される背景距離データと前記距離データ計測手段で車両の入出時に指定時刻毎に計測される距離データとの差分を求め、前記基準区間毎に差分の変化量を時刻毎に求め、前記基準区間毎に差分の変化量を閾値と比較することで、物体の有無に対応する状態を時刻毎に判定する。入出検知手段は、前記時刻毎の状態判定を保持し、前記車両の遷移を判定し、前記車両の入出を検知する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本実施形態に係る車両検知装置を適用した車両情報処理システムの構成を示す概

10

20

30

40

50

要図。

【図 2】本実施形態に係る車両検知装置の構成を示すブロック図。

【図 3】本実施形態に係る車両検知装置の処理の流れを示すフローチャート。

【図 4】ステレオカメラからの距離と視差との関係を示す関係図。

【図 5】撮像画像を車両進行方向に分割と、分割された基準期間 a、b 及び c を示す図。

【図 6】判定結果に基づいて割り振られた状態番号を示す図。

【図 7】車両が前進通過する場合の状態番号遷移を示す図。

【図 8】車両が前進通過する場合の車両の存在位置と状態番号との関係を示す関係図。

【図 9】図 3 に示す対応点探索マッチング及びマッチング棄却処理の流れを示すフローチャート。

10

【図 10】基準画像及び参照画像による対応点探索マッチングを示す図。

【図 11】注目画素とその注目画素の周辺マッチングによる視差の算出過程を示す図。

【図 12】図 10 に示す基準画像及び参照画像の輝度範囲を検証する機能を有する対応点探索マッチングの過程を示すフローチャート。

【図 13】基準区間で不感領域を設定する過程を説明するための図。

【図 14】基準区間変化量判定における連結成分の面積・形状判定を有するフローチャート。

【図 15】基準高さの 2 段階切り替え機能を有するフローチャート。

【図 16】奥行き方向の背景距離について 2 段階切り替え機能を有するフローチャート。

【発明を実施するための形態】

20

【0010】

以下、実施形態について、図面を参照して説明する。なお、以降の図における同一部分には同一符号を付して、その詳しい説明を省略し、異なる部分について主に述べる。

【0011】

図 1 は、本実施形態に係る車両検知装置を適用した車両情報処理システムの構成を示す模式図である。この車両情報処理システムは、レーザセンサ 10、ステレオカメラ 20、ETC (Electronic Toll Collection) システム 30 及び車両検知装置 100 を備えている。

【0012】

レーザセンサ 10 は、ステレオカメラ 20 に近接して配置され、撮影画像の背景となる走行車線までの距離を得るセンサであり、得られた背景距離データは車両検知装置 100 に送られる。ここで、上記レーザセンサ 10 は、ステレオカメラ 20 に近接した位置から走行車線に向けて垂直に且つ車線を横切る方向に沿ってレーザビームをスキャンし、レーザビームが反射する地点までの距離を計測した背景距離データを得るセンサである。

30

【0013】

ステレオカメラ 20 は、複数のカメラを所定の視差が得られるように配置した撮像装置である。本実施形態では、複数のカメラを上下に並べて配置し、各カメラにより車両が進行する車線を撮像し、各々の撮像画像を車両検知装置 100 に送出する。ここでは、例として 2 台のカメラを用いて、一方のカメラで撮像した画像を基準画像とし、他方のカメラで撮像された画像を参照画像とする。

40

【0014】

ステレオカメラ 20 内の各カメラは、予め設定したフレームレートで動画画像を撮像するデジタルカメラである。このステレオカメラ 20 は、料金所のアイランド部分に立つポールに設置され、車両の進行方向に対し、上下に並ぶそれぞれのカメラが上斜め方向から撮像し、車両が横方向に通過するように視野（撮像領域）が設定されている。すなわち、ステレオカメラ 20 は、斜め上方から路面を撮像可能な位置に設置される。また、ステレオカメラ 20 は、カメラ視野内を走行する車両について、タイヤ（車軸）と地面との接地部分が映るよう調整される。また、ステレオカメラ 20 は、牽引棒などの牽引構造物を撮像する際に、車両による死角が発生しないように、車両の進行方向に対して垂直な方向から撮像可能な位置に設置される。なお、料金所では、車線内の車両の位置を適切に把握す

50

るため、1車線あたり3～4箇所にステレオカメラ20及び車両検知装置100を設置してもよい。

【0015】

尚、ステレオカメラ20としては、上下のカメラに代えて、1枚のレンズで光学的に車両の上下の撮画像を得る撮像装置としてもよい。例えば、ステレオカメラ20は、特殊なレンズにより、1台のカメラで同時に双方向からの映像を一度に分岐できる場合には、単数のカメラでハードウェアを構築してもよい。例えば、光の入り口には2つのレンズを備え、内部には光路を曲げるプリズムが配置されたウェッジプリズム偏光方式を用いたレンズ等が、適宜使用可能である。

【0016】

ステレオカメラ20によって得られた撮画像は、撮像時刻を示すタイムコードを含んでいる。ステレオカメラ20、ETCシステム30及び車両検知装置100は、互いに同期した時刻情報を生成する時計装置(図示せず)を有する。なお、撮画像は、他の手法によって、ステレオカメラ20、ETCシステム30及び車両検知装置100が同期して動作すれば、すなわち、ステレオカメラ20の画像データの撮像時刻をETCシステム30及び車両検知装置100が認識できれば、必ずしもタイムコードを含まなくてもよい。

【0017】

このとき、ステレオカメラ20では、大型車両のような高さ(4.0m以内)においても、車両の下端(タイヤ接地部分)から上端(屋根)までが映っているものとする。また、ステレオカメラ20では、映像が動画で撮像され、車両の通行に際しては、時速80km/hまでの移動を想定して、ステレオカメラ20の視野内への通行履歴として、車両1台につき、少なくとも数フレーム(進入および退出)が映っているものとする。

【0018】

ETCシステム30は、高速道路等の有料道路を通行する車両に対して課せられる通行料金を自動的に徴収する料金収受装置であり、車両に搭載されるETC車載器と無線通信し、通過車両を特定する情報を取得する。このETC車載器は、一般に、少なくとも無線通信を行うためのアンテナがフロントガラスを介して視認できる位置に設置される。

【0019】

図2は、本実施形態に係る車両検知装置100の構成を示すブロック図である。

【0020】

図2に示すように、車両検知装置100は、表示部110、ユーザインタフェース120、記憶部130、ネットワークインタフェース140及び制御部150を備えている。

【0021】

表示部110は、LCD(Liquid Crystal Display)等を用いたディスプレイ装置であり、当該車両検知装置100の運用状況を始めとする種々の情報を表示する。

【0022】

ユーザインタフェース120は、キーボード、マウス、タッチパネル等のユーザから指示を受け付けるインタフェースである。

【0023】

記憶部130は、制御部150の制御プログラムや制御データを記憶する記憶装置であり、HDD、RAM、ROM及びフラッシュメモリ等の記憶手段を1つまたは複数用いたものである。制御データとしては、例えば、立体の形状を表す複数の部品データ(例、牽引棒の形状パターン、車軸の円形部分の形状データ、人物の一部の形状データ)等がある。すなわち、記憶部130は、複数の部品データを予め記憶する。牽引棒の形状パターンは、例えば、車両の進行方向に沿って長辺を有する長方形を示す形状パターンの如き、牽引棒の典型的な形状パターンを示す情報である。牽引棒の形状パターンは、近接した2台の車両と、被牽引車を牽引棒で牽引する1台の車両と、を区別する場合に記憶される。そのため、牽引棒の形状パターンは、両者を区別しない場合には省略可能となっている。

【0024】

ネットワークインタフェース140は、LAN等のネットワークを通じて、ステレオカ

10

20

30

40

50

メラ 20 及び ETC システム 30 と通信するインタフェースである。

【0025】

制御部 150 は、メモリを有するマイクロプロセッサを備え、記憶部 130 が記憶する制御プログラムや制御データにしたがって動作し、当該車両検知装置 100 の各部を統括して制御する。

【0026】

この制御部 150 は、ステレオカメラ 20 により得られた各々の撮像画像から視差を求め、ステレオカメラ 20 の視野内（撮像領域内）の物体との距離データを計算する。また、制御部 150 は、レーザセンサ 10 により取得される背景距離データと計算された距離データとの差分により、視野内の物体の存在を確認し、その位置関係を時刻毎に記録し、物体の移動方向を判定して、車両の入出を検知する。なお、制御部 150 は、入出車両の検知に加え、実空間上における通過時刻（ETC システム 30 の通信エリアの通過時刻）を予測する機能を有していてもよい。

10

【0027】

また、制御部 150 は、例えば、以下の機能（f1）～（f6）を備えている。

【0028】

（f1） 各々の撮像画像について、車両の上下方向へのエッジ強調を行うエッジ強調機能。

【0029】

（f2） エッジ強調された各々の撮像画像間の視差データを画素毎に計測する視差データ計測機能。

20

【0030】

（f3） 推定視差と基準画像内および参照画像内の注目画素を含む小領域内の画素値の分散を求め、その結果により不要な視差データを棄却する視差データ棄却機能。

【0031】

（f4） 上記視差データからステレオカメラと撮像対象との間の距離を示す距離データを画素毎に求め、この距離データを画素毎に有する距離画像を作成する距離データ計測・距離画像作成機能。

【0032】

（f5） 車両の進行方向に距離画像を分割して複数の基準区間を形成し、複数の基準区間それぞれで、予め車両のない状態で計測される背景距離データと距離データ計測機能で指定車両の入出時に時刻毎に計測される距離データとの差分を求め、基準区間毎に差分の変化量を時刻毎に求め、基準区間毎に差分の変化量を閾値と比較することで、車両の有無を時刻毎に状態判定する状態判定機能。

30

【0033】

（f6） 時刻毎の状態判定を保持し、その履歴が先頭、側面、及び後端の流れ、あるいは後端、側面、先頭の流れを監視することで車両の遷移方向を判定し、判定結果から車両の入出を検知する車両検知機能。

【0034】

次に、上記のように構成された車両情報処理システムの動作について説明する。

40

【0035】

図 3 は、本実施形態に係る車両検知装置 100 の処理の流れを示すフローチャートである。

【0036】

まず、車両検知装置 100 は、撮像画像入力にて、ステレオカメラ 20 で撮像された撮像画像（一方が基準画像、他方が参照画像）を入力する（ステップ S T 1）。車両検知装置 100 は、平行等位化処理にて、入力された撮像画像の平行等位化及び歪み補正を行い（ステップ S T 2）、輝度補正処理にて、平行等位化された撮像画像の輝度補正（ステップ S T 3）を行う。車両検知装置 100 は、画像特徴抽出処理にて、各々の撮像画像について、ステップ S T 3 で補正された撮像画像を制御部 150 の機能（f1）により車両の

50

上下方向へのエッジ強調を行う（ステップＳＴ４）。

【００３７】

車両検知装置１００は、対応点探索マッチング及びマッチング棄却処理にて、エッジ強調を行った各々の撮像画像間の画素毎の対応点をブロックマッチング手法等で求め、制御部１５０の機能（ｆ２）により各々の撮像画像間の視差データを画素毎に求める（ステップＳＴ５、ステップＳＴ６）。この対応点探索マッチング及びマッチング棄却処理については、後述する実施例にて説明する。車両検知装置１００は、距離計測にて、制御部１５０の機能（ｆ４）により視差データから距離データを画素毎に求め、この距離データを画素毎に有する距離画像を作成する（ステップＳＴ７）。

【００３８】

図４は、ステレオカメラ２０からの距離と視差との関係を示す関係図である。

【００３９】

実際には、図４に示すように、物体（車、背景）をステレオカメラ２０で撮像すると、物体上の同一点は、それぞれの撮像画像内で異なる位置に見える。この位置のズレを視差と呼び、画素毎に得られる視差に基づいて、ステレオカメラ２０から物体までの距離を算出する。

【００４０】

次に、車両検知装置１００は、作成した距離画像から車両の台数を計測する。

【００４１】

図３に示すように、車両検知装置１００は、基準区間変化量判定にて、作成した距離画像を車両の進行方向における入場側に位置する基準区間ａと、車両の出場側に位置する基準区間ｂと、基準区間ａおよび基準区間ｂとの間に位置する基準区間ｃとに分割する。図５は、撮像画像を車両進行方向に分割と、分割された基準区間ａ、ｂ及びｃを示す図である。

【００４２】

車両検知装置１００は、制御部１５０の機能（ｆ５）により距離画像における基準区間ａ内の画素毎の距離データと、背景距離画像における基準区間ａ内の画素毎の距離データ、すなわちレーザセンサ１０で取得される背景距離データとの間の差分を計測する。車両検知装置１００は、当該画素毎の差分を基準区間ａ内で合計した総和が閾値を超えた場合、距離画像の基準区間ａをオン状態と判定し、当該閾値を超えない場合、距離画像の基準区間ａをオフ状態と判定する。以下、基準区間ｂおよび基準区間ｃにおいても同様のステップによりオン／オフを判定する。（ステップＳＴ８）

車両検知装置１００は、状態判定にて、制御部１５０の機能（ｆ５）により判定された基準区間ａ、ｂ及びｃの各変化量（オン／オフ）判定結果に基づいて、状態番号を決定する。（ステップＳＴ９）

図６は、判定結果に基づいて割り振られた状態番号を示す図である。

【００４３】

図６に示すように、本実施形態では、例えば、基準区間ａ、ｂ及びｃがいずれもオフの場合にはＳ０（車両なし）、基準区間ａのみがオンの場合にはＳ１（車両先頭）、基準区間ｂのみがオンの場合にはＳ２（車両後端）、基準区間ｃのみがオフの場合にはＳ４（後続車両先端および先行車両後端）、その他の状態をＳ３（車両側面）とする。

【００４４】

車両検知装置１００は、状態番号の判定結果に基づいて、制御部１５０の機能（ｆ６）により過去の状態番号の判定履歴と比較して遷移状態を判定する。図７は、車両が前進通過する場合の状態番号遷移を示す図である。図８は、車両が前進通過する場合の車両の存在位置と状態番号との関係を示す関係図である。

【００４５】

図７及び図８に示すように、車両検知装置１００は、例えば、状態番号の遷移“Ｓ０　Ｓ１　Ｓ３　Ｓ２　Ｓ０”を、車両の前進通過と判定する。画像フレーム毎の判定履歴としてはＳ０、Ｓ１、Ｓ１、Ｓ３、Ｓ３、Ｓ３、Ｓ３、Ｓ２、Ｓ２、Ｓ０...と状態番号が重

10

20

30

40

50

複して現れ、判定履歴には重複を棄却して、状態番号変化時に履歴として登録する。車両検知装置 100 は、これら状態番号の遷移を予め登録された遷移のモデルと比較し、車両の通行を判定する。車両検知装置 100 は、逆方向についても状態番号の遷移 "S0 S2 S3 S1 S0" で後進通過と判定が可能である。

【0046】

車両検知装置 100 は、上記過程を経て、台数計測処理にて、通過する車両を検出し、通過した台数を計測する(ステップST10)。車両検知装置 100 は、通過する車両の検出結果を出力する(ステップST11)。

【0047】

以上の構成によれば、実施形態の車両検知装置 100 は、上下に設置されたステレオカメラ 20 により、車両が通過する車線を撮像した各々の撮像画像から視差データを求め、視野内の物体との距離データを計算する。また、車両検知装置 100 は、背景距離データと視差データとの差分により、視野内の物体の存在を確認し、その位置関係を時刻毎に記録し、車両の遷移を判定して、車両の入出を検知することができる。

【0048】

以上、車両検知装置 100 の基本構成及び動作である。ここで、以下に示す実施例は、主に距離画像作成および基準区間変化量判定に関するもので、距離画像を正確に取得することにより、以降の車両台数計測精度を損なわないようにしている。

【0049】

なお、以降の実施例では、車両が車線を前進通過する場合について記載する。

【0050】

(実施例1)

実施例1では、極端にテクスチャの変化が乏しいパターンが入力画像として得られる場合について考慮する。

【0051】

図9は、図3に示す対応点探索マッチング及びマッチング棄却処理の流れを示すフローチャートである。図10は、基準画像及び参照画像による対応点探索マッチングを示す図である。図11は、注目画素とその注目画素の周辺マッチングによる視差の算出過程を示す図である。

【0052】

図9に示すように、車両検知装置 100 の対応点探索マッチング(ステップST5)では、図10に示すように、エッジ強調された各々の撮像画像内から特徴点が表れている画素、すなわち図11に示す注目画素を決定し(ステップST51)、基準画像上の注目画素位置に矩形の注目領域ROI_Lを設定する(ステップST52)。また、車両検知装置 100 は、参照画像上にもROI_Lと同じ画素位置に同一サイズの領域ROI_Uを設定する(ステップST53)。車両検知装置 100 は、参照画像上に設定されたROI_Uの位置をずらして、ROI_Lの輝度と最も合う位置を探索する。車両検知装置 100 は、対応点マッチングスコア計測にて、ROI_UとROI_Lの差分を、例えば、SAD(Sum of Absolute Difference)等で計算し、計算した差分が最小値となる位置を求める(ステップST54)。これにより、車両検知装置 100 は、視差計測にて、ROI_Lの位置とROI_Uの位置から視差を計測する(ステップST55)。

【0053】

車両検知装置 100 では、原理的に、ステレオカメラ 20 の撮像画像から得られるテクスチャのパターンの類似性を探索して、一致点を求めることにより、視差が適切な位置に求まる。

【0054】

ところで、道路上の照度が極端に明るいまたは暗い場合、車両検知装置 100 は、視差を求める際のステレオカメラ 20 の撮像画像について、特に道路面でのテクスチャのパターンが得にくくなり、マッチング誤差が発生する。これは、カメラから離れた解像度の粗い領域ほど発生し易い。さらに、これらの領域は1画素単位あたりの距離計測誤差が大

10

20

30

40

50

きい。このため、マッチング誤差は、誤検出につながるリスクとして考えられる。

【 0 0 5 5 】

この誤検出を防ぐため、図 9 に示す車両検知装置 1 0 0 のマッチング棄却処理（ステップ S T 6）では、制御部 1 5 0 の機能（f 3）により R O I _ _ L 内の輝度から分散を計測する（ステップ S T 6 1）。車両検知装置 1 0 0 は、計測した分散が閾値以下となった場合、誤マッチングのリスクが発生するとし、視差の計測対象より棄却する（ステップ S 6 3）。また、車両検知装置 1 0 0 は、R O I _ _ L 内の輝度から計測した分散だけでなく、R O I _ _ U 内の輝度による分散についても同様に計測して（ステップ S 6 2）、閾値以下の場合、同様に、視差の計測対象より棄却する（ステップ S 6 3）。

【 0 0 5 6 】

以上の処理により、車両検知装置 1 0 0 は、極端にテクスチャーの変化が乏しいパターンが入力画像として得られる場合においても、対応点探索時の誤マッチングを防ぎ、正確な距離を計測することができる。

【 0 0 5 7 】

（実施例 2）

実施例 2 では、ステレオカメラの輝度範囲の上限及び下限を超える画素が多い低品質な画像を用いる場合について考慮する。

【 0 0 5 8 】

図 1 2 は、図 1 0 に示す基準画像及び参照画像の輝度範囲を検証する機能を有する対応点探索マッチングの過程を示すフローチャートである。

【 0 0 5 9 】

図 1 2 に示すように、車両検知装置 1 0 0 は、実施例 1 と同様に、基準画像上の注目画素位置に矩形の注目領域 R O I _ _ L を設定する（ステップ S T 5 2）。また、車両検知装置 1 0 0 は、参照画像上にも R O I _ _ L と同じ画素位置に同一サイズの領域 R O I _ _ U を設定する（ステップ S T 5 3）。車両検知装置 1 0 0 は、参照画像上に設定された R O I _ _ U の位置をずらして、R O I _ _ L の輝度と最も合う位置を探索する。車両検知装置 1 0 0 は、対応点マッチングスコア計測にて、R O I _ _ U と R O I _ _ L の差分を、例えば、S A D（Sum of Absolute Difference）等で計算し、計算した差分が最小値となる位置を求める（ステップ S T 5 4）。これにより、車両検知装置 1 0 0 は、視差計測にて、R O I _ _ L の位置と R O I _ _ U の位置から視差を計測する（ステップ S T 5 5）。ここで、車両検知装置 1 0 0 は、対応点探索マッチングにて、計測された視差に対応する領域 R O I _ _ U 内の画素の輝度が予め設定された輝度範囲の上限および下限の範囲内かを判定する（ステップ S T 5 6）。このとき、画素の輝度が上限を超える場合、白とびのリスクが発生している可能性がある。また、画素の輝度が下限を下回る場合、黒つぶれのリスクが発生している可能性がある。車両検知装置 1 0 0 は、予め設定された輝度範囲外となった画素の視差を計測対象より棄却する。

【 0 0 6 0 】

ここで、車両検知装置 1 0 0 は、カメラの光量を制御する機構がカメラ間で同期していない場合、映像中の同一地点にて片方の画像のみ白とび（上限を超える輝度が多数）してしまう状況も考えられる。このため、実施例 2 の車両検知装置 1 0 0 では、単純に注目画素毎に判定を行う。

【 0 0 6 1 】

以上の処理により、車両検知装置 1 0 0 は、ステレオカメラの輝度範囲の上限及び下限を超える画素が多い低品質な画像を要因とする対応点探索の誤マッチングを防ぎ、正確な距離を計測することができる。

【 0 0 6 2 】

（実施例 3）

実施例 3 では、道路面に日光の強い照り返し部分と影部分とが混在している場合について考慮する。

【 0 0 6 3 】

10

20

30

40

50

道路面に日光の強い照り返し部分と影部分とが混在していると、その境界部分のエッジ変化が顕著となり、撮像画像内に輝度の高い領域と影の暗い領域が混在してしまう場合がある。この場合の対応点探索マッチング結果は、エッジ変化が顕著な境界部分寄りに誤差が発生する傾向がある。

【 0 0 6 4 】

この誤差を防ぐため、図 9 に示すように、車両検知装置 1 0 0 は、実施例 1 と同様に、マッチング棄却処理にて、基準画像上の注目領域 R O I _ _ L 内の輝度より分散を計測する（ステップ S T 6 1）。車両検知装置 1 0 0 では、エッジ変化が顕著となっている場合、マッチング棄却処理の視差・分散による判定（ステップ S T 6 3）にて、R O I _ _ L 内の輝度が大きくなるため、分散が閾値を超えるかを判定する。また、車両検知装置 1 0 0 では、撮像画像の解像度が低い場合、誤マッチングが発生し易くなるため、注目領域 R O I _ _ L と領域 R O I _ _ U との視差を判定し、閾値以下であるかを判定する。

10

【 0 0 6 5 】

上記 2 つの判定条件を満たしている画素の視差については、計測対象より棄却する。

【 0 0 6 6 】

以上の処理により、車両検知装置 1 0 0 は、撮像画像内にテクスチャーの詳細な情報とのマッチングを阻害する、影境界部分等の極端なコントラストが存在することによる誤マッチングを事前に防ぎ、正確な距離を計測することができる。

【 0 0 6 7 】

（実施例 4）

20

実施例 4 では、自動車のボンネット部分等、テクスチャー情報が乏しい場合について考慮する。

【 0 0 6 8 】

車両検知装置 1 0 0 は、対応点探索マッチングにて、基準画像上の注目領域 R O I _ _ L を設定する。車両検知装置 1 0 0 は、R O I _ _ L 内の注目画素を中心に R O I _ _ L 内画素を昇順に並べ、閾値以下の近接した値が存在する場合、誤マッチングが発生するリスクを考慮して、その近接した画素の視差を計測対象から棄却する。

【 0 0 6 9 】

以上の処理により、車両検知装置 1 0 0 は、車両のボンネット部等、テクスチャーが乏しい場合において、誤マッチングを事前に防ぎ、視差を元に正確な距離を計測することができる。

30

【 0 0 7 0 】

（実施例 5）

実施例 5 では、検知対象の視野の一部に障害物が継続して観測されるような不具合が発生した場合について考慮する、

図 1 3 は、基準区間で不感領域を設定する過程を説明するための図である。

【 0 0 7 1 】

図 1 3 に示すように、車両検知装置 1 0 0 は、例えば、カメラのレンズに泥や雨粒が付着する等、センサに何らかの不具合が発生し、視野の一部に障害物が継続して観測される場合について考慮する。

40

【 0 0 7 2 】

車両検知装置 1 0 0 は、基準区間変化量判定にて、計測された差分から基準区間の変化量を各々測定する。車両検知装置 1 0 0 は、基準区間毎に変化量(オン/オフ)を判定する。車両検知装置 1 0 0 は、オンと判定する場合、その位置での連続オン判定回数を履歴カウンタに保存する。車両検知装置 1 0 0 は、履歴カウンタに保存される連続オン判定回数設定値に到達したか否かを判定し、到達した場合、不感領域フラグを立てる。次に、車両検知装置 1 0 0 は、不感領域フラグを参照し、連続してオンとなっていた区間については、変化量の判定結果をオンからオフへと置き換える。置き換えは（ 1 ）進入側、（ 2 ）中央エリア及び（ 3 ）退出側の 3 つのエリアで行われる。

【 0 0 7 3 】

50

なお、車両検知装置 100 は、基準区間の変化量がオンからオフへと変化した際に履歴カウンタおよび不感領域を初期化し、元の状態に戻す。このとき、車両検知装置 100 は、一度にゼロクリアするのではなく、連続して n フレーム以上オフであった場合に実行する等の条件を付与してもよい。

【0074】

以上の処理により、車両検知装置 100 は、検知対象の視野の一部に障害物が継続して観測されるような不具合が発生した場合、不感領域を設定し、不具合が発生している領域の変化量の判定結果をオフすることにより、高精度な車両台数計測機能を提供することができる。

【0075】

10

（実施例 6）

実施例 6 では、雨や雪等の比較的小さな飛来物が視野内に存在した場合について考慮する。

【0076】

図 14 は、基準区間変化量判定における連結成分の面積・形状判定を有するフローチャートである。

【0077】

車両検知装置 100 は、雪や大粒の雨等により、障害物の外輪郭が基準高さを越えて観測された場合、視野内に点状の物体として多数捉えられ、その数量によっては誤検知のリスクがある。

20

【0078】

この誤検知を防ぐため、図 14 に示すように、車両検知装置 100 では、距離計測（ステップ S T 7）にて取得した距離画像に含まれる距離データとレーザセンサ 10 から取得される背景距離データとの間の差分を計測する（ステップ S T 8 1）。車両検知装置 100 は、計測された差分が、道路面を基準とした基準高さ以上であるかを比較し（ステップ S T 8 2）、基準高さ以下の差分は計測しない。車両検知装置 100 は、計測された差分が基準高さ以上である画素の数を計測する（ステップ S T 8 3）。車両検知装置 100 は、計測された画素間の連結性を考慮したラベリング（連結成分抽出）を行い（ステップ S T 8 4）、ラベリングされた画素の面積（画素の数に相当）を判定し（ステップ S T 8 5）、一定面積以上のものについては車両候補として判定し、一定面積以下のものについてはノイズとして判定する。車両検知装置 100 は、ノイズと判定された画素については、基準高さ以上の距離を基準高さ以下の距離へと置き換える（ステップ S T 8 6）。車両検知装置 100 は、再び基準高さ超えの画素の数を計測し（ステップ S T 8 7）、基準区間毎に、オン/オフの組み合わせによる状態判定を行う（ステップ S T 9）。このとき、ラベルの形状を参照し、面積の他の情報として、ラベル毎の縦方向、横方向、斜め方向の形状分類にてノイズ判定を行う条件を付与する。

30

【0079】

以上の処理により、車両検知装置 100 は、雨や雪等の比較的小さな飛来物が視野内に存在した場合、飛来物の外輪郭の情報を取得し、その占有面積を判定してノイズ棄却を行うことにより、天候や照度の外乱に依存せず、精度良く障害物を計測することができる。

40

【0080】

（実施例 7）

実施例 7 では、積雪等により道路面を基準とした基準高さが高くなっている場合について考慮する。

【0081】

図 15 は、基準高さの 2 段階切り替え機能を有するフローチャートである。

【0082】

図 15 に示すように、車両検知装置 100 は、基準区間変化量判定にて、画素毎の距離が基準高さを超える画素を計測する際に、基準高さを標準仕様のもので標準仕様を設定値を加算したより高めの仕様のもので 2 種類を予め保持しておく。車両検知装置 100 は、

50

基準区間変化量判定にて、差分を計測した後、基準区間の変化量を計測する前に、状態判定記録（ステップ S T 8 9）から、状態番号を参照する（ステップ S T 8 8）。車両検知装置 1 0 0 は、障害物の検出状態がない場合、基準高さの高め仕様を適用する。その高め仕様基準を超える画素が増え、基準区間についてオン判定された場合、障害物の検出ありとなる状態番号が変化する。以降も、車両検知装置 1 0 0 は、状態番号を参照して、基準区間変化量判定にて、標準仕様の基準高さを使用し、同様に標準仕様の基準高さを越える画素を計測して、変化量を計測する。その標準仕様基準を超える画素が減り、基準区間についてオフ判定された場合は障害物なしとなり、状態番号が変化する。状態番号が変化し、障害物の検出状態がない場合に戻った場合には、再び高め仕様基準高さを適用する。

【 0 0 8 3 】

10

また、車両検知装置 1 0 0 は、基準高さを多段階用意し、状態番号に依存せず、カメラから遠ざかるにつれ、基準高さ（標準 + 設定値）における設定値の値を大きくして、基準区間の変化量を計測する。

【 0 0 8 4 】

以上の処理により、車両検知装置 1 0 0 は、路面上に突発的に障害物を検知した場合においても、車両サイズを考慮した高めの基準で設定された閾値を適用することにより、耐性が向上する。したがって、車両検知装置 1 0 0 は、落下物にも影響されず、車両の進入時に精度良く障害物を計測することができる。

【 0 0 8 5 】

（実施例 8）

20

実施例 8 では、

図 1 6 は、奥行き方向の背景距離について 2 段階切り替え機能を有するフローチャートである。

【 0 0 8 6 】

図 1 6 に示すように、車両検知装置 1 0 0 は、基準区間変化量判定において、取得した距離画像に含まれる距離データとレーザセンサ 1 0 から取得される背景距離データとの差分を計測する。

【 0 0 8 7 】

車両検知装置 1 0 0 は、撮像領域を、車両の進行方向とカメラからの距離（奥行き）方向の 2 軸で設定する。すなわち、撮像領域は、カメラからの距離（奥行き）方向について、閾値に相当する境界線を設定すると、境界線の手前側と奥側の 2 領域に再分割される。手前側は、通常、道路が背景として映っており、手前側を走行する車両との距離と、道路部分の背景距離との差分より道路面からの高さを計測する。一方、奥側は道路が背景とは限らず、料金所に見られるようなレーン間を仕切る壁であったり、または背景が隣の通路だったり不定である。したがって、車両検知装置 1 0 0 は、奥側は仮想的な道路（壁）を背景として設定し、奥側を走行する車両との距離と、仮想的な道路（壁）距離との差分より、障害物の高さを計測する。

30

【 0 0 8 8 】

車両検知装置 1 0 0 は、各々計算された高さについて、予め用意された基準高さの仕様基準を超える画素を計測し、基準区間（進入・停留・退出の部分）のオン / オフ判定を行う（ステップ S T 8 1 0）。

40

【 0 0 8 9 】

以上の処理により、車両検知装置 1 0 0 は、車両が通路のどの位置を走行しても、安定して基準区間のオン / オフ判定が得られ、車両の通過を精度良く計測することができる。

【 0 0 9 0 】

以上、実施形態によれば、図 9 に示す車両検知装置 1 0 0 のマッチング棄却処理では、ROI __ L 内の輝度から分散を計測する。車両検知装置 1 0 0 は、計測した分散が閾値以下となった場合、誤マッチングのリスクが発生するとし、視差の計測対象より棄却する。また、車両検知装置 1 0 0 は、ROI __ L 内の輝度から計測した分散だけでなく、ROI __ U 内の輝度による分散についても同様に計測して、閾値以下の場合、同様に、視差の計

50

測対象より棄却する。これにより、車両検知装置 100 は、極端にテクスチャーの変化が乏しいパターンが入力画像として得られる場合においても、対応点探索時の誤マッチングを防ぎ、正確な距離を計測することができる。

【0091】

したがって、本実施形態の車両検知装置は、ステレオカメラの採用において、光学条件の変化に影響されず、撮影画像から車両の入出を高精度に検知することができる。

【0092】

なお、上記レーザセンサ 10 は、レーザビームをスキャンし、反射したレーザビームを受波した受波データを車両検知装置 100 に送出するセンサとしてもよい。この場合、車両検知装置 100 は、受波データから距離データを算出する機能を備える必要がある。

【0093】

以上、本発明の実施形態を説明したが、この実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。この実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。この実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

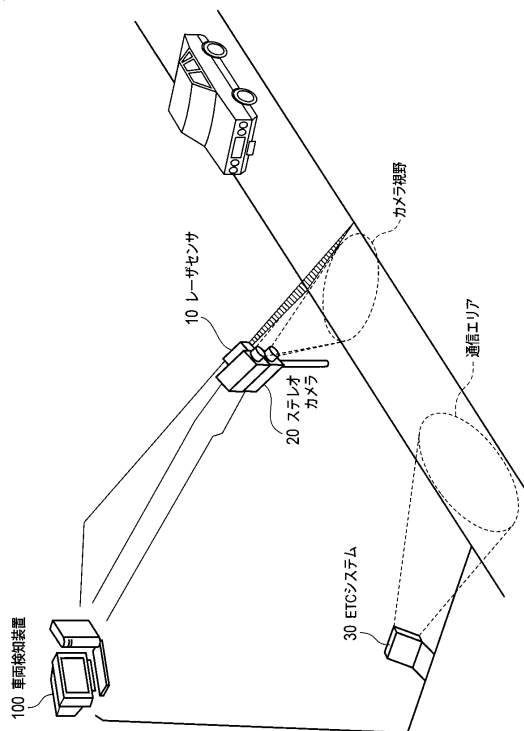
【符号の説明】

【0094】

10 ... レーザセンサ、20 ... ステレオカメラ、30 ... ETCシステム、100 ... 車両検知装置、110 ... 表示部、120 ... ユーザインタフェース、130 ... 記憶部、140 ... ネットワークインタフェース、150 ... 制御部

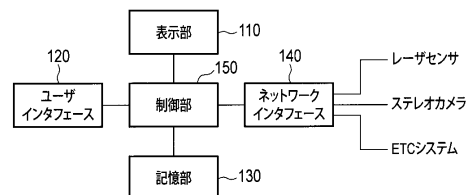
【図 1】

図 1



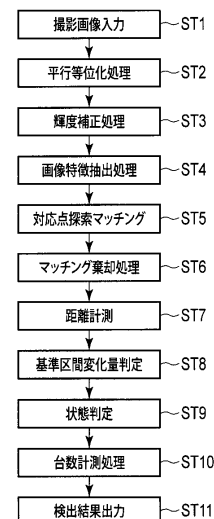
【図 2】

図 2

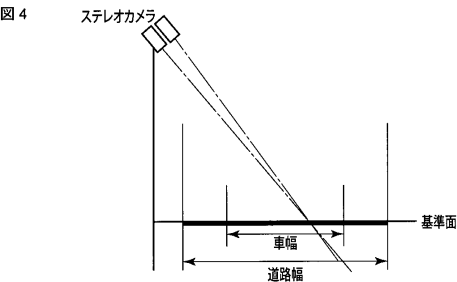


【図 3】

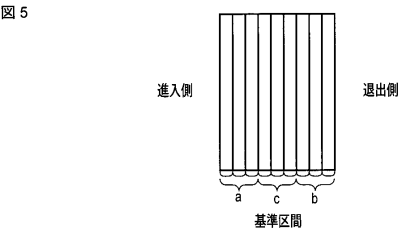
図 3



【 図 4 】



【 図 5 】

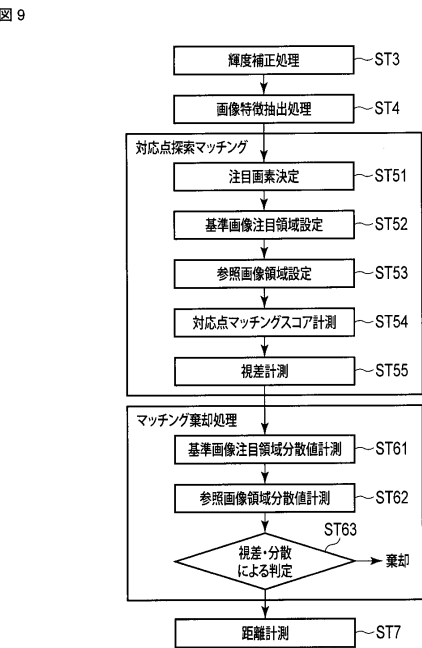


【 図 6 】

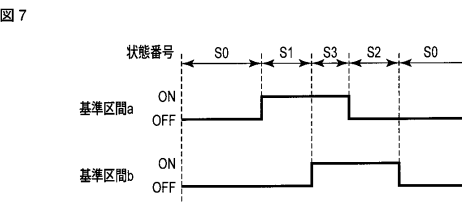
図 6

状態番号	S0	S1	S2	S3	S4
基準区間a	OFF	ON	OFF	ON/OFF	ON
基準区間b	OFF	OFF	ON	ON/OFF	ON
基準区間c	OFF	OFF	OFF	ON	OFF

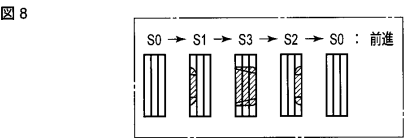
【 図 9 】



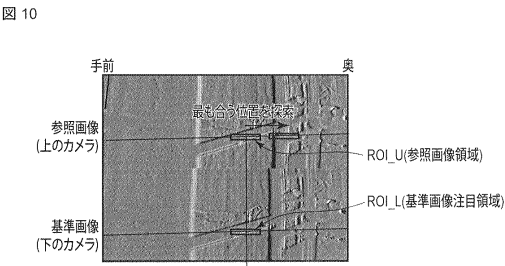
【 図 7 】



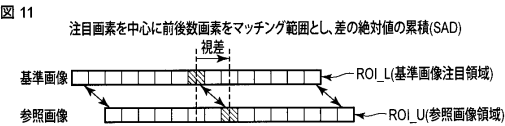
【 図 8 】



【 図 10 】

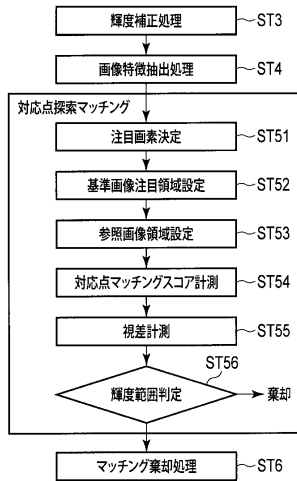


【 図 11 】



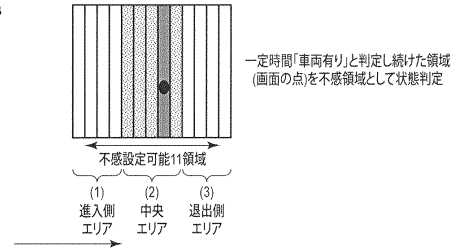
【図 12】

図 12



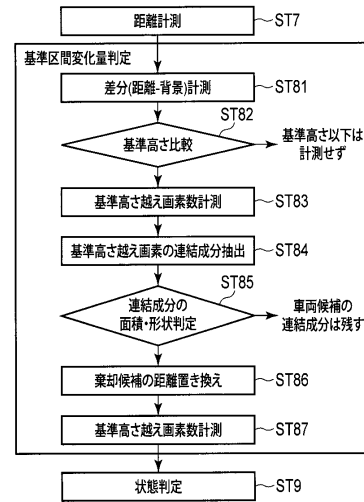
【図 13】

図 13



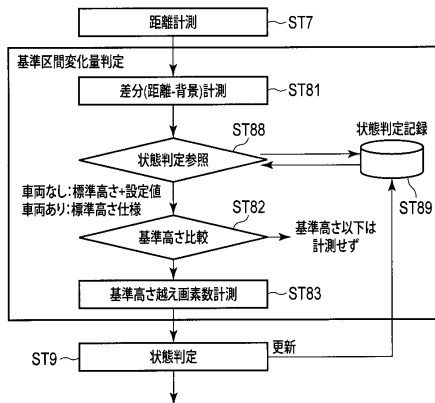
【図 14】

図 14



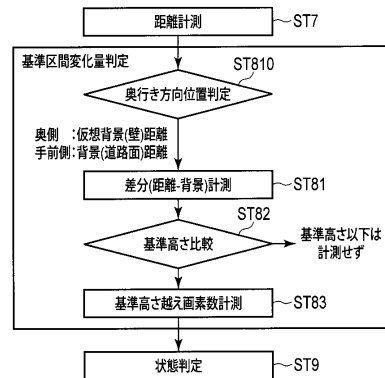
【図 15】

図 15



【図 16】

図 16



フロントページの続き

- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
- (74)代理人 100172580
弁理士 赤穂 隆雄
- (74)代理人 100179062
弁理士 井上 正
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (72)発明者 青木 泰浩
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 佐藤 俊雄
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 高橋 雄介
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 唐澤 茂
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 相羽 昌孝

- (56)参考文献 特開2008-129920(JP,A)
特開2006-105661(JP,A)
特開2001-043377(JP,A)
特開平10-049662(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08G 1/00 - 99/00
G06T 1/00 - 1/40
G06T 3/00 - 5/50
G06T 9/00 - 9/40
H04N 7/18