

明 細 書

発明の名称：自律走行車及び自律走行車の自己位置推定方法

技術分野

[0001] 本開示は、自律走行車及び自律走行車の自己位置推定方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 に開示の自律走行車は、カメラと、記憶装置と、制御部と、を備える。カメラは、路面を撮像するように配置されている。記憶装置は、地図データを記憶している。地図データは、複数の地図画像データにそれぞれ位置情報を対応付けたデータである。位置情報は、例えば、対応する地図画像データの中心画素に対応付けられる。制御部は、カメラから画像データを取得する。制御部は、画像データと地図画像データとのマッチングを行う。このマッチングにより、制御部は、画像データに対応する地図画像データを特定する。制御部は、地図画像データに対応付けられた位置情報と、地図画像データと画像データとの相対位置関係と、に基づき自己位置を推定する。地図画像データと画像データとの相対位置関係は、地図画像データを構成する画素のうち位置情報が対応付けられた画素と、当該画素に対応する画像データの画素とのずれ量によって示される。地図画像データの中心画素に位置情報が対応付けられていれば、画像データの中心画素と、画像データとマッチングされた地図画像データの中心画素とのずれ量が地図画像データと画像データとの相対位置関係を示す。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：米国特許第 8 7 2 5 4 1 3 号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 自律走行車の制御部は、自己位置の推定に要する処理時間を短縮するため、画像データの一部のみを用いて自己位置を推定する場合がある。この場合

、カメラの上下動によって、地図画像データと画像データとの相対位置関係が変化する場合がある。この相対位置関係の変化を原因として、自己位置推定精度が低下するおそれがある。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様に係る自律走行車は、路面を撮像するように、鉛直方向を向いて配置されたカメラと、前記路面を予め撮像することによって得られた複数の地図画像データにそれぞれ位置情報を対応付けた地図データを記憶するように構成される記憶装置と、前記カメラから画像データを取得するように構成される取得部と、前記地図データ及び前記画像データを用いて自己位置を推定するように構成される自己位置推定部と、を備える。前記自己位置推定部は、前記画像データから予め定められた範囲を切り出すことによって切出画像データを得て、前記切出画像データと前記複数の地図画像データの少なくとも1つとをマッチングすることで前記切出画像データに対応する地図画像データを特定し、前記特定された地図画像データと前記切出画像データとの相対位置関係から自己位置を推定する、ように構成される。前記位置情報は、対応する前記地図画像データの画素位置を表す座標系において前記カメラの光軸位置を表す座標に対応付けられる。

[0006] 本開示の一態様に係る自律走行車の自己位置推定方法は、鉛直方向を向くように前記自律走行車に配置されたカメラによって路面を撮像することと、前記路面を予め撮像することによって得られた複数の地図画像データにそれぞれ位置情報を対応付けた地図データを記憶装置に記憶することと、前記カメラから画像データを取得することと、前記画像データから予め定められた範囲を切り出すことによって切出画像データを得ることと、前記切出画像データと前記複数の地図画像データの少なくとも1つとをマッチングすることで前記切出画像データに対応する地図画像データを特定することと、前記特定された地図画像データと前記切出画像データとの相対位置関係から自己位置を推定することと、を備える。前記位置情報は、対応する前記地図画像データの画素位置を表す座標系において前記カメラの光軸位置を表す座標に対

応付けられる。

図面の簡単な説明

- [0007] [図1]図 1 は、自律走行車を示す側面図。
- [図2]図 2 は、図 1 の自律走行車の電氣的な構成を示すブロック図。
- [図3]図 3 は、図 2 の制御装置が行う地図作成処理を示すフローチャート。
- [図4]図 4 は、図 1 のカメラが生成する画像データの一例を示す図。
- [図5]図 5 は、図 2 の制御装置が作成する地図データの一例を示す図。
- [図6]図 6 は、図 2 の制御装置が行う自己位置推定処理を示すフローチャート。
- [図7]図 7 は、図 2 の制御装置が取得する切出画像データの一例を示す図。
- [図8]図 8 は、地図画像データと切出画像データとの相対位置関係を説明するための図。
- [図9]図 9 は、比較例の制御装置が作成する地図データを示す図。
- [図10]図 10 は、比較例の制御装置が取得する切出画像データを示す図。
- [図11]図 11 は、実施形態の作用を説明するための図。

発明を実施するための形態

- [0008] 以下、自律走行車の一実施形態について説明する。以下の説明において、前後左右は、自律走行車を基準として定義される。前後方向は、自律走行車の進行方向と一致する。左右方向は、自律走行車の車幅方向と一致する。
- [0009] 図 1 及び図 2 に示すように、自律走行車 10 は、車体 11 と、駆動輪 21 と、操舵輪 31 と、走行モータドライバ 22 と、走行モータ 23 と、操舵モータドライバ 32 と、操舵モータ 33 と、カメラ 41 と、照明装置 51 と、測位装置 61 と、制御装置 81 と、補助記憶装置 71 と、を備える。自律走行車 10 は、乗用車であってもよいし、産業車両であってもよい。産業車両は、フォークリフト、トーイングトラクタ、及び無人搬送車を含む。
- [0010] 走行モータ 23 は、駆動輪 21 を回転させるためのモータである。走行モータドライバ 22 は、制御装置 81 からの指令に応じて走行モータ 23 を駆動させる。走行モータ 23 の駆動により駆動輪 21 が回転することで、自律

走行車 10 は走行する。操舵モータ 33 は、操舵輪 31 を操舵するためのモータである。操舵モータドライバ 32 は、制御装置 81 からの指令に応じて操舵モータ 33 を駆動させる。操舵モータ 33 の駆動により操舵輪 31 が操舵されることで、自律走行車 10 は旋回する。

[0011] カメラ 41 は、デジタルカメラである。カメラ 41 は、撮像素子を備える。撮像素子としては、例えば、CCD イメージセンサ (Charge Coupled Device image sensor)、及び CMOS イメージセンサ (Complementary Metal Oxide Semiconductor image sensor) を挙げることができる。カメラ 41 としては、例えば、RGB カメラ、赤外線カメラ、グレースケールカメラ、及び可視光カメラを挙げることができる。

[0012] カメラ 41 は、所定のフレームレートで撮像を行って画像データを生成する。この画像データは、カメラ 41 で撮像した画像のデジタルデータである。

カメラ 41 は、路面 S_r を撮像するように配置されている。カメラ 41 は、路面 S_r を撮像した画像を示す画像データを生成するといえる。カメラ 41 は、鉛直方向を向いた状態で車体 11 の底部に設けられている。詳細に言えば、カメラ 41 の光軸が鉛直方向と一致するようにカメラ 41 は設けられている。なお、カメラ 41 が鉛直方向を向いた状態とは、カメラ 41 の取付精度による誤差を許容するものであり、カメラ 41 は鉛直方向に対して若干ずれた方向を向いた状態で取り付けられていてもよい。

[0013] 照明装置 51 は、路面 S_r の照明を行うように配置されている。詳細に言えば、照明装置 51 は、路面 S_r のうちカメラ 41 によって撮像される範囲の照明を行う。本実施形態において、照明装置 51 は、下方を向いた状態で車体 11 の底部に設けられている。照明装置 51 としては、例えば、発光ダイオードを用いることができる。

[0014] 測位装置 61 は、衛星航法装置 62 と、慣性測定装置 63 と、を備える。衛星航法装置 62 は、GNSS (Global Navigation Satellite System) 衛星から送信される衛星信号を用いて位置を測定するものである。慣性測定装置 6

３は、ジャイロセンサ、及び加速度センサを含む。

[0015] 制御装置８１は、プロセッサ８２と、記憶部８３と、を備える。プロセッサ８２としては、例えば、CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit)、及びDSP (Digital Signal Processor) を挙げることができる。記憶部８３は、RAM (Random Access Memory) 及びROM (Read Only Memory) を含む。記憶部８３は、処理をプロセッサ８２に実行させるように構成されたプログラムコードまたは指令を格納している。記憶部８３、即ち、コンピュータ可読媒体は、汎用または専用のコンピュータでアクセスできるあらゆる利用可能な媒体を含む。制御装置８１は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) やFPGA (Field Programmable Gate Array) 等のハードウェア回路によって構成されていてもよい。処理回路である制御装置８１は、コンピュータプログラムに従って動作する１つ以上のプロセッサ、ASICやFPGA等の１つ以上のハードウェア回路、或いは、それらの組み合わせを含み得る。

[0016] 制御装置８１は、地図作成部８４と、取得部８５と、自己位置推定部８６と、を備える。地図作成部８４、取得部８５、及び自己位置推定部８６は、制御装置８１が予め定められたプログラムを実行することで機能する機能要素である。

[0017] 補助記憶装置７１は、制御装置８１が読み取り可能な情報を記憶している。補助記憶装置７１としては、例えば、ハードディスクドライブ、ソリッドステートドライブ、及びフラッシュメモリを挙げることができる。

[0018] 補助記憶装置７１は、地図データM１を記憶している。地図データM１は、路面S_rを予め撮像した地図画像データと位置情報とを対応付けたものである。位置情報は、座標情報と、方位情報と、を含む。座標情報は、絶対位置を表す座標系である地図座標系の座標である。地図座標系は、直交座標系であってもよいし、地理座標系であってもよい。方位情報は、地図座標系の座標軸に対する傾きを示す情報である。補助記憶装置７１は、地図データM１を記憶した記憶装置である。

- [0019] 地図データM1は、予め作成されている。地図データM1は、例えば、自律走行車10が走行すると想定される場所を、予め自律走行車10で走行することで得ることができる。以下、地図作成処理について説明する。地図作成処理は、地図データM1を作成する際に制御装置81が行う処理である。
- [0020] 図3に示すように、ステップS1において、制御装置81は、カメラ41から画像データを取得する。一例として、図4に示す画像データIM1を取得したとして説明を行う。図4に示すように、本実施形態の画像データIM1は、円形状の画像データである。画像データIM1には、路面Srの特徴Bが写っている。路面Srの特徴は、例えば、路面Srの凹凸である。本実施形態では、路面Srの特徴Bを模式的に示す。
- [0021] 図3に示すように、次に、ステップS2において、制御装置81は、位置情報を取得する。位置情報は、測位装置61を用いて取得することができる。位置情報は、例えば、衛星航法装置62を用いて取得した経緯度、及び慣性測定装置63を用いて算出する自己移動量によって算出可能である。
- [0022] 次に、ステップS3において、制御装置81は、画像データIM1の一部を切り出す。本実施形態では、画像データIM1の半分を切り出す。図4に示す例では、画像データIM1から、斜線部分を除いた範囲が切り出される。制御装置81は、切り出された画像データを地図画像データIM11とする。地図画像データIM11は、半円形状の画像データといえる。制御装置81は、例えば、画像データIM1の前半分、後半分、右半分、左半分など、任意の方向の範囲を切り出すことができる。本実施形態では、画像データIM1の前半分を切り出しているとする。画像データIM1から切り出される地図画像データIM11の大きさ、及び画像データIM1から切り出される地図画像データIM11の位置は、任意に設定することができる。
- [0023] 次に、ステップS4において、制御装置81は、地図画像データIM11に、ステップS2で取得した位置情報を対応付ける。詳細に言えば、制御装置81は、ステップS1で画像データIM1を取得した時刻と同時刻に取得した位置情報を地図画像データIM11に対応付ける。図4に示すように、

制御装置 8 1 は、地図画像データ I M 1 1 を構成するそれぞれの画素の位置を表す座標系においてカメラ 4 1 の光軸位置を表す座標 C P 1 に位置情報を対応付ける。地図画像データ I M 1 1 の画素位置を表す座標系は、画像座標系である。画像座標系とは、画像データ I M 1 の画素位置を表す 2 軸直交座標系である。画像データ I M 1 の画素位置は、例えば、画素の横位置を表す座標と、画素の縦位置を表す座標とによって表現できる。地図画像データ I M 1 1 は、画像データ I M 1 の一部を切り出したものであるため、地図画像データ I M 1 1 の画素位置は画像座標系で表現することができる。画像座標系においてカメラ 4 1 の光軸位置を表す座標 C P 1 は、地図画像データ I M 1 1 を切り出す前の画像データ I M 1 の中心座標に一致する。地図画像データ I M 1 1 が半円形状であれば、弦の midpoint に位置する座標がカメラ 4 1 の光軸位置を表す座標 C P 1 である。

[0024] また、制御装置 8 1 は、地図画像データ I M 1 1 に、ピクセルスケールを対応付ける。ピクセルスケールとは、1 画素当たりの実際のサイズである。制御装置 8 1 は、撮像時刻、又は地図画像データ I M 1 1 毎に個別に付与される画像ナンバーを地図画像データ I M 1 1 に対応付けてもよい。

[0025] 制御装置 8 1 がステップ S 1 ～ステップ S 4 の処理を所定の周期で繰り返すことにより、地図データ M 1 が作成される。図 5 に示すように、地図データ M 1 は、地図座標系において、位置情報に応じて地図画像データ I M 1 1 ～ I M 1 3 を並べたデータとみなすことができる。一例として、図 5 に示すように、3 つの地図画像データ I M 1 1 ～ I M 1 3 による地図データ M 1 が作成されたとして説明を行う。地図作成処理を行う制御装置 8 1 は、地図作成部 8 4 を備えているといえる。

[0026] 制御装置 8 1 は、上記した地図データ M 1 を用いて自己位置を推定しながら、走行モータドライバ 2 2 及び操舵モータドライバ 3 2 を制御する。これにより、制御装置 8 1 は、自律走行車 1 0 を目標位置に移動させる。目標位置は、自律走行車 1 0 のユーザーが設定するものであってもよいし、自律走行車 1 0 を制御する上位制御装置が設定するものであってもよい。

[0027] 制御装置 81 が行う自己位置推定処理について説明する。自己位置推定処理は、自律走行車 10 が起動している間、所定の制御周期で繰り返し行われるルーチンである。

図 6 に示すように、ステップ S 11 において、制御装置 81 は、カメラ 41 から画像データを取得する。ステップ S 11 の処理を行う制御装置 81 は、取得部 85 を備えているといえる。

[0028] 次に、ステップ S 12 において、制御装置 81 は、画像データの一部を切り出す。この際、制御装置 81 は、画像データから切り出される範囲が、地図画像データ IM 11 ~ IM 13 が切り出された範囲と等しくなるように画像データを切り出す。即ち、制御装置 81 は、地図画像データ IM 11 ~ IM 13 と同一の大きさであり、かつ、地図画像データ IM 11 ~ IM 13 と同一の部分を画像データから切り出す。本実施形態では、画像データ IM 1 の前半分を切り出して地図画像データ IM 11 ~ IM 13 としている。このため、制御装置 81 は、画像データの前半分を切り出す。以下、画像データから切り出された画像データを切出画像データと称する。一例として、制御装置 81 は、画像データを切り出すことで、図 7 に示す切出画像データ IM 21 を取得したとする。切出画像データ IM 21 の画素位置は、画像座標系の座標で表すことができる。地図画像データ IM 11 ~ IM 13 の画素位置と、切出画像データ IM 21 の画素位置とは同一の座標系で表すことができるといえる。例えば、地図画像データ IM 11 ~ IM 13 の弦の中点を表す座標 CP 1 と、切出画像データ IM 21 の弦の中点を表す座標 CP 11 とは、同一座標で表現することができる。

[0029] 図 6 に示すように、次に、ステップ S 13 において、制御装置 81 は、切出画像データ IM 21 と、地図画像データ IM 11 ~ IM 13 の少なくとも 1 つとのマッチングを行う。制御装置 81 は、切出画像データ IM 21 から 1 つ以上の特徴点を抽出する。制御装置 81 は、抽出した各特徴点の特徴量を記述する。特徴量としては、例えば、特徴量ベクトル、及び輝度値を挙げることができる。また、制御装置 81 は、地図画像データ IM 11 ~ IM 13

の各々から1つ以上の特徴点を抽出するとともに、抽出した各特徴点の特徴量の記述を行う。

[0030] 制御装置81は、切出画像データIM21から得られた特徴点及び特徴量を、地図画像データIM11～IM13から得られた特徴点及び特徴量とマッチングし、特徴量が類似する特徴点のペアを探索する。制御装置81は、特徴点のペアに基づき、地図画像データIM11～IM13のうち切出画像データIM21に対応する地図画像データを特定する。例えば、制御装置81は、特徴点のペアが集中している地図画像データを切出画像データIM21に対応する地図画像データであると特定する。上記したマッチングは、特徴量記述子を用いて行うことができる。特徴量記述子としては、例えば、ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF)、SIFT(Scale-Invariant Feature Transform)、及びSURF(Speeded Up Robust Features)を挙げることができる。

[0031] 一例として、切出画像データIM21に対応する地図画像データとして、地図画像データIM13が特定されたとする。図5及び図7から把握できるように、切出画像データIM21に含まれる特徴Bと、地図画像データIM13に含まれる特徴Bとは一致している。このように、マッチングを行うことで、切出画像データIM21と特徴Bのパターンが一致、あるいは、類似する地図画像データIM13を特定することができる。

[0032] 図6に示すように、次に、ステップS14において、制御装置81は、地図画像データIM13に基づき、自己位置を推定する。自己位置とは、地図座標系での自律走行車10の座標、及び自律走行車10の姿勢を含む。制御装置81は、地図画像データIM13と切出画像データIM21との相対位置関係を求めるとともに、切出画像データIM21と地図画像データIM13との相対角度を算出する。地図画像データIM13と切出画像データIM21との相対位置関係は、切出画像データIM21と地図画像データIM13とのずれ量によって示される。切出画像データIM21と地図画像データIM13との相対角度は、切出画像データIM21と地図画像データIM13とのずれ角である。切出画像データIM21と地図画像データIM13と

は、完全には一致しない場合が多い。これは、地図画像データIM13を取得した時点と、切出画像データIM21を取得した時点とで自律走行車10の位置及び姿勢が完全に一致することが少ないためである。このため、切出画像データIM21は、地図画像データIM13の一部にのみ一致することが多い。地図画像データIM13を取得した時点と、切出画像データIM21を取得した時点とで、自律走行車10の位置がずれていた場合、地図画像データIM13に写る路面Srの位置と切出画像データIM21に写る路面Srの位置との間にずれが生じる。このずれの量が、地図画像データIM13と切出画像データIM21との相対位置関係を示す。ずれ量は、地図画像データIM13の特徴点と切出画像データIM21の特徴点との位置関係から把握することができる。同様に、地図画像データIM13を取得した時点と、切出画像データIM21を取得した時点とでの自律走行車10の姿勢の差によって、切出画像データIM21は、地図画像データIM13を回転させたものになる。この回転により生じるずれ角が、切出画像データIM21と地図画像データIM13との相対角度である。制御装置81は、地図画像データIM13に対応付けられた位置情報と、相対位置関係と、相対角度とに基づき自己位置を推定する。制御装置81は、地図画像データIM13に対応付けられた座標情報を相対位置関係に対応する座標分だけずらす。制御装置81は、地図画像データIM13に対応付けられた方位情報を相対角度分だけずらす。制御装置81は、これにより得られる地図座標系での座標、及び姿勢を自己位置として決定する。

[0033] 地図画像データIM13と切出画像データIM21との相対位置関係を求める際、制御装置81は、地図画像データIM13において位置情報が対応付けられた座標と、この座標と同一座標となる切出画像データIM21の座標とのずれ量を算出する。そして、制御装置81は、このずれ量を地図画像データIM13と切出画像データIM21との相対位置関係を示すパラメータとする。図8には、地図画像データIM13と、切出画像データIM21との相対位置関係を示す。本実施形態では、地図画像データIM13の弦の

中点を表す座標 $CP1$ と切出画像データ $IM21$ の弦の中点を表す座標 $CP11$ との距離 $L1$ が、地図画像データ $IM13$ と切出画像データ $IM21$ との相対位置関係を示すパラメータである。詳細に言えば、特徴点同士が重なるように地図画像データ $IM13$ と切出画像データ $IM21$ とを並べた場合において、地図画像データ $IM13$ の座標 $CP1$ と切出画像データ $IM21$ の座標 $CP11$ との距離 $L1$ が、地図画像データ $IM13$ と切出画像データ $IM21$ との相対位置関係を示すパラメータである。この距離 $L1$ は、画像座標系での寸法である。このため、制御装置81は、自己位置を算出する際には、画像座標系での相対位置関係を地図座標系での相対位置関係に変換する。画像座標系での相対位置関係を地図座標系での相対位置関係に変換する際には、ピクセルスケールを用いればよい。ステップS13及びステップS14の処理を行う制御装置81は、自己位置推定部86を備えているといえる。

[0034] 本実施形態の作用について説明する。まず、比較例について説明を行う。

図9に示すように、地図画像データ $IM31$ の中心画素 $CP21$ に位置情報が対応付けされているとする。図10に示すように、制御装置81が、切出画像データ $IM41$ を取得し、この切出画像データ $IM41$ を用いてマッチングを行うとする。なお、説明の便宜上、地図画像データ $IM31$ と、切出画像データ $IM41$ とは自律走行車10が同一位置、同一姿勢で撮像したものであるとする。従って、地図画像データ $IM31$ と、切出画像データ $IM41$ とは完全に一致している。

[0035] 前述したように、地図画像データ $IM31$ と切出画像データ $IM41$ との相対位置関係は、地図画像データ $IM31$ において位置情報が対応付けられた座標と、この座標と同一座標となる切出画像データ $IM41$ の座標とのずれ量によって示される。地図画像データ $IM31$ の中心画素 $CP21$ と、切出画像データ $IM41$ の中心画素 $CP22$ とのずれ量は0である。このため、制御装置81は、地図画像データ $IM31$ の中心画素 $CP21$ に対応付けられた位置情報を自己位置とする。

- [0036] 自律走行車 10 に積み荷を載せたり、自律走行車 10 に人が乗り込むと、積み荷や人の重量によって駆動輪 21 のタイヤ及び操舵輪 31 のタイヤが収縮する。これにより、カメラ 41 が下降し、カメラ 41 と路面 S r との距離が短くなる。すると、カメラ 41 によって撮像される路面 S r の範囲が狭くなる。この状態で制御装置 81 が取得する切出画像データは、図 10 に示すように、カメラ 41 が下降していない状態で取得される切出画像データ IM 41 よりも狭い範囲 A 1 を撮像することによって得られたデータとなる。切出画像データ IM 41 の中心画素 CP 22 と、範囲 A 1 の中心位置 CP 23 とでは対応する路面 S r の位置が異なる。これにより、範囲 A 1 を撮像することによって得られた切出画像データを用いて自己位置を推定する場合、切出画像データ IM 41 を取得した場合と自律走行車 10 が同一位置かつ同一姿勢にある状態で撮像が行われているに関わらず、切出画像データの中心画素と地図画像データ IM 31 の中心画素 CP 21 とのずれが生じる。このずれ量が自己位置推定精度の低下の原因となる。例えば、図 9 に示すように、地図画像データ IM 31 の中心画素 CP 21 と、範囲 A 1 の中心位置 CP 23 とのずれ量によって自己位置推定精度が低下する。
- [0037] これに対し、本実施形態では、地図画像データにおいて、画像座標系におけるカメラ 41 の光軸位置に位置情報を対応付けている。画像座標系においてカメラ 41 の光軸位置を表す座標は、カメラ 41 が上下動しても変化しない。言い換えれば、画像座標系におけるカメラ 41 の光軸位置は、カメラ 41 が上下動しても路面 S r における同一位置に対応している。
- [0038] 図 11 に示すように、切出画像データ IM 41 においてカメラ 41 の光軸位置を表す座標 CP 31 は、範囲 A 1 を撮像した場合に得られる切出画像データにおいてカメラ 41 の光軸位置を表す座標 CP 32 と一致する。このため、カメラ 41 の上下動によって切出画像データ IM 41 と地図画像データ IM 31 との相対位置関係が変化しない。
- [0039] なお、上記した説明では、一例として、タイヤの収縮によりカメラ 41 が下降する場合について説明を行った。地図画像データを取得した時点と、切

出画像データを取得した時点とで、カメラ４１の上下方向の位置が異なる場合には、同様のことがいえる。例えば、地図画像データの中心画素に位置情報を対応付ける場合、地図画像データを取得した時点よりも、切出画像データを取得した時点のほうがカメラ４１の位置が高いと、同様の課題が生じ得る。これに対し、地図画像データにおいて、画像座標系におけるカメラ４１の光軸位置に位置情報を対応付けることで、自己位置推定精度の低下を抑制できる。

[0040] 本実施形態の効果について説明する。

(１) 画像座標系においてカメラ４１の光軸位置を表す座標ＣＰ１は、カメラ４１の位置が上下動しても路面Ｓｒにおける同一位置に対応する。即ち、画像座標系においてカメラ４１の光軸位置を表す座標ＣＰ１に位置する画素は、カメラ４１が上下動しても路面Ｓｒの一定位置を写す。このため、カメラ４１が上下動しても、地図画像データと画像データとの相対位置関係は変化しない。画像座標系においてカメラ４１の光軸位置を表す座標ＣＰ１に位置情報を対応付けることで、カメラ４１の上下動により自己位置推定精度が低下することを抑制できる。

[0041] (２) 制御装置８１は、切出画像データを用いて、地図画像データとマッチングを行っている。カメラ４１の取付位置によっては、画像データに車体１１の一部が入り込むおそれがある。この際、車体１１が入り込む領域を除いた切出画像データが切り出されるようにすることで、車体１１の一部が入り込む領域を除外した切出画像データを得ることができる。切出画像データに車体１１の一部が入り込んでいると、自己位置推定精度の低下の原因となる。車体１１の一部が入り込む領域を除外した切出画像データを用いてマッチングを行うことで、自己位置推定精度の低下を抑制できる。

[0042] 実施形態は、以下のように変更して実施することができる。本実施形態及び以下の変形例は、技術的に矛盾しない範囲で互いに組み合わせて実施することができる。

○地図画像データは、画像データの一部を切り出したデータでなくてもよ

い。地図画像データは、円形の画像データであってもよい。この場合であっても、切出画像データとのマッチングを行う際に、地図画像データの一部を切り出すことでマッチングを行えばよい。

[0043] ○位置情報は、画像座標系においてカメラ４１の光軸位置を表す座標に対応付けられていればよく、地図画像データに含まれていなくてもよい。即ち、画像座標系においてカメラ４１の光軸位置を表す座標は、地図画像データの範囲外であってもよい。

[0044] ○地図データＭ１が記憶される記憶装置は、記憶部８３であってもよい。

○地図画像データの画素位置を表す座標系と、画像データの画素位置を表す座標系とは、異なる座標系であってもよい。

[0045] ○制御装置８１は、地図作成部８４を備えていなくてもよい。即ち、制御装置８１は、地図データＭ１を作成する機能を備えていなくてもよい。例えば、自律走行車１０が複数存在する場合、１つの自律走行車１０によって地図データＭ１を作成し、この地図データＭ１を複製して、残りの自律走行車１０で用いられるようにすればよい。

[0046] ○カメラ４１は、鉛直方向を向いて配置できればよく、車体１１の底部とは異なる位置に設けられていてもよい。

○地図作成部８４、取得部８５、及び自己位置推定部８６は、それぞれ、別々の装置であってもよい。

請求の範囲

[請求項1]

路面を撮像するように、鉛直方向を向いて配置されたカメラと、
前記路面を予め撮像することによって得られた複数の地図画像データにそれぞれ位置情報を対応付けた地図データを記憶するように構成される記憶装置と、
前記カメラから画像データを取得するように構成される取得部と、
前記地図データ及び前記画像データを用いて自己位置を推定するように構成される自己位置推定部と、を備え、
前記自己位置推定部は、
前記画像データから予め定められた範囲を切り出すことによって切出画像データを得て、
前記切出画像データと前記複数の地図画像データの少なくとも1つとをマッチングすることで前記切出画像データに対応する地図画像データを特定し、
前記特定された地図画像データと前記切出画像データとの相対位置関係から自己位置を推定する、ように構成され、
前記位置情報は、対応する前記地図画像データの画素位置を表す座標系において前記カメラの光軸位置を表す座標に対応付けられる、自律走行車。

[請求項2]

自律走行車の自己位置推定方法であって、
鉛直方向を向くように前記自律走行車に配置されたカメラによって路面を撮像することと、
前記路面を予め撮像することによって得られた複数の地図画像データにそれぞれ位置情報を対応付けた地図データを記憶装置に記憶することと、
前記カメラから画像データを取得することと、
前記画像データから予め定められた範囲を切り出すことによって切出画像データを得ることと、

前記切出画像データと前記複数の地図画像データの少なくとも１つとをマッチングすることで前記切出画像データに対応する地図画像データを特定することと、

前記特定された地図画像データと前記切出画像データとの相対位置関係から自己位置を推定することと、を備え、

前記位置情報は、対応する前記地図画像データの画素位置を表す座標系において前記カメラの光軸位置を表す座標に対応付けられる、自己位置推定方法。