

(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2017-139612

(P2017-139612A)

(43) 公開日 平成29年8月10日(2017.8.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4N 5/232 (2006.01)	HO4N 5/232 Z	5B057
HO4N 7/18 (2006.01)	HO4N 7/18 J	5C054
GO3B 15/00 (2006.01)	HO4N 7/18 E	5C122
GO6T 1/00 (2006.01)	GO3B 15/00 V	5L096
GO6T 7/20 (2017.01)	GO3B 15/00 Q	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-19072 (P2016-19072)  
 (22) 出願日 平成28年2月3日 (2016.2.3)

(71) 出願人 314012076  
 パナソニックIPマネジメント株式会社  
 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号  
 (74) 代理人 100105050  
 弁理士 鷺田 公一  
 (72) 発明者 木本 大介  
 京都府長岡京市神足焼町1番地 パナソニックデバイスシステムテクノ株式会社内  
 (72) 発明者 間藤 隆一  
 京都府長岡京市神足焼町1番地 パナソニックセミコンダクターソリューションズ株式会社内  
 Fターム(参考) 5B057 AA16 CA08 CA12 CA16 CD02  
 CD03 DA07 DB02 DB09 DC22  
 5C054 EA01 FC12 FF02 GB01 HA30  
 最終頁に続く

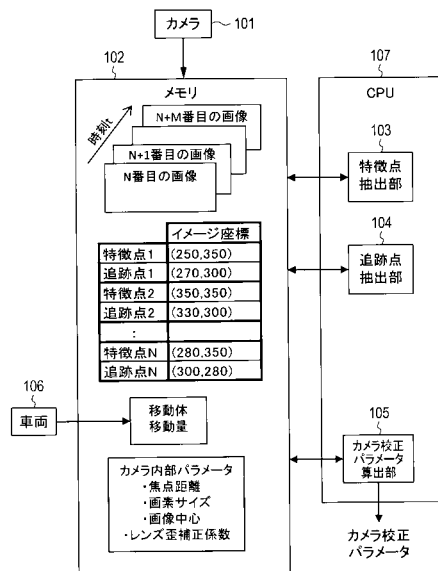
(54) 【発明の名称】 車載カメラ用校正システム

(57) 【要約】

【課題】 生産ライン上で車両を停車することなく、生産ラインを車両が移動する際に自動的にカメラ校正を行う車載カメラ用校正システムを提供すること。

【解決手段】 車載カメラ用校正システムは、車両に取り付けられ時系列に路面の画像を撮影するカメラ101と、カメラ101で撮影された画像を時系列に保存するメモリ102と、メモリ102に保存された撮影画像から特徴点を抽出する特徴点抽出部103と、特徴点の所定時間経過後の移動先である追跡点を抽出する追跡点抽出部104と、特徴点と追跡点からカメラ101の校正パラメータを算出するカメラ校正パラメータ算出部105と、を具備する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

車両に取り付けられ時系列に路面の画像を撮影するカメラと、  
前記カメラで撮影された画像を時系列に保存するメモリと、  
前記メモリに保存された撮影画像から特徴点を抽出する特徴点抽出部と、  
前記特徴点の所定時間経過後の移動先である追跡点を抽出する追跡点抽出部と、  
前記特徴点と前記追跡点から前記カメラの校正パラメータを算出するカメラ校正パラメータ算出部と、  
を具備する車載カメラ用校正システム。

## 【請求項 2】

前記特徴点抽出部は、CPU（中央処理装置）がプログラムを実行することにより抽出処理を行う、  
請求項 1 に記載の車載カメラ用校正システム。

## 【請求項 3】

前記追跡点抽出部は、CPU（中央処理装置）がプログラムを実行することにより抽出処理を行う、  
請求項 1 に記載の車載カメラ用校正システム。

## 【請求項 4】

前記カメラ校正パラメータ算出部は、CPU（中央処理装置）がプログラムを実行することにより算出処理を行う、  
請求項 1 に記載の車載カメラ用校正システム。

## 【請求項 5】

前記カメラ校正パラメータ算出部は、前記特徴点のイメージ座標と前記追跡点のイメージ座標を世界座標に変換することにより前記カメラの校正パラメータを算出する、  
請求項 1 に記載の車載カメラ用校正システム。

## 【請求項 6】

前記車両に関する車速情報と舵角情報を取得し、前記車両の移動量を算出して前記メモリに保存する、  
請求項 5 に記載の車載カメラ用校正システム。

## 【請求項 7】

前記特徴点抽出部が抽出する特徴点と前記追跡点抽出部が抽出する追跡点から基礎行列を算出し、算出した前記基礎行列から前記車両の移動量を算出する移動体移動量算出部を更に具備する、  
請求項 5 に記載の車載カメラ用校正システム。

## 【請求項 8】

前記カメラ校正パラメータ算出部は、前記車両の移動量と前記世界座標から前記カメラの校正パラメータを算出する、  
請求項 6 に記載の車載カメラ用校正システム。

## 【請求項 9】

前記カメラ校正パラメータ算出部は、前記車両の移動量と前記世界座標から前記カメラの校正パラメータを算出する、  
請求項 7 に記載の車載カメラ用校正システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、カメラにより撮影された画像を用いてカメラ画像の校正を行う車載カメラ用校正システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来から、車載カメラで撮影された車両後方の画像を車載モニタに表示することで、運

10

20

30

40

50

転者から死角になる車両後方直近の状況を車載モニタに表示された画像として視認し、車両後退時の視認性を向上させることが行われている。

【0003】

このような車載カメラの画像を車載モニタに表示するに際しては、車載カメラの車両への取り付け状態を是正するために、車両の後方に校正用のターゲットを設置し、車載モニタに映った校正用ターゲットの像を見ながら、その校正用ターゲットの像が適正に映るように車載カメラの取り付け状態を調整することが行われる。

【0004】

また、車載カメラで得られた画像に対して、校正用ターゲットの像に基づいた所定の演算処理を施すことで車載モニタに映る画像を適正に校正することが行われている。

10

【0005】

また、車両の全周囲を複数の車載カメラで撮影し、各車載カメラで得られた複数の画像をそれぞれ車両の真上から見下ろしたような画像（俯瞰画像）に変換するとともに、各画像間での位置を調整したマッピングを行うことで、単一の視点変換合成画像を得ることも行われている。このような場合には、隣接する2つの画像間で精度よく位置合わせを行う必要があるため、高精度の校正が求められる。

【0006】

しかし、従来の校正方法は、校正用ターゲットと車両との相対的な位置関係を厳密に定める必要があり、車両を設置した後にその車両に対して精度よく校正用ターゲットを設置するか、または校正用ターゲットを設置した後にその校正用ターゲットに対して精度よく車両を設置する必要があった。

20

【0007】

このため、車両生産ラインでは費用をかけて設備を改造し、車両と校正用ターゲットとの位置合わせ精度を向上させる工夫がされている。さらに、生産現場から一旦出荷された後に販売・サービス会社の整備部門で校正をやり直す場合（修理等の場合や車載カメラ等を後付けする場合等）は、校正用ターゲットをその都度、精度良く設置する必要があるため作業の手間が一層かかるものとなっている。

【0008】

このような状況から、車両と校正用ターゲットの相対的な設置精度をさほど要求されない校正方法が望まれており、従来においても幾つかの技術が提案されている。

30

【0009】

例えば、特許文献1には、白線格子を校正用ターゲットとし、白線格子の直線度、平行度、直交度、間隔といった車両の停車状態とは無関係な特徴を利用して、複数台のカメラの内部/歪みパラメータ、および外部パラメータを校正する手法が提案されている。

【0010】

また、特許文献2には、校正用ターゲットと、校正精度評価用ターゲットが一体化したものを使用して校正する手法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

40

【特許文献1】特開2012-015576号公報

【特許文献2】特開2009-118414号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、特許文献1、2は、校正ターゲット内に車両を停車することが必要となっており、工場の生産ラインにおいて、各車両に対して、作業員が車両を校正ターゲット内に停車する作業（コスト）が発生してしまう。

【0013】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、生産ライン上で車両を停車することな

50

く、車載カメラの校正を行うことができる車載カメラ用校正システム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】

【0014】

本発明の車載カメラ用校正システムは、車両に取り付けられ時系列に路面の画像を撮影するカメラと、前記カメラで撮影された画像を時系列に保存するメモリと、前記メモリに保存された撮影画像から特徴点を抽出する特徴点抽出部と、前記特徴点の所定時間経過後の移動先である追跡点を抽出する追跡点抽出部と、前記特徴点と前記追跡点から前記カメラの校正パラメータを算出するカメラ校正パラメータ算出部と、を具備する構成を採る。

【発明の効果】

10

【0015】

本発明よれば、生産ライン上で車両を停車することなく、生産ラインを車両が移動する際に自動的にカメラ校正を行うことができる。従って、車両の位置決めが不要な車載カメラの校正を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施の形態1に係るカメラ校正装置の機能構成を示すブロック図

【図2】メモリに保存されたN番目の画像の特徴点のイメージ座標

【図3】メモリに保存されたN+1番目の画像の追跡点のイメージ座標

【図4】カメラ校正パラメータを算出するフローチャート

20

【図5】メモリに保存された特徴点のイメージ座標と追跡点のイメージ座標を世界座標に変換するフローチャート

【図6】特徴点、追跡点のイメージ座標を世界座標に変換する処理を説明する図

【図7】移動体の移動量のズレを算出する処理を説明する図

【図8】本発明の実施の形態2に係るカメラ校正装置の機能構成を示すブロック図

【図9】移動体の移動量を算出する移動体移動量算出部の処理を説明するフローチャート

【図10】カメラの相対的な並進行列Tと回転行列Rから実世界の移動量を算出する処理を説明する図

【発明を実施するための形態】

【0017】

30

(実施の形態1)

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明の実施の形態1に係るカメラ校正装置の機能構成を示すブロック図である。以下、図1を用いて、本実施の形態に係るカメラ校正装置の構成および動作を説明する。

【0018】

本実施の形態のカメラ校正装置は、車両などの移動体に設置される。このカメラ校正装置は、カメラ101の校正を行うものであって、メモリ102、特徴点抽出部103、追跡点抽出部104およびカメラ校正パラメータ算出部105を備えている。なお、図1には、車両106も示す。

【0019】

40

特徴点抽出部103、追跡点抽出部104およびカメラ校正パラメータ算出部105の各部は、カメラ校正装置内のCPU107がROM(図示せず)に格納されたプログラムを実行することで実現される。なお、CPU、ROMを用いる代わりにハードウェアで構成された専用回路で各部を実現してもよい。

【0020】

カメラ101は、車両に設置され、車両の移動中に路面を撮像した画像を時系列的にメモリ102に保存する。

【0021】

特徴点抽出部103は、図2に示すようなメモリ102に保存されたN番目の画像から特徴点を抽出し、その特徴点のイメージ座標をメモリ102に保存する。なお、イメージ

50

座標とは、メモリ上に置かれた画像の左上を原点とする2次元の座標系である。また、特徴点とは、その点を含む所定の範囲における輝度の情報量が特徴的な大きさを持つような点である。例えば、ハリスコーナ点等が上記特徴点として探索される。

【0022】

追跡点抽出部104は、図3に示すようなメモリ102に保存されたN+1番目の画像から特徴点と同じ特徴を有する点を追跡点として抽出し、その追跡点のイメージ座標をメモリ102に保存する。追跡点の抽出は、the Kanade-Lucas-Tomasi (KLT)などの処理方法を用いて行われる。

【0023】

カメラ校正パラメータ算出部105は、カメラ校正パラメータを算出する。以下、図4を用いてカメラ校正パラメータ算出部105が行う処理を詳細に説明する。

10

【0024】

まず、初期カメラパラメータ設定処理において(ステップ201)、カメラ校正パラメータ算出部105は、カメラ取り付け設計値のカメラ角度(パン、チルト、ロール)、カメラ位置を初期カメラパラメータと設定する。

【0025】

次に、特徴点、追跡点座標変換処理において(ステップ202)、カメラ校正パラメータ算出部105は、メモリ102に保存された特徴点のイメージ座標と追跡点のイメージ座標を世界座標に変換する。なお、ステップ202の処理の詳細については後述する。

20

【0026】

次に、移動量ズレ算出処理において(ステップ203)、カメラ校正パラメータ算出部105は、各特徴点、追跡点の世界座標上の移動量とメモリ102に保存された実際の移動体の移動量との差を、移動量のズレとして算出する。なお、ステップ203の処理の詳細については後述する。

【0027】

カメラ校正パラメータ算出部105は、一定の範囲でカメラパラメータを変更し、ステップ202-203の処理を繰り返す(ステップ204:NO、205)。

【0028】

そして、一定の範囲でステップ202-203の処理を完了すると(ステップ204:YES)、カメラ校正パラメータ出力処理において(ステップ206)、カメラ校正パラメータ算出部105は、移動量のズレを評価値とし、この評価値が最少となるカメラパラメータ(カメラ角度、位置)を、カメラの画像と実際の道路との対応関係を示すカメラ校正パラメータとし、カメラ校正パラメータをカメラ画像校正装置(図示せず)に出力する。

30

【0029】

なお、カメラ画像校正装置は、カメラ校正パラメータを用いて、車載モニタ(図示せず)に映る画像を適正に校正する。

【0030】

次に、図5、図6を用いて、特徴点、追跡点座標変換処理(ステップ202)、すなわち、メモリ102に保存された特徴点のイメージ座標と追跡点のイメージ座標を、世界座標に変換する処理の詳細について説明する。

40

【0031】

なお、世界座標とは実世界上の3次元座標系のことであり、式(1)は世界座標とカメラ座標の関係を示す式である。世界座標とカメラ座標の関係は、回転行列Rと並進行列Tというパラメータにより決定される。

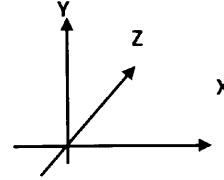
## 【数 1】

$$\begin{matrix} \text{回転行列}R & \text{並進行列}T \\ \begin{bmatrix} X_C \\ Y_C \\ Z_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & r_3 \\ r_4 & r_5 & r_6 \\ r_7 & r_8 & r_9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \text{式 (1-1)}$$

$$R = \begin{bmatrix} \cos R_z & \sin R_z & 0 \\ -\sin R_z & \cos R_z & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos R_y & 0 & -\sin R_y \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin R_y & 0 & \cos R_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos R_x & \sin R_x \\ 0 & \sin R_x & \cos R_x \end{bmatrix} \quad \text{式 (1-2)}$$

世界座標 :  $X_w, Y_w, Z_w$   
カメラ座標 :  $X_C, Y_C, Z_C$

$R_x$ : X軸に対する回転  
 $R_y$ : Y軸に対する回転  
 $R_z$ : Z軸に対する回転



10

## 【0032】

ステップ301において、カメラ校正パラメータ算出部105は、入力されたイメージ座標を歪ありセンサー座標に変換する。式(2)は、イメージ座標と歪ありセンサー座標の関係を示す式である。なお、 $x$ ,  $y$ 方向の画素ピッチと画像中心は、カメラ内部パラメータとしてメモリ102に保存されている値を用いる。

20

## 【数 2】

歪ありセンサー $x$ 座標 =  $x$ 方向の画素ピッチ $\times$ (イメージ $x$ 座標 -  $x$ 方向の画像中心) 式(2-1)

歪ありセンサー $y$ 座標 =  $y$ 方向の画素ピッチ $\times$ (イメージ $y$ 座標 -  $y$ 方向の画像中心) 式(2-2)

## 【0033】

ステップ302において、カメラ校正パラメータ算出部105は、歪ありセンサー座標を歪なしセンサー座標に変換する。式(3)は、歪ありセンサー座標と歪なしセンサー座標の関係を示す式である。レンズ歪補正係数は、カメラ内部パラメータとしてメモリ102に保存されている値を用いる。

30

## 【数 3】

$kappa1$ :レンズ歪補正係数(既知)

歪係数 =  $1.0 + (kappa1 \times (\text{歪ありセンサー}x\text{座標}^2 + \text{歪ありセンサー}y\text{座標}^2))$  式(3-1)

歪なしセンサー $x$ 座標 = 歪ありセンサー $x$ 座標  $\times$  歪係数 式(3-2)

歪なしセンサー $y$ 座標 = 歪ありセンサー $y$ 座標  $\times$  歪係数 式(3-3)

40

## 【0034】

ステップ303において、カメラ校正パラメータ算出部105は、歪なしセンサー座標を世界座標に変換する。式(4)は、歪なしセンサー座標と世界座標の関係を示す式である。式1の回転行列 $R$ と並進行列 $T$ が既に決定している、および、特徴点、追跡点が路面であるという条件によって、カメラ校正パラメータ算出部105は、式(1)と式(4-2)、式(4-4)から式(4-5)にある3次元方程式が導き出され、世界 $x$ 座標 $X_w$ 、世界 $z$ 座標 $Z_w$ を算出できる。

## 【数 4】

$$\text{歪なしセンサー}x\text{座標}=(\text{焦点距離} \times \text{カメラ}x\text{座標}X_C) \div \text{カメラ}z\text{座標}Z_C \quad \text{式(4-1)}$$

式4-1は、カメラ $x$ 座標 $X_C$ を求める式に変換できる。

$$\text{カメラ}x\text{座標}X_C=(\text{歪なしセンサー}x\text{座標} \div \text{焦点距離}) \times \text{カメラ}z\text{座標}Z_C \quad \text{式(4-2)}$$

$$\text{歪なしセンサー}y\text{座標}=(\text{焦点距離} \times \text{カメラ}y\text{座標}Y_C) \div \text{カメラ}z\text{座標}Z_C \quad \text{式(4-3)}$$

式4-3は、カメラ $y$ 座標 $Y_C$ を求める式に変換できる。

$$\text{カメラ}y\text{座標}Y_C=(\text{歪なしセンサー}y\text{座標} \div \text{焦点距離}) \times \text{カメラ}z\text{座標}Z_C \quad \text{式(4-4)}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} r_1 \cdot X_w + r_3 \cdot Z_w - (\text{歪なしセンサー}x\text{座標} \div \text{焦点距離}) \times Z_C + T_x = 0 \\ r_4 \cdot X_w + r_6 \cdot Z_w - (\text{歪なしセンサー}y\text{座標} \div \text{焦点距離}) \times Z_C + T_y = 0 \\ r_7 \cdot X_w + r_9 \cdot Z_w - Z_C + T_z = 0 \end{array} \right. \quad \text{式(4-5)}$$

## 【0035】

このように、図5のフローが実行されることにより、各特徴点、追跡点のイメージ座標は、図6に示すように世界座標の点に変換される。なお、図6では、カメラの光軸の頂点から路面に垂直に落とした点を原点としている。

## 【0036】

次に、図7を用いて、移動量ズレ算出処理(ステップ203)の詳細について説明する。

## 【0037】

カメラ校正パラメータ算出部105は、式(5)により、世界座標に変換された特徴点と追跡点から $Z$ 軸方向と $X$ 軸方向の世界座標上の移動量を算出する。

## 【数5】

$$\begin{aligned} Z\text{軸方向世界座標上の移動量} &= (\text{追跡点の}Z\text{座標} - \text{特徴点の}Z\text{座標}) \\ X\text{軸方向世界座標上の移動量} &= (\text{追跡点の}X\text{座標} - \text{特徴点の}X\text{座標}) \end{aligned} \quad \text{式(5)}$$

## 【0038】

次に、カメラ校正パラメータ算出部105は、式(6)により、各特徴点、追跡点の世界座標上の移動量とメモリ102に保存された実際の移動体の移動量との差を、移動量のズレとして算出する。この場合、実際の移動体(車両)の移動量は、車両106から取得された移動量に関する情報(車速パルスや舵角情報、車速など)に基づいて計算され、メモリ102に保存される。カメラの取り付けにズレがなければ、カメラパラメータを用いて算出した移動量と実際の車両の移動量とのズレは「0」となる。

## 【数6】

$$\begin{aligned} \text{移動量のズレ(評価値)} &= (\sum_{i=1}^n |(\text{移動体の奥行き方向の移動量} - Z\text{軸方向世界座標上の移動量})| \\ &+ \sum_{i=1}^n |(\text{移動体の横方向の移動量} - X\text{軸方向世界座標上の移動量})|) \end{aligned} \quad \text{式(6)}$$

## 【0039】

図7の例では、式(5)、式(6)を使用することにより、特徴点1のイメージ座標 $(x, y) = (250, 350)$ が特徴点1の世界座標 $(X, Y, Z) = (500, 0, 650)$ に変換され、追跡点1のイメージ座標 $(x, y) = (270, 300)$ が追跡点1の世界座標 $(X, Y, Z) = (600, 0, 900)$ に変

10

20

30

40

50

換されている。

【 0 0 4 0 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、車両の移動中に撮影された画像上の特徴点と追跡点を用いて実世界の移動量を算出することにより、カメラ校正パラメータを算出することができるので、生産ライン上で車両を停車することなく、生産ラインを車両が移動する際に自動的にカメラ校正を行うことができる。

【 0 0 4 1 】

(実施の形態 2)

本発明は、上述した実施の形態 1 に限定されず、一部を変更した実施の形態も考えられる。以下、本発明の実施の形態 2 について、図面を参照して詳細に説明する。

10

【 0 0 4 2 】

図 8 は、本発明の実施の形態 2 に係るカメラ校正装置の機能構成を示すブロック図である。なお、図 8 に示すカメラ校正装置において、図 1 に示したカメラ校正装置と共通する構成部分には図 1 と同一符号を付してその説明を省略する。図 8 に示すカメラ校正装置は、図 1 に示したカメラ校正装置と比較して、CPU 107 内に移動体移動量算出部 806 を追加した構成を採る。

【 0 0 4 3 】

移動体移動量算出部 806 は、移動体(車両)の移動量を算出する。以下、図 9 を用いて、移動体移動量算出部 806 の処理の詳細を説明する。

【 0 0 4 4 】

まず、基礎行列の算出処理において(ステップ 901)、移動体移動量算出部 806 は、対応する特徴点と追跡点のイメージ座標の組  $(x, y)$ ,  $(x', y')$ ,  $i=1, \dots, N$  (8) を入力とし、式(7)により F 行列を算出する。

20

【数 7】

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ f \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} F_{11} & F_{12} & F_{13} \\ F_{21} & F_{22} & F_{23} \\ F_{31} & F_{32} & F_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ f \end{pmatrix} = 0 \quad \text{式 (7)}$$

行列  $F = (F_{ij})$  は基礎行列  
 $f$  は焦点距離

30

【 0 0 4 5 】

次に、カメラの並進行列 T、回転行列算出処理において(ステップ 902)、移動体移動量算出部 806 は、基礎行列 F と焦点距離  $f$  から、式(8)により、カメラ 101 の相対的な並進行列 T (単位行列) と回転行列 R を算出する。

## 【数 8】

$$E = \text{diag}(1, 1, \frac{f_0}{f}) F \text{diag}(1, 1, \frac{f_0}{f'})$$

焦点距離は、内部パラメータとして保持しているため、 $f_0 = f = f'$  式 (8)

対称行列  $EE^T$  の最少固有値に対する単位固有ベクトルを並進行列  $T$  とする

行列  $-T \times E$  を次のように特異値分解する。

$$-T \times E = U \text{diag}(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3) V^T$$

回転行列  $R$  を次のように計算する。

$$R = U \text{diag}(1, 1, \det(UV^T)) V^T$$

10

## 【0046】

次に、実世界上の移動量算出処理において（ステップ 903）、移動体移動量算出部 806 は、カメラの相対的な並進行列  $T$  と回転行列  $R$  から実世界上の移動量を算出する。以下、図 10 を用いて、ステップ 903 について詳細に説明する。

## 【0047】

まず、移動体移動量算出部 806 は、特徴点のカメラ座標を  $P_i (i=1, 2, \dots, n)$  から、式 9、式 10 により、平面の方程式を算出する。なお、特徴点は路面上の点なので、特徴点のカメラ座標  $P_i$  は、一つの平面上にある。

20

## 【数 9】

$$ax + by + cz + d = 0 \quad \text{式 (9)}$$

## 【数 10】

$ax + by + cz + d = 0$  の法線ベクトルは、 $(a, b, c)$

この平面と直行する直線の方程式は、

$$\frac{x}{a} = \frac{y}{b} = \frac{z}{c}$$

式 (10)

30

## 【0048】

次に、移動体移動量算出部 806 は、カメラ座標の原点から平面への垂線を計算し、式 11 により、交点  $C_0$  の座標を求める。

40

## 【数 11】

$$x = \frac{-ad}{a^2 + b^2 + c^2} \quad y = \frac{-bd}{a^2 + b^2 + c^2} \quad z = \frac{-cd}{a^2 + b^2 + c^2} \quad \text{式 (11)}$$

## 【0049】

ただし、 $T$  は単位行列なのでカメラ座標原点と交点  $C_0$  間の距離は、カメラ高さに等しくない。そこで、移動体移動量算出部 806 は、カメラ座標原点と  $C_1$  を結ぶ直線を延長し、カメラ高さに等しい点  $C_1$  を、点と平面の距離の公式（式 12）を用いて算出する。

50

## 【数 1 2】

平面 $p_0:ax+by+cz+d=0$  と点 $A:(x_0,y_0,z_0)$  との距離 $D$

$$D = \frac{|ax_0+by_0+cZ_0+d|}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}} \quad \text{式 (12)}$$

## 【0050】

図10の $COP_0$ と $C1Q_0$ は平行なので $Q_0$ を求めることができる。同様に、 $Q'_0$ も求めることができる。移動体移動量算出部806は、車両の移動前の点 $Q_0$ と移動後の点 $Q'_0$ を求め、すべての特徴点のカメラ座標を $P_i(i=1,2,\dots,n)$ での移動ベクトルの平均を求めて実世界上の移動量とし、メモリ102に保存する。

10

## 【0051】

以上のように、本実施の形態によっても、実施の形態1と同様に、生産ライン上で車両を停車することなく、生産ラインを車両が移動する際に自動的にカメラ校正を行うことができる。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0052】

本発明は、カメラにより撮影された画像を用いてカメラの校正を行う車載カメラ用校正システムに用いられる。

20

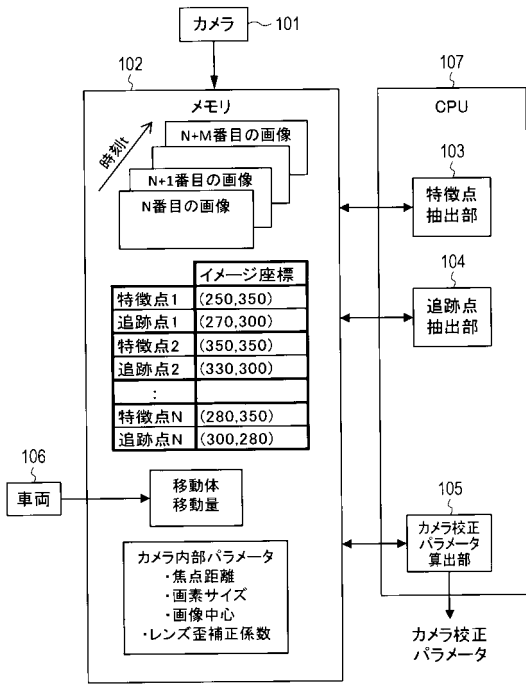
## 【符号の説明】

## 【0053】

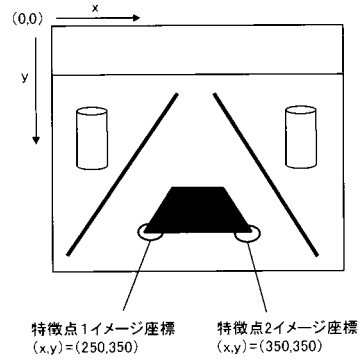
- 101 カメラ
- 102 メモリ
- 103 特徴点抽出部
- 104 追跡点抽出部
- 105 カメラ校正パラメータ算出部
- 106 車両
- 107 CPU
- 806 移動体移動量算出部

30

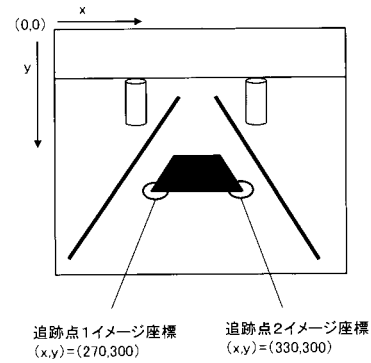
【 図 1 】



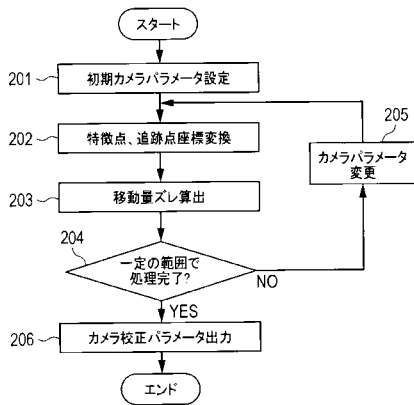
【 図 2 】



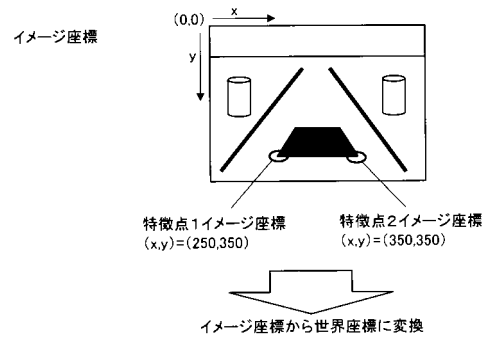
【 図 3 】



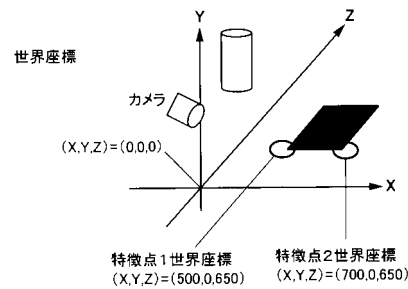
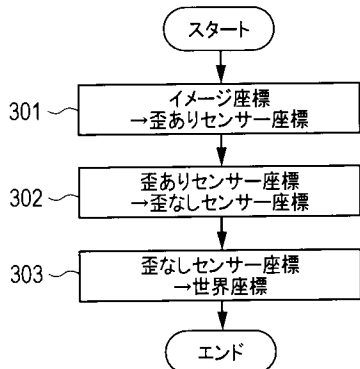
【 図 4 】



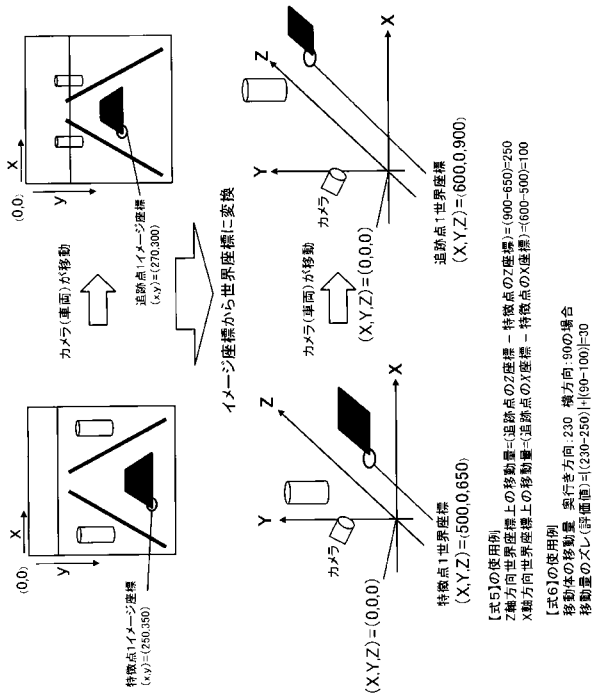
【 図 6 】



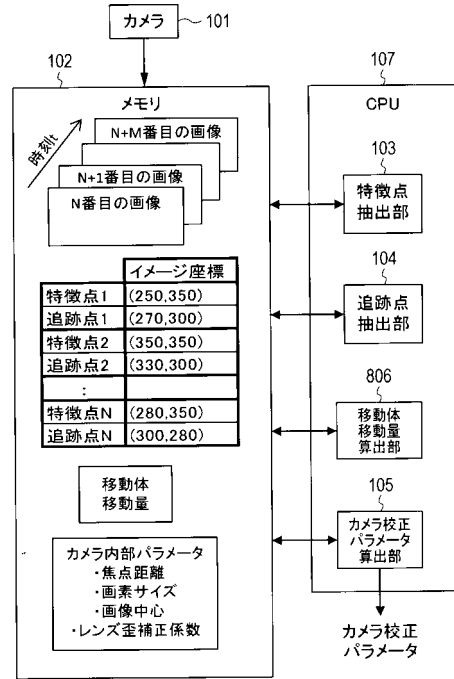
【 図 5 】



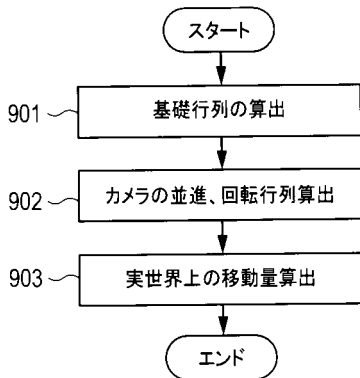
【 図 7 】



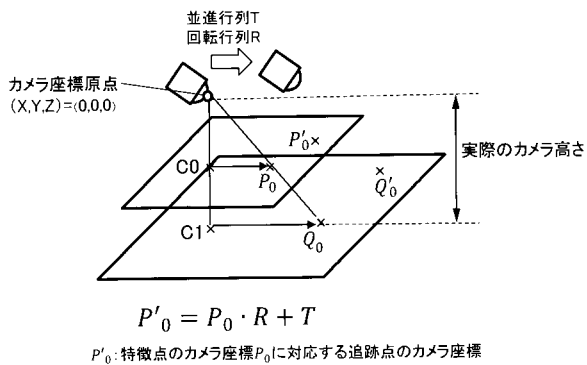
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)	
<b>H 0 4 N</b> <b>5/225</b> <b>(2006.01)</b>	<b>G 0 6 T</b>	<b>1/00</b>	<b>3 3 0 A</b>		
<b>B 6 0 R</b> <b>1/00</b> <b>(2006.01)</b>	<b>G 0 6 T</b>	<b>7/20</b>		<b>B</b>	
	<b>H 0 4 N</b>	<b>5/225</b>			<b>C</b>
	<b>G 0 3 B</b>	<b>15/00</b>			<b>H</b>
	<b>B 6 0 R</b>	<b>1/00</b>			<b>A</b>

Fターム(参考) 5C122 DA14 EA55 FH04 FH11 GE23 HA63 HA88 HB01  
5L096 BA04 CA04 EA14 FA14 FA67 FA69 HA04 HA05 JA11